

# Rádio plus

# KTE

Konstrukce ♦ Technika ♦ Elektronika

2001  
ročník IX  
cena 25 Kč  
předplatné 20 Kč

# 6

**Uvnitř čísla:**  
**Dálková ovládání III**  
**Síťový regulátor výkonu**  
**Indikátor nočního proudu**

## Univerzální zařízení s PIC 16F84 – Chipon



## Obsah

## Konstrukce

Dálková ovládání – přijímače (č. 512, 513) .....	str. 5
Univerzální zapojení s PIC 16F84 – Chipon 1 (č. 518 – soutěž) .....	str. 9
Indikátor nočního proudu (č. 517) .....	str. 14
Jednoduchý síťový regulátor nejen pro vrtačku (č. 519) .....	str. 16
Antény zesilovač (soutěž) .....	str. 19

## Vybrali jsme pro vás

Zajímavé IO v katalogu GM Electronic: 24. Paralelní regulátor napětí TL431 .....	str. 22
IrAMP – ovládání PC dálkovým ovladačem ....	str. 27

## Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 52. část ....	str. 28
---	---------

## Představujeme

Cygnal: Intel 80C52 v novém kabátě .....	str. 30
Microchip: mikroprocesory PIC 16F7x, operační zesilovače MCP61x, stabilizátory/měniče napětí TC124024 a CD – knihovna 2001 .....	str. 36
Medeva: mikropáječka MICRO 30 .....	str. 38

## Teorie

Využití PC a Internetu, 7. část .....	str. 32
DSP – Digital Signal Processing .....	str. 34

## Zajímavosti a novinky

Snižovací impulzní regulátor s účinností 95 %; inteligentní monitor stavu napětí baterie; nábojová pumpa v pouzdře MSOP-8 .....	str. 4
Rychlé fotodiody PIN; budič laserových diod; napěťový regulátor; IO pro nabíjení článků Li-ion a Li-polymer; bočníky pro velké proudy .....	str. 18

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

## Vážení čtenáři,

na titulní stranu červnového čísla jsme tentokrát vybrali univerzální zařízení s PIC 16F84 – Chipon a věříme, že zaujme nejen studenty, k nimž je logicky směřován především, pochopitelně s vědomím, že poslední měsíc školního roku uběhne jako voda a budou zde opět prázdniny. Také další stavebnice, věříme, naleznou své příznivce, ať už to budou přijímače dálkových ovládání, indikátor nočního proudu nebo jednoduchý síťový regulátor nejen pro vrtačky.

Naše vývojová dílna pro Vás ovšem již nyní připravuje řadu nových stavebnic: již v příštím čísle uveřejníme dvě stavebnice pro hudebníky a milovníky poslechu kvalitní hudby – zvukový spínač a směšovač "VOX", dále pak vylepšenou verzi síťového regulátoru, který jsme uveřejnili nyní, třífázový regulátor, spínací síťový zdroj 5 – 25 V / 5 A, teplotní regulátor pro ventilátory PC či modeláře, mikropáječku, IR přenos dat a další. Samozřejmě také další příspěvky zaslané do soutěže konstruktérů, ale také nový cyklus – o rozhraní MIDI.

V současné době je v závěrečné fázi vyhodnocování současného kola soutěže konstruktérů (6/2000 až 6/2001) a v příštím čísle uveřejníme výsledky. A tradičně opakujeme: pokud jste svůj příspěvek nestačili připravit a zaslat do tohoto soutěžního kola, nic se neděje – těšíme se na Vaše konstrukce a uveřejníme je v pozdějších číslech. Připomeňme, že stejně jako každý rok jsou pro nejlepší konstrukce připraveny hodnotné věcné ceny: 1. místo – stabilizovaný laboratorní zdroj od společnosti GM ELECTRONIC (byl představen v č. 9/2000 ve dvou provedeních – EP-603 s analogovými a EP-613 s digitálními zobrazovací naměřených hodnot, 2. místo – elektronická mikropáječka s automatickým vypnutím od firmy DIAMETRAL a 3. místo – knihy od vydavatelství BEN - technická literatura.

Děkujeme za všechny dopisy, které nám zasíláte – ať už normální, nebo elektronickou poštou. Těší nás Váš zájem a některé Vaše typy či návrhy jistě v takové či jiné podobě uskutečníme. Několik připomínek směřovalo prostřednictvím našeho internetového "ankety" přímo na naši vývojovou dílnu – vzhledem k tomu, že nemáme možnost přímé odpovědi, uveřejňujeme odpověď na našich webových stránkách.

Vaše redakce

## Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

6/2001 • Vydává: Rádio plus, s. r. o. • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/24818885, tel./fax: 24818886 • E-mail: redakce@radioplus.cz • URL: www.radioplus.cz • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Martin Trojan • Odborné konzultace: Vít Olmr, e-mail: volmr@iol.cz • Sekretariát: Markéta Pelichová • Stálí spolupracovníci: Ing. Ladislav Havlík, CSc, Ing. Jan Humlhans, Vladimír Havlíček, Jiří Valášek, Ing. Jiří Kopelent, Ing. Ivan Kunc • Layout&DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Plošné spoje: SPOJ - J. & V. Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 7813823, 4728263 • HTML editor: HE!32 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art • Osvit: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/24 92 02 32, tel./fax: 24914621 • Tisk: VLTAVA-LABE-PRESS, a. s., Přátelství 986, 104 00 Praha 10, tel.: 02/70 95 118.

© 2001 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele.

Cena jednoho výtisku 25 Kč, roční předplatné 240 Kč. Objednávky inzerce přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvků odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzertech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413. Rozšiřuje: Společnost holdingu PNS, a.s.; MEDIAPRINT&KAPA, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; Severočeská distribuce, s.r.o. Objednávky do zahraničí vyřizuje: Předplatné tisku Praha, s.r.o., Hvozdánská 5 - 7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: Mediaprint-Kapa, s.r.o., Vajnorská 137, 831 04 Bratislava (zprostředkuje: PressMedia, s.r.o., Libešická 1709, 155 00 Praha 5; pmedia@pressmedia.cz, tel.: 02/6518803). Předplatné v ČR: SEND Předplatné s.r.o., P.S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 02/61006272 - č. 12, fax: 02/61006563, e-mail: send@send.cz, www.send.cz; Předplatné tisku, s.r.o., Hvozdánská 5-7, Praha 4 - Roztyly, tel.: 02/67903106, 67903122, fax: 7934607. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/55960439, fax: 55960120, e-mail: obchod@gme.sk; Abopress, s.r.o., Radlinského 27, P.S. 183, 830 00 Bratislava, tel.: 07/52444979 -80, fax/zázn.: 07/52444981 e-mail: abopress@napri.sk, www.abopress.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Teslova 12, P.S. 169, 830 00 Bratislava 3, tel.: 07/44 45 45 59, 07/44 45 46 28.



### Snižovací impulzní regulátor s účinností 95 %

Monolitický snižovací synchronní impulzní regulátor napětí LTC3404 pracuje v proudovém režimu s kmitočtem 1,4 MHz. Spínaný zdroj vytvořený s tímto obvodem má vlastní spotřebu bez zátěže 10  $\mu$ A, po vypnutí do úsporného režimu méně než 1  $\mu$ A a do zátěže může při vstupním napětí 3,3 V dodávat 600 mA. Vysoký kmitočet spínání umožňuje použít miniaturní cívky vhodné pro povrchovou montáž, takže celý měnič DC/DC vyžaduje na desce plošného spoje velmi malou plochu. Vstupní napětí se může být 2,65 V až 6 V a jeho zdrojem může tedy být baterie tvořená jediným článkem Li-ion nebo několika články NiCd/NiMH. Možnost pracovat až s činitelem využití 100 % umožňuje maximální využití kapacity baterie. Výstupní napětí se určí porovnáním vyděleného výstupního napětí s vnitřním referenčním zdrojem o napětí 0,8 V. Obvod v pouzdře MSOP-8 je vybaven ochranami proti teplotnímu a proudovému přetížení. Hlavní použití nalezne v bezdrátových komunikačních prostředcích jako jsou mobilní telefony, modemy a v organizérech.

### Inteligentní monitor stavu napájecí baterie

Díky rostoucímu množství funkcí integrovaných do moderních bateriemi napájených přístrojů jako jsou mobilní telefony, kamkordéry, radiostanice, organizéry rostou nároky na napájecí baterie a jejich optimální udržování. Prostředkem k realizaci tohoto cíle, jsou tzv. inteligentní baterie, které jsou schopny o svých parametrech a stavu nabití informovat procesor hostitelského systému, který zajistí zpracování těchto dat a provedení potřebného zásahu. Právě dodání potřebné "inteligence" bateriové sestavě je úko-



lem integrovaného obvodu DS2438 od firmy Dallas, který je do sestavy zabudován. Komunikace přístroje s tímto obvodem a tím i bateriovou sestavou probíhá po jediném vodiči. Každý obvod má svou adresu, takže na sběrnici může být připojeno více sestav. Pro uložení parametrů baterie je v DS2438 k dispozici 40 B v paměti EEPROM, jejíž obsah pak nezávisí na aktuálním stavu a napětí baterie. DS2438 měří teplotu baterie s rozlišením 0,03 °C a její napětí s rozlišením 10 mV. Rovněž je měřen a v čase integrován proud baterie měřený s rozlišením na 10 bitů. Tak může systémem zjistit stav nabití, informovat o něm uživatele a rozhodnout o případném dobíjení. DS2438 se zatím dodává v pouzdře SOIC s 8 vývody.

