

Rádio plus

KTE

Konstrukce ♦ Technika ♦ Elektronika

2001
ročník IX
cena 25 Kč
předplatné 20 Kč

9

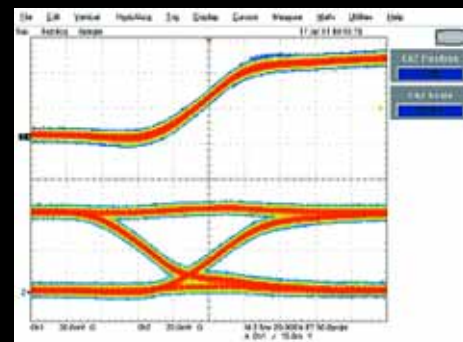
Uvnitř čísla:
Teplotní spínač
MIDI komunikace II
LM334 – zdroj proudu

Univerzální regulovatelný spínaný zdroj

výst. napětí 5 – 25 V
výst. proud max. 5 A
kmitočet cca 75 kHz



www.radioplus.cz



**K testu osciloskopu Tektronix
TDS 7404 uvnitř tohoto čísla**

Obsah

Konstrukce

Proporciální teplotní spínač pro ventilátor (č. 524)	str. 5
Signalizace nerozsvícených světel (č. 527)	str. 6
Regulátor otáček s "555" (č. 529; soutěž)	str. 8
Univerzální regulovatelný spínaný zdroj 5 – 25 V / 6 A — 1. část (č. 530; soutěž)	str. 10
MIDI komunikace (2. část)	str. 15

Vybrali jsme pro vás

Zajímavé IO v katalogu GM Electronic: 27. Nastavitelný zdroj proudu LM334	str. 18
---	---------

Představujeme

Microchip – PIC16F84 a "ti druzí": III. díl – mikrokontroléry PIC16F7x	str. 22
Osciloskop Tektronix TDS 7404	str. 26
Osciloscipy LeCroy WavePro	str. 30

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 55. část	str. 32
---	---------

Teorie

Využití PC a Internetu, 10. část.....	str. 36
---------------------------------------	---------

Zajímavosti a novinky

Digitální potenciometry s 256 odbočkami a jednoduchým ovládním	str. 29
--	---------

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

Vážení čtenáři,

letošní srpen je tak říkajíc "v nenávratnu" a my Vám v zářijovém čísle předkládáme mnoho zajímavé "elektronické potrawy". Kromě tří drobných, leč praktických stavebnic – proporciálního teplotního spínače pro ventilátor, signalizace nerozsvícených světel a regulátoru otáček pro modelové železnice – to je hlavně náročnější stavebnice regulovatelného spínaného zdroje doplněná rozsáhlejším teoretickým článkem. Věříme, že Vás tato nabídka zaujme – a to tím spíše, že ve dvou případech se jedná zároveň o příspěvky do soutěže konstruktérů.

Kromě těchto stavebnic Vám ale předkládáme další, doufáme, zajímavé články a pokračování našich pravidelných cyklů či seriálů – druhou část cyklu o komunikaci MIDI, kterou zdůrazňujeme i v souvislosti s blížícím se veletrhem Muzika, pokračování seriálu, v němž Vám postupně představujeme zajímavé integrované obvody z nabídky společnosti GM Electronic, třetí pokračování cyklu o produktech firmy Microchip. V tomto čísle ale mnohé z Vás zaujmou především články podrobně představující kvalitní osciloscipy – Tektronix TDS 7404 a řadu WavePro firmy LeCroy.

Přejeme Vám tedy úspěšné vykročení do prvního podzimního měsíce a spokojenost při čtení našeho magazínu elektroniky. A protože po několika letech dochází k obměně redakčního týmu, dovolujeme si touto cestou zprostředkovat přání mnoha zdaru a samozřejmě neutuchající tvůrčí invence od loučících se kolegů – Martina Trojana a Jana Pěnkavy.

Vaše redakce

Fotografie použité v pozadí koláže na titulní straně: Tektronix – via ExMise.

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

9/2001 • Vydává: Rádio plus, s. r. o. • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/24818885, tel/fax: 24818886 • E-mail: redakce@radioplus.cz • URL: www.radioplus.cz • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Vít Olmr, jenž poskytuje též odborné konzultace - e-mail: volmr@iol.cz • Sekretariát: Markéta Pelichová • Stálí spolupracovníci: Ing. Ladislav Havlík, CSc, Ing. Jan Humlhans, Vladimír Havlíček, Jiří Valášek, Ing. Jiří Kopelent, Ing. Ivan Kunc • Layout&DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Plošné spoje: SPOJ - J. & V. Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 7813823, 4728263 • HTML editor: HE!32 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art - NVTechnologies • Osvit: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/2492 0232, tel/fax: 2491 4621 • Tisk: Ringier Print, s.r.o., Novinářská 7, 709 70 Ostrava, tel.: 069/66 68 111.

© 2001 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 (á 20 Kč/kus). Objednávky inzerce přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzerátech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413. Rozšiřuje: Společnosti holdingu PNS, a.s.; MEDIAPRINT&KAPA, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; Severočeská distribuční, s.r.o. Objednávky do zahraničí vyřizuje: Předplatné tisku Praha, s.r.o., Hvoždanská 5 - 7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: Mediaprint-Kapa, s.r.o., Vajnorská 137, 831 04 Bratislava (zprostředkuje: PressMedia, s.r.o., Libešická 1709, 155 00 Praha 5; pmedia@pressmedia.cz, tel.: 02/6518803). Předplatné v ČR: SEND Předplatné s. r. o., P.S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 02/61006272 č. 12, fax: 02/61006563, e-mail: send@send.cz, www.send.cz; Předplatné tisku, s.r.o., Hvoždanská 5-7, Praha 4-Roztyly, tel.: 02/67903106, 67903122, fax: 7934607. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatel'ská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 02/55960439, fax: 55960120, e-mail: obchod@gme.sk; Abopress, s.r.o., Radlinského 27, P.S. 183, 830 00 Bratislava, tel.: 02/52444979 -80, fax/zázn.: 02/52444981 e-mail: abopress@napri.sk, www.abopress.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Teslova 12, P.S. 169, 830 00 Bratislava 3, tel.: 02/44 45 45 59, 02/44450697, 02/44 45 46 28, e-mail: magnet@press.sk.

Veletrh MUZIKA 2001

Letošní, již 7. ročník mezinárodního hudebního veletrhu Muzika, se koná v areálu holešovického Výstaviště ve dnech 20. až 23. září 2001. Jako každý rok, i letos pořadatelé – společnosti Incheba Praha a Muzikus – připravili kromě samotné výstavy také bohatý doprovodný program a motto "MUZIKA je jediným hudebním veletrhem v ČR, kde nesmíte chybět" je adekvátní k široké a zajímavé nabídce. Nebudou chybět odborné semináře a firemní prezentace, letos také spolupráce s pedagogickými pracovníky – zejména v akustické scéně "Podkova" (Hudební školství Yamaha, The Microjazz Collection – Christopher Norton ad.) a samozřejmě také doprovod-

né koncerty na Křížkově fontáně a Malé scéně. Veletrh je opět spojen s výstavou audio-vizuální techniky. Tradičně budou také vyhlášeny nejlepší produkty v oblasti hudebních nástrojů a techniky vč. ceny Panáček 2001. Záštitu nad veletrhem převzala Hospodářská komora České republiky, s pořadatelskými společnostmi odborně spolupracují Český svaz výrobců hudebních nástrojů a agentura Ameba Production.

Redakce Rádio plus-KTE se několika fotografiemi vrátí k loňskému veletrhu, aby připomněla atmosféru této akce a takto podtrhla pozvánku k návštěvě na tento vskutku v našich zemích ojedinělý projekt.

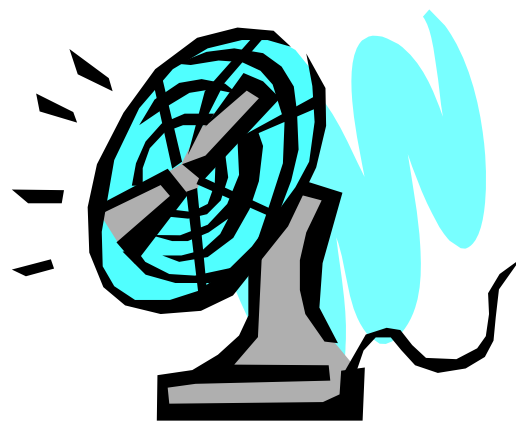
Kontakty:
<http://www.incheba.cz>
m.pragrova@incheba.cz



Reklamní plocha

Proporcionální teplotní spínač pro ventilátor

stavebnice č. 524



Stavebnice proporcionálního regulátoru rychlosti otáčení ventilátoru byla vyvíjena především pro potřeby chladicích ventilátorů počítačů, resp. jejich zdrojů. Často se totiž stane, že ventilátor běží, ačkoli tomu není třeba, případně jeho otáčky způsobují rezonance skříně. Nejjednodušším způsobem odhlučnění je pak změna rychlosti otáčení.

Zatímco většina dnešních moderních počítačů pracuje již velmi tiše, u starších typů se ze skříně ozývají občas zvuky spíše připomínající vysoušeč vlasů. Hlavní příčiny jsou ve ventilátorech na základní desce a ve zdroji, a to jak mechanické, tak aerodynamické. Hluku lze odpomoci pečlivější konstrukcí a výrobou ventilátoru, vhodnějším vedením vzduchového proudu a odstraněním rezonancí krytů skříně, což dnešní výrobci úspěšně praktikují. S konstrukcí ventilátoru a vzduchových kanálů se nedá u starších počítačů, kterých je v provozu stále dost a řadě uživatelů zcela vyhovují (psaní dopisů...), nic dělat. Zbývá tedy přenos chvění ventilátoru a následnou rezonanci krytů skříně omezit změnou otáček motorů.

Při odhlučňovací kúře by bylo nejspřávnější odstranit příčinu hluku a pak teprve následky. Pomineme-li možnost výměny základní desky (případně zdroje či skříně či počítače...), pak nejjednodušší bude obrácený postup. Přitom ovšem je nutné si uvědomit, že pokud mají chladicí ventilátory vyběhaná ložiska s nadměrnými vůlemi, nebo dřou-li lopatky o pouzdro z důvodů deformace či nečistot, pak žádné z dále uvedených opatření nepomůže.

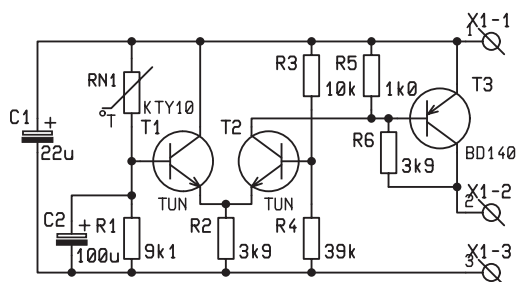
Rezonanci krycích plechů lze jednoduše potlačit nalepením tlumící vrstvy měkkého materiálu, jako je kupříkladu pěnový polyuretan, či plst nebo speciální tlumící materiál používaný při stavbě

reproduktorových skříní či automobilů. Rovněž by bylo možné použít výztuhu měkkých částí skříně, a posunout tak rezonanční kmitočet mimo pracovní oblast, což však představuje spoustu práce a počítání. Dalším krokem může být pružné upevnění ventilátoru zdroje. Zde vložíme mezi přírubu ventilátoru a skříní vložku z pěnové gumy nebo plsti a rovněž upevňovací šrouby oddělíme pružnými podložkami. Při montáži musíme dbát na to, aby se šrouby nedotýkaly skříně, protože pak by veškerá snaha přišla vniveč a chvění by se vesele přenášelo právě prostřednictvím šroubů.

Nejsložitější je situace u ventilátoru na základní desce, resp. procesoru. Starší typy počítačů před rychlými 486 a Pentii se obešly bez tohoto chlazení, a tak tedy problém odpadá sám od sebe... Ventilátor tvoří obvykle kompaktní celek s procesorem a jeho jednoduché oddělení není dost dobře možné. Zde je každá rada drahá – záleží na způsobu upevnění, takže nelze dát jednoznačný návod k úpravě. Rekonstrukce podle shora uvedených zásad je sice teoreticky možná, ale měl by se do ní pustit jen člověk dobře vybavený zařízením a hlavně zručností. Prostá odvaha, byť sebevětší, zde nestačí, protože riziko je značné. Nevhodně umístěný ventilátor, nebo nevhodná změna ve vedení vzduchu může znamenat konec života procesoru či jiných životně důležitých částí počítače. Pokud by došlo k nutnosti výměny ventilátoru, pak lze doporučit typy s kuličkovými ložisky, což sice nedává ještě záruku tiššího chodu, ale přece jen jsou kvalitnější a mají delší životnost.

Další možností, jak snížit hladinu hluku, je omezit otáčky na nezbytné nutné minimum podle skutečné teploty uvnitř skříně, která kolísá jednak podle zatíže-

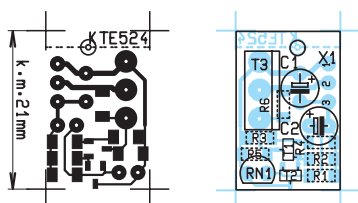
ní počítače, jednak v závislosti na teplotě okolí. Modernější modely počítačů se zdroji ATX mají již tuto proporcionální regulaci zabudovanou pro všechny ventilátory na běžných pozicích (ve zdroji, na procesoru, na grafické kartě), a to jak z důvodů energetické účinnosti, tak i pro



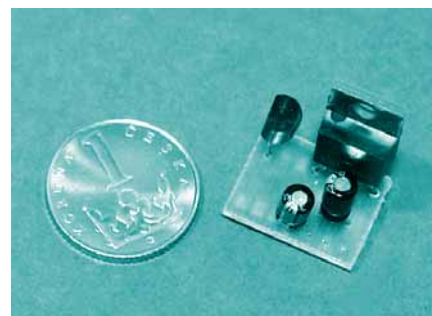
Obr. 1 - Schéma zapojení

snížení hluku a zvýšení životnosti. Existují dokonce i ventilátory, které mají toto teplotně závislé řízení přímo zabudováno a pak stačí pouhá výměna.

Pro ty, kteří umí zacházet s pájkou, aniž by ublížili sobě nebo okolí a jsou ochotni trochu laborovat, je určena dále popsaná stavebnice. Obvod se stoupající teplotou zvyšuje obrátky ventilátoru, a naopak. Teplota se snímá v proudě vzduchu mezi žebry chladiče výkonového prvku v napájecím zdroji, protože zde se tvoří nejvíce tepla, které potřebujeme odvést. Podotýkáme však, že předem nelze jednoznačně určit hodnoty jednotlivých



Obr. 2, 3 - Destička s plošnými spoji a rozmístění součástek (ve skutečné velikosti)



vých prvků, protože ventilátorů je nepřeborné množství s nejrůznějšími vlastnostmi a těm musí být obvod přizpůsoben.

Tranzistory T1 a T2 pracují jako rozdílový zesilovač. Báze T2 má pevné napětí dané děličem R3/R4, zatímco dělič v bázi T1 dává proměnlivé napětí podle odporu teplotně závislého prvku RN1 a velikosti R1. Se stoupající teplotou stoupá i odpor RN1, takže napětí na bázi T1 klesá. Velká kapacita C2 brání náhlým změnám napětí při náhodném rychlém kolísání teploty a mimoto udržuje při zapnutí po určitou dobu T1 uzavřený, takže motor ventilátoru dostává pro spolehlivý rozběh plné napájecí napětí. Emitory tranzistorů T1 a T2 jsou na společném potenciálu podle velikosti R2 a protékajícího proudu, takže vždy vede ten, jehož napětí báze je vyšší. Kolektor T2 ovládá bázi budiče T3, který řídí proud do ventilátoru. Stoupá-li teplota, klesá napětí na bázi T1 a T2 se otvírá. Klesající napětí na bázi T3 způsobuje jeho otvírání, a tím stoupání proudu, tedy i otáček ventilátoru. Rezistory R5 a R6 vytváří pevné minimální napětí pro bázi T3, takže na ventilátoru je trvale alespoň cca 7 V, i když je v důsledku nízké teploty T2 zavřen. Stejnoseměrné motorky potřebují pro rozběh vyšší napětí než pro trvalý běh, a mohlo by se proto stát, že ventilátor by reagoval až při vysoké teplotě – plně otevřeném T3.

Celý obvod tepelné regulace je uspořádán na malé jednostranné desce tiskárných spojů a pro úsporu prostoru je z větší části proveden technologií povrchové montáže. Před osazováním nejprve převertíme otvory pro T3 a pro připevnění destičky. Zde je nutné si nejprve rozmyslet způsob vestavění do zdroje počítače,

buď je možné použít připravený otvor pro šroubek M2, nebo celou destičku přichytit za chladič T3 – ovšem přes izolační podložky! V tom případě je možné při nedostatku místa destičku zmenšit oříznutím podle naznačené čárkované linky. Vlastní osazování začínáme součástkami SMD na straně spojů, přičemž zatím vynecháme R2 a R7. O pájení součástek SMD bylo v našem časopisu napsáno již mnoho vět, takže se nebudeme tentokrát opakovat. Zapájení RN1 závisí opět na způsobu montáže. Tento teplotně závislý prvek by měl být usazen v místě nejvyšší teploty, nejlépe mezi žebry hlavního chladiče zdroje. Zde musíme ovšem počítat s tím, že chladič má proti zemi určité napětí, které může být i velmi vysoké, protože spínaný zdroj počítače pracuje přímo se síťovým napětím, zatímco obvod řízení obrátke je napájen z rozvodu 12 V. Pokud nenalezneme vhodné místo splňující uvedené podmínky, musíme teplotní snímač připojit dobře izolovanými kablíky a vlastní obvod pak můžeme dát na jakémkoliv vhodném místě.

Prvním krokem oživení je překontrolování minimálních obrátek ventilátoru. Volbou vhodné velikosti R6 (při pokojové teplotě RN1) nastavíme nejnižší obrátky tak, aby ventilátor spolehlivě běžel, ale tak aby se zbytečně nezužoval regulační rozsah otáček. K tomuto zkoušení napájíme regulátor napětím 12 V, přičemž jak napájení, tak ventilátor musí být z počítače, pro který obvod připravujeme. Dalším krokem je nastavení vlastní regulace. Na místo R2 připojíme trimr cca 25k, senzor RN1 ohřejeme na cca 40 °C. Změnou hodnoty trimru nastavíme obrátky motoru ventilátoru těsně pod maximum. Poté

změříme velikost odporu trimru a na desku zapájíme pevný rezistor nejbližší vhodné velikosti. Pro jistotu znovu přezkoušíme jak nejnižší, tak nejvyšší obrátky a je-li vše v pořádku, můžeme obvod vestavět do počítače.



Jak vidno, stavebnici lze použít nejen pro ovládání ventilátoru počítače, ale lze ji aplikovat rovněž pro jiné účely, např. ovládání pokojových ventilátorů, což může být zvláště za horkých letních dnů velmi příjemné. Díky jednoduchosti zapojení lze pouhou změnou rezistoru R1 měnit hranice otevírání koncového tranzistoru, a tedy i posouvat teplotní rozsah spínače. Výkonový tranzistor je schopen spínat proud až 1 A, a lze jím tedy řídit i např. nízkonapěťové motorky.

Věříme, že mnozí z vás tuto drobnou, ale praktickou stavebnici teplotního regulátoru otáček uvítáte. Objednávat si ji můžete stejně jako všechny ostatní u zásilkové služby společnosti GM Electronic – e-mail: zasilkova.sluzba@gme.cz nebo tel.: 02/24816491. Stojí 99 Kč.

Seznam součástek

R1	9k1 SMD 1206
R2, R6	3k9 SMD 1206
R3	10k SMD 1206
R4	39k SMD 1206
R5	1k0 SMD 1206
RN1	KTY10
C1	22μ/16V
C2	100μ/10V
T1, T2	TUN SMD SOT23
T3	BD140
1× plošný spoj	KTE524

Signalizace nerozsvícených světel

stavebnice č. 527

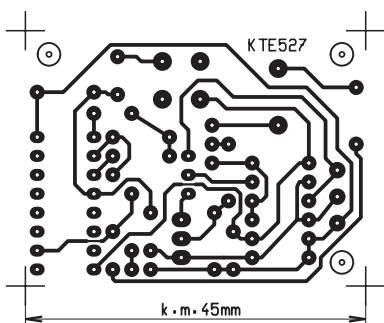
Léto se již chýlí ke konci, blíží se podzim a s ním i přechod na zimní čas. Pro řidiče to znamená potřebu častějšího svícení i ve dne a v době zimního času je toto svícení povinné (jak všichni dozajista vědí). S tím však přichází i nebezpečí zapnutých světel při opuštění vozidla a vybití autobaterie s možností jejího následného poškození či zničení. Přitom řešení může být i velmi jednoduché...

Již přede dvěma lety vyšla v našem časopise (č. 9/99) stavebnice indikátoru rozsvícených světel KTE431, která měla u čtenářů značný úspěch. Ačkoli v době jejího vývoje nebylo po zákoně, jež by nařizoval svícení i ve dne, ani stopy, slušní řidiči si jsou dobře vědomi, že svícení

za zhoršené viditelnosti (tj. špatného počasí, za šera apod.) je věcí osobní bezpečnosti a proto neváhají rozsvítit. Naše dnešní stavebnice je určena právě těmto uživatelům a oproti staršímu provedení hlídá nejen rozsvícená světla při vypnutém motoru, ale rovněž vyžaduje

rozsvícení světel v době zimního času. Oproti stavebnici KTE520 (Signalizační zařízení pro automobily) je však obvodově průhlednější a bez drahých relé.

Při vývoji stavebnice se vycházelo z požadavku, že zvukové znamení se ohlásí vždy, když dojde k zakázanému



Obr. 1 - Plošný spoj

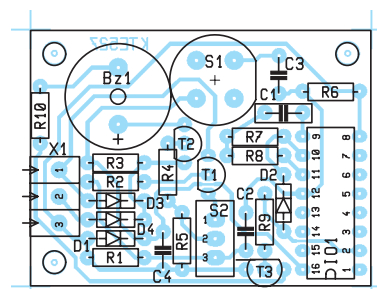
stavu světel, tj. při zapnutých světlech a vypnutém zapalování, resp. v zimním čase i při zapnutém zapalování a vypnutých světlech. Proto byl do obvodu přidán přepínač pro volbu Zima/Léto, který musí uživatel ručně přepnout při změně času. Aby však bylo umožněno klidné stání např. na železničním přejezdu (kde se může stát, že světla musí zůstat zapnutá, zatímco motor nikoli), případně vyjetí z garáže, byl obvod doplněn jednoduchým zpožďovacím obvodem, který lze jednoduše zapalováním či tlačítkem vynulovat a zpozdít tak zvukový signál o cca 2 min.

Stavebnice se do palubní sítě automobilu připojuje pomocí trojice svorek X1. Svorka X1-1 slouží k připojení vývodu od světel, X2-2 se připojuje za spínací skříňku k vodiči pro zapalování a X1-3 na záporný pól (obvykle kostru). Protože zapalování i světla sama o sobě odebírají značný proud, lze k napájení signalizačního zařízení beztržně využít právě napětí pro tyto obvody. Je-li vozidlo v klidu, tedy zapalování vypnuto a světla zhasnuta, je vypnut i vývod signalizace. Naopak je-li na některém vstupu X1-1 nebo X1-2 napětí +12 V (stav log. H) je toto napětí přeneseno přes oddělovací diodu D3, resp. D4 na spínací tranzistor

T2 a omezovací rezistor R3, přes který je napájen zpožďovací obvod IO1, včetně nulovacího tlačítka S1. Zenerova dioda D1 pak slouží jen pro ochranu IO před případným přepětím, zatímco kondenzátor C4 filtruje napájecí napětí. Tranzistor T2 typu PNP slouží k připínání kladného napětí pro piezoměnič Bz1. Je-li na bázi T2 kladné napětí, je tranzistor uzavřen, čímž je znemožněna zvuková signalizace.

Integrovaný obvod 4060 (IO1) je čtrnáctibitový čítač s vlastním oscilátorem. Jeho kmitočet je dán kondenzátorem C1 a rezistorem R7, zatímco R8 zabraňuje samovolným zákmitům. Integrovaný obvod se nuluje log. H na vstupu R. Není-li vstup nulování aktivován, oscilátor kmitá a na výstupech děličů Q3 – Q13 se objevuje log. H dle počtu načtených impulzů z oscilátoru. V našem případě je aktivní výstup Q12, kterému odpovídá dělicí poměr 1:2¹³. Jakmile na tento výstup dojde úroveň log. H, je přes oddělovací diodu D2 přenesena na vstup oscilátoru, čímž jej zablokuje a čítač se zastaví na stávající hodnotě. Log. H na vývodu Q12 rovněž otevře dále spínací tranzistor T3 a umožní tak činnost piezoměniče. Opětovné spuštění zpožďovacího obvodu je možné pouze jeho vynulováním log. H na vstupu R, tedy buď tlačítkem S1, nebo vypnutím a opětným zapnutím zapalování. Rezistor R6 zajišťuje výchozí stav nulovacího vstupu v neaktivní poloze.

V poloze přepínače S2 "Léto" sleduje báze T2 napětí přiváděné od zapalování na svorku X1-2. Pakliže je zapalování vypnuté, báze T2 je uzemněna a tranzistor se otevře. Jsou-li tedy současně zapnutá světla, dostane se kladné napětí přes T2 na piezoměnič a ten se rozezní. Sice se zde může projevit prodleva zpožďovacího obvodu, avšak pouze za předpokladu, že by se světla rozsvítila bez předchozího zapnutí zapa-



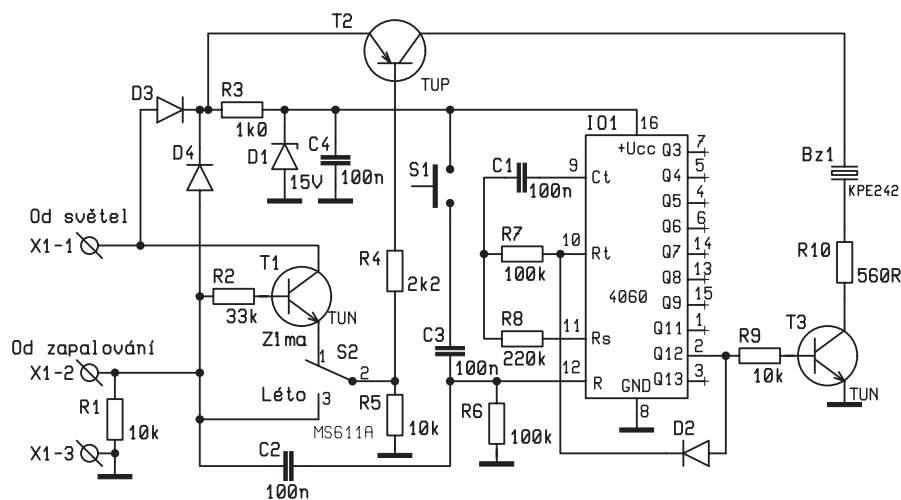
Obr. 2 - Osazení plošného spoje

lování, což je stav v praxi spíše výhodný, neboť umožňuje zapnutí světel před nastartováním motoru.

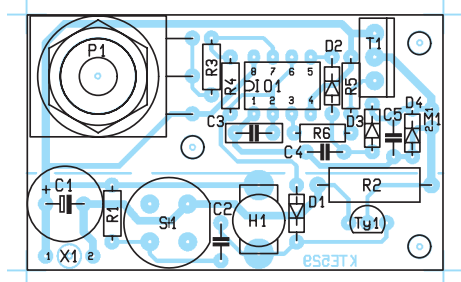
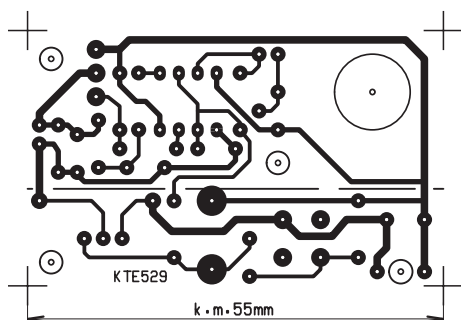
Přepínač v poloze "Zima" využívá ještě tranzistoru T1 zapojeného jako spínáč stavu svorky X1-1. Je-li tedy zapnuté zapalování, je kladným napětím na bázi T1 tranzistor otevřen, čímž je na bázi T2 napětí od světel ze svorky X1-1. Zapnutá světla tak tranzistor T2 uzavírají, zatímco vypnutá nikoli, což umožňuje činnost piezoměniče. Při vypnutém zapalování je pak T1 uzavřen a tím se opět otvírá T2 umožňující zvukovou signalizaci.

