

Obsah

Konstrukce

Zdroj 20 A pro radiostanice (č. 459)	str. 5
Teplotní snímač k ventilátoru (č. 460a, b)	str. 7
Rozšíření BASIC552: PORT64 (č. 475)	str. 9
Zosilňovač s tranzistormi FET (soutěž)	str. 16

Vybrali jsme pro vás

Integrované obvody v nabídce GM Electronic:	
Převodníky napětí na kmitočet Ila	str. 20
Nové výkonové bipolární tranzistory	
od firmy SGS-Thomson	str. 36

Teorie

Scopemetry FLUKE 190	str. 28
Využití PC a Internetu v praxi elektronika	str. 30
Informace o polovodičových součástkách	
v našich časopisech	str. 32

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 41. část	str. 34
---	---------

Zajímavosti a novinky

ELCHEMCo – nové spreje pro elektroniku	
a elektromechanickou montáž II	str. 27
Přenosné přehrávače CD vydrží déle; přenosný	
záznamník a přehrávač minidisků; walkman s malou	
spotřebou; knoflíková lithiová baterie s tloušťkou	
0,4 mm; LM76 a LM83 – obvody pro řízení, resp.	
měření teploty	str. 4

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

Vážení čtenáři,

velmi nás potěšil Váš zájem o naši expozici na 8. mezinárodním veletrhu AMPER 2000. Mohli jsme s Vámi pohovořit, nabídnout doplnění Vašich archivů časopisů a měli jsme radost, že jste ocenili možnost přímého nákupu stavebnic z naší produkce na našem stánku za akční ceny. Připomínáme, že 10% veletržní sleva našich stavebnic platila do 24. dubna 2000. I v povletržním období si však můžete naše stavebnice jednoduše zajistit a to za příznivé ceny. Aktuální seznam stavebnic představujeme na našich webových stránkách. Seznam je také součástí naší prezentace na oficiálním CD katalogu veletrhu AMPER 2000, zde ovšem již chybějí stavebnice z posledního čísla. Pokud se týká nabídky časopisů ze starších ročníků, o něž je stále zájem, znovu upozorňujeme, že již jsou vyprodány ročníky 1994, 1995, 1996 a zásoby ročníku 1997 se po veletržích El-Expo/Pragoregula a zejména AMPER 2000 velmi ztenčily.

Období po veletržích využijeme mimo jiné k přípravě ukončení současného kola naší soutěže konstruktérů a vyhlášení nejlepších konstrukcí. V příštím čísle uveřejníme konstrukce od autorů mimo okruh stálých spolupracovníků redakce, které jsme dosud z nejrůznějších důvodů nezařadili, a podklady předáme jury sestavené z nezávislých techniků – elektroniků. Ta rozhodne o letošních vítězích, kteří se mohou těšit na hodnotné věcné ceny. Autor nejlepší práce získá univerzální čítač se signálním generátorem 1,6 GHz METEX MXG-9810, který věnovala firma GM Electronic a představili jsme Vám jej v minulém čísle, autor konstrukce na druhém místě získá laboratorní zdroj Diametral D-130-4, který věnovala firma Diametral, autor třetí nejlepší konstrukce a někteří další úspěšní autoři získají publikace věnované nakladatelstvím technické literatury BEN. Je tedy jisté na co se těšit. Přejeme Vám příjemné jaro!

Vaše redakce

Fotografie přístroje FLUKE 199 na titulní straně: bateriový osciloskop 200 MHz; 2,5 Gs/sec; časová základna 5 ns – 5 s; 30 hodin záznamu na kanál; paměť 100 displejů na kanál; nepřetržitě 4 hodiny na baterie; měření výkonu, teploty ...

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

5/2000 • Vydává: Rádio plus, s.r.o. • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/2481 8885, tel./zázn./fax: 02/2481 8886 • E-mail: redakce@radioplus.cz • URL: www.radioplus.cz • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Martin Trojan • Odborné konzultace: Vít Olmr, e-mail: volmr@iol.cz • Sekretariát: Markéta Pelichová • Stálí spolupracovníci: Ing. Ladislav Havlík, CSc., Ing. Jan Humlhans, Ladislav Havlíček, Ing. Hynek Střelka, Jiří Kadlec, Ing. Ivan Kunc • Layout & DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) - digitální fotoaparát Olympus 1400 Camedia • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Plošné spoje: SPOJ- J & V Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 02/781 3823, 472 8263 • HTML editor: HE!32 • Internet: GTS INEC, s.r.o., Hvězdova 33, Praha 4, P.O. BOX 202, tel.: 02/96 157 111 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art, © New Vision Technologies Inc. • Osvit: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/2492 0232, tel./fax: 02/2491 4621 • Tisk: Mír, a.s., Práteleství 986, 104 00 Praha 10, tel.: 02/709 5118.

© 2000 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele.

Cena jednoho výtisku 25 Kč, roční předplatné 240 Kč. Objednávky inzerce přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzertech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413. Rozšiřuje: Společnost holdingu PNS, a.s.; MEDIAPRINT&KAPA, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; 7RX. Objednávky do zahraničí vyřizuje: Předplatné tisku Praha, s.r.o., Hvoždanská 5-7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: Mediaprint-Kapa, s.r.o., Vajnorská 137, 831 04 Bratislava. Předplatné: v ČR: SEND Předplatné s.r.o., P.S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 02/61006272 - č. 12, fax: 02/61006563, e-mail: send@send.cz, <http://www.send.cz>; Předplatné tisku, s.r.o., Hvoždanská 5-7, Praha 4 - Roztyly, tel.: 02/67903106, 67903122, fax: 02/7934607. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/55960439, fax: 07/55960120, e-mail: obchod@gme.cz; Abopress, s.r.o., Radlinského 27, P.O.Box 183, 830 00 Bratislava, tel.: 07/52444979-80, fax/zázn.: 07/52444981 e-mail: abopress@napri.sk, www.abopress.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Teslova 12, P.O.Box 169, 821 02 Bratislava, tel.: 07/44 45 45 59, 07/44 45 46 28.

Přenosné CD přehrávače hrají a vydrží déle

Nové typy CD přehrávačů Panasonic SL-S310 a SL-S210 jsou vybaveny zdokonaleným systémem korekce chyb Anti-Shock Memory II, který umožní kvalitní reprodukci i při působení otřesů známých z jízdy automobilů po tzv. "kočičích hlavách". U prvního modelu lze



překlenout výpadek až 10 s, u druhého 3 s. Těchto vozovek již sice mnoho nenalezneme, ale o otřesy v přenosných přístrojích nouze není. Navíc jsou nové přehrávače vybaveny funkcemi zdůraznění hloubek S-XBS (*Super-Extra-Bass-System*) a optimalizovaným řízením napájení, které dovoluje až 20hodinový provoz ze dvou alkalických článků LR6. Přístroje v odolném polykarbonátovém pouzdře váží bez baterií jen 212 g, mají linkový výstup pro případné připojení na domácí hi-fi sestavu a možnost volit náhodnou nebo opakovanou reprodukci jedné či všech skladeb či sestaveného výběru až 24 skladeb. Rychlou a jednoduchou výměnu CD umožňuje systém "Pop Up".

Přenosný záznamník a přehrávač minidisků

K nejmenším přístrojům tohoto druhu, který pro záznam zvuku s trváním asi 75 minut užívá disketu, kterou vyvinula firma Sony, náleží výrobek Panasonic s typovým označením SJ-MR100. Jeho rozměry jsou pouze 84×77×18,9 mm a bez baterií (akumulátor a alkalická baterie) váží jen 136 g. Počítat lze s dobou provozu asi 20 h. Vzorkovací kmitočet 44,1 kHz zajistí ve stereosluchátkách kvalitní reprodukci v pásmu 20 Hz až 20 kHz (+0 dB, -6 dB). Ke komfortnímu ovládání přístroje se užívá kabelem připojený ovladač a LC displej s možností osvětlení. Každou skladbu lze doplnit textovou informací (*Jog-dial*) a podle ní ji pak přímo, bez převíjení, vyvolávat. Díky 40s vyrovnávací paměti (*Anti-shock Memory*) je kompenzován vliv otřesů na kvalitu reprodukce.

Walkman s malou spotřebou

Až 70-, případně 50-hodinový provoz bez výměny baterií (současně alkalické a akumulátoru) lze očekávat u nových kazetových přehrávačů Panasonic RQ-SX45 a RQ-SX30. Elegantní ploché pouzdro z lehké slitiny přístroje dobře chrání proti poškození při nárazech a proti otře-

sům. Přístroje se snadno obsluhují a posuv pásky je řízen mikrokontrolérem. Obslužná tlačítka lze při transportu zablokovat. RQ-SX45 lze ovládat i dálkově odnímatelným kabelovým ovladačem. O dobrou kvalitu reprodukce se starají systémy Dolby B pro potlačení šumu a S-XBS zvýrazňující hloubky. Použít lze všechny běžné typy kazet: normální, metal a chromdioxid, které přístroj sám rozezná. Až 3 oblíbené tituly na kazetě lze naprogramovat pro rychlé vyhledání.



Knoflíková lithiová baterie s tloušťkou 0,4 mm

Díky novým knoflíkovým lithiovým článkům Panasonic CR2004 a CR2404 je možné realizovat čipové karty, kalkulátory, a další přístroje s nižší výškou. Baterie CR2004 o kapacitě 12 mAh mají průměr 20 mm a váží jen 0,6 g; CR2404 o průměru 24,5 mm váží 0,8 g a mají kapacitu 18 mAh. Jmenovité napětí je 3 V, energetická hustota pak 400 Wh/1 dm³. Baterie jsou plně funkční při teplotách v rozsahu -30 až +60 °C. Díky malému samovybíjení lze s novými bateriemi počítat jako se spolehlivým napájecím zdrojem s dlouhou životností.



Na jediném čipu

Nový třívývodový integrovaný obvod od firmy Melexis (<http://www.melexis.com>) je určen pro ovládání bezkomutátorových chladicích ventilátorů mikroprocesorů o průměru do 90 mm. Snížení počtu součástek a spojů (z běžných 8 a 16 na 1 a 3) má příznivý vliv na spolehlivost chladicího ventilátoru CPU a tím i celého počítače. Současně jsou v nové součástce s označením US79 již zabudovány ochranné obvody působící při nadměrné teplotě, přepólování, přepětových špičkách v napájení nebo zablokování rotoru ventilátoru, nebezpečném elektrostatickém náboji a obvody k potlačení vznikajícího elektromagnetického rušení. K napájení stačí již 3 V, zatížení výstupů může být 40 – 400 mA. Použití nového obvodu přináší i zajímavou úsporu nákladů.

LM76 – další člen do rodiny obvodů pro řízení teploty

Další člen do rodiny obvodů National Semiconductor pro řízení teploty nese označení LM76CHM-5. Teplotní senzory jsou dnes žádaným artiklem. Neobejdou se bez nich zařízení topná, větrací, klimatizační a chladicí ani přístroje kancelářské, lékařské a měřicí techniky. Při volbě vhodného typu hraje roli i jejich přes-

nost. Proto má šanci na příznivé přijetí tento nový přírůstek do rodiny digitálních senzorů. Jeho přesnost je $\pm 0,5$ °C při 25 °C, v rozmezí teplot -10 až +45 °C pak ± 1 °C. Čip obvodu LM76 obsahuje mimo vlastního integrovaného polovodičového senzoru teploty ještě 12-bitový A/D převodník a 3 komparátory. S obvodem lze komunikovat po sběrnici kompatibilní s protokoly I²C nebo SMBus. Pro řízení teploty slouží okénkový komparátor s výstupním tranzistorem MOSFET s otevřeným kolektorem. Další komparátor působí jako pojistka reagující až na programovatelnou kritickou teplotu. Rovněž nastavitelnou hysterezi těchto komparátorů se zamezuje kmitání. LM73CHM-5 se napájí napětím 4,5 až 5,5 V a je opatřen pouzdem SOT-8. Kdo chce, podrobnější informace může nalézt na webovské adrese <http://www.national.com/pf/LM/LM76.html>.

LM83 měří teplotu ve 4 místech

LM83 je nový integrovaný senzor teploty od National Semiconductor umožňující přesné číslicové měření teploty ve čtyřech místech systému, ve kterém je použit. Tři z měřicích bodů jsou externí, čtvrtý je samotný čip LM83. Zatímco v minulosti stačilo např. sledovat jen teplotu procesoru, v moderních výpočetních systémech je žádoucí kontrolovat také teplotu grafického akceleratoru, baterie a mechaniky pro kartu PCMCIA. LM83 má dva programovatelné výstupy přerušovacího signálu. Ty jsou aktivovány, když měřená teplota překročí naprogramovanou úroveň. Vhodným naprogramováním lze nejprve zjistit nárůst teploty a poté dosažení kritické hodnoty. Protože LM83 používá A/C převodník delta/sigma má výbornou odolnost vůči šumu, což je důležité právě při měření ve 3 externích místech. Sériové rozhraní LM83 je kompatibilní se sběrnici I²C a SMBus.

Jako externí čidla lze použít tranzistory v diodovém zapojení (např. 2N3904) nebo diody na čipu procesorů typu Pentium II. V případě interního čidla lze očekávat přesnost měření ± 1 °C, u externích čidel ± 3 °C v rozpětí teplot 25 – 100 °C a ± 4 °C od 0 do 125 °C. Způsobem zapojení dvou třístavových vstupů na napájecí sběrnici, případně ponecháním ve stavu naprázdno lze nastavit 9 různých adres těchto obvodů, připojených na sběrnici. Napájecí napětí LM83, dodávaného v pouzdru QSOP se může pohybovat v rozmezí od 3 do 3,6 V, odběr ze zdroje je nejvýše 0,8 mA.

Hlavní oblastí použití jsou notebooky, stolní počítače, pracovní stanice, servery, zkušební systémy a kancelářská elektronika. Chcete-li se dozvědět více, navštivte na internetu adresu <http://www.national.com/pf/lm/lm83.html>.

– HH –

Zdroj 20 A s proudovou ochranou pro radiostanice

stavebnice č. 459

V dubnovém čísle jsme vám slíbili inovaci stavebnice zdroje pro radiostanice KTE458 – pro větší proud a s lepší ochranou spotřebiče i zdroje. V květnovém čísle vám ji předkládáme.

Na rozdíl od stavebnice KTE458 se v tomto případě jedná o kvalitnější zdroj s lepší stabilizací a proudovou ochranou, dimenzovaný podle použitých tranzistorů až na 21 A. Přestože je zapojení pro zkušeného konstruktéra jasné, popíšeme si je podrobněji, aby i začínající amatéři jeho činnost pochopili a v budoucnu si mohli zdroje navrhovat sami. Jde totiž o univerzální zapojení (patří i mezi doporučená výrobcem) a podle potřeb se liší pouze hodnoty součástek a jejich výkonové ztráty.

Jádrum zdroje je opět monolitický stabilizátor 7815 v běžném zapojení. Stoupne-li odběr nad cca 1 A, proud tekoucí do stabilizátoru vytvoří na rezistoru R4 úbytek napětí, který otevírá výkonové tranzistory PNP T1 a T2. Část proudu potom, podle stupně otevření těchto tranzistorů, protéká touto cestou mimo stabilizátor. Hodnota rezistoru R4 je dána Ohmovým zákonem:

$$R = U / I,$$

kde U je napětí nutné pro otevření tranzistoru (obecně 0,65 – 0,75 V), tedy úbytek napětí na rezistoru, a I proud protékající rezistorem, při kterém se mají výkonové tranzistory otevírat.

Výkonová ztráta rezistoru je pak dána součinem napětí a proudu:

$$P = U \times I.$$

Tranzistor T3 a rezistory R1 – R3 tvoří proudový omezovač. Jestliže proud do

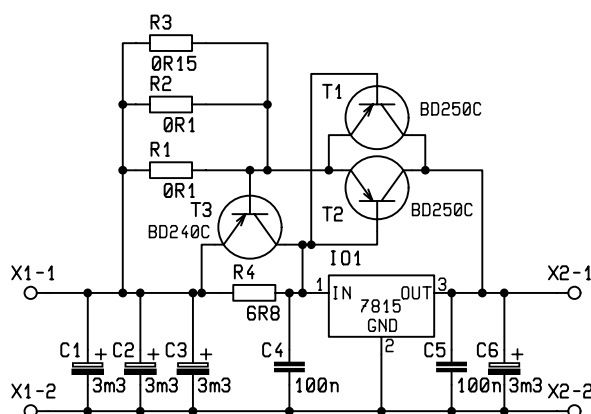
emitorů T1 a T2 vytvoří na R1 – R3 úbytek větší než cca 0,8 V, počne se T3 otevírat a snižovat tak napětí na přechodu E-B výkonových tranzistorů, čímž dochází k jejich zavírání, takže hodnota proudu nepřesáhne nastavenou velikost. I zde platí pro výpočet Ohmův zákon $R = U / I$, avšak vzorec pro výpočet výkonové ztráty rezistoru je zde nanejvýše důležitý. Protože však rezistory takto malých hodnot s velkou výkonovou ztrátou nejsou obvykle k dostání, je nutné zařadit více odporů paralelně. Výsledná hodnota je pak dána vztahem:

$$1 / R = 1 / R_1 + 1 / R_2 + \dots + 1 / R_x.$$

V našem případě by hodnota paralelně zapojených rezistorů R1 – R3 měla pro proud 20 A být 0,0375 W (navíc cca 1 A dodává stabilizátor 7815 – dle použitého typu, tedy celkem 21 A). Protože celkové výkonové zatížení těchto rezistorů je značně velké (až 14 W), použili jsme tři rezistory – dva 0,1 W a jeden 0,15 W, všechny pro zatížení 5 W.

To všechno platí ovšem jen za ideálních podmínek. Při trvalém provozu v mezních podmínkách dochází však k posouvání napětí E-B v důsledku vypínání teploty přechodu a tranzistor otevírá při nižším napětí, tedy nižším proudu. Při běžném použití, kdy špičkový proud odbíráme jen krátce, není tento jev na závadu, pro aplikace s trvalým zatížením by bylo nutné hodnoty rezistorů pozměnit. Rezistor R4 a tranzistor T3 musí být dimenzovány na plný proud monolitického stabilizátoru.

Vstupní filtrační kondenzátory (celkem 10 mF) představují filtraci 0,5 mF/A místo obvyklého 1 mF/A. Takto byla filtrace zvolena jednak z důvodů ceny elektrolytických kondenzátorů, která je poměrně vysoká, a jednak ze zkušenosti, podle které se pro napájení radiostanic použí-



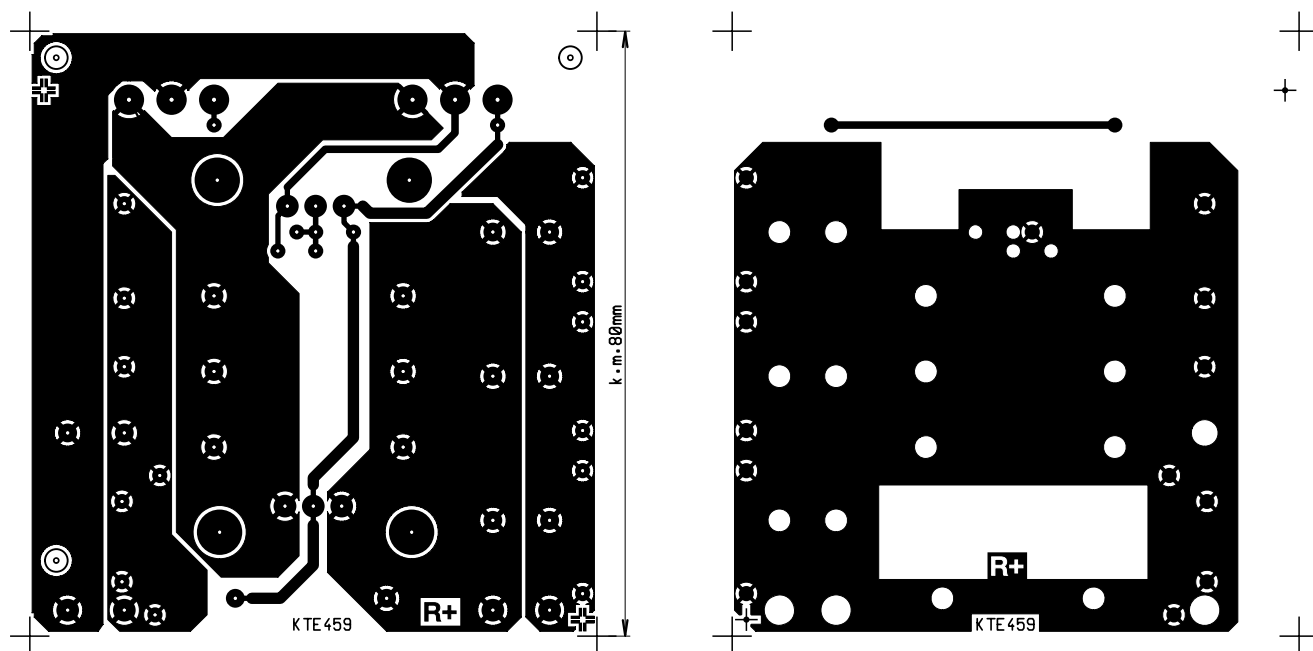
Obr. 1 - Schéma zapojení

vají transformátory se značnou napětovou rezervou. Stávající filtrace bohatě vystačí, je-li usměrněné napětí transformátoru vyšší než 19 V (transformátor se sekundárním napětím cca 21 V). Kdo bude vyžadovat větší filtrační kapacitu, může doplnit kondenzátory mimo desku s plošnými spoji.

Osazení a oživení

Celé zapojení je umístěno na jedné oboustranné desce plošných spojů. Protože požadovaný proud 20 A vyžaduje velmi silné vodiče, jsou do stavebnice dodávány spoje s tloušťkou měděné vrstvy 0,70 μm. Přesto však, budete-li trvale využívat plný proud, je vhodné nasílit spoje připájením drátů, nebo alespoň jejich pocínováním. O co jednodušší je elektrické zapojení zdroje, o to náročnější je jeho mechanická konstrukce a osazení. Před vlastním osazováním nejprve propojíme obě vrstvy spojů na vyznačených místech kousky drátů. Průřez propojovacích vodičů není díky jejich krátké délce nijak důležitý. Poté osadíme výkonové rezistory R1 až R4. Aby bylo zajištěno jejich chlazení, nesmí doléhat na desku spojů, ale měly by být umístěny s odstupem cca 5 mm. Aby nebylo možné poškodit spoje náhodným zatlačením na rezistory, je vhodné na jejich vývodech udělat drobný výstupek (ohnutí vývodu,





Obr. 2, 3 - Spoje – strany A a B

kapka cínu apod.), který bude doléhat na desku ze strany součástek, a tak ochrání spoje před utržením. Poté můžeme zapájet elektrolytické kondenzátory, avšak pozor na správnou polaritu, aby nedošlo k jejich přepólování a následné explozi. Podle velikosti vstupního napětí, a tedy výkonové ztráty na stabilizátoru a tranzistoru T3, se rozhodneme, zda je nutné použít na tyto prvky chladič. Jestliže ano, pak nejprve přišroubujeme součástky k chladičům a následně celý blok vložíme do plošného spoje a zapájíme. Tak je zabráněno mechanickému poškození vývodů součástek vlivem pnutí. Nyní přišroubujeme k desce chladič výkonových tranzistorů, do plošného spoje vložíme

tranzistory T1 a T2, připevníme je k chladiči (rozteč tranzistorů je 37,5 mm) a nakonec zapájíme. Velikost chladiče je nutné zvolit podle předpokládaného odběru proudu a úbytku napětí na tranzistorech (rozdíl napětí transformátoru a vstupní hodnoty), případně doplnit ventilátorem. Tím je zdroj osazen a připraven k provozu. Pokud máte možnost ověřit správnou funkci proudové pojistky (spotřebič pro 20 A – aktivní zátěž, velký odpor apod.), můžete pomocí ampérmetru ověřit přesnou hodnotu vypnutí. Avšak při pečlivém osazení bude rozdíl skutečného vypnutí pojistky od teoretické hodnoty dán pouze tolerancí hodnot rezistorů a již zmiňovaného pracovního bodu tranzistoru T3, tedy v praxi zanedbatelný.

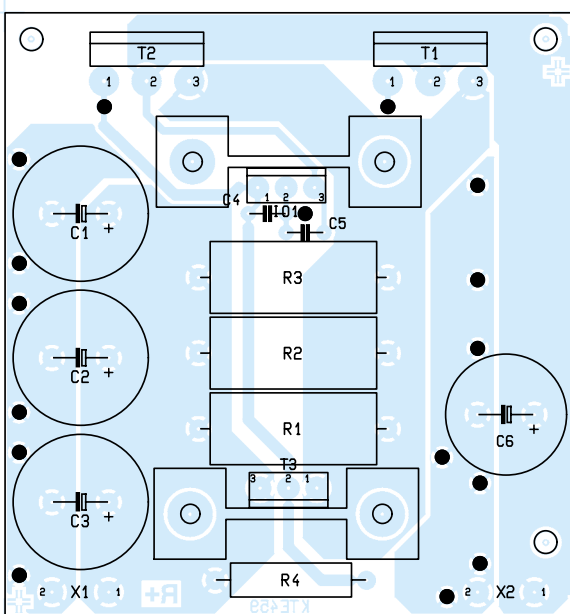
Přestože každý z výkonových tranzistorů má podle výrobce kolektorový proud až 25 A, je jejich použití v páru vhodné především pro rozložení výkonové ztráty. Odběr ze zdroje vyšší než právě 21 A není vhodný, protože by mohlo docházet k úbytkům napětí na spojích, a tím i k jejich přehřívání i přes jejich případné nasílení. Nemáme-li k dispozici dostatečný chladič, je možné doplnit zapojení ventilátorem a případně i elektronikou pro jeho ovládání (stavebnice KTE460).

Stavebnici zdroje je samozřejmě možné použít i pro jiné účely než jen k napájení radiostanic. Uplatní se např. pro napájení stejnosměrných vrtaček, měničů, zesilovačů a řady dalších zapojení, která vyžadují stabilizované napětí. Kdo potřebuje jiné parametry zdroje, získal v tomto popisu všechny potřebné údaje pro výpočty rezistorů určujících pracovní hodnoty proudu. Napětí lze velmi snadno změnit nahrazením stabilizátoru IO1 za jiný s potřebnou napěťovou hodnotou.

Věříme, že vám stavebnice výkonového zdroje pro radiostanice s proudovou ochranou bude velmi užitečná, dobře vám poslouží a zažijete i díky ní spoustu zábavy. Stavebnici v ceně 620 Kč si můžete objednat u nás v redakci obvyklým způsobem, tedy buď telefonicky na čísle 02/24818885, faxem 02/24818886, nebo prostřednictvím elektronické pošty (e-mail redakce@radioplus.cz nebo internet www.radioplus.cz (samozřejmě ale můžete využít i obyčejnou poštu).

Seznam součástek

R1, R2	0,1R/5W
R3	0,15R/5W
R4	6R8/2W
C1 – C3	3m3/35V
C4, C5	100n/50V
C6	3m3/25V
T1, T2	BD250C
T3	BD240C
IO1	7815S
2x chladič	V7477
1x plošný spoj	KTE459



Obr. 4 - Rozmístění součástek



Teplotní snímač pro ovládání ventilátoru



stavebnice č. 460a, b

Při konstrukcích výkonových zařízení, jako jsou napájecí zdroje, zesilovače nebo výkonové spínací prvky, se často musíme potýkat s problémem odvodu ztrátového tepla. Chladiče – zejména žebrované a frézované pro výkonové součástky – jsou velmi drahé a často není k dispozici prostor pro osazení chladiče s dostatečnou činnou plochou. V takových případech si můžeme snadno pomoci doplněním zapojení o ventilátor, který bude chladič ofukovat, a odvod tepla se tak rapidně zlepší. (Navíc ceny ventilátorů v poslední době značně poklesly). Aby se snížila spotřeba a hluk takových zařízení, stačí spínat ventilátor pouze v případech, kdy je to nutné – při překročení určité teploty chlazeného prvku.

Zapojení slouží ke spínání ventilátoru při překročení nastavené teploty. Mísoto ventilátoru je samozřejmě možné podle účelu použití zapojit třeba akustickou nebo optickou signalizaci. Konstrukčně je obvod rozdělen na část řídicí (č. 460a) a část spínací (č. 460b), kdy několik řídicích může ovládat jednu spínací, nebo naopak.