### Kontrolér pro dva "horní" i "dolní" spínače

Nový integrovaný obvod od Linear Technology ([www.linear.com](http://www.linear.com)) LTC1982 s malou vlastní spotřebou a v pouzdře SOT-23 s šesti vývody umožňuje spínání nízkonapěťových zátěží spojených jak s napájením, tak se zemí, externími t. zv.



logickými tranzistory MOSFET s kanálem N. Pro získání dostatečného napětí pro řízení jejich hradel při uzemněné zátěži obsahuje LTC1982 dvě nábojové pumpy, které vytváří trojnásobek napájecího napětí. Klidový odběr po nabití hradel je 10  $\mu$ A, po vypnutí logickým signálem jen 1  $\mu$ A. LTC1982 může mít vstupní napětí 1,8 V až 5 V, je tedy vhodný pro zařízení napájená z jednoho člán-

ku Li-Ion, případně několika NiCd, NiMH nebo primárních alkalických článků. Jde tedy o mobilní telefony, počítače do ruky a mobilní systémy, u nichž lze v některých režimech vypnout jisté funkce a tak prodloužit život napájecí baterie. Po doplnění tranzistorů a blokovacího kondenzátoru napájení obvodu zaujímá celek z desky plošného spoje jen asi 30 mm<sup>2</sup>.

### Nábojová pumpa v pouzdře MSOP-8

Nízkopříkonový integrovaný obvod LTC1751 od Linear Technology (<http://www.linear.com>) obsahuje nábojovou pumpu pracující jako zdvojovač, takže při vstupním napětí 2 V až 5,5 V je možné



získat výstupní napětí 3,3 V a 5 V nebo u nastavitelné verze zvolit výstupní napětí 2,5 V až 5,25 V. Z výstupu lze odebrat proud až 100 mA. Napájecí proud obvodu 20  $\mu$ A klesne ve vypnutém stavu, kdy je zátěž oddělena od vstupního napětí, na 1  $\mu$ A. LTC1751 je dodáván v pouzdře MSOP s osmi vývody, mezi nimiž je i vývod PGOOD, který svým aktivním stavem oznamuje dosažení jmenovitého výstupního napětí. Na čipu jsou i obvody ochrany proti zkratu a přehřátí. Po doplnění IO třemi kondenzátory zabere zdroj asi 38 mm<sup>2</sup> a je tedy vhodný pro aplikace, kde jsou prioritou malé rozměry, tedy např. čtečky čárového kódu, počítače do ruky, mobilní telefony a jiné přenosné přístroje.

# Reklamní plocha

# Přijímače jednoduchého dálkového ovládání:

## bistabilní přijímač (č. 512) a dvojitý přijímač (č. 513)

stavebnice č. 512 a 513

Jako stavebnice č. 511 byl v minulém čísle uveřejněn vysílač jednoduchého dálkového ovládání. Jeho protějškem je přijímač, který by však měl splňovat někdy i velmi rozličné požadavky uživatele. Protože však není možné sestavit jednoduché a univerzální zapojení, jsou přijímače dva s rozdílnou funkcí odpovídající přijatému signálu.

Jak již bylo uvedeno v popisu klopných obvodů pro přijímač DTMF, jsou požadavky uživatele, resp. požadavek na spolehlivost přenosu signálu rozdílné, což u stavebnice jednoduchého vysílače dálkového ovládání platí dvojnásob. Přestože již ve vysílači byla možnost vyslání vícenásobných impulzů omezena na minimum, stále zde platí a existuje možnost přerušení toku signálu vlivem prostředí či vzdálenosti vysílače od přijímače, a zanedbatelná není ani úspěšnost dekódování v přijímači.

Pro tyto i další důvody byla zde navržena stavebnice dvojitého přijímače KTE513, vhodná pro ovládání zařízení, jejichž činnost lze snadno ověřit (nachází se na přímou viditelnost) či na okamžik přepnutí stavu příliš nezáleží. Umožňuje, jak již název napovídá, ovládání dvou zařízení a změna stavu se provádí opakovaným stiskem téhož tlačítka. Oproti tomu stavebnice, která není závislá na počtu přijetí řídicího signálu, má za přijímačem a dekodérem klopný obvod, jehož stav se opakovaným přijetím signálu nemění. To zajistí velmi vysokou

spolehlivost ovládání, ale za cenu zapínání a vypínání různými signály. Tak lze přijímačem (a ve svých důsledcích i vysílačem) řídit pouze jediný vnější obvod, což však často plně vyhovuje.

Protože obě zapojení využívají stejné přijímací a dekódovací obvody, a jejich činnost je tedy do značné míry totožná, popíšeme si jejich činnost současně a odděleně se budeme věnovat pouze popisu klopných obvodů. Jádrem stavebnic jsou tónové dekodéry typu 567, které díky svým parametrům si zaslouží větší pozornost.

Lineární integrovaný obvod 567 je tónový a frekvenční dekodér, jenž je tvořen velmi stabilním fázovým závěsem se synchronním detektorem AM a výkonovým koncovým stupněm s otevřeným kolektorem. Dekodér má velkou vstupní citlivost (>20 mV) a ke své činnosti vyžaduje pouze minimum vnějších součástek. Integrovaný obvod 567 umožňuje vnějšími součástkami kromě nutné volby sledovaného kmitočtu i nastavení šířky detekčního pásma až do 14 % a zpoždění přenosu na výstup. Oscilátor, resp. střed-

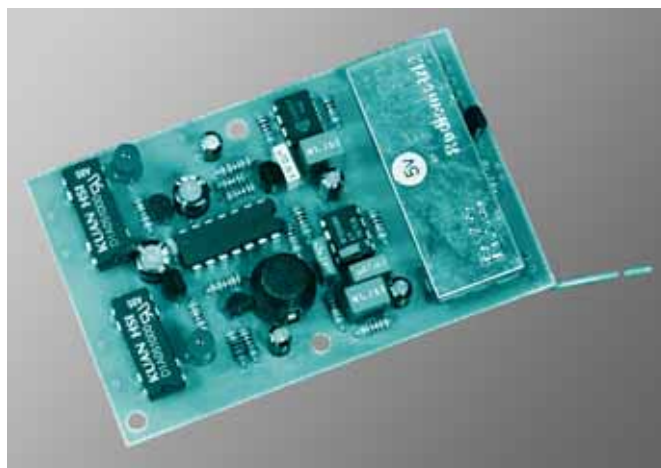
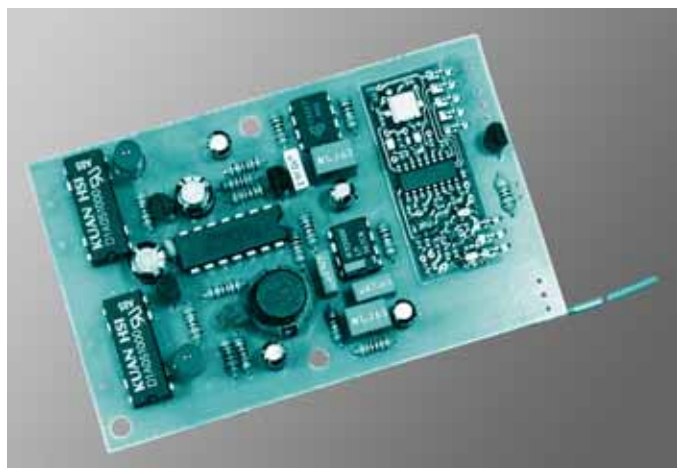
ní hodnota kmitočtu, od něhož se odvíjí sledované frekvenční pásmo, se nastává pomocí RC členu R3, C2 (R6, C5) připojovaného k vývodům 5 a 6, na nichž lze také nalézt výstup pravouhloúhlo (vývod 5) a trojúhelníkového (vývod 6) signálu pro měřicí a nastavovací účely. Oscilátor kmitá na frekvenci dané vztahem:

