

# Rádio plus

# KTE

Konstrukce ♦ Technika ♦ Elektronika

- Malá škola elektroniky  
*Korekční předzesilovač*
- Mini škola programování PIC - CHIPON II
- Využití PC v praxi elektronika  
*"Internetový telefon" pro radioamatéry*
- Zajímavé IO v katalogu GM Electronic  
*Komparátory - 4. díl*
- GSM pod lupou - 7. díl
- AMPER 2004 - jaký byl
- Katalogové listy - ICL7116, ICL7117

6 2004  
ročník XII  
Cena 35 Kč  
předplatné 25 Kč

Řízení obrátek stejnosměrných  
motorků se  
zpětnou vazbou

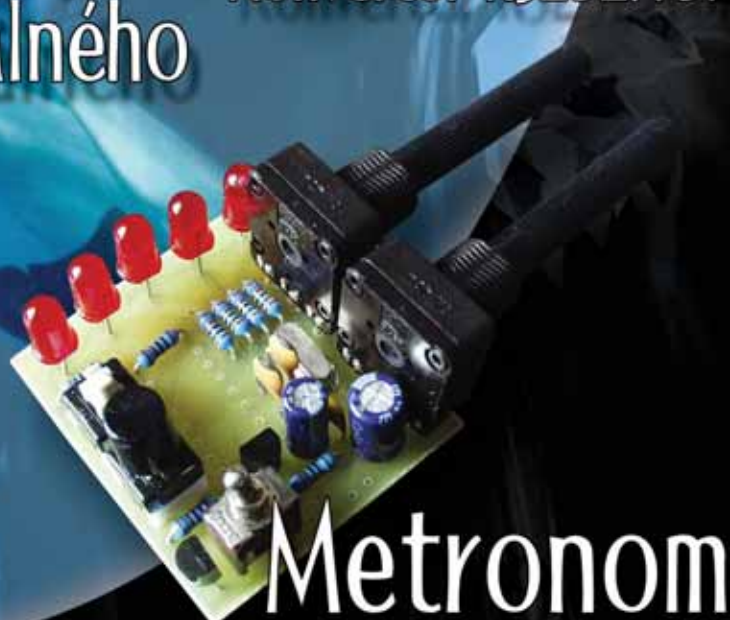


Časový spínač

Konvertor RS232/PDA



Programovatelný časový  
spínač s hodinami reálného  
času



Metronom

[www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz)

**Vydavatel:** Rádio plus, s. r. o.,  
Karlínské nám. 6,  
186 00 Praha 8  
tel.: 224 812 606 (linka 63),  
e-mail: redakce@radioplus.cz  
http://www.radioplus.cz

**Šéfredaktor:** Bedřich Vlach

**Redaktor:** Vít Olmr  
e-mail: olmr@chello.cz

**Grafická úprava, DTP:** Gabriela Štampachová

**Sekretariát:** Jitka Poláková

**Stálí spolupracovníci:** Ing. Jan Humlhans,  
Vladimír Havlíček,  
Ing. Jiří Kopelent,  
Ing. Jan David  
Jiří Valášek

**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.: 274 813 823, 241 728 263

**Obrazové doplňky:** Task Force Clip Art –  
NVTechnologies  
**Osvit:** Studio Winter, s.r.o.  
Wenzigova 11, Praha 2  
tel.: 224 920 232  
tel./fax: 224 914 621

**Tisk:** Ringier Print, s.r.o.  
Novinářská 7, 709 70  
Ostrava, tel.: 596 668 111

© 2004 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele.

Cena jednoho výtisku 35 Kč, roční předplatné 300 Kč (á 25 Kč/kus). Objednávky inzerce přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzertech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413.

Rozšiřuje: 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., Liběšická 1709, 155 00 Praha 5; pmedia@pressmedia.cz, tel.: 02/65 18 803).

Předplatné v ČR: SEND Předplatné s. r. o., P.S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 267 211 301-303, fax: 261 006 563, e-mail: send@send.cz, www.send.cz; Předplatné tisku, s.r.o., Hvoždanská 5-7, Praha 4-Roztyly, tel.: 267 903 106, 267 903 122, fax: 79 34 607. Předplatné v SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovateľská 27, 821 08 Bratislava, tel.: +421 2 55 96 00 02, fax: 55 96 01 20, e-mail: obchod@gme.sk; Mediaprint - Kapa Pressegross, a. s. oddelenie inej formy predaja, P.O. BOX 183, Vajnorské 137, 830 00 Bratislava 3, tel.: 02/44458821, 02/44458816, 02/44442773, fax: 02/44458819, e-mail: predplatne@abompkapa.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Teslova 12, P.S. 169, 830 00 Bratislava 3, tel.: 02/44 45 45 59, 02/44 45 06 97, 02/44 45 46 28, e-mail: magnet@press.sk, PONS, a. s. Záhradnícká 151, 821 08 Bratislava, objednávky přijímá každá pošta a poštový doručovatel. Informácie poskytnú na tf. č.: 502 45 214, fax: 502 45 361.

## Vážení čtenáři,

máme tu další číslo, tentokrát červnové. Opět plné konstrukcí a článků jako každý měsíc. Jako první konstrukce je zde regulátor stejnosměrných motorků pomocí zpětné vazby. Tato regulace je založena na pulzním řízení. Oproti klasické regulaci napětím zajišťuje plynulou regulaci i při malých otáčkách. Další konstrukcí je programovatelný časový spínač, jehož ovládání je zajištěno pomocí PC a obslužného software. Toto zapojení umožňuje prakticky nastavit jakkoli dlouhý čas. Dále zde naleznete konstrukci regulovaného zdroje symetrického napájení, Zapojení je založeno na klasických stabilizátorech řady LM3xx. Stavebnice umožňuje plynulou regulaci napětí v rozsahu 3–15 V. Následuje konstrukce konvertoru RS232/PDA umožňující spojení a synchronizaci PDA zařízení s PC pomocí klasického sériového rozhraní. Následují další konstrukce z nichž stojí ještě za zmínku metronom řízený pomocí PIC16F676. Tento metronom se počtem funkcí a nastavení vyrovná i dražším hotovým výrobkům. Nakonec nechybí opět pokračování stálých rubrik a několik zajímavostí z elektroniky. Také je pro Vás připravena nová soutěž.

Přejeme Vám příjemné čtení a hodně úspěchů při stavbě nových konstrukcí.

## Vaše redakce

### Obsah

#### Konstrukce

Řízení otáček stejnosměrných motorků se zpětnou vazbou (č. 677) .....	str. 4
Programovatelný časový spínač s hodinami reálného času (č. 678) .....	str. 6
Lineární symetrický stabilizovaný zdroj (č. 679) .....	str. 8
Konvertor RS-232/PDA (č. 680) .....	str. 10
Časový spínač (č. 681) .....	str. 11
Metronom (č. 682) .....	str. 13

#### Veletrhy

AMPER 2004 .....	str. 25
------------------	---------

#### Představujeme

Mikroprocesory dsPIC30F Family .....	str. 16
--------------------------------------	---------

#### Vybrali jsme pro vás

Zajímavé IO v katalogu GM Electronic: 60. Komparátory .....	str. 29
--	---------

#### Začínáme

Malá škola praktické elektroniky (86. část) .....	str. 18
Výroba plošných spojů fotocestou .....	str. 26
Miniškola programování mikrokontrolérů PIC (2. lekce) .....	str. 32

#### Technologie

GSM pod lupou – 7. díl .....	str. 15
------------------------------	---------

#### Teorie

Využití PC v praxi elektronika (43. část) .....	str. 37
---	---------

#### Datasheet

ICL7116 a ICL7117 .....	str. 21
-------------------------	---------

Soutěž .....	str. 39
--------------	---------

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

# Řízení otáček stejnosměrných motorků se zpětnou vazbou

KTE677

Regulátory otáček jsou velmi žádaná a oblíbená zapojení. Zčásti díky jejich jednoduchosti a zčásti díky širokému uplatnění, jaké nachází v amatérské i profesionální praxi. Mezi amatéry jsou pak oblíbeny především regulátory stejnosměrných motorků, které se hojně využívají například v modelářství, železničním, leteckém, i v každodenní praxi pro řízení otáček vrtaček. Regulace otáček stejnosměrných motorků je oblast spadající již spíše do robotiky a má svá úskalí.

Regulaci otáček stejnosměrných motorků lze provádět de facto pouze dvojím způsobem - pulzní nebo lineární regulací. Lineární ovládání je velmi jednoduché a lze je realizovat například prostým sériovým rezistorem, pro regulaci pochopitelně proměnným, tedy trimrem nebo potenciometrem. Pro řízení motorků s větším výkonem je však velmi nevhodné, protože výkonová ztráta vznikající na tomto rezistoru může převyšovat výkon motorku, a neboť je to ztráta, je třeba se tohoto výkonu zbavit – vyzářit. Pochopitelně by bylo možné neregulovat sériovým rezistorem, ale například lineárním zdrojem, avšak problematika ztrátového tepla zůstává stále stejná. Tuto lineární regulaci navíc provází další negativní jev, projevující se při velmi nízkých otáčkách, tedy velmi nízkém napětí, při kterém se motorky nerozebíhají plynule.

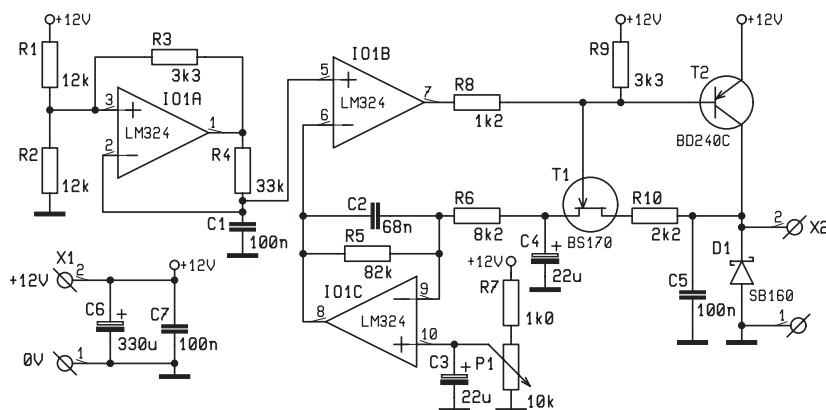
Proto je mnohem častěji používána regulace pulzní. Její princip je poměrně jednoduchý a spočívá v napájení motorků jmenovitým napájecím napětím, které je však připojováno krátkodobě. Napětí na motorku se tak objevuje pouze po definovaný časový úsek, který je střídán s intervalem, po který motorek není napájen vůbec. Délka napájecího impulsu pak určuje rychlost otáčení motorků, přičemž střída napájení se může pohybovat od 0 do 100 %. Velkou výhodou je malá výkonová ztráta na spínacím prvku, která je dána pouze jeho úbytkem a rychlostí spínání. Motorek si navíc díky napájení jmenovitým proudem uchovává svůj točivý moment, což umožňuje využití jeho výkonu i při nízkých otáčkách. Pochopitelně však při jednoduché pulzní regulaci závisí na zatížení motorku, tedy otáčky jsou jiné při plném zatížení a jiné, běží-li motorek naprázdno. V některých případech může být tento nežádoucí jev na závadu. Proto se používají motorky s tzv. zpětnou vazbou, kde je v mezidobí napájení motorku snímána elektromagnetická síla vinutí a výsledné napětí porovnáváno s požadovanou rychlostí otáčení. Využívá se zde jedné ze základních vlastností stejnosměrných točivých strojů, a to reverzibility činnosti. Stroj může pracovat bez jakékoliv změny jako motor, kdy proud odebírá, nebo jako dynamo, kdy elektrickou energii opačné polaritě vyrábí. V obou případech je potřebné nebo



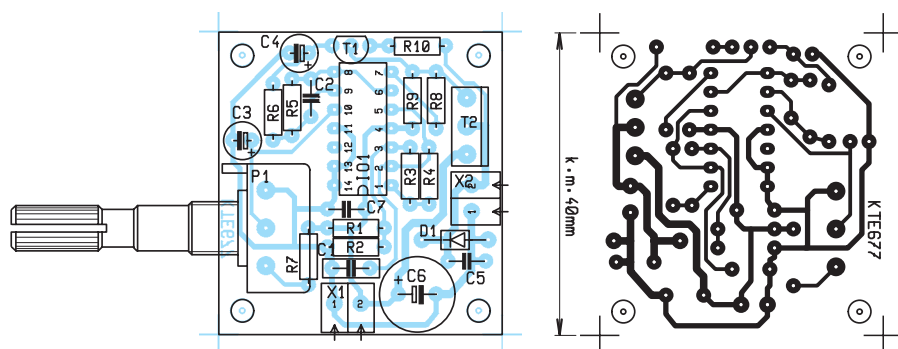
získávané napětí přímo úměrné obrátkám, ovšem za předpokladu konstantního zatížení mechanického či elektrického. Při běžném pulzním řízení se motorek v mezerách mezi napájecími pulzy točí setrvačností, a vyrábí tak elektrickou energii jako dynamo. Stačí tedy toto napětí snímat, změřit a získáme tak informaci o obrátkách motorku. Až potud princip, který je velice jednoduchý.

Operační zesilovač IO1A je zapojen jako generátor trojúhelníkového referenčního napětí. Kmitočet je s hodnotami součástek R4 a C1 dle schéma asi 100 Hz, což je většinou přijatelný kompromis. Pro potřeby měření napětí by byl vhodnější kmitočet nižší, pro potřeby účinné regulace obrátek naproti tomu vyšší. Rovněž průběh napětí není precizní trojúhelník, ale je pro tyto účely zcela vyhovující. Takto získané napětí se vede na neinverující vstup jednoduchého komparátoru s IO1B. Výstup komparátoru řídí výkonový tranzistor T2, který spíná napájecí napětí pro motorek. Čím vyšší je napětí na inverující vstup IO1B, tím delší dobu je výstup v úrovni L a tím je déle otevřen tranzistor T2. Pro udržení konstantních obrátek musí být tedy toto napětí nepřímo úměrné otáčkám. Získává se v inverující zesilovači IO1C.

Napětí na motorku je snímáno rezistorem R10 po likvidaci vysokofrekvenčních zámků kondenzátorem C5. Je-li výstup IO1B v úrovni H (T2 zavřen) T1 je vodivý a napětí „vyrobené“ motorkem je vedeno na filtrační kondenzátor C4 který



Obr. 1 – Schéma zapojení



Obr. 2 – Plošný spoj a jeho osazení

přesáhne dvě koruny a které svůj účel splní stejně dobře. Pochopitelně však s již výše uvedeným omezením rozdílnosti otáček pro různé druhy motorků a mírnou nestabilitou při zatížení motorku.

Stavebnici si můžete objednat u zásilkové služby společnosti GM Electronic – e-mail: [zasilkova.sluzba@gme.cz](mailto:zasilkova.sluzba@gme.cz), nebo na tel.: 224 816 491. Aktuální cena – bližší informace u zásilkové služby GM Electronic nebo na [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz).

se nabije. Následuje invertující zesilovač IO1C s malým integračním kondenzátorem C2, který pomáhá odstranit zbytky zvlnění způsobené pulzním napájením kondenzátoru C5. Referenční napětí je nastavitelné a odebírá se z potenciometru P1 s předřazeným rezistorem R7. Jeho velikost určuje základní úroveň výstupu IO1C a tím i napětí na invertujícím vstupu IO1B a následně i délku napájecích pulzů. Poklesnou-li z důvodů vyššího mechanického zatížení obrátky motorku, sníží se i produkované napětí. Podle předchozího popisu se tím zvedne výstup IO1C, délka napájecích pulzů se prodlouží. Tím stoupnou i obrátky a vstupy IO1C se dostanou znovu do rovnovážného stavu. Při odlehčení motorku proběhne tento proces obráceně.

Zapojení je doplněno ještě ochranou diodou D1, která má likvidovat případné napěťové špičky které mohou vznikat při komutaci motorku. Celý obvod je navržen pro napájení stejnosměrným napětím 12 V, ale bez problémů lze použít až 18 V. jediným omezením je nejvyšší proud motorku, který nesmí překročit 2 A. Při potřebě většího proudu by bylo nutné nahradit T2 jiným typem.

Celé zapojení je uspořádáno na malé jednostranné desce tištěných spojů. Při použití desky ze stavebnice je

nutné nejprve upravit otvory pro svorkovnice, tranzistor, potenciometr, diodu D1 a případně i upevňovací šrouby. Osazování součástek postupně podle velikosti by nemělo nikomu, jen trochu zručnému, dělat žádné zvláštní potíže.

Ožívování spočívá vlastně jen v kontrole funkce, protože při dobrých součástkách a správném osazení musí obvod pracovat na první pokus. Jiná věc je ovšem použitý motorek. Při použití jiného typu mohou nastat problémy se zesílením zpětnovazební smyčky pro regulaci délky pulzů. Konkrétně jde o zesílení invertujícího zesilovače IO1C, které je dáno poměrem R5/R6. V našem případě to je 10, ale je možné že jiný motorek bude vyžadovat jiné zesílení. Rovněž je nutné přezkoušet teplotu výkonového tranzistoru a případně zajistit doplněním o chladič. Tranzistor pracuje ve spínacím režimu, takže jeho výkonová ztráta je poměrně malá, ale při větších proudech už by odvod tepla bez přídavného chladiče nemusel stačit.

Přestože se pro regulaci stejnosměrných motorků můžeme setkat i se speciálními integrovanými obvody, jejichž cena se může pohybovat v řádu stokrát až tisícokrát, pro většinu aplikací si však lze vystačit se zapojeními podobnými tomuto, jejichž pořizovací cena ne-



Seznam součástek

R1, 2	12k
R3, 9	3k3
R4	33k
R5	82k
R6	8k2
R7	1k0
R8	1k2
R10	2k2
P1	PC1621NK010
C1	100n CF1
C2	68n
C3, 4	22µ/25V
C5, 7	100n/63V
C6	330µ/25V
D1	SB160
T1	BS170
T2	BD240C
IO1	LM324
X1, 2	ARK550/2
1x Plošný spoj	KTE677

# Nové mikrofonní zesilovače



Dva nové integrované zesilovače od National Semiconductor LMV1013 a LMV1014 ([www.national.com](http://www.national.com)) umožňují výrazně zlepšit kvalitu elektroakustického řetězce v zařízeních, kde jsou užívány elektretové mikrofony. Příkladem mohou být mobilní telefony, kapesní počítače a jiná komunikační zařízení. Nové zesilovače jsou určeny pro zabudování přímo do tělesa mikrofonů s dvou- a třívodičovým (LMV1014) připojením a tak dosáhnout i při velmi malých rozměrech vysoké citlivosti. LMV1012 má zisk 17 dB, s mikrofonem lze docílit zkreslení (THD) jen 0,1 %, poměru signál/šum (SNR) 55 dB při spotřebě jen 240 mA.

LMV1014 má napájecí proud jen 40 mA, stejný poměr signál/šum a výstupní impedanci 200 Ω. Obě součástky jsou dodávány v provedení mikro SMD se 4 kontaktními výstupy.

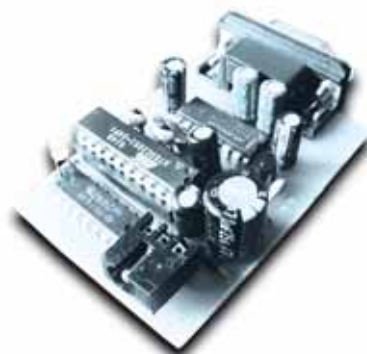
# Programovatelný časový spínač s hodinami reálného času

KTE678

Stává se, že potřebujeme ovládat spotřebiče v pravidelných časových intervalech, respektive pravidelně v danou dobu. V takovém případě si lze pořídit jednoduché časovací hodiny umístěné například do elektrické zásuvky a umožňující nastavení doby zapnutí, případně i vypnutí elektrického proudu. V případě, že podobným způsobem potřebujeme ovládat více spotřebičů, například na chatách či chalupách, je pořízení podobných spínačích hodin velmi nákladné, a v případě potřeby ovládání třífázových spotřebičů jen obtížně realizovatelné. Následující stavebnice poskytuje jednoduché zapojení podobných spínačích hodin s možností ovládání až šesti spotřebičů řízené mikroprocesorem.

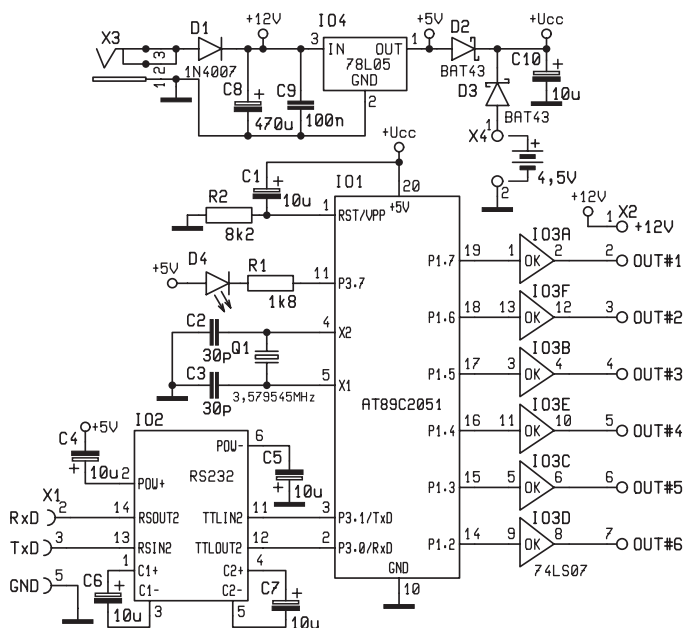
Spínací hodiny se zpravidla využívají pro potřeby jednorázového ovládání spotřebičů, případně periodického s dlouhým intervalem mezi akcemi. Naše stavebnice se od podobných komerčně nabízených produktů mírně liší, neboť neumožňuje periodické ovládání, avšak

nečiní jí problém spínání, respektive ovládní spotřebičů v předem daný den a hodinu. Přestože stavebnice sama neobsahuje žádné akční členy a předpokládá se připojení dalších externích obvodů, je zapojení schopné pracovat v širokém rozsahu požadovaných režimů. Umožňuje tak ovládat jak další logické obvody, tak např. spínat výkonová relé nebo ovládat signalizaci. Zapojení funguje na základě předem naprogramovaných časů a akcí, které mu lze dodat formou textového souboru zasláno z počítače po sériové lince. V praxi obsluha zařízení probíhá tak, že si v počítači v jednoduchém textovém editoru připravíte soubor, v němž definujete čas, ve kterém se má uskutečnit nějaká akce, a to včetně data, a současně definujete, jak se má změnit stav všech šesti výstupů v danou chvíli. Tento soubor poté pomocí jednoduchého terminálu (terminálového programu) odešlete po sériové lince RS232 (Com Portem) do spínacích hodin. Poté lze počítač odpojit a stavebnice již pracuje zcela autonomně. Pro případ výpadku napájecího na-

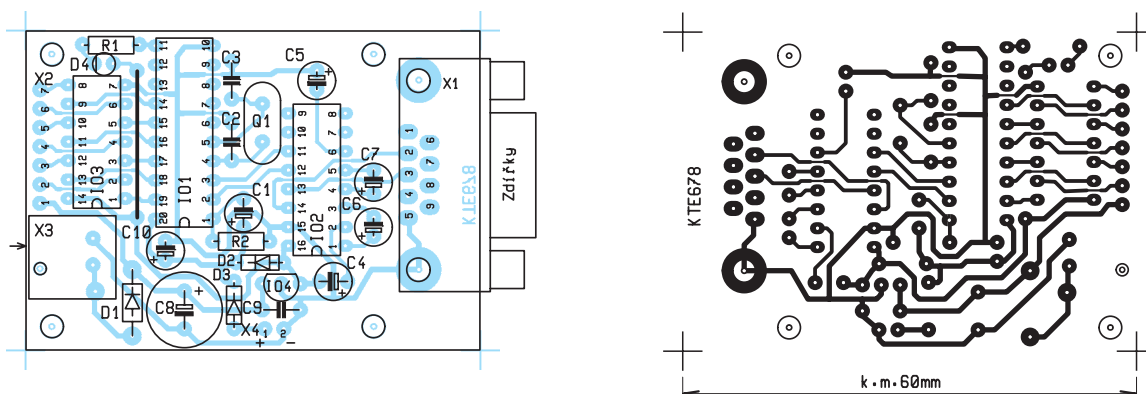


pětí je možné zajistit náhradní napájecí zdroj či provést jednoduché zálohování systému z baterie. Řídící mikroprocesor obsahuje informace o aktuálním čase a datu a v okamžiku, kdy se tato informace shoduje s hodnotou uloženou, respektive zaslano v rámci konfiguračního souboru, jsou výstupy nastaveny na požadované hodnoty.

Základem stavebnice je osmibitový mikroprocesor rodiny X51, AT89C51. Ten ke své činnosti nevyžaduje žádné externí součástky s výjimkou oscilátoru a resetovacího obvodu, takže s ním lze realizovat zapojení velmi malé, umožňující jednoduchou vestavbu do krabičky s výkonovými prvky. Výstupy jsou v našem případě zastoupeny portem P1, k němuž jsou připojeny budiče IO3 (74LS07), jejichž výstup je tvořen tranzistorem s otevřeným kolektorem. Aby mikroprocesor byl schopen pracovat, vyžaduje ke své činnosti program. Ten v našem případě zajišťuje tři základní funkce – ovládání výstupních portů, komunikaci s počítačem po sériové lince a hodiny reálného času. Sériová linka slouží pro komunikaci stavebnice s počítačem, a zajišťuje tak její snadnou konfiguraci a zadávání akčních hodnot. Protože rozhraní UART obsažené v mikroprocesoru pracuje s napětovými úrovněmi TTL, to je 0 a +5 V, zatímco sériové porty počítačů a notebooků pracují s úrovněmi linky RS232, tedy ±15 V, je mezi konektorem sériového rozhraní X1 a mikroprocesorem zařazen ještě převodník úrovní MAX232 ve svém typickém zapojení. Kondenzátory C4 až C7 zajiš-



Obr. 1 – Schéma zapojení



Obr. 2 – Plošný spoj a jeho osazení

řují činnost měniče napětí. Prvotní nulování mikroprocesoru při zapnutí napájení má na starosti nulovací obvod složený z kondenzátoru C1 a rezistoru R2. Napájecí zdroj se skládá z klasického stabilizátoru 78L05, jehož výstupní napětí je do obvodu dále vedeno přes oddělovací diodu D2, která zajišťuje, aby v případě výpadku externího napájecího napětí nedocházelo k vybíjení záložní baterie do výstupu stabilizátoru. Podobně je tato záložní baterie napájena přes oddělovací diodu D3, bránící toku proudu do baterie při externím napájení, které by baterii mohlo poškodit.

Celé zapojení se nachází na malé desce plošných spojů s jednou drátovou propojkou. Osazování neskytá žádné záludnosti, a proto po převrtání pájecích bodů napájecího konektoru oddělovací diody D1 a komunikačního konektoru X1 lze osadit všechny součástky v obvyklém pořadí. Vzhledem k rozdílným potřebám zapojování výstupních periférií se na plošném spoji nachází výstupy jen jako pájecí body. K dispozici je rovněž napětí +12 V, respektive nestabilizované napájecí napětí, pro případnou obsluhu relé. Konektor X4 je určen pro připojení záložní baterie 4,5 V. Ta může být vytvořena například pomocí trojice 1,5V alkalických článků, případně čtveřici akumulátorů se jmeno-

vitým napětím 1,2 V, které umožní jejich opakované použití po vybití. Vzhledem k tomu, že stavebnice neobsahuje žádné nastavovací prvky, spočívá oživování pouze v pečlivé kontrole osazení a změření klidové spotřeby proudu, která nesmí přesáhnout 20 mA.