Obvod využívá známou teplotní závislost napětí přechodu báze – emitor křemíkových tranzistorů, které klesá s velkou přesností o 2 mV/°C. Toto teplotně závislé napětí báze tranzistoru T1 zapojeného jako dioda je přiváděno na neinvertující vstup operačního zesilovače IO1A typu LM2903 zapojeného jako komparátor napětí, který je pro toto použití výhodný svou schopností zpracovávat i signály blízké úrovním napájecího napětí. Na invertující vstup je přivedeno referenční napětí získané z děliče R3-P1, určující úroveň, tedy teplotu, při které OZ překlápí. Do neinvertujícího vstupu je dále zavedena z výstupu zpětná vazba (R6), která způsobuje určitou hysterezi při překlápění. Bez ní by mohlo docházet k zakmitávání výstupního napětí OZ, protože změny napětí E-B teplotního spínače jsou velmi pozvolné. Výstupní napětí z IO1A je vedeno na druhý OZ IO1B, ten-

tokrát v invertující zapojení, jehož neinvertující vstup je připojen na dělič R8-R9, vytvářející $1/2 + U_{CC}$, nahrazující střed napájení. Zpětná vazba D1, C3, D2, C4 působí jako integrátor, takže výstupní napětí se nemění skokem, ale pozvolna. Toto zapojení zajišťuje měkký rozběh a doběh ventilátoru, čímž se vyloučí skokové změny odběru proudu spínací části. Výstup řídicí části je ukončen ochranným rezistorem a oddělovací diodou D3, zabráňující pronikání kladného napětí z ostatních řídicích modulů do výstupu operačního zesilovače IO1B.

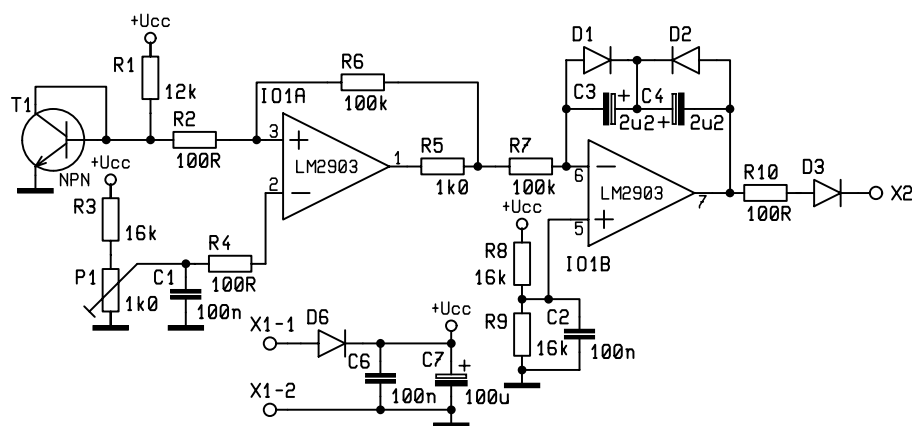
Spínací tranzistor modulu KTE460b je buzen přes rezistor R11 omezující bázevý proud T2 a chránící jej tak před poškozením. Na pozici T2 je použit výkonový tranzistor BD911 (maximální kolektorový proud 15 A, napětí C-E max. 100 V), aby byla k dispozici dostatečná proudová rezerva pro silnější ventilátory a jejich rozběh (vzhledem k jeho omezení řídicí částí stačí pro rozběh pouze malá proudová rezerva). Rovněž je nutné počítat se zvýšenou výkonovou ztrátou během zapínací a vypínací fáze, kdy se tranzistor chová jako řízený odpor. Paralelně s motorkem ventilátoru je zapojena rychlá dioda a kondenzátor pro potlačení rušivých napěťových špiček.

Napájení obou částí může být nezávislé, ale se společným záporným pólem – propojené body X1-2 a X4. Pro řídicí část (vstupy X1) je počítáno 12 – 15 V, nejlépe stabilizovaných, pro spínací část (X5) podle použitého ventilátoru. Jeden nebo více řídicích modulů se připojují paralelně s propojením bodů X2 a X3.

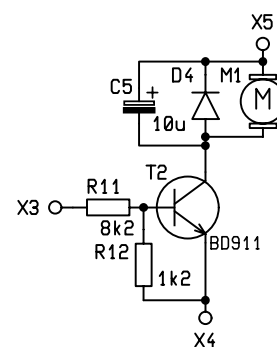
Stavba a oživení

Každý modul je osazen na samostatné jednostranné desce plošných spojů. Osazování a zapájení součástek se provádí podle zvyklostí od pasivních součástek po aktivní a od nejmenších po největší. Po osazení všech součástek propojíme body X2 a X3, X1-2 a X4, X1-1 a X5, na X1 připojíme napětí v rozmezí od 12 do 15 V. Nemáme-li v této fázi ožívování k dispozici motor (ventilátor), lze jej nahradit voltmetrem nebo žárovkou. Tranzistor T1 ohříváme (například fénem) na teplotu, při které má regulátor sepnout, a otáčením běžce odporového trimru P1 spustíme ventilátor (stoupnutí napětí nebo rozsvícení žárovky). Při následném ochlazení musí ventilátor vypnout. Ohřev raději zopakujeme, abychom se ujistili o správném nastavení teploty. Ožívování máme dokončeno.

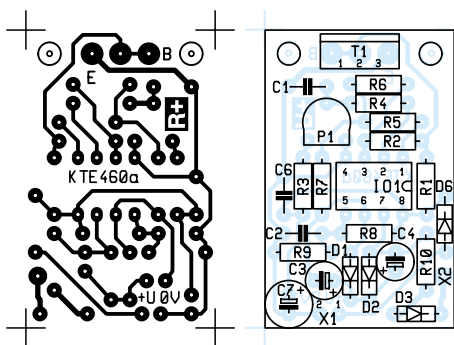
Napájecí napětí řídicího modulu lze snížit až na cca 5 V, avšak bude nutné upravit hodnoty odporového děliče R3 a P1, případně i R11. Pokud bude venti-



Obr. 1 - Schéma zapojení stavebnice č. 460a



Obr. 2 - Schéma zapojení č. 460b



Obr. 3, 4 - Destička s plošnými spoji a rozmístění součástek è. 460a

látor napájen z jiného zdroje než řídicí modul, bude toto kladné napětí přiváděno na pájecí bod X5 a záporná větev na společnou zem (propojení X4 a X1-2).

Přestože plošný spoj řídicího modulu umožňuje osazení snímacího tranzistoru T1 přímo na desku, není to vždy vhodné. Teplotní snímač totiž musí být v bezprostředním tepelném kontaktu se sledovaným prvkem, i za cenu umístění na opačné straně chladiče a propojení pomocí vodičů. V takovém případě je však nutné nastavovat spínací teplotu

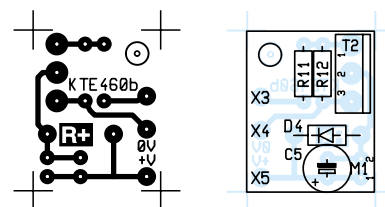
ohříváním sledovaného prvku, protože mezi ním a snímačem bude jistý tepelný spád. Na pozici T1 lze použít jakýkoli křemíkový NPN tranzistor v jakémkoli zapouzdření, avšak u kovových pouzder je NUTNÉ dát pozor na spojení chladičové plochy s některým z vývodů (obvykle kolektorem). Námi zvolené pouzdro TO125 (TO220) se však snáze montuje přes izolační podložku.

Spojením dvou či více řídicích modulů lze samostatně sledovat více výkonových prvků se společným nuceným chlazením. Tím se vyhneme potřebě zjišťování, která ze součástek má větší výkonovou ztrátu a je proto pro řízení ventilátoru kritická.

Věříme, že vám stavebnice teplotního snímače pro ovládání ventilátoru budou sloužit zcela spolehlivě. Cena řídicího modulu KTE460a je 85 Kč a spínacího modulu KTE460b 55 Kč.

Seznam součástek KTE460a

R1	12k
R2, R4, R10	100R
R3, R8, R9	16k
R5	1k0

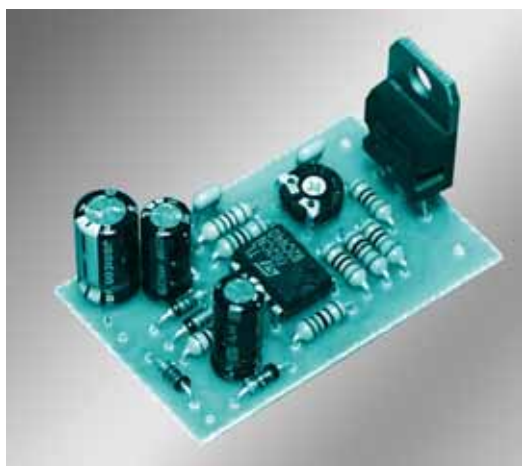


Obr. 3, 4 - Destička s plošnými spoji a rozmístění součástek è. 460a

R6, R7	100k
P1	1k0 PT6V
C1, C2, C6	100n
C3, C4	2µ2/50V
C7	100µ/16V
D1 – 3, C6	1N4148
T1	NPN (BD135)
IO1	LM2903
1x plošný spoj KTE460a	

Seznam součástek KTE460b

R11	8k2
R12	1k2
C5	10µ/100V
D4	1N5819
T2	BD911
1x plošný spoj KTE460b	



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

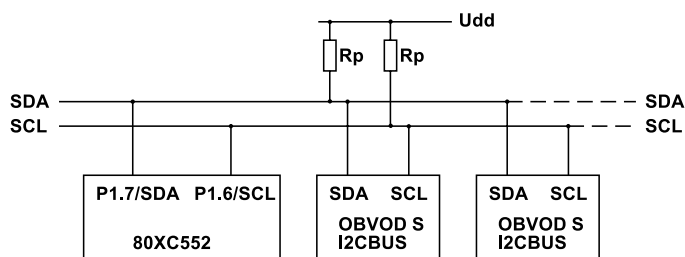
www.radioplus.cz



PORT 64 – rozšíření portů karty BASIC 552

stavebnice č. 475 — část 1/2

Stavebnice rozšiřuje porty mikroprocesoru karty BASIC 552, která byla popsána v čísle 3/2000. Lze ji využít jednak pro sběr dat z nejrůznějších zařízení, dále k řízení vhodných strojů, diskotekových světél a pro podobné aplikace.



Obr. 1 - Typická konfigurace zapojení obvodů na sběrnici I²CBUS

Popis zapojení

Karta obsahuje 8 obvodů PCF8574, které rozšiřují vstupně-výstupní porty mikropočítače o 64 linek, a obvod PCF8591, rozšiřující mikropočítač o čtyři 8-mi bitové analogové vstupy a jeden 8-mi bitový analogový výstup.

Zapojení je poměrně jednoduché, linky SCL, SDA a INT jsou spojeny paralelně. Linky SCL a SDA tvoří sběrnici I²CBUS. Na lince SCL jsou generovány hodinové impulzy a na SDA jsou přenášena data. Výstupy INT od obvodů PCF8574 jsou tvořeny otevřenými kolektory, log. 1 zabezpečuje rezistor R1. Činnost těchto obvodů je popsána dále.

Obvod PCF8591 má na analogových vstupech ochranné rezistory R3 až R6.

Pro správnou činnost převodníku je nutno zajistit přesné referenční napětí na vstupu U_{ref} . O to se stará obvod IO10 typu LM336, což je referenční dioda 2,5 V. Pro-

tože vstup A_{GND} je spojen s napájecí zemí, jsou k tomuto potenciálu vztaženy všechny analogové vstupy a analogový výstup.

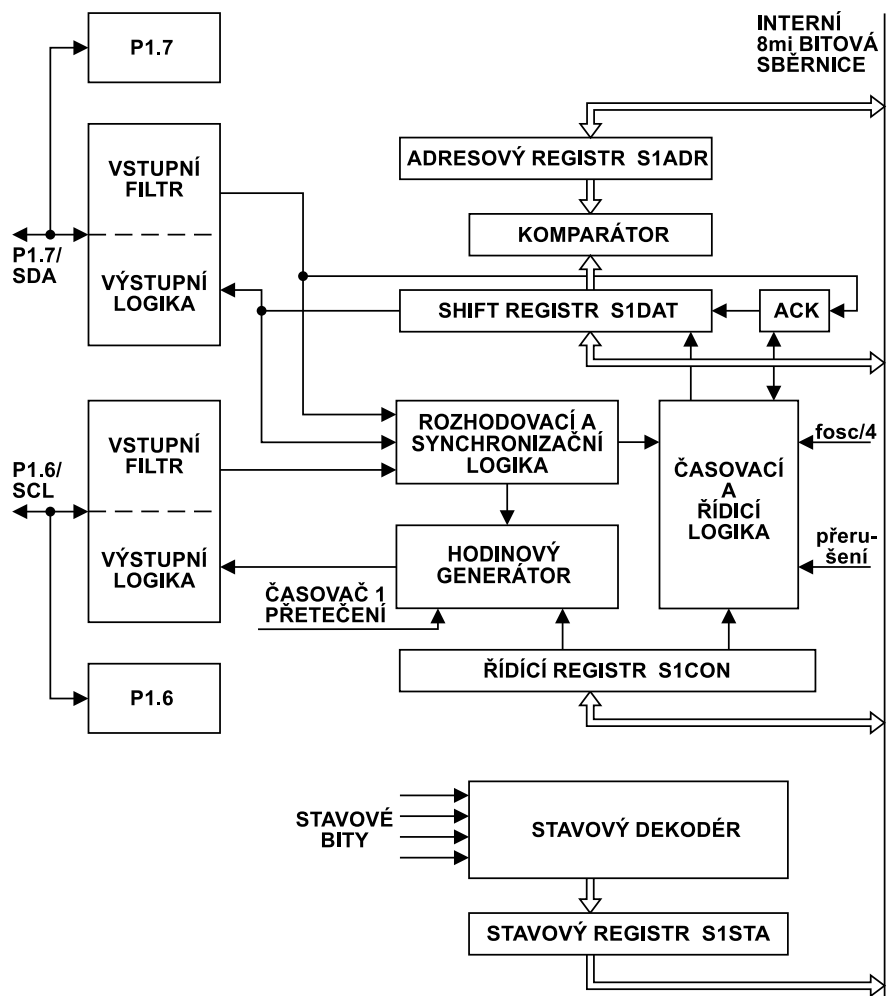
Namísto referenční diody IO12 lze osadit diodu s jiným napětím až do maximální hodnoty 4,5 V. I když je možno na vstup U_{ref} připojit referenční napětí až 5 V, v žádném případě nesmí být tento vstup propojen s napájecím napětím V_{cc} . Na-

pájecí větve nemusí být stabilní (mohou se na ní vyskytovat rušivé signály) a hodnota po ukončení převodu by byla značně zkreslena. Kondenzátor C6 filtruje napětí za referenční diodou.

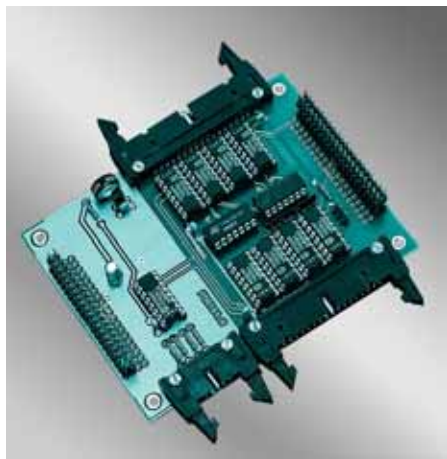
Činnost obvodu PCF8591 je popsána dále v článku.

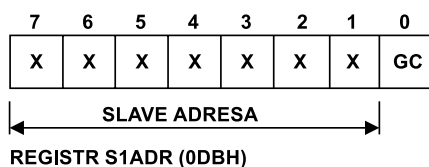
Napájení je přivedeno z karty BASIC 552, kondenzátory C2 až C4 filtrují napájecí napětí.

Pro správnou činnost je zapotřebí pochopit procesy na sběrnici I²CBUS. V následujícím popisu si rozebereme činnost sběrnice, mikroprocesoru 8xC552 ve spolupráci se sběrnici a popíšeme obvody PCF8574 a PCF8591.



Obr. 2 - Hardwarové zapojení SIO1 mikroprocesoru 8xC552 (str. 750)



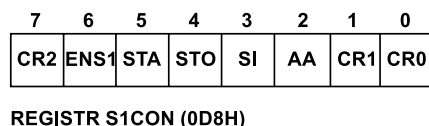


Obr. 3 - S1ADR

Činnost na sběrnici I²C BUS

Komunikace mezi mikroprocesorem 8xC552 a obvody karty PORT 64 probíhá dle protokolu sběrnice I²C. Tato sběrnice je sériové dvou vodičové (dvoulínkové) spojení mezi obvody.

Linka SDA je využita pro přenos dat, na SCL jsou generovány hodinové impulsy. Linkou SDA jsou přenášena data, adresy a řídicí signály obousměrně mezi obvody MASTER a SLAVE, vodičem SCL je taktován sériový přenos, který je synchronní.



Obr. 4 - S1CON

Hodinová i datová linka musí být hardwarově opatřeny rezistory, které jsou připojeny na napájecí napětí (*pullup*). Neaktivní obvody sběrnice mají vysokohomové výstupy, avšak neustále sběrnici vyhodnocují a čekají na svojí adresu od obvodu MASTER, aby se mohly aktivně zapojit do přenosu. Po sběrnici probíhá komunikace tzv. protokolem I²C.

Protokol I²C má řadu přesně definovaných jednotlivých dílčích úkonů, podle kterých je definován vlastní přenos. Jednotlivé úkony jsou – klidový stav, podmínka START, přenos dat, potvrzení dat a podmínka STOP.

KLIDOVÝ STAV – na sběrnici nedochází k přenosu, SDA a SCL jsou na vysoké úrovni.

PODMÍNKA START – na sběrnici je oznámeno obvodem MASTER, že dojde k přenosu dat: MASTER stáhne SDA na nízkou úroveň a SCL ponechá na úrovni vysoké. SLAVE obvody vyhodnocují START podmínku a očekávají příjem adresy po lince SDA.

PŘENOS DAT – jako první je přenášeno po SDA 7 bitů adresy a jako další bit požadovaný směr přenosu a to 0 pro zápis a 1 pro čtení. Přenos každého bitu po lince SDA je doprovázen hodinovým impulzem na SCL. Obvody SLAVE vyhodnotí adresu od obvodu MASTER a porovnájí ji se svojí hardwarově přednastavenou adresou a pevně stanovenou interní adresou. Je-li vyslaná adresa obvodem MASTER totožná, obvod shodné adresy se začne aktivně podílet na přenosu dalších dat.

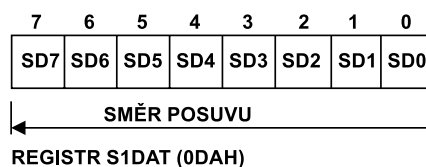
POTVRZENÍ DAT – každý z obvodů, který přijímá data, potvrzuje příjem každého bajtu (8 datových bitů) vysláním nízké úrovně na SDA po dobu, až MASTER vyšle devátý hodinový impuls SCL. Tím potvrzuje, že přijal a dále může přijímat další bajt. Tomuto potvrzení se také říká ACKNOWLEDGE (ACK).

PODMÍNKA STOP – není vysláné potvrzení dat ACK, ale SDA přejde z nízké úrovně na vysokou, přičemž SCL zůstává na vysoké úrovni.

Sériové porty mikroprocesoru 8xC552

Mikroprocesory typu 8xC552 obsahují dva sériové porty SIO0 a SIO1.

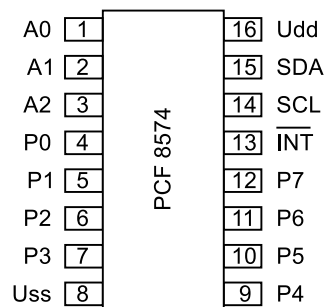
SIO0 je plně duplexní sériový vstupně-výstupní port, identický se sériovým



Obr. 5 - S1DAT

portem mikroprocesoru 8xC51. K němu mohou být připojeny obvody rozhraní, např. RS232, nebo RS485 pro přenos signálů na větší vzdálenosti.

SIO1 je dvoulínková sběrnice typu I²C BUS se signály SDA a SCL, sloužící k přenosu informací mezi obvody, které jsou na tuto sběrnici připojeny. Sběrnice není určena k přenosu dat na větší vzdálenosti, omezuje se pouze na obvody,



Obr. 6 - Zapojení vývodů obvodu PCF8574

umístěné na jedné desce plošných spojů nebo na propojení signálů několika desek v rámci jednoho zařízení. Příkladem může být propojení obvodů v televizním přijímači nebo u videa.

Sériová sběrnice I²C BUS (SIO1) u mikroprocesoru 8xC552

Hlavními rysy této sběrnice jsou:

1. Obousměrný přenos informací mezi obvody typu MASTER a SLAVE.
2. Jako MASTER nemusí být pouze jediný obvod (MULTIMASTER BUS).
3. Hodinové signály na SCL synchronizují přenos mezi všemi obvody, připojenými na tuto sběrnici.
4. Linka SDA slouží k přenosu dat mezi obvody. Data a adresy se na této lince přenášejí v synchronismu s hodinovým taktem na lince SCL.
5. Každá z obou linek (SDA a SCL) musí být opatřena zdvihacími rezistory a může být stažena na nízkou úroveň každým

7	6	5	4	3	2	1	0
CR2	ENS1	STA	STO	SI	AA	CR1	CR0
BR2	1	0	0	0	X	BR2	BR1

Tab. 2 - Konfigurace S1CON pro mód MASTER vysílač (přijímač)

hodnota bitů			bitový přenos (kHz) fosc			dělení fosc
CR2	CR1	CR0	6 MHz	12 MHz	16 MHz	fosc dělen
0	0	0	23	47	63	256
0	0	1	27	54	71	224
0	1	0	31	63	83	192
0	1	1	37	75	100	160
1	0	0	6,25	12,5	17	960
1	0	1	50	100	—	120
1	1	0	100	—	—	60
1	1	1	0,25 < 62,5	0,5 < 62,5	0,67 < 56	96 x (256-hodnota čas. T1); (hodnota 0-254 v módu 2)

Tab. 1 - Nastavení přenosových rychlostí mikroprocesoru 8xC552

st.	stav I ² CBUS	DO/Z S1DAT	DO S1CON				následující akce
kód	A SIO 1		STA	STO	SI	AA	
08H	START podmínka byla vyslána	naplnit SLA+W	X	0	0	X	SLA+W budou vyslány, ACK bude přijat
10H	byla opakovaně vyslána START p.	naplnit SLA+W	X	0	0	X	SLA+W budou vyslány
		naplnit SLA+R	X	0	0	X	SIO1 bude sepnut do MST/REC režimu
18H	SLA+W byly vyslány, ACK přijat	naplnit datový bajt	0	0	0	X	datový bajt bude vyslán, ACK bude přijat
		bez akce	1	0	0	X	opakovaná START podmínka bude vyslána
		bez akce	0	1	0	X	STOP podmínka bude vyslána, STO flag bude vynulován
		bez akce	1	1	0	X	STOP podmínka následuje po START podmínce, STO flag bude vynulován
20H	SLA+W vyslány, ACK nebyl přijat	naplnit datový bajt	0	0	0	X	datový bajt bude vyslán, ACK bude přijat
		bez akce	1	0	0	X	opakovaná START podmínka bude vyslána
		bez akce	0	1	0	X	STOP podmínka bude vyslána, STO flag bude vynulován
		bez akce	1	1	0	X	STOP podmínka následuje po START podmínce, STO flag bude vynulován
28H	datový bajt v S1DAT, ACK byl přijat	naplnit datový bajt	0	0	0	X	datový bajt bude vyslán, ACK bude přijat
		bez akce	1	0	0	X	opakovaná START podmínka bude vyslána
		bez akce	0	1	0	X	STOP podmínka bude vyslána, STO flag bude vynulován
		bez akce	1	1	0	X	STOP podmínka následuje po START podmínce, STO flag bude vynulován
30H	datový bajt v S1DAT byl vyslán, ACK nebyl přijat	naplnit datový bajt	0	0	0	X	datový bajt bude vyslán, ACK bude přijat
		bez akce	1	0	0	X	opakovaná START podmínka bude vyslána
		bez akce	0	1	0	X	STOP podmínka bude vyslána, STO flag bude vynulován
		bez akce	1	0	0	X	STOP podmínka následuje po START podmínce, STO flag bude vynulován
38H	ztráta SLA nebo datového bajtu	bez akce	0	0	0	X	I ² CBUS bude uvolněna
		bez akce	1	0	0	X	START podmínka bude vyslána, pokud I ² CBUS bude uvolněna

Tab. 3 - Stavové kódy v S1STA v režimu MASTER vysílače

účastníkem přenosu prostřednictvím výstupů s otevřeným kolektorem.

6. U mikroprocesoru 8xC552 může být tato sběrnice využita pro testování a diagnostiku.

Sběrnice I²CBUS (tedy SIO1) mikroprocesoru může využívat všech přenosových módů (např. nízkorychlostních). Hardwarová logika SIO1 ovládá bajtový přenos autonomně. K tomuto účelu využívá čtyři speciální funkční registry S1CON (SIO1 řídicí registr), S1STA (SIO1 stavový registr), S1DAT (SIO1 datový registr) a S1ADR (SIO1 slave adresový registr).

Typická konfigurace zapojení obvodů na sběrnici I²CBUS je na obr. 1.

Protokol I²C má přesně definované posloupnosti, které určují start přenosu, přenos dat, potvrzení a ukončení přenosu. Dle vyslaného bitu R/W je možno rozlišit dva typy přenosů:

1. Přenos dat z vysílače MASTER do přijímače SLAVE. V klidovém stavu jsou linky SDA a SCL na vysoké úrovni. Podmínkou zahájení přenosu je stažení obvodem MASTER linky SDA na nízkou úroveň, linka SCL zůstává na úrovni vysoké. Prvních 7 vysílaných bitů (A6 až A0) tvoří

adresu, která určuje výběr obvodu SLAVE, s nímž se má komunikovat. Prvním vysílaným bitem adresy je MSB (nejvyšší bit). Následuje přenos bitu směru přenosu, v tomto případě log. 0. Obvod SLAVE potvrdí adresu vysláním bitu ACKNOWLEDGE a následuje přenos 8-mi datových bitů z obvodu MASTER do obvodu SLAVE, který potvrzuje příjem každého bajtu signálem ACKNOWLEDGE.

MASTER může přerušit spojení podmínkou STOP, kdy SDA přejde z nízké na vysokou úroveň, přičemž SCL zůstává na úrovni vysoké.

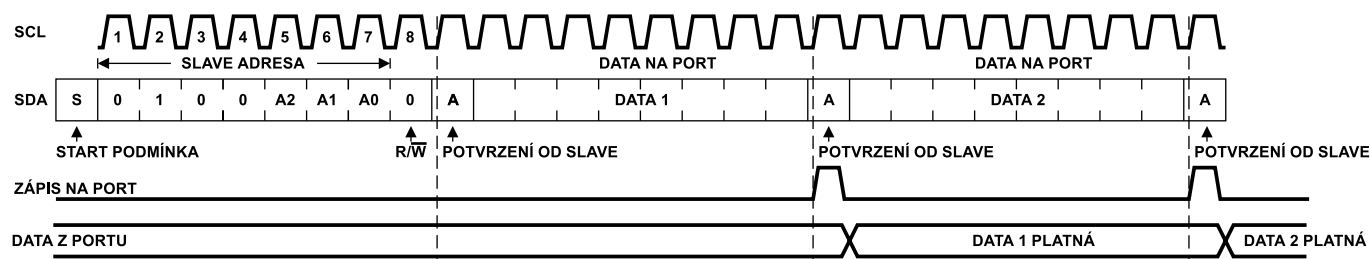
2. Přenos dat z vysílače SLAVE do přijímače MASTER. Klidový stav linek a podmínka zahájení přenosu je stejná, jako v předchozím případě. Prvních 7 bitů adresy vysílá MASTER, následuje přenos bitu směru přenosu, v tomto případě log. 1. Obvod SLAVE potvrdí adresu vysláním bitu ACKNOWLEDGE a následuje přenos 8-mi datových bitů z obvodu SLAVE do obvodu MASTER. MASTER potvrzuje příjem každého bajtu signálem ACKNOWLEDGE. Konec přenosu je oznámen tak, že není vyslán bit ACKNOWLEDGE a je vyslána podmínka stop (SDA přechází z nízké na vysokou úroveň, přičemž SCL zůstává na úrovni vysoké).

MASTER generuje vždy všechny hodinové impulzy včetně podmínek START a STOP. Přenos je ukončen, pokud je generována podmínka STOP nebo je opakovaná podmínka START. I když podmínka START uvolňuje přenos, pokud je opakována, nebude přenos zahájen.