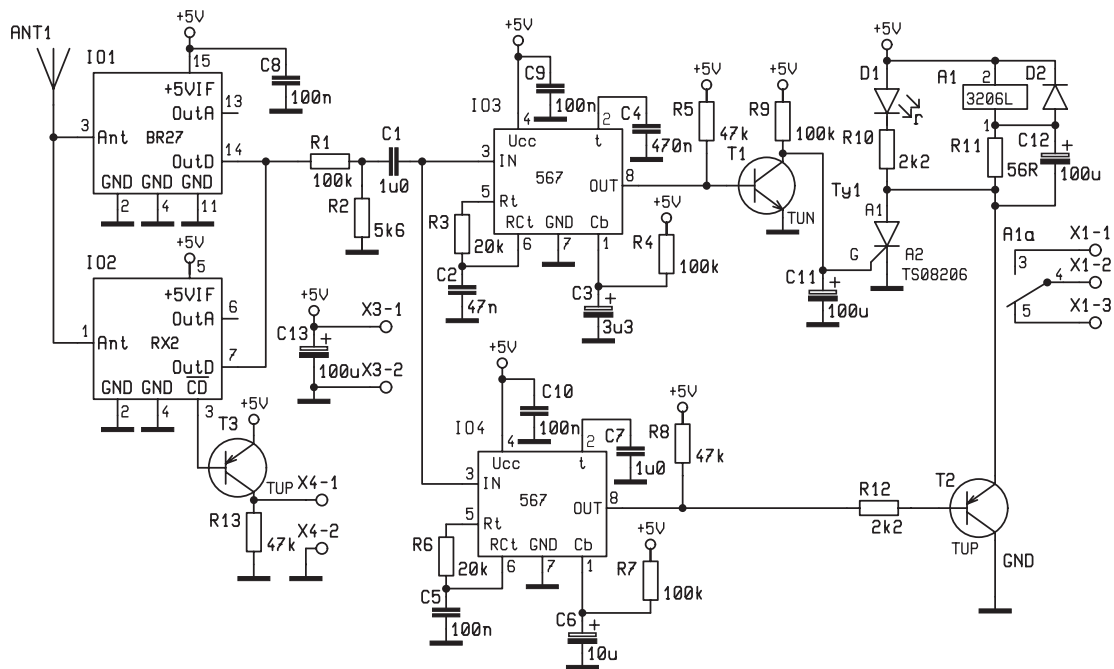
$$f = 1/1,1 \times R \times C.$$

Šíře detekčního pásma je pak závislá na velikosti kondenzátoru připojeného k vývodu t (C4, C7) a na amplitudě vstupního signálu. Je-li však amplituda větší než 200 mV, zůstává již šíře pásma konstantní. Při nižších úrovních pak platí vztah:

$$BW = 1070 \times (U_{vst}/f \times C4)^{1/2}; C \text{ zadáváno v } \mu F.$$

Dekodér dále disponuje vstupem pro vytvoření zpoždění výstupu, resp. výstupním filtrem, který se zapojuje na vývod Cb obvodu a je tvořen rezistorem R4 (R7) a kondenzátorem C3(C6). Rezistor v tomto případě omezuje vstupní citlivost, resp. zajišťuje, aby na výstup nebyl přenášen vstupní signál s amplitudou příliš malou. Naopak jeho zapojení proti GND citlivost zlepšuje. Kondenzátor na tomto





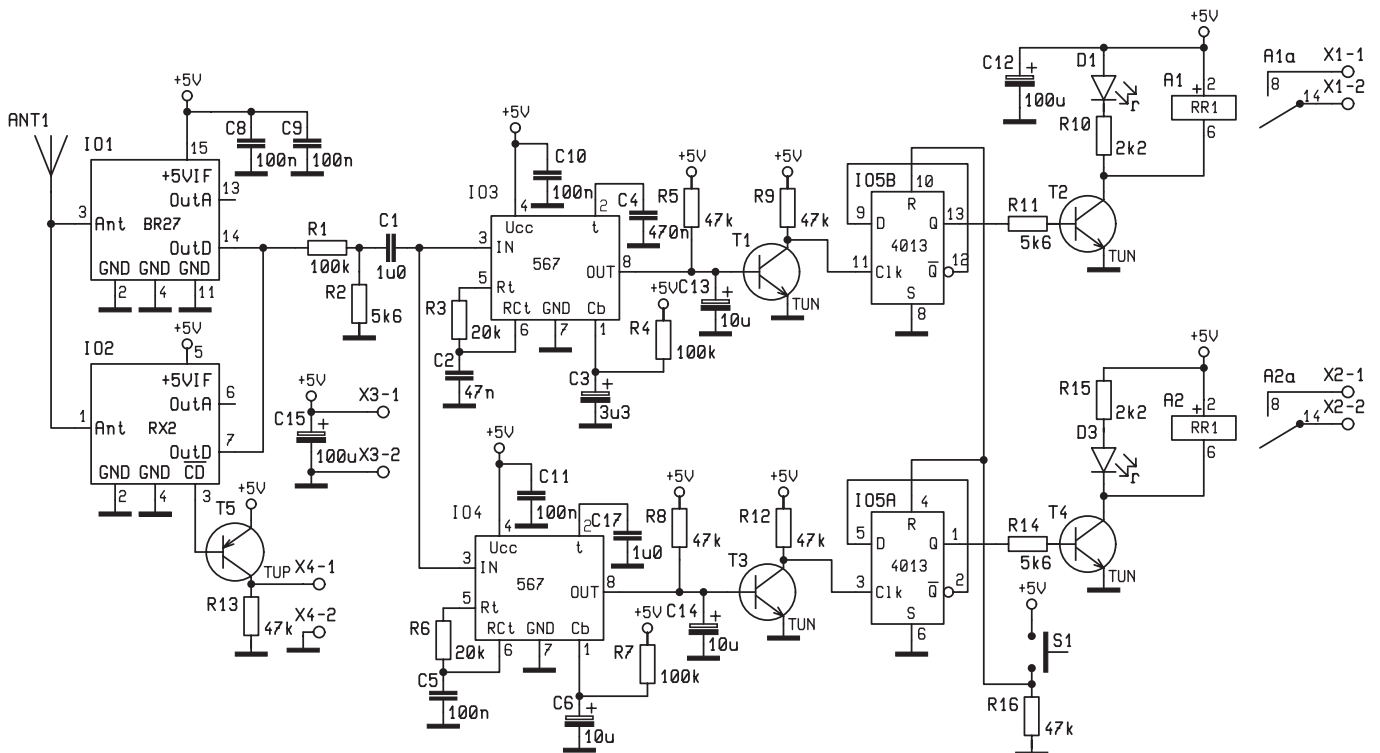
Obr. 1 - Schéma zapojení stavebnice č. 512

vývodu jednak omezuje kmitání výstupního filtru (zabraňuje přenosu kmitočtu na výstup), jednak způsobuje zpoždění změny stavu při přijetí platného signálu. Větší kapacita sice omezí zákmitý výstupního členu, ale současně prodlouží dobu zavěšení fázového závěsu, a tedy zpoždění reakce výstupního obvodu. Obecně platí, že kapacita by neměla být menší než dvojnásobek kondenzátoru na vývodu 2 (t).

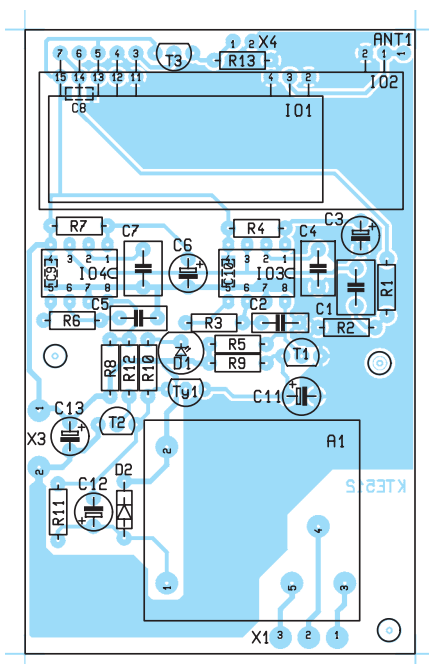
Výstup je trvale ve stavu log. H, která musí být zajištěna rezistorem (R5, R8), nebo zátěží připojenou proti kladnému napájení. Přejde-li na vstup integrovaného obvodu signál s kmitočtem odpovídajícím frekvenci oscilátoru, či je jeho hodnota v mezích širší detekčního pásma, přejde výstup do stavu log. L.