Ve všech případech lze zvukovou signalizaci odstavit stiskem tlačítka S1, nebo krátkým zapnutím zapalování. Tím dojde k přenesení stavu log. H přes kondenzátory C2, resp. C3 na vstup R IO1 a tím k jeho vynulování. Kondenzátor C3 navíc umožňuje vytvoření pouze krátkého impulzu, což znemožňuje trvalé odstavení signalizace tlačítkem jeho držetím v sepnuté poloze.

Celé zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů včetně tlačítka, přepínače a piezoměniče. Před vlastním osazováním je třeba převrtat pájecí body přepínače, tlačítka, piezoměniče a svorkovnice na průměr cca 1,1 mm. Součástky osazujeme v obvyklém pořadí od nejmenších po největší a od aktivních po pasivní. Při pečlivé práci by zařízení mělo fungovat na první pokus a jelikož neobsahuje žádné nastavovací prvky, je ihned připraveno k provozu. V případě potřeby lze změnit hodnotu rezistoru R10 (či jej zcela vyřadit) a tím "regulovat" hlasitost akustické signalizace.



Obr. 3 - Schéma zapojení



Obr. 2, 3 - Plošný spoj a osazení

motoru objevuje indukovaná elektromotorická síla, jejíž velikost se přenáší otevřenou diodou D3 na paměťový kondenzátor C4.

V tomto konkrétním zapojení nelze použít nulovací vstup 555 (pin 4) pro realizaci vypnutí nadproudovou ochranou, neboť výstupní výkonový inverter by sepnul a ochrana by nemohla fungovat. Nadproudová ochrana je realizována dle zapojení na obr. 1. Do cesty trakčního proudu je vložen snímací odpor RSC. Úbytek na odporu RSC při dosažení zapínacího napětí tyristoru Ty1 způsobí sepnutí tyristoru Ty1. Sepnutím Ty1 se rozsvítí kontrolka H1 signalizující činnost ochrany. Tyristor Ty1 při svém sepnutí otevře diodu D1, která zabrání nabíjení časovacího kondenzátoru C3. Výstup 555 je nastaven do úrovně "H", čímž je spínací výkonový inverter T1 uzavřen. Při sepnutí tyristoru Ty1 se nabíjí pomocný kondenzátor C2 přes odpor R1. Po odstranění příčiny nadproudu lze ochranu (sepnutý tyristor Ty1) deblokovat stisknutím tlačítka START – kladný pól kondenzátoru C1 se připojí ke

katodě sepnutého tyristoru Ty1, čímž dojde k mžikové reverzaci napětí na tyristoru, který se tímto uzavře. Zhasne kontrolka poruchy H1, uzavře se dioda D1 a obnoví se normální činnost 555. Tato ochrana je typu proudové pojistky.

Protože nadproudová ochrana nepůsobí okamžitě, je nutno předimenzovat výkonový inverter. Na pozici T1 doporučuji KD615, BD712, BD912, BDX18 ap. Tranzistor T1 PNP v kovovém pouzdru TO3 není nutno montovat na chladič, typy v pouzdru TO220 na malý cca 5 cm².

Na pozici Ty1 lze osadit místo tyristoru spínací tranzistor a ochrana v tomto případě bude v činnosti pouze při překročení proudu nastaveném hodnotou RSC. $RSC = 0,65/I_{MAX} [\Omega; A]$.

Obnova činnosti bude provedena automaticky po odstranění příčiny nadproudu. Součástky vypínacího obvodu tyristoru R1 a C2 se v tomto případě neosazují. Tato ochrana je podobná proudovému omezení.

Při oživování zapojíme 555 bez obvodu zpětné vazby a ochrany. Po oživení základu zapojení osadíme součástky zpětné vazby vč. C4 a C5. Při zatížení motoru by měl již být znát vliv zpětné vazby. Jako poslední osazujeme obvody ochrany. Na pozici H1 můžeme použít i LED za předpokladu, že její proud bude vyšší než I_H použitého tyristoru Ty1.

Použitím tohoto regulátoru pro napájení modelové železnice dojde ke skutečnosti, že tažná síla hnacího vozidla je udržována na mezi adheze. Při prokluzu dojde k neopodstatněnému zvýšení otáček, což má za následek mírné snížení výkonu motoru do momentu adheze, z toho plynoucí snížení otáček s následným zvyšováním výkonu, a tedy i otáček motoru. Tento regulátor je vhodný, vzhledem k filozofii činnosti, pro napájení jednoho hnacího vozidla, nebo soupravy mechanicky sřažené. Maximální proud je dán proudovým zesílením výkonového invertoru a nastavením RSC. Doporučená velikost výstupního proudu je v tomto uspořádání maximálně 1 A!



Při potřebě vyššího proudového zatížení lze nahradit PNP tranzistor na pozici T1 P MOS FETem, například IRF9540, a proudové buzení báze vykratováním odporu R6 změnit na napěťové buzení elektrody Gate MOS FETu s kanálem P. Odpor R5 si svou funkci ponechává.

Pro potřebu modelovat hmotnost vlaku je vyvíjen doplněk s oddělenými ovladači pro rozjezd a pro brzdění vlaku. Ale o tom snad až někdy přiště...

Stavebnici regulátoru otáček si můžete objednat u společnosti GM Electronic (prodejna Sokolovská 32, Praha 8; tel.: 02 / 24 81 64 91, e-mail: zasilkova.sluzba@gme.cz). Její cena je 200 Kč.

Seznam součástek

R1	22k
R3	1k2
R4 – R6	1k0
C1	1m0/10V
C2, C5	100n
C3	33n CF1
C4	33n
P1	100k PC16ML
D1, D3, D4	1N4148
D2	2V7/0,5W
T1	BD136
Ty1	2N5064
IO1	555
S1	DT6
H1	12V/50mA E5,5
1x plošný spoj KTE529	
1x žárovková objímka E5,5	



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



Stavebnice objednávejte z ČR:

telefonicky: 02/24 81 64 91, e-mailem: zasilkova.sluzba@gme.cz, faxem: 02/24 81 60 52, adresa: GM Electronic, ZÁSILKOVÁ SLUŽBA, Sokolovská 32, 186 00 Praha 8.

Stavebnice a časopisy objednávejte ze SR:

telefonicky: 02/559 60 439, e-mailem: obchod@gme.sk, faxem: 02/559 60 120, písemně: GM Electronic Slovakia, Budovatelská 27, 821 08 Bratislava.

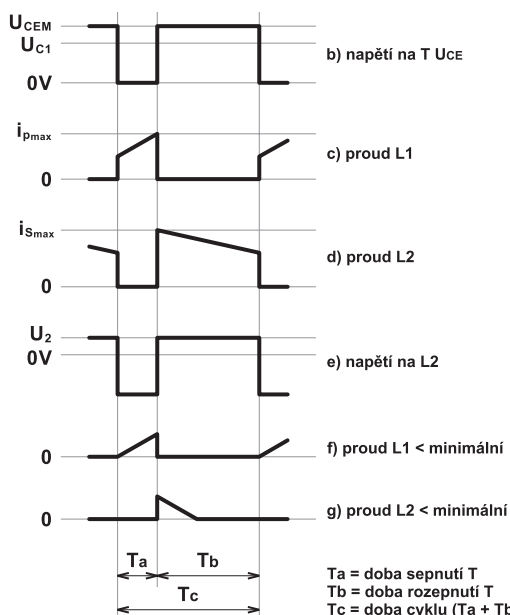
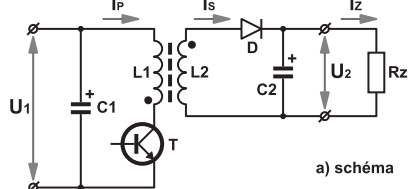
Univerzální regulovatelný spínaný zdroj

1. Teoretický úvod — Daniel Chlouba

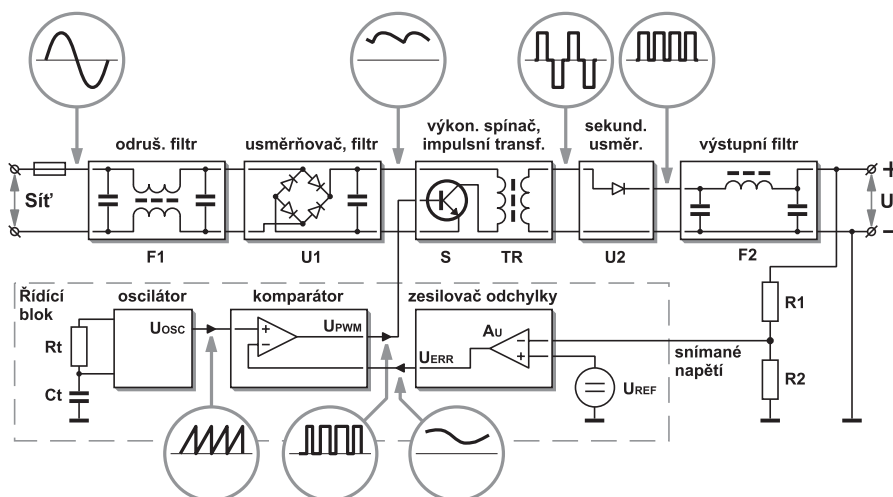
V mnoha výrobcích spotřební, výpočetní a průmyslové elektroniky se čím dál častěji setkáváme s různými spínanými zdroji. Proč tomu tak je? Tento typ zdrojů přináší celou řadu výhod (mají však i své nevýhody). Prvořadým kladem jsou rozměry, váha a energetická účinnost – viz porovnávací tabulku (tab. 1). Každý radioamatér jistě viděl např. zdroj ATX200W z běžného PC, který má objem cca 1,7 dm³ a váhu cca 0,5 kg. Kdo by si zdroj podobných parametrů chtěl postavit na bázi běžného “železného” trafo, lineárních stabilizátorů s objemnými chladiči a filtračními kondenzátory, zabral by tím asi polovinu prostoru skříně PC typu mini-tower, o váze ani nemluvě. Energetická účinnost taktéž hovoří jasně ve prospěch spínaných zdrojů, jež běžně dosahují více než 80 % oproti lineárním zdrojům (sít' – zátěž cca < 50 %). V minulosti hovořily v neprospěch spínaných zdrojů hlavně cena, obtížná dosažitelnost vhodných komponentů a obvodová složitost. Tyto bariéry však jsou již minulostí. Dostupný sortiment specializovaných integrovaných obvodů pro spínané zdroje je značný, tyto obvody sdružují prakticky všechny důležité části řídicí elektroniky a některé obvody obsahují i výkonové prvky. Nectnosti bipolárních vysokonapětových spínacích tranzistorů zastínily kvalitní a levné FET tranzistory, se kterými je možné pracovat na mnohem vyšších kmitočtech a tím dále zmenšit rozměry a váhu přístrojů. Cenová rentabilita začíná též hovořit ve prospěch spínaných zdrojů. Kdo tomu nevěří, nechť si vezme schéma obdobného lineárního zdroje, ceník součástek (např. GM), kalkulačku, tužku a vše si ověří sám. Počítejte ovšem úplně vše do posledního šroubku a nezapomeňte přičíst cenu masivních hliníkových chladičů profilů (nezanedbatelné číslo!), desku plošných spojů a 4x větší skříňku. Pro přehlednost je uvedena již zmíněná porovnávací tabulka obecných parametrů lineárních a spínaných zdrojů. Hodnoty parametrů jsou zprůměrovány, elektrické vlastnosti závisí i na konkrétním provedení, obvodovém zapojení a použitých součástkách.

Použití spínaných zdrojů

Oblast použití jednotlivých typů zdrojů vychází z požadavků na ně kladených. Nelze obecně říci, že spínaný zdroj je nevhodný např. jako napáječ nízkofrekvenčního zesilovače nebo laboratorního měřicího přístroje. Doplníme-li jej kvalitními výstupními LC filtry a uzavřeme-li jej do celokovové skřínky, je jeho použití možné i zde. Největšího rozšíření ovšem spínané zdroje doznaly ve výpočetní a kancelářské



Obr. 1 - Výkonová část jednočinného blokovacího měniče



Obr. 2 - Blokové schéma jednočinného blokovacího měniče

technice, spotřební elektronice (televizory výkonové zesilovače do automobilů) a jsou využívány i jako menší svářečky (obloukové i bodové). Nutno ovšem podotknout, že se spínané zdroje občas vyskytují i v komerčních výrobcích, kde je jejich použití více než diskutabilní a kde si výrobce na jejich bázi postavil reklamní kampaň, aby odůvodnil přemrštěnou cenu svého výrobku.

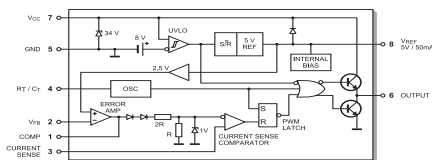
Přehled systémů a popis funkce

Obecné blokové schéma impulzně regulovaného zdroje je znázorněno na obr. 2, z něj jsou patrné všechny důležité části zdroje a principiální zapojení jednočinného měniče. Obdobné prvky najdeme prakticky ve všech spínaných zdrojích, jejich modifikace vychází z požadavků pro konkrétní aplikaci.

Síťové napětí ze vstupu se po průchodu vysokofrekvenčním odrušovacím filtrem F1 usměrňuje primárním usměrňovačem U1, vychlazuje filtračním kondenzátorem a přivádí

na vstup měniče, který obsahuje spínací prvek S realizovaný bipolárním či FET tranzistorem. Napětí přerušované spínačem S se přivádí na primární vinutí transformátoru TR, jenž zajišťuje potřebný napětový převod a galvanické oddělení sekundární části od sítě. Napětí ze sekundárního vinutí transformátoru TR se usměrňuje v sekundárním usměrňovači U2 a filtruje výstupním filtrem F2. Výstupní stejnosměrné napětí je snímáno na odporovém děliči R1/R2 a přivedeno do řídicího bloku.

Nejdůležitější částí impulzně regulovaného zdroje je měnič, jehož uspořádání určuje v podstatě systém celého napájecího zdroje. Jsou na něj kladeny vysoké požadavky, takže správný návrh a konkrétní provedení (zejm. transformátoru) určuje účinnost a spolehlivost celého zdroje. Volba typu měniče souvisí hlavně s hodnotami požadovaného výstupního výkonu, výstupního napětí, zvlnění výstupního napětí, ale i s dalšími parametry. Jako měniče impulzně regulovaných napájecích zdrojů se obvykle používají tyto tři základní typy (případně jejich modifikace):



Obr. 3 - Průběhy napětí při regulaci

F jednočinný blokovací měnič (flyback converter) – nejjednodušší typ zdroje, velmi často používán pro malé výkony (cca 100 – 150 W) např. pro notebooky, televizní přijímače, nabíječky apod.

F jednočinný propustný měnič (forward converter) – použití pro oblast středních výkonů;

F dvojitý měnič (push-pull converter) – použití pro nejvyšší výkony (svářečky apod.), ale také jako zdroj takřka v každém PC!

Řídicí obvod

Podstatou řízení nespojitě regulační smyčky je takové působení na činitele plnění (duty cycle, střidu) pracovního cyklu regulátoru, které při změně vnějších podmínek (kolísání síťového napětí, změny zátěže) udržuje výstupní napětí U_2 na konstantní úrovni. Pro vysvětlení principu šířkové modulace (PWM = pulse width modulation) vyjdeme z nejběžnějších regulátorů s konstantním kmitočtem a proměnnou střídou signálu. Základem je porovnávání chybového napětí úměrného výstupnímu napětí U_2 s napětím interního oscilátoru U_{OSC} obvykle pilovitého průběhu. Z napájecího napětí pro řídicí blok je nejprve odvozeno referenční napětí U_{REF} a to je přiváděno na neinvertující vstup zesilovače odchylky (operačního zesilovače A_U). Na invertující vstup téhož zesilovače je přivedeno chybové napětí vytvořené odporovým děličkem z výstupního napětí U_2 . Než použít plné napětí U_2 , protože vždy platí, že $U_{REF} < U_2$. Operační zesilovač A_U zesílí odchylku chybového napětí (na R_2 odporového děliče) od referenčního napětí U_{REF} a tak získáváme analogový spojitý chybový signál U_{ERR} . Tento signál je pak porovnáván v komparátoru s pilovitým napětím z oscilátoru U_{OSC} . Výsledkem komparace je šířkově modulovaný signál U_{PWM} . Šířka budičích impulsů na výstupu komparátoru je tedy přímo úměrná velikosti a nepřímo úměrná smyslu odchylky. Budičím impulsy je pak ovládan výkonový spínač S. Průběhy napětí v řídicím obvodu jsou znázorněny na obr. 3.

Zde byly vysvětleny nejzákladnější části každé řídicí elektroniky. Moderní integrované obvody pro spínané zdroje ovšem sdružují ještě celou řadu dalších velmi praktických subobvodů. Nejběžnější jsou další komparátory – např. komparátor pro omezení max. proudu spínacím prvkem při přetížení či zkratu (označení C.S.), podpětová pojistka (označení UVLO) s pevně nastavenou hysterezí, synchronizační vstup (SYNC) např. pro TV monitory, obvod pomalého náběhu (Soft Start), vnější blokování (Inhibit) atd. Mnohé obvody obsahují i dvojitý výkonový budič obvod pro přímé řízení FET tranzistorů a další doplňující obvody.

Principiální popis funkce blokujícího měniče (flyback converter)

Podstatná část zapojení jednočinného blokovacího měniče je znázorněna na obr. 1a). Pro přehled-

nost jsou ze schématu vypuštěny s funkcí nesouvisící obvody, např. obvod pro omezení přepětového namáhání spínacího tranzistoru. Kondenzátor C1 je filtrační kondenzátor nabíjený dvoucestně usměrněným síťovým napětím. Protože pracovní kmitočet měniče je mnohonásobně vyšší než kmitočet síťového napětí, představuje C1 po většinu času zdroj napětí pro měnič. Jeden pracovní cyklus měniče T_c lze rozdělit do dvou částí T_a a T_b . V první době (T_a) je sepnut tranzistor T a tím připojuje primární vinutí L1 transformátoru ke kondenzátoru C1 (obr. 1b). Proud primárním vinutím se postupně zvětšuje (obr. 1c) a zároveň se zvětšuje i magnetické pole v jádru transformátoru. Po uplynutí doby T_a řídicí obvod (není ve schématu 1a nakreslen) zajistí rozepnutí tranzistoru T. Ve snaze zachovat procházející proud vybudí magnetické pole jádra transformátoru ve vinutí L1 a L2 napětí opačné polarity. Vznikající napětí se na primární straně sčítá s napětím U_1 a výsledným napětím U_{CEM} (obr. 1b) je namáhán tranzistor T, který musí být na toto napětí dimenzován. Protože nyní vinutím L1 proud prakticky neprochází, přetransformová se energie magnetického pole jádra transformátoru do vinutí L2, kde se indukuje napětí U_2 (obr. 1e). Přes diodu D a zátěž R_Z pak prochází proud I_S (obr. 1d). Tento proud prochází po celou dobu trvání intervalu T_b , ovšem pouze není-li jeho velikost menší než povolená minimální proudová zátěž. Z těchto důvodů je nutné každý měnič vždy zatěžovat alespoň jeho minimálním proudem. Pokud je zátěž menší než minimální povolená (obr. 1f, 1g), vznikají na transformátoru tlumené kmitočky jež snižují účinnost měniče a znemožňují funkci zpětnovazební regulace výstupního napětí. Zdroj přechází do přerušovaného režimu. To je třeba mít na paměti např. při opravách zdrojů mimo napájený přístroj.

Požadavky kladené na součásti spínaných zdrojů

Zde si uvedeme hlavní požadavky na součástky použité v impulsně regulovaných zdrojích. Vyjdeme opět z blokového schématu na obr. 2.

1. Odrušovací filtr F1: musí dokonale odstranit rušení, které produkuje spínací prvek (díky velmi strmým hranám impulsů) tak, aby nebyla překročena povolená úroveň rušení dle EMC předpisů.

2. Usměrňovač s filtračním kondenzátorem U1: na diody síťového usměrňovače nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky, lze obecně použít diody určené pro usměrňování síťového napětí, aby vyhovovaly závěrným napětím a požadovaným předním proudům. Filtrační kondenzátor C musí nejen snášet napětí aspoň 340 V (tj. $(230 \text{ V} + 5\%) \times 1,414$; typy pro spínané zdroje bývají na napětí 385 až 400 V), ale musí mít i malý ESR (efektivní ss odpor), aby byl schopen dodávat krátké, ale značně velké proud-

ové impulzy. Totéž platí i pro kondenzátory výstupního filtru F2. Nejlepší je používat speciální typy pro tyto aplikace určené (snap-in) nebo použít paralelní kombinaci několika menších kapacit.

3. Výkonový spínač S: je nejproblematičtější součástka, jsou na něj kladeny nejvyšší požadavky. Závěrné napětí U_{CE} musí být (podle typu měniče) 500 až 1000 V. Zároveň je velký důraz kladen na spínací a zvláště vypínací časy. Aby se spínací ztráty tranzistoru udržely pod přijatelnou mezí, musí být spínací / rozpínací časy nejvýše 1 až 2 % pracovního cyklu měniče (T_c – viz obr. 1). Maximální kolektorový proud tranzistorem závisí především na požadovaném výstupním výkonu zdroje, na převodním poměru transformátoru a na velikosti indukčnosti primárního vinutí transformátoru. Tento proud nesmí přesáhnout povolený proud I_{CMAX} tranzistoru. Při použití spínacích tranzistorů FET je nutno brát v úvahu i některé další specifické vlastnosti. Asi nejdůležitější je počítat s tím, že povolený proud I_D prudce klesá s rostoucí teplotou tranzistoru.

4. Impulzní transformátor TR: Další problematická součástka naprosto nejvyšší měrou určující vlastnosti celého zdroje. Rozhodující je feritový materiál a jeho magneticko-fyzikální vlastnosti pro dané kmitočtové pásmo (výborné vlastnosti mají materiály FONOX – dříve Pramet Šumperk, dnes Siemens). Značný vliv má i způsob navíjení transformátoru. Při návrhu (výpočtu) vinutí je nutné brát v úvahu, že se musí minimalizovat rozptylové indukčnosti a parazitní kapacity. V praxi to řešíme např. tak, že primární vinutí rozdělíme do dvou nebo i více sekcí a mezi ně pak vkládáme jednotlivá sekundární vinutí. Dále musíme uvažovat fakt, že čím vyšší je pracovní kmitočet měniče, tím méně se uplatňuje průřez drátu, ale zvyšuje se vliv povrchové vodivosti (skin-effect). Proto používáme pro vinutí několik tenčích paralelních vodičů, při kmitočtech okolo 120 kHz přímo vysokofrekvenční lanko, na sekundární vinutí např. měděnou fólii nebo pásek. Další komplikací při výrobě je nutnost patřičných izolací mezi primárem a sekundárem, obvykle tř. II. (dvojitá izolace).

5. Sekundární usměrňovač: používají se speciální rychlé usměrňovací diody s velmi krátkými zotavovacími dobami. Nejlépe je použít Schottkyho diody, které mají velmi krátké zotavovací doby a v propustném směru podstatně menší úbytek napětí (cca 0,5 V oproti běžné diodě cca 0,7). Je třeba si uvědo-

Parametr	Jednotka	Lineární zdroj	Spínaný zdroj
poměr výkon / váha	[W/kg]	20	100
účinnost	[%]	40 - 50	> 80
poměr výkon / objem	[W/cm ³]	0,05	0,2
výstupní zvlnění	[mV]	5	50
šum na výstupu	[mV]	50	200
odezva na skokovou změnu zátěže	[ms]	0,02	1
doba náběhu	[ms]	2	20
cena realizace		prudce stoupá s výkonem	mírně stoupá s výkonem

Poznámka :
S rostoucím kmitočtem se zlepšují kvalitativní ukazatele ve prospěch spínaných zdrojů

Tab. 1 - Porovnávací tabulka zdrojů

mit, že právě sekundární usměrňovač se rozhodnou měrou podílí na celkové účinnosti zdroje, zvláště pokud se usměrňují velmi malá napětí a velké proudy (opět viz počítačový zdroj ATX – 5V/20A).
6. Výstupní filtr: snižuje zvlnění výstupního napětí na úroveň použitelnou k napájení navazujících obvodů. O kondenzátorech zde použitých platí totéž, co u síťového usměrňovače, můžeme zde k hlavním kondenzátorům ještě paralelně připojit např. tantalový kondenzátor. U tlumivky je třeba zajistit patřičnou indukčnost v celém rozsahu možné zátěže a dále minimalizovat ss odpor tak, aby tlumivka nezhoršovala celkovou účinnost.

Závěr

Cílem tohoto článku není odradit amatéry od konstrukcí se spínanými zdroji, ale velmi zjednodušenou formou vysvětlit jejich základní části, funkci a dále používané materiály, součástky a nároky na ně kladené. Celá problematika je ovšem velmi rozsáhlá a tudíž se vymyká možností tohoto článku.

Doporučená literatura:

1. Napájecí zdroje I-III A. Krejčířík, BEN 1997
2. AR-B 4/82 Impulzně regulované měniče napětí
3. AR-B 4/94 Feritová jádra, příklady zapojení spínaných zdrojů

4. ST- 11/76 Impulzně regulované nap. zdroje Parkan, Paták
5. ST- 12/76 Konkrétní realizace impulzně regulovaného zdroje, Parkan, Paták
6. AR-B 2/80 Rušení a odrušování
7. AR-B 1/86 Bezpečnostní hlediska při konstrukci přístrojů
8. SIEMENS: Switched-Mode Power Supply ... Aplikation Notes

Po tomto rozsáhlejší, nicméně potřebném a vhodném úvodu následuje první část článku zabývajícího se konstrukcí.

Univerzální zdroj KTE530

2. část — konstrukce zdroje

Základní technické údaje

síťové napětí	180 – 240 V
výstupní napětí	5 – 25 V
výstupní proud	max. 5 A
pracovní kmitočet	cca 75 kHz

Popis zapojení

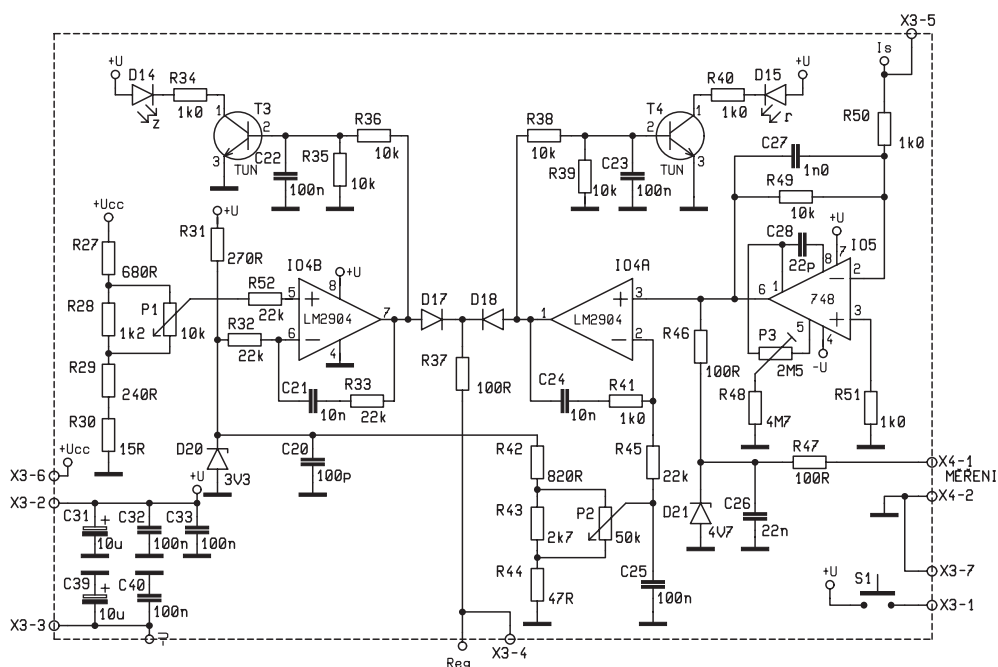
Zapojení zdroje je na obr. 2, regulační obvody na obr. 1. Pro snazší pochopení funkce zdroje je ještě na obr. 3 blokové schéma vnitřního zapojení řídicího obvodu UC3843 Tento obvod je dnes velmi rozšířen díky jeho dokonalému řešení a je součástí mnoha aplikací výpočetní techniky – zdroje pro notebooky, monitory atd. Při popisu funkce zdroje budeme vycházet z předchozího článku, kde byly rámcově vysvětleny jednotlivé funkční bloky a nejběžnější uspořádání zdrojů. Základem tohoto zdroje je jednočinný blokující měnič řízený výše uvedeným obvodem, jehož katalogové zapojení je doplněno o regulační a pomocné obvody.