### Nastavení a obsluha

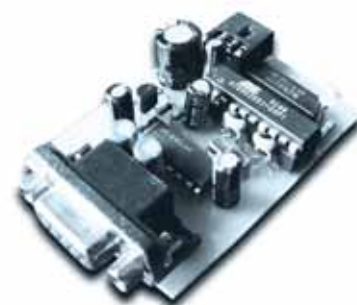
Veškerá komunikace se stavebnicí probíhá jen prostřednictvím sériového terminálu u počítači. Jako terminálový program lze použít libovolnou aplikaci umožňující ASCII komunikaci po sériové lince RS232, jako je například TeraTerm, Terminal, nebo v případě krajní nouze i Hyperterminal z Windows. Stavebnici připojíme k počítači přes klasic-

víme aktuální čas pomocí klávesy E ve formátu hodiny – minuty – sekundy (HHMMSS). Stiskem klávesy T si můžeme ověřit, zdali aktuální čas stavebnice odpovídá skutečnosti. Dále si v textovém editoru, např. poznámkový blok, připravíme jednoduchý textový soubor dle vzoru:



Obr. 5 – Výpis programu

Tento soubor poté dáme odeslat do stavebnice. Postup je následující: Stisknete klávesu P v terminálovém okně a pomocí příslušné funkce terminálového programu vyberte a odešlete vytvořený soubor do stavebnice. Po úspěšném přijetí dat se v terminálovém okně objeví informace Data saved. Vyvolání aktuálního programu lze provést klávesou R, kterou si rovněž ověříme správné načtení konfiguračních dat. Přestože program mikroprocesoru předpokládá výchozí hodnotu všech výstupů ve stavu logické



Obr. 3 – Výpis aktuálního nastavení



Obr. 4 – Načtení programu

ký „prodlužovací“ kabel, přičemž nám stačí pouze signály RXD a TXD. V sériovém terminálu nastavíme softwarové řízení toku dat (X On/X Off) a rychlost datové komunikace 9600 b/s a připojíme se na příslušný komunikační COM. Po připojení napájecího napětí ke stavebnici se v terminálovém okně objeví text identifikující stavebnici a znak END značící připravenost stavebnice k zadávání údajů. Nejprve si stiskem klávesy D nastavíme datum ve formátu den-měsíc-rok. Číselná hodnota je zadávána dvou, respektive čtyřciferně bez mezer mezi hodnotami (DDMMRRRR). Poté nastá-

```

/ '1' zapnuto - '0' vypnuto
/VÝSTUP [1...8]
/VÝSTUP 1 IAMPA
/VÝSTUP 2 ČERPADLO
/VÝSTUP 3 VENTILÁTOR
/VÝSTUP 4 KLIMATIZACE
/VÝSTUP 5 TOPENÍ
/VÝSTUP 6 TELEVIZE
/VÝSTUP 7 reserved
/VÝSTUP 8 reserved

/Řádek den čas Výstup 1...8
:01 24 1900 0 0 0 0 0 0 0 / Vše vypnout
:02 29 1331 1 0 0 0 0 0 0 / Zapnout lampu
:03 24 2200 1 0 1 0 1 0 0 / Zapnout navíc ventilátor a topení
:04 24 2230 1 0 0 1 1 0 0 / Vypnout ventilátor a zapnout klimatizaci
:05 24 2310 1 0 0 1 0 0 0 / Vypnout klimatizaci
:06 24 0400 1 0 0 0 0 0 0 / Nechat zapnutou jen lampu
:07 24 0530 0 0 0 0 0 1 0 / Zapnout televizi
:08 24 0600 0 0 0 0 0 0 0 / Vypnout vše
:00
    
```

Obr

1. Ize klávesou C v případě potřeby toto nastavení provést hromadně (v případě chybného resetování obvodu). Protože příkazy pro obsluhu zařízení si asi bude pamatovat jen málokdo, nechybí zde ani možnost vyvolání nápovědy pomocí klávesy „?“ . Nyní lze odpojit sériový port od stavebnice a nechat celé zapojení v klidu pracovat.

Přestože obsluha stavebnice a nutnost tvorby konfiguračního souboru se může zdát trochu složitou, vzhledem k celkové ceně stavebnice se jedná o celkem zanedbatelný problém, na který si brzy zvyknete. Terminálové programy, stejně jako příklad konfiguračního souboru, si lze stáhnout z našich www stránek. Pokud použijete ukázkový sou-

bor jako šablonu, pak stačí pouze změnit hodnoty na požadované a programování zařízení se může stát velmi snadnou záležitostí. Vzhledem k možnosti uložení až několika desítek záznamů není problém vytvořit takový konfigurační program, který bude vyhovovat Vaším potřebám a současně jej nebude zapotřebí programovat příliš často.

Stavebnici si můžete objednat u zásilkové služby společnosti GM Electronic – e-mail: [zasilkova.sluzba@gme.cz](mailto:zasilkova.sluzba@gme.cz), nebo na tel.: 224 816 491. Aktuální cena – bližší informace u zásilkové služby GM Electronic nebo na [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz).

### Seznam součástek

R1	1k8
R2	8k2
C1, 4–7, 10	10µ/25V
C2, 3	27p
C8	470µ/25V
C9	100n/63V
D1	1N4007
D2, 3	BAT43
D4	L-HLMP-1740
IO1	AT89C2051
IO2	RS232
IO3	74LS07
IO4	78Lxx
Q1	QM 3,579
X1	CAN9Z90
X3	SCD-016A
1× Plošný spoj KTE678	

## Lineární symetrický stabilizovaný zdroj

KTE679

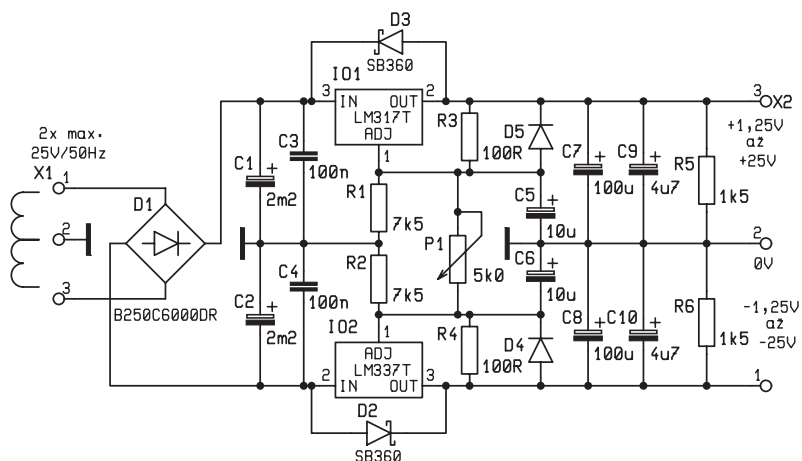
Napájecí zdroje, zejména regulované s proudovým omezením, jsou pro každého elektronika nezbytností a noční můrou současně. Jedná se o relativně jednoduché zapojení, s jehož konstrukcí je však spojena nemalá námaha při vývoji a realizaci. Vlastní elektrický obvod představuje obvykle tu jednodušší část, mechanické provedení pak tu naopak nejobtížnější. Následující stavebnice Vám sice neusnadní práci s mechanickou konstrukcí, ale může Vás zbavit starostí s vývojem elektrického zapojení.

Pro potřeby elektroniků jsou laboratorní zdroje poměrně nákladnou záležitostí. Obvykle se totiž vyžaduje velký rozsah výstupních napětí s plynulou regulací, několikastupňová proudová ochrana, nejlépe plynule nastavitelná,

nízké zvlnění výstupního napětí při zatížení zdroje, malý šum, velká rychlost odezvy na skokovou zátěž, jednoduchá obsluha a pokud možno malé rozměry. Pokud se týká rozměrů a širokého rozsahu výstupních napětí, bylo by ideálním řešením použití spínaného zdroje. Ten však s sebou přináší nemalé problémy s odrušením a filtrací. Proto stále jsou a ještě dlouho budou jako laboratorní zdroje dominovat klasické lineární stabilizátory. Následující stavebnice je právě jedním z nich. Neumožňuje však nastavení proudové ochrany ani rozdílného napětí v kladné a záporné větvi. Na druhou stranu se však jedná o velmi jednoduché zapojení, jehož stavbu zvládne i začínající amatér a pro naprostou většinu případů použití radiotechnika-amaté-



ra postačí. Umožňuje snadné vytvoření stabilizovaného symetrického napájecího napětí v rozmezí 3 až 15 V, kde obě větve mají stejnou napěťovou úroveň.



Obr. 1 – Schéma zapojení

Lze jej tak s výhodou použít pro oživování jednoduchých zapojení s operačními zesilovači, nízkofrekvenčních předzesilovačů a korekčních zesilovačů, kmitočtových filtrů apod.

Zdroj stabilizovaného symetrického napětí je založen na integrovaných třívývodových nastavitelných stabilizátorech LM317 a LM337. Jde vlastně o stabilizátory s kladným nebo záporným výstupním napětím 1,25 V, kde změnou napětí proti zemi na vývodu ADJ se mění i výstup o stejnou hodnotu zvětšenou právě o oněch 1,25 V. Bylo by možné namítnout, že totéž lze docílit i s běžnými stabilizátory řad 78 či 79. Ano to je pravda, ale jen potud, že tento tzv. nastavitelný typ má nepatrný proud „zemním“ vývodem (cca 0,05 mA) a hlavně s nepatrnými odchylkami (0,0002 mA) v celém rozsahu odebraných proudů. Tím je tento vývod přímo předurčen k zapojení do děliče napětí a tak k získání libovolného výstupního napětí. Při tom jediným omezením je potenciál mezi vstupem a výstupem, který nesmí překročit 40 V.

Obvod obsahuje samozřejmě i vnitřní ochrany proti proudovému i tepelnému přetížení které pracují i při odpojeném řídicím vstupu.

Pro získání kvalitního výstupního napětí je ovšem nutné zapojení doplnit o několik pomocných součástek, jako je blokování vstupu, či filtrace řídicího napětí. Rovněž je vhodné chránit řídicí vstup diodou proti příliš kladnému napětí při zkratu, či ztrátě napájení. Podobně je vhodná i ochranná zpětná dioda mezi výstupem a vstupem.

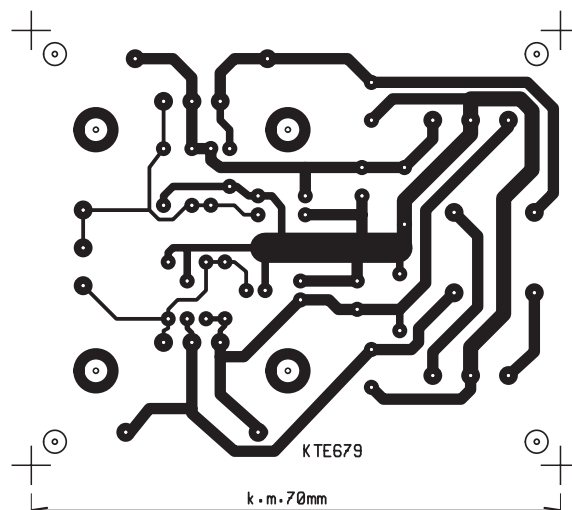
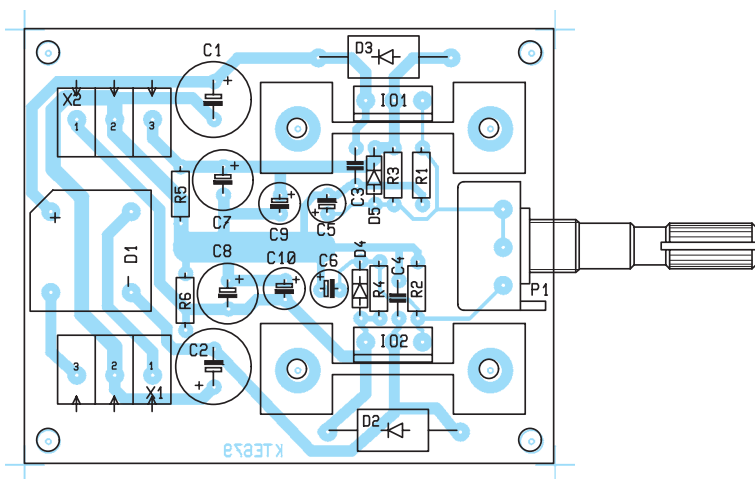
Jak bylo již dříve řečené pro základní nastavení výstupního napětí stačí dva rezistory, tedy pro plynulou změnu rezistor a trimr či potenciometr. U dvojitého zdroje to vše tedy dvakrát. Většinou je však potřebné napětí symetrické a pak je ovládání dvěma potenciometry poněkud „uživatelsky nepřívětivé“. Upravili jsme proto běžné zapojení na ovládání jedním potenciometrem. Proti běžným zapojením je ovládací potenciometr zapojen mezi řídicí vývody obou stabilizátorů a je tedy paralelně k oběma rezistorům, které tvoří dolní větev děličů.

Změnou hodnoty potenciometru se tak mění současně i poměr obou děličů. Hodnoty jsou navrženy tak, aby byla možná změna od  $\pm 1,25$  V do  $\pm 25$  V. Symetrii určují jednak rozdíly vlastních stabilizátorů a přesnost rezistorů v děličích. U stabilizátoru LM317 udává výrobce tolerance referenčního napětí  $\pm 4$  %. Přesnost běžně dodávaných rezistorů je  $\pm 1$  %, takže vlastnosti budou určovat především integrované stabilizátory.

Toto jednoduché zapojení ovšem postrádá základní vlastnost typických vlečených zdrojů rovněž ovládaných jedním prvkem, a to plnou závislost jednoho napětí na druhém. Při tvrdém zkratu na jedné větvi se druhé napětí nezhroutí, ale naopak vůči zemi trochu stoupne. S touto vlastností je nutné počítat a je to jakási daň za jednoduchost a spolehlivost.

Integrované stabilizátory jsou schopné dávat každý 1,5 A výstupního proudu a potřebují rozdíl mezi výstupem a vstupem asi 3 V. jinými slovy vstupní napětí musí být o ony 3 větší než výstupní. Pro spolehlivou funkci potřebují obvody minimální odběr 3,5 až 5 mA. K výstupu je sice připojen rezistor R5 (R6), ale ten nebude stačit při výstupech nižších než cca 6 V.

Pokud jde o výkonovou ztrátu, resp. tepelný odpor, je u pouzdra TO220 udávána hodnota přechod/pouzdro 4 K/W. Nižší chladič má 11 K/W, vyšší 9 K/W. Celkem tedy 15 nebo 13 K/W. připustíme-li oteplení 70°C při okolí 20°C pak vychází přípustná ztráta pro menší chladič 4,7 W a pro větší 5,4 W. Tyto hodnoty platí pro chlazení sáláním a běžnou cirkulací vzduchu. Z toho vyplývá, že při plném využívání proudových možností obvodů musíme být velmi opatrní, případně se postarat o nucené ofukování. Obvody se sice nemohou poškodit, protože jsou vybaveny tepelnými ochranami, ale je lépe těmto stavům předcházet.



Obr. 2 – Plošný spoj a jeho osazení



Celé zapojení se včetně chladičů nachází na jednostranné desce plošných spojů. Před vlastním osazováním je zapotřebí převrtat pájecí body potenciometru, svorkovnic, výkonových stabilizátorů a ochranných a usměrňovacích diod. Následně osadíme všechny součástky v pořadí od nejmenších po největší. Při pečlivé práci by zapojení mělo bez problémů fungovat na první pokus a díky absenci nastavovacích prvků nevyžaduje ani žádné náročné oživování. Stačí připojit napájecí napětí a na výstupu voltmetrem ověřit výstupní hodnoty.

Jak již bylo zmíněno v úvodu, je elektrické zapojení této stavebnice velmi jednoduché. Největší úskalí zde však číhá v potřebě mechanické sestavy skládající se z krabičky, pojistkového

pouzdra, transformátoru a případně ventilátoru, který by ofukoval chladiče výkonových stabilizátorů. Vzhledem k tomu, že ceny těchto prvků jsou poněkud vyšší a řada amatérů je má k dispozici „v šuplíku“, nejsou tyto díly součástí stavebnice. Konkrétní mechanická sestava pak pochopitelně záleží na použitých součástkách, a nelze ji tedy obecně definovat. Vždy je však nutné mít na paměti ztrátový výkon způsobený úbytkem napětí na stabilizátorech, který je třeba vyzářit (viz výše). Je proto třeba těmto součástkám zajistit kvalitní chlazení i za cenu ventilátoru, který bude chladiče ofukovat.

Stavebnici si můžete objednat u zásilkové služby společnosti GM Electronic – e-mail: [zasilkova.sluzba@gme.cz](mailto:zasilkova.sluzba@gme.cz), nebo na tel.: 224 816 491. Aktuální cena

– bližší informace u zásilkové služby GM Electronic nebo na [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz).

## Seznam součástek

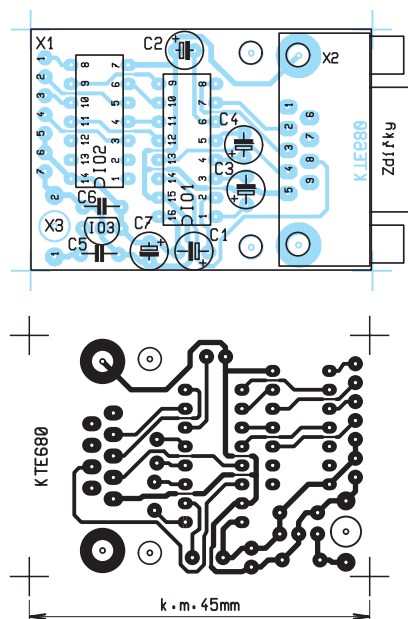
R1, 2	7k5
R3, 4	100R
R5, 6	1k5
P1	PC1621NK005
C1, 2	2m2/50V
C3, 4	100n/63V
C5, 6	10µ/35V
C7, 8	100µ/50V
C9, 10	CT4M7/35V
D1	B250C6000DR
D2, 3	SB360
D4, 5	1N4148
IO1	LM317T
IO2	LM337T
1x	Plošný spoj KTE679
2x	Chladič V7477Y

# Konvertor RS-232/PDA

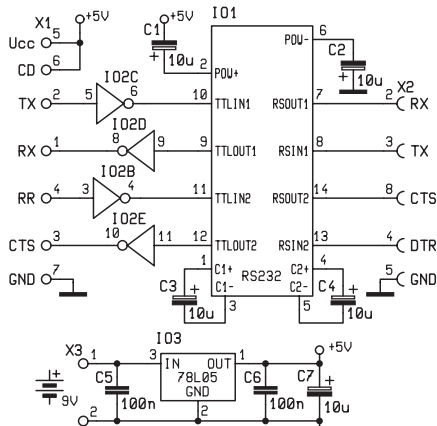
**KTE680**

Stále rostoucí popularita palmtopu a PDA s sebou přináší potřebu synchronizace dat mezi těmito mobilními sekretáři a počítači. Protože vývojáři těchto přístrojů již od počátku s potřebou synchronizace počítali, jsou všechny vybaveny některým z běžně používaných komunikačních rozhraní. Zatímco starší přístroje jsou pro bezdrátovou komunikaci vybaveny obvykle pouze rozhraním IrDa pro infračervený přenos, moderní produkty již obvykle nesou logo Bluetooth. Společným znakem všech je však vybavení klasickou sériovou linkou, byť v úrovních TTL.

Sériové rozhraní RS-232 je sice u počítačů v posledních letech již na ústupu a je postupně vytlačováno rychlejším a modernějším rozhraním USB, přesto se s ním budeme ještě dlouho setkávat u různých zařízení vybavených mikroprocesory a sériovou komunikací. Ačkoli si velkou oblibu získalo díky jednoduchosti používání a obsluhy, jeho hlavní předností je hojné rozšíření v celém spektru mikroprocesorové techniky. Například jen těžko bychom hledali jednočipový mikroprocesor, který by nebyl sériovou linkou vybaven. A ačkoliv u mobilních technologií jsou stále populárnější bezdrátové přenosy pomocí IrDa nebo Bluetooth, avšak zejména IrDa se rozhodně nedočkala takové popularity, jakou by neznalý uživatel očekával. A důvody jsou nasnadě – nízká přenosová rychlost, malý komunikační úhel, nemožnost pohybu při komunikaci a potřeba přímé viditelnosti mezi oběma zařízeními. Oproti tomu popularita Bluetooth již infračervené rozhraní již dávno překonala, ale masovějšímu rozšíření brání stále ještě vysoká cena. Proto mají klasické datové kabely stále svůj význam, byť v poslední době již připojované na USB. Klasické sériové rozhraní tak přetrvává jen v případech, kdy obslužný software nepodporuje adresování COM portů vyšších než COM2, ale těch



Obr. 2 – Plošný spoj a jeho osazení



Obr. 1 – Schéma zapojení

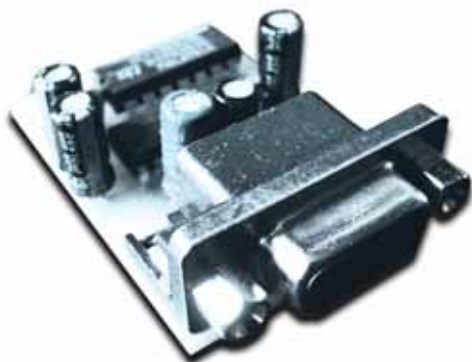
není málo a typickým příkladem jsou právě programy pro obsluhu palmtopů, PDA či starších mobilních telefonů.

Tato stavebnice je vlastně pouhým převodníkem napěťových úrovní, neboť zatímco klasický sériový port pracuje s napětím  $\pm 15$  V a to ještě s opačnou polaritou logických signálů (Log. H =  $-15$  V, Log. L =  $+15$  V) naprostá většina mobilních zařízení je vybavena pouze

5 V sériovou linkou. Je proto zapotřebí napěťové úrovně vzájemně přizpůsobit, což je naštěstí díky integrovaným obvodům MAX232 a jejich klonů (např. ICL232) určených právě pro tyto účely velmi jednoduché. A právě převodním MAX232 je rovněž základem této jednoduché stavebnice. Handset se připojí ke stavebnici konektorem X1, a komunikační linky linky TX, RX, CTS a RR jsou následně převodníkem úrovní IO1 převedeny na RS-232 a vyvedeny na druhý konektor X2 určený pro připojení PC. X2 je pro jednoduchost typu

Vývod	Funkce	Symbol	
1	Frame Ground	FG	
2	Send Data	SD	Výstup
3	Receive Data	RD	Vstup
4	Request to Send	RS	Výstup
5	Clear to Send	CS	Vstup
7	Signal Ground	SG	
8	Data Carrier Detect	CD	Vstup
10	Power Supply	VC	
11	Receive Ready	RR	Výstup
13	Power Supply	VC	
14	Data Terminal Ready	ER	Výstup

**Zapojení systémového konektoru PC-E500**

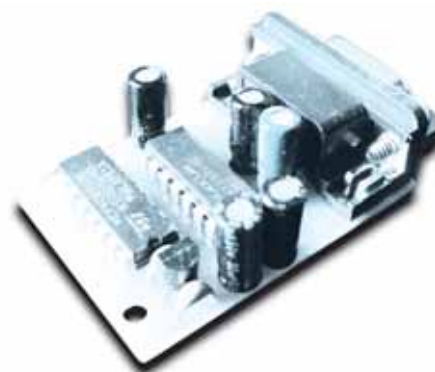


Cannon9, tedy stejný jako v případě „malého“ COMu. Napájení konvertoru je realizováno externím zdrojem, ze kterého může být rovněž napájen i palmtop. Ačkoli by sice bylo možné napájení přímo ze sérové linky, vyžadovalo by to podporu ze strany obsluhového SW, který by musel udržovat ně-

kerou z výstupních linek ve stavu log. L (+15 V). Navíc by proud dodávaný sériovým portem nemusel pro některá náročnější zařízení stačit.

Přestože je převodník úrovní určen především pro palmtopy Sharp, lze jej stejně dobře využít jako univerzální převodník RS232 TTL a díky vyvedeným signálům pro hardwarové řízení toku dat jej použít i pro náročnější aplikace.

Stavebnici si můžete objednat u zásilkové služby společnosti GM Electronic – e-mail: [zasilkova.sluzba@gme.cz](mailto:zasilkova.sluzba@gme.cz), nebo na tel.: 224 816 491. Aktuální cena – bližší informace u zásilkové služby GM Electronic nebo na [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz).



**Seznam součástek**

- |         |         |     |                       |
|---------|---------|-----|-----------------------|
| C1–4, 7 | 10µ/25V | IO1 | RS232                 |
| C5, 6   | 100n    | IO2 | 4069                  |
|         |         | IO3 | 78L05                 |
|         |         | X2  | CAN9Z90               |
|         |         |     | 1x Plošný spoj KTE680 |

# Časový spínač

**KTE681**

Často se stává, že potřebujeme na nějakou dobu zapnout např. ventilátor nebo osvětlení. Možným řešením je tento časový spínač. Je určen pro montáž do běžné elektroinstalační krabice pod omítku s tím, že se vejde pod tlačítko do stávající krabice a není třeba žádných dalších oprav, čímž umožňuje instalaci bez zásahů do stávající elektroinstalace.

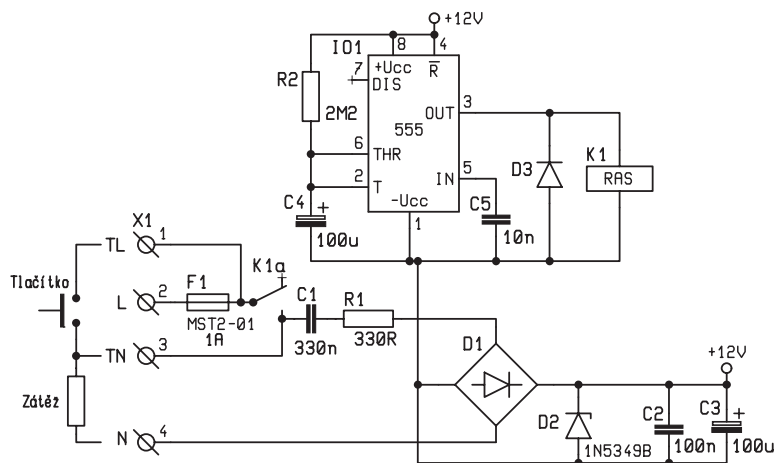
**Popis zapojení**

Schéma zapojení je na obr.1. Vnitřní napájecí napětí 12 V pro časovač je získáváno ze síťového napětí přes kondenzátor C1, který klade střídavému napětí

zdánlivý odpor. Kapacita je určena vztahem  $C = I / (2\pi \cdot f \cdot U)$ , kde I je požadovaný proud, U provozní napětí (230 V) a f frekvence tohoto napětí. Rezistor R1 omezuje proudové špičky vznikající při připojení napětí na kondenzátor a volíme ho cca 1Ω na 1 V provozního napětí, přičemž zde platí raději více než méně. Pojistka F1 zde především určuje maximální povolený proud zátěží a zároveň slouží jako ochrana při náhodném proražení C1. Navržená proudová hodnota 1A umožňuje spínání zátěže maximálně 230 W což určitě stačí pro zamýšlené použití časovače. Pokud bychom chtěli spínat větší proudy, můžeme požit pojistku vyšší hodnoty, ale je zde na místě po-



dotknout, že bude třeba nasílit plošné spoje vedoucí od svorkovnice k relé a pojistce např. vrstvou cínu, jelikož



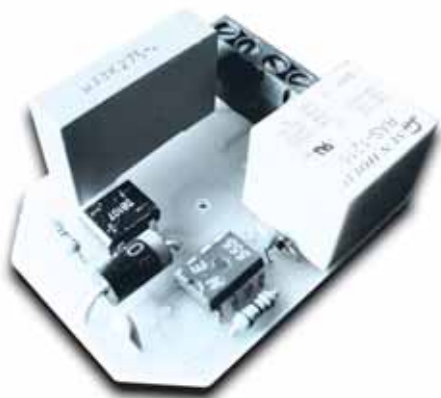
Obr. 1 – Schéma zapojení

v navržené šíři mohou spolehlivě přenést přibližně 1,5 A. Použité relé umožňuje spínat maximálně 10 A při 250 V~, ale nedoporučuji využívat těchto krajních hodnot. Za kondenzátorem C1 je zařazen usměrňovací můstek D1, za ním následuje Zenerova dioda D2, která stabilizuje usměrněné napětí a filtrační kondenzátory C2, C3. Integrovaný obvod IO1 555 je zapojen jako časovač se zpožděním. Rezistor R2 a kondenzátor C4 určují časovou konstantu obvodu. S navrženými součástkami  $R2 = 2M2$  a  $C4 = 100 \mu F$  vychází zpoždění cca 4 minuty. Pokud bychom chtěli zpoždění změnit, můžeme hodnoty R2 a C4 vypočítat ze vztahu  $T = 1,1 \times R2 \times C4$ . Uvažoval jsem o použití odporového trimru namísto R2 k nastavení požadovaného času, ale předpokládám, že z hlediska dlouhodobé spolehlivosti bude rezistor vhodnější. Kondenzátor C5 slouží pouze jako ošetření nezapojeného vstupu a zaručuje spolehlivou funkci obvodu. Obvod není spouštěn klasicky, přivedením záporného impulsu na pin 2 (trigger – spouštění) ale je zde využito vlastnosti tohoto zapojení, kdy po připojení napájení výstup (pin 3) přepoklopí do vysoké úrovně a vysoká úroveň zde trvá po dobu danou časovou konstantou R2 a C4 aniž by jsme na pin 2 přivedli záporný impuls. Relé K1 při vysoké úrovni výstupu IO1 sepne. Dioda D3 omezuje napěťové špičky vznikající při rozepnutí na cívce relé K1. Spouštěcí tlačítko je zde zapojeno tak, že přemostňuje spínací kontakt relé K1. Po stisku tlačítka se objeví síťové napětí na zátěži i na C1 a tím pádem je obvod časovače IO1 napájen, relé K1 sepne, a po uvolnění tlačítka je napájení obvodu časovače i zátěže zajištěno sepnutým kontaktem relé K1. Po uplynutí požadovaného času výstup IO1 (pin3) přepoklopí do nízké úrovně, relé rozepne a odpojí tím jak zátěž, tak vlastní časovač.

vač. Takoveto uspořádání je výhodné, jelikož obvod v klidovém stavu nespouštěbývá žádný proud. Jedinou možnou nevýhodou je nutnost dimenzování tlačítka na síťové napětí a proud zátěži, což ovšem v našem případě není žádný problém.