V některých aplikacích může SIO1 u mikroprocesoru 8xC552 pracovat jako MASTER nebo jako SLAVE. Příkladem je zapojení několika mikroprocesorů na jednu linku. Pokud je mikroprocesor nakonfigurován jako SLAVE, jeho hardware SIO1 porovnává vysílanou adresu od obvodu MASTER se svojí přednastave-

st.	stav I ² CBUS	DO/Z S1DAT	DO S1CON				následující akce
kód	A SIO 1		STA	STO	SI	AA	
08H	START podmínka byla vyslána	naplnit SLA+W	X	0	0	X	SLA+W budou vyslány, ACK bude přijat
10H	byla opakovaně vyslána START p.	naplnit SLA+R	X	0	0	X	SLA+W budou vyslány
		naplnit SLA+W	X	0	0	X	SIO1 bude sepnut do MST/REC režimu
38H	ztráta NOT ACK bitu	bez akce	0	0	0	X	I ² CBUS bude uvolněna, SIO1 vstoupí do režimu SLAVE
		bez akce	1	0	0	X	START podmínka bude vyslána, pokud I ² CBUS bude uvolněna
40H	SLA+W vyslány, ACK byl přijat	bez akce	0	0	0	0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		bez akce	0	0	0	1	bude přijat nový bajt, ACK bude navrácen
48H	SLA+R vyslány, ACK nebyl přijat	bez akce	1	0	0	X	bude vyslána opakovaná START podmínka
		bez akce	0	1	0	X	bude vyslána STOP podmínka, STO flag bude vynulován
50H	byl přijat datový bajt, ACK byl navrácen	číst datový bajt	0	0	0	0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		číst datový bajt	0	0	0	1	bude přijat datový bajt, ACK bude navrácen
58H	byl přijat datový bajt, ACK nebyl navrácen	číst datový bajt	1	0	0	X	opakovaná START podmínka bude vyslána
		číst datový bajt	0	1	0	X	bude vyslána STOP podmínka, STO flag bude vynulován
		číst datový bajt	1	1	0	X	STOP podmínka následuje po START podmínce, STO flag bude vynulován

Tab. 4 - Stavové kódy v S1STA v režimu MASTER přijímače



Obr. 7 - Mód zápisu PCF8574

7	6	5	4	3	2	1	0
CR2	ENS1	STA	STO	SI	AA	CR1	CR0
X	1	0	0	0	1	X	X

Tab. 5 - Konfigurace S1CON pro mód SLAVE přijímač (vysílač)

nou adresou. Pokud jsou obě adresy shodné, SLAVE vykonává své interní přerušení. Pokud si mikroprocesor žádá přístup na sběrnici, hardwarově čeká až do doby, kdy je sběrnice uvolněna.

Hardwarové zapojení SIO1 u mikroprocesoru 8xC552

Zapojení SIO1 mikroprocesoru je na obr. 2. Celé zapojení se skládá z několika bloků, které si dále popíšeme.

Vstupní filtr a výstupní logika

Vstupní filtr je hardwarově totožný s logikou I²C. Pokud je vstupní napětí menší než 1,5 V, je stav vyhodnocován jako log. 0, je-li vstupní napětí vyšší než 3 V, je vyhodnocen stav log. 1. Vstupní

signály jsou synchronizovány s interními hodinami mikroprocesoru ($f_{osc}/4$) a kratší impulzy na sběrnici jsou vyfiltrovány.

Výstup tvoří otevřený kolektor tranzistoru bez interní diody na U_{dd} . To má za následek, že je-li mikroprocesor připojen na sběrnici a nemá připojené napájecí napětí, činnost sběrnice není omezena.

Adresový registr S1ADR

Tento osmibitový speciální funkční registr může být naplněn sedmibitovou adresou (postupně od MSB), pokud je mikroprocesor konfigurován jako přijímač nebo vysílač SLAVE. Nejnižší bit LSB (GC) je použit pro uvolnění hlavní generální volací adresy 00H.

Komparátor

Komparátor porovnává přijímanou sedmibitovou adresu s vlastní adresou, uloženou v registru S1ADR. Zároveň porovnává první přijatý bajt s hlavní volací adresou 00H. Je-li zjištěna totožnost obou adres, jsou nastaveny příslušné stavové bity a je vyvoláno přerušení.

Posuvný registr S1DAT

Tento osmibitový speciální funkční registr obsahuje data, která jsou sériově vysílána, nebo která byla právě přijata. Data jsou v něm posouvána zprava doleva, čili první bit, který bude vyslán, je bit MSB, a při příjmu bude první přijatý bit umístěn také na pozici MSB.

Řídící a synchronizační logika

Pokud je mikroprocesor konfigurován jako MASTER, řídicí logika řídí přenos dat a tudíž součinnost výstupu dat na lince SDA s hodinovými signály na lince SCL. Zároveň je schopna konfigurovat SIO1 jako MASTER vysílač, nebo SLAVE přijímač. Umožňuje také přenos dat (signály na SCL) jen v případě, pokud přenos platného sériového bajtu je kompletní.

Synchronizační logika řídí činnost hodinového generátoru a synchronizuje jej s hodinovými impulzy na lince SCL, vysílá-li hodinové signály jiné zařízení.

st.	stav PCBUS	DO/Z S1DAT	DO S1CON	následující akce
kód	A SIO 1		STA STO SI AA	
60H	vlastní SLA+W byly přijaty, ACK byl navrácen	bez akce	X 0 0 0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		bez akce	X 0 0 1	bude přijat datový bajt, ACK bude navrácen
68H	ztracená SLA jako master, vlastní SLA+W byla přijata, ACK navrácen	bez akce	X 0 0 0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		bez akce	X 0 0 1	bude přijat datový bajt, ACK bude navrácen
70H	generální adresa 00H byla přijata, ACK byl navrácen	bez akce	X 0 0 0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		bez akce	X 0 0 1	bude přijat datový bajt, ACK bude navrácen
78H	ztracená SLA jako master, GC byla přijata, ACK navrácen	bez akce	X 0 0 0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		bez akce	X 0 0 1	bude přijat nový bajt, ACK bude navrácen
80H	předěšlé adresování s vlastní SLV adresou, DATA byla přijata, ACK byl navrácen	čtení dat. bajtu	X 0 0 0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		čtení dat. bajtu	X 0 0 1	bude přijat nový bajt, ACK bude navrácen
88H	předěšlé adresování s vlastní SLV adresou, DATA byla přijata, ACK nebyl navrácen	čtení dat. bajtu	0 0 0 0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa
		čtení dat. bajtu	0 0 0 1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa
		čtení dat. bajtu	1 0 0 0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
		čtení dat. bajtu	1 0 0 1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
90H	předěšlé adresování s GC, DATA byla přijata, ACK byl navrácen	čtení dat. bajtu	X 0 0 0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		čtení dat. bajtu	X 0 0 1	bude přijat nový bajt, ACK bude navrácen
98H	předěšlé adresování s GC, DATA byla přijata, ACK nebyl navrácen	čtení dat. bajtu	0 0 0 0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa
		čtení dat. bajtu	0 0 0 1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa
		čtení dat. bajtu	1 0 0 0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
		čtení dat. bajtu	1 0 0 1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
0A0H	STOP podmínka nebo opakovaná START podmínka byla přijata	bez akce	0 0 0 0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa
		bez akce	0 0 0 1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa
		bez akce	1 0 0 0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
		bez akce	1 0 0 1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka

Tab. 6 - Stavové kódy v S1STA v režimu SLAVE přijímač

Hodinový generátor

Generátor je programovatelný a vystavuje hodinové řídicí impulsy na linku SCL, je-li mikroprocesor konfigurován jako MASTER vysílač nebo MASTER přijímač. Je v nečinnosti, pokud SIO1 je ve stavu SLAVE. Výstupní hodinové impulsy jsou v poměru šířka : mezera 50 %.

Časovací a řídicí logika

Tato logika přijímá signály ze synchronizační logiky, oscilátoru mikroprocesoru a řídicí logiky přerušování a generuje časovací a řídicí signály pro činnost posuvného registru S1DAT, uvolňuje činnost komparátoru, generuje a detekuje START a STOP podmínky, přijímá a vysílá ACKNOWLEDGE bit a řídí MASTER a SLAVE módy.

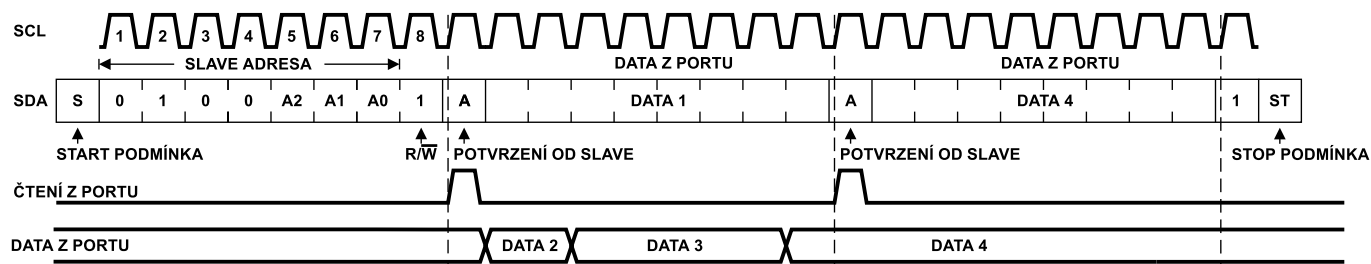
Řídicí registr S1CON

Registr je použit pro řízení SIO1 a konfiguruje se v něm typy přenosů. Jeho funkce bude popsána dále.

Stavový dekodér a stavový registr S1STA

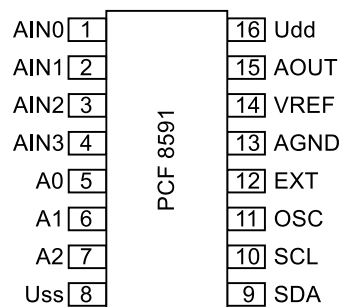
st.	stav I ² C BUS	DO/Z S1DAT	DO S1CON				následující akce
kód	A SIO 1		STA	STO	SI	AA	
0A8H	vlastní SLA+R byly přijaty, ACK byl navrácen	naplněn daty	X	0	0	0	bude vyslán poslední datový bajt, ACK bit bude přijat
		naplněn daty	X	0	0	1	bude vyslán datový bajt, ACK bit bude přijat
0B0H	ztracená SLA jako master, vlastní SLA+W byla přijata, ACK navrácen	naplněn daty	X	0	0	0	bude vyslán poslední datový bajt, ACK bit bude přijat
		naplněn daty	X	0	0	1	bude vyslán datový bajt, ACK bit bude přijat
0B8H	datový bajt v S1DAT byl vyslán, ACK byl přijat	naplněn daty	X	0	0	0	bude vyslán poslední datový bajt, ACK bit bude přijat
		naplněn daty	X	0	0	1	bude vyslán datový bajt, ACK bit bude přijat
78H	ztracená SLA jako master, GC byla přijata, ACK navrácen	bez akce	X	0	0	0	bude přijat datový bajt, ACK nebude navrácen
		bez akce	X	0	0	1	bude přijat nový bajt, ACK bude navrácen
0C0H	datový bajt v S1DAT byl vyslán, ACK nebyl přijat	bez akce	0	0	0	0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa
		bez akce	0	0	0	1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa
		bez akce	1	0	0	0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
		bez akce	1	0	0	1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
0C8H	poslední datový bajt v S1DAT byl vyslán (AA = 0); ACK byl přijat	bez akce	0	0	0	0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa
		bez akce	0	0	0	1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa
		bez akce	1	0	0	0	sepnut neadresovaný SLV režim, neuznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka
		bez akce	1	0	0	1	sepnut neadresovaný SLV režim, uznaná SLA nebo GC adresa, bude vyslána START podmínka

Tab. 7 - Stavové kódy v S1STA v režimu SLAVE vysílač



Obr. 8 - Režim čtení PCF8574

Stavový dekodér sbírá všechny interní stavové bity a provádí jejich kompresi na 5-ti bitový kód. Tento kód může být například použit pro generování vektorových adres pro rychlé procesy různých přerušovacích servisních rutin. V registru S1STA je uložen vždy kód po provedené operaci na SIO1. Kódu udává stav na I²C BUS a stav hardwaru SIO1.



Obr. 9 - Zapojení vývodů obvodu PCF8591

Čtyři speciální funkční registry SIO1

Mikroprocesor 80xC552 má čtyři speciální funkční registry, které se přímo podílejí na funkci rozhraní SIO1. Nazývají se registry SFR a jsou to S1ADR, S1DAT, S1CON a S1STA. Pro pochopení činnosti SIO1 a vlastní programování je potřeba znát jejich funkce, a proto je dále popisujeme.

Adresový registr S1ADR

Rozložení jednotlivých bitů registru S1ADR je na obr. 3. Registr je přímo adresovatelný na adrese 0DBH. Jeho funkce

ce není využita, pokud mikroprocesor je konfigurován jako MASTER. V módu SLAVE sedm nejvyšších bitů musí být obsazeno vlastní SLAVE adresou a pokud je nastaven bit 0 (GC), je hlavní adresou 00H (jiná, zapsaná adresa je ignorována). Log. 1 na příslušné pozici S1ADR vystavuje vysokou úroveň na sběrnici I²C, a naopak log. 0 v S1ADR vystavuje nízkou úroveň na I²C.

Datový registr S1DAT

Rozložení jednotlivých bitů registru S1DAT je na obr. 5. Registr je využit pro zápis a čtení 8-mi bitových dat. Do registru se zapisují data, která mohou být

st.	stav I ² C BUS	DO/Z S1DAT	DO S1CON				následující akce
kód	A SIO 1		STA	STO	SI	AA	
0F8H	neplatné stavy SI = 0	bez akce	S1CON bez akce				čeká nebo proces platného přenosu
00H	chyba na sběrnici nebo neplatné START nebo STOP podmínky; SIO1 vstoupilo do nedefin. stavu	bez akce	0	1	0	X	sběrnice je uvolněna a SIO1 je sepnuto do neadresovaného režimu SLV, STO je vynulováno

Tab. 8 - Stavové kódy v S1STA při nedefinovaných stavech na sběrnici I²C BUS

následně vysílána, nebo obsahuje právě přijatá data. Je přítomen na adrese 0DBH. Mikroprocesor může svojí interní sběrnici do tohoto registru zapisovat (nebo z něho číst) v případě, že SIO1 je v definovaném stavu a je nastaven sériový interrupt flag (SI). Data v S1DAT jsou stabilní po celou dobu nastavení SI. Data z registru vycházejí vždy zprava doleva, první vysílaný bit je MSB a jako poslední LSB. Pokud jsou data přijímána, první přijatý bit je zalokován na pozici MSB a postupně posouván při každém dalším přijatém bitu k pozici LSB. S1DAT vždy obsahuje poslední datový bajt, který byl přítomen na sběrnici.

Do registru může být přijato, nebo z něho vysláno, 8 bitů dat. Log. 1 v S1DAT vytváří vysokou úroveň na sběrnici I²CBUS, a naopak log. 0 vytváří úroveň nízkou.

S1DAT a ACK flag vytvářejí spolu 9-ti bitový posuvný registr, který vysílá nebo přijímá 8-mi bitová data, za kterými následuje potvrzovací bit ACKNOWLEDGE. ACK flag je plně řízen hardwarově SIO1 a nemůže být přístupný (opět hardwarově) mikroprocesoru. Sériová data jsou posouvána spolu s ACK flagem náběžnými hranami hodinových impulzů na lince SCL. Pokud je přijatý bajt zapsán do S1DAT, sériová data jsou v S1DAT uvolněna a potvrzovací bit ACKNOWLEDGE je navrácen řídicí logikou s devátým hodinovým impulzem. Sériová data jsou vysouvána z S1DAT sestupnou hranou hodinových impulzů na SCL lince.

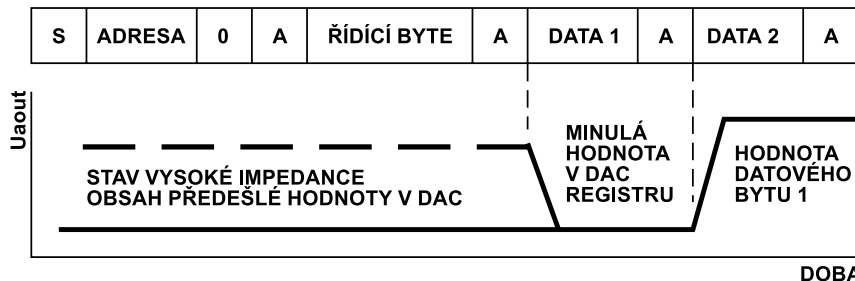
vývod	symbol	popis
1	A0	adresový hardwarový vstup A0
2	A1	adresový hardwarový vstup A1
3	A2	adresový hardwarový vstup A2
4	P0	I/O port 0
5	P1	I/O port 1
6	P2	I/O port 2
7	P3	I/O port 3
8	U _{ss}	napájecí zem
9	P4	I/O port 4
10	P5	I/O port 5
11	P6	I/O port 6
12	P7	I/O port 7
13	INT ₁	vstup přerušení (aktivní nula)
14	SCL	sériové hodiny
15	SDA	sériová data
16	U _{dd}	napájecí napětí

Tab. 9 - Funkce vývodů odvodu PCF8574

Pokud se zapisují data do registru S1DAT, BSD7 je naplněn příkazem S1DAT.7, který je zároveň prvním vysílaným bitem na SDA lince.

Řídicí registr S1CON

Rozložení jednotlivých bitů registru S1CON je na obr. 4 a jeho stav je přítomen na adrese 0D8H. Mikroprocesor



Obr. 10 - A/D převod obvodu PCF8591

může do tohoto přímo adresovatelného registru zapisovat, nebo z něho číst.

Pouze dva bity jsou ovlivňovány hardwarově SIO1. První z nich je SI bit. Je nastaven, pokud přijde žádost o přerušení sériovým interruptem. STO bit je vynulován, pokud na sběrnici I²CBUS je přítomna STOP podmínka. STO bit je také vynulován, pokud ENS1 = "0".

ENS1 – je SIO1 uvolňovací bit.

ENS1 = "0" – SDA a SCL linky jsou v tomto případě ve stavu vysoké impedance. Vstupní signály na linkách SDA a SCL jsou ignorovány, SIO1 je v nenadresovaném SLAVE módu a STO bit v S1CON je vynulován. V tomto stavu mohou být linky P1.6 a P1.7 využity jako běžné vstupně-výstupní linky, avšak jejich hardwarová zapojení jsou otevřené kolektory, ke kterým musí být připojeny rezistory oproti U_{cc} (napájecímu napětí).

ENS1 = "1" – je uvolněno SIO1.

STA = start flag

STA = "0" – je-li tento bit vynulován, nebude generována START podmínka.

STA = "1" – je-li STA bit nastaven v MASTER módu, SIO1 hardwarově hlídá stav sběrnice I²CBUS a generuje START podmínku, pokud je sběrnice uvolněna. Není-li uvolněna, SIO1 čeká na STOP podmínku a pak generuje podmínku START po prodlevě půlhodinové periody interního hodinového generátoru. Je-li STA bit nastaven a SIO1 je již v MASTER módu a bylo-li zároveň vysláno, nebo přijato více bajtů, SIO1 vysílá opakovaně START podmínku. STA může být nastaven vždy, a to i v případě, že SIO1 je nakonfigurováno jako SLAVE.

STO = stop flag

STO = "0" – pokud je STO vynulován, nebude generována STOP podmínka.

STO = "1" – je-li tento bit nastaven a SIO1 je v MASTER módu, bude vyslána na I²CBUS STOP podmínka.

Je-li na sběrnici I²CBUS detekována STOP podmínka, SIO1 hardwarově flag STO automaticky vynuluje. Ve SLAVE mó-

du by měl být tento bit obnoven po chybové podmínce. V tomto případě není na I²CBUS vysílána STOP podmínka. Nicméně, SIO1 se hardwarově chová jako kdyby byla STOP podmínka přijata a nastaví neadresovaný SLAVE příjmový mód. STO flag je nulován automaticky hardwarově. SI = sériový flag přerušení.

SI = "0" – není požadováno sériové přerušení.

SI = "1" – po nastavení tohoto bitu a pokud jsou bity EA a ENS1 rovněž nastaveny, je požadováno sériové přerušení. SI flag musí být nulován softwarově.

AA = potvrzovací ACKNOWLEDGE flag.

AA = "0" – po vynulování AA bitu nebude ACK flag navrácen zpět v době ACK pulzu na SCL, budou-li přijata data a SIO1 je v MASTER příjmacím, nebo SLAVE naadresovaném příjmacím módu.

AA = "1" – jestliže je AA nastaven, bude navrácen ACK flag v době ACK hodinového pulzu na SCL lince, pokud bude přijata vlastní SLAVE adresa nebo generální volací adresa (CG v S1ADR nastaven), nebo pokud SIO1 je v MAS-

vývod	symbol	popis
1	AIN0	analogový vstup 0
2	AIN1	analogový vstup 1
3	AIN2	analogový vstup 2
4	AIN3	analogový vstup 3
5	A0	adresový hardwarový vstup A0
6	A1	adresový hardwarový vstup A1
7	A2	adresový hardwarový vstup A2
8	U _{ss}	napájecí zem
9	SDA	sériová data
10	SCL	sériové hodiny
11	OSC	oscilátor vstup/výstup
12	EXT	externí/interní spinání pro vstup oscilátoru
13	A _{GND}	analogová zem
14	U _{REF}	vstup referenčního napětí
15	A _{OUT}	analogový výstup (D/A převodník)
16	U _{dd}	napájecí napětí

Tab. 10 - Funkce vývodů odvodu PCF8591



Obr. 11 - Mód zápisu obvodu PCF8591

TER příjmovém módu a bude přijat datový bajt, nebo je-li SIO1 v adresovaném SLAVE příjmovém módu a bude přijat datový bajt.

CR0, CR1 a CR2 = hodinové bity, kterými se nastavuje rychlost přenosu, pokud je SIO1 v MASTER módu.

S1STA = stavový registr určený jen pro čtení. Jeho poslední tři bity jsou vždy v nule, takže stavové kódy určuje nejvyšších 5 bitů. Pokud hodnota v S1STA nabude hodnoty 0F8H, jsou data nestabilní, SI = 0 a je nutno vyčkat na platný přenos. Stav 00H informuje o chybě na sběrnici I²CBUS, nebo o neplatných START nebo STOP podmínkách. Všechny ostatní hodnoty určují definované stavy. Nastane-li jakýkoli stav v S1STA, je vyvolán sériový interrupt SI = "1" a v S1STA je přítomen platný kód.

Více informací o přenosu

SIO1 se může nacházet ve čtyřech operačních módech: 1. MASTER vysílač, 2. MASTER přijímač, 3. SLAVE přijímač a 4. SLAVE vysílač.

Master vysílač

V tomto módu jsou datové bajty vysílány k SLAVE přijímači. Před přenosem musí být zapsán do S1CON inicializační kód v pořadí, které je uvedeno v tab. 2.

Bity na pozici BR0 až BR2 určují rychlost přenosu, bit ENS1 musí být nastaven do "1" pro uvolnění SIO1 a na pozici AA může být zapsána "1", nebo "0" (viz předcházející popis). STA, STO a SI bity musí být vynulovány.

Nyní může být uvolněn přenos nastavením STA bitu instrukcí SETB. Logika SIO1 bude nyní testovat I²CBUS a generovat START podmínku, bude-li sběrnice uvolněna. Po vyslání START podmínky je nastaven sériový přerušovací flag SI a ve stavovém registru S1STA musí být hodnota 08H. V přerušovací rutině musí dojít k naplnění S1DAT SLAVE adresou a bitem, který určuje směr přenosu (SLA + W). SI bit v S1CON musí být nulován před každým dalším přenosem.

Po vyslání SLAVE adresy, bitu směru přenosu a po přijetí ACK bitu je znovu nastaven přerušovací flag SI a v S1STA je přítomen stavový kód. Tento kód může nabývat hodnot 18H, 20H nebo 38H pro MASTER mód, nebo také 68H, 78H nebo 0B0H, je-li uvolněn SLAVE mód (AA = "1"). Tab. 3 ukazuje přehled stavových kódů v režimu MASTER vysílač.

V tabulkách jsou použity tyto zkratky:

S – start podmínka;

SLA – 7-mi bitová SLAVE adresa;

NOWLEDGE;

DATA – 8-mi bitový datový bajt;

P – stop podmínka;

GC – generální volací adresa (00H).

Master přijímač

V tomto módu jsou datové bajty přijímány ze SLAVE vysílače. Před přenosem musí být zapsán do S1CON inicializační kód, který je stejný jako u módu MASTER vysílač. Pokud byla vyslána START podmínka, přerušovací servisní rutina musí naplnit S1DAT 7-mi bitovou SLAVE adresou a bitem směru přenosu (SLA + R). SI bit v S1CON musí být nulován před každým dalším přenosem.

Po vyslání SLAVE adresy a bitu směru přenosu je přijat ACK potvrzovací bit.

Nyní dojde k nastavení bitu přerušování SI a v S1STA je přítomen stavový kód. Tento kód může nabývat hodnot 40H, 48H nebo 38H pro MASTER mód, nebo také 68H, 78H nebo 0B0H pokud je uvolněn SLAVE mód (AA = "1"). Tab. 4 ukazuje přehled stavových kódů v režimu MASTER přijímač.

Slave přijímač

V SLAVE příjmovém módu datové jsou bajty přijímány od MASTER vysíla-

bit	funkce
7	vždy 0
6	uvolnění analogového výstupu (aktivní v 1)
5 a 4	zapojení analogových vstupů
	00 – čtyři samostatné analogové vstupy
	01 – tři diferenciální vstupy AIN0 až AIN2 proti AIN3 (AIN3 neinvertující)
	10 – dva samostatné analogové vstupy AIN0 a AIN1 a jeden diferenciální AIN2 proti AIN3 (AIN2 neinvertující)
	11 – dva diferenciální vstupy AIN0 proti AIN1 a AIN2 proti AIN3 (AIN0, AIN2 neinvertující)
3	vždy 0
2	bit autoinkrementace (aktivní v 1)
1 a 0	číslo A/D kanálu
	00 – kanál 0
	01 – kanál 1
	10 – kanál 2
	11 – kanál 3

Tab. 11 - Význam jednotlivých bitů řídicího bajtu obvodu PCF8591

R – čtený bit;

W – zapis. bit;

A – potvrzovací bit

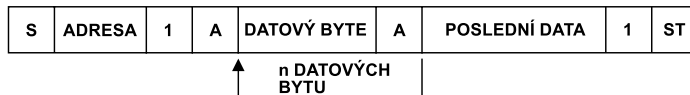
ACKNOWLEDGE;

AN – není potvrzovací bit ACK-

če. Pro inicializaci tohoto módu je nutné nastavit S1CON. Zároveň musí být nastavena SLAVE adresa v registru S1ADR. Horních 7 bitů registru koresponduje s adresou od MASTER vysílače a pokud je nastaven bit CG, je přednastavena generální adresa 00H a horních sedm bitů v S1ADR je ignorováno. Nastavení S1CON pro inicializaci jako SLAVE přijímač je v tab. 5.

CR0, CR1 a CR2 nemají v tomto módu význam. ENS1 musí být nastaven do "1" pro uvolnění SIO1. AA bit musí být nastaven pro potvrzení vlastní SLAVE adresy nebo generální adresy 00H. STA, STO a SI bity musí být vynulovány.

Po inicializaci a nastavení adresy SIO1 čeká na shodnou adresu od MASTER vysílače. Po jejím přijetí a zároveň při přijetí W bitu je nastaven sériový přerušovací flag SI a může být čten stavový kód v S1STA. Stejně, jako v přede-



Obr. 12 - Mód čtení obvodu PCF8591

šlých případech, v rutině přerušování je nutné provést obsluhu dle platných kódů. Je-li bit AA vynulován během přenosu, SIO1 nenavráť potvrzovací bit ACKNOWLEDGE na SDA lince. Pokud je AA vynulován, SIO1 nekoresponduje s vlastní SLAVE adresou ani generální volací adresou, ale I²CBUS je stále monitorována. Po nastavení AA zařízení pracuje opět ve svém módu. Tudiž ovládním AA bitu může být na určitou dobu izolováno SIO1 od I²CBUS. Tab. 6 ukazuje přehled stavových kódů v režimu SLAVE přijímač.

Slave vysílač

Datové bajty jsou vysílány k MASTER přijímači. Datový přenos je inicializován jako u SLAVE přijímače. Jsou-li S1ADR a S1CON inicializovány, SIO1 čeká dokud není přijata vlastní SLAVE adresa s následujícím bitem směru přenosu "1" (R). Po přijetí vlastní SLAVE adresy a bitu R je nastaven přerušovací flag SI a v S1STA je platný stavový kód. Stejně, jako v předešlých případech je nutné v přerušovací rutině přerušování obsloužit.

Bude-li AA bit vynulován během přenosu, SIO1 vyšle poslední bajt a v S1STA bude kód 0C0H nebo 0C8H. SIO1 je sepnuto do neadresovaného SLAVE módu a bude ignorovat MASTER přijímač. Je-li AA vynulován, SIO1 nekoresponduje s vlastní SLAVE adresou ani generální volací adresou, ale I²CBUS je stále monitorována. Po nastavení AA zařízení pracuje opět ve svém módu: ovládním AA bitu může být na určitou dobu izolováno SIO1 od I²CBUS. Tab. 7 ukazuje přehled stavových kódů v režimu SLAVE vysílač.

(Pokračování příště)

Zosilňovač s tranzistormi FET

Peter Husenica



Popisovaný je zosilňovač pre subwoofer. Bľa bubu bla... vhbavlbcbñj dknebfñ jkcnnmcclkcmmšŭl klnfúkĵ ůlknfcűwekl.