Primární strana měniče je napájena přímo usměrněným síťovým napětím. Síťové napětí je připojeno na svorky X1-1, X1-2. Při hrubé závadě ve zdroji je zde pojistka Po1. Pojistka je pomalá (typ "T"), aby snesla proudový ráz při nabíjení filtračních kondenzátorů. Seriově zapojený termistor RN1 omezuje značný proudový ráz do sítě (a chrání též usměrňovač D1). Po jeho nahřátí je na něm již malá výkonová ztráta a nezhoršuje zbytečně účinnost zdroje. V nouzi lze použít jen odpor (nejlépe starý český dratový "cihlák") o odporu cca 6,8 Ω. Odpor R1 a R2 slouží k rychlému vybití filtračních

kondenzátorů C1, C2 po vytažení síťové zástrčky ze zásuvky. Varistor chrání zdroj před průnikem napětových špiček ze sítě. Kondenzátory C1, C2 spolu s toroidní tlumivkou L1 tvoří síťový filtr, který účinně filtruje rušení produkované vlastní funkcí měniče před průnikem do sítě. V opačném směru, tj. ze sítě do zdroje, působí zcela identicky. Usměrněným síťovým napětím v můstkovém usměrňovači D1 se nabíjí filtrační kondenzátory C35, C36. Přes diodu D3 a odpor R4 je vytvořeno pomocné "startovací" napětí pro počáteční provoz obvodu IO1. Po připojení měniče k síti se přes tento člen nabíjí kondenzátory C4, C5. Dostoupí-li napětí na napájecí svorce (7) obvodu IO1 hodnoty cca 8 V, obvod začne generovat budící impulzy pro spínací tranzistor T1, čímž byl měnič spuštěn. Spotřeba

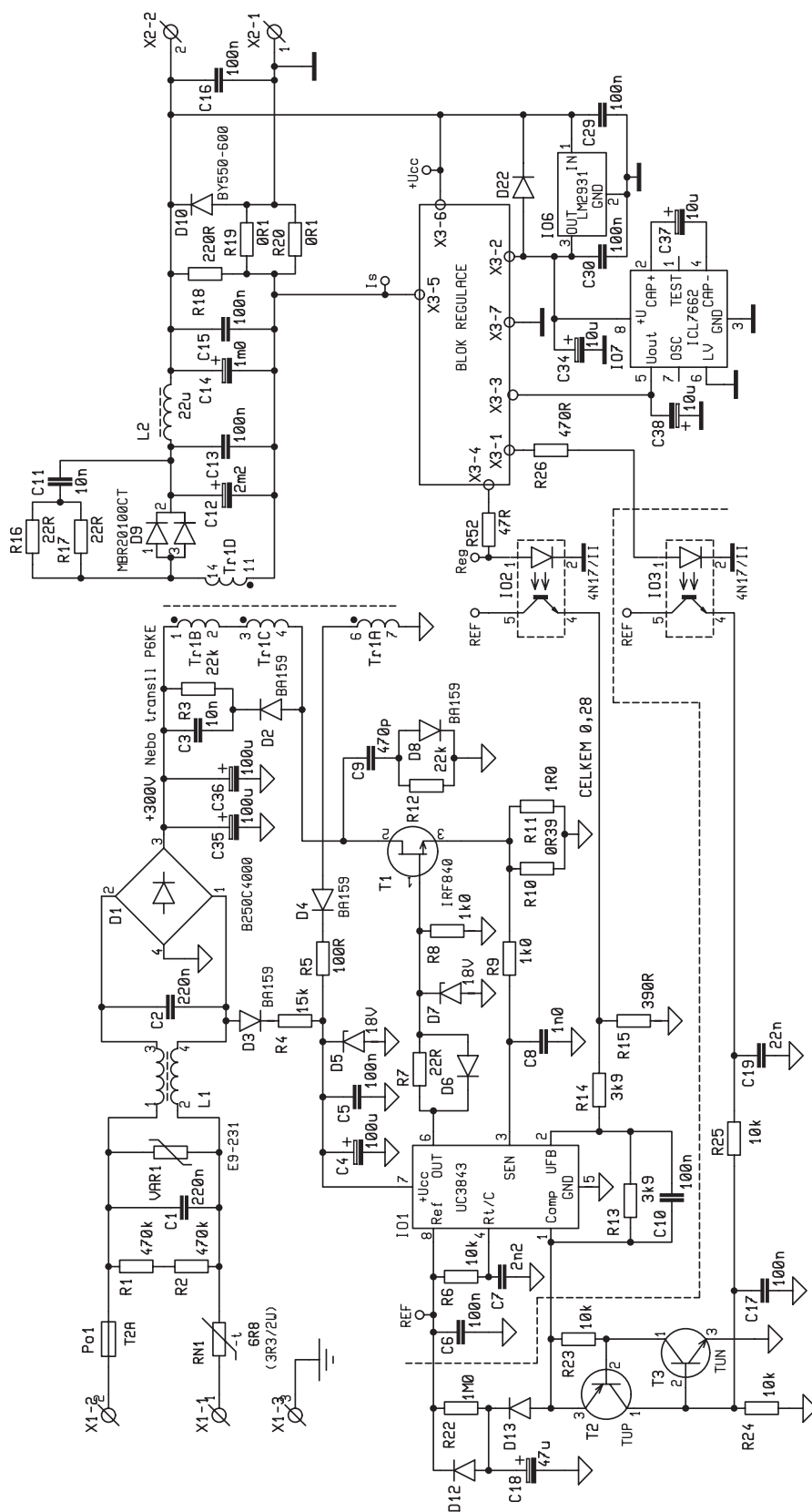
těchto obvodů je však v provozu mnohem vyšší a toto napájení by nestačilo, proto si měnič vytváří vlastní napájecí napětí ve vinutí transformátoru TR1A. Toto napětí je usměrněno diodou D4 a pomocí zenerovy diody D5 a odporu R5 omezeno na hodnotu max. 18 V. Nepodaří-li se úspěšně měnič nastartovat (např. při zkratu na výstupu), napětí na vývodu č. 7 poklesne pod cca 7 V (nebo vůbec nedosáhne zapínací úrovně 8 V – hystereze zapnuto / vypnuto je cca 1 V) a IO1 přejde do neaktivního stavu s minimální spotřebou. Kondenzátory C4 a C5 se opět začnou nabíjet a po dosažení zapínací hodnoty napětí měnič učiní nový pokus o start.

Měnič s obvodem UC3843 pracuje s konstantním kmitočtem (určují R6, C7 zapojené na vývodč. 4 – Rt/C) a výkon



Obr. 1 - Schéma zapojení KTE530b

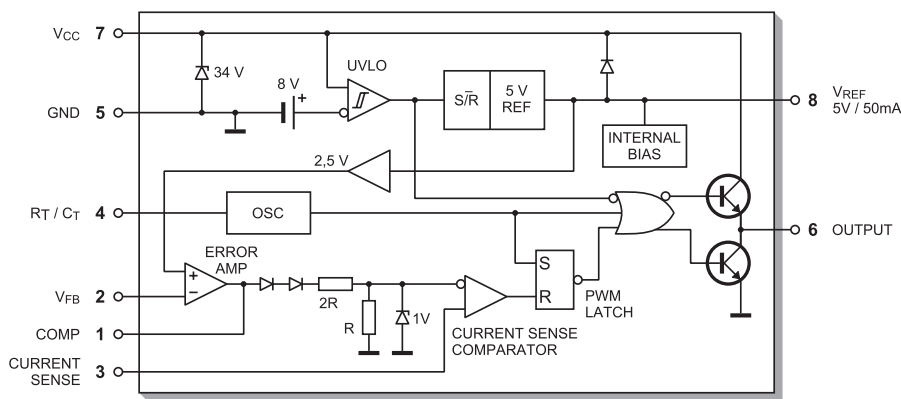
se řídí šířkovou modulací výstupních impulsů. Šířka impulsů je však řízena dvěma cestami. První cesta je řízení "oklikou" přes velikost emitorového proudu spínacího tranzistoru T1, který je snímán na paralelní kombinaci R10, R11 s celkovou hodnotou 0,28 ohmů. Na počátku cyklu se sepne výkonový tranzistor impulsem z vývodu č. 6 IO1. Proud tranzistorem se začne zvětšovat a to tím rychleji, čím je indukčnost primárního vinutí menší. Úbytek napětí na R10, R11 se přes RC člen R9, C8 (filtruje překmity a snaží se dotvořit snímané napětí na přibližně trojúhelníkový průběh) přivádí na komparátor v řídicím obvodu (vývod č. 3), kde se porovnává s napětím na výstupu zesilovače regulační odchylky. Pokud je toto snímané napětí větší, přeploží se vnitřní klopný obvod R/S a výstupní impuls se ukončí. Tento způsob regulace je velmi účinný, zátěž měniče se může měnit v širokém rozsahu. Rovněž tato zpětná vazba velmi účinně ochrání spínací tranzistor T1 proti přetížení, zkratu a jiným mimotolerantním stavům (osobně jsem omylem vyzkoušel závitový zkrat ve vinutí a proraženou výstupní diodu – vše bez zničení spínacího tranzistoru!). Toto vše je vyřešeno omezením výstupního napětí zesilovače odchylky na 1 V pomocí vnitřních odporů 2R, R a ZD 1 V – viz blokové zapojení IO na obr. 3. V době, kdy je tranzistor T1 uzavřen, je magnetická energie naakumulovaná v jádru TR přenášena z vinutí TR1D přes sekundární usměrňovač (D9) do výstupního filtru C12, C13, L2, C14, C15 do zátěže. Jako výkonový spínací prvek je použit tranzistor typu HEX-FET IRF840, z čehož plynou některá omezení. U_{GS} těchto tranzistorů je max. cca 20 V, proto je max. napětí na řídicí elektrodě omezeno pomocí zenerovy diody D7 na max. 18 V. Odpor R7 snižuje proudové namáhání výstupu IO při nabíjení značné kapacity C_{G-S} , paralelní dioda D6 naopak napomáhá k rychlému vybití tohoto náboje a tím ke zrychlení uzavírání T1. V obvodu výkonového spínače jsou dále použity obvody D2 C3 R3 a C9 R12 D8. Pomocí těchto RC článků jsou značně sníženy napěťové překmity jinak ohrožující spínací tranzistor, jehož závěrné napětí je zcela na hranici použitelnosti. Překmity vznikají na rozptylové indukčnosti (vzniká nedokonalou vazbou mezi primárem a sekundárem) a parazitními kapacitami. Tyto kapacity a rozptylové indukčnosti jsou částečně omezeny rozdělením primárního vinutí na dvě části TR1B – TR1C, mezi něž je vloženo sekundární vinutí. Kdo chce se zapojením laborovat, mohou doporučit místo všech těchto tlumicích článků pouze zapojit do série s diodou D2 (místo C3, R3) transil P6KE160 (zá-



Obr. 2 - Schéma zapojení KTE530a

věrné napětí 160 V). Tato ochrana tranzistoru je velmi účinná, odpadnou hřející odpory R3, R12 a rozměrné kondenzátory C3, C9 a zvýší se o několik procent účinnost měniče (vyzkoušeno). V řídicím obvodu (IO 1) je ještě několik rozšíření

funkcí. Uzemněním vývodu č. 1 (COMP) dojde pomocí vnitřního zesilovače odchylky a komparátoru k zablokování výstupních impulsů. Tranzistory T2 a T3 jsou zapojeny do funkce tyristoru (tyristor jako součástku nelze použít, protože má obec-



Obr. 3 - Interní struktura UC3843

ně mnohem větší přídržný proud než je k dispozici u použitého IO) neboli po přivedení impulsu na bázi T2 (přes optočlen IO3) dojde k překlopení obvodu, uzemnění vývodu č. 1 a zablokování měniče. Vzhledem k tomu, že tento obvod je napájen z vnitřní struktury IO, zůstává dále v zablokovaném stavu až do přerušení napájení ze sítě. Vývod č. 1 v tomto zapojení je ještě využit pro funkci pozvolného náběhu zdroje (SOFT-START). Tuto funkci zastává kondenzátor C18, diody D12, D13 a odpor R22. Po připojení zdroje k síti je tento kondenzátor vybitý, čímž blokuje vývod č. 1 na zem. Jeho postupným nabíjením (přes R22) a proudem vytékajícím z IO se plynule zvětšuje šířka výstupních impulsů, čímž měnič plynule najede na plný výkon. Diody D12 zajiš-

tuje jeho rychlé vybití po odpojení napájení. Obvod T2, T3 a optočlen IO3 lze případně vypustit, nebude-li požadována funkce tlačítka STOP. V praxi (např. u zdrojů pro notebooky) bývá tato funkce využita pro havarijní vypnutí např. při poruše zdroje.

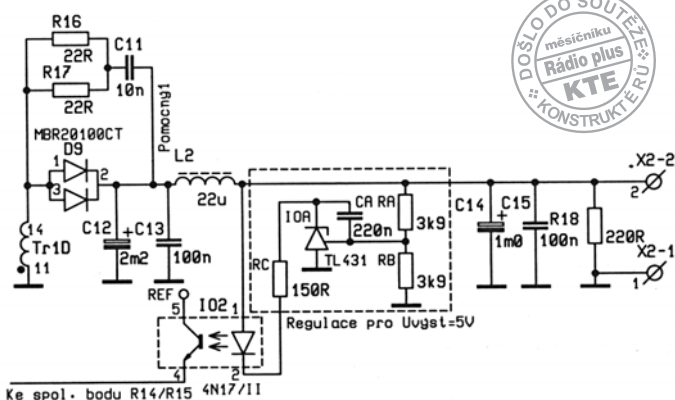
Výstupní obvody, blok regulace

Nedílnou součástí každého spínaného zdroje je regulační blok zajišťující stabilitu výstupního napětí při změnách zátěže či změně napětí v síti. Při jeho nefunkčnosti může nastat stav,

kdy výstupní napětí dosáhne několika násobku původní hodnoty. Takovéto napětí dokáže zničit, co se dá, ať už navazující obvody či některé součástky zdroje vlastního.

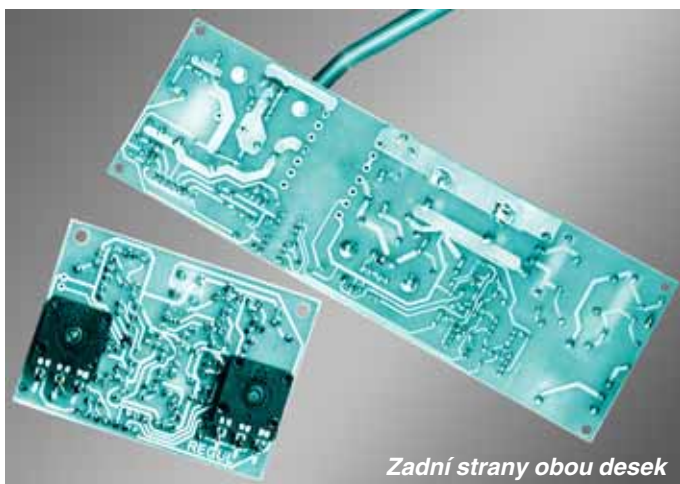
Napětí indukované na vinutí TR1D je usměrněno dvojitou schottkyho diodou D9 a přes výstupní filtr C12, C13, L2, C14, C15 přiváděno do zátěže. Pro snímání proudu je v zemním vodiči ještě vložen snímací odpor R19, R20 s celkovou hodnotou 0,05 Ω. Odpor R18 tvoří tzv. předzátěž, neboť žádný spínaný zdroj není schopen funkce zcela naprázdno. V případě pevného zabudování s trvalou zátěží je možno tento nepříjemně topící odpor i vypustit (lépe zvětšit jeho hodnotu, neboť nikdy nelze 100% zajistit, že zdroj nepoběží nikdy naprázdno). Diody D10 chrání výstupní obvody před přivedením napětí opačné polarity do výstupu, např. je-li zdroj použit jako nabíječka.

— dokončení v příštím čísle —

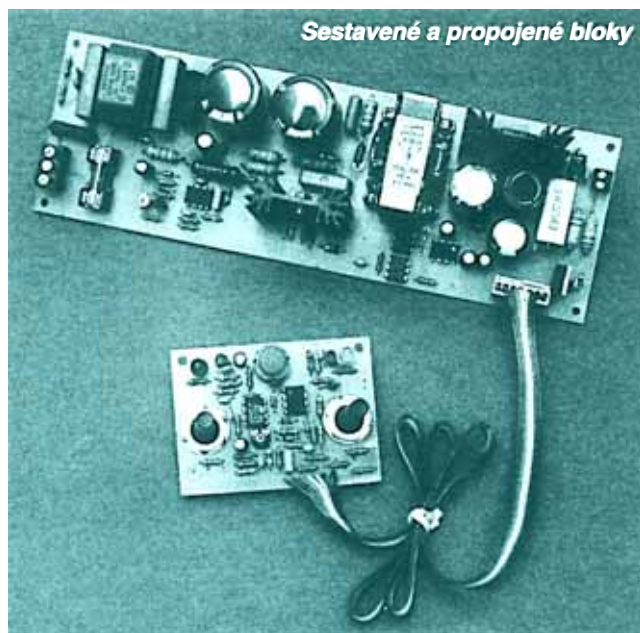


Obr. 4 - Zjednodušená regulace

Možné konstrukční řešení



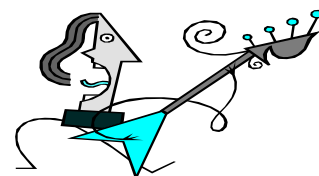
Zadní strany obou desek



Sestavené a propojené bloky

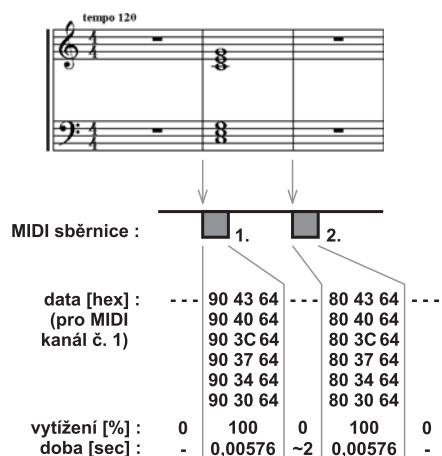
MIDI komunikace

Jan David — 2. část



5. MIDI kontroléry

Ještě jednou se vrátíme ke kanálovým zprávám začínajícím stavovým bytem Bnh. Tyto zprávy se nazývají ovladače nebo kontroléry MIDI zařízení. Pomocí nich lze např. během znění tónu měnit jeho hlasitost nebo spektrální složení, měnit jas reflektoru nebo barvu světla apod. Význam kontrolérů s čísly 00h až 77h (číslo je dáno prvním datovým bytem zprávy) je uveden v tabulce 3. Všem dostupným kontrolérům zatím nebyla přiřazena konkrétní funkce, některé zůstávají nedefinovány.



Obr. 5 - Kumulace dat

Část kontrolérů jsou dvoubytové kontrolery. To znamená, že jsou bezprostředně po sobě vyslány (resp. přijaty) dvě kanálové zprávy se stavovým bytem Bnh (např. [B0h 00h 10h], [B0h 20h 01h]) jejichž druhé databyte se skládají (MSB + LSB), čímž dostáváme 14bitové číslo hodnoty kontroléru (v uvedeném příkladu bude nastaveno číslo banku 0010000b / 0000001b = 0801h = 2049d).

Další kontroléry rovněž umožňují kontinuální změny některých parametrů, ale jejich hodnota je volitelná jen v rozsahu 0 až 127. Hodnotu udává nejmenších 7 bitů druhého databytu kontroléru (např. [B0h 49h 00h] nastaví nulovou dobu náběhu generátoru zvuku).

Několik kontrolérů funguje pouze jako dvoustavové spínače – jejich druhý databyte zadává jen vypnutí nebo zapnutí daného parametru, přestože i zde je teoreticky k dispozici 128 hodnot.

Pro ovládání moderních zařízení často nepostačuje jen standardní počet kontrolérů, a proto byly definovány tzv. registrované a neregistrované parametry. Zadáním čtrnáctibitového čísla (hodnoty MSB + LSB kontrolérů 63h / 62h nebo 65h / 64h)

se zvolí požadovaný parametr a poté lze pomocí kontrolérů 06h / 26h nebo 60h nebo 61h měnit jeho nastavení. Po nastavení je parametr deaktivován (zadáním hodnoty 7F7Fh kontrolérů 65h / 64h).

Kontroléry s čísly 78h až 7Fh pracují poněkud odlišně. Někdy bývají nazývány jako "režimové kanálové zprávy" (Channel Mode Messages). Tyto kontroléry mají bezprostřední vliv na funkci a chování celého zařízení, nejen na jednotlivé generátory v zařízení obsažené. Popis kontrolérů 78h až 7Fh podává tab. 4.

6. Zvláštnosti při přenosu dat

Pro přenos MIDI dat platí určitá pravidla. Jedno z nich již bylo uvedeno – žádné zařízení nesmí vysílat datové bloky začínající nedefinovanými stavovými byty (F4h, F5h, F9h a FDh) a pokud by k tomu nějakou náhodou přeci jen došlo, žádné zařízení nesmí na tyto přijaté stavové byty a za nimi následující datové byty reagovat. Tato podmínka je při návrhu software řídicího procesoru nějakého MIDI zařízení poměrně snadno splnitelná.

Dále je nutné si uvědomit, že prakticky nemůže existovat zařízení, které rozumí veškerým MIDI zprávám a povelům. To je pochopitelné, protože např. pouze samplery jsou schopny zpracovat zvukové vzorky standardu SDS, pro jiné druhy zařízení jsou tato data bezvýznamná. Nebo např. studiový magnetofon bude rozumět povelům standardu MMC, ale protože neobsahuje zvukové generátory, nebude pravděpodobně rozumět

kanálovým zprávám. Proto je určeno, že na data, kterým zařízení nerozumí nebo jsou pro ně bezvýznamná, nesmí v žádném případě nijak reagovat podobně jako v případě datových bloků začínajících nedefinovanými stavovými byty. Povel, který zařízení umí zpracovat na straně příjemce, nemusí být (a většinou ani nejsou) shodné s povel, který zařízení vysílá. Kterým povelům zařízení rozumí a kterým ne, je uvedeno v již zmíněné tabulce MIDI implementace a v dokumentaci dodávané spolu s výrobkem.

Některá pravidla v komunikačním protokolu byla zavedena z důvodu zvýšení informační kapacity MIDI sběrnice. Přenosová rychlost 31250 Bd je sice dostatečná pro celkový objem dat průměrně po MIDI sběrnici přenášených, jenže je tu jeden háček – většina MIDI povelů totiž probíhá v reálném čase. V důsledku toho nejsou data časově rozložena rovnoměrně, ale tvoří shluky. Uvedme velmi jednoduchý příklad (viz obr. 5): V hudební partituru pro klavír je pomlka, po níž následuje kvintakord ve dvou oktávách. V době trvání pomlky neběží po MIDI sběrnici žádná data, v okamžiku zaznění akordu proběhne bezprostředně po sobě šest tříbytových zpráv, po dobu znění akordu je sběrnice opět bez dat a v okamžiku uvolnění kláves je opět bezprostředně po sobě vysláno šest tříbytových zpráv. Šestice zpráv by správně měly být vyslány najednou, to však sériová komunikace neumožňuje. Představíme-li si ještě komplikovanější harmonii

Čas [M:B:T]	Data [hex]	MIDI povel	
08:01:060	90 3C 40	Note On	→ Spuštění generátoru "c1" na kanálu 1
08:01:061	90 40 44	Note On	→ Spuštění generátoru "e1" na kanálu 1
09:01:000	91 24 48	Note On	→ Spuštění generátoru "C" na kanálu 2
09:01:001	91 30 48	Note On	→ Spuštění generátoru "c" na kanálu 2
09:03:015	B0 01 7F	Control - Modulation	→ Kontrolér - modulace na kanálu 1
09:03:016	C2 12	Program Change	→ Změna programu na kanálu 3
09:04:118	80 40 40	Note Off	→ Vypnutí generátoru "e1" na kanálu 1
09:04:119	FF	System Reset	→ Systémový reset - nulování přijímače
10:01:000	81 30 40	Note Off	} Tyto povel jsou ignorovány, generátory již byly vypnuty systémovým resetem
10:03:000	81 24 40	Note Off	
10:03:001	80 3C 40	Note Off	

Poznámka : M:B:T je časový údaj "Measure : Beat : Tick", tj. "Takt : Doba : Tik"

Obr. 6 - Priorita dat a provádění povelů přijímačem

č. kontroléru		typ	význam, název kontroléru
[hex]	[dec]		
00 + 20	0 + 32	1)	Výběr banky (Bank Select)
01 + 21	1 + 33	1)	Modulace (Modulation)
02 + 22	2 + 34	1)	Dechový kontrolér (Breath Control)
04 + 24	4 + 36	1)	Nožní kontrolér (Foot Controller)
05 + 25	5 + 37	1)	Trvání glissanda (Portamento Time)
06 + 26	6 + 38	1)	Vstup dat (Data Entry)
07 + 27	7 + 39	1)	Hlasitost (Channel Volume)
08 + 28	8 + 40	1)	Vyvážení signálů (Balance)
0A + 2A	10 + 42	1)	Stereopozice (Panning)
0B + 2B	11 + 43	1)	Expresce (Expression Controller)
0C + 2C	12 + 44	1)	Řízení efektu 1 (Effect Control 1)
0D + 2D	13 + 45	1)	Řízení efektu 2 (Effect Control 2)
10 + 30	16 + 48	1)	Obecné užití 1 (General Purpose 1)
11 + 31	17 + 49	1)	Obecné užití 2 (General Purpose 2)
12 + 32	18 + 50	1)	Obecné užití 3 (General Purpose 3)
13 + 33	19 + 51	1)	Obecné užití 4 (General Purpose 4)
40	64	2)	Doznění (Damper Pedal, Sustain, Hold 1)
41	65	2)	Glissando (Portamento)
42	66	2)	Zadržení (Sostenuto)
43	67	2)	Tlumení (Soft Pedal)
44	68	2)	Vázaná hra (Legato)
45	69	2)	Hold / Freeze (Hold 2)
46	70	3)	Řízení zvuku 1 (Sound Cont. 1 - Sound Variation)
47	71	3)	Řízení zvuku 2 (Sound Cont. 2 - Timbre Intensity)
48	72	3)	Řízení zvuku 3 (Sound Cont. 3 - Release Time)
49	73	3)	Řízení zvuku 4 (Sound Cont. 4 - Attack Time)
4A	74	3)	Řízení zvuku 5 (Sound Cont. 5 - Brightness)
4B	75	3)	Řízení zvuku 6 (Sound Cont. 6 - Decay Time)
4C	76	3)	Řízení zvuku 7 (Sound Cont. 7 - Vibrato Rate)
4D	77	3)	Řízení zvuku 8 (Sound Cont. 8 - Vibrato Depth)
4E	78	3)	Řízení zvuku 9 (Sound Cont. 9 - Vibrato Delay)
4F	79	3)	Řízení zvuku 10 (Sound Cont. 10)
50	80	3)	Obecné užití 5 (General Purpose 5)
51	81	3)	Obecné užití 6 (General Purpose 6)
52	82	3)	Obecné užití 7 (General Purpose 7)
53	83	3)	Obecné užití 8 (General Purpose 8)
54	84	3)	Vztažná nota glissanda (Portamento Source Note)
5B	91	3)	DSP efekt 1 (Effects 1 - Reverb Send Level)
5C	92	3)	DSP efekt 2 (Effects 2 - Tremolo Depth)
5D	93	3)	DSP efekt 3 (Effects 3 - Chorus Send Level)
5E	94	3)	DSP efekt 4 (Effects 4 - Celeste / Detune Depth)
5F	95	3)	DSP efekt 5 (Effects 5 - Phaser Depth)
60	96	4)	Inkrementace dat (Data Increment)
61	97	4)	Dekrementace dat (Data Decrement)
63 + 62	99 + 98	1)	NRPN (Non-Registered Parameter Number)
65 + 64	101 + 100	1)	RPN (Registered Parameter Number)
77	119	2)	Umlčení kanálu (Channel Mute)

Poznámky:
 1) Dvoubytové kontroléry (MSB + LSB)
 2) Spínače (hodnota 0-63 = off, 64-127 = on)
 3) Jednobytové kontroléry
 4) Hodnota kontroléru je vždy 127

Tab. 3 - Kontroléry

s využitím více nástrojů na více MIDI kanálech, může to vést až ke slyšitelnému a tím rušivému zpoždování dat.