## Mechanická konstrukce

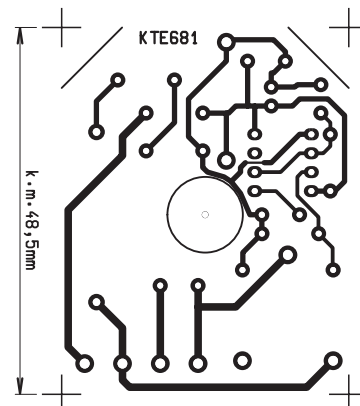
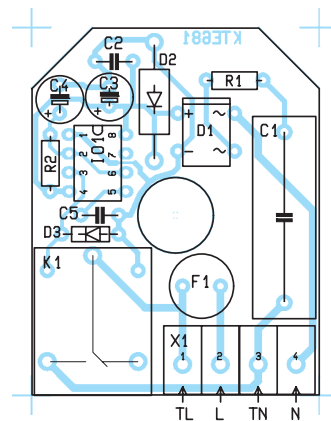
Zařízení je určeno pro montáž do běžné elektroinstalační krabice pod omítku, kde je nasunuto na středový sloupek, sloužící k našroubování víčka, které v tomto případě nebude použito, protože nad obvodem bude instalováno tlačítko.



## Konstrukce a oživení

Stavbu začneme opracováním plošného spoje. Nejprve vyvrtáme otvor pro středový sloupek vrtákem  $\varnothing 8$  mm. Dále obrousíme plošný spoj do naznačeného tvaru, tak aby šel volně vložit do krabčky. Středový sloupek v krabčice by neměl volně projít otvorem v plošném spoji, ale jelikož je poněkud kónický, plošný spoj by na něj měl jít nasadit tak, aby celkem pevně držel. Z tohoto důvodu je nutné dodržet předepsaný průměr 8 mm. (u krabiček od různých výrobců mohou být v průměru středo-

vého sloupku rozdíly, přesvědčete se proto nejprve o průměru sloupku v krabčice do které bude zařízení instalováno a případně upravte průměr otvoru v plošném spoji). Dále pokračujeme převrtáním otvorů pro součástky se silnějšími vývody. Otvory pro svorkovnici X1, relé K1 a Zenerovu diodu D2 vyvrtáme vrtákem  $\varnothing 1,3$  mm, otvory pro kondenzátor C1 a pojistku F1 vrtákem  $\varnothing 1$  mm. Nyní můžeme začít osazovat součástky v klasickém pořadí od nejnižších po nejvyšší přičemž IO1 zatím neosazujeme. Zkontrolujeme, zda na plošném spoji nevznikly cínové můstky. Pokud je vše v pořádku můžeme přistoupit k oživení. Tlačítko nahradíme přemostněním kouskem vodiče ve svorkovnici (stále sepnuťo), zátěž zatím nepřipojujeme a nakonec připojíme síťové napětí. Připojení ke svorkovnici je naznačeno ve schématu. Je třeba upozornit, že v zařízení je nyní síťové napětí a musíme zachovávat nejvyšší opatrnost. Nyní změříme napětí na Zenerově diodě D2, které by mělo být 12 V. Jestliže je napětí v pořádku, odpojíme napájení a vybijeme kondenzátor C1 (šroubovákem) který může zůstat po celkem dlouhou dobu po odpojení napájení nabitý a mohl by být zdrojem úrazu. Nyní osadíme IO1, připojíme zátěž a místo drátové propojky ve svorkovnici tlačítko. Po připojení na



Obr. 2 – Plošný spoj a jeho osazení

pájení vyzkoušíme definitivní funkci obvodu. Po stisku tlačítka by mělo relé K1 na čas daný R2 a C4 připojit zátěž. Po ukončení zkoušky nezapomeneme vybit případně nabitý C1. Nakonec očistíme plošný spoj od pozůstatků po pájení (lihem) a nastříkáme ochranným lakem (PLASTIK 70). Lak je důležitý především v případě, kdy zapojení bude pracovat ve vlhkém prostředí (koupelna). Při instalaci do krabičky je někdy nutné očistit případné zbytky malty nebo sádry, které se otvory vytlačili do krabičky a nyní by překážely našemu zařízení. Upozorňuji, že stěsnaný prostor v krabičce vyžaduje při

instalaci značnou trpělivost, zároveň je na místě podotknout, že ač je zařízení velmi jednoduché, není vhodné pro začátečníky s ohledem na přítomnost síťového napětí. V případě, že nemáte dostatečné zkušenosti raději přizvěte k ožívování a instalaci zkušenějšího kolegu, který určitě rád pomůže. Značně tím snížíte riziko úrazu, který by byl zbytečný.

Stavebnici si můžete objednat u zásilkové služby společnosti GM Electronic – e-mail: [zasilkova.sluzba@gme.cz](mailto:zasilkova.sluzba@gme.cz), nebo na tel.: 224 816 491. Aktuální cena – bližší informace u zásilkové služby GM Electronic nebo na [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz).

**Seznam součástek**

C1	330n/275V~
C2	100n
C3	100µF/16V
C4	100µF/16V
C5	10n
D1	B250C1000DIL
D2	1N5349
D3	1N4148
F1	MST2-01
IO1	NE555
K1	RAS1215-12V
R1	330
R2	2M2
X1	2x ARK300V-2P
1x plošný spoj KTE681	

# Metronom

KTE682

Martin Vonášek

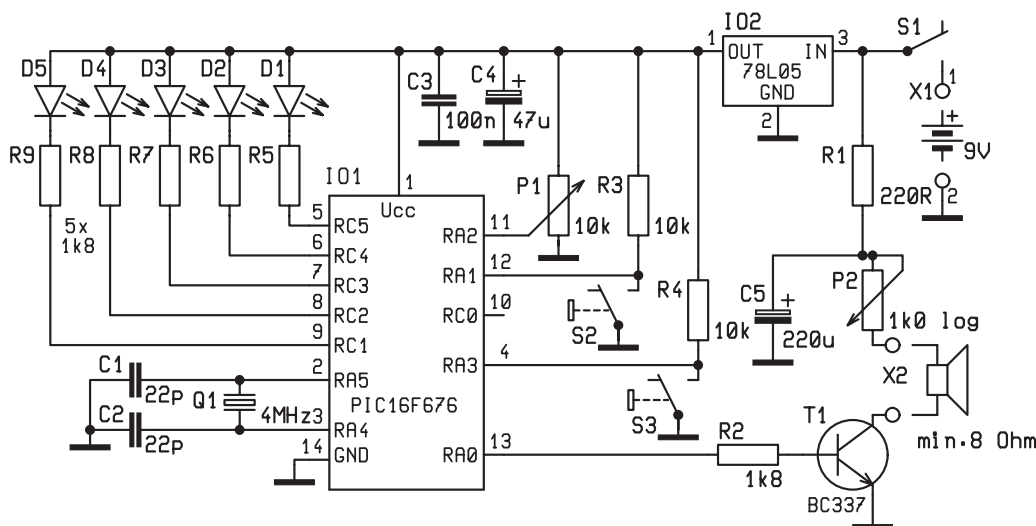
**Metronom je pomůcka pro hudebníky, která udává požadované tempo. Uživatel (hráč nebo zpěvák) jednoduše sleduje „klapání“ nebo blikání metronomu a podle toho udržuje správnou rychlost své hudební produkce.**

Možná někdo namítne, že takových metronomů je mezi elektroamatéry jako máku. Postavit si primitivní metronom, to opravdu není velký problém. Ovšem ten, jehož popis máte před sebou, dokáže o poznání více, i přesto, že je velmi jed-

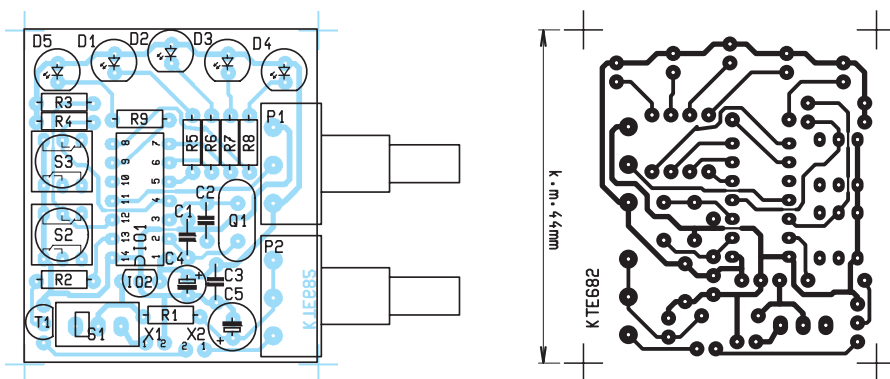
noduchý, levný a zvládne jej sestavit prakticky každý. Veškeré jeho funkce totiž zajišťuje nový levný mikrokontrolér PIC16F676, který je již několik měsíců v nabídce společnosti GM Electronic. Tento programovatelný obvod obsahuje také 10bitový A/D převodník a díky tomu není problém volit tempo metronomu jednoduše pomocí potenciometru, jehož polohu si mikrokontrolér snadno změří podle napětí. Výsledek A/D převodu je poté programově filtrován a stabilizován určitou formou hystereze, čímž je zajištěna

naprostá stabilita získané informace o poloze potenciometru (tempo je stabilní a samovolně se neposouvá). K tomu také přispívá skutečnost, že jsem záměrně snížil rozlišení polohy na 64 úrovní. Každá tato úroveň má v tabulce mikrokontroléru uloženu svoji hodnotu tempa, díky čemuž je možno definovat libovolný průběh závislosti tempa na poloze potenciometru (lineární, logaritmický nebo zcela atypický).

Podívejme se na další vlastnosti tohoto metronomu. Krom toho, že posky-



Obr. 1 – Schéma zapojení



Obr. 2 – Plošný spoj a jeho osazení

tuje základní akustické „klapání“ (do taktu), dovoluje uživateli nastavit, kolikátý takt má být akusticky zdůrazněn (každý druhý, každý třetí, každý čtvrtý a každý šestý). Další zajímavostí tohoto metronomu je možnost nastavení čtyř režimů světelné signalizace taktu (jedna dioda, dvě diody střídavě krátce, dvě diody střídavě dlouze a pět diod v režimu simulace klasického kyvadla). Někteří hudebníci zřejmě ocení „zabudovanou“ funkci generování tónu A4 (440 MHz). Metronom navíc umožňuje zvolit výšku tónu klapání (8 přednastavených úrovní). A k tomu všemu postačí jen dvě tlačítka a jeden potenciometr. Druhý potenciometr pouze nastavuje hlasitost.

### Popis konstrukce

Srdcem zařízení je mikrokontrolér PIC16F676, jehož program, nutný pro chod metronomu, naleznete na stránkách Rádia Plus. Je zde i jeho zdrojová podoba. To proto, abyste si mohli definovat vlastní průběh tempa v závislosti na poloze potenciometru (pokud by Vám ten stávající nevyhovoval).

Jak můžete vidět, samotné zapojení součástek na desce je velmi jednoduché. K mikrokontroléru jsou jako vstup připojena dvě tlačítka S2, S3 a jeden potenciometr P1 (napěťový dělič). Výstupem jsou LED diody D1 až D5 a zvukový signál. Ten periodicky spíná tranzistor T1, který rozkmitává reproduktor.

Spínání reproduktoru, by mohlo způsobovat „propady“ v napájení, proto je odebíraný proud omezen rezistorem R1. Aby však nebyl příliš omezen krátkodobý příkon k reproduktoru (klapání), přidal jsem do zapojení kondenzátor C5 (ja-



kožto akumulátor energie). Kondenzátory C3 a C4 filtrují „interní“ napájecí napětí, které vytváří stabilizátor 78L05 z „externího“ napájení (devítivoltová baterie). Potenciometr P2 s logaritmickou dráhou je zapojen do série s reproduktorem a umožňuje primitivně měnit jeho hlasitost. Nakonec bych měl ještě zmínit krystal Q1 (spolu s kondenzátory C1 a C2), který udává mikrořadiči přesnou taktovací frekvenci 4 MHz.

### Stručný uživatelský návod

**napájení** - vypínač S1  
**tempo** - potenciometr P1

**takt** - tlačítko S3  
**volba světelného režimu** - tlačítko S2  
**hlasitost** - potenciometr P2  
**generování tónu A4** - Držte tlačítko S2 a přitom stiskněte tlačítko S3. Generování tónu ukončíte opětovným stiskem samotného tlačítka S3.

**nastavení výšky tónu klapání** - Vypínačem S1 vypněte metronom. Držte tlačítko S2 a metronom opět zapněte. Uvolněte tlačítko S2. Nyní se metronom nachází ve speciálním režimu, kdy můžete pomocí tlačítka S2 měnit výšku klapání. Přitom je možno nadále měnit i tempo a takt. Tento speciální režim se dá opustit pouze opětovným vypnutím a zapnutím napájení. Nastavená výška tónu klapání se uchovává v interní EEPROM paměti.

Stavebnici si můžete objednat u zásilkové služby společnosti GM Electronic – e-mail: [zasilkovala.sluzba@gme.cz](mailto:zasilkovala.sluzba@gme.cz), nebo na tel.: 224 816 491. Aktuální cena – bližší informace u zásilkové služby GM Electronic nebo na [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz).

### Seznam součástek

R1	220R
R2, 5–9	1k8
R3, 4	10k
P1	PC16MLK010
P2	PC16MGK001
C1, 2	22p
C3	100n/63V
C4	47µ/16V
C5	220µ/10V
D1–5	L-HLMP-4700
T1	BC337
IO1	PIC16F676
IO2	78L05
S1	P-B143
S2	P-B170H
S3	P-B170H
Q1	QM 4MHz
1× Plošný spoj	KTE682

## Měniče DC/DC v mikropouzdech

Pro zdrojové části elektronických přístrojů napájených z baterií (např. kapesní počítače, digitální fotopřístroje) a obecně těch, u kterých jsou důležité rozměry, jsou určeny nové řídicí integrované obvody pro spínané zdroje s indukčností NCP1410 a NCP1411 od ON Semiconductor ([www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)). Lze s nimi realizovat zvyšovací měniče, jejichž výstupní napětí lze nastavit mezi 1,5 V až 5,5 V a zatížit až 250 mA. Důležitá je samozřejmě i účinnost, čemuž na prospěch je použití synchronní detekce na místo obvyklých Schottkyho záchytných diod. Lze očekávat její hodnotu do 92 %. Spínací kmitočet až 600 kHz umožňuje použít rovněž miniaturní indukčnosti a kondenzátory a tak zmenšit potřebnou plochu pro napájecí část na desce plošných spojů. Předností je rovněž snížení rušivého vyzařování obecně plynoucího z principu spínaných zdrojů vhodným zapojením.

# GSM pod lupou

## 7. díl

Ing. Jaroslav Snášel

**Tentokrát v popisu samotného systému GSM poněkud zvolníme. Jak jsem již minule avizoval, budeme se dnes věnovat výhradně anténním systémům pro komunikaci základnových stanic a mobilních zařízení.**

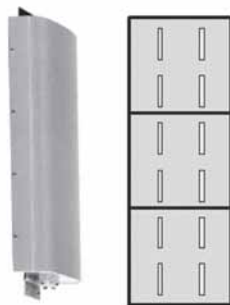
### Vlastnosti antén

Vlastnosti antén, určených pro aplikace na rozhraní Um systému GSM, se pochopitelně odvíjejí od používaných frekvenčních pásem. Vesměs všechny antény včetně všemožných modifikací vycházejí z půlvlnného dipólu. Využívají jeho výhodných vlastností v kmitočtových pásmech systému GSM 900 i GSM 1800. Dalším důvodem je poměrně snadná konstrukce a nastavení parametrů dipólu.

### Druhy antén

Podle charakteru směrové charakteristiky se antény dělí na dvě základní skupiny – všesměrové (omnidirectional) a směrové (directional).

Všesměrové antény obecně vyzařují do všech směrů se stejnou intenzitou. V systému GSM se používají zejména v rozlehlých oblastech s nízkou koncentrací účastníků, kde svým signálem pokrývají celou plochu jedné buňky. Mají obvykle tvar tyče různé délky a pracují na principu tzv. rukávového dipólu (podrobnosti viz např. [1]). Často bývají vyrobeny např. z mosazi, jež je chráněna odolným pouzdem ze skelných vláken. Příklad všesměrové antény (slangově



Obr. 2

„omni-anténa“) je na obr. 1. Antény mohou mít různou délku, která je obvykle přibližně rovna sudému násobku (2 až 8) poloviny délky vlny na dané frekvenci. Nejkratší antény mohou mít dokonce přímo velikost poloviny délky vlny, která je konkrétně pro GSM 900 zhruba



Obr. 3 – Umístění antén

33 cm a pro GSM 1800 pak asi 17 cm. Čím je anténa delší, tím má větší zisk (zde obvykle 2 dBi až 11 dBi, vztaheno k tzv. isotropnímu zářiči) a také má užší smě-



Obr. 4 – Kuriózní instalace anténních systémů

rovou charakteristiku ve vertikálním řezu (tzn. charakteristika je „plošší“).

Mnohem častěji jsou v systému GSM používány antény směrové, zejména pak tzv. antény panelové (panel antenna). Základem jejich konstrukce je soustava dipólů, které jsou v různých konfiguracích upevněny před plochým reflektorem (obr. 2). Antény se mohou lišit v mnoha



Obr. 5 – Instalace více různých antén na jedné střeše

parametrech. Mají různý zisk, výkon, různou směrovost, mohou být duální (pro GSM 900 i GSM 1800), liší se polarizací vysílané (přijímané) elektromagnetické vlny a mnoha dalšími parametry.

### Konstrukce a montáž antén

Většina antén systému GSM je určena k montáži na vyvýšených místech ve venkovním prostředí. Výjimku představují antény pro montáž do interiéru budov, tzv. indoorové antény (indoor antennas), které oproti venkovním anténám (outdoor antennas) nejsou vystaveny povětrnostním vlivům. Jsou navrženy tak, aby v interiéru působily nenápadně. Venkovní antény musejí často čelit náročným podmínkám a vlivům počasí, zejména větru, vlhkosti nebo mrazu. Bývají proto vyrobeny z odolných materiálů (chromovaná ocel, mosaz, hliník) a jsou opatřeny



Obr. 6 – Směrové antény na jednom stožáru

ochranným krytem (např. ze skelných vláken), který dává panelovým anténám jejich charakteristický tvar. Mezi parametry antény bývá běžně udávána mj. maximální možná rychlost větru a tlaková síla na anténu při dané rychlosti větru (zřepedu, z boku, zezadu). Anténní systémy se instalují buď na speciální za tímto účelem postavené stožáry nebo se montují na vhodné již stojící objekty. Mohou to být vysoké budovy, ale i komíny, vodojemy, rozhledny nebo televizní vysílače (obr. 3).

Někdy je nutné umístit anténu do míst, která jsou chráněna památkáři nebo leží v chráněné krajinné oblasti. V takových případech je třeba volit velice nenápadná řešení a používat nejrůznější maskování. Kuriózní případy ukazuje obr. 4. Obecně lze ale říci, že si operátoři při budování sítě s vlivem na ráz krajiny příliš hlavu nelámou (obr. 5).

Při rozdělování buněk na sektory (viz díl 6) se používají směrové panelové antény, které se umístí na jeden stožár a nastaví se do různých směrů tak, aby

každá z antén pokrývala signálem svůj sektor (obr. 6).

### Použitá literatura

- [1] ČERNOHORSKÝ, D., NOVÁČEK, Z., RAIDA, Z.: Elektromagnetické vlny a vedení. Skriptum FEKT VUT, Vutium, Brno 1999.
- [2] HANUS, S.: Bezdrátové a mobilní komunikace. Skriptum FEKT VUT v Brně, RadioMobil, a.s., Brno 2003.
- [3] KATHREIN – Werke: Technical Information and New Products. Kathrein, Rosenheim 2004.

# Mikroprocesory dsPIC30F Family

Tomáš Kotrč

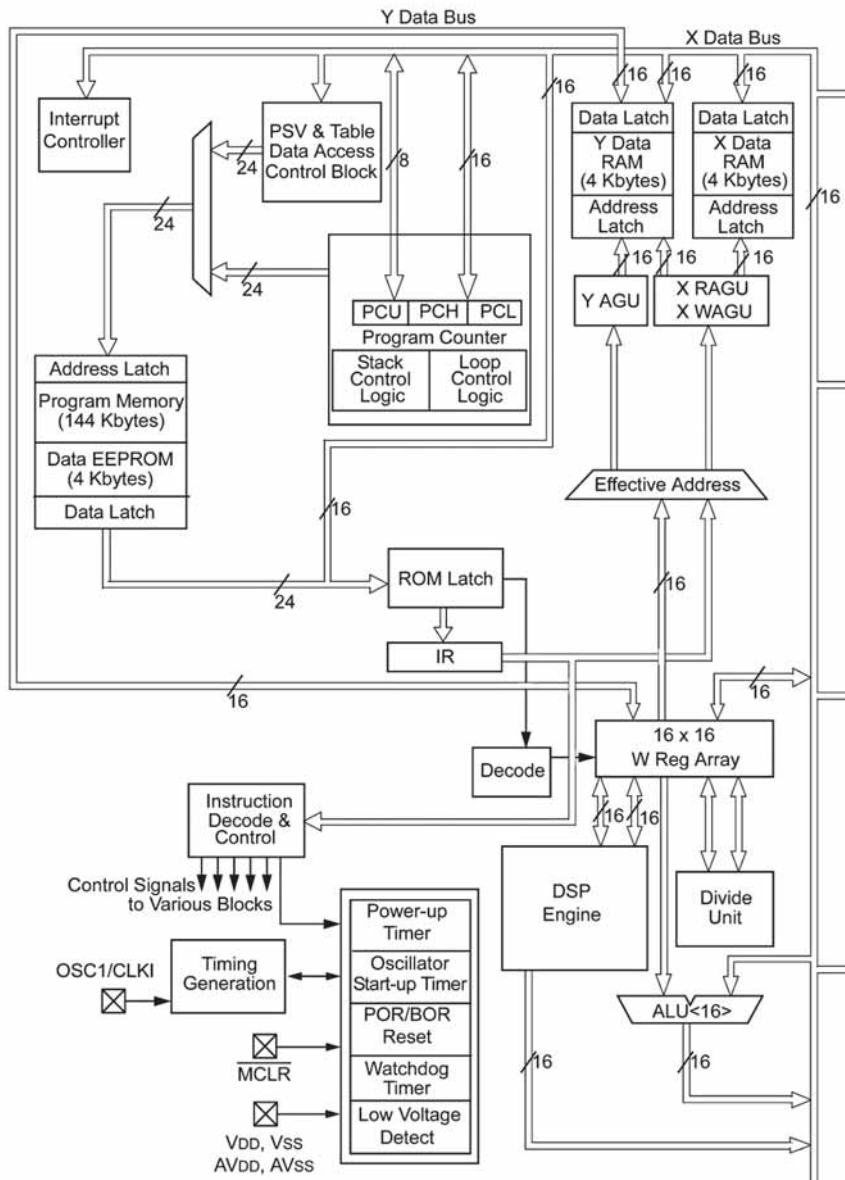
dsPIC30F je nejnovější rodina mikroprocesorů do známého výrobce RISCových mikrořadičů, firmy Microchip. Jedná se o velmi výkonné mikroprocesory určené pro nejnáročnější aplikace.

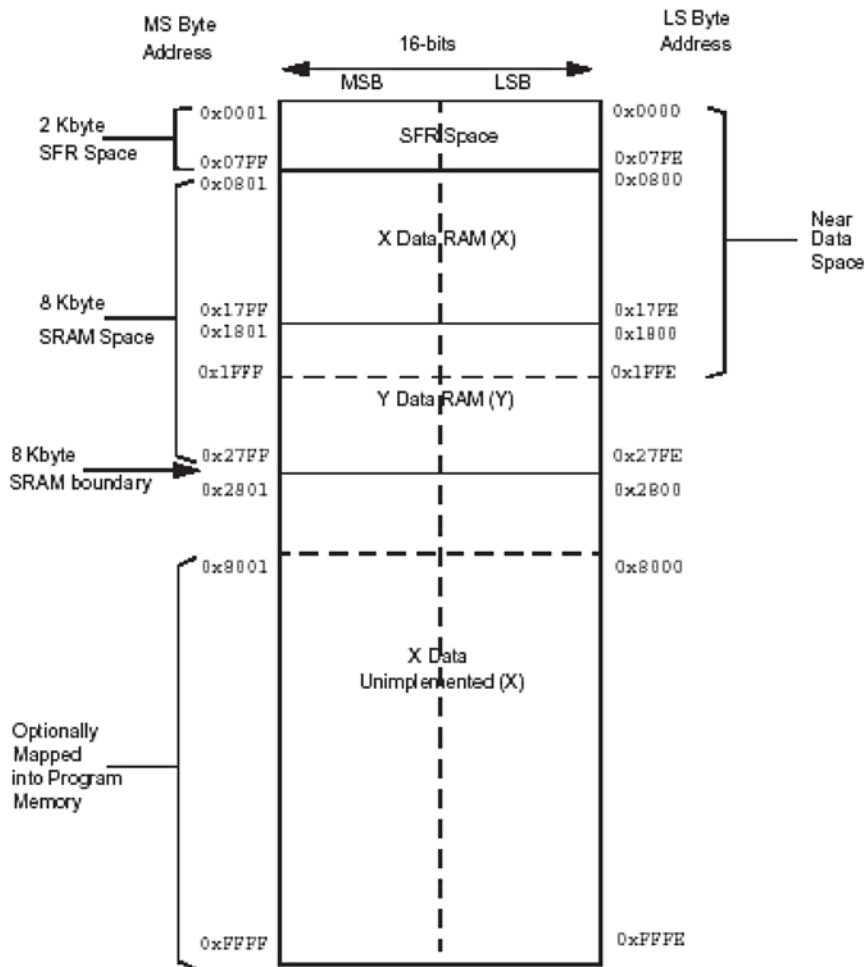
Celým procesor je vlastně hybrid klasického microcontrolleru se všemi obvyklými periferiemi na čipu nutnými pro co nejjednodušší použití a signálového procesoru DSP se všemi důležitými funkcemi pro implementaci filtrů, algoritmů FFT a zpracování signálu. Viz blokové schéma celého Controlleru. Výhodou je zpětná kompatibilita s 8-bitovými microcontrollery, což v praxi znamená, že základní jednodušší programy sem lze implementovat přímo bez úprav.