Obě stavebnice přijímače dálkových ovládaní využívají právě všech výše uvedených možností tónového dekodéru. Pří-

jímač IO2 vybavený výstupem CD (Carrier Detect) informujícím o příchodu nosné vlně signálu je ještě doplněn impedančním převodníkem T5 a R13, který upraví napěťové úrovně na hodnoty odpovídající TTL logice. Informaci o přítomnosti nosné vlny v podobě log. H, kterou však pro naše účely nepotřebujeme, pak lze odebírat z výstupů X4. Signál z přijímače BR27 nebo RX2 je odporovým děličem R1 a R2 zmenšen na apli-

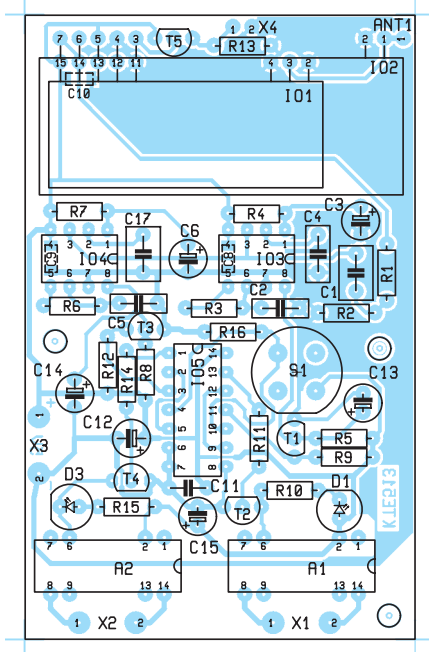


Obr. 2 - Schéma zapojení stavebnice č. 513



Obr. 3 - Osazení stavebnice č. 512

tudu pod 200 mV, aby bylo možné využívat menšího detekčního pásma (přestože to není zapotřebí), a oddělovací kondenzátor propustí do dekodéru pouze střídavou složku signálu. Oba integrované obvody 567 mají pevně nastavený rezonanční kmitočet, a tedy je pro vzájemné naladění nutné použít nastavovací prvky obsažené ve vysílači. Rovněž tak je pevně dána šíře pásma (cca 12 % – tento parametr nás nemusí příliš zajímat) a zpoždění reakce výstupu. Vzhledem k ručnímu ovládání vysílače není rychlost zavěšení dekodéru nijak důležitá, a tak

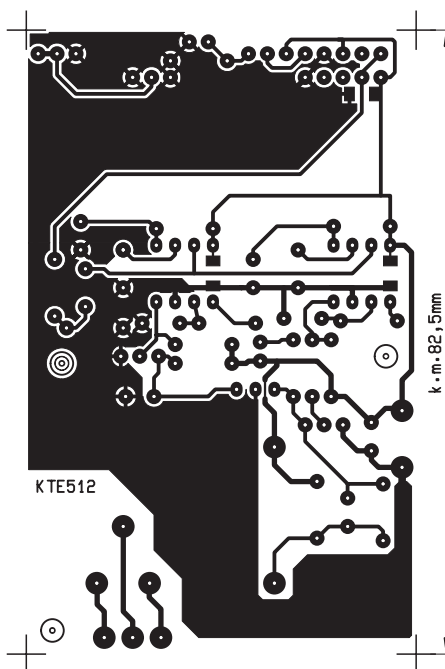


Obr. 5 - Osazení stavebnice č. 513

byl výstupní filtr kondenzátory C3 a C6 upraven tak, aby eliminoval i zákmitý vznikající krátkým přerušením přijímaných signálů. Nyní již máme výstupní informaci o přijatém platném signálu, která však trvá pouze po dobu vysílání, a tedy je z praktického hlediska pro potřeby ovládání nedostatečná. Proto signál dále putuje do klopných obvodů, které tak slouží jako paměť posledního zvoleného stavu.

V případě stavebnice KTE513, která umožňuje opakovanou změnu stavu řízeného obvodu stejným signálem, byl výstup tónového dekodéru ještě vybaven filtračním kondenzátorem C13 (C14), který má zabránit možnosti okamžitého vyslání druhého impulsu pro přepnutí, způsobeného například neopatrným stiskem vysílači tlačítka. Protože výstup detektoru má inverzní funkci než je dále potřeba, následují jednoduché invertory s tranzistory T1 a T4. Klopné obvody 4013 tvoří paměť zvoleného stavu a již zajišťují vlastní ovládání výkonového relé. Nástupná hrana impulsu z dekodéru je přiváděna na hodinový vstup klopného obvodu a způsobí přepsání logické úrovně ze vstupu D na výstup Q. Inverzní stav výstupu Q je pak následně opět přiveden na vstup D, kde setrvá do příchodu dalšího hodinového signálu a poté se celý proces opakuje. Aby bylo možné zajistit výchozí nastavení relé, je možné tlačítkem S1 vytvořit impuls, který klopné obvody vynuluje. Log. H na výstupu Q pak otevírá tranzistory T2 a T5, do jejichž kolektorů jsou připojena relé a signalizační LED. Relé jsou v tomto případě již v pozdě vyrobena ochranou diodou paralelně k vinutí, a je tedy nutné dodržovat polaritu.

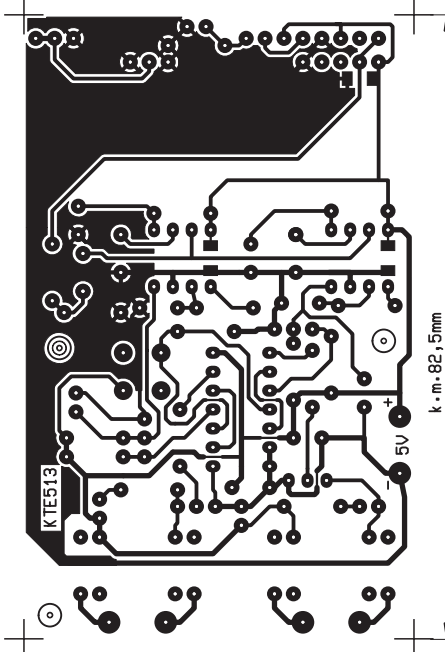
U stavebnice KTE512, kde je požadavkem, aby jeden signál ovládané zařízení spustil, zatímco jiný vypnul, je klopný obvod realizován tyristorem a tranzistorem. Kladné napětí, které se po přijetí platného signálu dekodérem IO3 objeví na kolektoru T1, a tedy i na řídicí elektrodě Ty1, otevře tyristor, přes který tak začne protékat proud, jenž způsobí přitažení kotvy relé a rozsvícení LED D1. Tyristor zůstává otevřen bez ohledu na napětí řídicí elektrody po celou dobu, kdy jím protéká alespoň minimální, tzv. udržovací proud. Při jeho přerušení se tyristor uzavře až do doby opětovného spuštění kladným napětím na G. Aby tedy bylo možné udržovací proud přerušit, je paralelně k tyristoru připojen tranzistor T2, jenž při svém otevření po příchodu vypínacího signálu na IO4, a tedy poklesu napětí na své bázi, převezme větší část proudu tyristoru, a tak způsobí jeho uzavření. Protože po ukončení vysílání vypínacího signálu dojde i k uzavření T2, kotva relé



Obr. 4 - Plošné spoje č. 512

odpadně. Bude-li vypínací signál vyslán opakovaně, dojde sice ke znovu přitažení relé, avšak pouze po dobu trvání impulsu. Do série s relé je navíc zapojen omezovací rezistor R11, který snižuje potřebu proudu a kondenzátor C12, jenž zajišťuje bezpečné přitažení kotvy při zapnutí. Kondenzátor C11 v řídicí elektrodě Ty1 zajišťuje, aby po zapnutí napájení byl po dobu jeho nabíjení tyristor bezpečně uzavřen.

Obě stavebnice jsou umístěny na jednostranných plošných spojích. Nejprve je na plošném spoji potřeba převrtat



Obr. 6 - Plošné spoje č. 513



upevňovací otvory, pájecí body pro relé a tlačítko a osadit SMD kondenzátory C8. Jejich umístěním co nejbližší vývodům přijímačů se zamezí kmitání modulů. Dále již můžeme osazovat zbývající součástky v obvyklém pořadí. Nebude-li využíváno signálu CD ve spojení s přijímačem RX2, není nutné osazovat tranzistor T3 a R13. Plošný spoj je upraven pro použití obou typů přijímačů (pochopitelně ne současně), které se osazují naležato, a je tedy nutné jim nejprve ohnout vývody. Po připojení napájecího napětí ověříme ampérmetrem spotřebu proudu, která by neměla překročit 30 mA při odpadlých relé. Správnou činnost tónových dekodérů a klopných obvodů pak ověříme pouze při vysílání řídicích signálů vysílačem a sledováním činnosti indikačních LED. Naladění přijímačů ani tónových dekodérů není možné a vzájemné sladění se provádí na vysílači.

Kdo má obavy z narušení činnosti ovládaných zařízení cizím vysílačem, má možnost např. změnit frekvence přenášených signálů změnou hodnot oscilátorů. Zařízení bylo několikrát zkoušeno a vždy pracovalo velmi spolehlivě již na první pokus. Zapojení přijímače s bi-stabilním klopným obvodem je využíváno i průmyslově pro rozsvěcování a zhasínání informačních nápisů.

Přejeme vám mnoho zdaru při stavbě i využívání našich stavebnic dálkových ovládání a věříme. Stavebnice si můžete objednávat všemi vhodnými způsoby u zásilkové služby GM Electronic. Jejich ceny jsou: KTE512 – 300 Kč, KTE513 pak – 330 Kč.