Určité zrychlení toku dat dovoluje pravidlo o režimu tzv. "běžícího" neboli "trvajícím" stavového bytu (Running Status). Pro kanálové zprávy pak platí, že po stavovém bytu může následovat více datových bloků (po jednom nebo dvou databytech), aniž by bylo nutné stavový byte opakovat. Stavový byte lze pochopitelně vypustit pouze v případě, že je shodný s předcházejícím stavovým bytem. Příjímač si sám před každý další blok datových bytů interně vkládá "trvajícím" stavový byte. To platí až do přijetí nového stavového bytu. Zdůrazňuji, že toto pravidlo platí pouze pro kanálové zprávy. Další zrychlení toku dat umožňuje pravidlo říkající, že kanálová zpráva "Note On" obsahující ve druhém datovém bytu hodnotu (Velocity) 0, bude interpretována jako povel k vypnutí zvukového generátoru (nebo zhasnutí reflektoru apod.). Je to logické, taková zpráva vlastně znamená "zapnout notu nulovou rychlostí". Druhý blok zpráv na obrázku 5 by tedy mohl být vyslán také jako posloupnost [90h 43h 00h 90h 40h 00h 90h 3Ch 00h 90h 37h 00h 90h 34h 00h 90h 30h 00h], která by měla stejný význam – činnost příjímače dat by byla v obou případech shodná.

Využijeme-li tedy obě uvedená pravidla, je možné na obr. 5 nahradit první blok zpráv posloupností [90h 43h 64h 40h 64h 3Ch 64h 37h 64h 34h 64h 30h 64h] a druhý blok posloupností [43h 00h 40h 00h 3Ch 00h 37h 00h 34h 00h 30h 00h]. Výsledkem je ušetření pěti byte v prvním bloku a šesti byte ve druhém bloku, to znamená zkrácení času potřebného pro přenos bloků o 1,6 ms, resp. o 1,92 ms, tedy celkem téměř o 1/3!

7. Priorita dat

Při reálném provozu MIDI sběrnice dochází k situacím, kdy se na MIDI sběrnici střídají různé typy zpráv reprezentující povely v reálném čase i mimo reálný čas. Zařízení ale nemusí (a někdy přímo nesmí) povely provádět v tom pořadí, v jakém byly přijaty a jsou uloženy ve vstupním vyrovnávacím FIFO buferu (viz dále). MIDI norma velmi přesně specifikuje prioritu povelů:

- 1) systémový reset
- 2) zprávy reálného času
- 3) SysEx zprávy
- 4) společné systémové zprávy
- 5) kanálové zprávy

Absolutně nejvyšší prioritu mají systémové zprávy reálného času (mezi něž patří i systémový reset), které mohou být do toku dat vkládány naprosto kamkoliv, dokonce i mezi datové byty a stavové byty ostatních zpráv včetně SysEx Messages, a které musí být zařízením prováděny bezpodmínečně ihned po jejich přijetí. Zpráva reálného času přitom nesmí narušit příjem zpráv, do nichž je eventuálně vložena. Systémové zprávy reálného času také neruší režim „Running Status“, jejich stavový byte není tedy vlastně chápán jako nový stavový byte. Systémový reset má nejvyšší prioritu i v rámci zpráv reálného času. Musí být proveden okamžitě po přijetí přednostně před veškerými ostatními povely.

Následují systémové zprávy, z nichž významnější jsou zvláštní systémové zprávy (SysEx Messages) a méně významné pak společné systémové zprávy (Common Messages). Teprve pak následují kanálové zprávy, které mají paradoxně nejnižší prioritu, přestože jsou nositeli vlastních hudebních (nebo jiných prováděcích) informací. Důvodem je to, že systémové zprávy mohou ovlivňovat způsob reakce příjímače na kanálové zprávy (tzn. měnit parametry jeho činnosti) a provedení povelu zadaného kanálovou zprávou musí tedy být pozdrženo až po nastavení nových parametrů.

Na obr. 6 je znázorněn případ, kdy je mezi ostatní data vložen povel "System Reset" a způsob reakce příjímače na něj.

8. Struktura MIDI přístrojů

Většina MIDI přístrojů je konstruována podle obr. 7. Vlastní vstupní a výstupní obvody (MIDI interface) byly již popsány v kapitole 3. I/O obvody pouze převádí úrovně signálů, vlastní data jimi nejsou nijak ovlivněna.

Příjímač a vysílač dat bývají realizovány pomocí specializovaných integrovaných obvodů UART (např. 18251A). Jejich úkolem je převádět většinou paralelní signály z procesorové jednotky (CPU) na sériový MIDI signál a naopak. Na straně příjmu je za UART většinou ještě zařazen vyrovnávací

FIFO (first in – first out) bufer, který umožňuje příjem datových shluků (viz kapitola 6) beze ztráty dat. Vyrovnávací bufer může být realizován hardwarově speciálním integrovaným obvodem (např. 74x723, 74x725), ale většinou bývá řešen softwarově – CPU v rámci obsluhy přerušeni od obvodu UART průběžně ukládá přijaté zprávy do pracovní paměti a provádí je v úsecích programu méně náročných na čas. Ze stejných důvodů, tj. zrychlení práce CPU, bývá někdy vyrovnávací bufer vložen i do vysílací cesty.

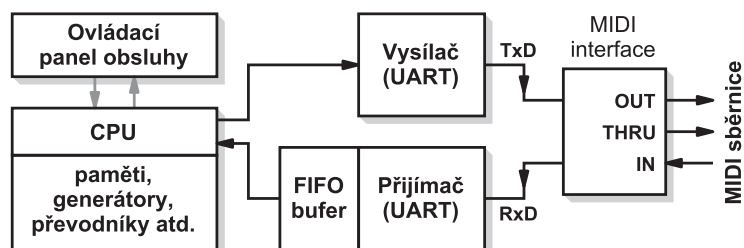
Přijímané signály jsou vyhodnocovány procesorovou jednotkou a na základě výsledku vyhodnocení pak CPU ovládá následné bloky. To mohou být zvukové generátory (u hudebních nástrojů), stmívače (u osvětlovacích aparatur), motory (u magnetofonů), D/A převodníky a různé další jednotky. V opačném směru komunikace pak procesorová jednotka předává do UARTu (a ten pomocí interface na MIDI sběrnici) požadované údaje o okamžitém stavu zařízení. Zde se jedná např. o A/D převodníky, snímače polohy, hodiny reálného času, výpisy obsahu bloků paměti atd.

Při manuálním řízení pak procesorová jednotka snímá akce obsluhy na ovládacím panelu, převádí je na určitou MIDI zprávu a tu opět předává do vysílací cesty obvodu UART. Ovládací panel může obsahovat tlačítka, potenciometry, rotační kodéry a další prvky. V případě hudebních nástrojů to bývá také klaviatura, dechových nebo strunných ovladačů apod.

Konkrétní přístroje samozřejmě nemusí obsahovat všechny uvedené bloky, záleží na jejich určení a na typu MIDI dat, která jimi mají být zpracována.

9. Základní zpracování MIDI dat

MIDI zařízení se dají rozdělit do několika základních skupin podle způsobu práce s MIDI daty. Některá zařízení pouze data přijímají a na jejich základě provádějí nějakou činnost, jiná zařízení umí data pouze vysílat. Většinou se však jedná o kombinaci příjmu i vysílání MIDI dat – například syntezátory jednak vysílají



Obr. 7 - Obecná struktura MIDI zařízení

č. kontroléru	hodnota	název kontroléru, význam
[hex] [dec]	[hex]	
78 120	00	Všechny zvuky vypnout (All Sounds Off) Vypnout všechny generátory a nastavit nulovou výstupní úroveň
79 121	00	Nulovat všechny kontroléry (Reset All Controllers)
7A 122	00	Nastavit všechny kontroléry na jejich výchozí polohy
7B 123	00	Místní řízení (Local Control) Místní řízení vypnout (Local Control Off)
7C 124	00	Zakázat reakci na vlastní ovládací prvky Místní řízení zapnout (Local Control On)
7D 125	00	Povolit reakci na vlastní ovládací prvky Všechny noty vypnout (All Notes Off)
7E 126	00	Vypnout všechny generátory a nulovat "bufer zapnutých not" Omni mód vypnut (Omni Mode Off)
7F 127	00	Zařízení bude reagovat pouze na kanálové zprávy platící pro MIDI kanál, na nějž je nastaveno Omni mód zapnut (Omni Mode On)
	mm	Zařízení bude reagovat na všechny kanálové zprávy nezávisle na tom, na který kanál je nastaveno Mód Mono (Mono Mode On / Poly Mode Off)
	mm	Pro standardní generátory Zařízení bude vždy přijímat a vysílat pouze jednohlase, nezávisle na tom, kolik hlasů umí generovat
	mm	Pro multitémbrové generátory Každá sekce zařízení bude vždy přijímat a vysílat jednohlase, nezávisle na tom, kolik hlasů umí generovat; mm udává počet aktivních sekcí zařízení
	00	Mód Poly (Poly Mode On / Mono Mode Off) Zařízení bude vždy na zvolených kanálech přijímat a vysílat plný počet hlasů, které je schopno generovat

Poznámky:
 Číslo mm nabývá hodnot 01h až 0Fh (1 až 15 dekadicky).
 Číslo kontroléru udává první databyte kanálové zprávy, hodnotu udává druhý databyte.

Tab. 4. - Řízení módu / režimu kanálu

jako MIDI data akce hudebníka snímané z klaviatury a dalších ovládacích prvků a jednak jejich tónové generátory provádějí povely přijaté z MIDI sběrnice. Moderní přístroje jsou vesměs programovatelné a umožňují provádět programování i výpis paměti pomocí SysEx zpráv. To ovšem vyžaduje obousměrnou komunikaci, takže dnes až na výjimky všechna zařízení MIDI data vysílají i přijímají. V následujícím textu jsou proto přístroje rozděleny podle převažujícího typu činnosti.

9.1. Příjem a vykonávání povelů

Přijímače jsou především taková zařízení, která na základě přijatých povelů přímo vykonávají nějakou činnost. U hudebních nástrojů je to vytváření tónů a zvuků, ovladače osvětlovacích těles řídí jejich jas nebo pohyb, magnetofony spouští a vypínají přehrávání a záznam, mixážní pulty upravují signály dle předem do paměti vložených sekvencí atd.

Mezi přijímače ale patří i zařízení, která na základě přijatých dat bezprostředně neprovádí žádné úkony, ale přijatá data pou-

ze uloží do paměťového media. To jsou hardwarové a softwarové sekvencery, disketové záznamníky dat ap.

9.2. Vysílání povelů

Vysílače dat snímají stav okolního prostředí a výsledné informace převádí na MIDI data, která pak vysílají do MIDI sběrnice. Většinou bývá sledována činnost obsluhy – člověka. Třeba jeho hra na klaviatuře nebo kytarovém ovladači, nastavování parametrů zvuku hudebního nástroje nebo jiného zařízení. Další možnosti jsou externí ovladače, tzn. krabičky s rotačními kodéry, potenciometry a spínači, jejichž polohy jsou vysílány třeba jako MIDI kontroléry. Tyto ovladače existují pro ruční i nožní ovládání.

V předchozím odstavci uvedené sekvencery a záznamníky dat nezískávají údaje z okolního prostředí, ale vysílají pouze data, která do nich byla předtím uložená a nyní jsou z paměťového media zpětně čtena.

Jinou skupinou jsou vysílače, které interně vytváří vlastní MIDI data bez návaznosti na okolní prostředí. Typickým příkladem je metronom generující synchronizační impulzy a povely reálného času podle svých interních hodin. Jinou možností je PC s programem pro komponování hudby, který výsledky své práce vysílá pomocí MIDI sběrnice do zvukových expanderů.

– pokračování příště –

Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

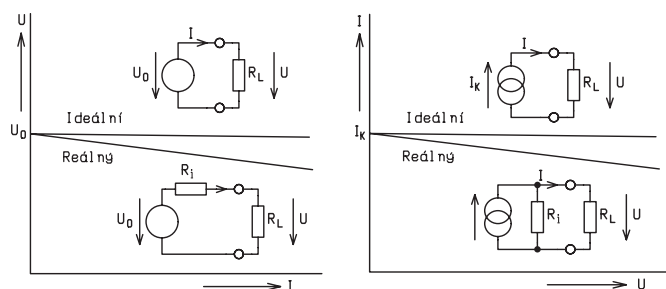
27. Nastavitelný zdroj proudu LM334

Ing. Jan Humlhans

V minulém pokračování jsme uzavřeli část zabývající se referenčními zdroji napětí, které nabízí katalog GM Electronic [1]. Na jim vyhrazeném místě v katalogu, bychom ještě našli ty IO, které je třeba předem objednat a mezi nimi i jeden, z kterého lze referenční zdroj napětí dobrých vlastností sice snadno sestavit, ale je to vlastně nastavitelný zdroj proudu. Když jsme nepopisovali skutečné napěťové reference, které nejsou v běžné nabídce, nebylo by možná od věci, nezabývat se ani jím, zvláště když se jedná o třívývodový IO LM134 za "pouhých" 300 Kč MC, což asi většinu čtenářů zarazí. Tento obvod však k zajímavým obvodům opravdu patří a když věnujeme katalogu více pozornosti, nalezneme v něm, mezi obvody pro spínané zdroje, ještě LM334 za "lidovou" cenu 45 Kč. A to je jen jedna z verzí stejného integrovaného obvodu, ale na rozdíl od LM134 s rozsahem pracovních teplot $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, bude jeho levnější bratříček LM334 sloužit (byť s některými parametry poněkud horšími – viz tab. 1), jen při teplotách od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. V řadě běžných použití a pro experimentování je to ale plně dostačující a proto jsme ho do seriálu zařadili.

Krátce o zdrojích proudu

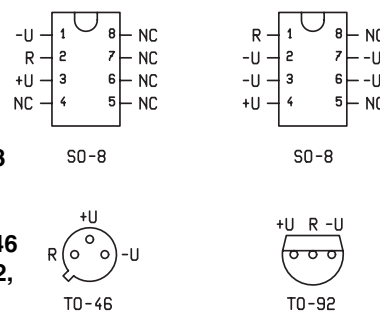
Když jsme začínali pojednání o referenčních zdrojích napětí, žádný obecný popis jsme jim nevěnovali, konečně zdroje konstantního napětí jsou mnohem běžnější než zdroje konstantního proudu. Proto si nejprve krátce uvedeme, jak se oba druhy zdrojů liší. Nejlepší prostředkem k tomu budou grafická vyjádření závislosti $U = f(I)$ pro ideální a reálný zdroj napětí na obr. 1a a odpovídající závislosti $I = f(U)$ pro zdroje proudu na obr. 1b. Na obrázcích jsou naznačeny i náhradní schémata zdrojů s u nás většinou užívanými schématickými značkami pro ideální zdroje obou typů. V tomto seriálu není místo na rozsáhlejší rozbor, navíc je k dispozici literatura [2] zabývající se touto problematikou přímo, kde je do větší hloubky popsán i aktuální objekt našeho zájmu. Protože ideálním řešením se lze jen více či méně přiblížit, platí, že zatímco od reálného zdroje napětí požadujeme co nejmenší vnitřní odpor, od zdroje proudu naopak co největší, protože jeho proud bude konstantní jen pro $R_L \ll R_i$. Teď ale zpět k LM334.



Obr. 1a, b - Výstupní charakteristiky: a) ideálního a reálného zdroje napětí, b) ideálního a reálného zdroje proudu

Stručný popis LM334 a jeho přednosti

LM334 (a LM134, LM234), dále LMx34, jsou třívývodové proudové zdroje nastavitelné v rozsahu od $1\text{ }\mu\text{A}$ do 10 mA (tedy v rozsahu 1: 10 000) při napětí 1 V až 40 V s činitelem regulace proudu $0,02\text{ } \%/V$. Protože obvod snese i napětí opačné polaritě až 20 V , může pracovat i s napájením střídavým napětím, tedy jako usměrňovač. Proud se nastavuje jednoduše a s přesností $\pm 3\text{ } \%$ jediným rezistorem. Navíc lze tyto zdroje proudu, jak dále uvidíme, výhodně použít i jako výborné sen-

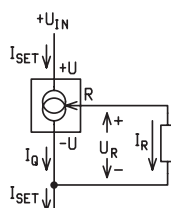


Obr. 2 - Rozmístění vývodů LM334 v pouzdrech SO-8 (pohled shora), LM134/LM234/LM334 v kovovém pouzdru TO-46 a LM334 v pouzdře TO-92, v pohledu na vývody

zory teploty. Zdroje proudu a tedy i ty, založené na LM334, se používají např. při napájení Zenerových a svítivých diod konstantním proudem, kolísá-li napájecí napětí v širokém rozsahu, ve funkčních generátorech založených na nabíjení kondenzátoru, v diferenciálních zesilovačích, pro vytváření referenčních zdrojů napětí, převodnicích elektrických veličin na kmitočty, kompenzaci vstupních proudů operačních zesilovačů či pro proudové omezení. Levné LM334 se vyrábějí v pouzdrech SO-8 se dvěma způsoby zapojení vývodů, kovovém pouzdře TO-46 a plastovém TO-92. Rozmístění vývodů všech uvedených verzí tohoto obvodu, mimo LM234-3 a LM234-6, které jsou určeny zvláště pro měření teploty, jsou na obr. 2.

Mezní hodnoty

propustné napětí mezi +U a -U	40 V
inverzní napětí mezi +U a -U	20 V
napětí mezi vývody R a -U	5 V
celkový proud (I_{SET})	10 mA
výkonová ztráta	400 mW
rozsah pracovní teploty	LM334 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ LM234 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ LM134 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$



Obr. 3 - Základní zapojení zdroje proudu s LMx34

Charakteristické parametry

Parametry v tab. 1 jsou získány v zapojení podle obr. 3 při teplotě přechodu $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ (není-li uvedeno jinak) tak, aby se teplota čipu během měření neměnila.

Poznámky k aplikaci LM334

Nastavení výstupního proudu: Nastavení požadovaného proudu se provádí volbou vhodné velikosti odporu R_{SET} zapojeného mezi vývody R a -U. Jak ukazuje obr. 3, sestává celkový proud IO I_{SET} z proudu I_R protékajícího nastavovacím rezistorem a vlastní spotřeby zdroje proudu I_Q . Na obr. 4 je graficky vyjádřena vzájemná závislost I_{SET} a I_Q . Velikost proudu I_R je dána napětím U_R , které IO mezi vývody R a -U udržuje a je přímo úměrná absolutní teplotě s konstantou úměrnosti o přibližné hodnotě $214\text{ }\mu\text{V/K}$. To při teplotě $25\text{ }^\circ\text{C}$ odpovídá asi 64 mV . Lze tedy psát:

$$I_{SET} = I_R + I_Q = \frac{U_R}{R_{SET}} + I_Q \quad (1)$$

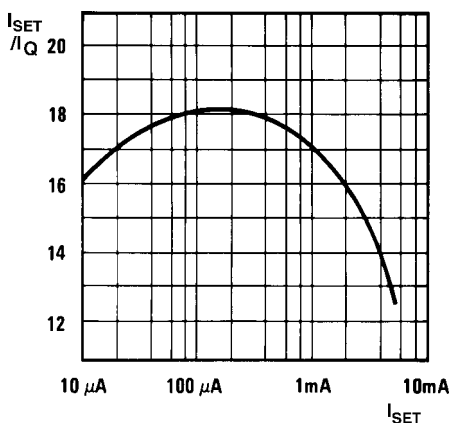
Protože pro určitý proud I_{SET} dle obr. 4 platí, že $I_{SET}/I_Q = n$, můžeme za I_Q dosadit I_{SET}/n a rovnici přepsat do tvaru:

$$I_{SET} = \frac{U_R}{R_{SET}} \cdot \frac{n}{n-1} \quad (2)$$

Jako typickou hodnotu n v rozsahu proudu I_{SET} od $2\text{ }\mu\text{A}$ do 1 mA lze podle tab. 1 považovat $n = 18$ a rovnici dále zjednodušit na tvar, který je použitelný pro prakticky užívané hodnoty proudu I_{SET} :

$$I_{SET} [\mu\text{A}] = \frac{U_R}{R_{SET}} \cdot 1,059 = \frac{227 [\mu\text{V/K}]}{R_{SET} [\Omega]} \cdot T [K] \quad (3)$$

kde T je absolutní teplota čipu. Ze vztahu vyplývají jak zajímavá možnost, tak problém. Pokud obvody LMx34 použijeme jako zdroj proudu, bude jeho hodnota závislá přímo úměrně



Obr. 4 - Závislost poměru I_{SET}/I_Q na hodnotě proudu I_{SET}

parametr	podmínky	LM134/234			LM334			jedn.
		min.	typ.	max.	min.	typ.	max.	
chyba nastavení celkového proudu I_{SET} při $+U = 2,5\text{ V}^{1)}$	$10\text{ }\mu\text{A} \leq I_{SET} \leq 1\text{ mA}$ $1\text{ mA} < I_{SET} \leq 5\text{ mA}$ $2\text{ }\mu\text{A} \leq I_{SET} < 10\text{ }\mu\text{A}$			3 5 8			6 8 12	%
poměr $n = I_{SET}/I_Q$	$100\text{ }\mu\text{A} \leq I_{SET} \leq 1\text{ mA}$ $1\text{ mA} < I_{SET} \leq 5\text{ mA}$ $2\text{ }\mu\text{A} \leq I_{SET} < 10\text{ }\mu\text{A}$	14	18 14 18	23	14	18 14 18	26 26 26	
minimální pracovní napětí	$2\text{ }\mu\text{A} \leq I_{SET} \leq 100\text{ }\mu\text{A}$ $100\text{ }\mu\text{A} < I_{SET} \leq 1\text{ mA}$ $1\text{ }\mu\text{A} < I_{SET} \leq 5\text{ mA}$		0,8 0,9 1			0,8 0,9 1		V
činitel vstupní regulace (vliv U_{IN} na I_{SET})	$2\text{ }\mu\text{A} \leq I_{SET} \leq 1\text{ mA}$ $1,5\text{ V} \leq +U \leq 5\text{ V}$ $5\text{ V} \leq +U \leq 40\text{ V}$ $1\text{ mA} < I_{SET} \leq 5\text{ mA}$ $1,5\text{ V} \leq +U \leq 5\text{ V}$ $5\text{ V} \leq +U \leq 40\text{ V}$		0,02 0,01	0,05 0,03		0,02 0,01	0,1 0,05	%/V
teplotní závislost výstupního proudu ²⁾	$25\text{ mA} \leq I_{SET} \leq 1\text{ mA}$	0,96T	T	1,04T	0,96T	T	1,04T	
efektivní paralelní kapacita			15			15		pF

Tab. 1

Pozn.: ¹⁾ Udávaná chyba odpovídá rozdílu vůči hodnotě vyplývající ze vztahu $I_{SET} = 67,7 [mV]/R_{SET}$ pro $25\text{ }^\circ\text{C}$.
²⁾ Proud I_{SET} je přímo úměrný absolutní teplotě čipu a známe-li jeho hodnotu I_0 při teplotě $T_0 [K]$, pak při teplotě $T [K]$ bude mít proud hodnotu $I_{SET} = I_0 \cdot (T/T_0)$.
³⁾ Tepelný odpor mezi čipem (přechodem) a okolím R_{thja} je u pouzdra TO-92 $180\text{ }^\circ\text{C/W}$, u TO-46 $440\text{ }^\circ\text{C/W}$ a u SO-8 $165\text{ }^\circ\text{C/W}$. Tepelný odpor mezi čipem a pouzdrem je u TO-46 $32\text{ }^\circ\text{C/W}$ a u SO-8 $80\text{ }^\circ\text{C/W}$.

na teplotě, současně se tím ale otevírá možnost použití jako senzoru teploty. Závislost napětí na nastavovacím rezistoru R_{SET} na teplotě, které má při $25\text{ }^\circ\text{C}$ typickou hodnotu 65 mV , je pro LM134 na obr. 5 (u LM334 je omezena na teploty od $0\text{ }^\circ\text{C}$ do $+70\text{ }^\circ\text{C}$). Teplotní koeficient napětí U_R a tedy i výstupního proudu je $TK \approx 0,33\text{ } \%/K$.

Velikost napětí na mezi +U a -U

Vzhledem k tomu, že LMx34 nejsou ideální zdroje proudu, potřebují mimo jiné pro svou funkci, aby napětí mezi jeho vývody +U a -U mělo určitou minimální velikost závislou na velikosti proudu I_{SET} . Názorně to ukazuje obr. 6.

Problém s vznikajícím teplem

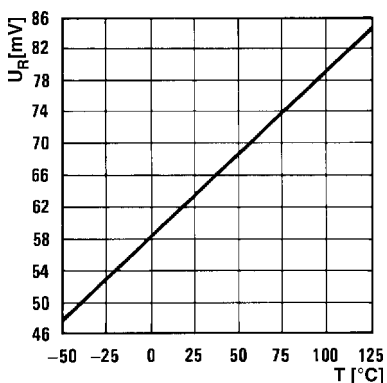
Při proudu I_{SET} vyšším než $100\text{ }\mu\text{A}$ je třeba již počítat s tím, že nastavený proud bude ovlivněn teplem vznikajícím výkonovou ztrátou IO. Např. při $I_{SET} = 1\text{ mA}$ způsobí zvýšení napětí na obvodu o 1 V nárůst teploty čipu asi o $0,4\text{ }^\circ\text{C}$ a při výše uvedeném teplotním koeficientu $0,33\text{ } \%/K$ dojde ke změně proudu o $0,132\text{ } \%$. Proto je důležité v případě použití jako zdroje proudu zajistit co možná efektivní odvod tepla z pouzdra přes vývody do fólie spojové desky či chladičem a provést dále popsanou teplotní kompenzaci.

Měření teploty

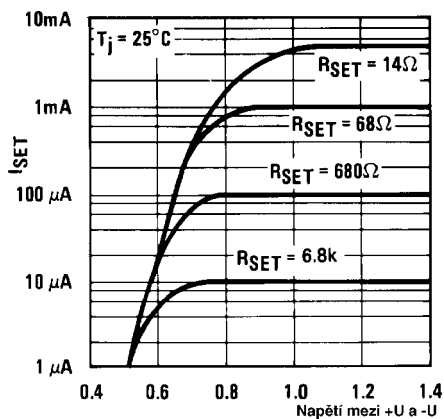
Použití LMx34 jako senzoru je výhodné zvláště při potřebě měření teploty ve vzdáleném místě. Postačí k němu vést jen dva vodiče a protože proud touto smyčkou, měronosný signál, vychází ze zdroje proudu, nevznikají ani při dlouhém vedení chyby a problémy následkem úbytků napětí. Výstupní proud je dle (3) přímo úměrný absolutní teplotě podle vztahu:

$$I_{SET} [\mu\text{A}] = \frac{227 [\mu\text{V/K}]}{R_{SET} [\Omega]} \cdot T [K] \quad (4)$$

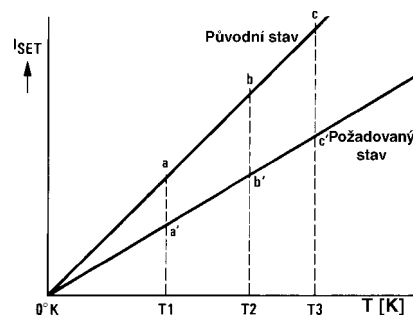
Kalibraci teploměru s LMx34 usnadňuje fakt, že jeho nepřesnost jako senzoru teploty se projevuje jen změnou sklonu závislosti $I_{SET}(T)$, která směřuje podle obr. 7 k teoretické po-



Obr. 5 - Teplotní závislost napětí U_R



Obr. 6 - Zdroj proudu s LMx34 potřebuje určité minimální napětí mezi +U a -U



Obr. 7 - Pro nastavení senzoru teploty stačí kalibrace v jediném bodě

čáteční teplotě $T = 0 \text{ K}$. Proto stačí, nastavíme-li požadovanou hodnotu proudu změnou R_{SET} nebo zatěžovacího odporu převádějícího proud na napětí v jediném bodě. V obr. 7 představuje přímka procházející body a, b, c původní závislost zatíženou chybou. Provedeme-li opravu např. při teplotě T_2 , přesune se bod b do požadovaného bodu b' a současně se provede i oprava celé závislosti. Pro udržení přesnosti je kvůli parazitním termoelektrickým článkům v obvodu třeba R_{SET} umístit u senzoru a použít rezistor s nízkým teplotním koeficientem.