## Základní popis struktury obvodu

Microcontroller je typu RISC a je založen na Hardwarové architektuře, ale s možností použít některých výhod struktury von Neumann (namapování datové paměti do adresové). Instrukční soubor obsahuje 88 instrukcí. Celý chip součásky lze rozdělit na několik bloků:

- RISC CPU - Centrální procesorová jednotka obsahující:
  - implementované paměťové bloky RAM, FLASH EEPROM a EEPROM velikosti dle bližšího typu součástky (viz. tabulky níže)
  - 24bitovou instrukční a 16bitovou datovou sběrnici
  - pole 16-ti 16bitových pracovních registrů
  - 16-bitovou ALU
  - DSP jádro - obsahující 40-bitový akumulátor, hardwarovou násobičku 17 x 17 bitů, shiftry





nit. Mnoho instrukcí může datový prostor adresovat i po jednotlivých Byte (8 bitů).

Data (například koeficienty filtrů) mohou být též uložena do programové paměti FLASH a tedy uchována trvale. Existují dva možné přístupy do programové paměti :

- Horních 32 KB datové paměti může být namapováno do spodní půlky uživatelsky přístupné části programové paměti některého z 16K programových slov definovaného 8-bitovým PSVPAG registrem (Program Space Visibility Page). Každá instrukce tak může přistupovat do tohoto prostoru jako do obyčejné datové paměti, pouze je navíc potřeba jednoho cyklu. Navíc ale lze takto přistupovat jen k spodním 16-bitům 24-bitového programového slova.
- Nepřímý (indirect access) lze přistupovat do 32K slov programové paměti použitím pracovních registrů a pomocí table read a write instrukcí. Takto se může přistupovat k celým 24 bitům instrukčního slova.

Významnou změnou oproti ostatním výrobkům firmy Microchip je implementace DSP bloku do jádra CPU. Tento blok obsahuje 17x17-bitovou hardwarovou násobičku a 40-bitovou ALU, jejíž výsledky se zapisují do dvou 40-bitových akumulátorů A a B (8 bitů ochranných pro možnost práce s přetečením při násobení). Hodnota může být posunuta vlevo či vpravo pomocí 40-bitového obousměrného shiftu (posunovače). Tím lze hodnotu posunout o 15 bitů vpravo a o 16 bitů vlevo v jednom hodinovém cyklu. Oba akumulátory mají implementovaný algoritmus pro saturaci, tzn. místo přetečení výsledku z kladných hodnot do záporných drží konstantní hodnotu. Toto jsou typické parametry kvalitních specializovaných integrovaných DSP (např. Texas Instruments C54x řada). Navíc ale jsou zde už přímo implementované instrukce dělení DIV, které umožňují dělení 16-bit/16-bit číslem a 32-bit/16-bit číslem, což už nebývá tak často obvyklé.

Více se o mikroprocesorech dsPIC dozvíte u Vašeho distributora

- 62 přerušovacích vektorů
- DIGITÁLNÍ PERIFERIE - obsahující bloky :
  - piny portů zatížitelné až 25 mA
  - až 5 16bitových časovačů /čítačů (timer/counter) - možnost spojit dva do jednoho 32-bitového,
  - jednotka input capture (vstupní záchytná jednotka) a output compare (výstupní porovnávací)
  - audiokodec AC'97
  - komunikační periferie - SPI, I<sup>2</sup>C, UART, CAN bus, ISP
  - watchdog s vlastním integrovaným RC oscilátorem
- ANALOGOVÉ PERIFERIE - obsahující bloky:
  - 12-bitový A/D převodník - až 16 kanálů dle typu součástky s převodem i během stavů sleep a idle
  - Programovatelný detektor nízkého napětí

### Architektura CPU

dsPIC30F CPU modul má Hardwarovskou architekturu s rozšířenou instrukční sadou (88 instrukcí), jinou délkou datové (16 bitů) a adresové sběrnice (24 bitů) oproti dosud stávajícím vyrábě-

ným 8bitovým microcontrollerům PIC firmy Microchip.

Jádro má 24 bitové instrukční slovo. Program counter PC je 23-bitový, ale MS bit je pro většinu instrukcí ignorován. Navíc LS bit je při normální funkci nulový a PC se posouvá při každém kroku o 2 bity, tedy PC = PC + 2, což má svůj důvod popsany dále. V normálním režimu se PC chová jako 21-bitový s inkrementací PC = PC + 1.

Program counter PC tak může adresovat až blok programové paměti o velikosti 4Mx24 bitů. CPU s 24 bitovou instrukční sadou má proměnnou délku operačního kódu vzhledem k požadavku zpětné kompatibility se stávajícími microcontrollery.

Datová paměť má velikost 64K slov (32K slov) a je rozdělena do 2 bloků označovaných jako X a Y. Každý tento blok má vlastní nezávislou adresovací jednotku AGU. Instrukce sady MCU používá pouze blok X a instrukce DSP mohou pomocí X a Y dosáhnout duálního čtení operandů v jedné instrukci během jednoho hodinového cyklu. Hraniční datového prostoru pro X a Y je pevně dána strukturou obvodu a nelze ho mě-





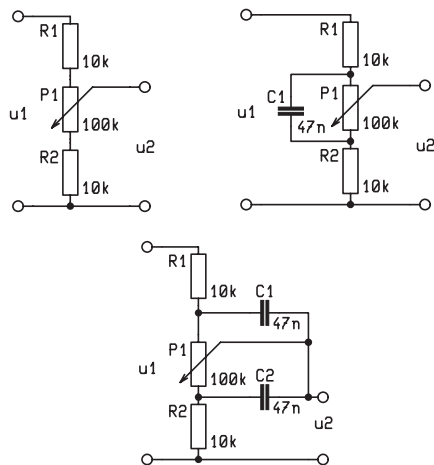
**Klíčová slova:** basy, výšky, nastavení, kmitočtová charakteristika, Baxandallovo zapojení

**Key words:** bass, treble, correction, frequency response, Baxandall's circuit

### Basy / výšky

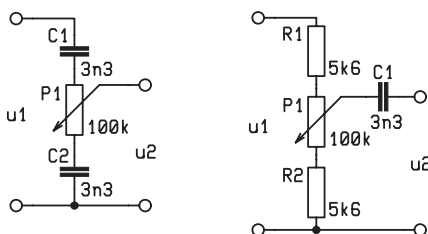
Vymežíme si pojmy: basy a výšky nejsou definovány nějakým určitým číslem, jsou to kmitočty, které lidské sluch vnímá s určitým odlišením a pojmenováním: hučení, hluboký bzukot, dunění, nebo naopak pištění, jekot, sykot, cinkání, bzíkot, atd. Ve spektru zvuků jsou zvuky s různou výškou. Mnohamilionletým vývojem našeho živočišného druhu se lidský sluch přizpůsobil vnímání světa tak, že mu vnímané zvuky okolí připadají normální v tom spektru a hlasitostech, které se běžně vyskytují kolem. Některé zvuky lidem připadají libé, a tak si je začali sami způsobovat bušením do kůží napnutých v rámu, nebo na dutých válcích, drnkáním na struny z ovčích střívek napnutých nad ozvučnou dutinou tykve nebo dřevěné dutiny, foukáním do různých tubic – dutých kostí, kozích rohů, kovových trub, tubic a trumpet, zpívat hlasem mužným dunivým, nebo naopak vysokým ženským, či sborem všech hlasů.

**Shrme:** pojem basy a výšky jsou pouze slovní vyjádření, není to přesně číselně definovaný rozsah.



Obr. 1a, b, c

Vznikaly hudební nástroje úmyslně vydávající nejen zvuk s výškou podobnou lidskému hlasu, ale i dunící – kotle, bubny, famfrnoch, basa, heligon, bombardón, tuba, basové rejstříky varhan, nebo s pronikavým zvukem – píšťala, pikola, klarinet s příhodným lidovým názvem štěbenec, skřipky a husle, zvonky, činely, triangel s nepřeslechnutelným cinkáním a podobné. Dvacáté století libost poslechu hudby vylepšilo o nové



Obr. 2a, b

zvuky a barvy – snímáním chvění kovových strun a jeho úpravou – vznikla elektrofonická kytara, baskytara, amplifikované husle a dále i o zvuky nově vytvořené elektronicky. Výška tónu už není tvořena rozechvěným vzduchem kolem blány, struny, nebo vzduchovým oscilátorem a dalšími obvody. Teprve tento výsledný kmitočet, či přesněji řečeno spektrum zvuků v akustickém pásmu se po zesílení přivádí na elektroakustický měnič – reproduktor nebo sluchátka, jejichž membrána rozechvívá vzduch, a toto chvění je ve sluchovém ústrojí a mozku vnímáno jako slyšitelný zvuk.

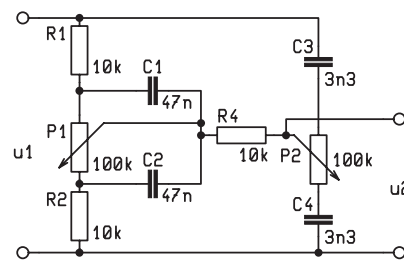
Některé části kmitočtového spektra chtějí lidé pro zvýšení libosti účinku poslechu ještě více zdůraznit nebo potlačit, nebo vyrovnat nedokonalost kmitočtového průběhu záznamu a reprodukce, proto byly zkonstruovány korekční obvody a korekční předzesilovače.

**Shrme:** korekční zesilovače podle P. J. Baxandalla mají dva nezávislé ovládací prvky pro zdůraznění nebo potlačení basů a pro zdůraznění nebo potlačení výšek. Střední část pásma není ovlivňována.

### To chce slyšet

Teoretizování je k ničemu bez osobní zkušenosti. Za předzesilovač připojte vhodný koncový zesilovač s reproduktorem. Potenciometr hlasitosti dejte zpočátku na minimum. Na vstup předzesilovače připojte vhodný signál, například z výstupu walkmana, diskmana nebo zvukové karty PC. Potenciometrem hlasitosti mezi předzesilovačem a koncovým zesilovačem nastavte takovou hlasitost, aby zvuk nebyl zkreslený. Přizpůsobování velikosti výstupního napětí z předzesilovače ke vstupu koncového zesilovače jsme již probírali, pouze si připomeneme, že pokud je výstupní signál z předzesilovače příliš silný a koncový zesilovač přebudí tak, že zkresluje, vřazuje se před potenciometr srážecí rezistor.

Otáčením osiček potenciometrů pro nastavení basů a výšek si zkuste ovlivňovat reprodukováný zvuk. Sluchem poznáte zdůraznění nebo naopak potlačování basů i výšek nejlépe u hudby, která má vhodné kmitočtové spektrum, například u klasické, lidové, nebo populární.



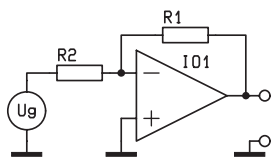
Obr. 3

U některých nahrávek rockové hudby je spektrum velmi chudé, omezené pouze na dunění tak silné, že zdůrazňování nebo potlačování není příliš patrné a výšky takřka chybí.

### Korekční obvod

Na schématu v minulé části Malé školy praktické elektroniky jsou obvody korekcí kresleny jako kompaktní celek, ale pro výklad si je můžeme rozdělit na dvě části: korekce basů a korekce výšek.

Oba potenciometry jsou lineární. V odborných školách je výklad podrobně



Obr. 4 – Princip zesilovače s OZ

ný, případně i s počítačovou simulací průběhu, proto náš výklad hrubě zjednodušíme na konstatování, že čím je kmitočet napětí na kondenzátoru vyšší, tím má kondenzátor menší odpor kladený střídavému proudu s tímto kmitočtem. V literatuře se vyskytují dva způsoby zapojení korekci basů. S jedním kondenzátorem přemostujícím potenciometr (viz obr. 1a), nebo se dvěma kondenzátory mezi krajními vývody a jezdcem potenciometru (viz obr. 1b). Při nízkých kmitočtech se vliv kondenzátoru neuplatňuje, potenciometr funguje jako dělič napětí. Podle pozice jezce je výstupní napětí z děliče blízké napětí přiváděnému na vstup děliče, nebo minimální. Čím vyšší kmitočet, tím kondenzátor více vliv potenciometru snižuje, až ho prakticky přemostí, dá se říci, že zkratuje, na nastavení vliv. Dělič je tvořen prakticky jen dvěma rezistory R1 a R2 (a také vnitřním odporem zdroje signálu) viz obr. 1c.

Podobně by bylo možno provést výklad regulace výšek. Také toto zapojení se v literatuře vyskytuje s jedním kondenzátorem (viz obr. 2a), jako v případě zesilovače Transiwatt ing. Jandy, nebo se dvěma kondenzátory (viz obr. 2b).

### Pokus 1

Zkuste si nasimulovat pouze korekce basů. Na generátoru nastavíme libovolný kmitočet v akustickém pásmu od 20 Hz do 20 kHz, například 1 kHz (protože je číselně docela pěkně „uprostřed“ a „kulatý“), výstupní napětí měříme nízkofrekvenčním milivoltmetrem (viz obr. 3). Na generátoru nastavíme výstupní napětí například 1 V, ne pro ten jeden volt, tato hodnota nic neznamena, jenom aby to bylo „kulaté číslo“. Zapojíme část korekčního obvodu pro nastavení basů, zatím bez kondenzátoru. Výstupní napětí můžeme nastavením potenciometru měnit od asi 0,08 V do 0,92 V. Nejde to od nuly do jednoho voltu, protože i při nastavení potenciometru do krajní polohy je dělič tvořen i rezistory s odporem s hodnotou asi 1/10 hodnoty potenciometru, zde 4k7.

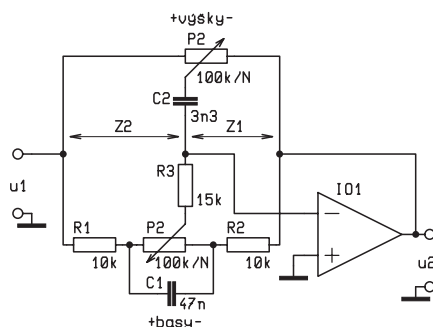
Zkuste nastavovat různý kmitočet, například 200 Hz, 100 Hz, nebo 5 kHz, či 10 kHz (libovolné kmitočty, čísla jsou uvedena jenom jako vodítko pro nasmělelé). Výstupní napětí lze nastavovat při všech kmitočtech ve stejných mezích.

### Pokus 2

Potenciometr nastavíme do krajní polohy, ve které je na výstupu maximální napětí. Poté ho přemostíme kondenzátorem 47 nF a opět měníme kmitočet. Čím nižší kmitočet, tím se výstupní napětí víc blíží napětí bez přidaného kondenzátoru. Při zvyšování kmitočtu se napětí snižuje, ale ne na minimum, ale na poloviční hodnotu vstupního napětí! Kondenzátor prakticky zkratuje potenciometr a dělič je tvořen pouze dvěma rezistory R1 a R2 (včetně vlivu vnitřního odporu Ri zdroje napětí přiváděného na dělič).

### Pokus 3

Totéž si můžete zkusit i s jinou kapacitou. Kondenzátor odpojíme, nastavíme kmitočet například 200 Hz, potenciometr nastavíme do krajní polohy, ve které je na výstupu maximální napětí. Nyní opět připojíme kondenzátor 47 nF a změříme výstupní napětí – trochu pokleslo. Ke kondenzátoru 47 nF přidáme paralelně ještě 22 nF. Výsledná kapacita je asi 69 nF.



Obr. 5 – Princip korekčního zesilovače s OZ

Výstupní napětí ještě více poklesne. Nyní odpojíme kondenzátor 47 nF a totéž měření provedeme s kapacitou 22 nF. Při této kapacitě na tomto kmitočtu není vliv tak patrný. Navržená kapacita 47 nF asi opravdu nejlépe odpovídá požadovanému efektu.

Například při frekvenci 200 Hz a kapacitě 22 nF bylo u zkušební vzorku z obr. 1a polohách výstupní napětí měnit od 0,16 do 0,9 V, při 47 nF od 0,32 V do 0,78 V a při 68 nF od 0,38 V do 0,72 V.

Čísla vám nic neřeknou, opět si zkuste totéž provést u skutečného předzesilovače – s původní kapacitou 47 nF a pak k ní přidáte 22 nF a hodnotíte poslechem. Případně původní 47 nF vypočítáte a necháte pouze 22 nF. Jde o váš subjektivní poslechový vjem, co se líbí vám.

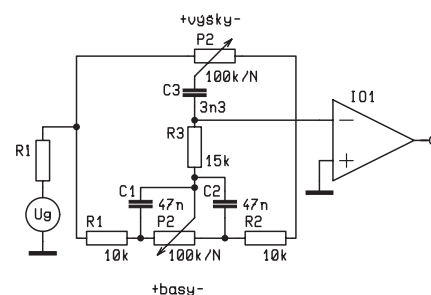
Teoretický rozbor tohoto korekčního obvodu pěkně popsal ing. Kellner (viz [1]) i další autoři, naučte se hledat v literatuře a v dostupných zdrojích sami.

## Zapojení s operačním zesilovačem

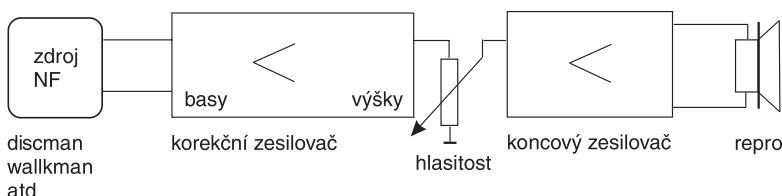
V literatuře najdete obdobné zapojení v obvodu s operačním zesilovačem. Zopakujeme si, že v invertujícím zapojení je zesílení dané poměrem odporů R1/R2 (viz obr. 4). Podobně je zesílení určené poměrem jednotlivých větví korekčního obvodu (viz obr. 5). Protože jsou tvořeny odpory a kondenzátory, které jsou kmitočtově závislé, je celý obvod kmitočtově závislý, chová se stejně jako předchozí zapojení s tranzistorem. V literatuře najdete různé plánky a návody na stavbu korekčních předzesilovačů tohoto typu. Například v [2], [3], [4].

### Střední kmitočet

Je 1 kHz odpoví si kdekdo. Ale proč? V úvodu jsme si řekli, že basy a výšky jsou také pouze osobní pocit posluchače a středy jsou někde mezi tím. V době, kdy jediný nízkofrekvenční zesilovač v domácnosti byl ten v rozhlasovém přijímači, se tato část přijímače zkoušela a nastavovala s použitím kmitočtu 400 Hz, tento kmitočet měly jako modulační a zkušební pro nf část přijímačů i dílenské AM generátory. Kmitočet 400 Hz je blízký i kmitočtu tak zvaného komorního „á“ 440 Hz. Některé speciální generátory pro měření v telefonní technice měly kmitočet 800 Hz, v přenosové technice po vedeních se používalo pásmo 300 Hz až 3400 Hz, které naprosto stačilo pro srozumitelný přenos hovorů. Při technickém vývoji a změnách technologií se měnily i fyzikální jednotky a také se začal používat jako střední kmitočet akustického pásma kmitočet 1 kHz. Baxandallův korektor používaný v HiFi zařízeních má střed pásma, který není korekcemi basů a výšek ovlivňovaný, opravdu na kmitočtu asi 1 kHz. Ale kdo tvrdí, že to je jediný správný kmitočet? Například kytara má jiný rozsah než klavír nebo symfonický orchestr a pro nastavení toho „správného“ zvuku nemusí být střed právě na 1 kHz, ale na jiném, třeba nižším kmitočtu. Vývoj korekci od jednoduších s nastavením výšek



Obr. 6 – Praktické zapojení korekčního předzesilovače s operačním zesilovačem



**Obr. 7 – Zapojení korekčního předzesilovače ke koncovému zesilovači**

a basů, používaných v zesilovačích pro elektrofonické kytary je velmi pěkné a názorně popsán v [2].

Shrme: střední kmitočet korektoru nemusí být 1 kHz, ale i jiný kmitočet, zkoušejte, hledejte, můžete vyjít z osvědčených zapojení, ale jděte také svou cestou.

## Odkazy a studijní materiál

- [1] AR 11/1972 str. 411–413, Kelner, Petr, Ing; Základy NF techniky
- [2] AR A 7/1996, NF poezie
- [3] AR 7/1991, str. 254–266 Ing. Skalka, Směšovací pult
- [4] Praktická elektronika C 2/1997, str. 12

- [5] Adam Alpern, Tone stacks; <http://amps.zugster.net/articles/tonestacks/>
- [6] [http://www.st-andrews.ac.uk/~www\\_pa/Scots\\_Guide/audio/part8/Page2.html](http://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/audio/part8/Page2.html)
- [7] Rod Elliott - Elliott Sound Products, <http://sound.westhost.com/dwopa2.htm>

## Trochu angličtiny

bass – basy, hluboké tóny  
 treble – výšky, vysoké tóny  
 boost – zdůraznění  
 cut – omezení, potlačení  
 bass boost/cut – zdůraznění/potlačení basů  
 control – nastavení

vyučoval – Hvl –

# Lampárna



Kromě exkurze do historie jsou v knize popsány principy elektronek a nízkofrekvenčních elektronkových zesilovačů, přináší konstrukci nf výkonového zesilovače a v příloze rovněž přehled parametrů dnes nejčastěji používaných elektronek. Doplňena je rovněž o odkazy na další možné zdroje informací – knihy, časopisy, internetové odkazy.

Knihu bezesporu oživil pohled do výrobních hal firmy JJ Electronic, rozhovor se známou osobností české rockové scény a další zajímavosti.

Tento bezesporu unikát v evropské odborné literatuře má podnítit zájem o problematiku elektronek a elektronkových aparatur, především v oblasti nf techniky.

Knihy je určena široké technické veřejnosti, začínajícím i pokročilým konstruktérům nízkofrekvenčních zesilovačů. Je určena také hudebníkům, kteří chtějí něco vědět o možnostech a konstrukci elektronkových zesilovačů i dalším zájemcům o téma, které nepatří v naší literatuře k nejfrekventovanějším.

rozsah 152 stran B5  
 autor Vlach Jaroslav, Vlachová Viktorie  
 vazba brožovaná V2  
 vydal BEN - technická literatura  
 vydání 1.  
 vydáno 30.3.2004  
 ISBN 80-7300-091-1  
 EAN 9788073000912  
 obj. číslo 121131 - Skladem  
 cena 199,00 Kč (včetně 5% DPH)



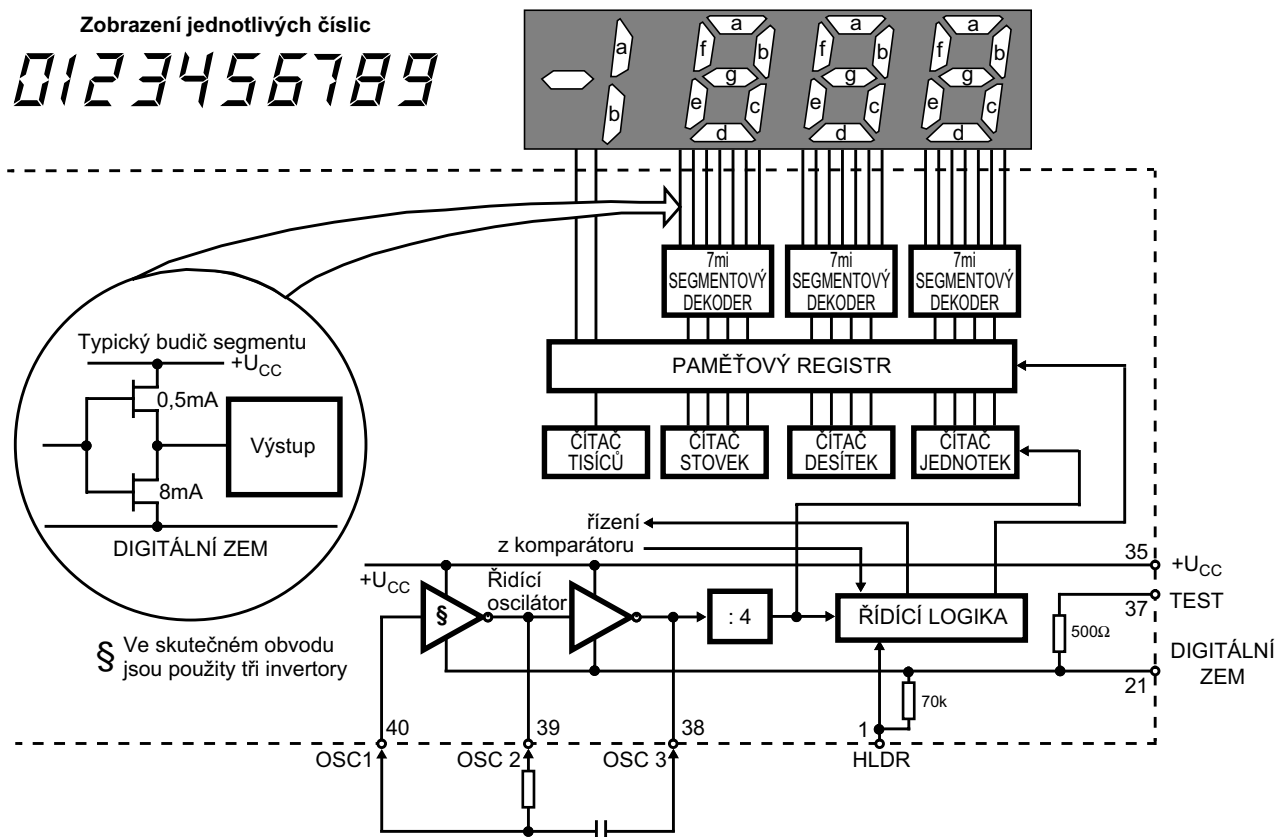
## Vícenapěťové hlídače pro přenosné přístroje



Některým elektronickým přístrojům nestačí jediné napájecí napětí a i když se nejedná o systémy s mikroprocesory, je často třeba pro zajištění jejich bezpečné funkce použít napájecí napětí monitorovat a včas systém informovat o případném výpadku. Právě k takovým účelům jsou určeny hlídačí obvody dvou či tří napětí MAX6736-MAX6745 z produkce firmy Maxim ([www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)). Když kterékoli ze sledovaných napětí, která mohou být v rozsahu 0,9 V až 5 V klesne pod prahovou úroveň, je vydán nastavovací signál RESET, který potrvá ještě 150 ms nebo 1200 ms poté, co se všechna napětí vrátí nad prahové hodnoty nebo je-li ukončen manuální resetovací signál. MAX6736/MAX6737 je určen pro dvě pevná napětí a má vstup pro manuální RESET, v případě MAX6738/MAX6739 je jedno pevné a jedno nastavitelné napětí. MAX6741/MAX6744 je vhodný pro dvě napětí a navíc sleduje správný sled náběhu napětí. MAX6740/MAX6743 je určen pro tři (dvě pevná, jedno nastavitelné) napětí. MAX6742/MAX6745 mají navíc

ještě komparátor, který může sledovat další napětí, např. baterie. Všechny představené obvody mají proud vlastní spotřeby jen 6 mA, se vyrábějí v 5východovém pouzdře SC70 a jsou určeny pro pracovní teploty v rozmezí -40°C až +85°C.

## ICL7116, ICL7117



Obr. 8 - Schema digitální části obvodů ICL7117

### Řízení vnitřních procesů obvodu (časování)

Na obr.9 jsou zobrazeny dva základní způsoby získání systémového taktu pro řízení obvodů ICL7116 a ICL7117:

1. z externího zdroje kmitočtu (obr.9a)
2. z RC oscilátoru (obr.9b)

Kmitočť oscilátoru je nejdříve vydělen 4. Vydělený kmitočť je zaveden pak do vlastních dekadických čítačů čítajících "vstupní" napětí. Dekódováním stavů děličky čtyřmi jsou řízeny tři základní fáze převodu analogového napětí na digitální údaj. Těmito fázemi jsou:

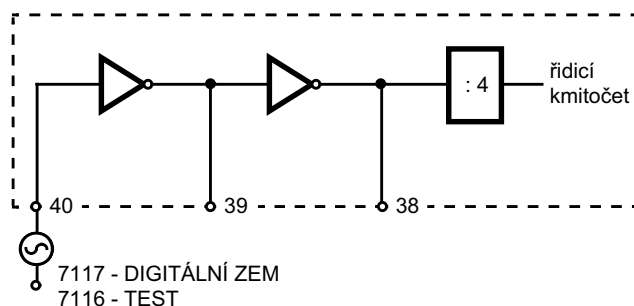
- integrace vstupního signálu (1000 tiků řídicího kmitočtu)
- deintegrace (0 až 2000tiků řídicího kmitočtu)
- nulování (1000 až 3000 tiků řídicího kmitočtu)

Celý proces převodu pak trvá přesně 4000tiků řídicího kmitočtu (tj. 16000tiků oscilátoru) nezávisle na velikosti vstupního napětí.