### Seznam součástek stavebnice č. 512

R1, R4, R7, R9	100k
R2	5k6
R3, R6	20k
R5, R8, R12	47k
R10, R12	2k2
R11	56R
C1, C7	1μ0 CF1
C2	47n CF2
C3	3μ3/25VM
C4	470n CF1
C5	100n CF1
C6	10μ/25VM
C8 – C10	100n SMD1206
C11 – C13	100μ/16VM
D1	LED 5mm 2mA červená
D2	1N4148
T1	TUN
T2, T3	TUP
Ty1	TS08206
IO3, IO4	567
A1	3206L
1x plošný spoj	KTE512

### Seznam součástek stavebnice č. 513

R1, R4, R7	100k
R2, R11, R14	5k6
R3, R6	20k
R5, R8, R9, R12,	
R13, R16	47k
R10, R15	2k2
C1	1μ0 CF1
C2	47n CF2
C3	3μ3/25VM
C4	470n CF1
C5	100n CF1
C6, C13, C14	10u
C8, C9, C10	100n SMD1206
C11	100n
C12	100μ/16VM
D1, D3	LED 5mm 2mA červená
T1 – T4	TUN
T5	TUP
IO3, IO4	567
IO5	4013
A1, A2	RR1
S1	DT6SW
1x plošný spoj	KTE513

*Stavebnice nemají definovaný typ vysílače a přijímače – tyto součástky nejsou dodávány do stavebnic automaticky. Při objednávce je nutno typ zvolit. Ceny: BR27 = 550 Kč, RX2 = 2100 Kč, BT27 = 330 Kč a TX2 = 1400 Kč (včetně DPH).*

# Reklamní plocha

# Univerzální zapojení s PIC 16F84 – Chipon 1



stavebnice č. 518 — Milan Hron

V poslední době se začínají v amatérských konstrukcích více prosazovat mikrořadiče PIC 16F84. Jedná se o mikrořadič, který je vybaven třinácti vstupně/výstupními linkami rozčleněnými do dvou portů a jedním osmibitovým čítačem/časovačem. Navíc zde nalezneme paměť dat EEPROM o velikosti 64 B, která je schopna si uchovat data i po odpojení napájení. Rovněž paměť programu, o velikosti 1024 B, je typu EEPROM, takže ji lze snadno elektricky mazat a přepisovat bez nutnosti vyjmout mikrořadiče z obvodu zapojení. Tuto skutečnost jsem využil při vývoji univerzálního přístroje s PIC 16F84 s názvem "Chipon 1".

## Popis zapojení

Základ konstrukce tvoří již zmiňovaný mikrořadič PIC 16F84 (IO2) řízený krystalem 4 MHz. Jako zobrazovací displej byl zvolen dvouřadý maticový LCD displej (standartu HD 44770), který je k mikrořadiči připojen 4bitovou datovou sběrnicí (A0/3 – D4/7) a třemi I/O linkami pro nastavení, zápis a čtení displeje (B1/3 – RS, RW, E).

Osmiřádková klávesnice (S1 – S8) je ošetřena rezistory (skupina rezistorů R9) a připojena k mikrořadiči přes osmi-vstupový multiplexer (IO1). Adresa (0-7)

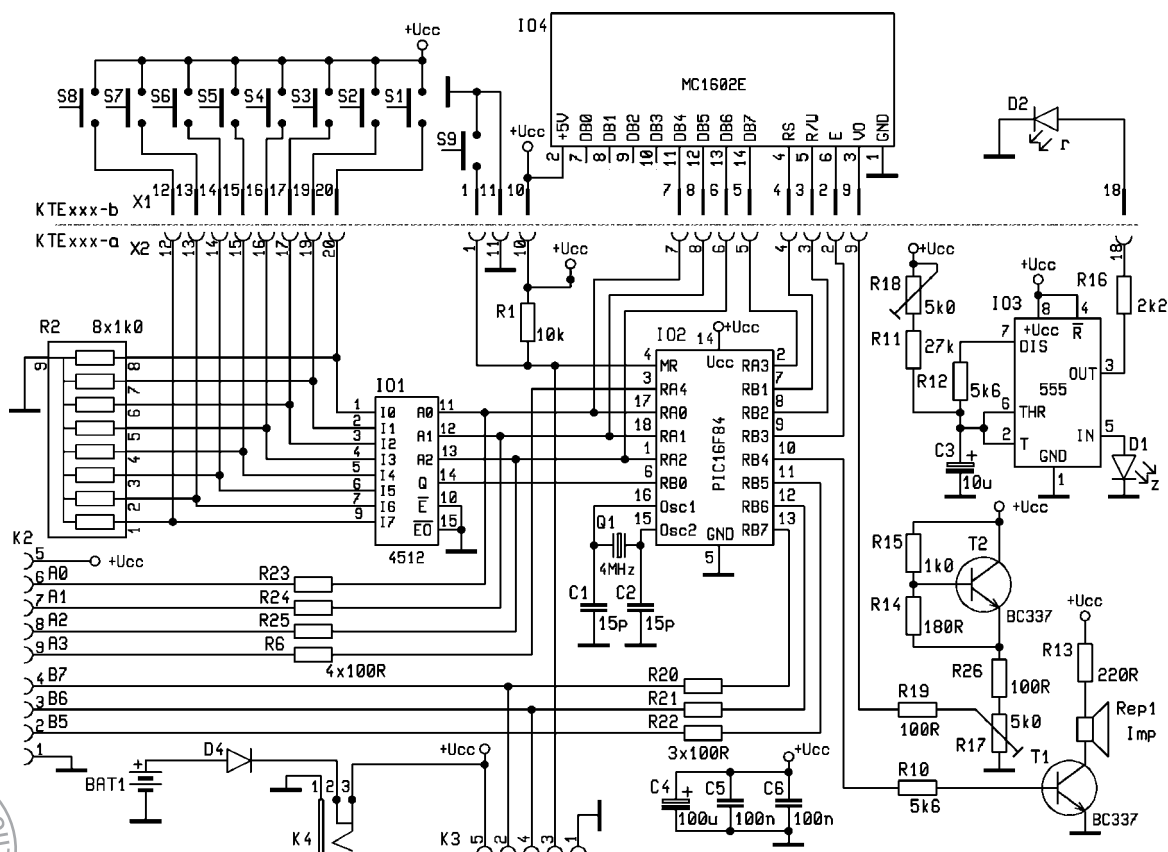
zaslaná z mikrořadiče po linkách na (A0/2) propojí adresované tlačítko s výstupem Q, který je připojen na vstupní linku B0. Tento pin je potom programově testován a vyhodnocen. Zapojení umožňuje snadnou programovou obsluhu klávesnice při použití minimálního počtu I/O linek. To, že I/O linky (A0/2) jsou společné pro klávesnici i pro displej, nevadí, protože buď obsluhujeme programově klávesnici, nebo displej, takže k vzájemnému rušení nedochází.

Pin B4 je využíván pouze pro ozvučení přístroje. Přes zesilující tranzistor (T1) a omezující rezistory (R10 a R13) je

k němu připojen malý reproduktor. Do přívodu k reproduktoru lze umístit vypínač a v případě potřeby zvukové zařízení vypnout.

Tranzistor (T2) a rezistory (R14, R15, R26 a trimr R17) nastavují kontrast LCD displeje. Obvod je zapojen tak, aby minimalizoval teplotní vliv. (Podrobnější popis je v č. 7/98 v rubrice "Vybrali jsme pro Vás", kde se zároveň dovíte další zajímavosti o displeji HD 44780.)

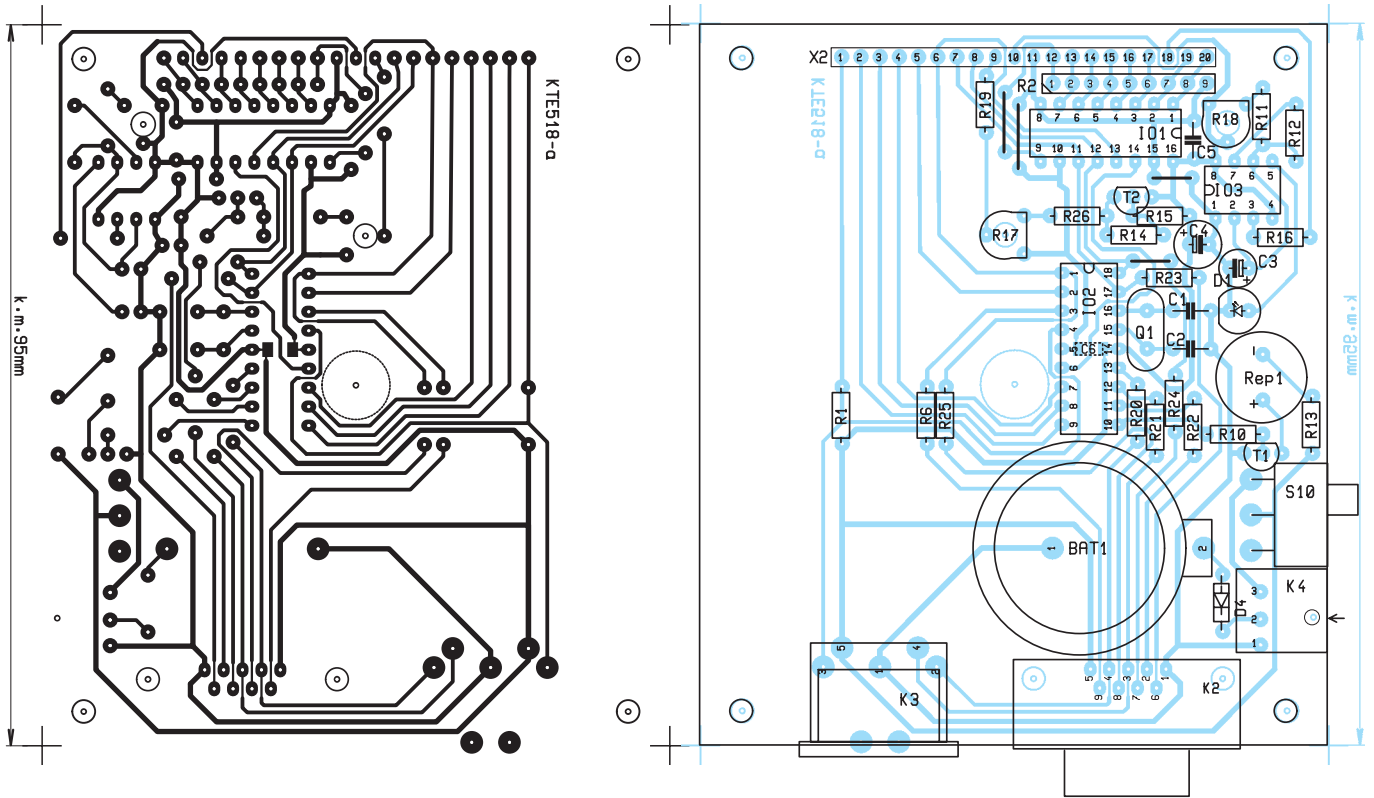
Časovač (IO3), rezistory (R11, R12 a trimr R18), kondenzátor (C3) a LED dioda (D2) jsou zapojeny tak, že při poklesu napájecího napětí na nastá-