Oživenie a nastavenie

Najprv osadíme všetky súčiastky zdroja. Pak zistíme správnu veľkosť napätia a ich zvlnenie, ktoré by nemalo byť väčšie ako 5 mV na všetkých výstupných svorkách pri nezaťaženom zdroji. Bežec trimra RP1 nastavíme do krajnej polohy, aby vyskratoval elektródy G a D tranzistora Q3 cez rezistor R7 – 390k. Bežec trimra RP2 nastavíme do strednej polohy. Potenciometrom RP3 nastavíme nulovú hlasitosť, len je potrebné prepojiť s doskou krátkym káblom. Do bodu v schéme označeného krížikom zapojíme ampérmeter. Pripojíme napájanie a pomali odchádzame trimrom RP1 od krajnej polohy, až kým ampérmeter neukazuje 32 mA (kludový prúd koncových tranzistorov). POZOR, ODOZVA NA PO-

HYB BEŽCA NEBUDE OKAMŽITÁ, USTÁLI SA ASI PO 30 s.

Trimrom RP2 nastavíme napätie na elektróde D tranzistora Q4 na 52,5 až 53 % napájacieho napätia. Ani tu nebude odozva na pohyb bežca okamžitá, ustáli sa asi po 30 s! Tí, ktorí majú osciloskop, nastavenie RP2 urobia tak, aby zosilňovač pri miernom prebudení a odpojenom reproduktore symetricky obmedzoval signál v oboch polvlnách.

Oživenie stereo zosilňovača je identické. Obvod s LED D1 na doske vstupov signalizuje pripravenosť zosilňovača k činnosti. Pripája sa na napájacie napätie koncového stupňa. Tranzistor Q4 nie je potrebné chladiť. Diódy D5 a D6 je možné zameniť za 15V, čím sa dosiahne vyššia vybuditeľnosť operačného zosilňovača. Obdobne je to aj u stereo zosilňovača.

Zdrojová časť stereo zosilňovača

Trimky TL1 a TL2 spoločne s kondenzátorom C1 zabráňujú prieniku vĺ zložiek sieťového napätia do transformátora a zosilňovača. Varistor RN1 obmedzuje prepäťové spičky v napájaní. Trimka TL3 zabráňuje prieniku rušenia cez kapacitnú väzbu transformátora a nulový potenciál zosilňovača z iných k zosilňovaču pri pomených zdrojov signálu. Kondenzátory C2 až C5 potlačujú spínací jav pri prechode usmerňovacích diód z vodivého do nevodivého stavu, a tak napomáhajú odstrániť brum zosilňovača. Rezistori R4 a R6 znižujú zvlnenie výstupného napätia zdroja hlavne pri malom vybudení zosilňovača, kedy by sa najviac prejavil brum zdroja. Diódy D11 a D12 obmedzujú úbytok napätia na R4 a R6 na asi 1 V pri veľkých zaťažovacích prúdoch (veľkom vybudení). Diódy D9 a D10 za pomoci zrážacích

rezistorov R1, R2 stabilizujú napájacie napätie operačného zosilňovača. Keďže zenerové diódy sú zdrojom šumu, zníženie hodnôt filtračných kondenzátorov C16, C17 by viedlo k zvýšeniu šumu zosilňovača. Ich hodnoty nie sú kritické.

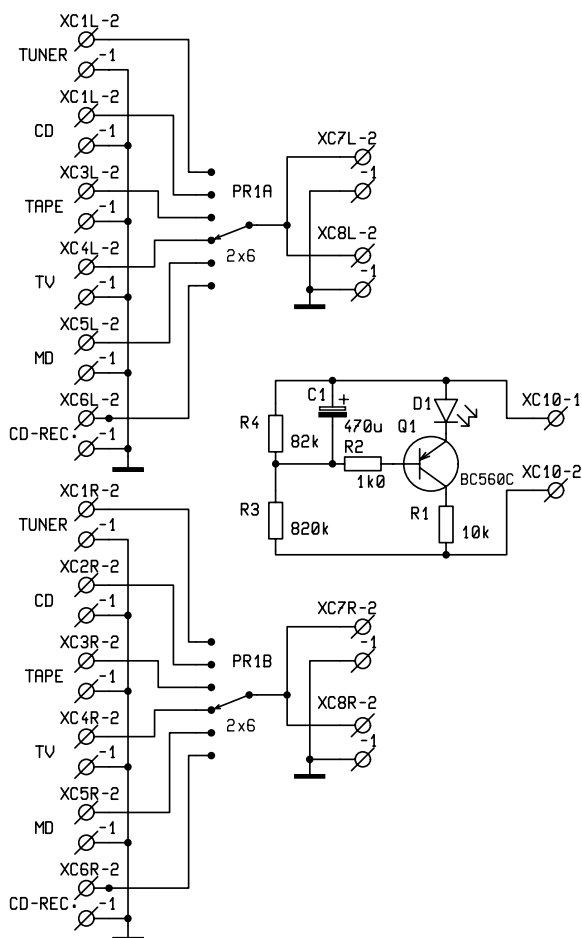
Zdroj má 2 vetvy, každú pre napájanie jedného koncového stupňa, a to z dôvodu ich minimálneho vzájomného vplyvovania pri rôznom budení. Plošný spoj zdroja je navrhnutý aj pre toroidný transformátor 230/2×15V-160VA.

Stereo predzosilňovač

Rezistor R27 (R127 pre druhý kanál) upravuje vstupnú impedanciu predzosilňovača a správne polarizuje kondenzátor C17. Rezistorom R21 je možné upraviť zosilnenie predzosilňovača, a tým zmeniť vstupnú citlivosť. Pozor, so zmenou R21 sa mení aj vstupná impedancia! Potenciometrom RP2 regulujeme množstvo nízkych kmitočtov, čím je bežec potenciometra bližšie k výstupu operačného zosilňovača, tým ich je viac. Potenciometrom RP3 regulujeme množstvo vysokých kmitočtov vo výstupnom signále. Ich podiel sa zvyšuje vytočením bežca potenciometra bližšie ku kondenzátoru C14, ktorý vytvorí premostenie R19, pretože odpor kondenzátorov klesá so vzrastajúcim kmitočtom. C15 zase zvädza vysoké kmitočty na nulový potenciál. Za korekciami je umiestnený pasívny filter, ktorý upravuje výsledné zafarbenie zvuku.

Koncový stupeň

Kondenzátory C1, C2 vytvárajú umelú nulu pre pripojenie reproduktora a zabráňujú zničeniu reproduktora pri poškodení jedného z výstupných tranzistorov Q3, Q4. Tranzistor Q2 stabilizuje kludový prúd koncovými tranzistormi Q3, Q4, preto musia byť umiestnené na spoločnom chladiči; so vzrastajúcou teplotou stúpa vodivosť polovodičových súčiastok. Nastavenie sa prevádza trimrom RP5. Obvod pozostávajúci z Q2, R5, RP5, R1, R3, R2 je samostabilizačný, t.j. zväčšenie napätia na elektróde G viac otvorí tranzistor, čím klesne napätie na jeho elektróde D. To spôsobí pokles napätia na el. G a privrie tranzistor, čím stúpne napätie na el. D a tým aj na el. G atd. Samozrejme, že tranzistor sa nerozkmitá, ale vznikne ustálený stav, akási rov-



Obr. 1 - Schéma vstupů

nováha medzi napätím na elektródach D a G.

Tranzistori typu IRF640 potrebujú na otvorenie napätie medzi el. G a S cca 3,5 V, z čoho vyplýva aj minimálny úbytok napätia na koncových tranzistoroch. Obvod tvorený R4, C3 zabraňuje zákmitom pri buzení zosilňovača. Tranzistor Q1 je budiaci s prúdovou spätnou väzbou z rezistora R7 (jeho hodnota sa nesmie meniť), pracujúci v triede A. Koncové tranzistori pracujú v triede B bez spätnej väzby.

Zvýšenie napätia na vstupe zosilňovača spôsobí zmenšenie napätia na el. D Q1 a tiež zníženie napätí na el. G Q3 a Q4, čo vedie k pootvoreniu Q4 a k uzatváraniu Q3, a tým k zmene výstupného napätia. Diódy D1, D2 za pomoci deliča napätia R11, R13, RP4 stabilizujú pracovný bod tranzistora Q1. C5 filtruje šum z D1 a D2. Rezistor R12 zabraňuje zväzdnutiu vstupného signálu cez C5 na zem. Rezistor R6 zabraňuje zákmitom zosilňovača.

Predzosilňovač pre subwoofer

Operačný zosilňovač NL1A s kladnou spätnou väzbou (C22) tvorí aktívny filter s poklesom zosilnenia od frekvencie asi 100 Hz. Menšie zosilnenie na vyšších kmitočtoch spôsobuje kondenzátor C23. Zosilnenie OZ je nastavené deličom R23, R24. NL1B slúži ako predzosilňovač. K potlačeniu vyšších kmitočtov prispieva aj pasívny filter R22, R21, C21. Použitie iných hodnôt u C22 a C23 môže viesť k rozkmitaniu operačného zosilňovača!

Signalizačný obvod

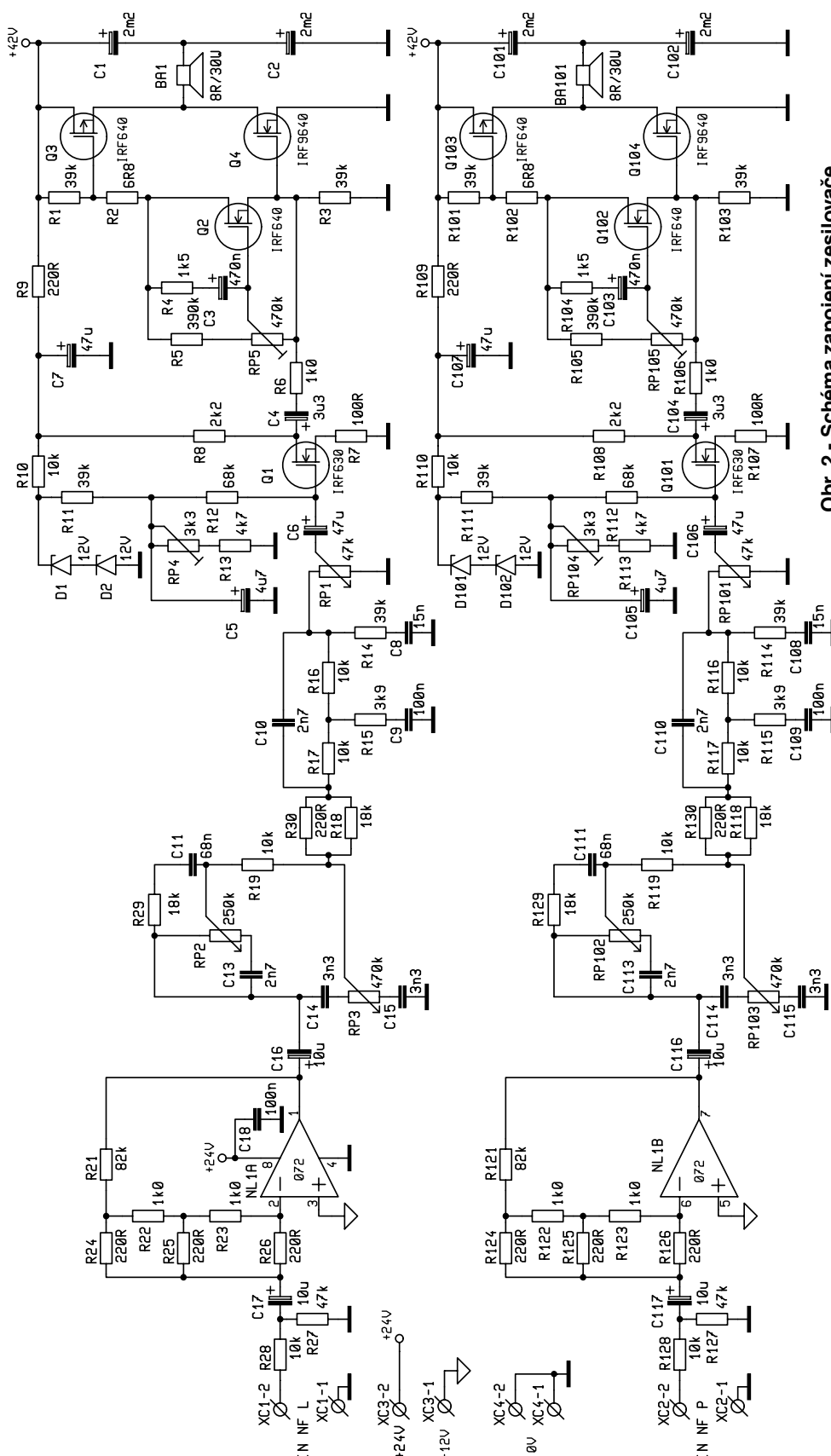
Po pripojení napätia (C1 je vybitý) sa začne nabíjať C1 cez R3 až na hodnotu otváracieho napätia Q1 zvýšeného o napätie D1, vtedy sa otvorí Q1 a rozsvieti D1. Po odpojení napätia sa C1 vybíja do R4. Prúd diódou je obmedzený rezistorom R1.

Prepínač vstupov

Prepínač privádza signál jedného zo vstupov na 2 výstupy pre každý kanál. Jeden z výstupov je určený pre zosilňovač a druhý pre magnetofon alebo minidisk.

Záver

Medzi tranzistori a chladič vkladáme sludové podložky (GL530) a plastové pri-



Obr. 2 - Schéma zapojení zesilovače

echodky (IB2), tlmivku TL3 vyrobíme z tlmivky STF52501 odstránením pôvodného vinutia a navinutím 15-tich závitov dvojlinky, ktorú získame odtrhnutím dvoch spojených žíl z viacžilového kábla FBK10. Načo nám postačí 1 m tohto káb-

la. Začiatky vinutí sú v schéme označené bodkou! Celková plocha hliníkového chladiča s hrúbkou steny 2 mm je pre stereo zosilňovač cca 300 × 300 mm, pre subwoofer cca 320 × 70 mm.

Zosilňovač pre subwoofer by mal umožniť zmenu polarity výstupného signálu pre lepšie zladenie s hlavnými reproduktormi (prepínač, zámena káblikov k reproduktoru).

Parametre

Zosilňovač pre subwoofer poskytuje výstupný výkon sínus 12 W do záťaže 8R. Jeho vstup sa pripája priamo na reproduktorový výstup stereo zosilňovača. Stereo zosilňovač poskytuje výstupný výkon sínus 2x 30 W do záťaže 4R pri vstupnej citlivosti 600 mV.

Zoznam súčiastok-DOSKA INPUT

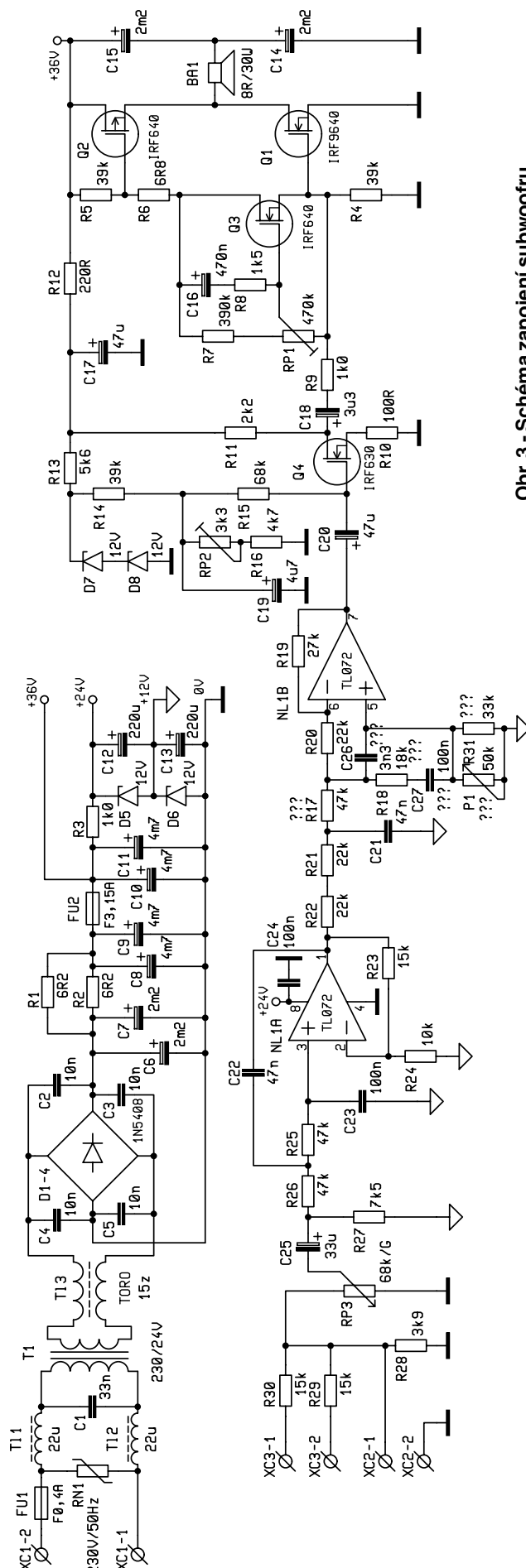
C1	470μ E470M/10V
D1	LED L-3MM 2MA/R
PR1	PR2X6 P-DS2B
Q1	BC560C, BC560C
R1	10k RR 10K
R2	1k RR 1K
R3	820k RR 820R
XC1L, XC1R, XC2L,	
XC2R, XC3L, RIA	ARK120/2
XC3R, XC4L, XC4R, XC5L, XC5R, XC6L, XC6R, XC7L, XC7R,	
XC8L, XC8R, XC10	
R4	82k RR 82K

Zoznam súčiastok-DOSKA STEREO

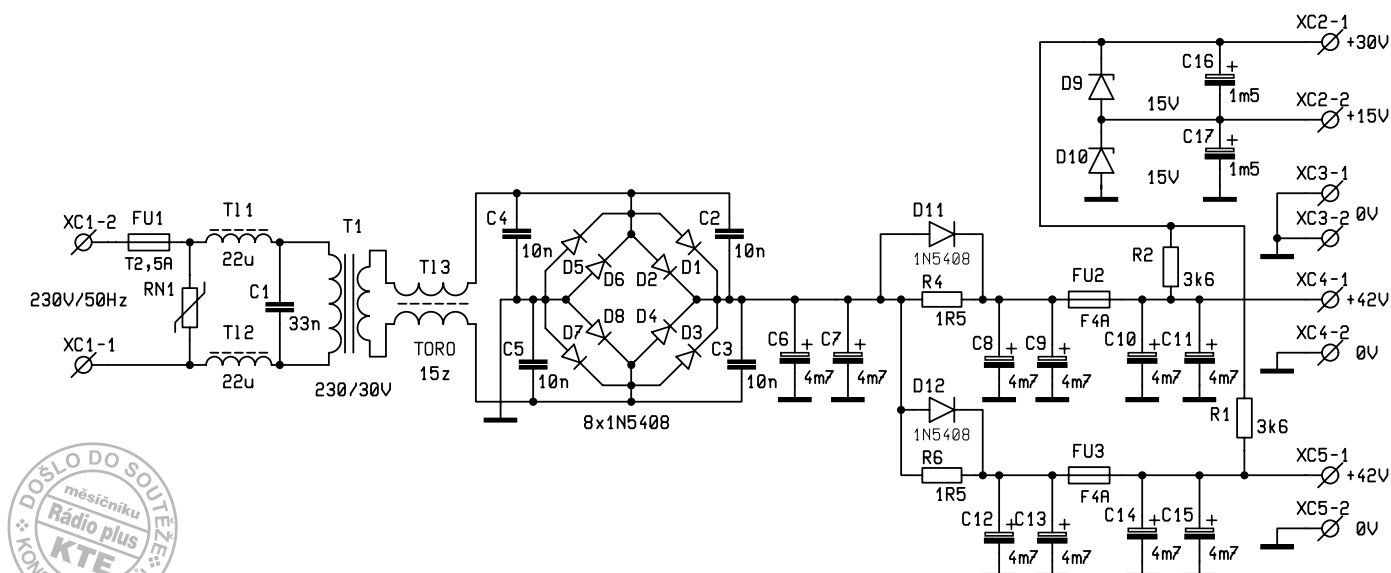
C1	47n MKS4-47N 1KV
C2 – C5	10n CK 10N/100V
C6 – C12	4m7 E4700M/50VM
C13 – C17	2m2 E2200M/35V
D1 – D8	1N5408 1N5408
D11, D12	
D9, D10	12V (15V) BZX85V012 (BZX85V015)
FU1	T 2,5A KS20SW+FST02.5
FU2, FU3	F 4A KS20SW+FSF04
R1, R2	3k6 RR 3K6
R4, R6	1R5 RR W2 E001.5
RN1	VAR.250V
T1	ERZC07DK391 FI. "KTE")
160W_TORO	
TL1, TL2	22μH SFT52501
TL3	TORO_15z ?
XC1 – XC5	RIA ARK120/2

Zoznam súčiastok DOSKA SUBWOOFER

BA1	8R/30W ARK120/2
C1	47n MKS4-47N 1KV
C2 – C5	10n CK 10N/100V
C6, C7,	
C14, C15	2m2 E2200M/50V
C8 – C11	4m7 E4700M/35V
C12, C13	220μ E220M/35V
C16	0,47μ E0.47M/100VT
C17, C20	47μ E47M/50V
C18	3μ3 E3M3/50V
C19	4μ7 E4M7/50V
C21, C22	47n CF2-47N/J
C23, C24	100n CK 100N/63V
C25	33μ E33M/50V
D1 – D4	1N5408, 1N5408
D5 – D8	12V BZX85V012
FU1	F 0,4A KS20SW+FSF00.4
FU2	F 3,15A KS20SW + FSF03.15
NL1	TL072 TL072
Q1	IRF9640 IRF9640



Obr. 3 - Schéma zapojení subwooferu



Obr. 4 - Schéma zdroje

Q2, Q3	IRF640 IRF640	C6, C7, C106, C107	47μ E47M/100V
Q4	IRF630 IRF630	C8, C108	15n FKS3 15N 400
R1, R2	6R8 RR W2 006.8	C9, C18, C109	100n CK 100N/63V
R3, R9	1k0 RR 1K	C10, C110	2n7? FKS3 2N2 400
R4, R5, R14	39k RR 39K	C14, C15, C114, C115	3n3 FKS3-3N3
R6	6R8 RR 6R8	C13, C113	1n5 FKS3 1N5 400
R7	390k RR 390K	C16, C17, C116, C117	10μ E10M/50V
R8	1k5 RR 1K5	D1, D2, D101, D102	12V BZX85V012
R10	100R RR 100R	NL1	1458 LM1458
R11	2k2 RR 2K2	Q1, Q101	IRF630 IRF630
R12	220R RR 220R	Q2, Q3, Q102, Q103	IRF640 IRF640
R13	5k6 RR 5K6	Q4, Q104	IRF9640 IRF9640
R15	68k RR 68K	R1, R3, R11, R14	39k RR 39K
R16	4k7 RR 4K7	R101, R103, R111, R114, R2, R102	6R8 RR 6R8
R17, R18	3k3 RR 3K3	R4, R104	1k5 RR 1K5
R20, R24	10k RR 10K	R5, R105	390k RR 390K
R19, R23, R29,		R6, R22, R23, R106, R122	1k0 RR 1K
R30	15k RR 15K	R123, R7, R107	100R RR 100R
R21, R22	22k RR 22K	R8, R108	2k2 RR 2K2
R25, R26	47k RR 47K	R9, R24 – R26, R109, R124	220R RR 220R
R27	7k5 RR 7K5	R125, R126, R30, R130, R10, R16, R17, R19, R28, R110	10k RR 10K
R28	3k9 RR 3K9	R116, R117, R119, R128, R12, R112	68k RR 68K
RN1	VAR.250V ERZC07DK391	R13, R113	4k7 RR 4K7
RP1	470k PT6HK500	R18, R118	18k RR 18K
RP2	3,3k? PT6HK005	R20, R120	2R2 RR 2R2
RP3	68k/G? (P6M-LOG 47K=U FI.KTE)	R27, R127	47k RR 47K
T1	230/24V? (6624-2=U FI.KTE)	R15, R115	3k9 RR 3K9
TL1, TL2	22μH SFT52501	RP1	22k/G? (P6S-LOG 22K=U FI.KTE)
TL3	TORO_15z?	RP2	250k/N PC16SLK200
XC1 – XC3	RIA ARK120/2	RP3	M47/N PC16SLK500
		RP4, RP104	3,3k? PT10VK005
		RP5, RP105	470k PT10VK500
		XC1 – XC4, XC101, XC102, XC5, XC6, XC105, XC106	RIA ARK120/2
		R21, R121	82k RR 82K
		R29, R129	56k RR 56K

Zoznam súčiastok DOSKA ZOSFET

BA1, BA101	4R/30W ARK120/2
C1, C2, C101, C10	2m2 E2200M/50V
C3, C103	0,47μ E0.47M/100VT
C4, C104	3μ3 E3M3/50V
C5, C105	4μ7 E4M7/50V

aktuální seznam stavebnic
www.radioplus.cz

Rádio plus
KTE
Konstrukce • Technika • Elektronika

Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

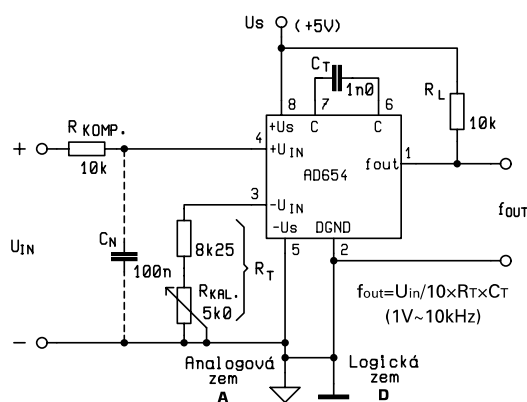
13. Převodníky napětí na kmitočet Ila

Ing. Jan Humlhans

V minulém pokračování jsme popsali funkci obvodu AD654 a uvedli jeho parametry a základní zapojení. Protože firemní literatura Analog Devices nabízí celou škálu aplikací vhodných např. pro užití v měřicí technice, věnujeme tentokrát tomuto obvodu ještě jedno pokračování. Uvedené zásady a aplikační

věnujeme více praxi a doplníme také zásady správného provedení zemí – vstupní, analogové a výstupní, logické části obvodu tak, aby byly minimalizovány chyby převodu vznikající parazitními napěťovými úbytky na spojových drahách desky plošného spoje, kterými by se uzavíraly současně smyčky s proudem zátěže i vstupního signálu.

Znáznorňuje to nejprve obr. 1 se zapojením jednoduchého převodníku 1 V/10 kHz pro kladné vstupní napětí do 1 V, kdy většinou postačí napájení jediným napětím 5 V. S analogovou

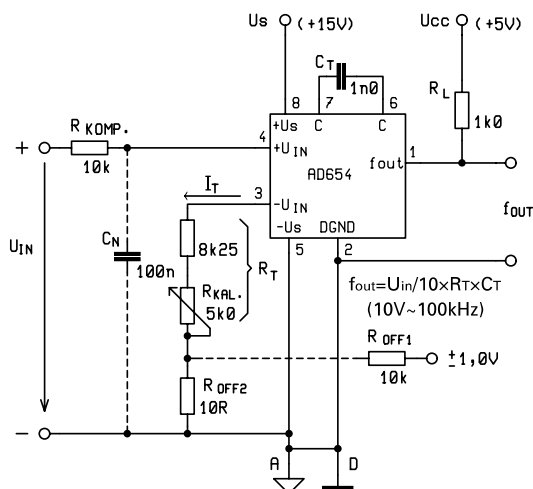


Obr. 1 - Převodník 1 V/10 kHz s nízkou spotřebou

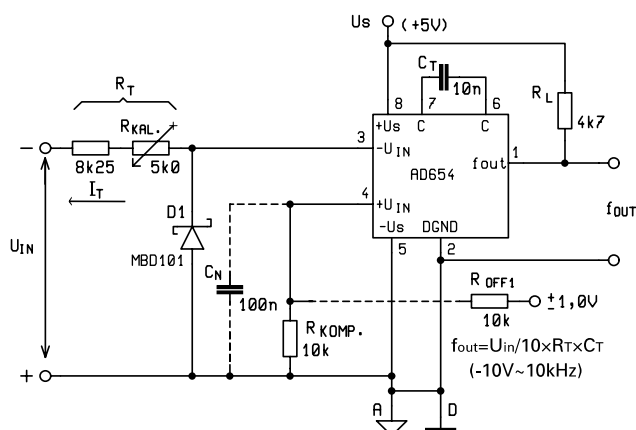
obvody lze navíc uplatnit či využít jako inspiraci i při použití jiných převodníkových obvodů napětí/kmitočet.