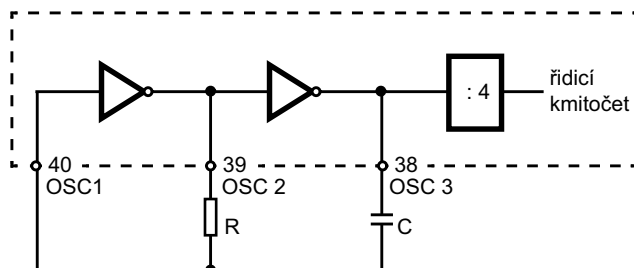
Pro rychlost měření přibližně 3měření za sekundu je doporučen kmitočť oscilátoru 48kHz (60Hz síť) nebo 50kHz (50Hz síť). Uvedené doporučené řídicí kmitočty jsou voleny tak, aby bylo dosaženo maximálního potlačení příslušného síťového kmitočtu. Dalšími možnými kmitočty oscilátoru jsou:

- 240kHz, 120kHz, 80kHz, 60kHz, 48kHz, 40kHz a 33,333kHz pro síťový kmitočť 60Hz
- 200kHz, 100kHz, 66,666kHz, 50kHz a 40kHz pro síťový kmitočť 50Hz

Velmi zajímavou frekvencí je 40kHz, neboť vyhovuje jak pro případ síťového kmitočtu 60Hz, tak i 50Hz, případně i 400Hz a 440Hz. Rychlost měření při tomto kmitočtu jsou cca 2,5měření/sekundu.



Obr. 9a - Externí řídicí kmitočť



Obr. 9b - Vlastní RC oscilátor

## ICL7116, ICL7117

### Výběr vhodných komponent

#### Integrační rezistor

Jak zesilovač, tak i integrátor mají výstupní stupeň ve třídě A, kterým teče proud 100 $\mu$ A. Z tohoto důvodu mohou dodávat proud až 4 $\mu$ A bez významného zhoršení linearity. Proto by hodnota integračního odporu měla být volena tak, aby obvod pracoval uvnitř uvedených doporučených hodnot a to v celém rozsahu vstupních napětí. Na druhou stranu by proud neměl být malý, aby se významněji uplatnily svody na desce plošných spojů. Pro rozsah 2V je odpor 470k $\Omega$  blízko optimální hodnotě. Pro rozsah 200mV je to pak odpor 47k $\Omega$ .

#### Integrační kondenzátor

Integrační kondenzátor by měl být volen tak, aby na něm byl co největší dovolený rozkmit napětí, ale přitom takový, aby se výstup integrátoru nedostal do saturace, tj. výstup integrátoru se musí pohybovat v rozmezí cca  $-U_{CC}+0,5V$  až  $+U_{CC}-0,5V$ . U obou obvodů, kdy je signál COMMON použit jako reference, je rozkmit 2V na integračním kondenzátoru vhodnou volbou. V případě ICL7117 s  $\pm 5V$  napájením a s propojeným COMMON na střed napájení je možno využít rozkmit  $\pm 3,5V$  až  $\pm 4V$ . Pro rychlost 3 měření/sec (řídící kmitočet 48kHz) jsou nominálními hodnotami integračního kondenzátoru  $C_{INT}$  hodnoty 0,22 $\mu$ F v případně prvním či 0,1 $\mu$ F v druhé případě. Samozřejmě, pokud jsou vyžadovány jiné řídící frekvence, je možno tyto doporučené hodnoty měnit tak, aby bylo dosaženo doporučeného rozkmitu na integračním kondenzátoru. Neméně důležitým parametrem při volbě integračního kondenzátoru jsou jeho parametry a to především jeho dielektrická adsorbce. Jedním z vhodných typů kondenzátorů jsou kondenzátory s polypropylénovým dielektrikem, které jsou vhodným kompromisem mezi cenou a vlastnostmi. Použitím těchto kondenzátorů máme zaručeno, že chyba způsobená dielektrickou adsorbci bude neměřitelná.

#### "Nulovací" kondenzátor

Hodnota kondenzátoru pro automatické nulování vstupního offsetu má vliv též na potlačení šumu systému. V případě rozsahu 200mV, kdy velmi záleží na potlačení šumu, je doporučován kondenzátor 0,47 $\mu$ F. V případě rozsahu 2V již může být použit i kondenzátor 0,047 $\mu$ F, který umožňuje rychle zotavení při přeplnění (overload) rozsahu při dostatečném potlačení šumu systému

#### Referenční kondenzátor

Hodnota 0,1 $\mu$ F tohoto kondenzátoru dává dobré výsledky v mnoha aplikacích. Obecně lze říci, že hodnota 1 $\mu$ F udrží chybu měření přes celý rozsah menší než 0,5 digitu.

#### Součásti oscilátoru

Pro celý rozsah použitelných frekvencí řídícího oscilátoru je doporučena jedna hodnota odporu. Rezistor by měl mít odpor 100k $\Omega$ . Pro dosažení požadované řídící frekvence se pak spočítá příslušná kapacita:  $f = \frac{0,45}{RC}$

Pro kmitočet 48kHz (3měření/sec) je  $C=100pF$

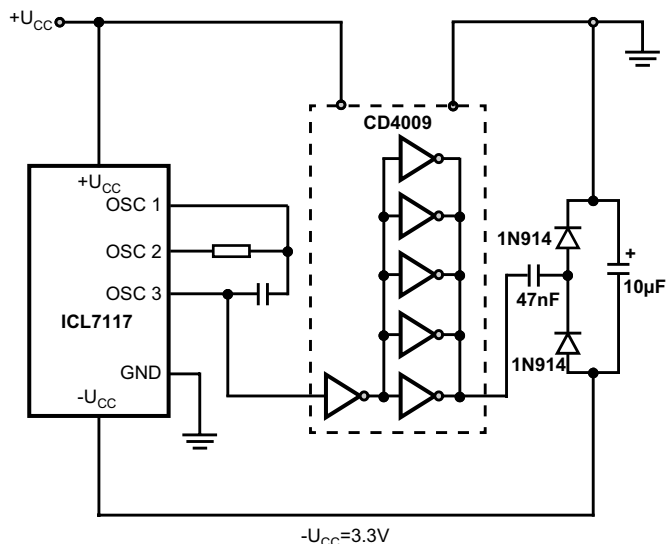
#### Referenční napětí

Vztah mezi referenčním napětím a měřeným vstupním napětím pro plný rozsah lze definovat takto:  $U_{IN} = 2 \times U_{REF}$ . Z toho vyplývá, že pro rozsahy 200mV a 2V musí být referenční napětí rovno 100mV a 1V. V mnoha aplikacích však nemusíme dodržet tento převod, ale naopak vhodnou volbou referenčního napětí můžeme dosáhnout požadovaného převodu mezi zobrazovanou a měřenou hodnotou. Typickou aplikací, kde je možno tohoto faktu využít jsou elektronické digitální váhy, kdy můžeme vhodnou volbou referenčního na-

pětí dosáhnout správného převodu mezi zobrazovanou hodnotou a měřenou hmotností, takže i když hmotnosti 2kg bude odpovídat napětí např. 0,682V, tak na displeji bude zobrazeno 2000. Místo toho, abychom vstupním děličem snižovali vstupní napětí na 200mV, nastavením referenčního napětí na hodnotu 0,341V dosáhneme stejného výsledku. Vhodným integračním odporem je 120k $\Omega$  a 0,22 $\mu$ F je vhodná hodnota integrační kapacity. Důvodem pro takovéto řešení systému je jednak jeho vyšší odolnost vůči rušení, jednak je systém jednodušší. Vstupní napětí u ICL7117 s napájením  $\pm 5V$  může dosáhnout až  $\pm 4V$ . Dalším příkladem univerzálnosti systémů s ICL7116/7117 jsou aplikace, kdy je třeba zobrazit nulovou hodnotu (0000) pro nenulovou hodnotu vstupního napětí (tzv. offset). Tyto případy se vyskytují při měření teploty či měření hmotnosti s přímým převodem na cenu dopravy. V těchto případech se měřené napětí zapojí mezi IN HI a COMMON a pomocné napětí (offset) bude připojen mezi COMMON a IN LO.

#### Napájení ICL7117

3. Obvod ICL7117 je primárně navržen pro symetrické napájení  $\pm 5V$ . Pokud není k dispozici záporné napájecí napětí, může být toto napětí generováno pomocí dvou diod, dvou kondenzátorů a jednoho laciného obvodu. Na obrázku 10 můžete vidět toto jednoduché zapojení. Místo CD 4009 může být použit např. i CD4049 či CD4050. Dalším vhodným laciným obvodem pro získání záporného napájecího napětí z kladného je obvod ICL7660. Potřebné údaje o tomto obvodu včetně příkladů zapojení je možno získat z jeho datasheetu.



Obr. 10 - Schéma pro generování záporného napětí z kladného napájecího napětí

V některých případech je možné též negativní napájení úplně vynechat. Podmínky, kdy je možno obvod napájet pouze kladným napětím jsou celkem tři:

1. Vstupní signál se musí pohybovat okolo středu napájecího napětí.
2. Maximální rozkmit měřeného napětí je  $\pm 1,5V$
3. Musí být použito vnější referenční napětí.

# ICL7116, ICL7117

## Typické aplikace

Obvody ICL7116 a ICL7117 mohou být použity v mnoha konfiguracích, které vyhovují daným aplikacím. Následující příklady aplikačních zapojení ilustrují variabilitu těchto A/D převodníků.

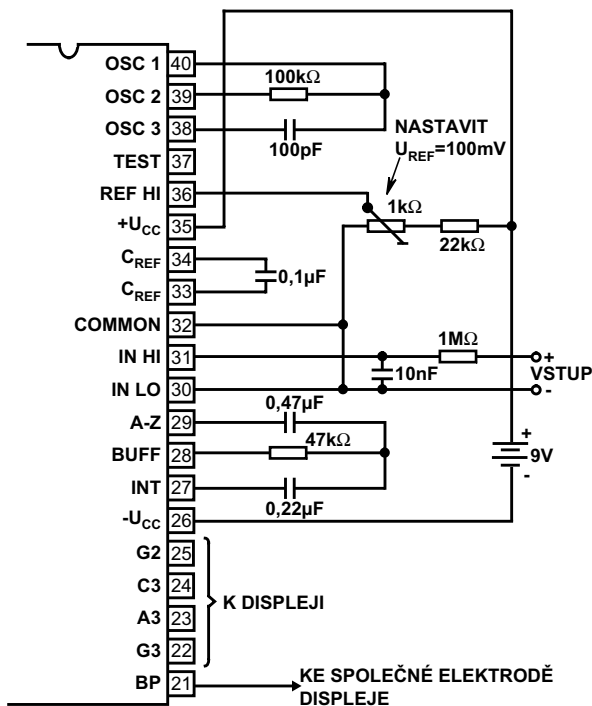
### Poznámka:

I když v originálním datasheetu byly na str. 13 a 14 uvedeny rozměry pouzderch, nebyly tyto dvě stránky přeloženy a odkazují případné zájemce na originální datasheet. Místo získané vypuštěním těchto dvou stran bude použito pro popis jiných obvodů.

## Aplikační poznámky

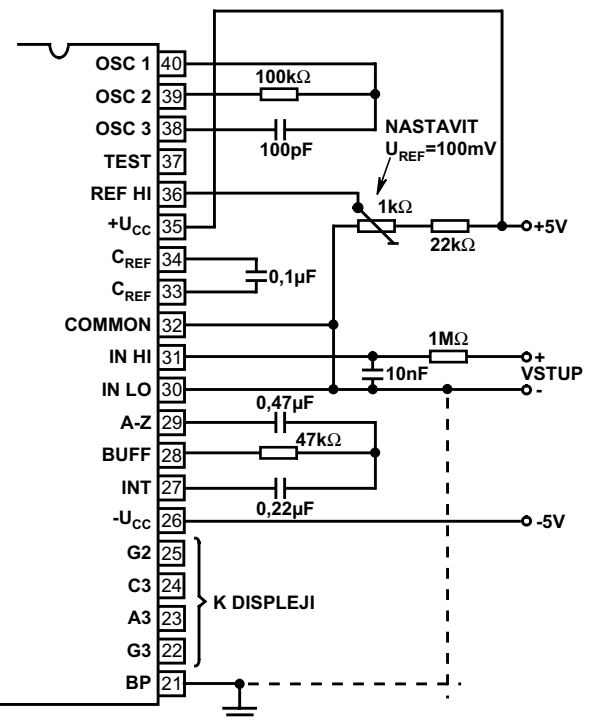
POZN.	POPIS	Faxová žádost
AN016	Výběr A/D převodníku	9016
AN017	Integrační převodníky	9017
AN018	Pro a Proti (výhody a nevýhody) integračních převodníků	9018
AN023	Levný panelový měřicí přístroj	9023
AN032	Principy, výhody automatického nulování a COMMON módu obvodů a jak je využít u obvodů ICL7136/7/9	9032
AN046	Jak postavit levný, bateriově napájený, dig. voltmetr s 7106 a aut. volbou rozsahů	9046
AN047	"Hrátky s A/D převodníky firmy INTERSIL" napsal Peter Bradshaw	9047
AN052	Tipy jak využít jednočipové 3,5 místné A/D převodníky	9052

## Typické aplikace



Zapojení uvedené na tomto obrázku ukazuje základní zapojení ICL7116 s vnitřní napětovou referencí, základním rozsahem 200mV. Rychlost měření jsou 3měřeni/sec. Zapojení se napájí pomocí jedné 9V baterie

Obr. 11 -Základní zapojení ICL7116 s vnitřní referencí

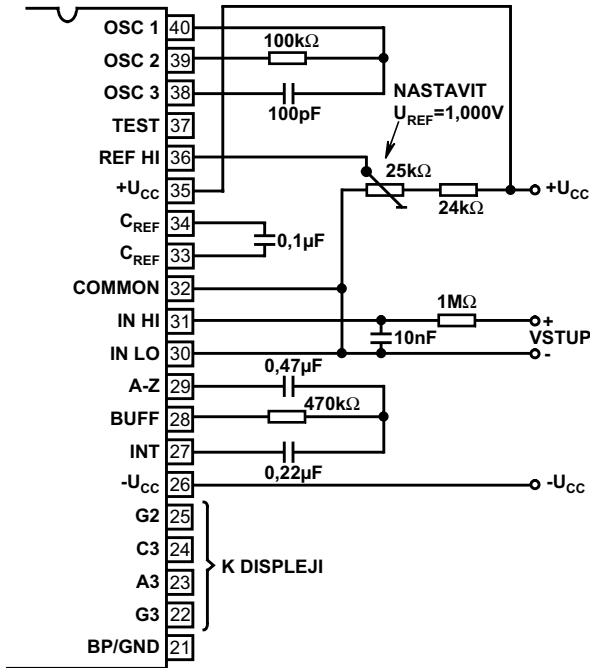


Zapojení uvedené na tomto obrázku ukazuje základní zapojení ICL7117 s vnitřní napětovou referencí, základním rozsahem 200mV. Rychlost měření jsou 3měřeni/sec. Zapojení se napájí pomocí symetrického zdroje ±5V

Obr. 12 -Základní zapojení ICL7117 s vnitřní referencí

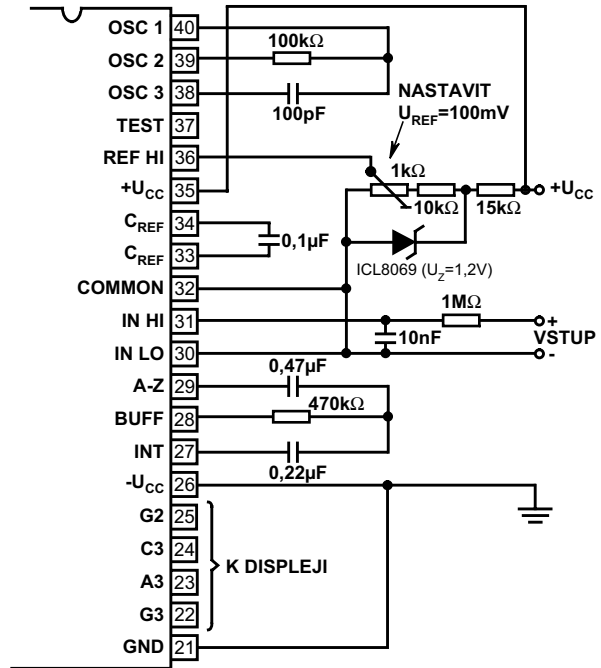
# ICL7116, ICL7117

## Typické aplikace (pokračování)



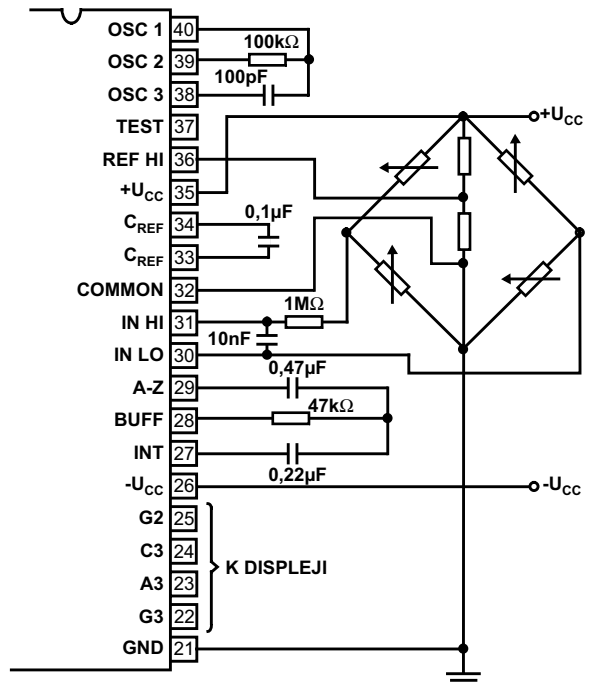
Zapojení uvedené na tomto obrázku ukazuje základní zapojení ICL7116/7117 s vnitřní napětovou referencí a základním rozsahem 2V. Rychlost měření jsou 3měření/sec.

Obr. 13 - Základní zapojení ICL7116/7117 s vnitřní referencí



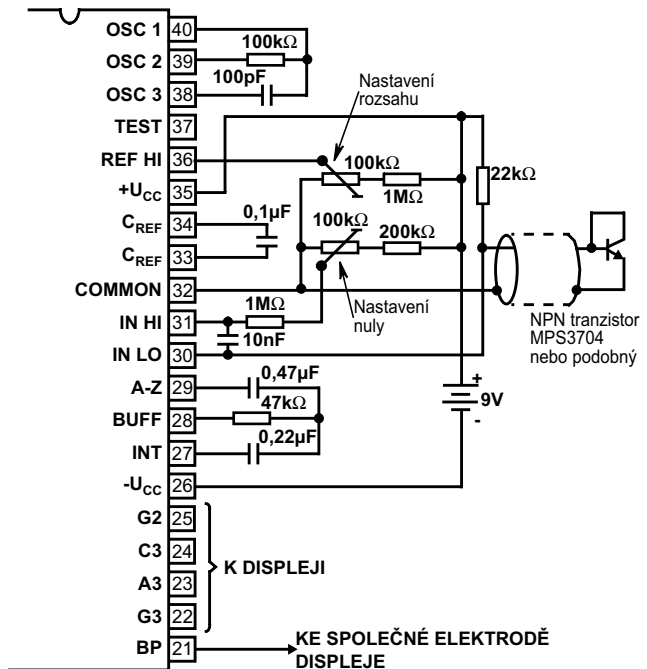
Zapojení uvedené na tomto obrázku ukazuje zapojení ICL7117 s vnější napětovou referencí a základním rozsahem 200mV. Rychlost měření jsou 3měření/sec. Díky vnější referenci je možné napájet obvod ICL7117 POUZE jedním napájecím napětím 5V.

Obr. 14 - Zapojení ICL7117 s vnější referencí a jedním napájecím napětím



Hodnoty rezistorů v rezistorovém můstku jsou dány požadovanou přesností měření.

Obr. 15 - Zapojení ICL7117 pro poměrové měření s odporovým můstkem



Křemíkový polovodičový přechod PN, zde přechod báze-kolektor, má lineární teplotní součinitel napětí přibližně 2mV/°C. Nastavení nuly se provede ponořením měřícího tranzistoru (=sondy) do směsi ledové drti s vodou (=0°C). Nastavení 100°C realizujeme ponořením sondy do vařící vody (nastavení rozsahu).

Obr. 16 - Zapojení ICL7116 ve funkci digitálního teploměru

# AMPER 2004

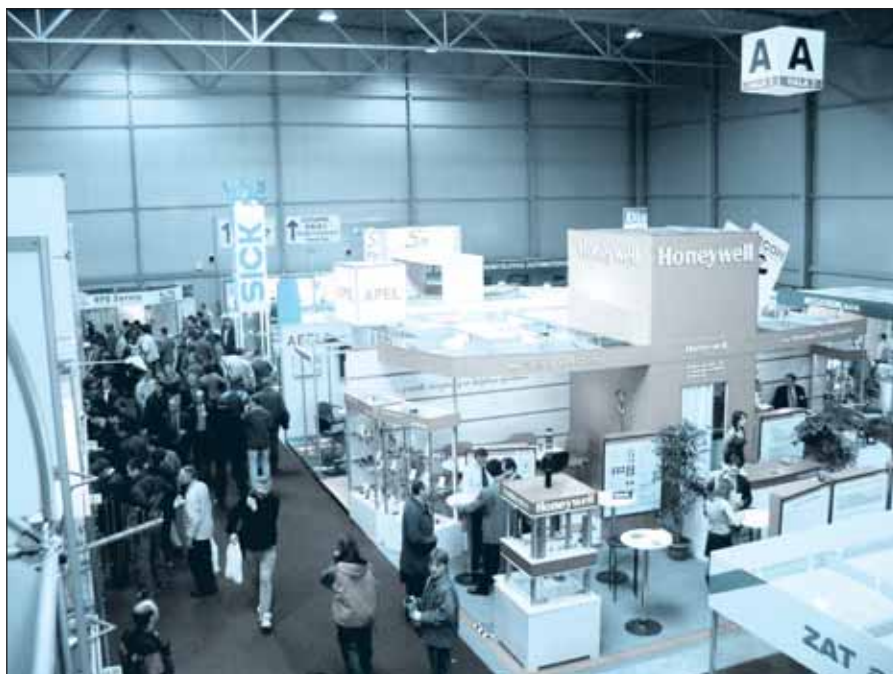
*jaký byl*

**Veletrh AMPER jeden z největších veletrhů elektrotechniky a elektroniky v zemích EU,**

jehož pořadatelem je veletržní správa Terinvest, se konal v termínu od 30. března do 2. dubna 2004 v prostorách Pražského veletržního areálu Letňany. Veletrh proběhl pod záštitou Ministerstva průmyslu a obchodu ČR a s garancí ČVUT FEL Praha.

Na ploše 32 000 m<sup>2</sup> se v tomto roce představilo 712 firem, z nichž 80 bylo ze zahraničí. Veletrhu se zúčastnily firmy ze Slovenska, Německa, Rakouska, Polska, Itálie, Švýcarska, Turecka, Ukrajiny, Jižní Korey, USA, Velké Británie, Maďarska, Řecka a Ruska. Mnozí se v České republice prezentovali vůbec poprvé. Veletrh Amper přilákal do PVA Letňany 49 634 návštěvníků, především odborníků z řad elektroinstalatérů, architektů, projektantů, revizních techniků a mnoha dalších oborů. Dokladem zájmu odborného domácího a zahraničního tisku o veletrh Amper je počet akreditovaných novinářů. V tiskovém oddělení Terinvestu se jich v průběhu veletrhu zapsalo 186 a různá média tak zájemcům poskytla informace nejen o žhavých novinkách v expozicích vystavovatelů, ale i o samotném dění ve veletržním areálu.

Nabídka veletrhu byla opravdu bohatá a nenechala nikoho na pochybách, že většina zúčastněných tomuto veletrhu věnovala velmi pečlivou přípravu. Velká část výstavní plochy byla věnována elektrotechnickým odvětvím, jako jsou výroba a rozvod elektrické energie, elektroinstala-



lace, vodiče a kabely. Své místo na veletrhu měly samozřejmě i další obory jako je slaboproudá elektronika, pohony, měřicí, automatizační, regulační, zabezpečovací, elektrotepelná a osvětlovací technika. V oblasti služeb byly obsazeny sekce odborné literatury, software pro elektrotechniku a elektroniku, normy a předpisy, zkušebnictví aj.

Součástí veletrhu AMPER 2004 byla tradiční soutěž vystavovatelů Zlatý Amper. Odborná porota vybírala z 23 exponátů, které do soutěže přihlásilo 19 firem. Ocenění obdržely 4 přihlašovatelé exponátů – firmy Polovodiče a.s., Dribo, spol. s r.o., Moeller elektrotechnika s.r.o. a Systemotronic, s.r.o.. Čtyřem firmám bylo uděleno čestné uznání.

V rámci veletrhu probíhal také doprovodný program, jehož součástí byly přednášky, konference, firemní prezentace a školení. Doprovodný program probíhal též přímo na stáncích vystavovatelů a leckdy se nejednalo pouze o přednášku nebo prezentaci, ale bylo zde možné shlédnout i hudební představení, autogramiády a další.

Ke zkvalitnění průběhu veletrhu bezpochyby přispěly i změny přímo na výstavišti PVA Letňany, kde pro letošní ročník byla postavena nová ocelová hala č. 3 a zpevněna hala č. 4.

Mimoúrovňová křižovatka s nájedem přímo do areálu byla též příjemnou změ-

nou v dopravě na veletrh. Změny, které pro vystavovatele a návštěvníky v letošním roce připravili pořadatelé veletrhu a PVA Letňany nejsou určité poslední a věříme, že i nadále budou přispívat ke zkvalitňování prezentace vystavovatelů na veletrhu.

Přijměte tedy pozvání na další ročník veletrhu, který se bude konat od 5. do 8. dubna 2005 v PVA Letňany. Veškeré informace o veletrhu naleznete na [www.amper.cz](http://www.amper.cz) a [www.terinvest.com](http://www.terinvest.com).





# Výroba plošných spojů fotocestou

Jindřich Fiala

Téma výroby plošných spojů patří bezesporu k těm, která ocení zejména začínající elektronici. Kvalitní plošný spoj je bezpochyby zárukou funkčnosti výrobku. Ne jedno zapojení bylo odsouzeno k záhubě díky nekvalitnímu spoji. Ať už se jednalo o zapomenutou, nebo podleptanou cestu, byl výsledek vždy stejný – nefunkčnost a s tím související hledání závady, které bylo tím delší, čím složitější byl obvod. V současné době existuje několik, mezi amatéry používaných způsobů výroby plošných spojů. Pokud pomíne různé metody leptání, zbývají nám ještě způsoby přenosu předlohy plošného spoje na kuprexitovou desku. Asi každý prošel postupně přes kresbu lakem, lihovým fixem, nalepováním obtisků – propisot a mnoho dalších způsobů. Každá z těchto metod má jistě své klady i zápory. Společnými znaky jsou však značná časová náročnost, pokud chceme aby byl výsledek opravdu dobrý a riziko, že na nějakou tu cestu zapomeneme, což se při složitějším návrhu stane i těm nejpečlivějším. Další zápornou vlastností je omezení možnosti kresby. Přeci jenom zhotovovat plošný spoj pro montáž SMD kresbou fixem, nebo perem, není asi snem žádného konstruktéra a už vůbec nejsou tyto metody vhodné pro sériovou výrobu v průmyslu. Důležitou stránkou plošného spoje je také jeho estetický dojem, nemluvě o elektrických vlastnostech, které při kresbě, kdy napří-



Obr. 1 – Osvitová lampa

klad u fixu není vrstva barvy všude stejná, dostávají při leptání, vlastně podleptání pořádně zabrat. Východiskem, které je používáno i mezi profesionály, zejména díky tomu, že umožňuje sériovou výrobu a má i své místo mezi amatéry, je výroba plošných spojů fotocestou.