Obr. 1 - Schéma zapojení







Obr. 3, 4 - Rozmístění součástek a deska s plošnými spoji (základní deska)

venou hodnotu (asi 4,9 V) dojde k překlápení výstupu časovače a zároveň k indikaci nízkého napětí. Jako indikátor je použita nízkopříkonová červená LED dioda, která je zabudovaná do panelu. To má význam především, použijeme-li jako zdroj akumulátor složený ze čtyř NiCd nebo NiMH článků. Zařízení má poměrně malý odběr proudu (3,5 mA). Trochu více proudu si vezme reproduktor, zvláště bude-li používán často, ale i tak lze zajistit několikadenní nepřetržitý provoz na jedno nabití akumulátoru. Samozřejmě, že lze přístroj napájet i ze zdroje stabilizovaných 5 V stejnosměrného napětí,

ale při výpadku napětí může dojít k chybnému záznamu dat. Program poškozen nebude, ale rozběhne se z předem nastavené pozice.

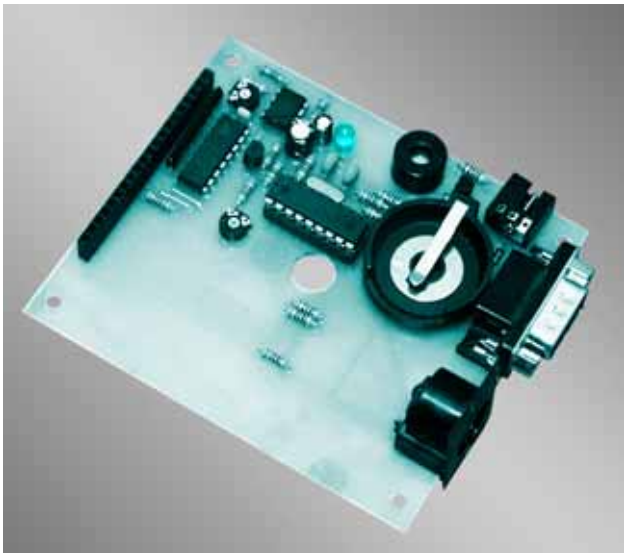
Tlačítko (S9) a rezistor (R1) zajišťují v případě potřeby nulování mikrořadiče. (Pozor, nikoli displeje; ten se musí nulovat programově, a nebo vypnutím napájecího napětí, ale tím se rozběhne program znovu od začátku.)

### Konektory

Konektor K2 (9 pinů) slouží pro připojení přídatných zařízení. Na port je vyvedeno napájecí napětí z přístroje, takže jednoduchá přídatná zařízení nemusí mít vlastní zdroj, čímž se konstrukce zjednoduší. Pozor jen na zvýšený proudový odběr v případě napájení z akumulátoru. Ve vývoji je celá řada zajímavých konstrukcí pro tento port. Například tepelné čidlo, infra čidlo, přídatná paměť a jiné. Postupně se na stránkách Rádio plus-KTE s těmito konstrukcemi i s jejich programovým vybavením seznámíte. A věřte, že výraz “uni-

verzální přístroj” opravdu nelže. Ti schopnější si mohou vymyslet přídatná zařízení svá, případnou diskuzi na dané téma jenom uvítám. Jenom bych chtěl upozornit na omezené využití pinů (A0/2). Tyto piny využívá jak klávesnice, tak i displej, proto jejich využití je omezené. Přednostně je třeba využívat piny (B5/7), které jsou naprosto volně k dispozici. Pin A4 je připojen na programový dělič. Toho lze výhodně využít u některých konstrukcí.

Konektor K3 (5 pinů) slouží k programování mikrořadiče bez nutnosti jej vyjmout z plošného spoje. O této možnosti se zmiňuje ing. Šabata v cyklu “Monolitické mikropočítače II” (Rádio plus-KTE 3/99). Já osobně používám programátor PICQUICK s přídatným modulem ICSP pro sériové programování od firmy ASIX a v tomto zapojení mi pracuje naprosto bez problému. Kdo se míní věnovat programování mikrořadičů PIC vážněji, měl by si obstarat kvalitní univerzální programátor. Komu stačí laciný programátor, musí se smířit s tím, že pro každé naprogramování bude muset obvod vyjmout z patice (doporučuji precizní), naprogramovat a zase jej zasunout zpět. Činnost v podstatě jednoduchá, ale v případě, že se vyvíjí nová aplikace, provádí se tento úkon během hodiny několikrát. A to patřičně otráví. Možná, že je na světě nějaký nový laciný programátor pro sériové progra-



mování, ale já o něm nevím. Píši jen o tom, co mám vyzkoušené, a o čem vím, že bezchybně pracuje. A to je PICQUICK s modulem ICSP.

### Napájení

Přístroj lze napájet buď ze stejnosměrného stabilizovaného zdroje 5 V, anebo z baterií (akumulátor, nebo jako v případě stavebnice z dvojice lithiových článků). V případě, že se rozhodneme využití obou variant, bude zapotřebí využít přepínací kontakt v napájecím konektoru, který nám spolehlivě od sebe oddělí plus pól napájecího zdroje a akumulátoru. Tady pozor na polaritu různých zdrojů. Je lépe si zdroj řádně proměřit, než poslat zbrkle součástky do věčných elektronických lovišť. Zařízení není nikterak chráněno proti přepólování.

Důležité upozornění: Při programování mikrořadiče v přístroji je nutno vypnout napájecí napětí. To se týká především, je-li zařízení napájeno z akumulátoru a je velká možnost se přehlédnout. Programátor má své vlastní napájení, kterým si mikrořadič obsluží.

### Poznámky ke stavbě a oživení přístroje

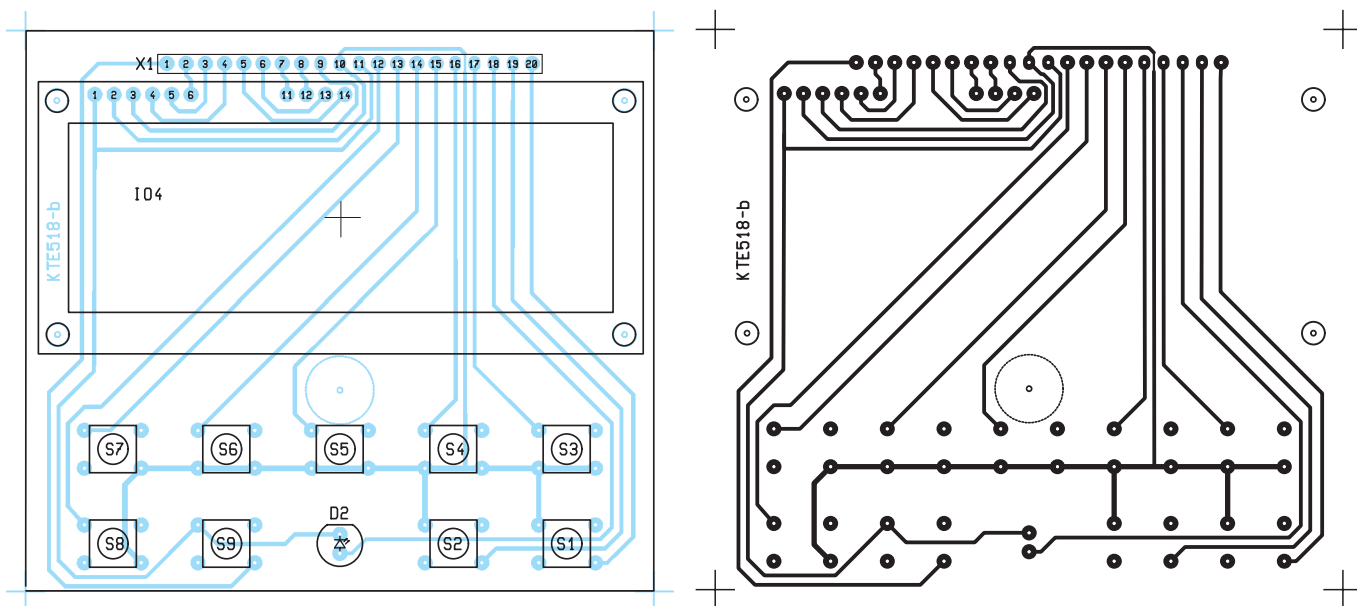
Celá stavebnice je realizována na dvou deskách plošných spojů vzájemně propojených konektory v plošných spojích a vestavěných do krabičky KM35. Před vlastním osazováním je nejprve třeba na plošných spojích převrtat technologické otvory i pájecí body pro vývody součástek. Technologické otvory představují na základní desce čtveřici upevňovacích otvorů v rozích desky, pomocné otvory pod odporovými trimry a otvory pro upevnění konektoru CAN9