Základní zapojení převodníků a provedení analogové a logické země

V minulé části jsme ukázali, jak zajistit, aby vstup a logická (digitální) zem AD654 byly chráněny proti mezním hodnotám napětí pod úroveň $-U_S$, což by obvod ohrozilo. Tentokrát se



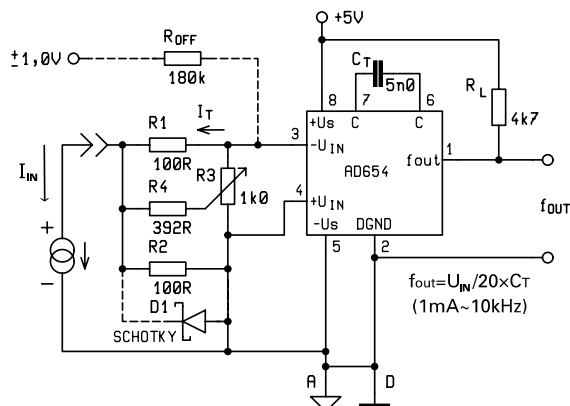
Obr. 2 - Převodník 10 V/100 kHz pro větší rozsah vstupního napětí a rychlost (Použitím R_{OFF1} a R_{OFF2} a zdroje ± 1 V lze zvýšit přesnost. Jinak se R_T spojí se zemí)



Obr. 3 - Převodník -10 V/10 kHz pro záporné vstupní napětí (Použitím R_{OFF1} a R_{OFF2} a zdroje ± 1 V lze zvýšit přesnost. Jinak se 4 spojí se zemí)

zemí, pokud možno s nízkou impedancí, prostou šumu a označenou v uvedených schématech A, je spojen rezistor R_T a společný vodič vstupního signálu U_{IN} (-). Digitální zem, kterou se z emitoru výstupního tranzistoru vrací ke zdroji výstupní proud a je označená D, by měla být od analogové vedena odděleně a spojena s ní pouze v jednom bodě.

Uváděné obrázky to sice neuvádí, ale nezapomeneme také na dobrou praxi, blokovat napájecí vývody IO např. keramický-



Obr. 4 - Převodník 1 mA / 10 kHz pro záporný vstupní proud

mi kondenzátory 0,1 μF s paralelními elektrolyty 10 μF . V praxi však přesto vznikají často problémy, protože do hry vstoupí např. možnosti vedení drah na desce s plošnými spoji.

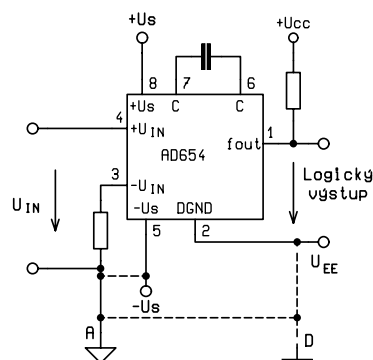
Omezení vstupního napětí na 1V plyne z toho, že dle [1] vstupní napětí má být menší než $(+U_S - 4)$ V. Pokud preferujeme i nízkou spotřebu, volíme R_T tak, aby při U_{INMAX} jím tekla proud $I_T = 100 \mu\text{A}$. Shrneme si, které vztahy pro tento obvod platí:

$$R_T = \frac{U_{IN}}{I_T} \quad f_{OUT} = \frac{I_T}{10 \cdot C_T} = \frac{U_{IN}}{10 \cdot R_T \cdot C_T}$$

Vztah určující výstupní kmitočet bude rovněž uveden u jednotlivých zapojení.

Naznačený rezistor R_{KOMP} , s odporem přibližně stejným jako R_T , zmenšuje rušivý vliv vstupních proudů z vývodů 3 a 4 a spolu s C_N navíc tvoří dolní propust snižující šum ve vstupním signálu. Jemné nastavení požadované převodní konstanty umožňuje trimr R_{KAL} .

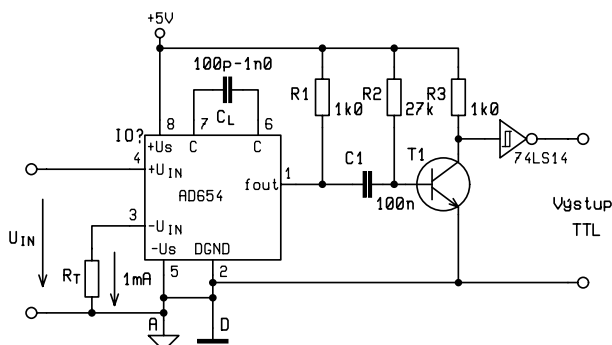
Pokud je požadován větší dynamický rozsah vstupního signálu, vyšší rychlost a lepší linearita je vhodnější zapojení převodníku 10 V/100 kHz na obr. 2, u něhož je převodníková část napájena z napětí $U_S = +15$ V, umožňující maximální vstupní napětím 10 V i s případným přebuzením



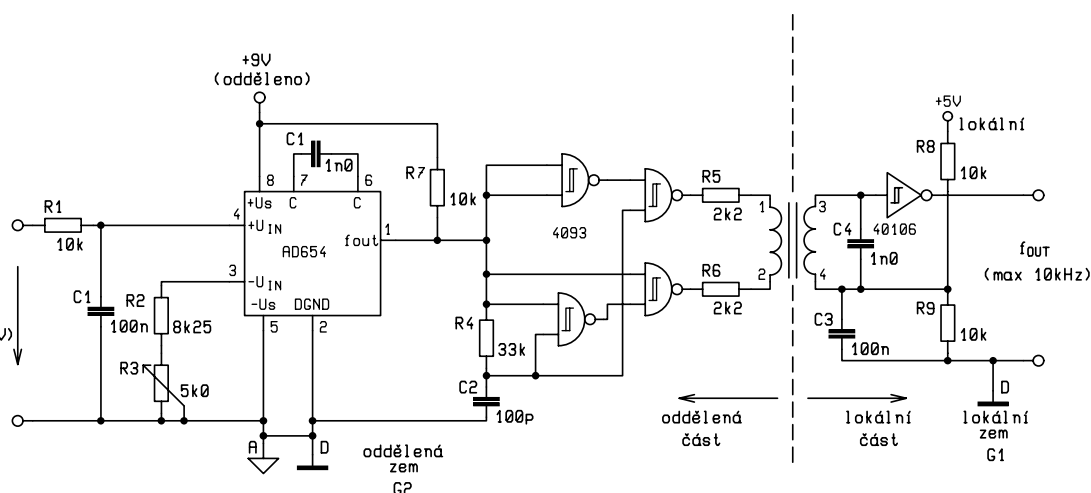
Obr. 5 - Navázání různých logických systémů na AD654

	U_{CC}	U_{EE}	R_L	$-U_S$
TTL/LSTTL	+5	GND	4,7 k	GND
5 V CMOS	+5	GND	20 k	GND
15 V CMOS	+15	GND	10 k	GND

o 1 V a proudem $I_{TMAX} = 1$ mA. Kolektorový rezistor výstupního tranzistoru



Obr. 6 - Oddělovací stupeň pro obvody TTL a kmitočty nad 200 kHz



Obr. 7 - Galvanické oddělení impulzním transformátorem

v AD654 je tentokrát spojen s napětím +5 V napájecím navázaný systém. Mimo těchto změn je rovněž uvedena možnost kompenzace vstupní napěťové nesymetrie vnitřního OZ pomocí rezistorů R_{OFF1} a R_{OFF2} , která byla rovněž popsána v [1].

Pro úplnost jsou na obr. 3 a 4 také zapojení vhodná pro záporné vstupní napětí a vstupní proud. V obr. 3 jsou proti zatím uvedenému zaměněny vstupy $+U_{IN}$ a $-U_{IN}$. Na rozdíl od zapojení na obr. 1 a 2 není jeho vstupní odpor, kterým zatěžuje zdroj signálu tak vysoký, ale roven odporu R_T . Výhodou však je, že velikost vstupního napětí není prakticky omezena a nezávisí na napájecím napětí $+U_S$ ani na vstupním souhlasném napětí OZ v AD654 a pro proud $I_{TMAX} = 1$ mA a $U_{IN} = -100$ V se použije $R_T = 100$ k Ω . Pokud je třeba I_{TMAX} dále zmenšit a přitom zachovat převodní konstantu f/U , zvýšíme v zapojení podle obr. 3 odpor R_T a úměrně snížíme kapacitu C_T , např. tak, že zvolíme $I_{TMAX} = 100 \mu\text{A}$, $R_T = 1$ M Ω a $C_T = 1000$ pF.

Pozn.: stále však platí omezení pro napětí na vstupech 3 a 4 proti vývodu 5 ($-U_S$), které nesmí být větší než -300 mV. Aby k tomu při případných přechodných jevech nedošlo, slouží ochranná Schottkyho dioda D1.

Další výhodou tohoto zapojení je snadná možnost počítat na vstupu 3 proudy přivedené rezistory z různých zdrojů napětí a převést na kmitočet výsledný proud.

Na obr. 4 je zapojení, které převádí proud ze zdroje záporného proudu při maximální hodnotě 1 mA na kmitočet 10 kHz. Nastavení převodní konstanty umožňuje obvod z rezistorů $R1$,

$$f = \frac{I_{IN}}{20 \cdot C_T}$$

2, 4 a trimru $R3$, který byl popsán v [1]. V jeho důsledku se však výstupní kmitočet tentokrát počítá podle vztahu:

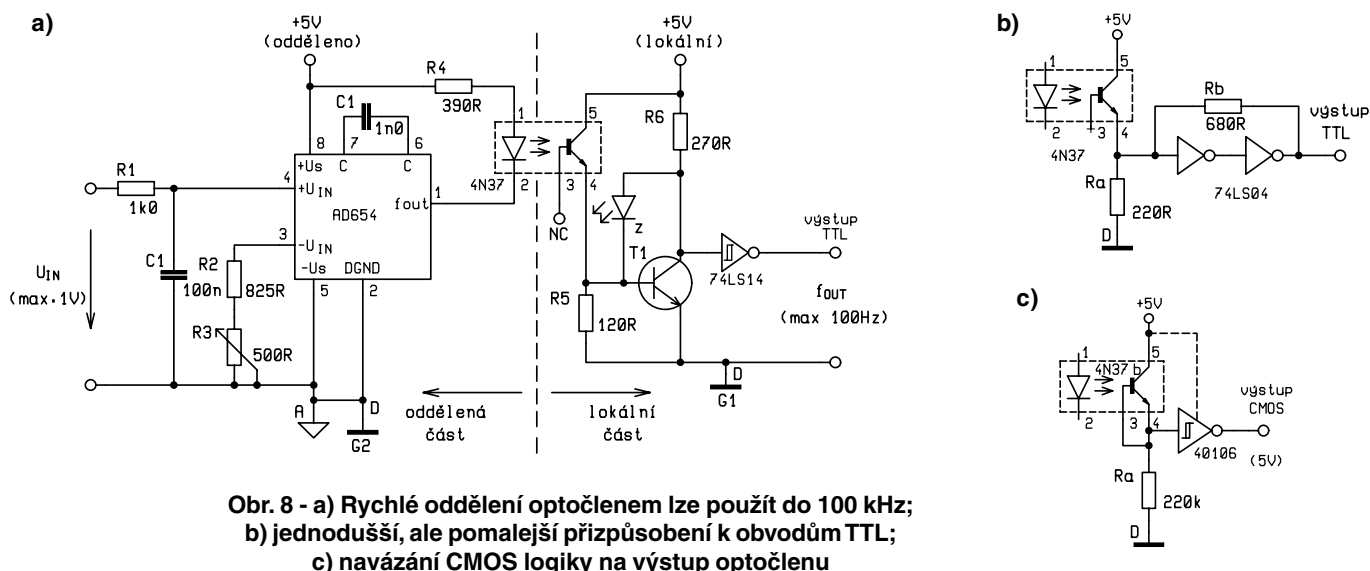
Pomocí naznačeného R_{OFF} a zdroje proměnného napětí ± 1 V lze eliminovat i vliv vstupní napěťové nesymetrie.

Připojení logických obvodů k AD654

Obr. 5 a připojená tabulka ukazují jak zapojit a jaké hodnoty zdvihačů rezistoru R_L volit pro navázání různých logických systémů na AD654. V případě TTL logiky lze připojit až 12 vstupů. S takto jednoduchým připojením TTL obvodů vystačíme asi do 200 kHz. Pokud je třeba převádět signál na vyšší kmitočty a provádět vyhodnocení je lépe doplnit tranzistorový oddělovací stupeň zapojený podle obr. 6.

Galvanické oddělení dvou systémů

Snad každý elektronik zápasil s problémem vyplývajícím z nevhodného zemnění v elektronickém obvodu pro účely mě-



řící či elektroakustické i na jediné desce. Je nasnadě, že tyto problémy nabývají na významu při propojování vzdálených obvodů, např. při průmyslovém měření, přenosu signálů z rotujících objektů nebo mezi systémy s rozdílem potenciálů, případně i kvůli bezpečnostním důvodům. Pak je jediným řeše-

vodu příznivě ovlivňuje imunitu vůči šumu. Díky impulznímu buzení transformátoru pracuje obvod dobře ještě na kmitočtech, na nichž je při harmonickém signálu přenos transformátoru už značně omezen.

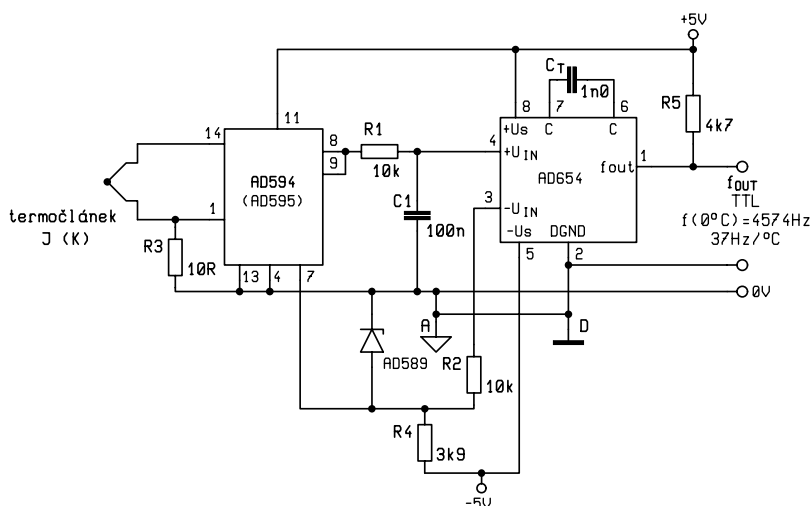
Další a oblíbenější možnost je použít optočlen, již jen proto, že se obejdeme bez problematického transformátoru. I celé zapojení je jak vidíme na obr. 8 jednodušší lze je použít až do výstupního kmitočtu 100 kHz. Z hlediska rychlosti je třeba, aby impedance zátěže výstupního fototranzistoru byla co možná malá. To je docíleno tranzistorem T1, který spolu s hradlem 74LS14 převádí výstupní proud optočlenu na TTL signál. Je-li preferována jednoduchost na úkor rychlosti, lze k optočlenu připojit obvod z obr. 8a, případně 8b, je-li důležitá nízká spotřeba.

Převodník U/f s posunutím základního kmitočtu

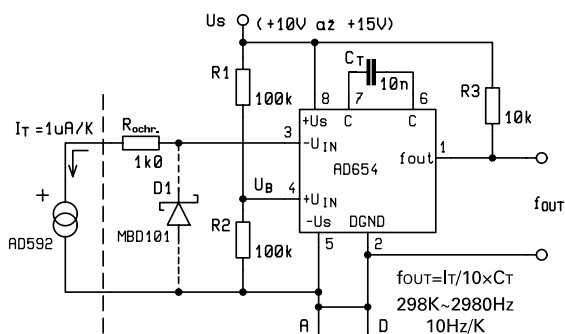
V úvodní části věnované AD654 jsme popsali převodníky, které měly na vstupu signál pouze jedné polaroty a pominuli zatím situaci, kdy je vstupní signál souměrný kolem nuly. Protože to až tak velká zvláštnost, zvláště při měření není, ukážeme si, že lze i tento požadavek řešit. Přirozeným požadavkem v tomto případě je i souměrné napájení, které je pro demonstrační příklad na obr. 9 ± 5 V. Pro tento obvod platí:

Obr. 9 - Bipolární převodník U/f

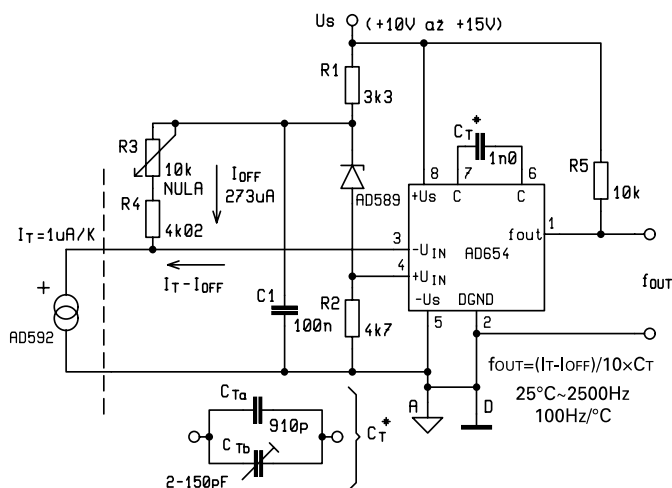
ním zachovat jejich galvanické oddělení a signál nějakým způsobem přenášet přes tuto potenciálovou bariéru. Vhodným prostředkem může být právě převod signálu na kmitočet s převodníkem jako je např. AD654. Pro kmitočty do 10 kHz doporučuje aplikační list [2] použití transformátorové vazby. Tak je tomu např. v obvodu zapojeném podle obr. 7, který je navržen tak, že převodní konstanta $K_U = 10$ kHz/V. Kvůli zmenšení spotřeby primární strany napájené často z baterie, je zvolen proud $I_T = 100 \mu A$. Impulsní transformátor s převodem 1:1 je buzen krátkými zápornými impulzy, které z pravouhlého výstupu AD654 vytváří obvod tvořený čtyřmi Schmittovými klopnými obvody v CMOS IO 4093. Na sekundární straně je rovněž klopný obvod, který má na vstupu sekundární vinutí transformátoru zapojené v sérii se stejnosměrným předpětím a převádí impulsy opět na pravouhlý průběh. Hystereze ob-



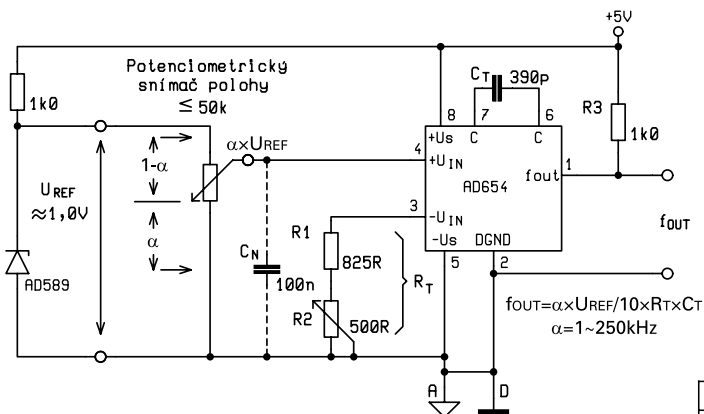
Obr. 10 - Převodník termočlánekového napětí na kmitočet



Obr. 11 - Elektronický teploměr s polovodičovým senzorem s kmitočtem úměrným teplotě vyjádřený v K ($\approx T [^{\circ}\text{C}] + 273$)



Obr. 12 - Tento převodník má výstupní kmitočet úměrný teplotě v $^{\circ}\text{C}$



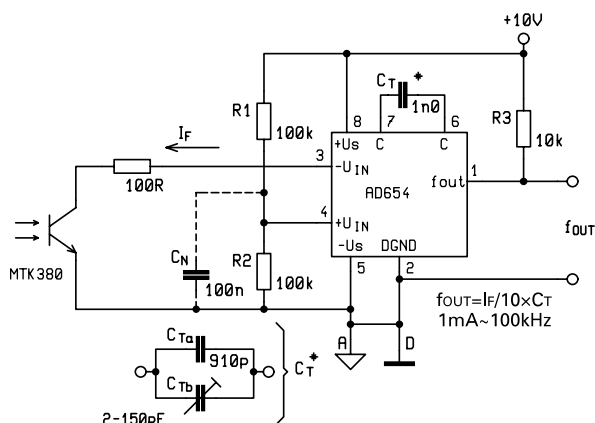
Obr. 13 - Připojení potenciometrického snímače polohy

$$f = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{IN} \right) + 1,235 \quad [\text{Hz}; \Omega; \text{V}, \text{F}]$$

Napětí 1,235 V poskytuje referenční napěťový zdroj IO2. Jak vidíme ze vzorce (1), určuje část reprezentující vliv referenčního zdroje 1,235 V střední kmitočet výstupu f_0 (při $U_{IN} = 0\text{V}$) a druhý člen v čitateli změnu kmitočtu Δf vlivem napětí U_{IN} .

Pro střední kmitočet tedy platí:

$$f_0 = \frac{1,235}{10 \cdot R_T \cdot C_T} \quad (2)$$



Obr. 14 - Převodník osvětlení na kmitočet s fototranzistorem

Můžeme tedy požadovaný střední kmitočet, např. 10 kHz, nastavit po volbě $C_T = 2700\text{ pF}$ odporem R_T tak, aby výsledný odpor R_T ve vzorci (2) byl $4574\ \Omega$.

Požadovaný kmitočtový zdvih Δf při vstupním napětí U_{IN} , který odpovídá výrazu v závorce v (1) dosáhneme volbou děličího poměru vstupního děliče x , tak, aby platilo:

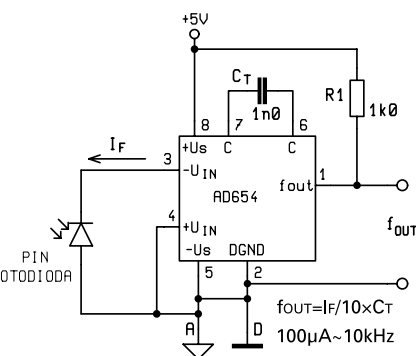
$$x = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot \Delta f \cdot R_T \cdot C_T}{U_{IN}} \quad (3)$$

Tedy např. pro $U_{IN} = 1\text{V}$ a výše uvedené R_T a C_T vyjde $x = 0,617$, čemuž odpovídají v obr. 9 uvedené hodnoty R_1 a R_2 . V obrázku vidíme i variantu děliče pro vstupní napětí $\pm 10\text{V}$.

Tyto převodníky jsou vhodným prostředkem pro dálkový přenos střídavého nebo bipolárního signálu. Na přijímací straně je pak přenesený signál rekonstruován převodníkem f/U nebo FM diskriminátorem.

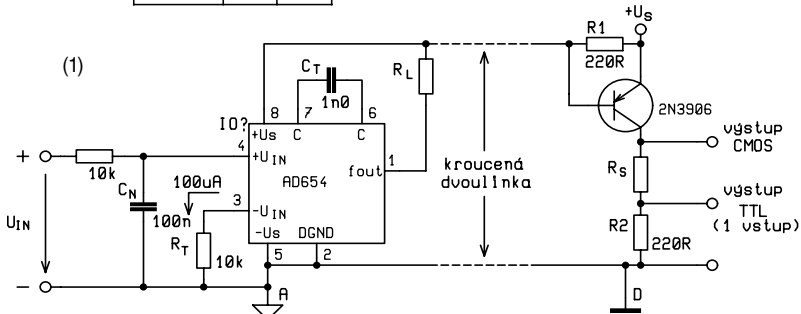
Převodník teplota/ kmitočet s termočlánkem

Snad nejčastěji měřenou neelektrickou veličinou je teplota a termočlánky stále patří mezi její nejužívanější senzory. Poměrně snadné digitální zpracování analogového signálu ve formě napětí je možné právě po jeho převodu na úměrný kmitočet impulsního signálu.

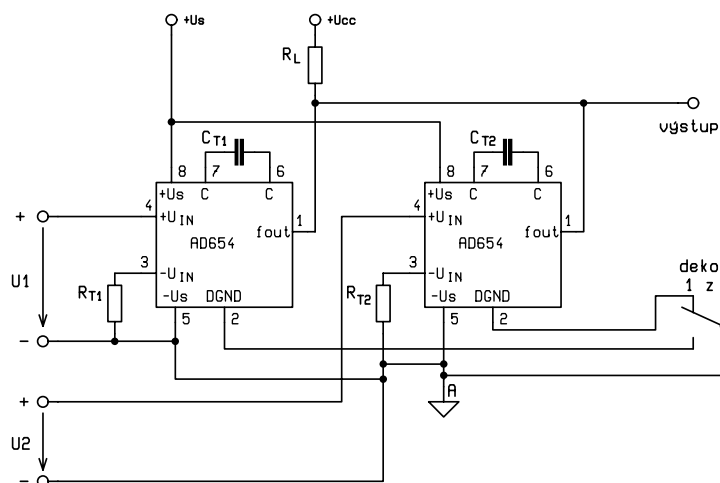


Obr. 15 - Převodník osvětlení na kmitočet s fotodiodou

	R_s	R_L
5 V	0	1 k
10 V	270 Ω	2,2 k
15 V	680 Ω	3,3 k



Obr. 16 - Dvou vodičové připojení vzdáleného převodníku AD654



Obr. 17 - Signálový multiplexer

V tomto případě je tedy potřebný ještě převodník teploty na elektrické napětí. Ani to však není velký problém, firma Analog Devices, abychom zůstali u stejného výrobce, nabízí integrované převodníky AD594 a AD595 pro termočlánky typu J a K, které při teplotách $\pm 100^\circ\text{C}$ poskytují výstupní napětí $\pm 1\text{ V}$. Kompletní zapojení převodníku T/f je na obr. 10. Je v něm využito popsané zapojení převodníku U/f s posunutým základním kmitočtem s nf dolní propustí R1, C1 na vstupu. Při 0°C je podle (2)

teoretický výstupní kmitočť 4574 Hz. Využitím vztahu (3) pro $x=1$, neboť dělič není použit zjistíme, že při $+1\text{ V} \approx +100^\circ\text{C}$ na vstupu 4 obvodu AD654 se výstupní kmitočť zvýší přibližně o 3700 Hz.

Převodník teplota/ kmitočť s polovodičovým senzorem teploty

Pro nižší teploty, přibližně do 150°C , se díky vysoké citlivosti a nízké ceně stále více prosazují polovodičové senzory teploty. Zapojení pro takový senzor, v tomto případě AD592, který pracuje jako teplotou řízený zdroj proudu s citlivostí $1\text{ }\mu\text{A/K}$ je na obr. 11. S uvedenou kapacitou kondenzátoru C_T poskytuje při $298\text{ K} \approx 25^\circ\text{C}$ signál s kmitočtem 2980 Hz, který se s každým 1 K mění o 10 Hz. Nastavení lze provést např. tak, že po vyrovnání teploty senzoru ponořeného do ledové tříště nastavíme úpravou C_T výstupní kmitočť 2730 Hz.

Pokud potřebujeme, aby byl výstupní kmitočť úměrný teplotě v $^\circ\text{C}$, lze použít zapojení podle obr.

12. Přivedením proudu $I_{\text{OFF}} = 273\text{ }\mu\text{A}$ získaného z referenčního zdroje napětí 1 V IO3 pomocí rezistoru R4 a trimru R3 k vývodu 3, k němuž je připojen i proudový senzor teploty IO2 s citlivostí $1\text{ }\mu\text{A/K}$, je docíleno toho, že proud z 3 je $I_T - I_{\text{OFF}}$. Pro výstupní kmitočť nad teplotou 0°C pak bude platit:

$$f = \frac{I_T - I_{\text{OFF}}}{10 \cdot C_T}$$

Při 25°C bude výstupní kmitočť 2500 Hz a citlivost je tedy $100\text{ Hz}/^\circ\text{C}$. Obvod lze nastavit po ponoření senzoru do vroucí vody (100°C) úpravou kapacity C_T trimrem CT_b tak, aby kmitočť byl právě 2500 Hz.