Snížení teplotní závislosti zdroje proudu s LMx34

Zdroj proudu I_{SET} v základním zapojení na obr. 3 má následkem kladného teplotního koeficientu napětí U_R okolo $0,23 \text{ mV/K}$ vlastní teplotní koeficient asi $0,33 \text{ \%/K}$. Pro kompenzaci teplotní závislosti U_R lze využít teplotní závislosti propustného napětí křemíkové diody, které má teplotní koeficient přibližně $-2,5 \text{ mV/K}$. Vhodné zapojení je na obr. 8. Pro proud I_{SET} platí:

$$\text{kde } I_1 = \frac{U_R}{R_1} \text{ a } I_2 = \frac{U_R + U_D}{R_2} \quad (4)$$

Za předpokladu, že I_Q je na teplotě málo závislý, nalezneme podmínky pro nulový teplotní koeficient tak, že zjistíme, kdy bude po dosažení známých teplotních koeficientů napětí U_R $227 \text{ } \mu\text{V/K}$ a napětí na kompenzační diodě $-2,5 \text{ mV/K}$ derivace dI_{SET}/dT nulová:

$$\frac{dI_{SET}}{dT} = \frac{dI_1}{dT} + \frac{dI_2}{dT} = \frac{227 \text{ } [\mu\text{V/K}]}{R_1} + \frac{227 \text{ } [\mu\text{V/K}] - 2,5 \text{ } [\text{mV/K}]}{R_2} = 0 \quad (5)$$

z této podmínky nalezneme poměr R_2/R_1 potřebný k jejímu splnění:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{2,5 \text{ } [\text{mV/K}] - 0,227 \text{ } [\text{mV/K}]}{0,227 \text{ } [\text{mV/K}]} \approx 10 \quad (6)$$

Známe-li potřebný poměr odporů R_1/R_2 a předpokládáme-li $U_D = 0,6 \text{ V}$, můžeme najít i jejich velikosti tak, abychom přitom získali požadovaný proud I_{SET} dosazením do (4):

$$I_{SET} \approx \frac{U_R}{R_1} + \frac{U_R + U_D}{R_2} = \frac{67,7 \text{ } [\text{mV}]}{R_1} + \frac{67,7 \text{ } [\text{mV}] + 0,6 \text{ } [\text{V}]}{10 R_1} = \frac{0,134 \text{ } [\text{V}]}{R_1} \quad (7)$$

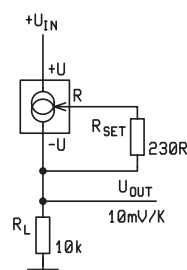
Je-li např. požadován teplotně kompenzovaný zdroj proudu $I_{SET} = 1 \text{ mA}$, bude podle (7) odpor $R_1 = 0,134 \text{ } [\text{V}]/1 \text{ } [\text{mA}] = 134 \text{ } \Omega$ a odpor R_2 podle (6) $1340 \text{ } \Omega$. Nebudou-li vypočtené hodnoty v řadě jmenovitých hodnot, zvolíme nejbližší hodnoty z řady s tolerancí $\pm 1 \text{ \%}$ (E96), tedy $R_1 = 133 \text{ } \Omega$ a $R_2 = 1330 \text{ } \Omega$. To sice poněkud změní hodnotu proudu I_{SET} , podle (7) ale zjistíme, že nová hodnota bude $1,049 \text{ mA}$, tedy rozdíl menší než 5 \% . Teplotní koeficient podle (5) je -77 nA/K , zatímco pro zdroj 1 mA bez kompenzace podle obr. 3 s $R_{SET} = 68 \text{ } \Omega$ je dle (3) teplotní koeficient $+3,3 \text{ } \mu\text{A/K}$.

Typické aplikace obvodů LMx34

Několik častých použití popisovaných obvodů

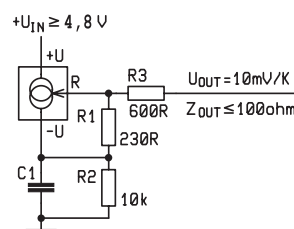
Teploměry

Na obr. 9 je nejjednodušší zapojení senzoru teploty s napěťovým výstupem s citlivostí 10 mV/K . Zvolíme-li zátěž R_L např. s odporem $10 \text{ k}\Omega$, musí do ní při $25 \text{ }^\circ\text{C} \approx 298 \text{ K}$ senzor vnútit proud $10 \text{ } [\text{mV/K}] \times 298 \text{ } [\text{K}] / 10 \text{ } [\text{k}\Omega] = 0,298 \text{ mA}$. S využitím rovnice (3) vypočteme odpor $R_{SET} = 0,227 \text{ } [\text{mV/K}] \times 298 \text{ } [\text{K}] / 0,298 \text{ } [\text{mA}] = 227 \text{ } \Omega$. Použijeme-li hodnotu $230 \text{ } \Omega$, velké chyby se nedopustíme. Nesmíme také zapomenout, že při použití levného typu LM334, můžeme měřit teplotu jen v rozsahu $0 \text{ }^\circ\text{C}$ až $+70 \text{ }^\circ\text{C}$. Protože výstupní napětí se přitom bude pohybovat mezi $2,73 \text{ V}$ až $3,43 \text{ V}$, postačí napájecí napětí 5 V . Jako R_{SET} , je-li kvůli jednoduchosti propojení místa měření a vyhodnocení umístěn u senzoru, je třeba užít metalizovaný rezistor s nízkým teplotním koeficientem.

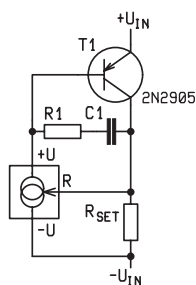


Obr. 9 - Převodník teploty na napětí s citlivostí 10 mV/K

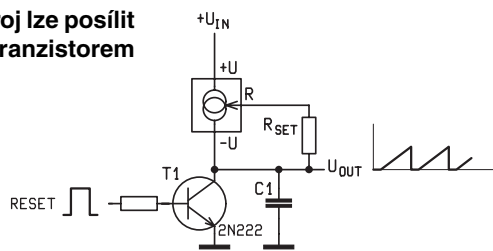
Nevýhodou zapojení na obr. 9 je vysoká výstupní impedanace daná přibližně odporem R_L . Jedna z možností jejího snížení je na obr. 10. Citlivost tohoto převodníku je stejná, 10 mV/K , ale výstupní impedanace je menší než $100 \text{ } \Omega$. Výstupní impedanace na vývodu R je totiž přibližně $-R_L/16$. Dalšího snížení asi $5 \times$ se dosáhne zařazením rezistoru $R_3 = R_L/16$ do série s výstupem.



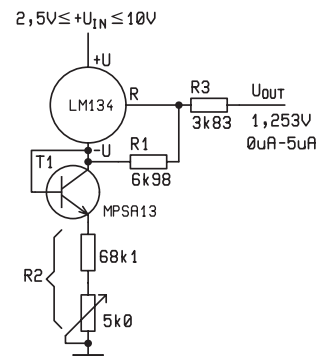
Obr. 10 - Převodník teploty na napětí s citlivostí 10 mV/K a sníženou výstupní impedancí



Obr. 11 - Proudový zdroj lze posílit externím tranzistorem



Obr. 12 - Častým použitím proudových zdrojů jsou generátory časové základny



Obr. 13 - Teplotně kompenzovaný zdroj proudu lze použít i jako nízkopříkonový zdroj referenčního napětí 1,235 V

Proudové posílení

Pokud je výstupní proud, který může poskytnout samotný LMx34 nedostatečný, případně se chceme vyhnout jeho vlastnímu ohřevu, použijeme zapojení na obr. 11, kde proud LMx34 přivádí proud do báze tranzistoru T1. Pro výstupní proud platí $I = U_R/R_{SET} = 0,0677[V]/R_{SET} \cdot V [2]$ jsou popsány vlastnosti takto zapojeného zdroje proudu 10 mA s tranzistorem BC179 a experimentálně zjištěným odporem $R_{SET} = 6,9 \Omega$, který při napětí $U = 12 V$ udržel požadovaný výstupní proud ještě při zatěžovacím odporu 1 k Ω . Hodnoty kompenzačního RC článku, který brání zákmitům při rychlých změnách zátěže nebo napájecího napětí, je lépe nalézt experimentálně.

Generátor pilového signálu

Zdroje proudu jsou vhodné pro vytváření napětí pilového průběhu na základě nabíjení kondenzátoru konstantním proudem. To se užívá jako časová základna osciloskopů. Základ takového zapojení je na obr. 12. Nastavení nabíjecího proudu bylo popsáno v předchozím textu. Spínání tranzistoru T1 umožňuje synchronizovat pilový signál s pozorovaným dějem.

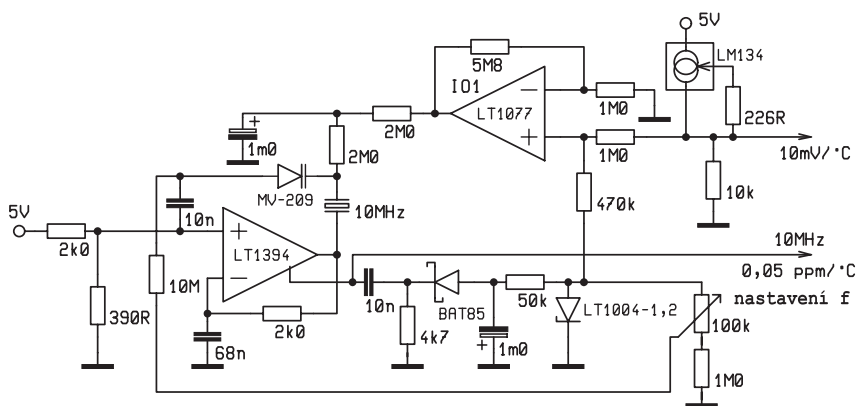
Nízkopříkonová napěťová reference [4]

I když, jak nakonec bylo popsáno i v předchozích částech tohoto seriálu, jsou již k dispozici přímo integrované zdroje referenčního napětí, velmi dobré vlastnosti má i zdroj napětí 1,235 V pro zátěž do 5 mA se spotřebou asi 10 μA na obr. 13, vytvořený podle principu zapojení na obr. 8. Na rozdíl od něj, však namísto kompenzační diody využívá tranzistor zapojený jako dioda spojením kolektoru s bází. Charakteristiky takto vytvořených diody mají podstatně menší rozptyl než normální diody. Vstupní napětí může být od 2,5 V až do 30 V. Minimálního teplotního koeficientu $\approx 50 \text{ ppm}/^\circ C$ se docílí nastavením výstupního napětí pomocí R2 na uvedených 1,253 V. Rezistory tvořící R2 by měly mít nízký teplotní koeficient a být na stejné teplotě jako zbytek obvodu.

Teplotní kompenzace oscilátoru [5]

Teploměr uvedený již na obr. 9 je využit v zapojení krystalem řízeného oscilátoru 10 MHz na obr. 14, kde poskytuje teplotně závislé napětí. Tím se pak sníží závislost generovaného

kmitočtu na teplotě změnou kapacity varikapu v poměru asi 20:1, takže ta pak dosahuje jen několika ppm.



Obr. 14 - Teplotní senzor s LM134 přispěje výrazně ke snížení teplotní závislosti krystalem řízeného oscilátoru

Závěr

Se zdroji proudu se většinou setkáváme v nabíječkách elektrochemických zdrojů proudu, kde většinou nejsou požadavky na stabilitu a malý vliv teploty příliš tvrdé. Dále však existuje řada obvodových řešení, kde je vydatnou pomocí jednoduchý, přesný a stabilní zdroj proudu řádu jednotek miliampérů a méně. K nim náleží i popsané obvody LM143, LM243 a LM343, které lze použít také jako senzory teploty.

Prameny:

- [1] Součástky pro elektroniku. Katalog GM Electronic 2001.
- [2] A. Krejčířík: Zdroje proudu. BEN Praha 1999.
- [3] LM134/LM234/LM334, 3-Terminal Adjustable Current Sources. Kat. list National Semiconductor (<http://www.national.com>)
- [4] Precision Reference Uses Only Ten Microamperes. Linear Brief 41. Červenec 1978, National Semiconductor.
- [5] J. Williams: Fast comparators find their niche in linear applications. EDN 11. září 1998, str. 159 – 161.

Microchip Technology – PIC16F84 a ti druzí aneb zpráva o existenci PIC 16F62x, PIC 16F87x, PIC 16F7x a PIC 18Fxxx

III. díl – mikrokontroléry PIC16F7x

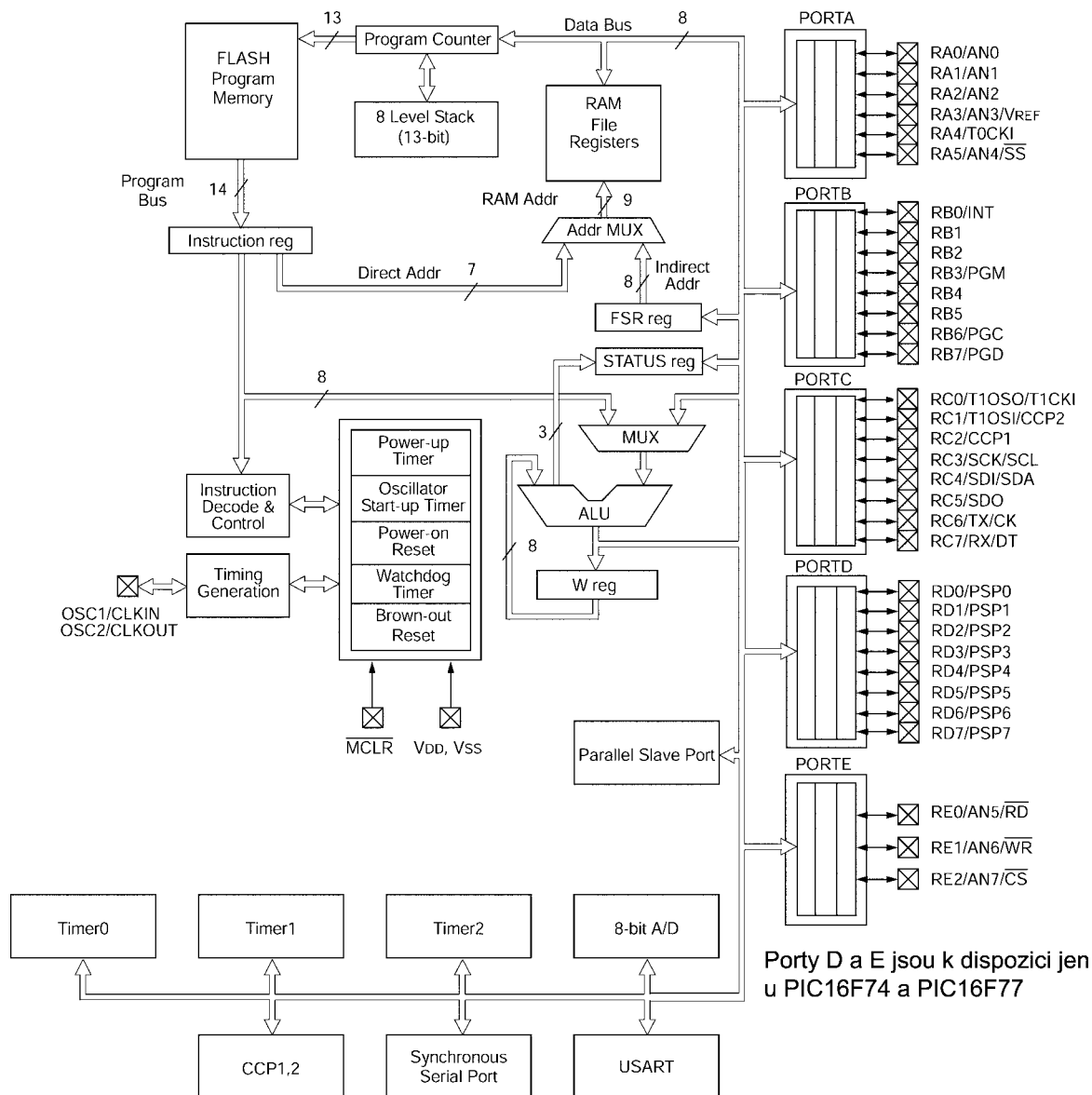
Ing. Jiří Kopelent

Rodina mikrokontrolérů PIC16F7x má v současnosti celkem čtyři zástupce (PIC16F73, PIC16F74, PIC16F76 a PIC16F77) lišící se zejména velikostí pouzdra a tím i I/O pinů, velikostí paměti FLASH a RAM. Obvody v pouzdech DIL40, PLCC44, TQFP44 a MQFP44, tj. obvody PIC16F74 a PIC16F77, disponují paralelním portem navíc (slave mode). Jelikož má tato rodina v porovnání s PIC16F84 opět mnoho nových periférií, pojďme si je stručně představit.

Brown-out detector – detektor poklesu napájecího napětí

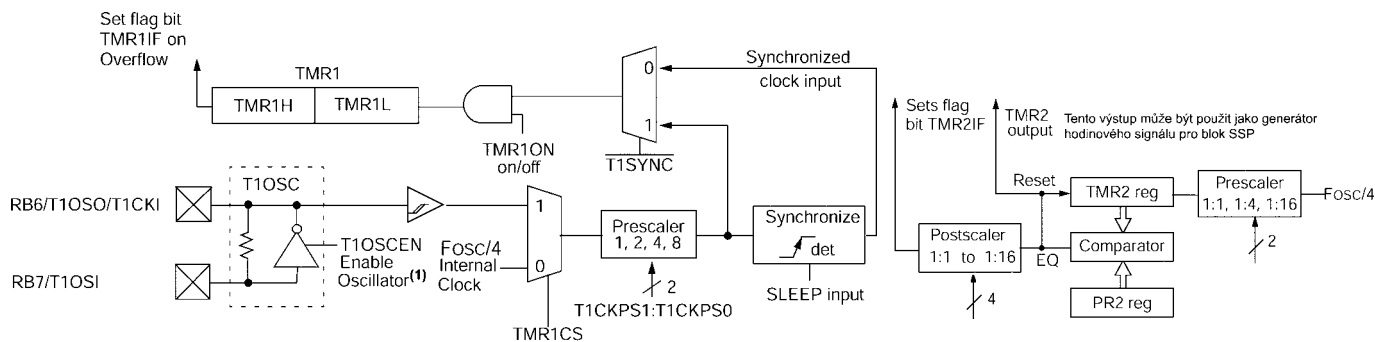
Příčiny chybné funkce zařízení bývají různé. Jednou z možných příčin mohou být krátkodobé poklesy napájecího napětí

řádů jednotek až desítek ms. Typickým místem, kde tato situace může nastat, jsou bateriová zařízení, kde jsou periferní obvody s velkým odběrem jako jsou např. elektrické motory, velké LED displeje,... Tato situace může být ještě umocněna špatným stavem baterie (velký vnitřní odpor), jenž celé zařízení napájí.



Porty D a E jsou k dispozici jen u PIC16F74 a PIC16F77

Obr. 1 - Blokové schéma PIC 16F7x



(1) Pokud je bit T1OSCEN nulový, zpětovazební odpor a invertor jsou odepnuty od I/O pinů a invertor je vypnut

Obr. 2 - Blokové schéma čítače/časovače TIMER 1

Z výše uvedeného důvodu byl na čip přidán obvod, který takovéto krátkodobé výpadky je schopen detekovat a při jejich výskytu pak procesor resetovat, a tím uvést procesor do správného stavu.

Timer 1 – čítač/časovač 1

Je nový modul, který podstatným způsobem zvyšuje schopnosti mikroprocesoru, neboť pro mnoho aplikací je existence pouze jednoho čítače (Timer 0) nedostatečná. Blokové schéma tohoto nového modulu čítače můžeme vidět na obr. 2.

Uvedený modul TIMER1 může pracovat v celkem třech různých režimech.

Základním režimem je režim časovače (timeru), kdy čítač čítá čtvrtinu frekvence vnitřního oscilátoru, kterým je řízen vlastní procesor. Tato frekvence může být ještě před vlastním čítáním snížena na potřebnou frekvenci předděličem, který je schopen propustit kmitočty bez změny nebo podělit 2, 4 nebo 8. Čítání tohoto kmitočtu je pak možno povolit či zakázat pomocí signálu (bit v konfiguračním byte čítače T1CON) TMR1ON. Vlastní čítač je tvořen dvěma osmibitovými čítači, jenž jsou zapojeny jako jeden 16bitový. Při přetečení čítače, tj. přechodu ze stavu 0FFFHEX do stavu 0000HEX je generováno přerušení, které může být opět povoleno/zakázáno příslušným bitem (bit0) ve stavovém byte PIE1.

Druhým režimem je čítání externího kmitočtu v synchronním módu, kdy je inkrementace vlastního čítače synchronizována kmitočtem vnitřního oscilátoru. Další možnosti nastavení jsou shodné s předešlým módem.

Třetím režimem (módem) je čítání externího kmitočtu v asynchronním módu, tj. inkrementace čítače TMR1 není synchronizována s vnitřním kmitočtem. Tohoto módu lze využít ke "vzbuzení" mikroprocesoru ze SLEEP módu, neboť při přetečení čítače je standardním způsobem generováno přerušení. Jako zdroj externího kmitočtu je možné použít oscilátor přístupný na pinech RB6 a RB7 s externím krystalem např. 32 kHz. Při tomto režimu bude perioda "probouzení" mikroprocesoru 0.5 sec, 1.0 sec, 2.0 sec nebo 4 sec.

V tomto režimu je schopen čítač čítat vnější frekvenci s periodou vyšší než 60 ns, tj. čítač je schopen zpracovat kmitočty nižší než 16,67 MHz.

Obr. 3 - Blokové schéma časovače TIMER 2

Maximální frekvence, jakou je oscilátor T1OSC schopen kmitat je dle výrobce cca 200 kHz, což je stejně jako u hlavního oscilátoru v módu LP.

Timer 2 – časovač 2

Je dalším novým prvkem, který najdeme na čipu procesorů rodiny PIC16F7x je modul časovače. Jeho blokové schéma můžeme vidět na obr. 3.

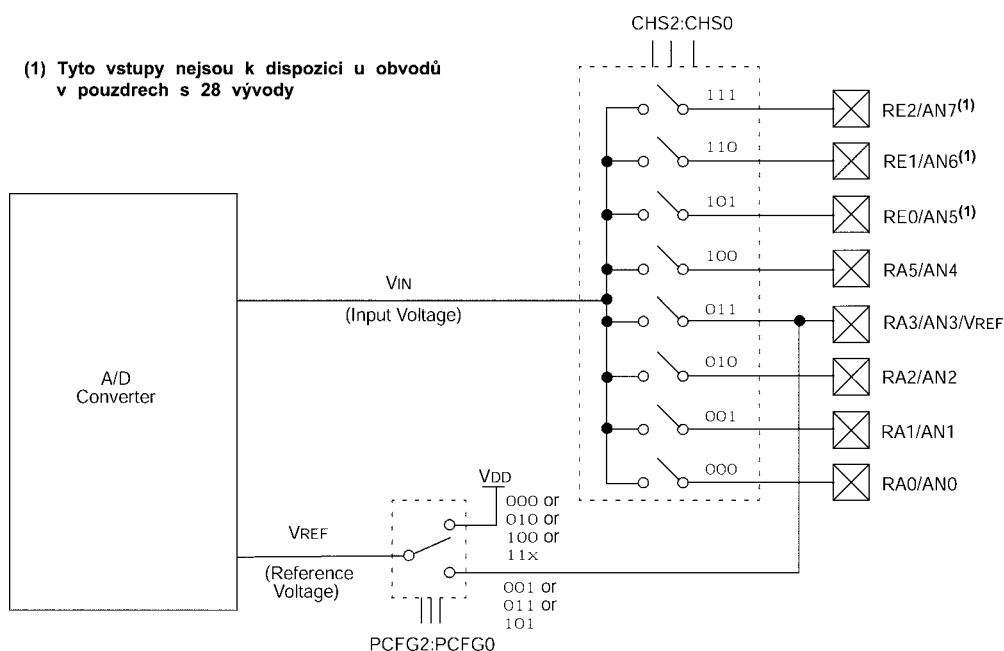
I když tento, pouze 8mibitový čítač, nemůže čítat externí kmitočty (pouze čtvrtinu frekvence vnitřního oscilátoru Fosc/4), tj. nedisponuje režimem časovače, jsou možnosti jeho využití široké díky jednotce komparátoru, která umožňuje zkrátit cyklus čítače na hodnotu, která je nastavena v 8mibitovém registru PR2. Výstupní signál z komparátoru je možné využít pro generování přerušení. Díky programovatelnému děliči (postscaler) připojeného na výstup komparátoru je možné nastavit generování přerušení po jednom až 16ti cyklech čítače.

A/D convertor – analogově-digitální převodník

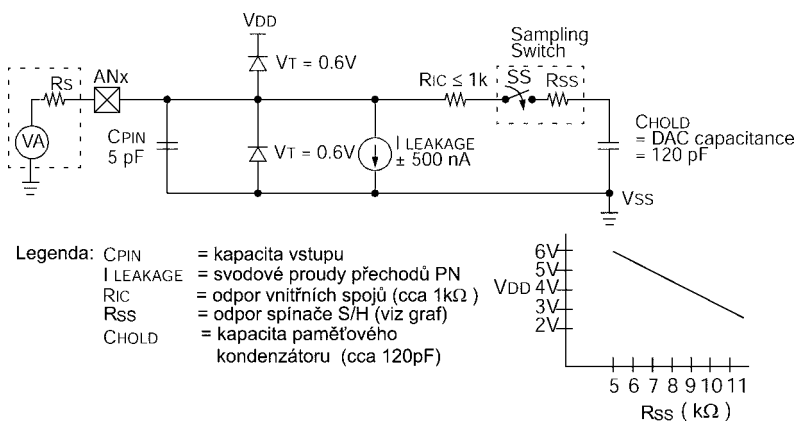
Je dalším novým prvkem, který najdeme na čipu procesorů rodiny PIC16F7x je modul 8mibitového A/D převodníku. Jeho blokové schéma můžeme vidět na obr. 4.

Vlastnímu A/D převodníku je předřazen analogový multiplexer, který, v případě obvodů zapouzdřených v 28vývodovém pouzdru, má 5 vstupů, u obvodů ve 40tívývodovém pouzdru je

(1) Tyto vstupy nejsou k dispozici u obvodů v pouzdrích s 28 vývody



Obr. 4 - Blokové schéma A/D převodníku



Obr. 5 - Model analogových vstupů

vstupů celkem 8. Vlastnímu A/D převodníku je ještě předřazen S/H obvod (Sample/Hold), který "podrží" příslušnou hodnotu vstupního napětí konstantní po celou dobu převodu A/D převodníku. Tento obvod je nutný vzhledem k použitému principu A/D převodu. Aby bylo možné využít plné přesnosti tohoto A/D převodníku je nutné dodržet doporučení výrobce. Mezi tato doporučení patří zejména nízká impedance měřeného místa, která by neměla překročit 10 kΩ a dostatečně dlouhá doba vzorkování. Aby bylo možné si spočítat nutnou dobu pro konkrétní případ, uveďme si model analogového vstupu včetně postupu výpočtu doby nutné pro vzorkování (viz obr. 5).

Minimální doba vzorkování T_{ACQ} :

$$T_{ACQ} = T_{AMP} + T_C + T_{COEF}$$

kte

T_{ACQ} je min. doba potřebná pro vzorkování (= odběr vzorku);

T_{AMP} je doba ustálení operačního zesilovače (typicky 2 μs);

T_{COEF} je teplotní koeficient, který se uplatňuje při teplotách nad 25 °C = (Temp - 25) * 0,05.

Takže můžeme přepsat výše uvedený vzorec:

$$T_{ACQ} = 2 + TC + (Temp - 25) * 0,05$$

Zvolíme-li pro naši ukázkou $R_S = 50 \Omega$, Temp = 50 °C a $V_{DD} = 5 V$

$$T_C = -C_{HOLD} * (R_{IC} + R_{SS} + R_S) * \ln(1/2047)$$

$$= -120 * 8050 * \ln(0,0004885)$$

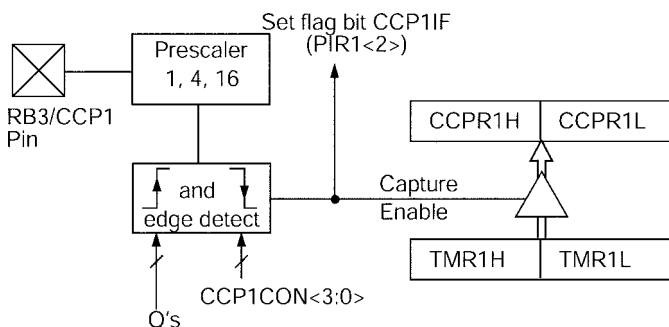
$$= 7,36 \mu s$$

$$T_{ACQ} = 2 + 7,36 + 1,25$$

$$= 10,61 \mu s$$

Ve výše uvedeném příkladu jsme uvažovali, že mikroprocesor měl napájecí napětí 5 V. Pokud bude mikroprocesor napájen jiným napětím, změní se podstatným způsobem odpor sepnutého kanálu spínacího tranzistoru. Jeho hodnotu při různém napájecím napětí můžeme orientačně určit z grafu na obr. 5.

Další informace nutné pro používání A/D převodníku s podrobným vysvětlením můžeme najít v referenčním manuálu popisující všechny periferie všech členů rodiny PIC16C "PIC-



Obr. 6 - Blokové schéma jednotky CCP v režimu CAPTURE

micro™ Mid-Range MCU Family“ nebo v příslušných katalogových listech.