Oč se tedy jedná. Při tomto postupu výroby je spoj tradičně leptán v lázni chloridu železitého. Předloha obrazce je však na kuprexit přenesena pomocí osvit.

Ve zkratce je postup asi následující. Předloha tištěného spoje je přenesena na průhlednou fólii, nebo pauzovací papír, přiložena ke kuprexitové desce, která je opatřena fotocitlivou emulzí a po té je deska s přiloženou předlohou osvětlena zdrojem světla. Následně je osvětlená deska vyvolána v lázni hydroxidu sodného a po té klasicky vyleptána v chloridu železitém. Výsledkem je dokonalý plošný spoj, u kterého máme stoprocentní jistotu, že jsme nezapomněli na žádnou z cest. Nemluvě o jeho vzhledu a kvalitě, ta je nesrovnatelně lepší, než u předchozích způsobů. Ač se to na první pohled může zdát složité, jak na technologický postup, tak na potřebné chemikálie, opak je pravdou. Vše je běžně k dostání v obchodech s elektronickými součástkami a následně si rozebereme jednotlivé fáze postupu výroby.

## Výroba předlohy

Kvalitní předloha je jednou z podmínek úspěchu. Obrazec musí mít ostré hrany a hlavně musí být v měřítku, což je při skenování někdy problém. Pokud budete používat předlohu z časopisu je postup zhruba takovýto. Obrazec naskenujeme a po té ho vytiskneme na vhodné médium pro osvit. Pokud jste šťastným vlastníkem laserové tiskárny je nejjednodušší použít pro tisk průhlednou fólii. Ta je běžně k dostání v papírnictví. Pokud máte pouze tiskárnu inkoustovou, nemusíte ztrácet naději. Pro tisk použijte pauzovací papír a nastavte lepší kvalitu tisku. Výsledek bude také velice dobrý. U inkoustových tiskáren je ještě lepší použít černou tiskovou hlavu místo barevné, která vyrábí černou barvu smícháním barev tří a nad výsledkem takto vyrobené černé by se dalo diskutovat, nehledě na prodražení nákladů na tisk.



Obr. 2 – RVLX bez skla

Pokud budete obrázek skenovat, je ještě dobré předlohu po neskenování zrcadlově otočit. Získáte tak obrazec, jakoby jste se dívali na stranu součástek. Tato úprava je vhodná z toho důvodu, že po vytištění přiložíte potištěnou stranu blíže k fotoemulzi na kuprexitu a při osvětlení jsou hrany cest ostřejší, než kdyby jste použili předlohu neotočenou a pak ji přiložili potištěnou stranou od fotoemulze.

Jestliže budete používat obrazec plošného spoje svůj, který jste si vytvořili je postup o skenování jednodušší. Stačí ho pouze vytisknout.

Pokud nemáte skener, nebo se vám nechce podstoupit pro někoho možná zdouhavou etapu skenování. Nabízí se možnost použití předlohy přímo z časopisu. Ovšem jen za té podmínky, že na druhé straně pod obrázkem předlohy, což se stane málokdy, je volné místo. Po té, je možné předlohy vystříhnout a upravit pomocí nástřiku spreje TRANSPARENT 21, někdy označovaným prodejci jako PAUSKLAR 21. Po jeho aplikaci se stane předloha, vytištěná i na obyčejný kancelářský papír, průhledná a především propustná pro UV světlo a dá se tak použít pro osvit. Po nějaké době sprej z papíru opět vyprchá a ten tak získá původní podobu.

Další možností je použití obyčejné kopírky, která dokáže tisk i na fólii a případně obrazec i otočit.

Sprej se dá použít i na pauzovací papír, ovšem při použití inkoustové tiskárny se musí nástřik provést na nepotištěnou stranu! Jinak by došlo k jeho rozptí.

## Kuprexit a emulze

I zde existují dva postupy. Buď zakoupíte kuprexit již s nanesenou emul-



Obr. 3 – Leptadlo

zí. Ten se prodává zatavený v černé fólii a pro začátek je vhodnější, nebo použijete kuprexit obyčejný, na který emulzi nanese. Ta se prodává stejně jako pausklar pro zprůhlednění v podobě spreje a nese označení POSITIV 20. Před nástřikem se deska tradičně očistí, tak jako kdyby jste například pro přenos použili lihový fix. Odstraní se hrubé nečistoty a odmastí se. Pro odmaštění lze použít obyčejný tekutý pisek, nebo ředidlo, syntetický líh, isopropylalkohol a podobně. Na očistěnou desku se provede nástřik emulze. Ta má fialovou barvu, u kupovaných desek zelenou, ale jedná se o totéž. Po nástřiku se musí dát uschnout na tmavé místo, nejlépe do krabice, kam nemá přístup světlo. Je to z toho důvodu, že emulze reaguje se světlem a nástřik by se znehodnotil. Podle údajů výrobce je doba schnutí zhruba 3 hodiny při teplotě 25 stupňů celsia. Doba se dá zkrátit zvýšením teploty. Pospíchat se však nevyplácí a tak pokud chcete mít jistotu, že je emulze již dostatečně zaschlá nechte ji klidně schnout přes noc a pokračujte až druhý den.

Desky s nanesenou emulzí by se měly skladovat v rozmezí teplot od 5 do 25 °C, bez přístupu světla. Vhodné je například desku zabalit do alobalu a umístit na místo bez přímého slunečního záření. U desek kupovaných, které jsou v zatavené černé fólii ustříhnete vždy jen konec obalu a po odstřížení potřebného rozměru kuprexitu vraťte zbytek zpět do fólie a otvor zalepte neprůhlednou izolepou.

### Osvit

Pokud jste úspěšně zhotovili předlohu pro osvit a máte kuprexit s emulzí, můžete přistoupit k další fázi, kterou je osvit. Postupovat budeme takto. Z desky kuprexitu odstříhnete potřebný rozměr. Je nutné, aby na každé straně přebývalo 5 až 10 mm od okraje vlastního rozměru spoje. Je to z toho důvodu, že kraje se

při tomto postupu moc dobře neleptají a plošný spoj by se tak mohl znehodnotit. Pokud máte desku patřičných rozměrů přiložte k ní předlohu vytištěnou na fólii, nebo pauzovacím papíru, ohněte dva konce na druhou stranu a přilepte je k desce. Zabráníte tak případnému posunu předlohy při osvitu.

Jelikož je nutné, aby byla předloha k desce na všech místech dostatečně přitisknuta umístíme ji před osvitom mezi dvě skleněné tabulky, které vzájemně zajistíme a přitlačíme tím tak předlohu k desce pomocí několika svorek na papír. Jedná se o kancelářské skřipce, které také seženete v papírnictví. Pokud nechcete utrácet postací i obyčejné kuličky na prádlo.

Pochopitelně, že se vyrábějí i profesionální osvětlovací rámy, leč jejich cena není zrovna malá a pro vyzkoušení i další práci s tímto postupem výroby plošných spojů jsou dvě skleněné destičky a skřipce na papír plně postačující. Pro většinu spojů postačí tabulky skla o rozměrech 20 x 20 cm a tloušťce 5 mm.

Nyní můžeme přistoupit k vlastnímu osvitu. I zde se dají zakoupit profesionální osvětlovací zařízení pracující s UV výbojkami, stejně jako u osvětlovacích rámců je i zde cena nepříliš sympatická. Zručný konstruktér si však poradí. Existuje několik způsobů, jak si zařízení pro osvit vyrobit. Jedním, které asi zrovna nepatří mezi ty nevhodnější jednak z hlediska bezpečnosti a dostupnosti potřebných součástek, ale i přesto ho někteří elektronadašenci používají je rtuťová výbojka RVLX, která se dříve používala ve veřejném osvětlení. Jednak je značně velká, má dosti značný tepelný výkon a pokud chcete ještě dosáhnout lepších výsledků je nutné u ní odstranit svrchní skleněnou baňku, pod kterou se nachází samotná výbojka. Jedním z důsledků této úpravy je zvýšené vyzařování UV světla, které může zapříčinit zánět spojivek.

Asi nejlepším řešením je proto použití obyčejného halogenového světla s příkonem okolo 500 W, které se umístí nad osvětlovaný spoj. Při tomto výkonu a vzdálenosti zhruba 30 cm světla od spoje je doba osvitu cca 4 minuty, což je srovnatelné s profesionálními osvětlovacími zařízeními. V praxi je však třeba si vzdálenost a dobu osvitu ověřit pokusem na kousku kuprexitu a dále tyto hodnoty dodržovat pro kvalitní výsledky při další výrobě.

Ještě je třeba podotknout, že je nutný dobrý odvod tepla od spoje, protože přílišná teplota emulzi moc neprospívá. K tomu postačí například větrák umístěný vedle osvětlované desky.

Po osvitu mají části, které nebyly zakryty spoji na předloze světlejší barvu oproti těm, které zakryty byly. Ty mají původní barvu emulze po nástřiku a lze tak ještě před vyvoláním rozpoznat kresbu spoje na desce.

### Vyvolání

Poslední fází před leptáním, je vyvolání osvětlené desky. To se provádí pomocí roztoku hydroxidu sodného, který je v obchodech k dostání pod označením VÝVOJKA PRO POZITIVNÍ FOTOEMULZI. Ten se dá buď zakoupit již ve zředěné formě, nebo se dá pořídit v prášku, který by se dal s trochou nadsázky přirovnat k antiperlím v SMD provedení. Pět až deset gramů tohoto prášku se smíchá s jedním litrem vody. Pro častější používání tohoto postupu výroby je mnohem výhodnější provedení v prášku, ze kterého se při jeho objemu 1 kg dá připravit až 100 litrů vývojky.

Při vyvolávání si počínáme tak, že vývojku nalijeme do připravené misky, vhodné jsou například misky od polárkového dortu, nebo ty které používají fotografové a ponoříme do ni osvětlenou desku. Postupně se začne odplavovat osvětlená část a zůstane jen emulze, která nebyla osvětlena a začne se vykreslovat předloha spoje. Při vyvolávání je dobré s deskou v lázni pohybovat pomocí plastové pinzety. Dobře vyvolanou desku poznáme tak, že se sto procentně odplavila osvětlená emulze. Pokud by přeci jenom nějaká zůstala zkomplikovalo by se tím leptání a spoj by se tak mohl případně podleptat. Po vyvolání desku opláchneme tekoucí vodou. Visuelně ji přezkontrolujeme, není li například emulze někde porušená, případně ji opravíme pomocí fixu na kreslení plošných spojů a dáme ji vyleptat.

Samozřejmě je používání ochranných pomůcek jako jsou gumové rukavice, plastová pinzeta pro manipulaci s deskou v lázni, případně plastové brýle a pod.



Obr. 4 – Lak

**Leptání a závěrečná úprava**

Tato fáze se nijak neliší od jiného postupu přenosu předlohy. Spoj je dá tradičně vyleptat do lázně chloridu železitého. Po vyleptání a omytí desky, se buď emulze nechá na cestách, kde tak slouží jako ochranný lak, nebo se odstraní. K tomu můžeme použít stejné prostředky jako u přípravy desky na nástřik emulze. Po té se může nanést

pájecí lak, nebo se provede pokovení některou z bezproudých lázní (stříbro, cín) a deska je pro vyvrtání a zastřížení na daný rozměr připravena pro osazení součástek.

Takto vyrobené plošné spoje mají profesionálnější vzhled, nemluvě o jejich lepších elektrických vlastnostech a o možnosti výroby několika stejných desek v poměrně krátkém čase. Málo-

kdo jež zkusil tento způsob výroby se vrátil k těm předešlým.

**Orientační ceny potřebného materiálu**

Transparent 21	200 ml	150 Kč
Deska s emulzí 100 x 160		60 Kč
Positiv 20	200 ml	295 Kč
Vývojka naředěná	1 litr	50 Kč
Vývojka	1 kg = 100 litrů	140 Kč

# Zajímavé IO v katalogu GM Electronic

## Komparátory - 5. díl

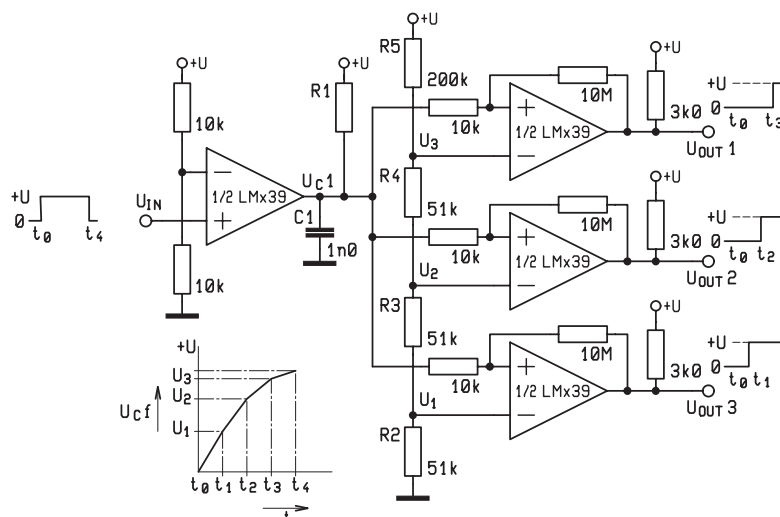
Ing. Jan Humlhans

V tomto čísle se budeme naposledy zabývat integrovanými komparátory z katalogu GM Electronic [1] a jejich aplikačními zapojeními.

### LM193/LM293/LM393/LM2903

Řadu komparátorů LMx93 doplněnou o LM2903 tvoří čipy s dvěma komparátory s vnitřním zapojením odpovídajícím opět obr. 2 uvedeném v [3], charakteristické výstupním tranzistorem s otevřeným kolektorem. V otevřeném stavu při proudu 4 mA je typický úbytek na tranzistoru pouze 250 mV. Možnosti, které z toho vyplývají, jsme již v minulých částech [2] [4] několikrát zmínili. Právě popisované komparátory byly navrženy speciálně pro práci s jediným napájecím napětím 2 V až 36 V, použití bipolárního zdroje  $\pm 1$  V až  $\pm 18$  V je ale rovněž možné. Nízký napájecí proud 0,4 mA prakticky nezávisí na použitém napájecím napětí. Zajímavou vlastností je, že i při jediném napájení zahrnuje rozsah vstupního souhlasného napětí potenciál země, takže lze porovnávat jemu blízká napětí. K přednostem patří nízký napěťový ofset (typicky  $\pm 2$  mV) s malým teplotním driftem. Typická doba odezvy je 1,3  $\mu$ s až 1,5  $\mu$ s. Základní rozdíl mezi jednotlivými obvody v řadě je rozsah pracovních teplot, který sahá u LM293 od  $-25$  °C do  $+85$  °C, u LM393 od  $-0$  °C do  $+70$  °C, u LM2903 od  $-65$  °C do  $+150$  °C a u LM193, v [1] neobsaženém od  $-40$  °C do  $+85$  °C.

K možným použitím patří samozřejmě komparátory mezních hodnot, mul-



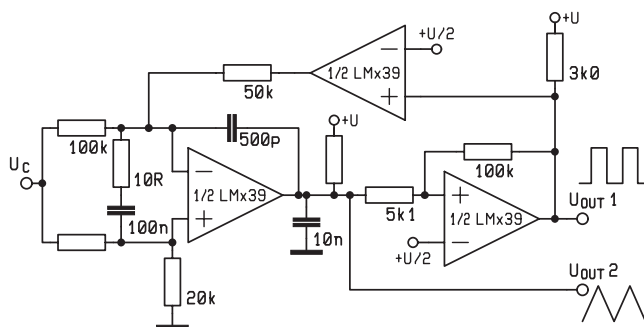
Obr. 2 – Generátor zpoždění

tivibrátory, převodníky logických úrovní, vytváření logických funkcí vysokoúrovňových signálů obdobná těm, která jsme si v minulých dílech ukázali na jiných typech komparátorů a nebudeme je tedy již opakovat. Z dalších aplikací lze uvést generátory časového zpoždění a napětím řízené oscilátory. Na obr. 1 je zapojení napětím řízeného oscilátoru s pravouhlym a trojúhelníkovým výstupním signálem. Jejich výstupní kmitočet se v závislosti na vstupním napětí  $U_C$  v rozsahu 250 mV až 50 V mění od 700 Hz do 100 kHz. Generátor časového zpoždění zapojený podle obr. 2 poskytuje na svých výstupech OUT1 až OUT3 impulsy jejichž zpoždění od příchodu vstupního impulsního signálu  $U_{IN}$  závisí na ka-

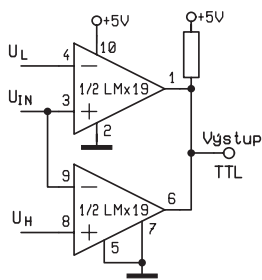
pacitě kondenzátoru C1, odporu R1 a nastavení výstupních napětí  $U_1$  až  $U_3$  děličem z R2 – R5.

### LM119/LM219/LM319

Tuto řadu dvojitých nezávislých komparátorů, z nichž [1] nabízí LM319, lze charakterizovat jako přesné, rychlé (typická doba odezvy při napájení  $\pm 15$  V je 80 ns) komparátory pracující jak s napájením z jediného zdroje 5 V, tak s bipolárním napájením  $\pm 15$  V. Vyšší rychlost s sebou přináší větší spotřebu – z jediného 5V zdroje typicky 4,3 mA. Výstupní obvod má volný kolektor a i zemní vývod je oddělen od vývodu záporného pólu napájení vlastního komparátoru. Do výstupu může téci proud až 25 mA, typické saturační napětí u LM319 pak bude 0,75 V. Rozdílové vstupní napětí nesmí překročit  $\pm 5$  V, vstupní napětí přitom musí být při napájecím napětí  $\pm U_S$  menší než tyto hodnoty. Význam prvé z číslic označení opět rozlišuje rozsah pracovní teploty, obdobně jako u dosud popsaných komparátorů. LM319 je tedy určen pro pracovní teploty od 0 °C do  $+70$  °C. Na obr. 3 je zapojení okénkového komparátoru využívajícího LMx19. Výstupní napětí  $U_{OUT}$  bude 5 V, pokud pro vstupní napětí  $U_{IN}$  platí  $U_L \leq U_{IN} \leq U_H$ . V případě, že  $U_{IN} < U_L$  nebo  $U_{IN} > U_H$  bude výstupní napětí 0 V.



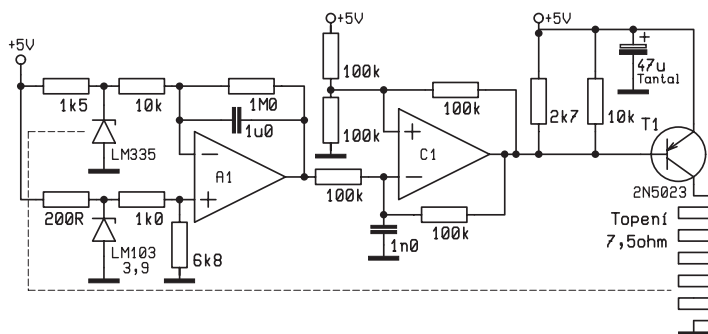
Obr. 1 – Napětím řízený oscilátor s LMx93 (LM2903)



**Obr. 3 – Okénkový generátor s LMx19 LM392**

Občas je nutné analogový signál, např. ze snímače otáček, nejprve zesílit a pak tvarovat porovnáním s referenčním napětím komparátorem. Podobné aplikace jsou doménou pro LM392, který obsahuje jak kmitočtově kompenzovaný operační zesilovač s šířkou pásma 1 MHz, tak i přesný napěťový komparátor. Oba funkční bloky jsou navrženy tak, aby pracovaly s napájením jedním napětím v širokém rozsahu 3 V až 32 V (soulasně vstupní napětí komparátoru opět zahrnuje potenciál země) nebo i symetrickým  $\pm 1,5$  V až  $\pm 16$  V s nízkou spotřebou 600  $\mu$ A. Zesílení stejnosměrného signálu operačního zesilovače je 100 dB, šířka pásma 1 MHz (kdy zesílení klesne na 1). Komparátor je klasického provedení s výstupním tranzistorem s otevřeným kolektorem, na kterém je v sepnutém stavu při proudu 4 mA úbytek 250 mV.

Na obr. 4 je jedna z typických aplikací. Jedná se o impulsní elektronický regulátor, který je vhodný pro stabilizaci teploty krystalu oscilátoru na hodnotu 75 °C. K napájení je použito napájecí napětí TTL obvodů 5 V. Operační zesilovač (A1) zesiluje 100x rozdíl napětí mezi senzorem teploty LM335, který je uvnitř regulovaného prostoru a výstupem z děliče 1k/6k8 napájeného zdrojem referenčního napětí LM103-3,9. Po zapnutí napájení bude A1 nasycen a kladné napětí na jeho výstupu přepoklopí komparátor do stavu L. Tím sepnutý tranzistor T1 připojí přímo k napájecímu napětí 7,5  $\Omega$  topný



**Obr. 4 – Regulátor teploty s LM392**

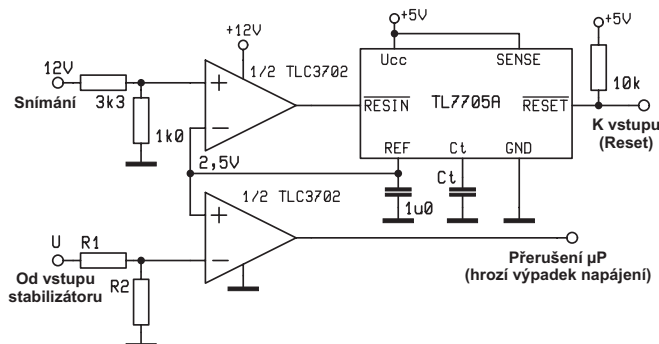
rezistor. Když se píčka vyhřeje na teplotu nastavenou zmíněným děličem, začne výstupní napětí A1 ovládat pracovní činitel multivibrátoru vytvořeného z komparátoru C1 a teplota píčky je udržována pulsní šířkovou modulací v blízkosti nastavené hodnoty.

### TLC3702, TLC372, TLC374

Dvojitý integrovaný komparátor TLC3702 je prvním z trojice komparátorů od dalšího z velkých výrobců polovodičových součástek Texas Instruments (TI), které nalezneme v [1]. V pouzdře jsou dva komparátory pro jediné napájecí napětí 3 V až 16 V a protože jejich výstup je dvojitý (výstupní proud je maximálně  $\pm 20$  mA), obejdou se bez zdvihacího rezistoru a jsou kompatibilní s logickými systémy HCMOS a samozřejmě i TTL. Tím se jednak uspoří místo na desce plošných spojů, jednak se zmenší ztráty. Ty

sor včas upozorní na hrozící výpadek napájení tím, že sleduje již vstupní napětí stabilizátorů. Kritická hladina  $U_1$  se nastaví odpory R1, R2 tak, aby platilo  $U_1 = 2,5 \times (R1 + R2)/R2$ .

U zbylých dvou komparátorových obvodech Texas Instruments TL372 a TL374, které najdeme v [1] a jsou vyrobeny stejnou technologií LinCMOS již jen shrneme základní vlastnosti a přednosti. Lze je užít v širokém rozsahu napájecích napětí 2 V až 18 V, výstupní pól řízený tranzistor má otevřený kolektor. Jsou rychlejší než TL3702 – doba odezvy typicky okolo 200 ns, z čehož vyplývá vyšší, byť stále malá spotřeba asi 75 mA/ komparátor. Ty jsou v pouzdře TLC372 dva, v případě TLC374 čtyři. S použitou výrobní technologií souvisí také vysoká vstupní impedance typicky  $10^{12} \Omega$  a velmi nízké vstupní proudy s typickou hodnotou 5 pA a nízký a časově stabilní na-



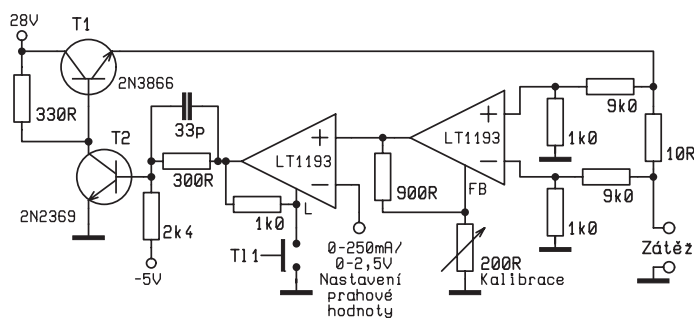
**Obr. 5 – Zdokonalený kontrolní obvod napájecích napětí 5 V a 12 V s TLC3702**

jsou díky použité variantě CMOS technologie vyvinuté u firmy TI obecně velmi malé, napájecí proud obou komparátorů při 5 V je typicky 18  $\mu$ A. Více se lze o technologii a z ní vyplývajících zvláštěnostech při použití TLC3702 dozvědět v [10]. Doba odezvy je typicky 2,7  $\mu$ s. Příkladem aplikace tohoto komparátorového obvodu je kontrolní obvod napájecích napětí mikropočítačového systému 5 V a 12 V zapojený podle obr. 5. V součinnosti s detektorem napětí TL7705A generuje signál RESET, jehož trvání určuje kapacita  $C_T$  a přerušovací signál, který mikroproce-

řový ofset. Výstupy lze přizpůsobit logickým obvodům TTL, MOS i CMOS.

### LT1016, LTC1042

LT1016 je nejrychlejší z komparátorů, které byly v tomto seriálu představeny. Typická doba odezvy je 10 ns. K napájení lze použít napětí 5 V i symetrické napájecí  $\pm 5$  V. Typický napájecí proud v kladné větvi je 25 mA, v záporné 3 mA. Nalezneme u něj také další zajímavost, dva komplementární výstupy, na které lze přímo připojit logické obvody TTL a CMOS. Neobvyklý je i vývod označený LATCH, po jehož aktivaci signálem H zůstává na výstupech zachycen aktuální stav vstupu. Není-li tato funkce požadována, je třeba tento vývod spojit se zemí. Nízký a stálý ofset jej předurčuje pro aplikace, kde je vedle rychlosti důležitá i přesnost. Vzhledem k rychlosti komparátoru je nutné vždy blokovat napájecí piny keramickými kondenzátory 10 nF, umístěnými co nejbližší obvodu. LT1016 se uplatní v rychlých A/D převodnicích, vzorkovacích obvodech, převodnicích U/f s širokým rozsahem, detektorech průchodu nulou, spínaných zdrojích, krystalových oscilátorech. Na obr. 6 je zapojení rychlé



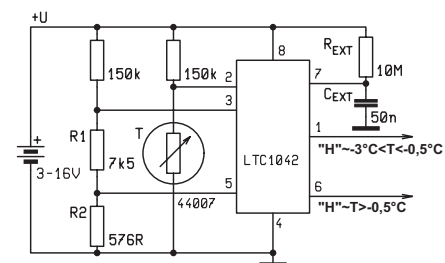
Obr. 6 – Rychlá elektronická pojistka s LT1016

elektronické pojistky s LT1016, která využívá při své funkci vývod LATCH pro zapamatování překlopení komparátoru následkem překročení proudové meze v rozsahu 0 až 250 mA nastavené napětím 0 až 2,5 V na invertujícím vstupu komparátoru. Pro obnovu napájení zátěže a funkce pojistky slouží tlačítko T1 1, kterým se vývod LATCH krátkodobě spojí se zemí.