Převodník

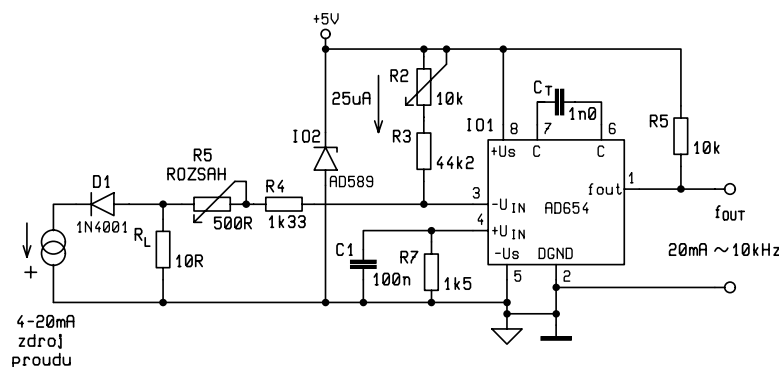
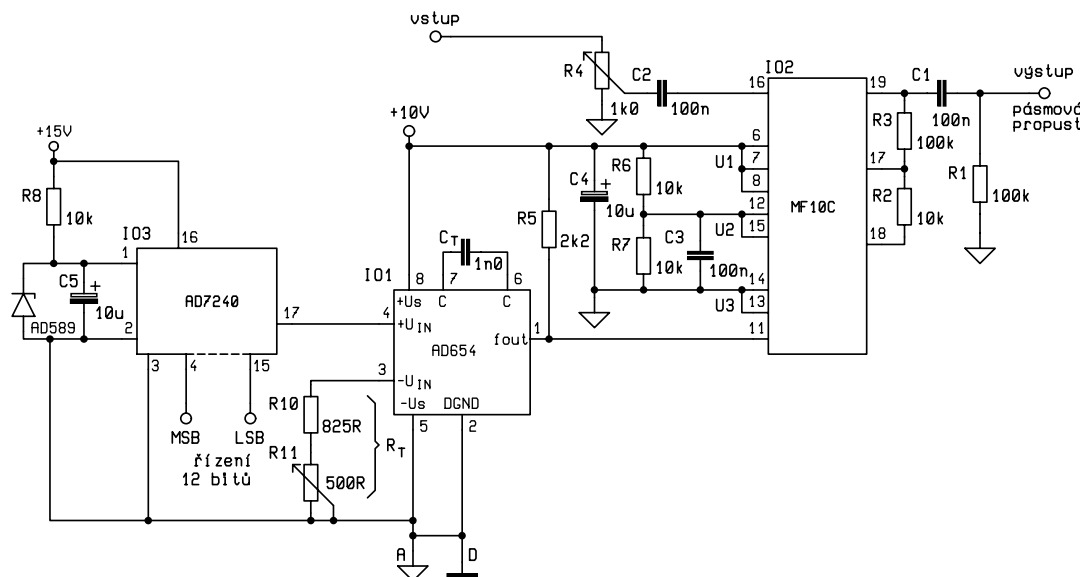
k potenciometrickému senzoru polohy

Ani další aplikace není příliš odtržená od technické praxe. Potenciometrické snímače polohy nebo úhlu natočení jsou pro měření těchto mechanických veličin poměrně rozšířené. I v tomto případě může AD654 pomoci. Jednoduché zapojení pro tento účel je na obr. 13. Snímací potenciometr je napájen stabilním napětím 1 V , které poskytne referenční zdroj AD589 a napětí z jezdce potenciometru je přímo úměrné jeho poloze $0 < \alpha < 1$. Pro odpor potenciometru do $50\text{ k}\Omega$ lze očekávat,

že nelinearitu převodu určuje základní nelinearita AD654, tedy nejvýše $0,1\%$. Pak se již začíná, především okolo středu dráhy, výrazněji projevovat vliv zátěže potenciometru vstupním odporem AD654. Pro $\alpha=1$ je možno výstupní kmitočť nastavit trimrem R2, v daném případě na 250 kHz .

Připojení fototranzistoru a fotodiody

K AD654 lze snadno připojit i fototranzistory a fotodiody a měřit tak i světelné veličiny. V případě fototranzistoru lze využít zapojení uvedené na obr. 14. Kolektorové napětí


Obr. 18 - Převodník signálu $4 \div 20\text{ mA} / 0 \div 10\text{ kHz}$


Obr. 19 - Číslicově laděná pásmová propust se spínanými kondenzátory

je určeno výstupním napětím děliče R1/R2. Fotoproud I_F je převeden na výstupní kmitočet podle vztahu $f = I_F / (10 \times C_T)$. S hodnotami v obrázku je pro $I_F = 1 \text{ mA}$ výstupní kmitočet 100 kHz. Nastavení je možné sestavením C_T z pevného kondenzátoru a kapacitního trimru. Pokud bude senzorem odporová fotodiody, stačí v zapojení na obr. 14 nahradit fototranzistor fotodiodou s katodou na místě kolektoru. V případě hradlové fotodiody, která je aktivním senzorem (poskytuje při osvětlení elektrické napětí) je použitelné zapojení na obr. 15 ještě jednodušší. Fotodiody pracuje prakticky dokrátka a při proudu $I_F = 100 \text{ }\mu\text{A}$ bude výstupní kmitočet 10 kHz.

Dvou vodičové připojení převodníku U/f

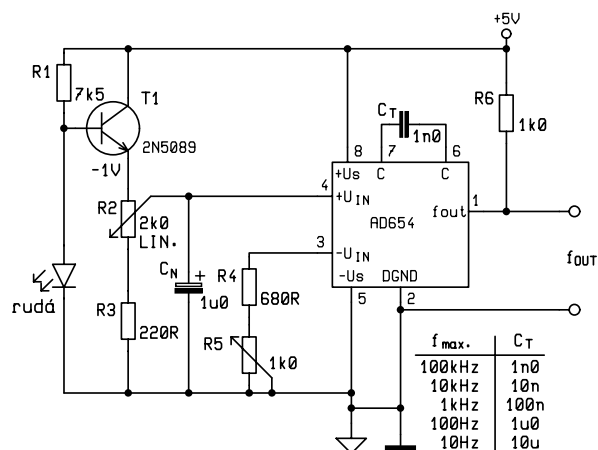
Při dálkovém měření je velmi výhodné, postačí-li pro napájení i přenos výstupního signálu jen zkroucený dvou vodič. Jedno možné řešení je na obr. 16. Jeho výhodou je vedle jednoduchosti také možnost připojení různých logických systémů. Kladné napájecí napětí je přiváděno přes rezistor R1. Jeho odpor je třeba volit tak, aby při klidovém napájecím proudu AD654 na něm vznikl úbytek nižší než napětí U_{BE} tranzistoru T1. Při funkci převodníku proud kolísá v rytmu aktuálního kmitočtu a spínáním výstupu 1 dochází k tomu, že přitom úbytek na R1 překračuje U_{BE} , T1 se periodicky otevírá a tak je na jeho kolektoru regenerován pravouhlý výstup AD654. Na výstup děliče RS/R2 lze připojit jeden vstup TTL, přímo na kolektoru T1 pak vstupy logických obvodů CMOS. Na tabulce u obrázku jsou uvedeny vhodné hodnoty R_L a R_S pro různá napájecí napětí U_S . Je třeba pamatovat, že nejen napájení AD654 je vzhledem k U_S nižší o $U_{BE} \approx 0,7 \text{ V}$ a o úbytek na vedení, ale že se tím zmenší i rozsah vstupního napětí, sice při $U_S = 5 \text{ V}$ na $\approx 0,3 \text{ V}$. Při použití tohoto obvodu je účelné počítat s maximálním proudem $I_T = 100 \text{ }\mu\text{A}$ a užívat jej pro senzory, které samy mají buď žádnou nebo jen nízkou spotřebu, která by neměla příliš kolísat.

Signálový multiplex pro systém sběru dat

V předchozím textu jsme viděli, že s pomocí převodníku U/f lze převést různé analogové signály na signál, který má jako měřenosnou veličinu kmitočet. Pokud bude v nějakém případě třeba měřit více analogových veličin najednou, není třeba, nejdříve-li se o rychle proměnné veličiny, zpracovávat měřené kanály současně, ale jeden po druhém. Postačí nám tak jeden vyhodnocovací systém se vstupním digitálním multiplexerem, což může být v řadě případů nejen ekonomičtější, ale i méně zatíženo chybami, než multiplexovat analogové vstupy na jeden AD654. Ideové řešení znázorňuje obr. 17. Dekodér "1 z n", kde n je počet měřených kanálů a tedy i AD564, které mají společný zdvihadací rezistor R_L , volí příslušný převodník tak, že spojí emitor jeho výstupního tranzistoru s logickou zemí systému. Napájecí napětí $+U_S$ je třeba volit tak, aby odpovídalo největšímu ze vstupních napětí a U_{CC} příslušnému logickému systému.

Převod signálu 4 – 20 mA na kmitočet

Tzv. proudová smyčka je rozšířený způsob přenosu signálů při průmyslovém měření. Její výhodou, vedle snadného zjištění jejího přerušení (při jakékoli hodnotě měřené veličiny by měl smyčkou téci proud), je možnost přenosu na velké vzdálenosti. I takový signál lze poměrně snadno převést na kmitočet. Nasadíme je způsob znázorněný v zapojení na obr. 18, kdy je proud 4 – 20 mA nejprve převeden pomocí přesného rezistoru na napětí 40 – 200 mV. Toto napětí je dále převedeno na kmitočet, přičemž je současně proveden kmitočtový posun tak, aby při 4 mA a tedy úbytku na $R_L = 40 \text{ mV}$ byl kmitočet nulový. To je úkolem trimru R2 a rezistoru



Obr. 20 - Generátor hodinových impulzů s manuálním laděním kmitočtu

R3, které přivádějí proud opačného směru z referenčního zdroje IO2.

Převodní konstanta je určena rezistorem R4, trimrem R5 a kapacitou kondenzátoru C_T . Požadujeme-li, aby při změně napětí na R_L o 160 mV se výstupní kmitočet změnil o 10 kHz, musí být platit:

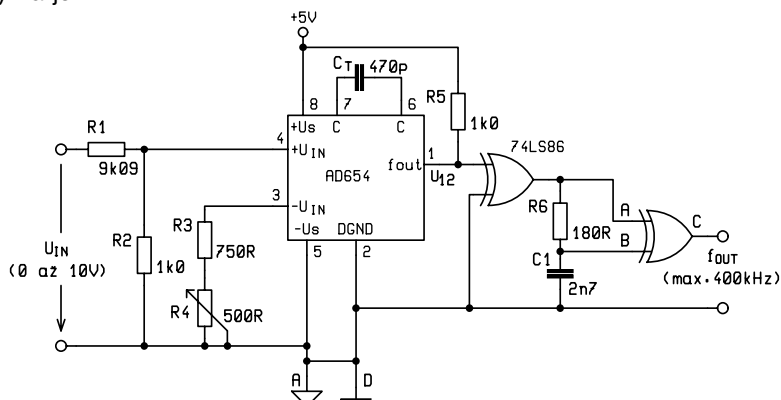
$$R_4 + R_5 = \frac{U_{IN}}{10 \cdot f \cdot C_T} = \frac{0,16}{10^5 \cdot 10^{-9}} = 1600 \text{ }\Omega$$

Odpor $R_2 + R_3$ určíme tak, aby při úbytku 40 mV na R_L bylo na vstupu 3 IO1 napětí U_3 rovné 0:

$$U_3 = 1235 \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} - 40 \cdot \frac{R_2 + R_3}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} = 0$$

$$\Rightarrow (R_2 + R_3) \approx 31 \cdot (R_4 + R_5) = 49,6 \text{ k}\Omega$$

Nastavení se provede tak, že při proudu 20 mA přivedeném v naznačeném směru na R_L se trimrem R5 nastaví výstupní kmitočet na 10 kHz. Poté se proud sníží na 4 mA a pokud není kmitočet nulový, provede se úprava trimrem R2. Vzhledem k tomu, že se oba nastavovací prvky ovlivňují, je třeba nastavení alespoň jednou opakovat. Dioda D1 není nutná, jestliže je vstupní proud přiveden se správnou polaritou.



Obr. 21 - Výstupní kmitočet AD654 lze snadno zdvojnásobit

Digitálně laditelný filtr se spínanými kondenzátory

Integrované filtry se spínanými kondenzátory jsou stále oblíbenějším prostředkem k odstranění nebo výběru určité části kmitočtového spektra signálu. Nepotřebují vnější kondenzátory a k jejich přeladění stačí změnit hodinový kmitočet. I v tomto případě může být, jak ukazuje zapojení na obr. 19, platnou částí digitálně laděného filtru převodník napětí/kmitočet. Samotný filtr je vytvořen pomocí CMOS IO od National Semiconductor s typovým označením MF10C, který je v tomto případě zapojen jako pásmová propust se ziskem a činitelem jakosti určeným poměrem rezistorů $R3/R2$. Střední kmitočet propusti je $f_{CLK}/100$.

Právě vytváření proměnného kmitočtu f_{CLK} je úkolem AD654, jehož vstupní napětí přichází z 12-bitového Č/A převodníku. To umožňuje programovat střední kmitočet filtru v dynamickém rozsahu $2^{12}:1$ (4096:1). Nastavení výstupního kmitočtu převodníku U/f, který má na výstupu 10 V pravoúhlé impulzy lze provést při "samých jednotkách" na vstupech IO3 trimrem R1 tak, aby hodinový kmitočet byl 100 kHz a střední kmitočet pásmové propusti tudíž 1 kHz.

Manuálně laděný hodinový generátor

Pokud by bylo v nějakém případě přece jen vhodnější manuální nastavování hodinového kmitočtu pomocí potenciometru a to nejen pro účely filtrace, lze vytvořit generátor hodinových impulsů např. podle obr. 20 Jeho výstupní kmitočet lze měnit potenciometrem R2 v rozsahu 10:1. K přesnému nastavení

vení kmitočtu slouží trimr R5. Zajímavé je i použití svítivé diody jako prvku stabilizujícího řídicí napětí 1 V. V případě nejvyšší kapacity lze použít pro C_T antiparalelní zapojení dvou elektrolytických kondenzátorů.

Zdvojování kmitočtu

Jednoduchým trikem lze zvýšit na dvojnásobek výstupní kmitočet převodníku U/f (10 V/ 200 kHz) doplněním základního obvodu o dvě hradla EX-OR a RC článek podle obr. 21, kde je původní maximální kmitočet 200 kHz zvýšen na 400 kHz. Funkci objasní připojený časový diagram signálů. Následný obvod by měl vyhodnocovat náběžné hrany výstupních impulsů, které vznikají rovnoměrně s každou půlperiodou vstupního signálu zdvojovače.

Závěr

V [2] nalezne zájemce ještě několik inspirativních zapojení – galvanicky oddělený převodník pro měření proudu do síťového spotřebiče, monitory napětí a proudu napájecích zdrojů, funkční generátor trojúhelníkového a sinusového průběhu a další varianty popsaných zapojení. V případě možnosti přístupu k internetu lze tuto literaturu získat na adrese <http://www.analog.com>.

Literatura

[1] J. Humlhans *Převodníky napětí na kmitočet II. Rádio plus KTE č. 3/2000, s. 28 - 31*

[2] W. Jung: *Operation and Applications of the AD654 IC V-to-F Converter. Application Note AN-278. Analog Devices.*

REKLAMNÍ PLOCHA

REKLAMNÍ PLOCHA

Nové spreje pro použití v elektronice a elektromechanické montáži

Ing. Pavel Kozelka, ELCHEMCo s.r.o.; www.elchemco.cz; elchemco@elchemco.cz

DRY FILM ANTI-STICK SPRAY/2 (400 ml)

Speciální povrchový povlak se špičkovými antilepivými a mazacími vlastnostmi. Obsahuje PTFE (polytetrafluorethylen – TEFLON). Nezanechává skvrny. Používá se tam, kde není možno použít přípravky na bázi silikonů. Ideální pro použití v potravinářském, papírenském, textilním a plastikářském průmyslu. Suchý film výrazně snižuje tření, nepůsobí na něj voda, olej nebo rozpouštědla. Výrobek je také vhodný pro použití jako separátor na výlisky. Ty je potom možno bez problémů barvit či pokovovat. Výrazně usnadňuje také navlékání O-kroužků a podobných dílů. Zabraňuje ulpění pájky na kovovém povrchu. Je použitelný v elektrotechnice jako antitracking přípravek (zabraňuje vytváření vodivých cestiček na povrchu izolantu). Dále bylo ověřeno jeho použití jako separátoru při výrobě forem ze silikonových kaučuků a při odlévání polyuretanů.

SILICON GREASE 70 (200 ml) silikonový olej

Víceúčelový mazací, isolační a ochranný přípravek. Tvoří jemný, netavící se povlak s vysokou povrchovou rezistivitou a špičkovou odolností proti trackingu (zabraňuje vytváření vodivých cestiček na povrchu izolantu) a elektrickému oblouku. Vzhledem ke svým dielektrickým vlastnostem zabraňuje jiskření vysokonapěťových dílů a spojů. Účinný k zvýšení odolnosti proti vlhkosti. Může být také použit k usnadňování protahování kabelů, pro mazání pomaloběžných soukolí a jiných pohyblivých dílů. Pracovní teplota -50 až -200 °C.

Antistatické čističe pro elektroniku

FOAM CLEANSER 30 (400 ml) antistatický, víceúčelový čistič

Jedinečný antistatický pěnový čistič pro odstraňování ulpělých nečistot ze všech tvrdých povrchů. Pro čištění skříní televizorů, video a audio vybavení, počítačových skříní, hracích automatů, kancelářského vybavení, strojů a v domácnosti. Splňuje evropskou normu EN50081-1 a britskou BS7506-2. Substrát po ošetření přípravkem vykazuje nulovou elektrostatickou aktivitu.

ANTI-STATIC SPRAY 90 (200 ml) antistatický přípravek

Pomáhá chránit elektrická zařízení proti vzniku statické elektřiny. Vytváří ochrannou elektrostatickou vrstvu na elektrických zařízeních a odpuzuje tak prach.



Chrání součástky citlivé na statickou elektřinu. Vhodný pro všechny plasty, zušlechťené kovy a dřevěné povrchy. Může být aplikován na elektronické díly k usnadnění jejich vybalování.

Údržba výpočetní techniky, audio-video zařízení a příslušenství

AERO DUSTER 105 (400 ml) stlačený nehořlavý plyn

Čistící plyn pro účinné odstraňování prachu a obdobných nečistot při údržbě a opravách elektronických a mechanických zařízení. Plyn pod tlakem účinně vyfukuje nečistoty z disketových jednotek, konektorů, potenciometrů, soklů IO, přepínačů, přímých konektorů, audio-video zařízení, hodinových strojů, čteček, tiskáren, psacích strojů, optických zařízení ap. Nehořlavý.

VIDEO 40/2 (200 ml) – rychlý čistič páskových audio- a videohlav

Rychle se odpařující čistič hlav a CD mechanik. Ideální pro odstraňování špíny, prachu a páskových oxidů z audio a video hlav, čímž zdokonaluje frekvenční odezvu, minimalizuje otěr a snižuje šum. Nenašleplá plasty a kaučuk.

SCREEN CLEANER (200 ml) pro údržbu počítačů a kancelářského vybavení

Špičkový čistič prostředek pro obrazovky a sklo. Zajišťuje brilantní odstranění skvrn z počítačových obrazovek, fotokopírek, faxů. Rychle odstraňuje špínu a odpařuje se bezzbytku.

DRIVE CLANER (200 ml) pro údržbu počítačů a kancelářské techniky

Působí preventivně proti poruchám vznikajícím působením prachu a jiných nečistot na diskové mechaniky, mechaniky psacích strojů, tiskáren a páskové hlavy v zařízeních audio, video a camcordérech.

CD 150 (200 ml) – čistič CD disků

Čistič speciálně navržený pro čištění CD disků. Rychle a snadno odstraňuje běžné skvrny jako jsou otisky prstů, prach atd.

GLASS CLEANER 180 (200 ml) univerzální čistič prostředek

K dosažení zářivého povrchu bez skvrn na všech glazovaných a keramických površích. Nezanechává žádné zbytky a je ideální pro čištění televizních obrazovek a počítačových monitorů, fotokopírek, zrcadel, oken, hracích automatů, keramických dlaždic. Parfémovaný.

Speciální spreje

ADHESIVE 120 (500 ml) víceúčelové lepidlo

Trvalé, vysokopevnostní lepidlo. Ideální pro širokou řadu materiálů včetně dřeva, kovů, plastů, kaučuku, skla, papíru, kartonů a plsti. Vhodné pro lepení dílů na TV skříně a reproduxy.

LABEL REMOVER 130 (200 ml) pro rychlé a čisté odstraňování samolepek

Rychlý odstraňovač samolepek a etiket. Pasivuje lepidlo čímž je umožněno čisté a snadné odstranění. Je ideální pro použití na nejrůznějších neabsorbujících površích jako jsou fotokopírky, faxy, počítače, tiskárny, psací stroje, desky, válce, hrací automaty atd. Dále může být použit jako účinný čistič při odstraňování některých inksoustů a barevných skvrn.

REFURB 140 (400 ml) silikonový lak

Vysoce účinný silikonový lak k restaurování a úpravě. Zajišťuje vysoce lesklý povrch v několika vteřinách. Odolný proti manipulaci, otírání, vlhkosti a slunečnímu světlu. Použitelný na TV skříně, reproduktory, automobilovou výbavu.

EXCEL POLISH 80 (200 ml) leštící přípravek

Víceúčelový leštící prostředek na všechny tvrdé povrchy. Obsahuje vosky a silikony pro dosažení vysoce lesklého a trvanlivého povrchu. Ideální pro TV skříně, reproduktory, nábytek, stoly, kovy a plasty.

EASY THAW 190 (200 ml) odmrazovač ledniček, zámků ap.

Pro rychlé odmrazení ledniček a mrazicích boxů. Dále rychle uvolňuje zamrzlé automobilové zámky.

Veškeré uvedené spreje jsou vyráběny britskou firmou AMBERSIL – divize SERVISOL. Tato firma je výrobcem celé řady speciálních chemických přípravků. Je držitelem certifikátů BS EN ISO 9002/1994. Vybrané produkty jsou schváleny organizacemi ROLLS-ROYCE plc AEROSPACE group, UK Ministry of Defence a British Aerospace. Nabízené spreje jsou především určeny pro profesionální použití. Společnost ELCHEMCo s.r.o. je po dohodě s firmou AMBERSIL Ltd. výhradním distributorem těchto sprejů pro Českou a Slovenskou republiku. Další informace týkající se praktické aplikace sprejů, laků pro elektroniku, zalévacích hmot pro elektroniku a pro technologie RP, pájecích přípravků a navazujících chemických výrobků získáte na www.elchemco.cz, příp. na adrese: ELCHEMCo s.r.o., Pražská 16, 102 21 Praha 10, tel.: 02/81017459, fax: 02/81017469, e-mail: elchemco@elchemco.cz.



Scopemetry Fluke 190

Ing. Ladislav Havlík, CSc.

Koncem roku 1999 rozhojnila firma Fluke svoji rodinu lehce přenosných osciloskopů – multimetrů o novou řadu. Jsou to celkem tři přístroje: Fluke 199, 196 a 192, které jsou vzhledově stejné, ale liší se dosti výrazně svými vlastnostmi. Nejdůležitější parametry jsou přehledně seřazeny v tabulce 1 a vzhled Scopemetry ukazuje obrázek 1. Proti předchozím Scopemetrům Fluke 105 (jejichž rozměry jsou 60 × 140 × 275 mm) jsou poněkud větší a to 64 × 169 × 256 mm. Zato mají větší displej 105 × 79 mm proti 65 × 54 mm Scopemetry 105. To je velmi důležité, neboť se významně zlepšila přesnost pozorování průběhů. Vstupy osciloskopu jsou navzájem izolovány. Na konektory přímo jde připojit napětí až 300 V a přes sondy 1000 V.

Vlastnosti osciloskopu

Všechny osciloskopy Fluke řady 190 jsou dvoukanalové. Pro vnější spouštění je určen další vstup. Vazbu je možné volit stejnosměrnou, střídavou nebo vstup uzemnit. Přesnost vertikálních zesilovačů v celém rozsahu 5 mV/díl až 100 V/díl je $\pm (1,5 \% + 0,04 \times \text{rozsah})$.

Časová základna u modelů 199 a 196 má rozsah 5 ns/díl až 5 s/díl, u modelu 192 od 10 ns/díl do 5 s/díl. V režimu *roll* pracuje základna jen je-li přístroj využit v roli zapisovače. Přesnost časové základny je $\pm (0,01 \% \text{ čtené hodnoty} + 1 \text{ bod})$. Maximální roztažení (pouze horizontální) je 8x.

Akviziční módy jsou normálně, auto, jednorázově, průměrování, dosvit. Akvizice lze zastavit (HOLD – obrázek na displeji se nemění) a znovu spustit (RUN).

Spouštění je nastavováno automaticky a plynule, aby zajistilo klidné zobrazení průběhu. Zvolit je možné spouštění na hranu, se zpožděním, na zvolenou délku impulsu. Zobrazit lze i komplexní průběhy, řetězce impulsů nebo televizní signál obvyklých norem NTSC, PAL, PAL+ a SECAM, pole 1 nebo 2, nebo zvolený řádek. Impulzní spouštění jde nastavit pro $<t$, $=t$, $>t$, $\neq t$ s nejmenším krokem 50 ns. Před spuštěním (prettrigger) jde zobrazit 9 dílků a po spuštění (posttrigger) až 1000 dílků – to je 100 displejů za sebou.

Přístroje mají možnost automatického nastavení – AUTOSSET spouštění, ča-

sové základny a vertikální citlivosti jediným povelům. Funkce spoří čas a ušetří ji také začátečníci.

Osciloskopy vždy ukládají do paměti posledních 100 displejů, které po zastavení akvizice můžeme postupně vpřed nebo vzad prohlédnout. Dvakrát 100 displejů je možné trvale uložit pro pozdější použití.

Přestože jsou osciloskopy Fluke 190 lehce přenosné, mají v sobě zabudované četné funkce, jaké nacházíme u stolních přístrojů. Patří mezi ně automatické měření parametrů a kurzory. Z automatického měření je to ss napětí, střídavé napětí, jejich součet, špičková hodnota napětí, maximum a minimum, kmitočet, délka kladné nebo záporné části impulsu, střída, výkon a fáze.

Měření časových úseků usnadňují vertikální úsečkové kurzory. Každý horizontální kurzor – úsečka měří napětí proti střední lince rastru nebo je měřené napětí mezi oběma kurzory.

Nejjemnější krok kurzorů určuje počet bodů displeje (240 × 240 bodů) a činí 0,42 %. Použití kurzorů pro kanál A nebo B je volitelné.

Displej LC má nastavitelný jas, kontrast a zpětné osvětlení. Osciloskopy Fluke 190 jsou napájeny z baterie NiMH po dobu 4 hodin, nebo ze sítě prostřednictvím adaptéru. Baterie i adaptér jsou



v příslušenství přístrojů stejně jako dvě pasivní odporové sondy. Odporové sondy 1 : 10 mají velmi masivní konstrukci.

Osciloskopy mají opticky izolované rozhraní RS-232 určené pro PC nebo tiskárnu (HP Laserjet, Dekjet, Epson FX/LQ, postscript). Do každé z 10 pamětí uložíme 2 průběhy a odpovídající nastavení osciloskopu.

Vlastnosti multimetru

Scopemetry Fluke 190 lze využít nejen jako osciloskopy, ale i jako multimet-



osciloskop FLUKE	199	196	192
kmitočtový rozsah [MHz]	200	100	60
odezva [ns]	1,7	3,5	5,8
počet kanálů	2		
max. vzorkování rychlost [MS/s]	2500	1000	500
délka záznamu [bodů]	1000		
rozlišení [bit]	8		
vertikální citlivost [/díl]	5 mV – 100 V		
vstupní impedance	1 MΩ // 15 pF		
časová základna [/díl]	5 ns – 5 s		10 ns – 5 s

Tab. 1 - Vlastnosti osciloskopů Fluke 190

rozsah displeje	5 000
rozsahy voltmetru	500 mV, 5 V, 50 V, 500 V, 1 000 V
přesnost ss	$\pm (0,5 + 5 \text{ čítanců})$
přesnost stř 15 až 60 Hz	$\pm (1 \% + 10 \text{ čítanců})$
60 Hz až 1kHz	$\pm (2,5 \% + 15 \text{ čítanců})$
rozsahy odporu	500 Ω , 5 k Ω , 50 k Ω , 500 k Ω , 5 M Ω , 30 M Ω
přesnost	$\pm (0,6 \% + 5 \text{ čítanců})$
propojení	zvukový signál pro $<30 \pm 10 \Omega$
diodový test	do 2,8 V
další funkce	
proud	pomocí proudových kleští od 0,1 mV/A do 100 V/A
teplota	pomocí teplotních sond 1 mV/°C nebo 1 mV/°F
vstup	1 M $\Omega \pm 1 \% // 10 \text{ pF} \pm 2 \text{ pF}$

Tab. 2 - Vlastnosti multimetru Fluke 190

ry. Jsou určeny pro měření stejnosměrných i střídavých napětí, odporu a propojení obvodu. Nechybí ani jednoduchý test diod. Pomocí proudových kleští můžeme měřit i proud od stejnosměrného po střídavý, neboť firma Fluke nabízí také proudové sondy s Hallovým generátorem. Prostřednictvím teplotních sond cejchovaných ve °C nebo °F lze měřit teplotu. Vlastnosti multimetru shrnuje tab. 2.

Zapisovač

Pomocí Scopemetrů Fluke 190 je možné nepřetržitě sledovat signály po dobu 11 sekund až 30 hodin. Odpovídající časové rozlišení je 400 μ s, pokud je doba záznamu 11 s a vzroste na 4 s při době záznamu 30 hodin. Tak lze v jediném záznamu v každém kanálu uložit maximálně 27 500 bodů. Každý bod obsahuje minimální i maximální hodnotu. V roli zapisovače pracuje přístroj buď jednorázově, nebo v režimu *roll*, kdy se průběh plynule zprava nasouvá na displej. Podrobnější údaje o zapisovači nalezne čtenář v tab. 3.