CCP – modul Capture/Compare/PWM

Novinkou rodiny mikroprocesorů PIC16F7x je přítomnost celkem dvou jednotek Compare/Capture/PWM. Jak už ze samotného názvu vyplývá, jednotka může pracovat v jednom ze tří režimů. Tyto režimy si v následujících odstavcích stručně popíšeme.

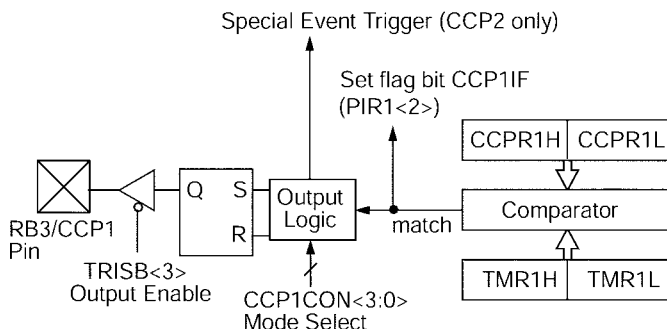
Prvním režimem, nebo chcete-li stavem, v kterém může jednotka CCP pracovat, je režim Capture. Blokové schéma jednotky v tomto režimu je vidět na obr. 6.

Jako reference je zde použita jednotka Timer 1 (16bitový čítač/časovač), jejíž stav je zachycován na základě vnějšího podnětu, přivedeného z pinu RB3, do registru CCPR1. Zajímavostí je možnost nastavení určitého dělicího poměru pro vstupní signál, což

znamená, že jednotka bude reagovat až po určitém počtu period vstupního signálu a to buď každou periodu, každou čtvrtou nebo každou 16. V případě použití dělicího poměru 1, tj. předdělič pouze propouští signál, si můžeme vybrat aktivní hranu signálu, na kterou bude jednotka reagovat. Při použití jiného dělicího poměru než 1, bude jednotka reagovat vždy na vzestupnou hranu. Aby program nebyl zatížen neustálým dotazováním na stav jednotky Capture, je jednotka schopna generovat přerušení v okamžiku zachycení stavu čítače TMR1. Použijeme-li jako "časovou základnu" čítač TMR1 v asynchronním režimu, jsme schopni pomocí této jednotky určit dobu příchodu aktivní hrany s přesností 60 ns.

Druhým režimem v kterém se jednotka CCP může nacházet je režim Compare. Blokové schéma jednotky v tomto režimu je vidět na obr. 7. Činnost jednotky CCP v tomto režimu je hodně podobná funkci časovače Timer 2. Na rozdíl od tohoto časovače je však čítač TMR1 16ti bitový a komparace probíhá samozřejmě 16bitově. Druhým rozdílem je, že signál o dosažení shody mezi TMR1 a údajem v registru CCPR1, není použit ke zkrácení cyklu čítače jako tomu bylo v případě časovače TIMER2, ale je použit k nastavení předvolené log. úrovně na výstupním pinu RB3, tj. uživatel si může nastavit, jaká logická úroveň se má objevit na pinu RB3 v momentu dosažení shody. Samozřejmě je zde možnost ponechat výstup nezměněn a použít signál pouze ke generování přerušení.

Třetím režimem v kterém se může jednotka nacházet, je režim PWM. Blokové schéma jednotky CCP v režimu PWM je vidět na obr. 8. Díky dobře navržené konstrukci jednotky PWM je možné možné generovat PWM signál s 10bitovým rozlišením a opakovací frekvencí až 19,53 kHz a nebo dokonce s opakovací frekvencí 78,12 kHz při 8bitovém rozlišení. Tyto hodnoty jsou platné při maximální hodinové frekvenci procesoru 20 MHz. Popíšeme si krátce princip PWM jednotky. Opakovací frekvence, tj. perioda výstupního signálu je dána hodnotou v registru PR2, neboť v momentu dosažení shody mezi



Obr. 7 - Blokové schéma jednotky CCP v režimu COMPARE

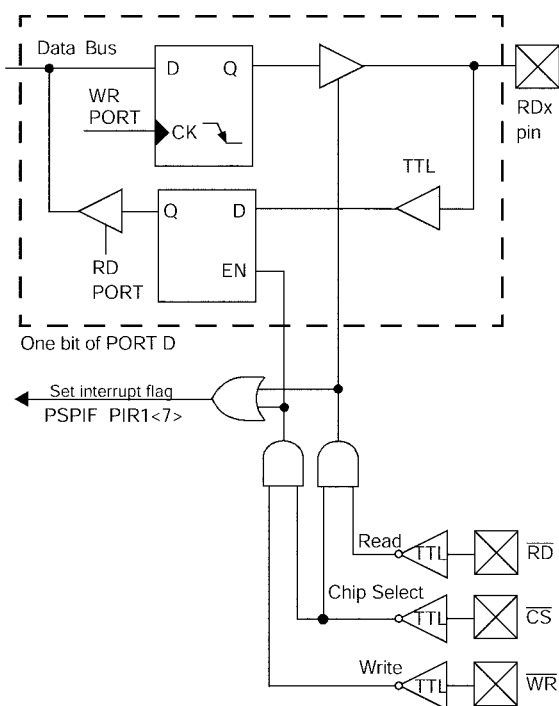
zmíněným registrem a čítačem TMR2 je čítač inicializován na hodnotu 0, tj. začne znovu čítat od začátku a výstup, signál na pinu RB3, je nastaven na log. 1. Tato část tedy pracuje téměř shodně jak bylo popsáno v části věnované časovači TIMER2. Píší téměř shodně, neboť, pokud si dobře prohlédneme obr. 8, zjistíme, že ač je registr PR2 jen 8mibitový, skutečná hodnota, se kterou počítáme při výpočtech opakovací doby, je 4x větší, neboť se v podstatě jedná o vrchních 8 bitů 10bitového slova!!!

Doba, po kterou se výstupní signál na pinu RB3 nachází v log. 1, je určen hodnotou v registru CCPR1H. Tato hodnota je opět porovnávána s hodnotou registru časovače TMR2. V tomto případě je porovnání celkem 10tubitové. Jelikož registr časovače TMR2 je pouze 8mibitový, scházející 2 nejnižší bity jsou doplněny buď dvěma bity z předděliče (viz popis Timer2-časovač2), nebo dvěma bity interního čítače generujícího takt pro jádro mikroprocesoru. Aby návrháři obvodu přešli problémům při zápisu hodnot do registru CCPR1H, je zápis do tohoto registru prováděn synchronně s inicializací registru TMR2. Příslušná hodnota se kopíruje z bufferu, registru CCPR1L, do kterého může uživatel zapisovat kdykoli. Jelikož je registr CCPR1L opět jen 8mibitový, je doplněn na 10bitů pomocí dvou bitů z konfiguračního registru CCP1CON. Tento režim zasluží lepší a detailnější popis, vzhledem k omezenému prostoru to však není možné.

USART – univerzální synchronní/asynchronní sériový kanál

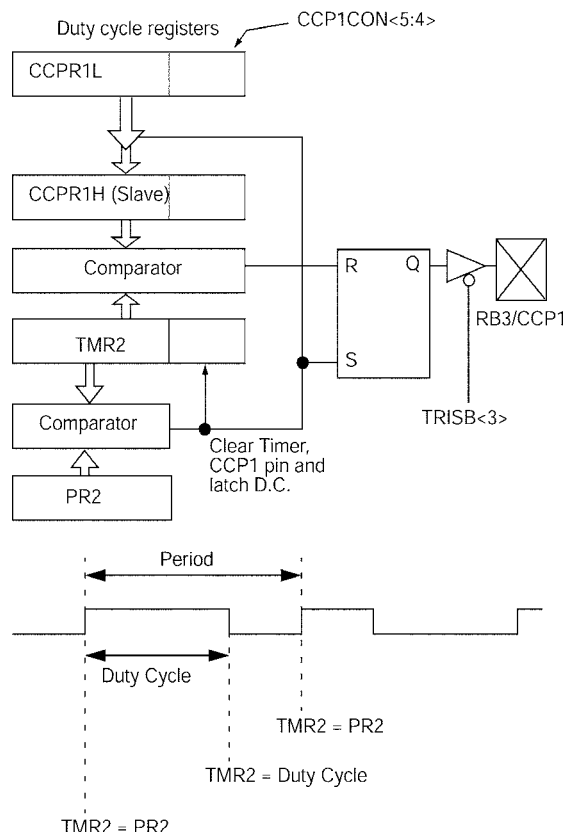
Je dalším novým prvkem u rodiny mikroprocesorů PIC16F7x, který u PIC16F84 nenalezneme. Implementací tohoto rozhraní se podstatným způsobem rozšířilo spektrum aplikací vhodných tuto rodinu procesorů, neboť málokterá aplikace nepotřebuje komunikovat s okolím a programová simulace těchto rozhraní není jednak nikdy 100% a jednak zatěžuje vlastní jádro procesoru.

USART implementovaný v nové rodině mikroprocesorů PIC16F7x, může pracovat v jednom ze tří módů; asynchronním, synchronním jako master, synchronním jako slave. Díky bohatým možnostem nastavení zabírá originální popis tohoto rozhraní celkem 18 stránek, což je mimo možnosti tohoto článku.



Poznámka: I/O piny mají ochranné diody na V_{DD} a V_{SS}

Obr. 9 - Blokové schéma paralelního portu



Obr. 8 - Blokové schéma jednotky CCP v režimu PWM

ku. Proto bude následující stručný popis zaměřen pouze na upozornění na zajímavé vlastnosti tohoto rozhraní. První dobrou "charakterovou vlastností" tohoto rozhraní je vlastní "baud rate generator", tj. čítač, který generuje systémový takt pro tento kanál, takže uživatel nepřichází o jeden "drahocenný" čítač/časovač jako např. u mikroprocesorů 80C5x. Díky tomuto dedikovanému generátoru taktu zvládá asynchronní sériový port přenosové rychlosti až 1,25 MBd. Taktéž je zde podpora 9tubitové komunikace (tzv. multiprocessorová komunikace), kdy je 9. bit používán jako příznak adresy oslovovaného zařízení (začátek povelu) a pouze při příchodu znaku s nastaveným 9. bitem je vygenerována žádost o obsluhu přijatého znaku (interrupt). Snad jedinou drobnou vadou na kráse je neexistence FIFO bufferu, neboť zvláště při vysokých komunikačních rychlostech má programátor těžkou pozici, neboť musí "uklidit" znak z registru přijímače během několika μs (1,25 MBd \rightarrow 8 μs /znak!!!). V synchronním provozu je maximální komunikační rychlost dokonce 5 Mbaud (1,6 μs /znak!!!).

SSP – synchronní sériový kanál

Je dalším "rozšířením" nové rodiny PIC16F7x oproti svému předchůdci PIC16F84. Jak už bývá u firmy Microchip zvykem, disponuje toto rozhraní bohatými možnostmi. Podporovanými módy jsou: SPI/slave, SPI/master, I²C/slave a I²C/master mód. U rozhraní I²C je podporován mód se 7mibitovou i 10tubitovou adresou. Díky implementaci detekce kolizí na sběrnici I²C je možné provozovat toto rozhraní i v režimu multi-master.

Problematika sériového přenosu, zvláště pak protokol sběrnice I²C, je natolik rozsáhlý, že v manuálech procesorů je mu věnováno 30 – 40 stran, což je nad možnosti tohoto článku. Pro detailní popis tohoto rozhraní odkazují tedy laskavě čtenáře na tyto manuály, případně lze nastudovat problematiku I²C sběrnice z manuálů firmy Philips, která je autorem tohoto rozhraní.

PSP – paralelní slave port

Dalším prvkem, který najdeme u nové rodiny mikroprocesorů PIC16F7x je Paralelní Slave Port. Tento port najdeme vzhle-

Osciloskop

Tektronix TDS 7404

Ing. Ladislav Havlík, CSc.

S osciloskopy Tektronix řady TDS 7000 jsme se již mohli blíže seznámit v dubnovém čísle **Rádio plus- KTE** v tomto roce, str. 24 – 27. Nevšední příležitost nám umožnila testovat nejdokonalejší přístroj této řady, který je v současné době také nejdokonalejším digitálním paměťovým osciloskopem na světě, obr.1. Výsledky testu vám teď předkládáme.

Na začátek připomeňme, že digitální paměťový osciloskop Tektronix TDS 7404 má kmitočtový rozsah 4 GHz, vzorkovací rychlost v jednom kanále 20 GS/s, ve dvou 10 a ve třech či čtyřech kanálech 5 GS/s. Akviziční paměť je standardně 400 kbodů, v nabídce je 2, 8, 16 a dokonce 32 Mbodů. Osciloskop umí rychlost průběhu vyjádřit jasně stopy hardwarovými prostředky, ale také zachytit až 400 000 průběhů za sekundu. Tak je schopen odhalit i řídké se vyskytující, jinak obtížně zjištělné signály, které jsou obvykle nežádoucí, viz obr. 2. Je proto označován jako osciloskop s digitálním fosforem (Digital Phosphor Oscilloscope – DPO). Základní funkce se ovládají 15 knoflíky a 27 tlačítky. Výběr nabídek učiníme pomocí barevného dotekového displeje (úhlopříčka 264 mm), nebo myši. Softwarem Vocal Link může být osciloskop nastavován dokonce 60ti hlasovými povely. Osciloskop Tektronix TDS 7404 je otevřeným systémem s Windows, který lze připojit do počítačové sítě nebo na Internet a má k tomu všechna potřebná rozhraní a klávesnici. Centrální procesorová jednotka je v současné době INTEL CELERON 500 MHz.

Test osciloskopu

Digitální paměťový osciloskop Tektronix jsme testovali v obvyklých laboratorních podmínkách, při kterých byla teplota okolí 23 – 25 °C a relativní vlhkost asi 70 %. Pro ustálení podmínek měření byl osciloskop zapnut 30 minut před vlastním testováním.

Vertikální zesilovače

Při měření s mikrovlánnými signály a impulzy s pikosekundovými hranami jsme používali poloohravné mikrovlánné kabely s konektory N nebo SMA, aby nedošlo k degradaci signálů. Zde se výborně uplatnily adaptéry TekConnect TCA-N, TCA-SMA a pro běžná měření i adaptéry TekConnect TCA-BNC, kterými u osciloskopu TDS 7404 lehce změním jeho vstupní konektory. V popisu osciloskopů TDS 7000 byl spojovací konektor adaptér – osciloskop omylem označen SMA. Použité mikrovlánné konektory jsou správně TCA, které umožňují suvné spojení (a nikoli šroubovací jako konektory SMA).

— dokončení ze str. 27 —

dem k potřebnému počtu vývodů však pouze u obvodů ve 40/44 vývodových pouzdech. Blokové schéma tohoto portu můžeme vidět na obr. 9.

Tento port umožňuje rychlý přenos dat např. mezi procesory, či procesorem a periferií. V principu se jedná o dva 8mibitové registry, přičemž zápis a čtení z těchto registrů lze ovládat z vně mikroprocesoru pomocí řídicích signálů RD, WR a CS, jednak zevnitř procesoru. Oba registry vytváří tedy vyrovnávací buffery pro jeden byte.

Porovnání PIC16F7x s PIC16F87x

Pozorný čtenář jistě postřehne, že tato rodina mikrokontrolérů PIC16F7x je velmi podobná s řadou mikrokontrolérů PIC16F87x uvedenou v minulém díle. Podle výrobce má být totiž rodina PIC16F7x levnější variantou PIC16F87x. Aby bylo možno vyrábět lacinější mikrokontroléry, jsou některé periferie vynechány nebo integrovány jiné s omezenými vlastnostmi.

První odlišností je vynechání rozhraní pro In Circuit Debugging, tj. rozhraní pro ladění v aplikaci. Vynechání tohoto rozhraní není nikterak kritické nebo omezující, neboť pro vývoj a ladění programového vybavení pro tyto mikrokontroléry lze použít právě mikrokontroléry z rodiny PIC16F87x. Důvodem pro vynechání tohoto rozhraní je snaha výrobce snížit cenu mikrokontrolérů.

Druhou odlišností či omezením je nemožnost zápisu do programové paměti. Mikrokontroléry řady PIC16F7x mohou tedy programovou paměť tedy pouze číst. Omezení souvisí s předchozím; výrobce se snaží tímto způsobem dále snížit cenu vlastního mikrokontroléru, neboť použitá technologie paměti Flash je mnohem jednodušší a zabírá menší místo na čipu.

Třetí odlišností je vynechání vnitřní paměti EEPROM. Ani tato změna by neměla být kritická, neboť některé aplikace buď tuto paměť nevyužívají a je tedy "nehospodárné" ji mít integrovánu a nevyužítu nebo, pokud ji potřebují, lze využít externí sériovou paměť EEPROM, které jsou dostupné v širokém rozsahu kapacit.

Čtvrtou odlišností je použití "jen" 8mibitového A/D převodníku namísto 10tibitového. Toto omezení je pro řadu aplikací nevýznamné, ale pokud uživatel potřebuje nutně 10tibitový převodník může použít některý mikrokontrolér z řady PIC16F87x.

Ceny mikrokontrolérů PIC16F7x a PIC16F87x k 8. 8. 2001:
 PIC16F873-04/SP – 228,00 Kč, PIC16F873-20/SP – 240,30 Kč,
 PIC16F873-20I/SP – 258,90 Kč, PIC16F73-I/SP – 157,90 Kč,
 PIC16F874-04/P – 244,10 Kč, PIC16F874-20/P – 260,00 Kč,
 PIC16F876-04/SP – 245,00 Kč, PIC16F876-20/SP – 260,00 Kč,
 PIC16F877-04/P – 260,00 Kč, PIC16F877-20/P – 280,00 Kč,
 PIC16F74-I/P – 189,60 Kč, PIC16F76-I/SP – 225,00 Kč,
 PIC16F77-I/P – 240,60 Kč (ceny vč. DPH).

Pozn.: mikrokontroléry řady PIC16F7x se dodávají jen v provedení Industry s max. frekvencí hodin 20 MHz, což odpovídá nejvíce typům PIC16F87x-20I/xx. Takže, pokud porovnáme typy, které si nejvíce odpovídají, např. PIC16F873-20I/SP a PIC16F73-I/SP, je druhý typ, PIC16F73-I/SP o více než 100 Kč lacinější! A to stojí za zvážení.

Připojujeme opravu: V minulém díle věnovanému mikrokontrolérům řady PIC16F87x omylem znovu uvedena i napěťová reference mikrokontrolérů PIC16F627/628, kterou mikrokontroléry řady PIC16F87x nemají. Omlouvám se všem čtenářům za chybnou informaci. Taktéž byl při popisu jednotky CCP-Modul Capture/Compare/PWM v režimu PWM uveden v textu chybně odkaz na obr.8. Správně měl být uveden odkaz na obr.9.

Kmitočtový rozsah byl měřen u všech kanálků. Za zdroj signálu posloužil mikrovlnný generátor HP8350B s připojeným vnějším útlumem 10 dB, který omezil vznik stojatých vln při měření. Výsledky měření jsou v tab. 1. Kmitočtový rozsah čtvrtého kanálu se nepodařilo pro rozpad spouštění a tím i sledovaného sinusového průběhu zjistit přesně. Tektronix zaručuje vnitřní spouštění jen do 3 GHz, náš přístroj ještě správně spouštěl sinusový signál o kmitočtu větším než 4,4 GHz.

Čtenáře bude jistě zajímat, jak digitální paměťový osciloskop Tektronix TDS 7404 dokáže zobrazit sinusový signál vysokého kmitočtu. Na obr. 3 je to signál 4 GHz v režimu průměrování 32x a lineárně interpolovaný. Osciloskop také změřil střední hodnotu kmitočtu 3,9963143 GHz. Údaj najdeme na pravé straně displeje. Datum a doba pořízení oscilogramu jsou vpravo nahoře. Tento údaj je u každého oscilogramu.

Odezvy osciloskopu byly měřeny impulzem, jehož čelo $t_{rg} = 25$ ps. Impulz jsme odebírali z analyzátoru průběhů Tektronix 7854 se zásuvkou časového reflektometru 7S-12 se zásuvkou generátoru S-52. Naměřené odezvy t_{rm} najdeme v tabulce 2 současně s hodnotami t_r , korigovanými na čelo impulzu t_{rg} ($t_r = \sqrt{t_{rm}^2 - t_{rg}^2}$). Odezvy kanálu 1 až 4 jsou zleva do prava také na obr. 4. Odezva kanálu 4 je živá, ostatní jsou z paměti R_{ef1} až R_{ef3} . Průběhy jsou hladké s mírným překmi-



Obr. 1 - Osciloskop Tektronix TDS 7404

Stálost nulové polohy stopy při přepnutí vertikální citlivosti z 2 mV/díl na 1 V/díl je v tab. 4. Stopa byla průměrována 44x.

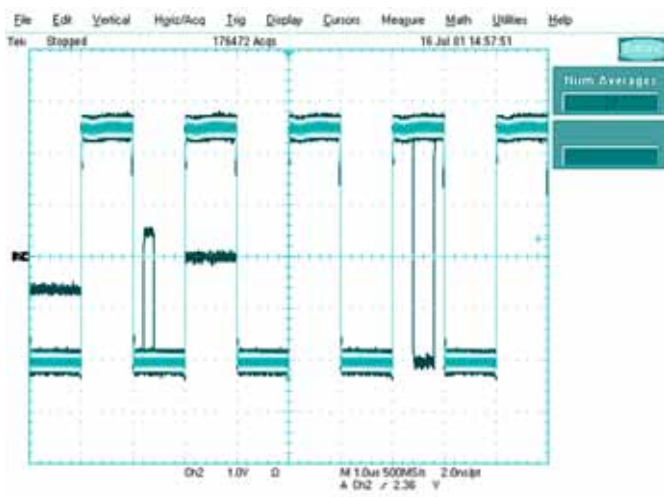
Vstupní odpor kanálů je v tab. 5. Byl měřen na kmitočtu 1 kHz přístrojem ECSORT 131D.

Časová základna a spouštění

Přesnost časové základny je určena převážně přesností systémových hodin, která bývá řádově 10^{-5} . Proto jsme pomocí generátoru časových značek v celém rozsahu časové základny nezjistili vizuálně žádnou odchylku od nastavených hodnot. Dokládá to také obr. 6, kde jsou časové značky 10 ns zobrazeny časovou základnou 10 ns/díl a časové značky 10 s časovou základnou 20 s/díl.

Na nejrůznějších i složitých signálech jako jsou nepravidelné řetězce impulzů, modulované signály, signály s gigahertzovými kmitočty či pikosekundové signály jsme ověřili spolehlivost spouštění v různých režimech. Citlivost vnitřního spouštění byla kontrolována při vertikální citlivosti 100 mV/díl sinusovým signálem. Osciloskop TDS 7404 spolehlivě spouštěl až do kmitočtu 4,4 GHz, viz tab. 6.

Fázový neklid spouštění byl měřen stabilním generátorem sinusového signálu 100 MHz a 1 GHz. V obou případech byl



Obr. 2 - Hodinový signál 500 kHz s výrazným šumem a s nahodilými průběhy, které našla rychlá akvizice DPO pomocí neomezeného dosvitu; průběh je barevně gradován; X = 1 μ s/díl, Y = 1 V/díl, sonda P 7240, 4 GHz

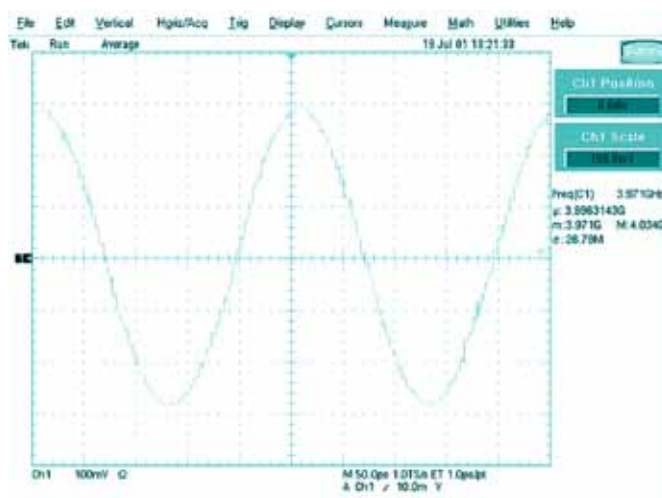
tem 12 %. Přesto se vstupní obvod osciloskopu nechová jako čistě aperiodický systém. Naměřené kmitočtové rozsahy B_0 a odezvy t_r totiž splňují vztah $t_r = 0,35/B_0$ jen velmi přibližně.

Zpoždění mezi kanály bylo měřeno na kmitočtu 100 MHz rozdělením signálu pomocí děliče T 6 dB a dvou kabelů se stejným zpožděním – tab. 3.

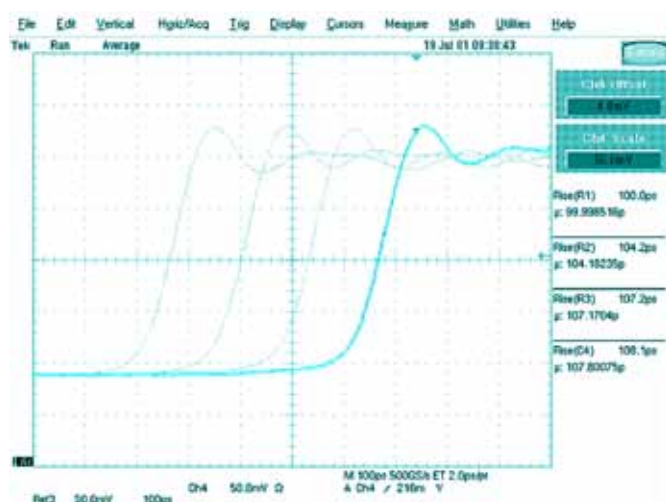
Skalárním analyzátozem průběhů HP 87557A jsme změřili závislost poměru stojatých vln na kmitočtu v rozsahu 10 MHz až 5 GHz. Závislosti jednotlivých kanálů se lišily v malé míře. Na obr. 5 je vynesena kmitočtová závislost PSV druhého kanálu při jeho vertikální citlivosti 100 mV/díl.

Mezivrcholová hodnota (Peak-Peak) šumu kanálů byla změřena při největší citlivosti 2 mV/díl samotným osciloskopem a činila 1,5 – 1,6 mV.

Vertikální citlivost jsme zjišťovali u všech kanálů a na všech rozsazích od 2 mV/díl po 1 V/díl. Použili jsme stejnosměrný signál kontrovaný s přesností 0,05 %. Vertikální citlivost se pohybovala v rozmezí -0,66 až +0,83 % s výjimkou kanálu 4, kde při citlivosti 2 mV/díl byla 2,5 %. Výrobce zaručuje přesnost 1 %.



Obr. 3 - Sinusový signál 4 GHz z generátoru HP 8350B, 32x průměrováno lineární interpolace, osciloskop změřil střední hodnotu kmitočtu 3,9963143 GHz, X = 50 ps/díl, Y = 10 mV/díl



Obr. 4 - Odezvy kanálů 1 až 4 (zleva) na impuls s čelem 25 ps; střední hodnoty jsou $t_{r1} = 99,9$ ps, $t_{r2} = 104,1$ ps, $t_{r3} = 107,1$ ps a $t_{r4} = 107,8$ ps, $X = 100$ ps/díl, $Y = 50$ mV/díl; průběhy jsou 33x průměrovány

menší než 20 ps. Lepší přesnosti měření se nám nepodařilo dosáhnout pro šum kanálů. Byl také změřen signál spouštění na výstupu AUX OUT. Je to impuls s amplitudou 1,6 V, jehož sestupná hrana dlouhá 8,6 ns je od okamžiku spouštění T(TRIGGER) vzdálena o 58 ns.

Další parametry

Osciloskop nabízí měření 25 amplitudových a časových parametrů i jejich statistiku. Některá měření jsme s úspěchem použili v našich oscilogramech a při ověřování funkcí osciloskopu. Do nabídky měření také patří vertikální a horizontální histogramy. Rozložení změn signálu v amplitudě týlu impulsu generátoru s tunelovou diodou ukazuje vertikální histogram na obr. 7. Největší amplitudovou nestálost má začátek a konec týlu impulsu, tedy místa největší změny rychlosti průběhu. Týl impulsu trvá pouhých 152 ps, viz údaj na pravé straně obrazového pole.