Nedopatřením byl v souhrnné tab. 1 v [4] opomenut okénkový komparátor LTC1042, což se nyní pokusíme napravit. Jeho funkční blokové schéma je na obr. 7. Právě tak, jako u obvyklého zapojení okénkového komparátoru i zde - být na jednom čipu - jsou užity dva komparační obvody A, B, každý s dvěma diferenciálními vstupy. Vedle referenčního napětí  $U_{CW}$  odpovídajícího středu okénka je na oba komparátory ještě přivedeno napětí  $U_W/2$  odpovídající polovině šíř-

čet určují odpor rezistoru  $R_{EXT}$  (100 kΩ až 1 MΩ) a kondenzátor  $C_{EXT}$  s prakticky neomezenou kapacitou, zapojené podle obr. 8. Vzorkování přináší významné snížení spotřeby. Odběr obvodu při kontrole velikosti vzorku  $U_{IN}$  je asi 1,2 mA, jinak jej lze zanedbat. Bude-li tedy vzorkovací kmitočet  $f_S = 1$  Hz a napájení 5 V, bude střední příkon  $P = 5 \text{ V} \times 1,2 \text{ mA} \times 80 \mu\text{s}/1\text{s} = 0,48 \mu\text{W}$ . Maximální vzorkovací kmitočet je asi  $f_S = 10$  kHz při  $R = 100 \text{ k}\Omega$  a  $C_{EXT} = 0,1 \mu\text{F}$  [12] je uveden nomogram umožňující snadné nalezení potřebných hodnot  $R_{EXT}$ ,  $C_{EXT}$  pro  $f_S$  od 0,1 Hz do 1 kHz.

K napájení lze použít napětí 2,8 V až 16 V, při napájení 5 V je výstup kompatibilní s obvody TTL. Vstupní napětí může nabývat hodnot od 0 V do +U. Komparátor je velmi přesný s malou závislostí na teplotě, napájení a velikosti vstupního napětí. Při +U = 2,8 V až 6 V je odchylka středu

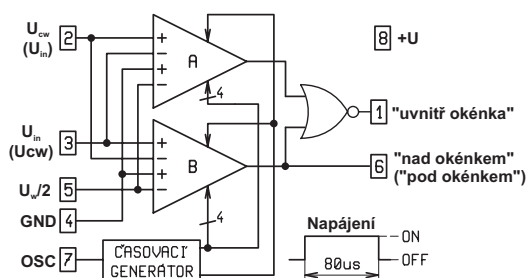


Obr. 8 – Obvod pro sledování teploty s LTC1042

voval. Pokud alespoň některé čtenáře upozornil na vlastnosti a možnosti aplikace probíraných obvodů nebo je v jejich praxi někdy inspiroval, nebyla snaha autora marná a škoda nebylo ani redakci poskytnutého cenného místa v časopise.

**Prameny:**

- [1] Součástky pro elektroniku 2004, katalog GM Electronic spol. s r.o.
- [2] Zajímavé IO v katalogu GM Electronic 56. Komparátory – 1. Rádio plus – KTE č. 2/2004, s. 25–27.
- [3] Zajímavé IO v katalogu GM Electronic 57. Komparátory – 2. Rádio plus – KTE č. 3/2004, s. 26–27.
- [4] Zajímavé IO v katalogu GM Electronic 58. Komparátory – 3. Rádio plus – KTE č. 4/2004, s. 25–27.
- [5] Zajímavé IO v katalogu GM Electronic 59. Komparátory – 4. Rádio plus – KTE č. 5/2004, s. 30–27.
- [6] LM193/LM293/LM393/LM2903 Low Power Low Offset Voltage Dual Comparators. Katalogový list National Semiconductor ([www.national.com](http://www.national.com)).
- [7] LM119/LM219/LM319 High Speed Dual Comparator. Katalogový list National Semiconductor.
- [8] LM392/LM2924 Low power Operational Amplifier/ Voltage Comparator. Katalogový list National Semiconductor.
- [9] Applications of the LM392 Comparator Op Amp IC. Aplikace poznámka AN 286. National Semiconductor.
- [10] TLC3702 Dual Micropower LinCMOS Voltage Comparators. Katalogový list Texas Instruments ([www.ti.com](http://www.ti.com)).
- [11] LT1016 UltraFast Precision 10ns Comparator. Katalogový list Linear Technology ([www.linear.com](http://www.linear.com)).
- [12] LTC1042 Window Comparator. Katalogový list Linear Technology.



Obr. 7 – Funkční blokové schéma okénkového komparátoru LTC1042

ky okna  $U_W$ . Chování obvodu v závislosti na vstupním napětí  $U_{IN}$  je rovněž znázorněno na obr. 7. Vstupy komparátorů jsou zapojeny tak, že když je  $(U_C - U_W/2) \leq U_{IN} \leq (U_C + U_W/2)$ , tak je na jejich výstupech úroveň L a výstup obvodu „uvnitř okénka“ má úroveň H. Je-li  $U_{IN} > (U_C + U_W/2)$  je signál H na vývodu 6 a má význam „nad okénkem“. Po záměně signálů na vývodech 2 a 3 bude na vývodu 6 signál H za stavu  $U_{IN} < (U_C - U_W/2)$  a význam vývodu 6 bude „pod okénkem“. Hlavní přednost LTC1042 tkví však v tom, že popsaná funkce neprobíhá spojitě, ale periodicky a porovnání trvá vždy jen 80  $\mu\text{s}$ . Perioda vzorkování je dána buď externím zdrojem hodinového signálu s úrovní CMOS přivedeným na vstup OSC nebo interním generátorem, jehož kmito-

okénka  $U_{CW}$  a průměru naměřených krajních hodnot  $U_H$  a  $U_L$  maximálně 1 mV, rozdíl  $(U_H - U_L - U_W)$  je  $\pm 2$  mV. Vhodným použitím je monitorování napájecích napětí, dvouhodnotové testování a detekce nestandardních stavů výsledků měření. Příkladem je např. bateriově napájený hlídač teploty (např. v chladničce) zapojený podle obr. 8. Jiné teplotní meze, než uvádí obrázek lze získat volbou odporů R1, R2. Změna může být nutná i při náhradě termistoru T jiným typem. Uvedený typ 44007 je výrobek firmy Yellow Springs Instruments ([www.ysi.com](http://www.ysi.com)) s odporem 5 kΩ při 25 °C.

**Závěr**

Tímto pokračováním jsme uzavřeli nejen téma komparátorů, ale i dlouho-

# Miniškola programování mikrokontrolérů PIC

pro mírně pokročilé

lekc 2. : seznámení s PIC16F877 a jeho A/D převodníkem

Martin Vonášek

Jak jsem již naznačil v minulém úvodním dílu, předpokládám, že nejste naprostými začátečníky. Určitě již máte nějakou zkušenost s mikrokontrolérem PIC16F84. Budete se k němu vracet jen za účelem porovnávání. Vzhledem k přechodu na mikrokontrolér PIC16F877, budete nejspíše potřebovat nějakou další literaturu, která doplní tento seriál. Prostor seriálu je totiž poněkud omezen a proto Vás budu v případě specifikace architektury odkazovat na PDF dokumentaci samotného výrobce (PIC16F87X Data Sheet), kterou si můžete volně stáhnout ze stránek [WWW.MICROCHIP.COM](http://WWW.MICROCHIP.COM). Je sice psána v anglickém jazyce, nám se však bude jednat pouze o diagramy a rozsáhlé tabulky, které by v časopise zabíraly příliš mnoho prostoru, díky čemuž by se nedostávalo na hlavní obsah. Dosud neznám žádnou českou literaturu zaměřenou konkrétně na tento mikrokontrolér. Jediné, co se dá částečně použít, je kniha „Mikrokontroléry PIC16C7X“ od Oldřicha Peroutky, kterou vydalo nakladatelství BEN. Je zde popsán starší mikrokontrolér PIC16C77, který má v podstatě s PIC16F877 mnoho společného, ale na nic nespolehejte, protože řada věcí nesouhlasí. Jak jsem se však dozvěděl, asi v září by se měla objevit nová kniha „Mikrokontroléry PIC16F87X“ od stejného autora.

## Přechod od PIC16F84 k PIC16F877

Pokud se podíváte na obr. 1, který popisuje vývody pouzdra mikrokontroléru, narazíte na množství zkratk a symbolů (i několik u jednoho vývodu), které svědčí o značných schopnostech tohoto čipu. Přesto se dá říci, že uvnitř se skrývá pouze PIC16F84, bohatě rozšířený o další paměť a periferie. Inu podívejme se, jak je tomu ve skutečnosti. Předpokládám, že budete chtít používat PIC16F877 ve spojení s programy, které jste si napsali pro PIC16F84. V tom případě se toho zase tak moc nezměnilo, avšak změny tu jsou a nelze je přehlédnout. Například speciální registry mají stejnou podobu, ale jiné umístění.

To však nevádí, pokud jsou umístěny ve stejných bankách jako u PIC16F84. Adresy registrů jsou, z pohledu programátora, jednoduše definovány v hlavičkovém souboru p16F877.inc, který je součástí MPLabu, podobně jako p16F84.inc. Záhlaví programu by tedy mělo vypadat takto:

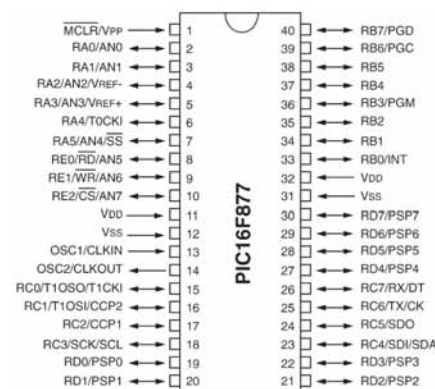
```
LIST      P = 16F877, R = DEC
include   p16f877.inc
```

Nyní můžete ke speciálním registrům přistupovat stejně snadno, jako u předchozího mikrokontroléru. O doplnění správných adres se postará samotný překladač. Bohužel, registry pro práci s eeprom pamětí vypadají trochu jinak a nachází se v jiných bankách než u PIC16F84, přesněji řečeno, nachází se v bankách 2 a 3, které PIC16F84 nemá. Pro úplnost tedy uvedu, jak vypadá výběr bank u PIC16F877. Zajišťují jej bity RP1 a RP0, obsažené v registru STATUS, a sice následovně:

```
RP1=0, RP0 =0  výběr banky 0
RP1=0, RP0 =1  výběr banky 1
RP1=1, RP0 =0  výběr banky 2
RP1=1, RP0 =1  výběr banky 3
```

Dále se také změnil význam šestého bitu v registru INTCON. Ten aktivuje další sadu zdrojů přerušení, ale o tom si povíme až později.

Také je třeba si uvědomit, že volná paměť RAM začíná na adrese 20h a nikoliv na 0Ch. Pokud si vzpomínáte, PIC16F84 poskytoval 68 bytů této paměti a přitom nebylo důležité, kterou banku používáte. Tentýž blok paměti (všech 68 bytů) byl namapován do obou bank stejně. Takže na adrese 20h bylo totéž, co na adrese 8Ch a podobně to platilo pro 21h až 4Fh. V případě mikrokontroléru PIC16F877 obsahuje každá banka jiný blok RAM paměti. To je další důvod, proč některé programy nemusí po „přenesení“ fungovat. Ovšem posledních 16 bytů paměti v první bance, tedy 70h až 7Fh je namapováno do všech dalších bank. Díky tomu je možno tyto paměťové oblasti použít například k zálohování některých registrů v okamžiku vyvolání obsluhy přerušení a není třeba se zabývat otázkou aktuálně nastavené banky. Ke správnému pochopení dané



Obr. 1

problematiky doporučuji nahlédnout do tabulky na straně 13 v datasheetu od firmy Microchip.

Co se týká programové flash paměti, ta se může používat stejně jako u PIC16F84. Po vyresetování začíná procesor na adrese 00h a na adresu 04h odskočí v případě volání obsluhy přerušení. Pokud budete psát programy jen do adresy 7FFh (tedy maximálně 2048 slov, což je dvojnásobek rozsahu PIC16F84), zůstává způsob adresace pomocí instrukcí GOTO a CALL stejný. Po překročení této hranice, nastává problém, neboť tyto instrukce nedokáží adresovat více, než právě tento rozsah. Potom už je třeba navíc pracovat s registrem PCLATH. Tím se však budeme zabývat jindy, protože nás to zatím nebude trápit. Diagram rozvržení programové paměti naleznete v datasheetu na straně 11. Je tam znázorněn i zásobník návratových adres, ten se však oproti PIC16F84 nezměnil, stále poskytuje hloubku osmi návratů (při přetečení se vrátí na první položku a při podtečení přejde na tu poslední).

Na první pohled je asi nejpodstatnější změnou nového mikrokontroléru odlišné nastavení konfiguračního slova. Bez této znalosti je součástka prakticky nepoužitelná. Důvody určitě nemusím vysvětlovat. Konfigurační slovo tedy popíši pěkně poctivě, bit po bitu:

**bity 13–12: ochrana programového kódu**  
(00 = 0000h až 1FFFh chráněno, 01 =

1000h až 1FFFh chráněno, 10 = 1F00h až 1FFF chráněno, 11 = žádná ochrana)  
**bit 11:** ladící režim (0 = aktivován, 1 = deaktivován)  
**bit 10:** není využit

**bit 9:** programový zápis do flash paměti (0 = zakázáno, 1 = povoleno)  
**bit 8:** ochrana obsahu eeprom paměti (0 = chráněno, 1 = nechráněno)

**bit 7:** programování bez nutnosti 12V na Vpp (1 = povoleno, 0 = zakázáno)  
**bit 6:** reset při detekci nízkého napájecího napětí (0 = zakázáno, 1 = povoleno)

**bit 5–4:** vyžadován stejný obsah jako u bitů 13 a 12  
**bit 3:** zpožděný start procesoru (0 = povoleno, 1 = zakázáno)  
**bit 2:** Watchdog časovač (0 = deaktivován, 1 = aktivován)

**bit 1–0:** volba oscilátoru (00 = LP, 01 = XT, 10 = HS, 11 = RC)  
 Pro účely miniškoly si zatím vystačíme s nastavením:

```
__CONFIG B'1111100111010'
```

Stejně tak je nakonfigurován i náš (alternativní) zavaděč. Pokud jej budete používat, nemusíte ani direktivu \_\_CONFIG v programu uvádět.

Bohužel je zde ještě jedna „malíčkost“, která dokáže znepríjemnit přechod z PIC16F84. Mikrokontrolér PIC16F877 obsahuje A/D převodník s osmi kanály, z nichž pět obsazuje port A. Po resetu jsou tyto vývody nastaveny právě jako A/D kanály. Chcete-li je používat jako standardně logické, použijte následující zápis:

```
BSF STATUS,RP0
BCF STATUS,RP1
```

Byla nastavena banka 1.

```
MOVLW B'00000110'
MOVWF ADCON1
```

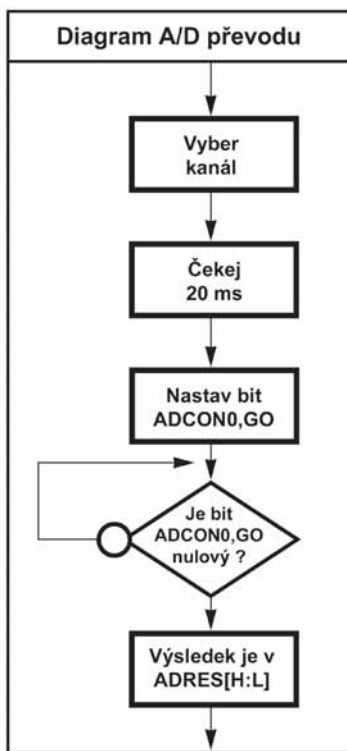
Byl nastaven speciální registr A/D převodníku.

```
BCF STATUS,RP0
```

Nyní byste již měli být připraveni k napsání nějakého vlastního programu pro nový mikrokontrolér, ovšem v rozsahu možností toho starého.

## Používání integrovaného A/D převodníku

Velká část aplikací pro regulaci a monitorování systémů vyžaduje zpracovávat spojité signály. Pokud jste něco takového potřebovaly dělat s PIC16F84, nevyhnutelně jste musely použít nějaký externí obvod zajišťující A/D konverzi. Takový speciální převodník může být docela drahý, nehledě na to, že se tím zesložití celé schéma zapojení. Jak asi víte, PIC16F877 je vybaven vlastním integrovaným A/D převodníkem. I přes integraci do stejného čipu poskytuje vcelku kvalitní převod v 10bitové přesnosti. Fyzicky sice mik-



Obr. 2

rokontrolér obsahuje pouze jediný převodník, ten však může být připojován střídavě až k osmi vývodům. Tím lze nabýt dojem, že je ve skutečnosti osmikanálový. Z obr. 1 (také v datasheetu na straně 1) můžete vyčíst, že A/D vstup se nabízí na pinech 2,3,4,5,7,8,9 a 10, což jsou porty A a E. Podívejme se tedy na to, jak A/D převod u mikrokontroléru PIC probíhá.

Jedná se o převodník typu „sample&hold“, což znamená, že vstupní napětí je nejprve zachyceno interním kondenzátorem a poté je zpracováno. Proto je nutné, aby se kondenzátor pokaždé stačil nabít na aktuální napětí. Doba nabíjení závisí hlavně na impedanci měřeného signálu a teplotě. Pokud není teplota vyšší než 50 stupňů Celsia a impedance nepřesahuje 10 kiloohmů, stačí k nabití 20 mikrosekund. Chipon 2 pracuje na frekvenci 20 MHz, což znamená, že musíme posečkat 100 instrukčních cyklů, abychom dosáhly této prodlevy. Poté můžeme dát pokyn k zahájení převodu. Kondenzátor se samočinně odpojí od vstupu a začíná převod. Časování převodu je řízeno interně, dá se však předem nastavit. Po jeho skončení se automaticky nastaví příznak, případně je vyvoláno přerušení. Převod probíhá samozřejmě na pozadí a neblokuje běh uživatelského programu.

Pojďme si ho tedy vyzkoušet. K tomu potřebujeme znát registry, kterými se nastavuje. První je registr ADCON0, který se nachází v bance 0. Bity 7 a 6 (viz. datasheet – strana 111) nastavují časo-

vání převodu. Tady bych se rád pozastavil. Převod totiž probíhá ve dvanácti časových cyklech. Každý cyklus musí trvat alespoň 1,6 mikrosekund. Pokud jsou bity 7,6 nastaveny jako 00 potom bude cyklus trvat dvě periody systémového oscilátoru. Při nastavení na 01 probíhá cyklus v osmi periodách a pro 10 je to už 32 period. To je ideální nastavení pro Chipon 2 (32/20 MHz = 1,6 μs). Pokud jsou oba bity nastaveny na 1, pak je časování řízeno speciálním interním RC oscilátorem a nezávisí na použitém systémovém kmitočtu. Bity 5,4,3 určují, který z osmi vývodů je právě připojen k převodníku. Bit 2 spouští převod a zároveň indikuje jeho průběh. Bit 1 není použit a Bit 0 vypíná a zapíná napájení převodníku. Druhým konfiguračním registrem je ADCON1. Ten se nachází v bance 1. Bit 7 určuje, jak bude naloženo s 10bitovým výstupem převodu. Výsledná hodnota se totiž ukládá do registrů ADRESH a ADRESL (každý opět v jiné bance), což je celkem 16bitová oblast, a právě bit 7 rozhoduje o tom, zda se oněch 10 bitů převodu uloží doleva, nebo doprava v této oblasti (poznámka: ADRES je zkratka výrazu A/D Result, což je česky výsledek A/D převodu, nemá tedy nic společného s adresou). Pro upřesnění se podívejte v datasheetu na stranu 116, kde je názorný obrázek (figure 11-4). Bity 6,5,4 nejsou použity a čtveřice Bitů 3,2,1,0 určuje, které vývody mikrokontroléru se budou používat jako A/D vstupy a které budou pracovat v základním logickém režimu. Počet konfigurační je striktně omezen a je třeba nahlédnout do tabulky na straně 112. Některé konfigurace dovolují použít jiné referenční napětí, než je napájecí. Vývody RA2 a RA3 pak mohou sloužit jako vstupní reference pro spodní a horní mez napětí, čímž lze rozsah převodníku soustředit do malého intervalu. Bohužel tím vzroste relativní chyba, což je hlavním omezením tohoto triku.

Nyní můžeme přikročit k napsání ukázkového programového kódu. Nejprve nastavíme převodník:

```
MOVLW B'10000001'
MOVWF ADCON0
MOVLW B'10000100'
BSF STATUS,RP0
MOVWF ADCON1
BCF STATUS,RP0
```

Tím jsem stanovil, že časování převodu bude vhodné pro frekvenci 20 MHz, používat se budou vstupy RA0,RA1,RA3 a výsledek převodu bude ukládán doprava, tedy zaplní se ADRESL a nejvyšší dva bity se uloží do ADRESH. Nyní vytvořím univerzální podprogram AD\_PREV, který na základě



obsahu pracovního registru W (hodnota 0 až 7) vybere kanál a provede na něm A/D převod. Jeho diagram je na obr. 2. Předpokládá se, že jsou předem nastaveny registry ADCON0 a ADCON1. V případě výše uvedeného nastavení těchto registrů budou použitelné pouze kanály 0,1 a 3. Podívejme se tedy na programový kód:

```
AD_PREV BCF    STATUS,RP0
        BCF    STATUS,RP1
```

Nastavil jsem banku 0.

```
MOVWF  AD_TEMP
SWAPF  AD_TEMP,F
RRF    AD_TEMP,W
ANDLW  B'00111000'
```

Uložil jsem W do AD\_TEMP a provedl pouhý posun o tři bity doleva, výstup skončil ve W.

```
BCF    ADCON0,5
BCF    ADCON0,4
BCF    ADCON0,3
```

Bits, které definují aktuální kanál byly vynulovány.

```
IORWF  ADCON0,F
```

Pomocí W byl nastaven žádoucí A/D kanál.

```
MOVLW  33
MOVWF  AD_TEMP
DECFSZ AD_TEMP,F
GOTO   $-1
```

Uplýnula prodleva alespoň 20 mikrosekund (tedy 100 cyklů).

```
BSF    ADCON0,GO
```

Zahájil jsem A/D převod.

```
BTFSC  ADCON0,GO
GOTO   $-1
```

Čekám na konec převodu (až se bit GO automaticky vynuluje).

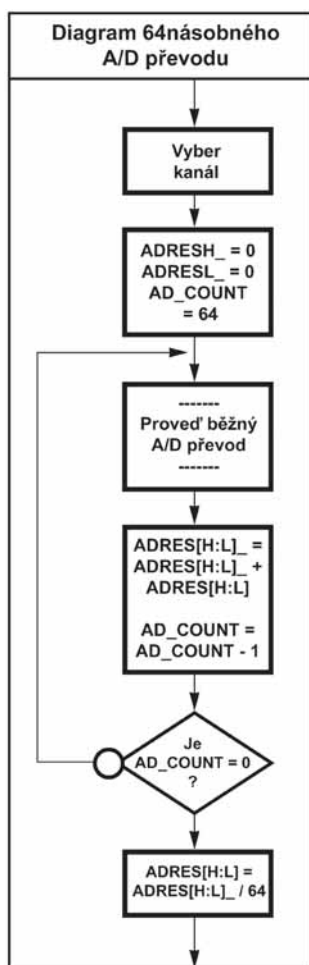
```
RETURN
```

Procedura skončila, výsledek je uložen v registrech ADRESH a ADRESL.

Tento podprogram trvá asi 40 mikrosekund, což je dáno časovou potřebou samotného převodníku. Fyzicky je tedy možno získat přibližně 25 tisíc vzorků za sekundu. Pokud se budete snažit násilně zvýšit rychlost převodu, odrazí se to na špatné kvalitě výsledku.

### Jak vylepšit kvalitu A/D převodu

Pokud budete používat A/D převod v předchozí podobě, získáte sice maximální rychlost, ale nikoliv přesnost. Vzpomeňte si na měření teploty pomocí externího digitálního čidla, se kterým Vás seznamoval pan Hron. Určitě tedy víte, že nejjednodušší způsob, jak zpřesnit měření, je jeho opakování. Proto je dobré provést A/D převod třeba stokrát a každý výsledek přičíst do celkové sumy. Nakonec tuto sumu podělíme číslem 100 a získáme tak aritmetický průměr všech měření. Doba A/D převodu se tak značně prodlouží,



Obr. 3

avšak kvalita rapidně vzroste i v případě značného rušení. Přitom lze dosáhnout asi 250 vzorků za sekundu, což pro většinu měření postačí.

Většinou je stonásobné přesamplování zbytečné, navíc je výhodnější používat mocniny dvojky (2, 4, 8, 16, 32, 64,...). V takových případech se dělení stavá pouhým bitovým posunem (instrukce RRF a RLF). Pokud chceme provádět 64násobné měření, může měřící procedura vypadat takto (diagram je na obr. 3):

```
N_PREV BCF    STATUS,RP0
        BCF    STATUS,RP1
        MOVWF  AD_TEMP
        SWAPF  AD_TEMP,F
        RRF    AD_TEMP,W
        ANDLW  B'00111000'
        BCF    ADCON0,5
        BCF    ADCON0,4
        BCF    ADCON0,3
        IORWF  ADCON0,F
```

Toto se zatím nezměnilo.

```
CLRF  ADRESL_
CLRF  ADRESH_
```

Připravil jsem prázdnou sumu.

```
MOVLW  64
MOVWF  AD_COUNT
```

Bude provedeno 64 měření (A/D převodů).

```
N_LOOP MOVLW  34
        MOVWF  AD_TEMP
        DECFSZ AD_TEMP,F
        GOTO   $-1
        BSF    ADCON0,GO
        BTFSC  ADCON0,GO
        GOTO   $-1
```

Proběhlo jedno měření (převod).

```
BSF    STATUS,RP0
MOVWF  ADRESL,W
BCF    STATUS,RP0
ADDWF  ADRESL_,F
BTFSC  STATUS,C
INCF   ADRESH_,F
MOVWF  ADRESH,W
ADDWF  ADRESH_,F
```

Výsledek byl přičten do sumy.

```
DECFSZ AD_COUNT,F
GOTO   N_LOOP
```

Opakování měření (převodu).

```
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
RRF    ADRESL_,F
RRF    ADRESH_,F
```

Proběhlo dělení pomocí šestinásobného bitového posunu a zkopírování do standardních registrů ADRESH a ADRESL.

Touto procedurou lze nahradit předchozí AD\_PREV, s tím omezením, že nelze použít režim ukládání výsledku „doleva“ (viz. ADCON1 - bit 7).

### 12bitový převodník z 10bitového? Je to vůbec možné?

Možná si myslíte, že pokud máte 10-bitový převodník, nemůžete dosáhnout vyššího rozlišení než 1024 úrovně ( $2^{10}$ ). To by byla pravda, pokud byste měli takzvaně ideální převodník a čistý vstupní signál. Převodníky jsou však zpravidla bývají zpravidla zatíženy chybou, která bývá rovna 1/2 LSB (polovina nejnižšího bitu). To znamená, že pokud jsou jednotlivé prahy převodníku vzdáleny 1 mV, potom je chyba převodu +/-0,5 mV. A právě toho lze docela dobře využít.