a napájecího konektoru a na desce displeje pak čtveřici otvorů pro upevnění displeje. Na obou deskách je ještě nutné převrtat otvor pro středový sloupek krabičky. Převrtání pájecích bodů představuje na desce displeje především propojovací konektor (Ø 1 – 1,1 mm) a na základní desce opět propojovací konektor a dále pak konektory napájení, DIN5 a CAN9, stejně jako bateriový držák a odporovou síť. Poté můžeme začít osazovat součástky dle obvyklého pořadí od nejmenších po největší a od pasivních po aktivní. Součástky na desce displeje se osazují ze strany spojů! Displej nejprve přišroubujeme k desce přes čtveřici rozpěrných sloupků délky 6 mm a následně propojíme pomocí drátků. Vzájemná vzdálenost obou desek by měla být 12 mm, což zajišťuje dvojice rozpěrných sloupků. Vlastní mechanická sestava je patrná z fotografií. Tlačítka a rovněž i displej přesahují krabičku cca o 1 mm.

### Oživení

Nyní přistoupíme k vlastnímu oživení přístroje. Připojíme napájecí napětí a zapneme přístroj. Integrované obvody stále nemáme osazené. Měřícím přístrojem zkontrolujeme na konektorech K2 a K3 správnou hodnotu a polaritu napětí (dle zapojení konektorů, pohled z venku přístroje.) Zkušenější mohou

zkontrolovat i napětí na patičkách integrovaných obvodů. Vzniklé závady je třeba ihned odstranit! Je-li vše v pořádku, vypneme přístroj a osadíme časovač (IO3). Napájecí napětí tentokrát přivedeme přes odporový dělič, tak abychom mohli měnit napětí od 5 do 4,5V. Trimrem odporového děliče nastavíme napájecí napětí na hodnotu 4,9V a trimrem (R18) u časovače jemně otáčíme, až kontrolní červená LED dioda začne blikat. Zvětšíme-li napájecí napětí o 0,1V, mělo by blikání ustát a dioda by neměla svítit. Naopak, snížíme-li napětí, měla by se dioda rozblíkat rychleji. Takto lze jemně nastavit hranici vybitého akumulátoru. Zařízení má velice malý proudový odběr. (Asi 3,5 mA.) Z toho plyne, že zdroj je málo zatěžován. Proto je lépe nastavit hladinu vybitého zdroje



Obr. 5, 6 - Rozmístění součástek a deska s plošnými spoji; součástky jsou osazovány ze strany spojů

na 4,9 V. Při vybitém zdroji na 4,7 V může při kmitočtu mikrořadiče 4 MHz docházet k chybnému běhu programu.

Vypneme přístroj. Osadíme multiplexer (IO1) a mikrořadič PIC 16F84 (IO2), do kterého před tím nahrajeme program TEST. Je třeba si uvědomit, že IO1, IO2 a IO3 jsou typu CMOS. Sesadíme zařízení dohromady, připojíme displej, zapneme reproduktor a uvedeme aparát do činnosti. Dále postupujeme podle instrukcí z programu TEST. Je-li vše v pořádku, můžeme si ještě vyzkoušet správnost zapojení napájecího a nabíjecího konektoru, a to tak, že zasuneme volnou napájecí zástrčku při provozu na akumulátor do napájecího nebo nabíjecího konektoru. Napájení by se mělo přerušit. Je-li zařízení stále v činnosti, je někde chyba. Teď si můžeme nahrát program LOGIK a plně vychutnat možnosti mikrořadiče PIC 16F84. Schválně, jak by bylo asi složité zařízení složené z běžných logických obvodů?

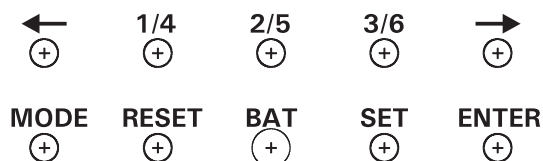
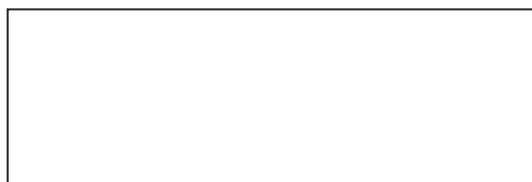
## Program TEST

Slouží k otestování přístroje. Proto je dodán jen v HEX souboru pro programování mikrořadiče a následného ověření správného zapojení. Program TEST umožňuje odhalení některých chyb.

Na konektoru K2 propojíme pin A0 s pinem A4 a vyvedeme si mínus pól. (Nejlépe na vodič zakončený banánkem...) Pak zapneme přístroj. Po krátké melodické znělce (asi 10 s) se na displeji objeví alfanumerické znaky. Celý displej je v pohybu. Po dobu pohybu displeje není klávesnice v činnosti (kromě resetu). Znaky by se měly pohybovat od pravé strany k levé. Za chvíli se objeví nápis "Tlačítko číslo" a na dolním řádku protisměrné šipky. Nyní stiskneme libovolně jedno tlačítko (kromě resetu). Mezi šipkami se objeví číslo. Toto číslo se musí shodovat s číslem tlačítka. Postupně



## CHIPON1



Obr. 7 - Popis panelu

vyzkoušíme všechna. Současným stiskem tlačítek číslo 8 a 1 přejdeme do další etapy testování. Na displeji se objeví nápis "Kmitočet 125 kHz na pinu B6". Tato frekvence by měla být vyvedena na pinu B6. Kmitočet lze změřit buď univerzálním multimetrem přepnutým na rozsah 200 kHz, anebo lépe přesným čítačem. V případě použití multimetru se musí drobná odchylka tolerovat (je méně přesný). Po změření kmitočtu na pinu B6 stiskneme tlačítko č. 3. Objeví se informace o stavu pinů A0 a A4. Nyní přepneme multimetr na rozsah = 20 V a můžeme přeměřit multimetrem piny A1, A2, B5, B6 a B7. V pravidelném intervalu 1,5 s se bude na všech pinech objevovat kladné napětí a zem, neboli vysoká a nízká úroveň. Přerušíme propojku mezi piny A0 a A4. Stiskneme tlačítko RESET. Provedeme test znovu. Pin A0 a A4 se musí vykazovat jako vadný.

Proběhl-li test přístroje dle předchozích instrukcí a bez závad, blahopřeji! Pracovali jste pečlivě. V případě chyb se pokuste dle následujících rad o opravu: **Zvuková znělka se neozvala:**

- vypnutý vypínač reproduktoru
- vadný spoj od vývodu (R-) k reproduktoru
- na reproduktor není přivedeno kladné napětí

### Na displeji nejsou vidět žádné znaky:

- nastavit trimrem (R17) správný kontrast displeje

- chybné zapojení displeje

### Některá čísla tlačítek se nezobrazují:

- vadné tlačítko

### Kmitočet na pinu B6 není 125 kHz:

- byl použit krystal o jiné frekvenci
- vadný krystal

- chybné zapojení pin B6

### Piny A0 – A4 se vykazují jako vadné:

- špatné zapojení pinu A0 nebo A4

### Na některém pinu A1, A2, B5, B6 a B7 se nemění v intervalu 1,5 s napětí:

- špatné zapojení příslušného pinu

## Program LOGIK

### Pravidla

Program LOGIK je logická hra. Vaším úkolem je zjistit neznámé čtyřciferné číslo. Neznámé čtyřciferné číslo se skládá pouze z těchto číslic 1, 2, 3, 4, 5 a 6. Žádná číslice se nesmí ve čtyřciferném čísle opakovat. I tak je možných kombinací víc než dost. Každý pokus je vyhodnocen buď "hvězdičkou", to znamená, že jste uhádli jednu číslici na svém místě (ale nevíme na kterém). Anebo "kolečkem", to znamená, že jste



uhádli jednu číslici, ale není na svém místě. Číslice, která se v hledaném čísle nenalézá, není značena vůbec.