Režim trendplot

V režimu *trendplot* může každý z přístrojů Fluke 199, 196 a 192 plynule zaznamenávat průběhy na vstupech A, B a vstupu multimetru. Zaznamenaný počet bodů pro každý vstup je nejvýše 13 500. K analýze průběhů můžeme použít kurzory a až 64 násobný zoom. Časové rozsahy záznamu jsou od 10 s až po 20 min/díl, kdy lze průběh pozorovat na displeji, nebo 10 min až 24 hod/díl se zobrazením přehledu záznamu. Nejrychlejší čtení hodnot je 2,5x za sekundu. Po-

slední rozsah je 8 dní s rozlišením 1 minuty. Záznam každého bodu obsahuje maximální a minimální hodnotu nebo průměrnou hodnotu. Údaj času je buď absolutní, místní čas, nebo čas od doby startu měření.

Všeobecné údaje

Jsou to především největší dovolená napětí. Mezi hrotem sondy a referenčním vodičem je to 1000 V. Totéž napětí může být mezi zemí a kterýmkoli vývodem nebo mezi kterýmikoli dvěma vývody, tedy i na vstupních zdírkách multimetru. Na vstupních konektorech osciloskopu BNC může být přímé napětí 300 V. Vstupy osciloskopu jsou plovoucí.

Vložené baterie jsou nabíjecí a ekologické články NiNH, s nimiž přístroj pracuje plně 4 hodiny. Nabíjecí doba je rovněž 4 hodiny. K nabíjení se používá týž síťový adaptér, jako při provozu ze sítě.



Přístroj má rozměry 256×169×64 mm a jeho hmotnost činí 1,95 kg. Může pracovat v rozsahu teplot 0 až 50 °C, tedy i v těžkých provozech. Pro obsluhu je připraveno celkem 29 tlačítek, ale žádný knoflík. Na obsluhu (zejména na nastavování vertikální citlivosti a posuv stopy) si proto musíme poněkud zvyknout, ale již po krátké době nám ovládání nečiní potíže. Pro přenášení a manipulaci s přístrojem je na levé straně připravena praktická rukojeť, kterou lze snadno přemístit na opačnou stranu tak, aby s přístrojem mohli pohodlně pracovat i leváci. Kromě toho se přístroj v pozorovací poloze udrží pomocí sklopné opěrky ve dně.

Scopemeter Fluke 190 použijeme všude tam, kde potřebujeme provádět náročnější osciloskopická měření v těžkých provozech a zejména nezávisle na síti. Bezpečnost práce násobí plovoucí vstupy osciloskopu.

Přístroj Scopemetr 199 k hodnocení zapůjčila firma Blue Panther s.r.o., oficiální dovozce Fluke, které tímto děkujeme.
Blue Panther s.r.o., Na schůdkách 10, 143 00 Praha 4; tel.: 02/4013240, fax: 02/4025168; e-mail: info@blue-panther.cz; navštivte její domovskou stránku: www.blue-panther.cz.

časová základna	10 ms/díl až 1 min/díl	2 min/díl
zaznamenaný časový úsek	11 s až 15 hod	30 hod
zaznamenané špičky	50 ns	250 ns
vzorkovací rychlost	200 MS/s	4 MS/s
rozlišení	400 μ s až 2 s	4 s
záznam	vstup A, nebo B, nebo A, B	
velikost paměti	27 500 bodů	

Tab. 3 - Vlastnosti zapisovače Fluke 190

Využitie PC a Internetu v praxi elektronika



Jaroslav Huba, pcwork@pobox.sk — 1. časť

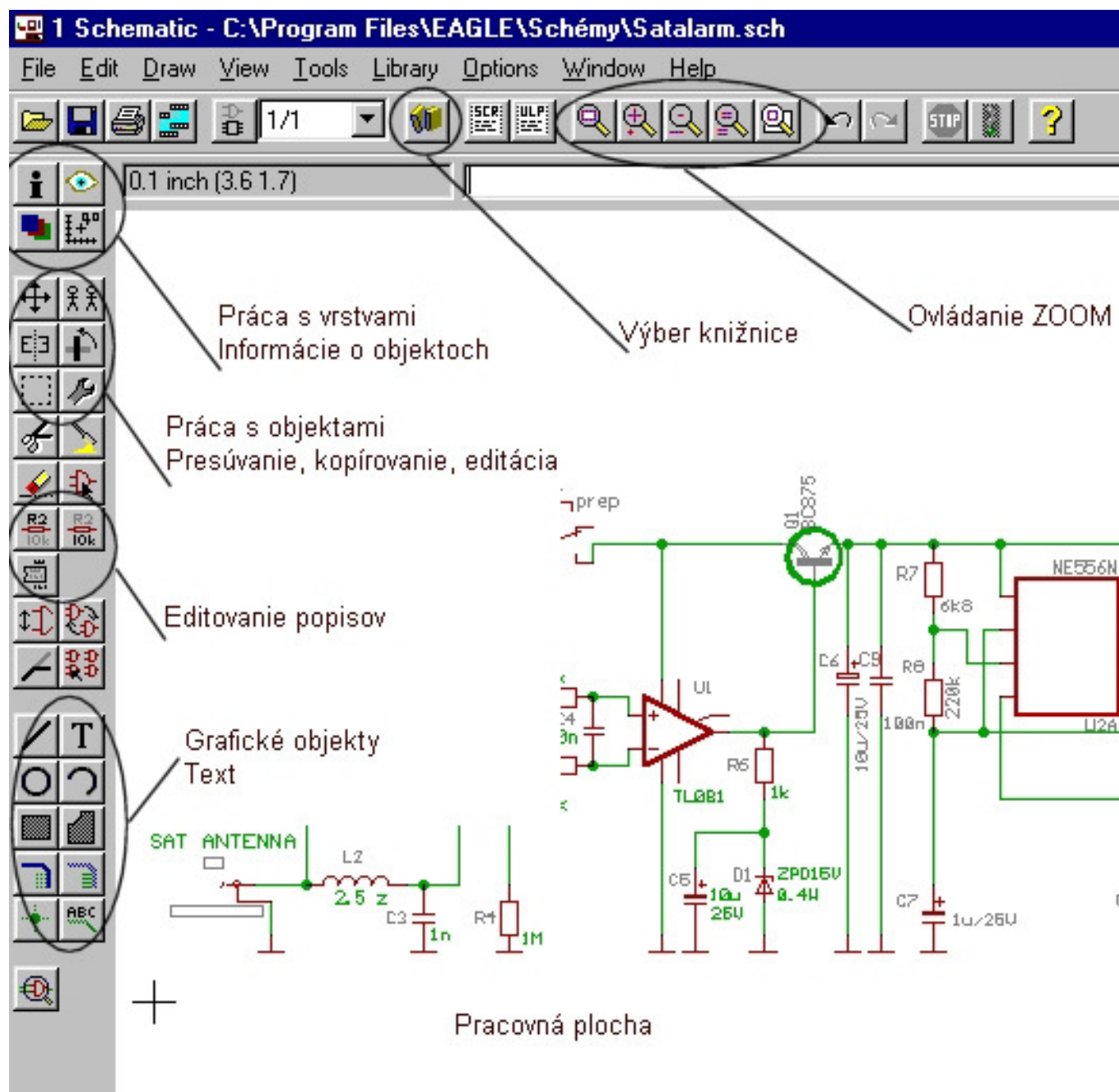
Úvodom

Rozpisovať sa o účelnosti využívania počítača PC pri práci s elektronickými obvodmi a zapojeniami mi pripadá ako nosenie dreva do lesa. Nielen profesionál, ale aj amatér-elektronik už dnes bež-

ne využíva software a hardware osobných počítačov na rozmanité ciele. Či je to kreslenie schém a navrhovanie plošných spojov, simuláciu zapojení, emulovanie činnosti obvodov a pod. Dokonca už existuje mnoho komerčne úspešných

prídavných modulov (PC kariet) ktoré dokážu premeniť počítač na digitálny osciloskop, generátor signálov alebo iné meracie prístroje.

Počítač sa stal skoro neodmysliteľnou súčasťou vybavenia domácnosti a mno-



Obr. 1 - Pohľad na pracovné prostredie editora schém

ho z nich má aj prístup do najväčšieho zdroja informácií súčasnosti – Internetu. K jeho využívaniu má prístup najmä mládež, pre ktorú sa tak podmienky amatérskej elektroniky značne zatraktívili. Dnes nie je problém vyhľadať si potrebné informácie na Internete, komunikovať o svojom probléme so zapojením s kýmkoľvek na tejto planéte (chce to len vedieť anglicky). Taktiež je možné si stiahnuť rôzny software, či už testovací alebo demonštračný, informácie o súčiastkach.

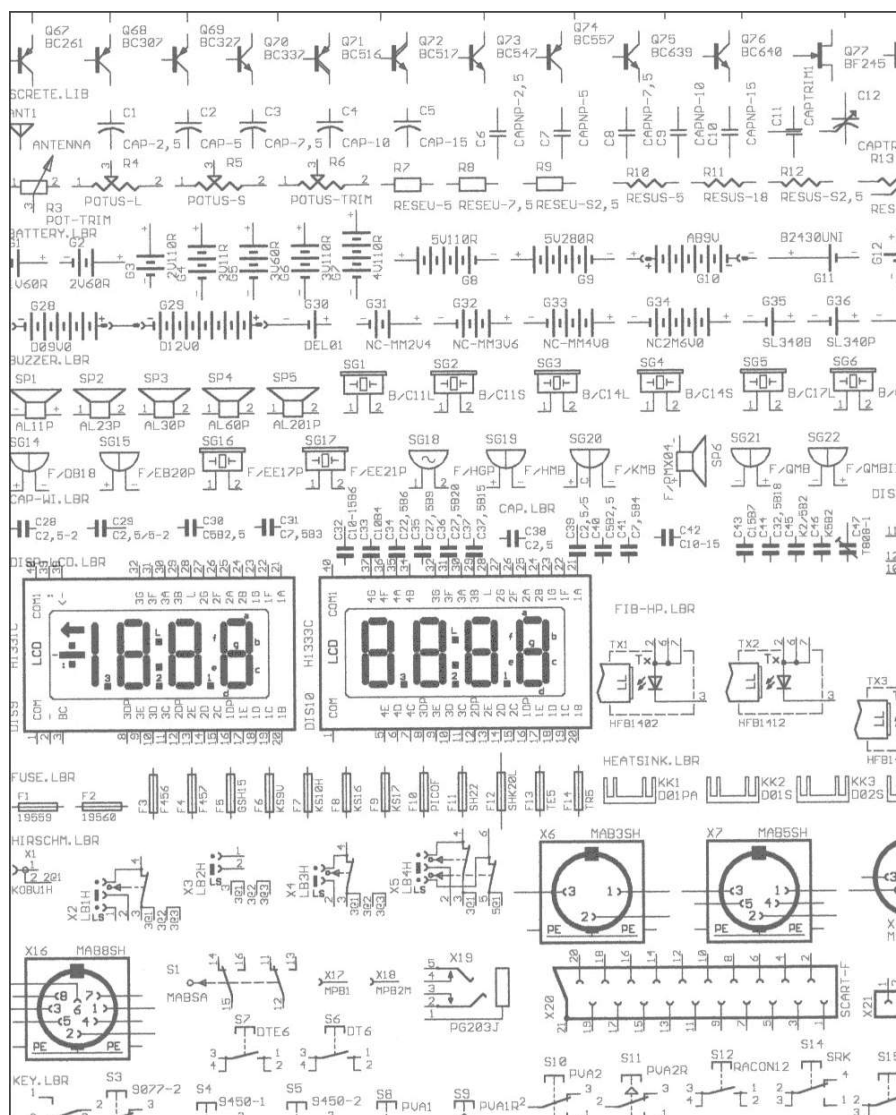
Pre generáciu starších elektrotechnikov to predstavuje naplnenie ich snov, vízií a fantázií. Mnoho z nás tiež už aj naplno využíva tento informačný zdroj či už v práci alebo pri svojom hobby.

Najväčší problém pre väčšinu začínajúcich ale aj pokročilejších návštevníkov "webu" je vyhľadanie požadovaných informácií a stránok.

Vo svojom seriáli som si predsavzal, že sa pokúsím pre čitateľov nášho časopisu Radio plus-KTE urobiť malú exkurziu po stránkach, zapojeniach a software, ktoré je dostupné na Internete. Vychádzal som zo svojho materiálu, ktorý sa mi nazhromaždil počas dvoch rokov brázdienia po sieti a ktorý som si sťahoval preto lebo ma zaujal najmä obsah. Naokoľko sa na webe všetko dynamicky mení, je možné že niektoré odkazy už v čase uverejnenia článku nebudú funkčné. Pre tento prípad odporúčam zájsť si na stránky časopisu www.radioplus.cz, kde nájdete platné odkazy na umiestnenie softwaru a materiálu, o ktorom bude v mojom článku reč. Väčšinu materiálu sa budem snažiť umiestniť na niektorý slovenský alebo český "free" server, aby boli dostupné pre všetkých čitateľov. Ale podme už na vec...

Kreslíš, kreslím, kreslíme...

Ako nadpis napovedá, začneme s popisom software na kreslenie schém a návrh dosiek plošných spojov. Na trhu existuje veľké množstvo profesionálnych programov od renomovaných firiem, ktoré sú však aj patrične drahé. Väčšinou sa jedná o prepracované návrhové systémy ktoré začínajú u editora elektrických schém a končia až pri konečných výstupoch pre zhotovenie profesionálnych dosiek plošných spojov. Medzi najznámejšie systémy patria napr. PADS, OrCAD, EAGLE. A práve pri poslednom menovanom systéme sa pristavíme bližšie. Bez toho, aby som chcel nejakú nadžŕiavať ktorejkoľvek aplikácii, sa mi najviac zapáčila sympatická aktivita výrobcov Eagla, ktorý jeho obmedzenú verziu ponúkajú zadarmo ako freeware. Na Internete nájdeme voľne dostupnú verziu 3.5x, ktorú môžeme využívať na nekomerčné a študijné účely úplne voľ-



Obr. 2 - Podľa tohto obrázku si môžeme urobiť predstavu o kvalite knižníc ponúkaných zo software

ne. Výrobcom je firma CadSoft Computer, Inc. z USA <http://www.cadsoftusa.com>.

Voľná verzia EAGLE v 3.55

Už dlhšiu dobu som hľadal dostupný software na kreslenie jednoduchších schém a prípadné návrhy dosiek plošných spojov pod Windows. Praktické skúsenosti s OrCAD mi pomohli stanoviť si základné kritéria: 1.) jednoduchosť obsluhy, 2.) dostupnosť knižníc nových typov súčiastok a 3.) dostatok odbornej literatúry a návodov.

Vyskúšal som aj český produkt Ferda Mravenec, ale najviac sa mi zapáčil práve EAGLE pre jeho dostupnosť a masívnu podporu knižnicami a literatúrou. Obmedzenia tzv. free verzie sú dosť veľké:

- max. použiteľná plocha dosky plošných spojov je 100 × 80 mm (4 × 3.2 inches);
- je možné navrhovať len dvojvrstvovú dosku plošných spojov;
- editorom schém môžeme súčasne kresliť len jednu schému;

- okrem týchto obmedzení je možné free verziu robiť všetky úkony ako s normálnou, tzn. že môžeme otvoriť, prehliadať a tlačiť aj zapojenia nad obmedzované parametre.

Napriek týmto obmedzeniam sa mi javí tento software ako najvhodnejší pre mládež a začínajúcich v elektronike. Pokiaľ sa v ňom naučíte robiť a zapáči sa vám, môžete si dokúpiť plnú verziu. Pritom sa jedna o ešte cenovo pomerne prístupný produkt aj pre malosériovú výrobu.

V nasledovnej prehľade sú uvedené najzaujímavejšie odkazy na stiahnutie tohto software:

EAGLE verzia 3.55r3 (english, DOS). Inštalácia: vytvorte a nový prázdny podadresár a rozbaľte do neho tento samorozbalovací archív. Potom si prečítajte súbor README.TXT (<ftp://ftp.cadsoft.de/pub/program/ed355r3.exe>). Veľkosť súboru je 3,9 MB!

EAGLE version 3.55r3 (english, Windows95/NT).

Inšalačný program vytvorí kompletne prostredie vo Windows (ftp://ftp.cadsoft.de/pub/program/ew355r3.exe). Velkost je 4,4 MB!

Nová EAGLE verzia 3.55r33 exe pre Windows ktorá má implementované nové funkcie krížových referencií medzi textom a časťami. Rozbalte tento súbor a skopírujte ho do vášho adresára EAGLE. Predtým musíte mať nainštalovaný EAGLE zo súboru ew355r3.exe! (ftp://ftp.cadsoft.de/pub/program/ew355r33.zip). Velkost súboru je 795 kB!

Manuál k programu EAGLE (english) v PDF formáte (ftp://ftp.cadsoft.de/pub/program/manual355-eng.pdf). Velkost 759 kB!

Výuka programu EAGLE (english) v PDF formáte (ftp://ftp.cadsoft.de/pub/program/tutorial-eng.pdf). Velkost súboru je 196 kB!

Knižnice – to najpodstatnejšie!

Kto skúsi niečo vážnejšie navrhnúť pomocou CAD programu, čoskoro zistí že potrebuje mať k dispozícii dostupné knižnice najčastejšie používaných súčiastok. Vytváranie si vlastných knižníc je tou najpomalšou a najhoršou cestou. Vytvárame si tak vlastné nekompatibilné prostredie a pri prípadnej výmene schém s priateľom alebo kolegom, musíme dodatočne exportovať aj tieto vlastné knižnice.

Preto je výhodné používať knižnice rozšírené medzi užívateľmi, ktoré sú voľne dostupné buď od výrobcu programu alebo distribútorových súčiastkových firiem.

Balíky knižníc nájdeme napríklad aj na adrese: ftp://ftp.cadsoft.de/pub/library.

Priamo v inšalačnom balíku však nájdeme dostatok kvalitných symbolov (po rozbalení skoro 10 MB !) ako napríklad: 40XX.LBR, 40XXSMD.LBR, 45XX.LBR, 45XXSMD.LBR, 74XX.LBR, 74XXSMD.LBR, 751XX.LBR, 751XXSMD.LBR, ACL.LBR, BURR.LBR, CON-DIL.LBR, CON-LSTA.LBR, CONNSIMM.LBR, CONQUICK.LBR, CON-RIB.LBR, CON-VG.LBR, DC-DC.LBR, DIL.LBR, DIL-E.LBR, DILSWTCH.LBR, DIODE.LBR, DISCRETE.LBR, DISP-HP.LBR, DISP-LCD.LBR, DRAM.LBR, ECL.LBR, EXAR.LBR, FET.LBR, FIB-HP.LBR, FIB-SI.LBR, FIFO.LBR, FRAMES.LBR, FUJITSU.LBR, FUSE.LBR, HARRIS.LBR, HEATSINK.LBR, HIRSCHM.LBR, HOLES.LBR, IC.LBR, IDTCMOS.LBR, INTEL.LBR, INTELPLD.LBR, JUMPER.LBR, JUMPS.LBR, KEY.LBR, KEYOMRON.LBR, LED.LBR, LINEAR.LBR, M68000.LBR, MARKS.LBR, MAXIM.LBR, MEMHITCH.LBR, MEMNEC.LBR, MEMORY.LBR, MOTOROLA.LBR, NPN.LBR, OPTOCPL.LBR, OPTO-

TRA.LBR, PAL.LBR, PHO500.LBR, PIC.LBR, PLCCPACK.LBR, PNP.LBR, POLCAP.LBR, PTC-NTC.LBR, PTR500.LBR, QUARTZ.LBR, R.LBR, R-DIL.LBR, RECTIF.LBR, RELAIS.LBR, RIBCON.LBR, RIBCON4.LBR, R-PWR.LBR, R-SIL.LBR, SIEMENS.LBR, SMD.LBR, SMD-IC.LBR, SMD-SPC.LBR, SRAM.LBR, SUPPLY1.LBR, SUPPLY2.LBR, SWITCH.LBR, TESTPAD.LBR, TRAFO-B.LBR, TRAFO-E.LBR, TRAFO-R.LBR, TRANS-PW.LBR, TRANS-SM.LBR, TRIAC.LBR, TRIMPOT.LBR, ULN.LBR, VARIST.LBR, V-REG.LBR, WAGO500.LBR, WAGO508.LBR, WIREPAD.LBR, WSIP-SD.LBR, ZILOG.LBR a iné knižnice.

Nemenej zaujímavá je aj možnosť objednať si hotové knižnice podľa katalógu súčiastok firmy GM Electronic za cca 500 Sk. Konštruktér takto dostáva do rúk možnosť navrhovať zariadenie s komponentov bežne dostupných na trhu a nestrácať čas vyhľadávaním ekvivalentov a náhrad.

Verzia Eagle Standard (max. rozmer dosky 160x100 mm) sa predáva v cene 24 000 Kč (editor+autorouter+schema) a plná verzia je k dispozícii za 48 000 Kč (ceny 10/99).

– *nabudúce Circuit Maker, verzia Student* –

Informace o polovodičových součástkách v našich časopisech

Gustav Míl

Dále uvedené informace navazují na články s obdobným názvem, uveřejněné v KTE v č. 7 a 8/94 a č. 4/98. V tomto třetím pokračování jsou uvedeny informace získané nejen z časopisů Rádio plus-KTE a Sdělovací technika, které odebírám, ale i z časopisů Amatérské rádio, řady A i B, Konstrukční elektronika a rádio, Stavebnice a konstrukce a Praktická elektronika a rádio. Za zapůjčení časopisů děkuji redakci KTE. Informace jsou rozděleny do tabulek *Integrované obvody*, *Tranzistory*, *diody* a *optoelektronické součástky* a *Články obsahující informace o skupině součástek*. Přehled zahrnuje období od roku 1996 do začátku roku 2000. Z přehledu však byly vypuštěny informace získané z časopisů KTE a Sdělovací technika z let 1996 a 1997, publikované v Rádio plus-KTE č. 4/98.

Všechny tři tabulky byly zpracovány v prostředí tabulkového procesoru Excel, který je součástí MS Office 97. Uspořádání údajů v prostředí Excel umožňuje provádět na počítači změnu řazení údajů nejen podle názvu typu, jak je to prezentováno v tomto článku, ale i podle druhu integrovaného obvodu nebo názvu časopisu, případně čísla a ročníku časopisu. Excel umožňuje volit současně až tři z těchto kritérií. Excel umožňuje rovněž vyhledat zvolený text (klíčové slovo) nebo zkratku, použitou například ve sloupci popisujícím funkci integrovaného obvodu. Otištěné tabulky jsem v elektronické formě předal redakci KTE pro případné zájemce. (Ti si tento soubor mohou vyžádat, případně zkopírovat z internetových stránek. Plnou verzi získají u autora. Pozn. red.) Při vyhledávání informací v časopisech měly prioritu články zaměřené na hlubší seznámení se součástkou nebo skupinou součástek. Z přehledu byly vypuštěny informace o nejběžnějších obvodech, například operačních zesilovačích, základních TTL a CMOS logických obvodech a často používaných sériových stabilizátorech napětí. Naopak byly do datové báze zařazeny články obsahující pouze aplikaci některých integrovaných obvodů. K tomuto kroku mne vedla vlastní zkušenost, získaná například při opravách elektronických zařízení, nebo studiu schémát, kdy je často známé pouze označení součástky. Články obsahující pouze informace o aplikaci, mají ve sloupci "funkce" za dvojtečkou slovo "aplikace". Informace o způsobu aplikace součástky mohou být však cenné i pro konstruktéry navrhující nová elektronická zařízení. Do datového sou-

boru byly rovněž zařazeny články obsahující pouze prvotní informace o součástce, a to v případě, že se v době publikace článku jednalo o zcela novou a zajímavou součástku.

Zkratky použité v popisu funkce:

zkratka	význam
A/D, D/A	Analogovo-digitální a digitálně analogový (např. převodník)
AKU	Akumulátor (NiCd, NiMH, olověný, atd.)
AM	Amplitudová modulace
BCD	Binárně dekadický kód
BIFET	Operační zesilovač se vstupními tranzistory řízenými polem
BT	Barevná televize
CD	Kompaktní (optický) disk
DC, AC	Stejnoseměrný a střídavý proud
DO	Dálkové ovládání
DTMF	Volba pomocí dvojice tónů (dvoutónová volba)
EPLD	Elektricky programovatelné pole (s log., příp. i analog. prvky)
FM	Kmitočtová (frekvenční) modulace
FSK	Modulace signálu posuvem kmitočtu
IČ	Infračervený
IO	Integrovaný obvod
KO	Klopný obvod
LCD	Součástka s kapalnými krystaly
LED	Polovodičová dioda emitující světelné záření
MF	Mezifrekvence nebo mezifrekvenční
MGF	Magnetofon, magnetofonový
NF	Nízkofrekvenční
OZ	Operační zesilovač
PCM	Pulzní kódová modulace
PLL	Fázový závěs
QPSK	Kvadrurní (čtyřstavová) fázová modulace
RS232	Typ sériového rozhraní
TTL, CMOS	Druhy technologie integrovaných obvodů
TV	Televize, televizní
TVP	Přijímač TV signálu
VCO	Oscilátor s kmitočtem řízeným napětím
VKV	Kmitočtové pásmo velmi krátkých vln

Klíčová slova použitá v popisu funkce

Akcelerometr, binární, budič, časovač, čidlo, čítač, Darlington, dekadický, dekodér, dělič, demodulátor, detektor, dioda, displej, enkodér, filtr, foto, grafický, kapalina, kodér, komandér, komparátor, koprocessor, korekční, korektor, kvaziparalelní, měnič, mikro-počítač, mikroprocesor, mikrořadič, modem, modulátor, monostabilní, multiplexor, násobič, obvod, omezovač, optočlen, oscilátor, ovládání, paměť, podpětí, potenciometr, přepětí, převodník, přijímač, procesor, programovatelný, proudový, řadič, referenční, registr, regulátor, rozhraní, signálový, směšovač, spínač, stabilizátor, stereo, synchronní, syntezátor, teplota, tlak, tranzistor, usměrňovač, video, vysílač, vyzváněcí, Watchdog, zámek, zdroj, zesilovač, zrychlení.

Označení typu součástky ve sloupci "typ"

Typové označení bez mezer a oddělovačů. Proměnné znaky v označení skupiny součástek jsou nahrazeny znakem "x". Mezi jednotlivými typy v řádce je prázdný znak.

Syntaxe značení ve sloupci "funkce"

Druh součástky [: co je v článku o součástce uvedeno]

Jestliže chybí dvojtečka, jedná se o popis součástky s uvedením alespoň hlavních parametrů, případně i s příkladem aplikace. Jestliže za dvojtečkou následuje slovo "aplikace", jedná se o článek, ve kterém je uveden pouze příklad aplikace součástky v zařízení s případným zdůvodňujícím komentářem. Podrobnější parametry součástky ani její vnitřní schéma nejsou v článku uvedeny.