Představme si převodník, který má vrátit hodnotu 0 při vstupním napětí

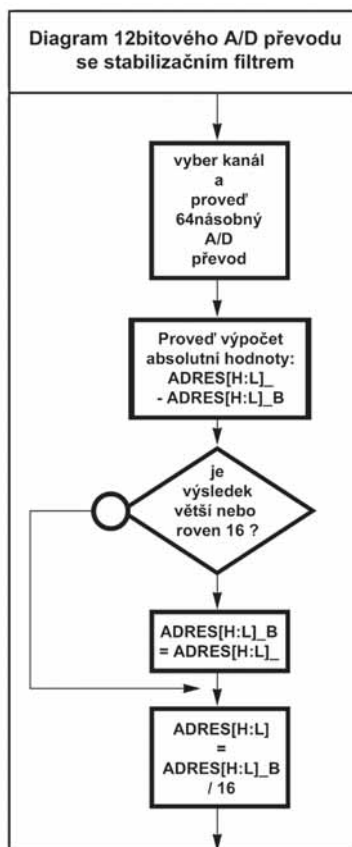
0mV, 1 při 1mV, 2 při 2mV a tak dále. Zamysleme se nad tím, co se stane, pokud bude vstupní napětí 1,75mV. Ideální převodník by vždy vrátil hodnotu 2, neboť je to nejbližší úroveň. Reálný převodník s chybou 1/2 LSB může místo toho vrátit 1 nebo 2. Poměr mezi počtem jedniček a dvojek je otázkou pravděpodobnosti a dá se očekávat, že častěji se objeví dvojka (ta je blíže k hodnotě 1,75). Pokud by se chyba převodníku pohybovala rovnoměrně a pouze na intervalu  $-0,5\text{ mV}$  až  $+0,5\text{ mV}$ , potom by byl poměr dvojek a jedniček přímo úměrný vstupnímu napětí mezi 1mV a 2mV, což by nám umožňovalo dále zpřesňovat měření. Předpokládejme tedy, že tomu tak skutečně je a dejme si za úkol, že chceme dosáhnout A/D převodu s 12bitovou přesností. V podstatě téměř není co řešit. Aritmetický průměr udělá veškerou práci za nás. Nepatrně změníme proceduru N\_PREV tak, že na konci neprovedeme dělení číslem 64, nýbrž číslem 16, čímž „zachráníme“ dva bity s upřesňující informací. To je velmi jednoduché, že! Závěr procedury proto může vypadat takto:

```
RRF    ADRESH,_F
RRF    ADRESL,_F
RRF    ADRESH,_F
RRF    ADRESL,_F
RRF    ADRESH,_F
RRF    ADRESL,_F
RRF    ADRESH,_F
RRF    ADRESL,_F
ANDLW  B'00001111'
MOVWF  ADRESH
RRF    ADRESL,_W
BSF    STATUS,RP0
MOVWF  ADRESL
BCF    STATUS,RP0
```

V ADRESH a ADRESL je nyní uložena „pocitivá“ 12bitová hodnota, která je v rozsahu 0 až 4095. Důvody, proč můžeme tento trik použít, vycházejí z teorie pravděpodobnosti a jsou nad rámec tohoto článku. Důležitý je však předpoklad malého rovnoměrného šumu (je vskutku ironií osudu, že právě chyby nám umožňují zvýšit přesnost). V praxi máme určitý šum zaručen, ale nemáme již zaručenu jeho rovnoměrnost. Díky tomu sice získáme větší počet prahů převodu, avšak nově získané prahy nebudou ekvidistantní a převod tedy lokálně (na malých úsecích) ztratí vlastnost, které se odborně říká linearita. Přesto se tento trik s oblibou používá v řadě komerčních výrobků a uživatel o tom nemá ani ponětí. Pokud tedy někdy uslyšíte například o 24bitovém převodníku je to nejspíše podobný „podvod“.

### Stabilizační filtr – konec kmitajících hodnot

Při procesech, jako je digitalizace, se můžeme snadno setkat s prahovým za-



Obr. 4

kmitáváním. Mám tím na mysli jev, kdy vstupní analogová hodnota balancuje přesně mezi dvěma úrovněmi převodníku a o tom, do které úrovně spadne, rozhodují i ty nejslabší vlivy a poruchy signálu. Tomuto jevu můžeme zabránit, pokud zavedeme vhodnou formu hystereze.

Vraťme se k předchozímu podprogramu s 12bitovým A/D převodem. Celková suma (ADRESH\_ a ADRESL\_) je 16bitová a 12 nejvyšších bitů je použito pro výstup. Nyní však budeme pracovat s celou 16bitovou hodnotou a budeme ji porovnávat se sumou, která byla vytvořena během předchozího volání této procedury. Myšlenka bude taková, že pokud je tento rozdíl pod rozlišovací schopností 12bitového převodníku, potom jej zanedbáme. Jinak řečeno, spočítáme absolutní hodnotu rozdílu minulé a aktuální sumy, a pokud je tento rozdíl menší než 16, potom ponecháme starou sumu a novou zapomeneme. V opačném případě bude aktuální suma přetrvávat do příštího volání místo té staré. Ukážeme si školní příklad: stará suma 0 má hodnotu 100 a nová suma 1 má hodnotu 105. Jejich rozdíl je 5, což je méně než 16 a sumu 1 tedy přepíšeme zpátky na 100. Výsledkem je hodnota 100. Následuje další volání procedury a výpočet sumy 2. Ta je rovna například číslu 80. Rozdíl mezi su-

mami 1 a 2 je tedy větší než 16, proto můžeme sumu 2 považovat za významnou novou hodnotu a obsah sumy 1 v klidu zapomeneme. Tentokrát je výsledkem hodnota 80.

Jak bude vypadat skutečné provedení filtru si ukážeme zde (diagram je na obr. 4):

```
MOVF   ADRESL,_W
MOVWF  ADRESL_A
MOVF   ADRESH,_W
MOVWF  ADRESH_A
```

Proběhla duplikace nové sumy do ADRESH\_A a ADRESL\_A.

```
MOVF   ADRESL_B,W
SUBWF  ADRESL_A,F
MOVF   ADRESH_B,W
BTFSS  STATUS,C
INCF   ADRESH_B,W
SUBWF  ADRESH_A,F
```

Staré suma (ADRESH\_B a ADRESL\_B) byla odečtena od kopie nové sumy.

```
BTFSC  STATUS,C
GOTO   SKOK_00
MOVF   ADRESH_A,W
XORLW  255
MOVWF  ADRESH_A
MOVF   ADRESL_A,W
XORLW  255
MOVWF  ADRESL_A
INCF   ADRESL_A,F
BTFSC  STATUS,Z
INCF   ADRESH_A,F
```

Pokud byl výsledek záporný, pak musel být převeden na kladný.

```
SKOK_00 MOVF   ADRESH_A,F
BTFSS  STATUS,Z
GOTO   SKOK_01
MOVF   ADRESL_A,W
ANDLW  B'11110000'
BTFSC  STATUS,Z
GOTO   SKOK_02
```

Pokud je výsledek menší než 16, potom následuje skok na návěští SKOK\_02 a bude použita stará suma. V opačném případě bude stará suma nahrazena novou (viz. návěští SKOK\_01) a přes návěští SKOK\_02 se projde taktéž. Zbytek kódu již nepotřebuje komentář.

```
SKOK_01 MOVF   ADRESL,_W
MOVWF  ADRESL_B
MOVF   ADRESH,_W
MOVWF  ADRESH_B
SKOK_02 RRF    ADRESH_B,W
MOVWF  ADRESH_
RRF    ADRESL_B,W
MOVWF  ADRESL_
RRF    ADRESH,_F
RRF    ADRESL,_F
RRF    ADRESH,_F
RRF    ADRESL,_F
RRF    ADRESH,_W
ANDLW  B'00001111'
MOVWF  ADRESH
RRF    ADRESL,_W
```

BSF STATUS,RP0  
MOVWF ADRESL  
BCF STATUS,RP0

Takto získáme výstup, který je imunní vůči velmi malým vstupním poruchám i na prázdných převodech. Nesmíme ovšem zapomenout, že získaná hodnota je závislá na hodnotě z minulého volání podprogramu. Proto nelze týž podprogram s filtrem používat pro současné vzorkování ze dvou nebo více kanálů.

### „A/D“ pokusy s CHIPONEM 2

V dnešní příloze na WWW stránkách Rádía Plus naleznete dva programy (asm), které demonstrují práci s integrovaným A/D převodníkem. Je zde použit výstup na displej, tudíž kód obsahuje také obsluhu displeje a převod čtyřmístného čísla do dekadického formátu. Obsluha displeje je navíc napsána tak, aby vyhovovala libovolnému přiřazení pinů mikrokontroléru a byla tudíž snadno přenositelná. To je také důvod, proč je trochu delší, než je obvyklé. Konkrétně ve svých ukázkových programech předpokládám, že je displej připojen na doporučený konektor dle popisu v minulém dílu Miniškoly.

Oba programy dělají v podstatě totéž. Na displeji zobrazují tři čísla, což jsou výsledky A/D převodu na kanálech, ke kterým mohou být připojeny potenciometry P2, P3 a P4. K tomu stačí nakonfigurovat jumper J3 následovně: (1,2), (3,4) a (5,6). Oba programy se liší jen ve výběru použitých algoritmů převodu a volbě kanálů. Programek PROG0101.ASM zobrazuje (zleva doprava) stav potenciometru P2 při jednoduchém samplování, stav P3 s použitím 64násobného samplování (pouze aritmetický průměr) a stav P4 v 12-bitové přesnosti a s použitím stabilizačního filtru. Druhý programek (PROG0102.ASM) zobrazuje pouze stav P2, ale ve třech provedeních: v jednoduchém, v 12-bitovém (bez stabilizace) a 13bitovém se stabilizací. Nutno však přiznat, že 13bitový převod je ve spojení s pouze 64násobným samplováním na hranici použitelnosti. Pokud si ale naprogramujete například 128násobné samplování, měl by být 13bitový převod stejně stabilní jako nynější 12bitový.

Pokud se Vám stane to, že i 12bitový stabilizovaný převod kmitá, je dosti pravděpodobné, že nemáte kvalitní zdroj na-

pájení. Potom je chyba převodníku značně vyšší než 1/2 LSb a stabilizační filtr ji nedokáže pohltit.

Pokud začnete různě experimentovat s programem a používat stabilizaci, je třeba si uvědomit, že nelze na dva různé kanály použít stabilizovaný převod v této podobě. Je to proto, že se používá vždy stejná dvojice ADRESH\_B a ADRESL\_B, a tu by si kanály navzájem přepisovaly. Předpokládám, že s tím si už poradíte sami (například duplikací podprogramu).

Doufám, že jsem Vás dostatečně inspiroval k tvorbě vlastních zajímavých programů. Pro příští lekci připravuji drobné povídání o tom, proč používat vývojové prostředí MPLab nové řady 6.XX, místo 5.XX. K tomu Vám povím něco o efektivním psaní rozsáhlejších programů a aby toho nebylo málo, naučíte se pracovat s asynchronním sériovým portem, díky čemuž budete schopni komunikovat se svým osobním počítačem.

Pokud máte k Miniškole zajímavé připomínky a náměty, kontaktujte mne prosím na adrese: VONASEK@KM1.FJFI.CVUT.CZ

## NF zesilovače - 3.



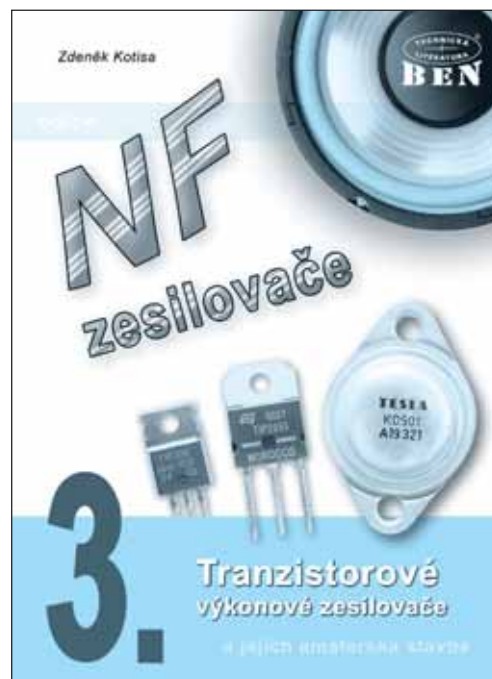
### Tranzistorové výkonové zesilovače

Ve třetím díle publikace o nízkofrekvenčních zesilovačích jsme se dostali k popisu konstrukce klasických tranzistorových zesilovačů. Vlastnímu popisu konkrétních projektů bude předcházet několik odstavců nezbytné teorie a teoretických úvah.

Stavba klasického zesilovače je poněkud obtížnější a finančně náročnější než tomu bylo u integrovaných zesilovačů. A to i z toho důvodu, že zde dosahujeme vyšších výstupních výkonů s použitím klasických diskretních součástek.

Kniha obsahuje stavební návody na zesilovače s klasickými bipolárními tranzistory s výstupními výkony 20 W, 40 W, 150 W a dále s tranzistory MOSFET s výstupními výkony 60 W, 70 W a 350 W.

rozsah: 96 stran A5  
autor: Zdeněk Kotisa  
vydal: BEN – technická literatura  
datum vydání: červen 2003  
ISBN: 80-7300-065-2  
EAN: 9788073000653  
objednávací číslo: 121111  
MC: 149 Kč



# Využitie PC v praxi elektronika

43.

"Internetový telefón" pre radioamatérov

Jaroslav Huba, elektronika@host.sk

## Úvod

V minulom čísle sme si ukázali, ako je možné používať počítač na „telefonovanie“, odborné nazývané aj VoIP (Voice over IP) s pomocou programu Skype. Tento spôsob zatiaľ umožňuje bezplatný prenos hlasu cez internet len s počítača do počítača. Ostatné spôsoby (prenos z PC do telefónu a naopak) už patria medzi spoplatňované služby.

Dnes si povieme o podobnom systéme, ktorý však ide ešte ďalej za hranice internetu – program pre komunikovanie medzi rádioamatérmi a ich vysielačkami prostredníctvom internetu. Označenie internetový telefón som dal do úvodzoviek oprávnené, pretože je to komplexný systém, ktorý nie je určený len na vedenie rozhovorov cez internet, ale je prispôbený potrebám a požiadavkám rádioamatérov.



Obr. 1 – ALL MODE INTERFACE amiboxweb

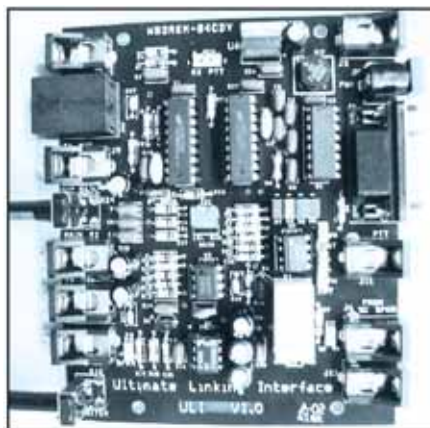
## O programe Echolink

Software Echolink ([www.echolink.org](http://www.echolink.org)) umožňuje licencovaným amatérskym rádio stanicami navzájom komunikovať prostredníctvom internetu s využitím technológie VoIP. Keďže je prenos uskutočňovaný cez internet, môžeme sa dorozumieť s celým svetom nasledovnými spôsobmi:

- stanica – stanica
- computer – computer
- stanica – computer (a naopak)

Momentálne tento systém využíva už približne 130 tisíc registrovaných užívateľov vo vyše 147 krajinách na celom svete!

Výhodou tohto systému je najmä fakt, že je poskytovaný rádioamatérom zadarmo, je možné ho využívať nielen zo stacionárnych ale aj z mobilných zariadení a že umožňuje vykonávať spojenia do



Obr. 2 – Špeciálne komerčne vyrábané rozhranie ULI využívajú systémy ako ILink, EchoLink, eQSO, a digitálne uzly ako RTTY, PSK31

takých krajín, kde to inak nie je technicky možné. Pre bežnú komunikáciu PC-PC navyše poskytuje systém bezplatného telefonovania medzi priateľmi (nielen do cudziny) vo vynikajúcej kvalite.

Prepojenie s počítačom umožňuje aj ďalšie zdokonalené funkcie, ako je záznam každého spojenia do audio súboru ukladaného na hardisk počítača, automatické vedenie evidencie spojení a pod.

## Využitie VoIP pre diaľkové spojenia

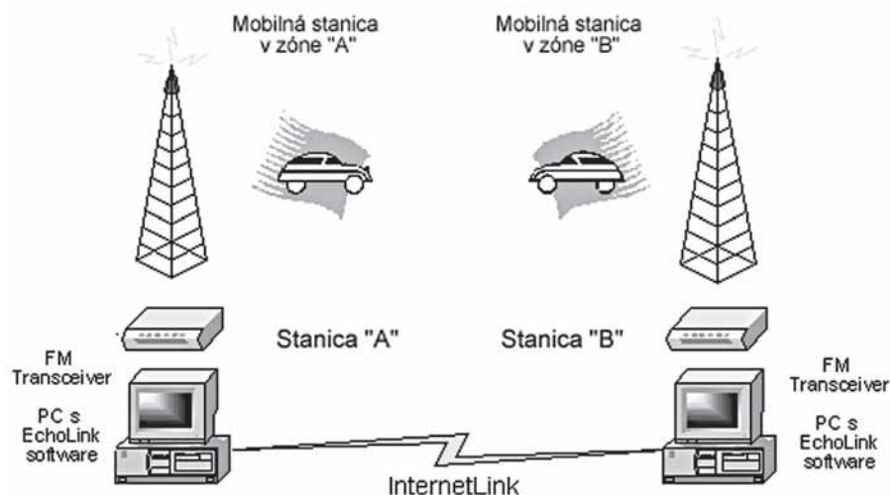
Prenos hlasu cez internet (VoIP) nie je ničím novým a táto technológia je používaná už niekoľko rokov. Nové je využívanie tejto technológie rádioamatérmi pre diaľkové spojenia.

Namiesto obtiažnych spojení na veľké vzdialenosti cez odrazy v ionosfére čoraz viac amatérov začína využívať Internet. V kombinácii s VHF alebo UHF FM transceivermi dosahujú spojenia na vzdialenosti rádovo stovky a tisíce kilometrov.

Existuje viacero spôsobov využitia VoIP pre amatérske účely. Napríklad prepojenie dvoch vzdialených prevádzáčov pre vzájomnú komunikáciu. Iné aplikácie (tiež nazývané simplex linking) umožňujú jednému alebo viacerým užívateľom s prenosnými alebo mobilnými zariadeniami komunikovať so „základňovou“ stanicou (alebo uzlom). spojovacím elementom všetkých týchto rádioamatérskych trás VoIP je využívanie Internetu na prenos medzi stanicami.

Význam používania VoIP pre rádioamatérov má viacero rovín. Rádioamatéri môžu skúšať urobiť DX spojenia cez Internet mimo reálneho dosahu svojich FM transceiverov. Cez internet s pomo-

## Ukážka spojenia



Obr. 3 – Názorná ukážka možného spojenia zo systémom Echolink



Obr. 4 – Na Slovensku je len jeden prestupový bod v Nových Zámkoch

cou programu si môžu vymieňať skúsenosti a komunikovať s kolegami, aj keď nemajú v danom momente prístup k vysielateľke.

Ak sa chcete dozvedieť bližšie podrobnosti okolo možností a pravidiel využívania VoIP, skúste si pozrieť manuál v pdf formáte na adrese <http://www.arl.org/qst/2003/02/VoIP.pdf>. Veľmi dobrý článok o využívaní VoIP nájdete v elektronickej podobe na adrese <http://www.radioama-ter.cz/cisla/pdf/2003-3.pdf>

### Pohľad do programu Echolink

Po zaregistrovaní je možné si program bezplatne stiahnuť z internetu. Registrácia znamená, že užívateľ musí vlastniť riadnu rádioamatérsku licenciu a mať pridelenú volaciu značku. Proces registrácie spočíva v overení (autorizovaní) vlastnej osoby buď prostredníctvom faxovania koncesionárskej listiny na telefónne číslo EchoLinku alebo použitím digitálneho certifikátu.

Po spustení programu a prihlásení sa do systému uvidíme v ľavej časti stromovú štruktúru podobnú adresárovej štruktúre Windows. Je členená abecedne podľa lokalizácie staníc. Po kliknutí na príslušnú vetvu sa nám rozbalí daná krajina a v pravej časti uvidíme aktuálny zoznam staníc, ktoré sú online. tento zoznam je možné triediť podľa rôznych kritérií a tak ľahšie vyhledáme potrebné údaje.

Taktiež si môžeme nastaviť, aby nás program automaticky upozornil, keď sa zmení stav tej-ktorej stanice. Každá stanica alebo operátor má pridelené jedinečné číslo s pomocou ktorého ho mô-

žete kontaktovať, alebo vyhledávať. Pokiaľ poznáte princíp činnosti IM programov Windows ako je MSN Messenger, alebo ICQ, je to podobný princíp informovania o stave online.

### Spojenie transceivera a PC

Výhodou programu EchoLink je že nevyžaduje špeciálne hardware. Všetky funkcie časovania DTMF dekódovania zaisťuje software EchoLink. To znamená že môžete používať program s rádiom s využitím bežného rozhrania zvukovej karty (RIGBlaster, MFJ, TigerTronic a ďalších). Interface a počítač prepojíme cez sériový port a zvukovú kartu. Môžeme použiť aj špeciálne komerčne vyrábané rozhrania ako AMI (All Mode Interface) od WB2REM alebo ULI (Ultimate Linking Interface) <http://www.iinkboards.com/> a VA3TO <http://www.teepeecomm.com/iink/>, alebo multifunkčné digitálne rozhranie ako je RIGblaster <http://www.westmountainradio.com/>. Samozrejme je možné postaviť si na základe dostupných návodov aj vlastné zariadenie. Návodom môže byť napríklad schéma zapojenia interface od VA3TO, ktorú nájdeme na adrese <http://home.co-geco.ca/~hduff/V21scheme.pdf>. Ide o zariadenie ovládané PIC mikrokontrolérom 16F84. K nemu je dostupný aj rozpis súčiastok a tiež osadenie dosky plošných spojov. Samotný obrazec dosky plošných spojov a samozrejme aj riadiaci program už autor z komerčných dôvodov neposkytol. Pri usilovnejšom hľadaní na internete však určite nájdete viacero kvalitných návodov na stavbu vlastného rozhrania.

Pre spojenie do internetu je možné využívať rôzne druhy pripojenia od mo-

demového dialup až po rýchly internet. Jemné užívateľské nastavenia programu umožňujú využívať pre tento účel aj pomalšie pripojenia a staršie počítače. Podrobný popis dosiek pre VoIP vyrábaných firmou West Mountain Radio nájdete v ich reklamnom materiály <http://www.westmountainradio.com/ppt/WMR.ppt>

### Nastavenie a funkcie programu

Pokiaľ vám to rýchlosť vášho pripojenia do internetu umožňuje, EchoLink dovoľuje spojenie až 100 rôznych staníc s vami. Táto funkcia je výhodná najmä pri použití programu v tzv. Sysop režime. V tomto režime je možné využiť aj dialkovú správu programu cez webové rozhranie. Rozšírené príkazy využívajúce DTMF umožňujú stanicami vyhledávať alebo vykonávať spojenia na základe volacích značiek alebo podľa stavu ľubovolnej stanice, ktorá je volaná. Program má tiež zabudovaný web server pre dialkové ovládanie EchoLinku z ľubovolného web prehliadača cez internet.

Plávajúce okno nás informuje o okamžitom stave spojení. Dozvieme sa v ňom koľko staníc je v danom okamihu v systéme, pričom si môžeme detailne prezrieť údaje každého spojenia. Program má v sebe taktiež zabudované prvky zabezpečenia, ktoré umožňujú napr. obmedziť prístup do určitej krajiny.

### Prestupové uzly

Dôležitým bodom v celom systéme sú prestupové uzly, ktoré zabezpečujú komunikovanie medzi svetom rádioamatérov a internetom. Tieto uzly sú budované zväčša na dobrovoľnej báze a vzhľadom na nelichotivú ekonomickú situáciu u nás je ich veľmi málo, na mape <http://www.echolinkmap.org/slovakia/slovakia.htm> je uvádzaný len jeden a to v Nových Zámkoch. Je to škoda, pretože to bráni lepšiemu využívaniu tejto služby na našom území. Naši rádioamatéri môžu využívať intenzívnejšie spojenie smerom von do vyspelejšieho sveta, smerom dovnútra krajiny je táto možnosť obmedzená. Zoznam aktívnych serverov systému EchoLink nájdete napr.: <http://home.insightbb.com/~n9tyt/> Z našich je tam



Obr. 5 – Plávajúce okno s informáciami o stave spojení

uvedený len jeden uzol \*SLOVAKIA\*, N. Zamky, číslo uzla 156725, ale ani inde v okolí to nie je zatiaľ veľká sláva (OK-TALK\*, Prague, Czech Republ, číslo uzla 88891).

### Záverom

Systémov na prenos hlasu cez internet pre účely rádioamatérskeho spojenia je viacero. Okrem už zmieneného EchoLinku, ktorý niekedy v roku 2002 vyvinul Jonathan Taylor, K1RFD je tu ešte systém iLink, ktorý sme tiež spomínali. Ide o dielo Graema Barnes, M0CSH, je podobný EchoLinku ale požaduje špecializovaný interface. Iného zamerala je eQSO, [www.eqso.net](http://www.eqso.net) čo je celosvetová amatérska rádiová sieť, ktorá sa

môže využívať z PC alebo prostredníctvom rádiového spoja. Okrem týchto existuje napr. aj IRLP (projekt internetového rádiového prepojenia) – jedná sa o VoIP siete, do ktorých sa dá preniknúť len rádiom. Tvorcami tohto systému sú David Cameron, VE7LTD a Michal Illingby, VE7FTD, ktorí vybudovali prvé dva ILRP uzly a prepojili Vancouver a Veron v Britskej Kolumbii. WIRES-II je rozširujúci systém internetových prevádzáčov širokého pokrytia, VoIP sieť vytvorená firmou YAESU sa funkčne podobá ILRP.

Mnohí rádioamatéri si kladú otázku, či sa ešte vôbec jedná o amatérske vysielanie. Faktom však zostáva, že napriek určitej nostalgii za „starými dobrými čas-

mi“ sa doba zmenila. Informačné technológie obopínajú celý svet a komunikovanie na našej zemeguli navzájom nebolo nikdy jednoduchšie. Otázne je, či si ľudia napriek týmto skvelým technológiám ešte stále vedia nájsť čas a cestu k spoznávaniu a pochopeniu sa navzájom? Ale to je už filozofická otázka, na ktorú odpoveď asi v technickom časopise nenájdeme.

### Literatura:

- (1) Radioamatérské souvislosti, Steve Ford. preklad. Václav Kohn, Rádioamatér 3/2003
- (2) [www.echolink.org](http://www.echolink.org)
- (3) <http://www.arrl.org/qst/2003/02/VoIP.pdf>

# Soutěž Rádio plus KTE 6/2004

Minulý měsíc jsme Vám dali druhou šanci na otázku z čísla 4/2004. Jako první se správnou odpovědí nám napsal pan Otto Gassler. Výherci blahopřejeme k výhře. V červnové soutěži dáme trochu jednodušší otázku.

V letošním katalogu GM Electronic lze jako novinku nalézt elektolytické kondenzátory označené jako LOS ESR. Vysvětlete význam tohoto značení.

Správné odpovědi můžete zasílat na emailovou adresu [redakce@radioplus.cz](mailto:redakce@radioplus.cz) s předmětem „Soutez“ a to nejpozději do 14. 6. 2004. Výhrou je tentokrát publikace z nakladatelství BEN.

## Sériová komunikace ve WIN 32

Cílem této publikace je seznámit čtenáře s možným postupem programování obsluhy sériového portu a datového telefonního modemu s využitím API služeb jádra operačního systému Microsoft Windows. Kniha je určena především pro programátory, kteří již mají s programováním ve Windows zkušenosti a v knize je popsána pouze konstrukce API ve Win32 (Windows 95/98/ME/NT) s ukázkou jednoho z mnoha možných postupů, jak procedury a služby API pro obsluhu sériového zařízení využít. U příkladu je použit programovací jazyk C, ale názvy obslužných procedur i ostatní struktury API jsou i pro jiné programovací jazyky shodné.

Kniha je rozdělena do dvou samostatných na sebe navazujících bloků. V prvním bloku je popsána obsluha sériového portu ve WinAPI a v druhém bloku je popsána obsluha datového telefonního modemu v prostředí TAPI ver.1.4, která na obsluhu sériového portu navazuje.

Každý z těchto bloků obsahuje v první části popis konstrukce komunikačního interface API. Následuje detailní popis obslužných procedur API použitých v ukázkovém příkladu. Dále jsou uvedeny okomentované a detailním popisem opatřené výpisy procedur pro obsluhu sériového zařízení, eventuálně popis procedury pro vyhledání nainstalovaných zařízení v registru Windows. V závěrečné části je uveden kompletní výpis programu ukázkového příkladu.

Na závěr je nutné podotknout, že kniha není vyčerpávajícím manuálem operačního systému Windows, ale pouze ukazuje jednu z možných cest jak pracovat s hardwarovými perifériemi sériové komunikace v prostředí Win32.

rozsah 128 stran B5  
 autor Vacek Václav  
 vazba brožovaná V2  
 vydal BEN - technická literatura  
 vydání 1.  
 vydáno 31.5.2003  
 ISBN 80-7300-086-5  
 EAN 9788073000868  
 obj. číslo 111943 - Skladem  
 cena 199,00 Kč (včetně 5 % DPH)