Z matematického kanálu jsme ověřili činnost rychlé Fourierovy transformace FFT. Pomocí FFT jsme na dolní stopě obr. 8

	naměřené hodnoty				údaj výrobce
kanál	1	2	3	4	1 až 4
kmitočtový rozsah [GHz]	4,7	4,7	4,67	>4,43*	4

* kmitočet, při kterém se rozpadlo spouštění

Tab. 1 - Kmitočtový rozsah osciloskopu

	naměřené hodnoty				údaj výrobce
kanál	1	2	3	4	1 až 4
odezva [ps]	99,9	104,1	107,1	107,8	100
korigovaná odezva [ps]	96,7	101	104,1	104,8	

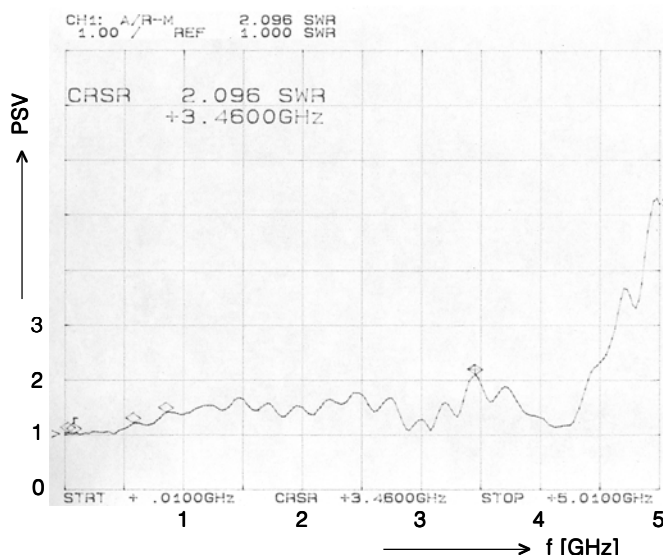
Tab. 2 - Odezva

	naměřené hodnoty						údaj výrobce
kanály	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4	
zpoždění [ps]	12	18	0	10	17	20	

Tab. 3 - Zpoždění mezi kanály

kanál	1	2	3	4
výchylka stopy [díl]	0,08	0,04	0,05	0,22

Tab. 4 - Stálost nulové polohy stopy

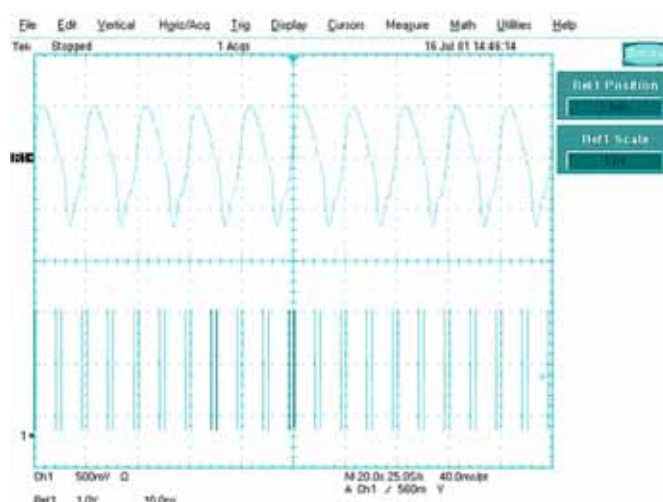


Obr. 5 - Kmitočtová závislost PSV druhého kanálu; kurzor měří PSV = 2,096 na kmitočtu 3,46 GHz

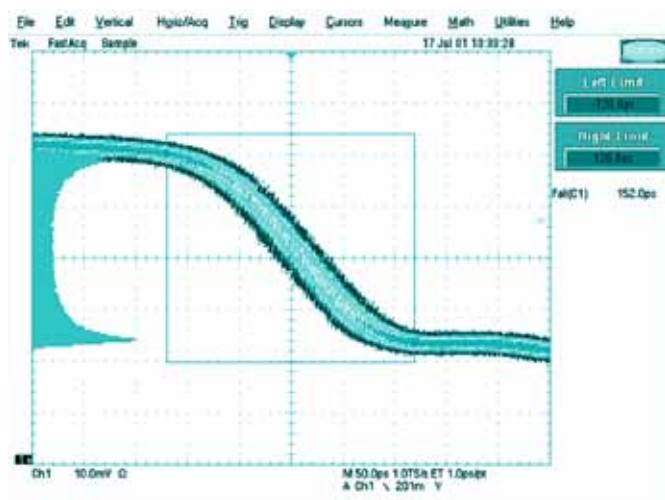
zobrazili amplitudové spektrum signálu 200 MHz s výraznou první subharmonickou 100 MHz. Použili jsme Hammingova okna a odstup mezi subharmonickou a první harmonickou, které činí -18,6 dB jsme změřili horizontálními kurzory.

Dvojice napěťových kurzorů ve tvaru horizontálních úseček a dvojice časových kurzorů – dvou vertikálních úseček se ovládá dvěma knoflíky s možností změnit jemnost pohybu dvěma tlačítky – pro každý kurzor jedním. Krok horizontálních kurzorů je 0,25 % z 8 vertikálních dílků a krok vertikálních kurzorů je 0,2 % z 10 horizontálních dílků. Zjištěná jemnost nastavení je obvyklá a zcela dostačující. Horizontální kurzory jsme použili v obr. 8. Kalibrační signál je obdélník střídy 1-1 s neobvykle velkou stejnosměrnou složkou, téměř 4x větší, než je amplituda obdélníku. Naměřené vlastnosti kalibračního signálu jsou v tab. 7.

Automatické nastavení osciloskopu – autoset nastavuje osciloskop TDS 7404 za 3,4 sekundy. Na kmitočtech vyšších než 1 GHz nastavuje příliš pomalou časovou základnu. Po jejím přepnutí na odpovídající rozsah však dostaneme dobré zobrazení signálu. Příprava osciloskopu k měření od doby zapnutí trvá celých 1690 sekund, tedy více než 2 minuty.



Obr. 6 - Časové značky 10 ns při časové základně 10 ns/díl – horní stopa a časové značky 10 s při časové základně 20 s/díl



Obr. 7 - Vertikální, amplitudový histogram týlu impulsu v časových mezích -120 a +120ps (od bodu spuštění) a amplitudových mezích +173 a +218 mV; týl impulsu je 152 ps, X = 50 ps/díl, Y = 10 mV/díl

Hodnocení

Osciloskop Tektronix TDS 7404 má největší kmitočtový rozsah 4 GHz a největší vzorkovací rychlost 20 MS/s jaké byly dosud u digitálního paměťového osciloskopu dosaženy. Tyto parametry, ale také akvizitní paměť až 32 Mbodů, rozsah měřících možností, intuitivní ovládání dotekovým displejem nebo myši a připojitelnost do počítačové sítě nebo na Internet staví osciloskop Tektronix TDS 7404 na první místo mezi digitálními paměťovými osciloskopy.

Zaručovaných parametrů dosahuje často i s velkou rezervou. U tak sofistikovaného přístroje bychom ale očekávali menší šum kanálů a vhodnější rozsah časové základny, než je 2,5 nanosekundy na díl. Také stejnosměrná složka jinak kvalitního kalibračního signálu by měla být menší.

Nicméně jde o přístroj, který splňuje požadavky těch nejnáročnějších měření. Ve vývoji digitálních paměťových osciloskopů bylo osciloskopem Tektronix TDS 7404 dosaženo významného předělu, který nebude snadné překročit. Jsme vděční příznivému osudu za to, že jsme mohli přístroj testovat. Děkujeme také pracovníkům mikrovlnného oddělení Českého metrologického institutu za poskytnutí přístrojového parku i vzácné pomoci.

	naměřené hodnoty				údaj výrobce
kanál	1	2	3	4	1 až 4
vstupní odpor [Ω]	50,1	50,06	50,07	50,08	50
odchylka od 50 Ω [%]	+0,2	+0,12	+0,14	+0,16	±2,5

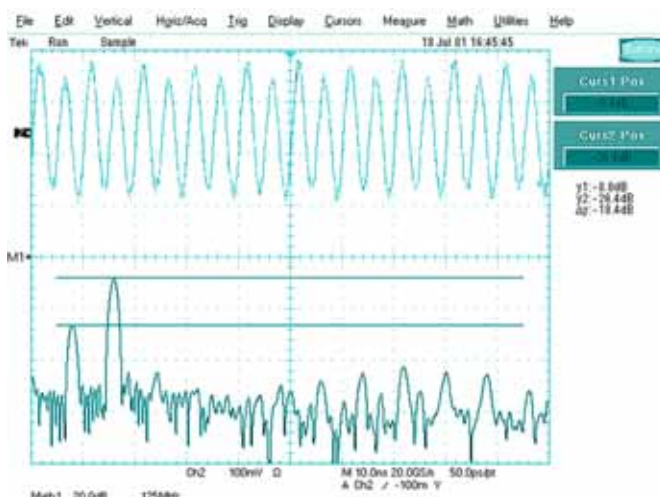
Tab. 5 - Vstupní odpor kanálů

kmitočet dílků	0 až 200 MHz 0,5	1 až 4 GHz < 2	4,4 GHz < 2,8
údaj výrobce	0 až 50 MHz 0,35 dílku roste na 1 dílek na 3 GHz		

Tab. 6 - Citlivost vnitřního spouštění

signál	obdélník středy 1-1, ss složka + 804 mV
kmitočet	1,0 kHz
amplituda	224 mV / 50 Ω (pata + 804 mV, temeno + 1028 mV)
čelo	350 ps
týl	325 ps

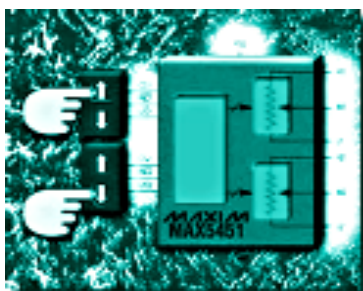
Tab. 7 - Vlastnosti kalibrátoru



Obr. 8 - Harmonický průběh a jeho amplitudové spektrum získané FFT; odstup mezi subharmonickou 100 MHz a první harmonickou 200 MHz -18,6 dB měří kurzory; X1 = 10 ns/díl, Y1 = 100 mV/díl, X2 = 125 MHz/díl, Y2 = 20 dB/díl, Hammingovo okno

Digitální potenciometry s 256 odbočkami a jednoduchým ovládáním

Společnost Maxim Integrated Products přichází s novou řadu digitálních proměnných odporů a potenciometrů MAX5450-5455. Jsou dvojitě, s celkovým odporem 10 kΩ a 50 kΩ, s teplotním koeficientem 35 ppm/°C a lze je jednoduše ovládat po třívodičové sběrnici. Lze jimi nejen nahradit klasické mechanické potenciometry, ale možností programového ovládání rozšířit možnosti nejrůznějších zařízení v nichž jsou použity. Ovládat jimi lze programovatelné zesilovače, napěťově řízené oscilátory či aktivní filtry. Napájecí proud je menší



než 1 μA, takže jsou ideální pro použití v bateriemi napájených přístrojích. Po připojení napájení se elektronický "jezdec" potenciometrů nastaví do polohy 128, tedy dopoloviny dráhy. Přechod z jedné odbočky na druhou probíhá bez přerušení odporu. Obvody MAX5450, MAX5452, MAX5454 jsou v 10vývodovém pouzdře (MAX (5 mm × 3 mm) a obsahují dva proměnné rezistory, MAX5451, MAX5453, MAX5455 jsou dvojitě potenciometry v 14vývodovém pouzdře TSSOP (6,4 mm × 5 mm). Cena je při odběru nad 1000 ks 1,6 USD.

Osciloskopy LeCroy Wave Pro

Ing. Ladislav Havlík CSc.

V průběhu roku 2000 dala firma LeCroy na trh řadu svých v současné době nejdokonalejších digitálních paměťových osciloskopů a nazvala je osciloskopy Wave Pro. Nejpokročilejší z řady je osciloskop Wave Pro 960, který má kmitočtový rozsah 2 GHz a vzorkovací rychlost 16 GS/s. Osciloskop Wave Pro 950 má kmitočtový rozsah 1 GHz a vzorkovací rychlost 16 GS/s, Wave Pro 940 500 MHz a 8 GS/s. Standardní akviziční paměť je u všech přístrojů 1 M bod, v nabídce je až 64 M bodů pro přístroje Wave Pro 950 a Wave Pro 940. Všechny tři osciloskopy jsou 4kanálové, mají velký barevný displej TFT s úhlopříčkou 248 mm a analogový dosvit. Důležité parametry osciloskopů Wave Pro jsou v tab. 1. Vyplyvá z ní, že jde o digitální paměťové osciloskopy pro nejnáročnější použití, v němž se uplatní velká vzorkovací rychlost, rozsáhlá akviziční paměť a velký kmitočtový rozsah přístrojů. Seznamme se teď s vlastnostmi osciloskopů podrobněji.

Vertikální zesilovače

Vertikální zesilovače jsou u všech přístrojů Wave Pro čtyři. Barvy stop jsou žlutá, červená, zelená a modrá shodné s barvami tlačítek pro volbu kanálů. Vstupní impedance kanálů je volitelná mezi 50 Ω a 1 M Ω . Maximální vstupní napětí při impedanci 50 Ω je 5 V, kdy vstupní odpor musí rozptýlit výkon 0,5 W. Při vstupní impedanci 1 M Ω je vstupní napětí nejvýše 100 V. Může to být buď střídavé napětí až do kmitočtu 5 kHz nebo součet stejnosměrné a střídavé nebo impulzní složky. Při vstupní impedanci 50 Ω je vazba pouze stejnosměrná, při 1 M Ω i střídavá. V obou případech je možné vstup uzemnit, což pomáhá nalézt nulovou polohu stopy.

Vertikální citlivost je 1 mV až 1 V/díl při vstupu 50 Ω 1 mV až 2 V/díl při vstupu 1 M Ω . Nejmenší citlivost 2 V/díl umožňuje při vstupní impedanci 1 M Ω (vstupní kapacitu výrobce neudává) zobrazit signál s největší amplitudou jen 16 V, se sondou 1:10 pak s amplitudou 160 V. Rozsah vertikálního posuvu – offsetu při odpovídající vstupní impedanci a vertikální citlivosti je uveden v tab. 2. Jeho velikost je důležitá, neboť určuje, jak velkou ss složku zkoumaného signálu ještě můžeme vykompenzovat.

Vertikální rozlišení je 8 bit a lze ho zvýšit na 8,5 až 11 bit. Každé zvýšení rozlišení o 0,5 bit ovšem snižuje kmitočtový rozsah osciloskopu na polovinu. Tak na příklad 2GHz osciloskop Wave Pro 960 bude mít při zvýšení vertikálního rozlišení na 9 bit kmitočtový rozsah jen 500 MHz. Izolace kanálů je lepší než 250:1, její pokles s kmitočtem výrobce neudává. Vertikální



Obr. 1 - Osciloskop Le Croy Wave Pro 960

osciloskop	Wave Pro 960	Wave Pro 950	Wave Pro 940
počet kanálů		4	4
kmitočtový rozsah	2 GHz	1 GHz	500 MHz
vzorkovací rychlost 1 kanál	16 GS/s	16 GS/s	8 GS/s
vzorkovací rychlost 2 kanály	8 GS/s	8 GS/s	8 GS/s
vzorkovací rychlost 3-4 kanály	4 GS/s	4 GS/s	4 GS/s
akviziční paměť standard. max.	1 M	1 M	1 M
akviziční paměť v nabídce max.	4,16,32,64 M	4,16,32 M	4,16,32 M
vertikální citlivost/1 M Ω		1 mV – 2 V/díl	
vertikální citlivost/50 Ω		1 mV – 1 V/díl	
vertikální rozlišení	8 bit, se zvětšeným rozlišením 8,5 – 11 bit		
časová základna		200 ps/díl – 1 000 s/díl	

Tab. 1 - Důležité parametry osciloskopů Wave Pro

zoom je nejvýše pětinasobný, s průměrováním až padesátinásobný.

Časová základna a spouštění

Rozsah časové základny je u všech osciloskopů Wave Pro 200 ps/díl až 1000s/díl. Poslední rozsah dovoluje zobrazit na stínítku jevy trvající 10 000 sekund, tedy až 2,77 hodiny, takže osciloskopy lze vlastně použít i jako zapisovače déletrvajících jevů. V módu roll pracuje časová základna v rozsahu 500 ms/díl až 1000 s/díl. Výrobce neudává přímo přesnost časové základny, ale přesnost hodin, která je < 10ppm. Horizontální zoom dovoluje roztáhnout časovou základnu tak, že zobrazuje jen 2 body/díl, což může odpovídat až 50.000násobnému roztažení. Využití tak velkého roztažení je ovšem nerealistické. Pro řízení časové základny lze použít vnější hodiny.

Osciloskopy Wave Pro mají všechny obvyklé druhy spouštění. Mezní kmitočet dolnofrekvenční propusti (HF reject) a hornofrekvenční propusti (LF reject) je 50 kHz. Osciloskopy spouští v celém kmitočtovém rozsahu v módu HF, při ss a stř. vazbě do 500 MHz. Předstih spouštění je 0 až 1 obrazové pole, zpoždění 0 až 1000 obrazových polí, tedy 10000 dílků. Zádrž má rozsah 20 s nebo od 1 do 9,9.10⁷ událostí.

Inteligentní spouštění, nazývané smart, může být stavové nebo logické (až 5 vstupů včetně vnějšího spouštění) nebo různé časově a amplitudově kvalifikované. Časové rozmezí je při něm 600 ps až 20 s. Stejný rozsah má spouštění impulzy typu runt. K dispozici je i spouštění na rychlost hrany impulzů.

Paměťové prostředky, možnosti měření

Průběhy můžeme uložit do čtyř nevolatilních pamětí M1 až M4, jejichž velikost je shodná s akviziční pamětí. Pro zobrazení je nutné průběhy přepsat do pamětí A až D. V pamětech A až

D lze s průběhy ze zvolených kanálů provádět mnoho operací jako součet, rozdíl, součin, podíl, průměrování, obálku, maximum, minimum, rychlou Fourierovu transformaci i časové a amplitudové histogramy. Průběhy z paměti A až D lze porovnat s neupravenými nebo aktuálními průběhy z kanálů. Proti průběhům z kanálů je můžeme (současně ve všech pamětech A až D) časově posouvat. Vertikální posuv průběhů z paměti A až D je nezávislý, rovněž tak jeho roztažení vertikálním nebo horizontálním zoomem. Okamžitý návrat do výchozího postavení umožňuje tlačítko RESET.

Kromě paměti M1 až M4, A až D má osciloskop ještě paměti SETUP 1 až SETUP 4, kam se ukládají nastavení osciloskopu. Dalším paměťovým médiem je disketa 3,5". V nabídce je hard disk a paměťová karta.

K rychlému vyhledání průběhu slouží automatické nastavení vertikálního zesílení, časové základny, stejnosměrného posuvu stopy a spouštění – AUTOSETUP. Pracuje s opakovanými signály od kmitočtu 50 Hz výše.

Pro měření napěťových úrovní a časových intervalů slouží napěťové a časové kurzory. Napěťové kurzory měří relativní amplitudu určenou vzdáleností dvou čárových kurzorů (čerchovaného a čárkového). Absolutní amplitudu určuje čerchovaný kurzor svou vzdáleností od nulové úrovně signálu. Časové kurzory měří relativní dobu danou vzdáleností dvou vertikálních, proti sobě postavených šipek. Absolutní dobu – proti okamžiku spuštění a současně i amplitudu proti zemnímu potenciálu měří křížový kurzor, který podobně jako relativní časové kurzory – šipky sleduje stopu signálu.

Automatickým měřením určíme prakticky všechny důležité časové a amplitudové parametry signálu. Osciloskop zobrazuje současně pět zvolených parametrů. Lze také využít statistických výpočtů, které naleznou střední, minimální a maximální hodnotu parametru a jeho standardní odchylku.

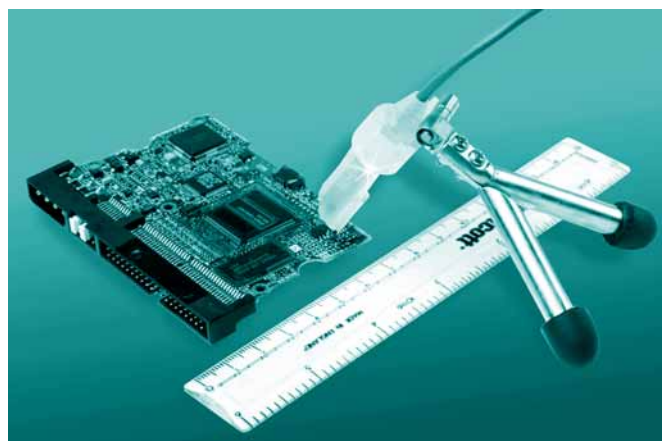
V osciloskopech Wave Pro je použit procesor Power PC. Jsou plně programovatelné přes rozhraní GPIB a RS-232. V nabídce je i rozhraní Ethernet a tepelná tiskárna. Rozhraní Centronix umožňuje připojení většiny typů tiskáren. Osciloskopy mají autokalibraci, která zajišťuje potřebnou přesnost stejnosměrných a časových parametrů. V nabídce jsou také aplikační soubory pro ukládání naměřených dat, pro měření s telekomunikačními maskami a měření časových parametrů včetně fázové nestability (jitter). Komunikace přes uvedená rozhraní a s vnějším PC je na základě Windows.

vstup	vertikální citlivost	vertikální posuv
50 Ω	1 mV/díl – 4,99 mV/díl	± 400 mV
	5 mV/díl – 99 mV/díl	± 1 V
	0,1 V/díl – 1 V/díl	± 10 V
1 MΩ	1 mV/díl – 4,99 mV/díl	± 400 mV
	5 mV/díl – 100 mV/díl	± 1 V
	101 mV/díl – 2 V/díl	± 20 V

Tab. 2 - Rozsah vertikálního posuvu

sonda	HFP 1000	HFP 1500	HFP 2000
kmitočtový rozsah [GHz]	1	1,5	2,5
odezva [ps]	< 350	< 233	< 140
zeslabení		10:1 ± 1 %	
vstupní odpor		100 kΩ	
vstupní kapacita	0,7 pF		
povolené vstupní napětí		± 8 V	
rozsah offsetu	–	± 12 V	± 12 V
délka kabelu		1,3 m	
rozměry	61 mm délka × 7,3 mm šířka × 13,1 mm výška		

Tab. 3 - Vlastnosti aktivních sond HFP



Obr. 2 - Aktivní sonda Le Croy HFP 2500 s opěrkou

Ostatní vlastnosti

Osciloskopy Wave Pro se pyšní největším barevným displejem TFT, jaký se v současné době u osciloskopů používá. Má rozměry 211 × 158 mm, kterým odpovídá úhlopříčka 250 mm (10") a rozlišuje 640 × 480 bodů. Analogový dosvit lze nastavit v rozmezí 500 ms až neomezeně dlouho a může být barevně gradovaný. Zobrazit lze současně 8 stop. Mohou to být stopy kanálů, zoomu, paměti nebo matematického zpracování. Obrazové pole můžeme zvolit jednoduché, dvojitě, čtyř- a osminásobné. Zobrazení XY je buď jako jediné pole, nebo v kombinaci s jedním nebo dvěma kanály. Můžeme tedy zobrazení XY doplnit i průběhy, které je vytvořily. Vně obrazového pole jsou údaje o nastavení osciloskopu, čas s datem a nabídky. Intenzita rastru a stop se nastavuje odděleně.

Výstupní signály jsou kalibrační průběh, signál spuštění připraveno (trigger ready) a impuls v okamžiku spuštění. Kalibrační je vlastně jednoduchý generátor impulsů buď střídavý 1-1, nebo délky 25 ns. Kmitočet je nastavitelný od 500 Hz do 2 MHz v řadě 1, 2, 5. Amplituda kalibračního signálu je nastavitelná od 50 mV do 1 V/1MΩ.

Napájení osciloskopů je buď 45 až 132 V/45 až 440 Hz nebo 180 až 250 V/45 až 66 Hz. Spotřeba je 350 VA. Rozměry jsou 264 mm výška × 397 mm šířka × 453 mm hloubka. Hmotnost je 22,2 kg. Osciloskopy mají sklopnou rukojeť a dvě výklopné opěrky pro zajištění příhodné pozorovací polohy.

Sondy

K osciloskopům Wave Pro se standardně dodávají čtyři pasivní odporové sondy PP005 (10 : 1, 10 MΩ / 11 pF) s maximálním vstupním napětím 500 V mezivrcholové hodnoty. Zvolit lze ovšem i jiné druhy sond Le Croy jako aktivní, diferenciální či proudové.

Firma Le Croy k osciloskopům Wave Pro vyvinula nové aktivní sondy HFP 1000, HFP 1500 a HFP 2500 s výbornými parametry, které čtenář v souhrnu najde v tab. 3. Těleso sond je z poloprůhledného materiálu a po připojení k zapnutému osciloskopu Wave Pro se prosvítí svítivkou barvy odpovídající zvolenému kanálu. Sondy mají výměnné hroty, které umožní připojení k různým měřicím bodům. K sondám HFP se dodává malá dvounožka, která těleso sondy opře do poměrně stabilní polohy s hrotem na měřicím bodě, aniž bychom ji přidržovali rukou (obr. 2).

Závěr

Digitální paměťové osciloskopy Wave Pro svými vlastnostmi umožňují široké spektrum měření od stejnosměrných až po mikrovlnná. Uživatel v nich získá výkonného pomocníka, který mu zviditelní i nejládnější signály.

Malá škola praktické elektroniky

(55. část)

Konstrukce stabilizovaného zdroje

Klíčová slova: parametry, krajní meze, vnitřní uspořádání, design

Při svých pokusech napájených dosud z baterie jednoho dne dojdete k pochopení nutnosti mít svůj vlastní dílenský zdroj. Můžete si koupit hotový, nebo stavebnici, nebo si vybrat z bohaté nabídky publikovaných zdrojů a sám si ho postavit. Zas a znovu je třeba připomenout: síťový zdroj je zařízení napájené síťovým napětím, a proto je absolutně nutné, aby byl provedený bezpečně a vyhovoval příslušným normám. Nesmí nikoho ohrozit: ani svého tvůrce nebo jakoukoli další osobu a nesmí být zdrojem jakéhokoli dalšího nebezpečí – požáru, rušení, atd.

Rozhodneme se, jaké napětí a proud by měl zdroj dodávat. Potom si buď vybereme z nabídky hotových stavebnic, nebo konstrukcí uváděných v odborných časopisech nebo knihách, vodítkem mohou být i parametry zdrojů prodávaných v obchodech, zdroj ve škole, na dílně, nebo u kamaráda.

Pro běžné pokusy stačí malý zdroj například od 2 do 20 V s proudem do 1,5 A. Pokud někdo má velké oči a chce zdroj, když už tak už, s co největším napětím a proudem, aby už byl "na všechno", zjistí, že i profesionální zdroje mají reálně realizovatelné parametry.

Zkuste počítat

Stabilizovaný zdroj od 2 do 25 V má na vstupu, tedy hned za usměrňovačem, napětí 28 V. Jestliže si na výstupu zdroje nastavíme například 12 V pro napájení opravovaného autorádia, bude mezi vstupem stabilizovaného zdroje a jeho výstupem napětí 28 V mínus 12 V, což je 16 V. To je i napětí, které je na výkonovém tranzistoru (viz předchozí části "Malé školy"). Jestliže autorádio bude odebírat proud 1 A (aby se nám to lépe počítalo), bude tranzistor zatížen výkonem $P = U \cdot I$, tedy $P = 16 \cdot 1$, což je 16 W. Tranzistor musí tento výkon snést a také je nutné ho chladiť.

Co když budete oživovat např. digitální teploměr napájený napětím 5 V a s odběrem 1 A? Výpočet bude stejný, jenom s jinými čísly: napěťový spád na tranzistoru bude $28 - 5 = 23$ V a jeho výkonové zatížení bude $P = 23 \cdot 1$, tedy 23 W.

A do třetice: jestliže na výstupu bude zkrat, tedy 0 V? Zdroji se nic nestane, je chráněn elektronickou pojistkou nastavenou například na 1 A. Na výkonovém tranzistoru bude mezi jeho kolektorem a emitorem napětí $28 - 0 = 28$ V a výkonová ztráta bude $28 \cdot 1 = 28$ W.

A teď si představte, že si chcete postavit tento typ zdroje řekněme do 40 V, který má na vstupu 45 V a s odběrem maximálně 2 A. Podle předchozích výpočtů zjistíte, že tranzistor by musel být dimenzován alespoň na 90 W, opatřený mohutným chladičem. Transformátor 100 W není problém, jenom má větší rozměry a je dražší než transformátor pro běžně užívaná napětí a proudy.

Transformátor

Zopakujeme si, že na sekundárním vinutí síťového transformátoru naměříte voltmetrem (na střídavém rozsahu) efektivní napětí. Po usměrnění již na filtračním kondenzátoru naměříte stejnosměrné napětí. Naprázdno, tedy bez odběru, je asi 1,4x větší (viz učebnice elektrotechniky). Na toto napětí je dimenzovaný elek-

trolýtický kondenzátor. To je také vstupní napětí pro stabilizaci. Největší výstupní napětí stabilizátoru je vždy podle typu o několik voltů menší.