Způsob označení časopisu ve sloupci "časopis"

AR A – Amatérské rádio, řada A (červené)

AR B – Amatérské rádio, řada B (modré), poslední podchycený ročník je 1997

KE – Konstrukční elektronika a rádio (modré)

KTE – Rádio plus-KTE, magazín elektroniky

SK – Stavebnice a konstrukce (žluté)

PE – Praktická elektronika a rádio (červené)

ST – Sdělovací technika: telekomunikace-elektronika-multimédia
př. – Příloha nebo zvláštní číslo časopisu

V posledním sloupci tabulek je měsíc a rok vydání časopisu. U roku je uvedeno pouze poslední dvojčíslí. To znamená, že únor roku 2000 je označen jako II-00.

součástka	obsah článku	časopis	měs/rok
diody	Ochranné diody TRANSIL, TRISIL a TVS tabulky parametrů, vlastností	AR A	IV-96
IO	Nelineární zkreslení a šum OZ různých výrobců	KER	IV-96
IO	Obvody pro regulaci servomotorů RC souprav	KER	V-96
IO	Integrované výkonové zesilovače TBA, TDA, TEA – celé číslo AR	AR B	I-97
IO	Integrované výkonové zesilovače TDA, TEA, LM – celé číslo AR	AR B	II-97
IO	Zajímavé obvody fy HOLTEK (hodinové IO, melodické generátory, IO pro telekomunikace, mikroprocesory, stmívače, senzory, detektory, buzení LED)	KER	VI-97
IO	Obvody pro napájecí zdroje (stabilizátory, regulátory nabíjení AKU)	KER	II-98
IO	IO pro impulzní regulátory napětí	KTE	III-98
IO	Stabilizátory 7800 a 7900 – různá zapojení	KTE	III-98
IO	Obvody pro stabilizaci napětí napájecích zdrojů a regulaci nabíjení AKU	KER	IV-98
IO	Zdroje referenčního napětí – tabulka parametrů, aplikace	KER	IV-98
IO	IO pro impulzní regulátory napětí	KTE	IV-98
IO	IO pro impulzní regulátory a měniče napětí fy MAXIM	KTE	V-98
IO	Mikropočítače monolitické – sériál KTE 5/98 až 2/99	KTE	V-98
IO	IO pro spínané regulátory napětí – tabulka parametrů typů LT a LTCxxx	KTE	VI-98
IO	Integrované sensory teploty	PER př.	XII-98
IO	Obvody pro měření výkonu a energie jedno a třífázové sítě	KER	I-99
IO	Obvody pro indikaci a ochranu při přepětí a podpětí a dohledové obvody	KER	I-99
IO	Mikrokontroléry Motorola No Excuse – 68HC705xxx	ST	X-99
IO	Programovatelná hradlová pole XILING-řada Spartan – popis řady, tabulka typů	ST	I-00
IO	Nové mikrokontroléry s pamětí Flasch – PIC16F87x	ST	II-00
tranzistory	Křemkové tranzistory SMD pro kmitočty 10 GHz a vyšší BFP405, 420 a 450	PE	VII-97
tranzistory	Tranzistorové páry SMD fy Philips	PER	XII-97
tranzistory	Bipolární výkonové tranzistory 2SK1056 až 58	SK	II-00

Tab. 1 - Integrované obvody

druh	typ	funkce	časopis	číslo
diody	STPSxH100xx	shottkyho diody 1 A až 2 × 80 A	KTE	II-00
opto	HCPL0560 HCPL0561	optočlen dvojitý popis, parametry, aplikace	KTE	IX-98
opto	HSDL1001, 1100, 2100	vysílač + přijímač IČ zařízení	KTE	IV-98
opto	LSA70	displej znakový LED, výška 180 mm	ST	IV-99
opto	LSC70	displej znakový LED, výška 180 mm	ST	IV-99
opto	MB130 až M135	parametry optočlenů NDR	AR A	VI-96
opto	SFH506	detektor IR – aplikace pro závoru	KTE	III-98
opto	SFH506	detektor IR – aplikace pro závoru	KTE	IV-98
tranzistory	2SK1056, 57, 58	bipolární výkonové tranzistory	SK	II-00
tranzistory	BFP405 BFP420 BFP450	Si tranzistory pro 10 GHz	PE	VII-97
tranzistory	BUL39D, BUL49D, BUL59	bipolární tranzistory pro elektronické transformátory	KTE	II-00
tranzistory	STP60NS04Z STP80NS04Z	Spínací MOS FET s ochrannými diodami	KTE	X-99

Tab. 2 - Tranzistory, diody a optoelektronické součástky

V příštím čísle uveřejníme tabulku
"Články obsahující informace o skupině součástek"

Malá škola praktické elektroniky

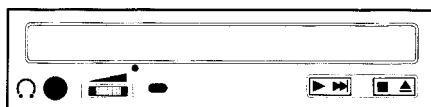
(41. část)

Co se starou CD-ROM?

Klíčová slova: kompaktní disk, CD-ROM, laser, napájecí zdroj

Pokud se vám dostane do ruky vyřazená CD-ROM, je vyřazená asi proto, že

- je opravdu vadná,
- nebo je už pomalá, ale dobrá.



Obr. 1 - Čelní panel CD-ROM

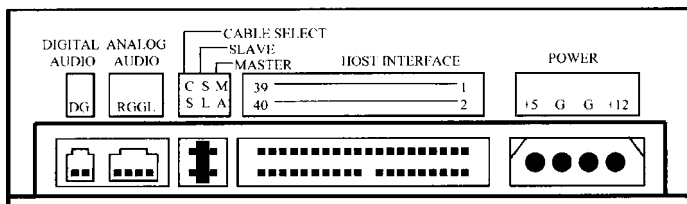
Na první pohled vidíte, že je to plochá uzavřená krabice, na jedné straně má čelní panel (viz obr. 1) uzavřený dvířky výsuvných saní pro vložení CD, tlačítko pro vysouvání a zasouvání saní, vlevo malou zdířku konektoru pro sluchátka a vedle něj okraj zoubkovaného kolečka regulátoru hlasitosti a indikační LED. Novější CD-ROM mají ještě druhé tlačítko pro skokový přechod na další stopy.

Na zadní straně (viz obr. 2) je několik konektorů, u kterých obvykle bývá popis:

- ♦ DC INPUT – napájecí konektor pro 5 V = a 12 V =;
- ♦ 40 pinový dvouřadový konektor pro připojení datové sběrnice, stejný jako u harddisku, označený například HOST INTERFACE nebo ATAPI a podobně;
- ♦ MODE SELECT – tři dvojice propojek označené:

- CS. nebo CSEL;
 - MA. nebo MASTER (stejně jako u harddisku – jestliže je zapojen jako řídící);
 - SL. nebo SLAVE (u harddisku znamená, že je druhý, řízený)
- propojka obvykle bývá na SL, tak jí tam můžeme nechat;

- ♦ DIGITAL AUDIO – dvoupinový konektor, digitální výstup pro další zpracování v PC;
- ♦ AUDIO OUTPUT (L - GND - GND - R) – výstup analogového stereofonního signálu.



Obr. 2 - Konektory na zadní straně CD-ROM

Pokud CD-ROM již v počítači dosloužil a budeme ji chtít zkusit využít jako jednoduchý přehrávač CD se zvukovým záznamem, použijeme pouze jediný konektor – napájení. Napájecí konektor získáme z nějakého vraku PC nebo v nějakém bazaru či firmě, která se zabývá přestavbami PC.

Napájecí zdroj

musí mít obě dvě napětí 12 V = i 5 V =. Obě napětí se musí současně zapnout a také současně vypnout. Pokud připojíte pouze 12 V =, v mechanice to hrozně zavřít, případně vyjedou saně ven, zvenitř se bude ozývat cvakání přeskakování převodů posuvu laserové hlavičky na krajním dorazu. Tak byste si mechaniku mohli zničit. Můžeme použít napájecí zdroj z PC, nebo zdroj můžeme s našimi znalostmi vyrobit. Velikosti proudů najdete na typovém štítku CD-ROM. Na štítcích namátkou vybraných CD-ROM (viz obr. 3) jsou tato údaje:

MODEL NO.: CD-767E
EXTENSION NO.: 02BA
DC RATING: +5V = 900mA
+12V = 1500mA
MFG. DATE: JULY 1996
MFG. BY: Acer Inc.

Obr. 3 - Typový štítek s uvedením napájecích napětí

CD-767E Acer
5 V = / 900 mA
12 V = / 1500 mA

CDR-130A NEC
5 V = / 0,9 A
12 V = / 1,2 A

Na některých je uvedeno jenom napětí, vypalovačka CDR má uveden příkon 11 W.

V návodu ke stavbě zdroje pro CD-ROM v KTE č. 11/96 na str. 271 – 274 je uváděné napájecí napětí CD-ROM 5 V / 0,6 A a 12 V / 0,7 A.

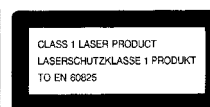
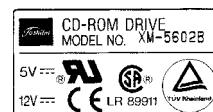
Při měření různých CD byl odběr proudu u 5 V jen asi 300 až 400 mA a u 12 V při rozjezdu motorku asi 800 mA a pak při rovnoměrných otáčkách disku asi 300 mA. Takže lze předpokládat, že

ani vaše CD-ROM nebude mít odběr větší než 1 A a tudíž je možno použít obvyklé stabilizátory typu 7805 a 7812, které je možno použít až do odběru proudu 1 A, (vyšší proud vestavěná elektronická pojistka omezí a napětí klesá).

Obě dvě napětí je třeba zapínat a vypínat současně, nejlépe dvojčlenným vypínačem na výstupu zdroje. Při vypnutí zdroje síťovým vypínačem zůstávají nabitě elektrolytické kondenzátory ve zdroji a na některém z výstupů může napětí zůstat o chvilku déle než na druhém. Kdo chce mít jistotu, může si zkonstruovat obvod, který bude hlídat přítomnost obou napětí a při poklesu jednoho z nich obě dvě vypne.

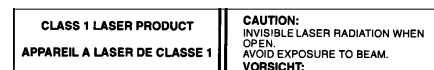
Jazykový koutek

Cédéčko je podstatné jméno rodu středního, běžně skloňované podle vzoru město a v češtině úplně zdomácnělo.



Obr. 4 - Značky zaručující bezpečné provedení a označení laseru 1. třídy

C znamená slovo COMPACT – kompaktní, celistvý, a bylo použito nejdříve u kompaktních kazet magnetofonových pásek, se kterými se na rozdíl od pásky na cívkách báječně zachází, jsou to ty známé kazety, označované CC (ale toho si všimá málokdo). Když Philips přišel se svým

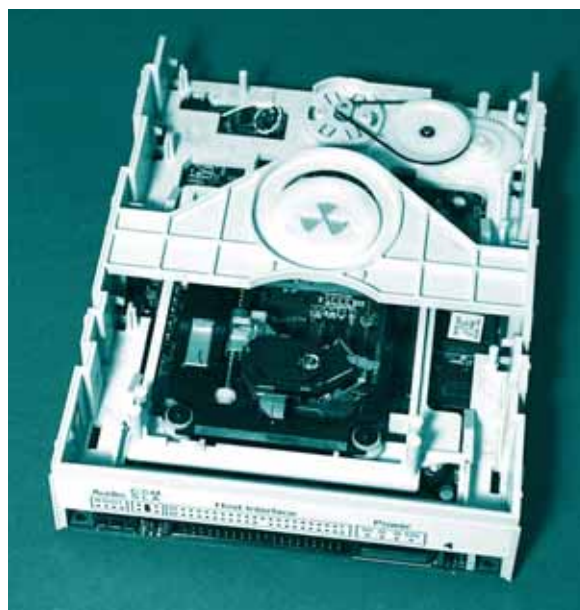
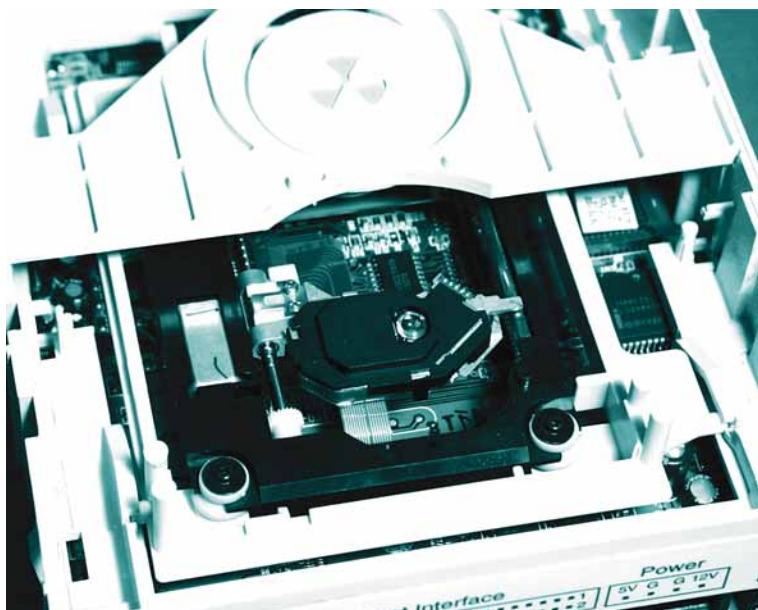


Obr. 5 - značka – pozor neviditelné záření

záznamem na optický disk, dostal označení CD – compact disc. To není chyba, ve slově disc je opravdu „c“.

DISK je disk pro magnetický záznam – harddisk, floppydisk a DISC i s typickým tvarem písma a logem je disk pro optický záznam.

První byl záznam hudby a záhy se přišlo na možnost zaznamenávat místo hudby i počítačová data, tedy COMPUTER DATA, a tak vznikl disk CD-ROM. Zkratka ROM znamená, že je to médium, které slouží k uložení počítačových dat pouze pro čtení – „read only memory“.



Detailní fotografie části s optikou a ukrytou laserovou diodou plus celkový pohled ze zadní strany

Naše cédéčko s nahrávkami hudby je technicky označované jako CD-DA, kde DA znamená DIGITAL AUDIO, protože záznam na rozdíl od gramofonové desky nebo magnetofonového záznamu je proveden digitalizací, tedy převodem zvukového – audio signálu vzorkováním s kmitočtem 44,1 kHz a 16-bitovým převodem a dalším velice důmyslným zpracováním do digitálního tvaru a pak zaznamenán vypálením do disku. Výroba disku by byla na dlouhé povídání, nás zajímá to, že jednotka CD-ROM, ve které lze přehrávat CD s počítačovými daty, může přehrávat i běžná CD s hudbou. Proto je na předním panelu konektor pro sluchátka a regulátor hlasitosti.

Zesilovač

Zesilovač pro tuto jednotku by měl být stereofonní a měl by mít vstupní citlivost

takovou, aby ho bylo možno vybudit výstupním napětím pro sluchátka, tedy asi od 100 mV. To už jsme počítali, uvažujeme-li například výkon do sluchátek 1 mW a impedanci sluchátek například 16 Ω , ale to už je jiná kapitola. Pro běžné poklidné hraní stačí například maličký zesilovač s TDA2822M publikovaný v č. 2/99 na str. 6, 7 jako stavebnice č. 396 (lze objednat v redakci). Nepotřebujete regulátor hlasitosti, protože ten je už na předním panelu CD-ROM. K napájení stačí adaptér.

Výstupní úroveň linkového výstupu bývá 0 dB, tedy 0,775 V, a pokud má zesilovač větší citlivost, je nutno na vstupu přidat dělič napětí tvořený rezistorem a potenciometrem.

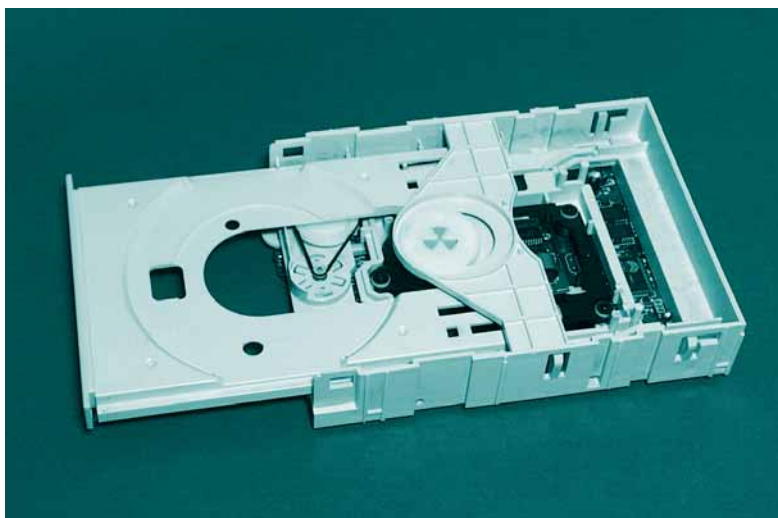
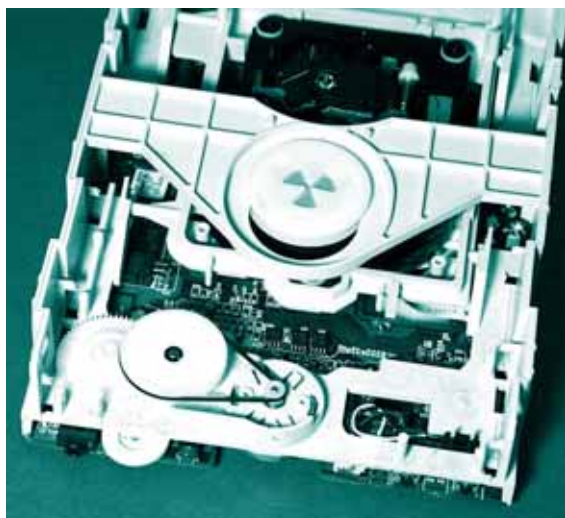
Pokud si chcete z CD-ROM udělat přehrávač na CD, vyplatí se vám udělat si do jednoho zařízení

- zdroj pro CD-ROM
- i zdroj pro zesilovač a ještě vestavět
- i stereofonní zesilovač.

Může vás napadnout otázka: proč bych měl dělat přehrávač z CD-ROM, když ho mám v počítači? Proč ne? Když máte fungující dobrou CD-ROM, její příkon i s příkonem zesilovače bude tak do 10 W, počítač i s monitorem má příkon mnohonásobně větší – stovky wattů.

Pozor!

Na CD-ROM je spousta různých typových štítků (viz obr. 4 a 5) a výrazný žlutý štítek CLASS 1 LASER PRODUCT. Zvláště v návodu k tzv. "vypalovačce" CD-ROM je zdůrazněno, že nemáte snímat kryt, protože uvnitř je laser. Požadavky k zajištění bezpečnosti při práci s laserem stanoví vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce č. 124/1982 Sb. Do třídy 1



Vlevo část s poháněcí mechanikou, vpravo celkový pohled

patří lasery, u kterých nejvyšší výkon záření nepřevyšuje nejvyšší přípustné hodnoty (není nebezpečný lidským očím), ale také všechny plně zakrytované lasery, jejichž kryt je upraven tak, aby jej nebylo možno otevřít bez pomoci nástrojů a aby při jeho otevření došlo k přerušení chodu laseru. Na štítcích CD-ROM najdete i další značky zaručující bezpečnost a shodu s mezinárodními standardy, např. IEC 825: 1993 – Safety of laser products, značku CE atd.

Druhy CD

(Podle Dr. Bernarda Steinbrinka)

Zvuková CD měla od r. 1982 na trhu velký úspěch, počítačový průmysl zjistil, že velké množství digitálních audio dat může být nahrazeno digitálními počítačovými daty. Tak se zrodil CD-ROM. Základem byla Červená kniha (Philips/Sony 1982) ve které definuje Audio CD (CD-DA), specifikace CD-ROM byla uvedena ve Žluté knize (1984), pro použití zvukového záznamu, video záznamu a animací v programech (čemuž dnes říkáme multimedia) musela být rozšířena. Tak byl

v Zelené knize (1987) definován *Compact Disc – interactive* (CD-i). Interaktivní programy mohou být spouštěny pouze na počítačích nebo přehrávačích CD-i.

Nejznámější cédéčko – Audio CD (CD-DA) je určeno pro záznam a lze je přehrávat na přehrávačích CD a na CD-ROM. Zvukový záznam je také na CD – *Mixed Mode* – se smíšeným záznamem. Zde jsou data uložena na první stopě (první na řadě při přehrávání) a na dalších stopách je zvukový záznam. Moderní přehrávače první stopu umlčí, zatímco starší přehrávače se snaží přehrávat i první stopu, což se projeví hlasitým pištěním, které však může zničit reproduktory nebo zesilovač. Aby se tomu předešlo, byl v roce 1996 představen nový systém nazývaný CD-Extra (známý i pod názvy CD-Plus, *Enhanced CD* nebo *multisession*), definovaný firmami Philips a Sony v Modré knize. Na tento disk by se přednostně mělo hledět jako na audio CD, který výhodně poskytuje nevyužitý prostor na většině audio CD pro přídatné informace, které mohou být interpretovány jednotkami CD-ROM a multimediálními počítači.

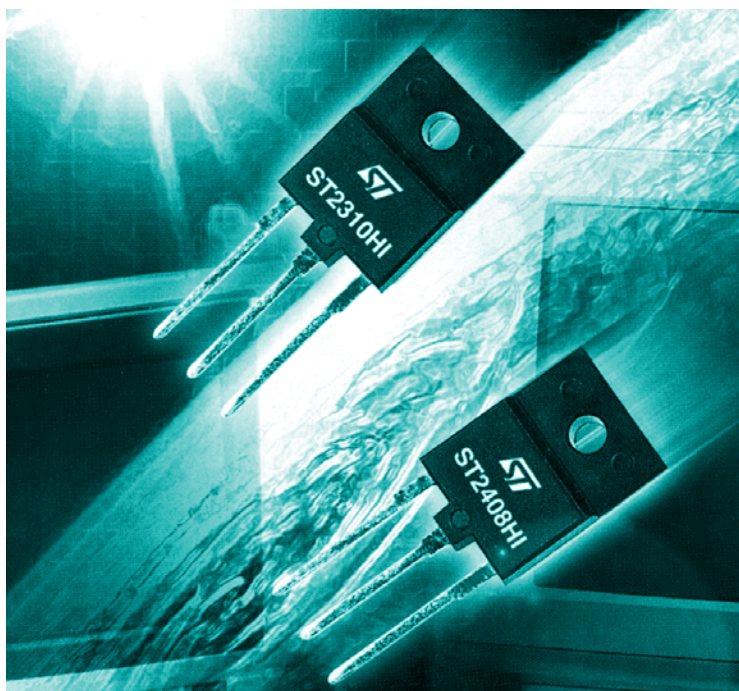
Pozor, zvukový záznam je na prvních stopách a počítačová data jsou na konci. I když nově audio přehrávače data umlčí, ostatní je budou chtít přehrávat jako zvukový záznam a opět může dojít ke zničení k zesilovači a reproduktorů. Protože audio přehrávače jsou schopné přehrávat pouze stopy prvního záznamu na CD, budou hrát vždy, když najdou první záznam. Ale řadič CD-ROM, která je schopná přehrávat CD-Extra, se vždy nejdříve podívá na poslední záznam na CD (na datovou část) a začne ji číst dřív, než začne cokoli dělat s prvním audiozáznamem.

Odkazy na literaturu:

- [1] *Manuál k CD-ROM ATAPI/E-IDE*
- [2] Vrbová, Jelínková, Gavrilov – *Úvod do laserové techniky*, ČVUT Praha 1994
- [3] Henderson – *A guide to laser safety*, Chapman & Hall, 1997
- [4] *Manuál k CRW4416SX Yamaha*
- [5] *Manuál k CRW6416S Yamaha*
- [6] *WinOnCD 3.6 – manuál k softwaru CeQuadrat*
- [7] *R+KTE 2/99 str. 6, 7 – Zesilovač s TDA2822M*

Výkonové bipolární tranzistory od firmy SGS-Thomson

Jedna se o novou generaci tranzistorů pro vychylovací obvody obrazovek. Navíc k již zavedeným a neustále rozšiřovaným řadám tranzistorů, založených na multiepitaxní mesa technologii, jež se stále vyrábějí (řady BUH, THD a BU), byla do výroby zavedena nová řada tranzistorů (STXXXX) využívající technologie difuzního kolektoru, která dále rozšíří skupinu tranzistorů, které jsou určeny speciálně pro obvody vodovodného vychylování obrazovek televizorů a monitorů.



Nová řada má charakteristiky velmi podobné charakteristikám tranzistorů pro vychylovací obvody konkurenčních výrobců a to zejména díky stejnému křemíkovému substrátu použitého při výrobě. Technologie difuzního kolektoru používá nový způsob zaoblení hran označovaný jako struktura VLD, které přispívá ke značnému zmenšení pravděpodobnosti povrchového průrazu čipu a značně zvětšuje odolnost a spolehlivost součástky.

Vlastnosti:

- vysoká slučitelnost s průmyslovým standardem;
- zvýšená odolnost;
- malý rozptyl zesílení h_{FE} ;
- krátká doba sepnutí;
- malé napětí v sepnutém stavu $V_{CE(SAT)}$;
- pouzdro ISOWATT218 s úzkými vývody;
- optimalizovaný výrobní postup.

Výhody:

- snadná přímá náhrada, i použití v nových konstrukcích;
- vysoká spolehlivost systému;
- stabilní parametry, nezávislé na změnách budičeho obvodu báze;

typ	typické použití	hlavní konkurenční typy
ST1802HI	barevné televizní obrazovky < 25" (63 cm) 14" (36cm) obrazovky pro monitory	S2000N, BU2508A, BU4508, 2SD1710, KSC5076
ST1803DHI *	barevné televizní obrazovky < 21" (53 cm)	2SD1555, S2055N, 2SD2499, BU2508D, BU2508D, BU4508D, 2SD1878, KSC5086
ST2001HI	14"/15" (36/38cm) obrazovky pro monitory a televizní obrazovky vyšší třídy	BU2515A, 2SC5296
ST2310HI	15" (38cm) obrazovky pro monitory a televizní obrazovky vyšší třídy	2SC5297, 2SC5207, KSC5802, BU4522, 2SC5448
ST2408HI	17" (43cm) obrazovky pro monitory a televizní obrazovky vyšší třídy	BU4523, 2SC5299, KSC5088, 2SC5449, KSC5803

Tabulka typů, které jsou v současné době vyráběny; pozn.* – obsahuje účinnostní ("volnoběžnou") diodu

- malá výkonová ztráta;
- optimalizovaná vzdálenost mezi vývody, nesoucími vysoké napětí;
- zajímavá, konkurenceschopná cena.

Aplikační laboratorní testy ukázaly, že tyto nové tranzistory vykazují výborné parametry při typických mezních zkouškách, zahrnujících vypínání a zapínání, změnu provozního kmitočtu (u monitorů), přeskoky, atd. Od svého prvního uvedení na trh si získaly součástky s difuzním kolektorem vedoucí místo jak v nových konstrukcích, tak v oficiálních hodnoceních předních světových výrobců televizorů a monitorů.

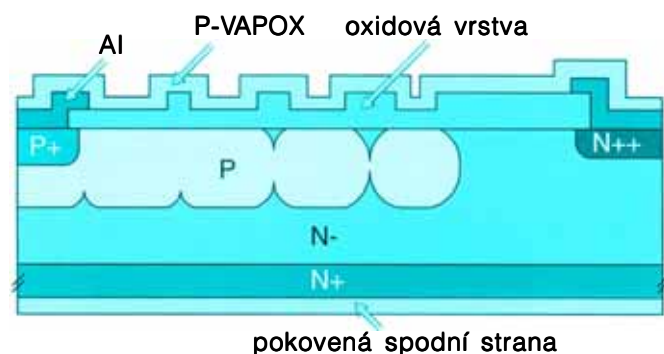
Počáteční výrobní rozsah a plán jeho rozšíření

V současné době přicházejí na trh dva další typy, určené pro televizory vyšší třídy a pro monitory s větší obrazovkou (15"

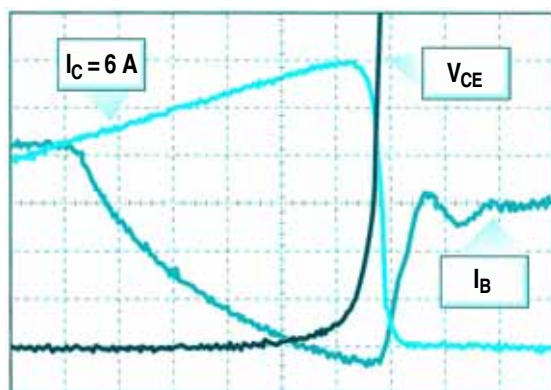
a 17", tj. 38 a 43 cm): ST2310HI a ST2408HI. Cílem firmy ST však je vývoj široké řady typů tranzistorů s difuzním kolektorem, schopné pokrýt všechny typy od levných 14" (36 cm) televizorů až po 21" (53 cm) monitory vyšší třídy. Další typy se proto očekávají v nejbližší době (1. čtvrtletí 2000).

Postupně budou na trh uváděny komplementární typy s integrovanou účinnostní ("volnoběžnou") diodou a s velmi vysokým jmenovitým napětím, tj. do 1700 V, určené pro úplné pokrytí trhu budoucích požadavků výrobců televizorů a monitorů. K předpokládaným budoucím požadavkům patří větší rozměr obrazu, vyšší rozlišení, větší kvalita obrazu a trvalý pokles ceny.

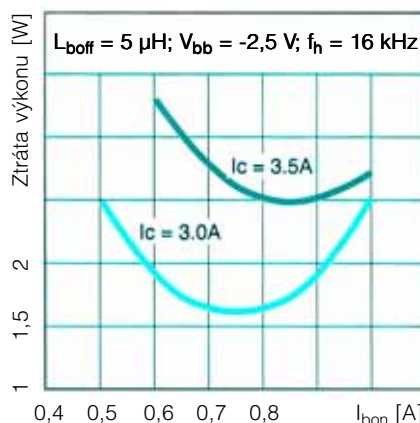
Diagramy znázorňují optimální budicí proud báze (I_{bon}) tranzistoru tohoto typu pro konstantní hodnotu kolektorového proudu při kmitočtu 16 kHz pro dosažení minimální ztráty výkonu.



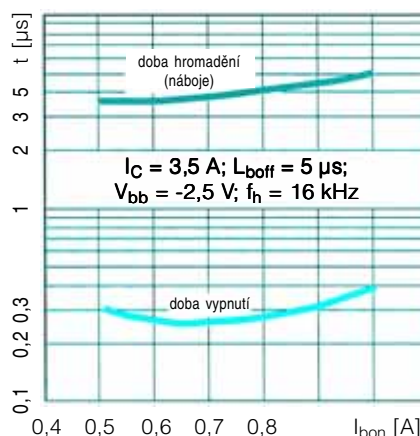
Průřez tranzistorem s technologií difuzního kolektoru



Průběh vypínání ST2408HI v 17" (43cm) monitoru; f = 64 kHz



**ST1803DHI:
a) typická
výkonová ztráta
při 16 kHz**



**b) typické
spínací časy
při 16 kHz**