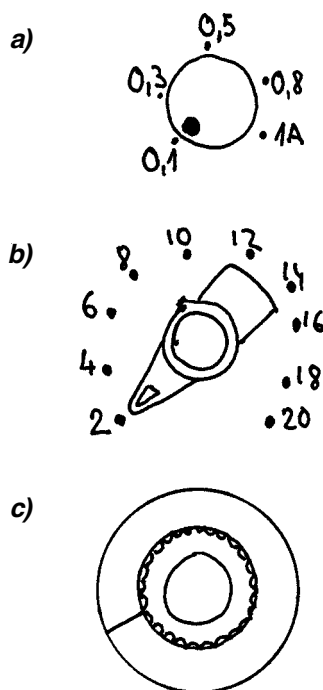
Jestliže použijete transformátor se sekundárním napětím 20 V, bude po usměrnění na filtračním kondenzátoru napětí asi 28 V. To je odhad, ne přesný výpočet, ve kterém by se uvažoval úbytek napětí na diodách a další ztráty. Maximální výstupní napětí bude asi o 3 V menší, takže transformátor by bylo možno použít pro stabilizátor napětí asi do 25 V.

Transformátor také musí být dimenzován na proud, který budete chtít odebírat a tím se zpětně dostaneme k přenášenému výkonu a tím i rozměrům a podle typu i k obrázku v katalogu a ceně. Krajní meze parametrů zdroje tedy určují parametry transformátoru.

Elektrolytický kondenzátor

musí být dimenzovaný na nejvyšší napětí, které se na něm může objevit, tedy při nezátíženém zdroji, jak se říká "naprázdno". V předchozím případě je napětí naprázdno 28 V, takže kondenzátor musí být dimenzován na vyšší vyráběnou hodnotu, například na 35 V. To je napětí, které vydrží, ne napětí, které na něm je. Jestliže použijete například 24V transformátor, je usměrněné napětí na kondenzátoru naprázdno teoreticky asi 34 V. Je vhodné zvolit kondenzátor na 40 V. Připomeneme si, že konstrukční napětí kondenzátorů jsou v katalogu, v praxi je najdete společně s kapacitou natištěné přímo na kondenzátoru. Buď uvedené i s jednotkami, např. 100 mF / 25 V, nebo zkráceně 100m/25V, nebo pro úsporu místa jenom 100/25. Na elektrolytických kondenzátorech je vyznačena polarita, kterou je třeba zvláště v napájecí části přístrojů dodržet. Obrácený elektrolytický kondenzátor se po zapojení uvnitř zahřeje a vzniklým tlakem viditelně a slyšitelně pukne a jeho obsah vyhřeze ven. Samozřejmě je zničený a může být příčinou závady dalších obvodů a součástek.

Pozn.: najdete-li při rozebírání nejrůznějších zařízení elektrolytický kondenzátor, který nemá žádným způsobem vyznačenou polaritu, je to tak zvaný bipolární kondenzátor. Bi.. znamená dvoj.., tedy dvojpólový, kde na polaritě nezáleží.



Obr. 1 - Knoflík a) se značkou, b) šipka, c) s ryskou

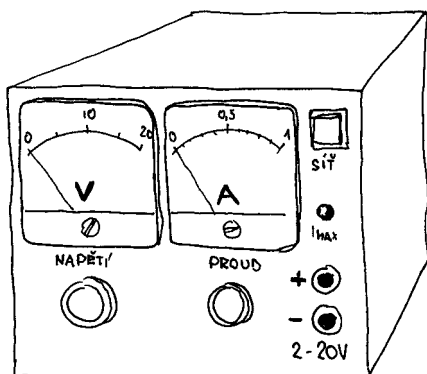
Maximální vstupní napětí

V katalogu si všimneme nejenom maximální výkonové ztráty výkonového tranzistoru, ale také maximálního vstupního napětí integrovaného obvodu stabilizovaného zdroje, které je opravdu maximální. Jeho překročení nebo i jenom dosažení může znamenat zničení součástky.

Příklad z praxe: na dílně odborného učiliště byl proveden rozvod napětí pro dílenskou páječku 24 V~ / 75 VA. Když byly zapojeny všechny páječky, bylo napětí opravdu asi 24 V~, ale když nebyla zapojena žádná, bylo napětí naprázdno až 27 V~, které se zatížením klesalo. Pracovní stoly byly vybaveny stabilizovanými zdroji, napájenými z tohoto napětí. Po usměrnění 24 V~ a filtraci bylo vstupní napětí na elektrolytickém kondenzátoru na vstupu stabilizovaného zdroje asi 33 V=. Ale když nebyly páječky zapnuté, bylo napětí naprázdno 27 V~ po usměrnění až 38 V=. A to byl důvod, proč integrované obvody MAA723 ve zdrojích často "odcházel" a bylo je třeba vyměňovat. Úprava spočívala ve snížení napájení integrovaného obvodu zenerovou diodou na maximálně 35 V a později také náhradou zdroje za zdroje s LM317 a L200, které mají vstupní napětí až 40 V (viz katalog).

Jenom na okraj: napájení zdrojů napětím z transformátoru pro páječky bylo zvoleno mimo jiné i z bezpečnostních důvodů, aby žáci měli zcela bezpečný zdroj malého napětí a nepřicházeli do styku se síťovým napětím.

Druhá kuriozita. Podomácku vyrobený jednoduchý stabilizovaný zdroj s MAA723 byl napájený síťovým transformátorkem 24 V~ určeným pro rozvaděče. Je běžně k dostání, profesionálně vyrobený. Byl ale vyrobený pro napětí 220 V~ s tolerancí $\pm 10\%$, čili snesl i dnešních 240 V~. Při změně na 240 V~ je na výstupu transformátorku místo 24 V~ napětí 24.240/220 což je 26,18 V~. Nezátížený transformátorek dává naprázdno napětí trochu vyšší, a tak se také stalo, že po usměrnění bylo napětí na vstupu integrovaného obvodu asi



Obr. 2b - Sestava zdroje "kostka"

37 V a integrovaný obvod ho nevydržel. Oprava byla jednoduchá – do původního krytu byla jen vmontována nová destička s novým stabilizovaným zdrojem s L200.

Konstrukční provedení

Nastavení výstupního napětí

se obvykle a nejlépe provádí potenciometrem, případně hrubým nastavením – např. po 2 V přepínačem a jemným nastavením potenciometrem. To je nejčastěji používaný ovládací prvek, a proto by měl být na předním panelu snadno přístupný pro uchopení a otáčení, s dostatečným prostorem okolo, pro prsty.

Nastavení výstupního proudu

tedy maximálního výstupního proudu před omezením elektronickou pojistkou, se provádí v zásadě dvěma způsoby – přepínačem s několika polohami, nebo plynule potenciometrem. V prvním případě bývá zdroj doplněn indikátorem přetížení, ve druhém případě ještě ampérmetrem.

Měřidlo

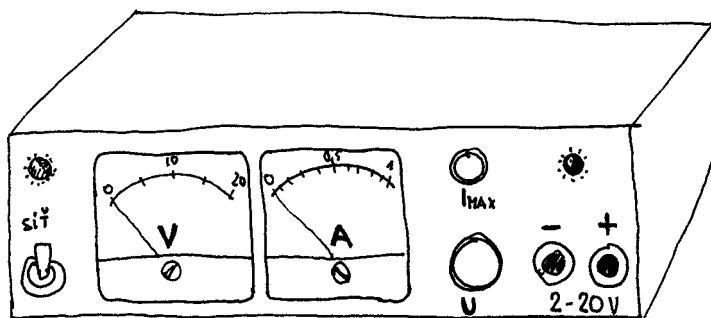
Pokud je zdroj vybaven měřidlem, ať již ručkovým, nebo digitálním, je jeho nejlepší umístění takové, aby při nastavení ruka nebránila pohledu na měřidlo. Tedy NAD ovládacím prvkem, nebo pro praváky VLEVO od něj. Levák si při konstrukci svého vlastního zdroje uspořádá rozmístění ovládacích prvků, svorek a měřidel prakticky zrcadlově obráceně. Co má pravák vlevo, dá si levák doleva a naopak. Nesmějte, se, je to velice důležité i při konstrukci elektronických zařízení, zvláště u takového, které vám má sloužit dlouho a jehož konstrukci si můžete sami navrhnout.

Přední panel

Na předním panelu jsou ovládací prvky, jejichž rozmístění, velikost a vzhled, případně popis, určí rozměry, estetické působení a ovladatelnost zdroje. Dále se rozhodneme pro umístění výstupních svorek (zdířek), síťového vypínače o indikátoru zapnutí.

Poloha

Zdroje se konstruují v nejrůznějších podobách. Naležato i nastojato, dřívě si kutilové s oblibou vyhráli i s panelem



Obr. 2a - Sestava zdroje naležato

umístěným šikmo. Na zdroj konstruovaný naležato se dá postavit nějaký další přístroj, který potřebujete mít na očích, nebo třeba i jenom položit sešit a tužku, nebo kalendář. Prostě plocha se dá využít. Konstrukcí řad měřících přístrojů používají tak zvanou panelovou konstrukci, kdy přístroje mají určité rozměry stejné a dají se stohovat na sebe. Většina domácích kutilů nemá možnost si vyrobit skříňku a kryt zdroje a tak využije možnosti koupit si ji hotovou, nebo jako polotovár, a tak má základ stejné modulové řady i pro další zařízení, která si bude stavět.

Rozměry

určují největší součástky, tedy síťový transformátor, chladič, elektrolytické kondenzátory, případně i rozměry předního, tedy ovládacího panelu. Všechno lze zmenšit, zminiaturizovat, ale když se podíváte do domácí věže s přijímačem, zesilovačem, CD přehrávačem a kazetovým dvojčetem, zjistíte, že uvnitř je spousta volného prostoru. Rozměry se podřizují vzhledu, ovládacím prvkům, stupnicím a rozměrům ostatních zařízení, která se používají spolu.

Vnitřní uspořádání zdroje

určuje umístění největší součástky, tedy síťového transformátoru. Obvykle bývá v zadní části, aby nepřekážel ovládacím prvkům na čelním panelu. Pokud je ve zdroji chladič, bývá umístěn buď k zadní nebo boční stěně, která vzniklé teplo také rozptyluje do prostoru. Hlavní ovládací panel bývá vpředu, v některých speciálních případech nahoře. Na zadním panelu bývá přívod síťového napájení, síťová pojistka, případně mřížka pro chlazení a některé další pomocné prvky.

Na předním panelu

jsou hlavní ovládací prvky a indikátory:

- F síťový vypínač
- F indikátor zapnutí (zelený)
- F nastavení napětí
- F nastavení proudu
- F výstupní zdířky (svorky)
- F indikátor přetížení (červený)
- F voltmetr / ampérmetr — atd.

Síťový vypínač bývá páčkový, s polohou nahoru zapnuto, dolů vypnuto, nebo kolébkový I zapnuto O vypnuto. Pěkný je síťový vypínač s osvětlením, použitým pro indikaci zapnutí. Pro indikaci se používá zelená LED nebo žárovčička se zeleným nebo čířým krytem. U starších zdrojů se někdy setkáte s doutnavkou (*slovensky tlejvkou*). Tu poznáte snadno. Má bledý narůžovělý svit, připojuje se přes sériový rezistor přímo k síťovému napětí, na rozdíl od žárovčičky, která má vlákno, jsou v doutnavce dvě elektrody, mezi nimiž vzniká doutnavý výboj.

Nastavení napětí lze provádět knoflíkem ve tvaru šipky nebo knoflíkem s ryskou ukazující na stupnici pod knoflíkem. To je nejjednodušší způsob indikace výstupního napětí. Jednoduché, laciné a kupodivu i přesnější než ručka na stupnici malého měřidla. Jestliže máte měřidlo s rozměrem 5 x 5 cm je stupnice dlouhá asi 4 cm. Zatímco stupnice okolo knoflíku o průměru 4 cm by měla kolem dokola $4 \times \pi$, což je 12,56 cm. Potenciometr se neotáčí o 360°, ale jenom o 270°, tedy tři čtvrtin. Takže stupnice je dlouhá 9,42 cm. A u stabilizovaného zdroje dostatečně stabilní.

Voltmetr na zdroji může sloužit pro měření nastaveného napětí, proto by měl mít větší rozměry a tím i delší stupnici. Menší voltmetry s kratší stupnicí jsou vhodné spíše jako indikátory napětí, které si podle potřeby přesně měříte voltmetrem. I malý voltmetr na zdroji je užitečný, především si i koutkem oka všimnete náhlého a rázného poklesu napětí při zkratu.

Nastavení maximálního proudu je možno provádět hrubě jenom malým knoflíčkem s jednoduchými značkami a popisem.

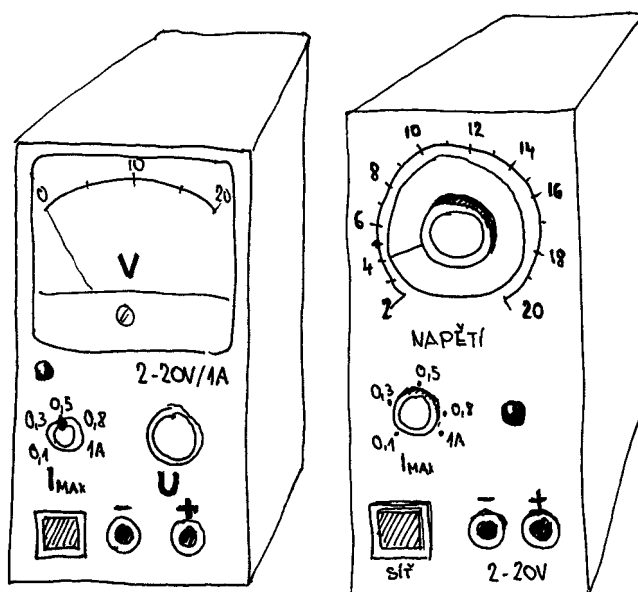
Ručkový ampérmetr je kupodivu velice užitečný, protože z pohybu ručky může-

te sledovat kolísání odběru proudu, hned vidíte velikost odebraného proudu.

Výstupní zdířky musí být označeny polaritou výstupního napětí, s výhodou se používají barevné, například červená pro "+", modrá nebo černá pro "-". Lepší než prosté zdířky jsou svorky, které mají otvor pro banánek jako zdířka a navíc je možno její horní část částečně odšroubovat a další vodič připojit pod tuto svorku a dotáhnout. Některé svorky v sobě mají z boku i dírku a vodič je možno zasunout do této dírky a zajistit dotažením vrchní části svorky. Pokud jsou svisle, bývá zvykem, že nahoře je plus a dole mínus, při umístění vedle sebe to už tak jednoznačné není - zda má být plus vpravo nebo vlevo od záporné zdířky. Hlavně to zřetelně označte barevně i symbolem "+ a -".

Minislovníček:

ON	— zapnuto
OFF	— vypnuto
VOLTAGE	— napětí
CURRENT	— proud
OVERLOAD	— přetížení
MAINS	— síť
OUTPUT	— výstup
FUSE	— pojistka
DC	— stejnosměrný proud
AC	— střídavý proud
SET	— nastavit, nastavení



Obr. 2c, d - Sestavy zdrojů nastojato s měřidlem a bez

ADJUST — jemné nastavení, doladění

OVERLOAD PROTECTION — ochrana proti přetížení

FOOL-PROOF — "blbovzdorný", chráněný proti neodborné manipulaci (podobně bývají potápěčské hodinky označené water-proof)

Domácí úkol:

podle slovníku si zjistěte, jak by popis ovládacích prvků zdroje vypadal v němčině nebo jiném jazyku (slovenském, polském, maďarském, francouzském či v jakémkoli jiném).

vyučoval – Hvl –

Reklamní plocha

Reklamní plocha

Využitie PC a Internetu v praxi elektronika



Jaroslav Huba, pcwork@pobox.sk, www.elektronika.host.sk

10. časť: TurboCAD 2D v 6.51 — prečo platiť za niečo, čo dostanete úplne zadarmo?

Bez CAD-u ani na krok

Dnešnú časť voľného seriálu o využívaní počítačov v elektronike venujeme mimoriadne hodnotnému programu, ktorý síce nie určený výhradne pre elektroniku, ale bez dobrého CAD programu sa dnes už naozaj nezaobídeme. V prvom rade je CAD software u nás synonymom náhrady klasického "prkna a tužky", čiže



Obr. 1 - Úvodné logo programu

nástroj pre technické kreslenie. Profesionálni projektanti, dizajnéri, konštruktéri - a pod. si už dnes ani nevedia predstaviť žeby vystačili s klasickými technikami. Pauzovací papier a skice od ruky sa síce ešte úplne nevytratili, ale pokiaľ je potrebné dosiahnuť profesionálnych výsledkov v rekordne krátkom čase - nastupuje víťazne CAD. V našich končinách sa už pevne usadili najmä Autodesk a Bentley so svojimi AutoCAD-om a uStation-om. Sú to skutočne profesionálne nástroje a tomu prirodzene zodpovedá aj ich cena. Pre menšie výkresy a skromnejšie pomery vydali obidve firmy populárne odľahčené "light" verzie, pričom najmä AutoCAD LT sa s obľubou používa tam, kde nie sú veľké nároky na programovateľnosť či výkonnosť. Bentley má trochu odlišnú politiku, o ktorej sa tu ale nebudeme rozoberať, lebo to nie je náplň tohto článku.

Plnokrvná náhrada AutoCAD LT a zadarmo?

V úvode článku som sa trochu rozpisal o problematike CAD software, znácom pomerov sa vopred ospravedlňujem za pomerne zjednodušený pohľad. Aj moja otázka v tomto nadpise vyjadruje určite názor, ktorý vás okamžite napadne pri čítaní ďalších riadkov. Ako je mož-

né, že niekto ponúka zadarmo podobný produkt, za ktorý si druhá firma dá nie symbolicky zaplatiť? Nuž ja to tiež neviem úplne presne, ale je fakt, že na dnešný trh CAD systémov sa veľmi ťažko presadí produkt, ktorý by nebol kompatibilný minimálne s jedným zo zaužívaných štandardov. Vychodené kolaje sa veľmi ťažko opúšťajú a ťažko sa dá predpokladať, že firma ktorá má stovky výkresov nakreslených v jednom systéme sa len tak vrhne na nejaký iný. Dnes viac ako inokedy platí že aj čas sú peniaze a preto takáto zmena musí byť rentabilná a finančne únosná. A preto musí tvorca konkurenčného produktu ponúknuť čosi viac, čo bude hovoriť v jeho prospech. V prípade TurboCAD 2D je to jednoznačne cena a kvalita, akou je program spracovaný. Porovnal by som to so situáciou v akej sa nachádza "veľký" Office a jeho "free" verzia od Software602. Aj tam si povedali, že konkurovať má zmysel len lepšími službami, ktoré sú ale prirodzene už nie úplne zadarmo. Je to akási nová filozofia v prístupe k získavaniu licencií na software: Zákazník neplatí vopred za hromadu funkcií, o ktorých ani nevie, či mu budú treba a za "bezplatnú" hotline, ale dostane produkt zadarmo a až keď potrebuje odbornú pomoc, špeciálne funkcie a pod., tak si priplatiť. Podme ale k samotnému programu:

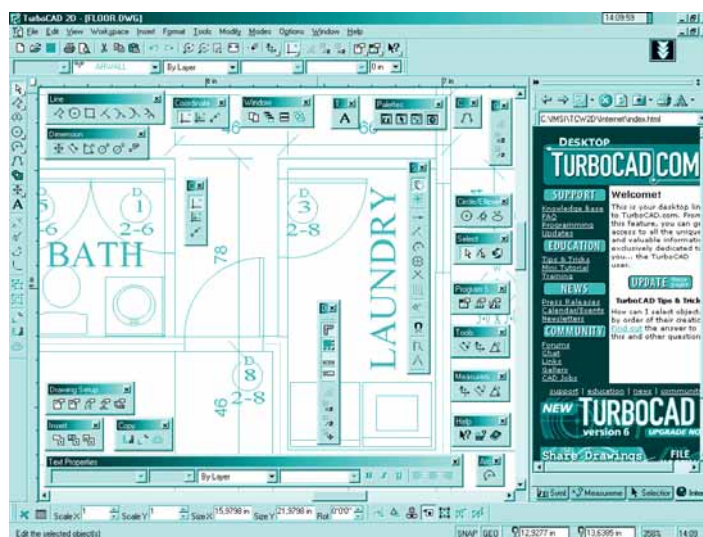
TurboCAD 2D - voľne šírená verzia, plne funkčná, kompatibilná s DWG formátom R15 (AutoCAD 2000)

Áno, čítate dobre - naozaj sa jedná o bezplatný - "malý" CAD kompatibilný s DWG poslednej verzie R15. Po spustení programu máme na okamih dojem, že sa pohybujeme v dô-

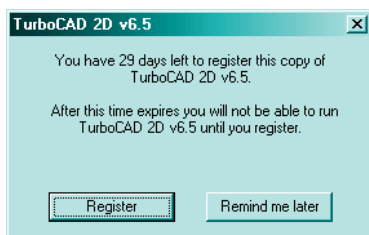
verne známom prostredí AutoCAD-u LT. Systém menu, dizajn ikoniek, prieskumný panel v pravej časti, prepojenie na Internet - to sú všetko známe a obľúbené funkcie.

K dispozícii je dostatok nástrojov, ktoré si môžeme podľa potreby zapínať a vypínať. Program v plnej kráse je možné vidieť na obr. 2.

Samozrejmosťou je možnosť otvoriť viacero okien do jedného, kompatibilita s dwg vyzerá tiež na dobrej úrovni. Určité problémy je možné predpokladať u zložitých výkresov s mnohými hladinami, vkladnými objektami alebo špeciálnymi fontami. Aj preto by som tento program odporučil nie ako úplnú náhradu profesionálneho CAD-u, ale skôr ako doplnkový program na prehliadanie výkresov resp. pre jednoduchšie 2D kreslenia. Tiež vhodné pole použitia vidím v školstve, kde tento softwar môže byť používaný legálne a zadarmo a pritom stačí na výuku základov kreslenia v CAD-e. Projekčné firmy ho zase môžu používať pre prípravné práce a všade tam, kde je potrebné občas niečo pozrieť, dopísať, opraviť a je zbytočné aby kupovali kvôli tomu platený CAD. Pre začínajúcich projektantov predstavuje toto riešenie úsporu financií za nákup iného CAD systému.



Obr. 2 - Hlavné okno programu so všetkými menu



Obr. 3 - Upozornenie na nutnosť bezplatnej registrácie

Instalácia

Domovská stránka tejto firmy je www.imsisoft.com a samotného programu zase www.turbocad.com. Celý inštalčný súbor pozostáva z jediného exe, ktorý je veľký cca 7 MB, takže jeho sťahovanie možno odporučiť len na dobrých linkách a najlepšie s programom podporujúcim viacnásobné sťahovanie a nadväzovanie prerušeného sťahovania. Ja osobne najradšej používam FlashGet od Amazesoftu: <http://www.amazesoft.com/>, ktorý je v súčasnosti asi najrýchlejší downloader a dostupný tiež úplne zadarmo!

Program je plnokrvná 32bitová aplikácia, ale inštaluje sa do zvláštneho priečinka C:\IMSI\TCW2D, ktorý je samozrejme možné zmeniť. Po nainštalovaní je ponúknutá registrácia, za ktorú získavate automaticky 90 dňovú bezplatnú pomoc, možnosť pripojiť sa do rôznych diskusných skupín, zľavy na iné produkty a podobne. Odporúčam vyplniť a odoslať, už vzhľadom na kvalitu programu sa oplatí dostávať aspoň upozornenia na nové upgrady apod. Okrem toho bez registrácie program prestane po 30 dňoch pracovať.

Práca s programom

Práca s týmto CAD systémom sa v ničom nelíši od iných. K dispozícii máte množstvo kresliacich nástrojov a pomôcok, ktoré môžu plávať po celej obrazovke ako malé panely nástrojov. Pred prvou prácou odporúčam vojsť do menu nastavenia a nastaviť si parametre programu na európske zvyklosti. Všetky podstatné parametre je možné zmodifikovať. Tlačenie výkresov je obmedzené na parametre tlačiarne a rozmery plochy, ktorú je schopná potlačiť. Máme možnosť vybrať si pohľad a potom ho dať vytlačiť. Presné nastavenia mierky a iných parametrov tlačeneho dokumentu, ako to poznáme z AutoCAD-u tu nenájdeme. Presnosť výtlačkov bude teda výsledok mierneho laborovania, a filozofia kreslenia je postavená na poznaní rozmeru výsledného výkresu vopred. Program pozná aj tzv. ISO formáty, čiže nie sme obmedzení len na americké A, B, C... veľkosti výkresov.

Export, import

Žiadny dobrý CAD sa nezaobíde bez exportno/importných funkcií. TurboCAD disponuje síce vlastným formátom *.tcw ale samozrejmosťou je aj výstup v tzv. natívnom formáte *.dwg a univerzálnom výmennom formáte *.dxf. To isté platí aj pre otváranie súborov. Takže nám nič nebráni v používaní súborov vytvorených aj v iných CAD systémoch. Priaznivci uStation však budú sklamaní, pretože formát *.dgn nie je podporovaný. Celkovo však je TurboCAD „autocadovo“ orientovaný a preto je to prirodzené.

Funkcie, vrstvy, šrafovanie...

TurboCAD vie narábať s vrstvami, rôznymi druhmi čiar a šrafovania, poskytujúce



Obr. 4 - Exporty a importy iných typov súborov

farebné výstupy. Má všetky funkcie potrebné pre solídne technické kreslenie. Podporuje vkladanie iných súborov, výkresov, obrázkov a balíčkov. K dispozícii je pomerne kvalitný návod. Kto si zvykol v AutoCAD-e na príručné záložky pre často používané symboly, prístup na internet ap. má ich tiež aj tu vždy poruke.

Verzia pre profesionálov je už platená!

V platenej verzii Professional dokonca dokáže TurboCAD využívať makrá napísané v jazyku Visual Basic pričom využíva schopnosti už existujúceho editora jazyka Visual Basic for Applications z MS Office. Takýmto riešením sa automatom podarilo vyriešiť problém s automatizáciou a rozšírovaním funkcií jadra programu. Kompatibilita s LISP-ovskými utilitami v tomto prípade nie je žiadna a taktiež nevyužijete rutiny napísané pre špeciálny macro jazyk, aplikovaný v LT verziách Autocadu. Pre úspech takéhoto riešenia je potrebný dostatok kvalitných aplikácií, pomocou ktorých môžeme dosiahnuť rôzne stupne automatizácie výpočtov, kreslenia apod. Pre použitie VBA hovorí jeho rozšírenosť a pomerná jed-

noduchosť, takže skúsenejší užívateľ si možno poradí aj sám s naprogramovaním jednoduchých makier apod.

Záver – klady a zápory

Tento program som vybral zámerne pre čitateľov Radio plus-KTE, pretože si myslím, že je skutočne veľmi hodnotný a vzhľadom na jeho cenu použiteľný všade tam, kde potrebujete občas kresliť nejaké technické výkresy. Výhodou je jeho veľká podobnosť a kompatibilita s „veľkým bratom“.

Nehodí sa pre náročnú profesionálnu prácu, skôr je určený pre amatérov, školy a „one man“ firmy, ktoré nemajú dostatok financií na zakúpenie pomerne drahých profesionálnych systémov. Tiež je možné jeho využitie vo firmách napríklad na obchodných oddeleniach, kde nie je potrebné sústavne kresliť, ale len občas prezrieť výkresy a prípadne editovať nejaké drobnosti. Skrátka všade tam, kde by nasadenie plnej licencie veľkého CAD programu prišlo zbytočne drahé.

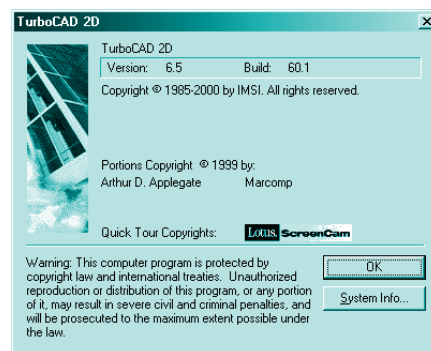
Medzi hlavné nedostatky programu by som zaradil jeho spôsob nastavovania tlačového výstupu, kde nie je možné dodatočne meniť mierku, nastavovať farby čiार a podobne. Všetko závisí od nastavenia systémovej tlačiarne, ktorú program naplno využíva. Pokiaľ budeme používať ako tlačiareň kvalitný ovládač plotra vo Windows, je možné niektoré nedostatky takto kompenzovať.

Download 5

ftp://cdrom.digitalriver.com/pub/imsifree/TC2d_LT.exe [7,5 MB]

Domovská stránka firmy Imsisoft: www.imsisoft.com

V článku boli použité názvy ako AutoCAD®, alebo uStation®, ktoré sú ochranné značky patriace firmám Autodesk, Bentley a Windows® patriace firme Microsoft.



Obr. 5 - Údaje o verzii programu