### Příklad:

4135 (toto je hledané číslo, které bude pochopitelně skryto...)

2156 \*\*° (1 je na svém místě, 5 je mimo, 2 a 6 v čísle vůbec nejsou)

2145 \*\*\* (1 a 5 jsou na svém místě, 4 je mimo, 2 v čísle vůbec není)

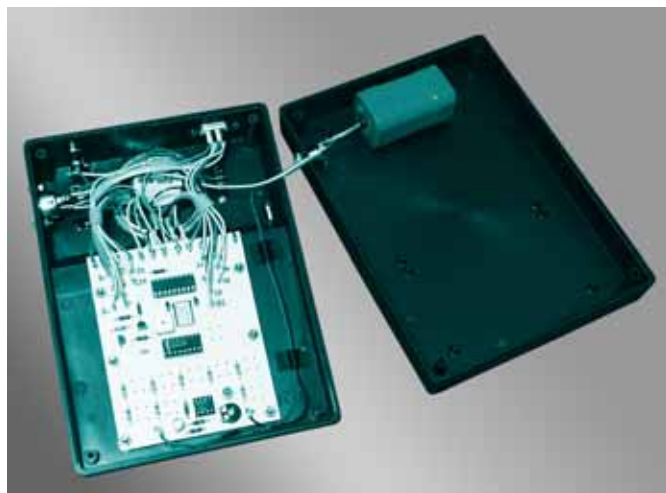
4153 \*\*\*\*° (4 a 1 jsou na svém místě, 5 a 3 jsou mimo; známe už alespoň všechny číslice)

4135 \*\*\*\* (všechny číslice jsou na svém místě; číslo je nalezeno)

Je dobré si zapisovat jednotlivé pokusy a potom logicky určit pořadí číslic. Čím více pokusů máme, tím je snazší určit neznámé číslo. Určitá šance odhalit číslo je už ve čtvrtém pokusu. V pátém pokusu při správné logice je možnost určení čísla již značně vysoká. Při šestém pokusu je to už jistota. Kdo zjistí hledané číslo až na sedmý pokus, měl by se nad sebou zamyslet. Někde asi dělá chybu. O osmém a devátém pokusu už ani nemluví. Ostatně při chybném devátém pokusu se hledané číslo objeví na displeji s nelichotivým dovětkem. Velmi záleží na logickém myšlení jednotlivce a také vhodném zadání čísel. Lze vypracovat systém, při němž je možné číslo nalézt už ve čtvrtém pokusu (asi tak na 40 – 50 %) a při pátém pokusu už téměř určitě. Chytrý člověk na ten systém dříve nebo později přijde, ale i potom je hra stále přitažlivá a hlavně po každé jiná. A myslet budete muset stále. Doufám, že pravidla jsou jasná, a tak můžeme přistoupit k vlastní hře.

### Vlastní hra

Po spuštění přístroje se na displeji objeví nápis SET, doplněný dvěma dolů směřovanými šipkami. Tím jsme vyzváni ke stlačení tlačítka SET. Po provedení úkonu se obrátí směr šipek nahoru. Tím jsme vyzváni k uvolnění tlačítka SET.



V levém horním rohu se objeví otazník, ale také nemusí. To záleží na tom, zda vybraná číslice odpovídá stanoveným pravidlům. Odpovídá-li pravidlům – objeví se otazník, neodpovídá-li – neobjeví se nic. Stisk a uvolnění tlačítka SET provádíme tak dlouho, až máme otazníky čtyři. Ostatně budeme stejně vyzváni k zadání čísla. Pod prvním otazníkem se nachází kurzor. Ten lze přesunovat doprava i doleva kurzorovými šipkami. Při

trvalém stisku kurzorové šipky dojde k autorotaci a při dosažení konce čísla přeskočí kurzor na začátek a opačně. Zadání číslice se provádí stiskem příslušné klávesy (1, 2, 3) na místě kurzoru. Otazník nebo číslice je přeepsána číslicí novou. Číslice (4, 5, 6) se zadávají tzv. MODem. Na místě kurzoru stisknete tlačítko MOD. Pozice kurzoru se rozblíká a potom stačí stisknout příslušnou horní číslici (4, 5, 6). Máme-li zadané celé číslo, stiskneme tlačítko ENTER. Vedle zadaného čísla se objeví vyhodnocení a v pravém horním rohu je vidět počet pokusů. V levém dolním rohu je znázorněno procento úspěšnosti našeho pokusu. (Pro vlastní hru procento úspěšnosti nemá žádný význam. Je zde jen pro efekt.) A jsme znovu vyzváni ke stisku tlačítka SET. Nezapomeňte si výsledek opsat – pro přehled. A znovu zadáme nové číslo. Ztratíme-li nervy a chceme-li znát hledané číslo, aniž bychom na něj přišli, stiskneme tlačítko MOD, potom SET (v režimu zadávání čísla). V dolním řádku se objeví hledané číslo s nelichotivým dovětkem. Hra končí nalezením správného čísla, které bude doplněno hodnocením a zahraničním závěrečné znělkou. Po skončení hry je možno začít znovu stiskem "RESET".

Hra není zase tak moc náročná, ale v žádném případě není určena vyznavačům hesla: "Myslet, to bolí!"

Cena stavebnice je 1120 Kč. Objednat si ji můžete u záložkové služby firmy GM Electronic

*Původní Chipon včetně velmi pečlivě zpracované dokumentace*



(tel.: 02 / 2481 9164, fax: 02 / 2481 6052, zasilkova.sluzba@gme.cz) a můžete využít také formulář na našich webových stránkách ([www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz)).

### Seznam součástek

R1	10k
R2	8x1k0 A
R6, R20 – R26	100R
R10, R12, R19	5k6
R11	27k
R13	220R
R14	180R
R15	1k0
R16	2k2
R17, R18	5k0 PT6V
C1, C2	15p
C3	10µ/25V miniaturní
C4	100µ/16V miniaturní
C5	100n/50V
C6	100n SMD 1206
D1	LED 5mm zelená
D2	LED 5mm 2mA červená
D4	1N4148
T1, T2	BC337
IO1	4512
IO2	PIC16F84/4MHz
IO3	555 CMOS
IO4	MC1602E TRV
K2	CAN9Z90
K3	DIN5PZ90
K4	SCD016A
X1	S1G20
X2	BL820G
Q1	QM 4MHz
Rep1	LP-12SP42
BAT1	BH1060
S1 – S9	P-B1720D
S10	P-1408
	1x plošný spoj KTE518a
	1x plošný spoj KTE518b
	4x rozpěrný sloupek KDR06
	2x rozpěrný sloupek KDA6M3X12
	1x krabička KM35

# Indikátor nočního proudu

stavebnice č. 517



Při stále stoupajících cenách energií, a tedy i elektřiny, se řada spotřebitelů (pokud nepatří mezi horních deset tisíc) zcela pochopitelně uchyluje k všemožným úsporným opatřením. A nejjednodušším způsobem, jak ušetřit, je vyšší využití zlevněné sazby při tzv. nočním proudu. A ke zjištění aktuální sazby je určena i naše stavebnice.

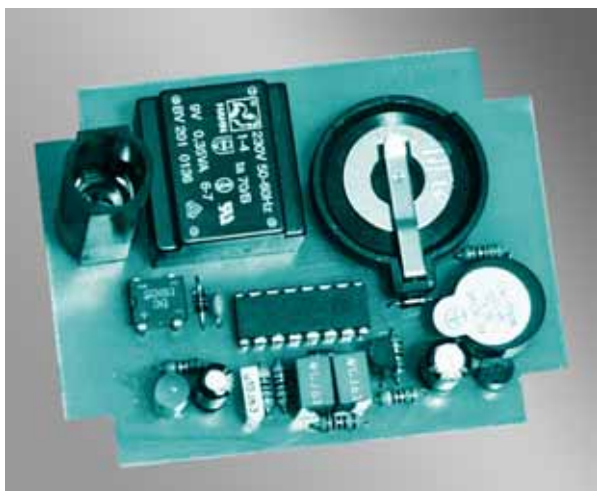
Řada našich domácností používá elektrické vytápění nočním proudem. I když toto označení již dávno ztratilo svůj původní význam, stále se ještě používá pro označení provozu se zlevněnou sazbou v době mimo spotřební špičky. Rozvodné závody zaručují denní zapnutí po

nout. Pro takové případy proto nabízíme velice jednoduché zařízení, které může být umístěno na nápadném místě, a navíc upozorní i akusticky na zapnutí, či vypnutí provozu se sníženým tarifem. Stavebnice se připojuje jako další spotřebič k akumulacím kamnům či bojleru formou pohyblivého přívodu, tedy do obyčejné jednofázové zásuvky, ovšem napájené ze stejného vodiče jako právě spotřebiče nočního proudu. V žádném případě tedy nejde o zařízení vyhodnocující informace z dispečinku rozvodných závodů, ale de facto o prostý indikátor přítomnosti síťového napětí.

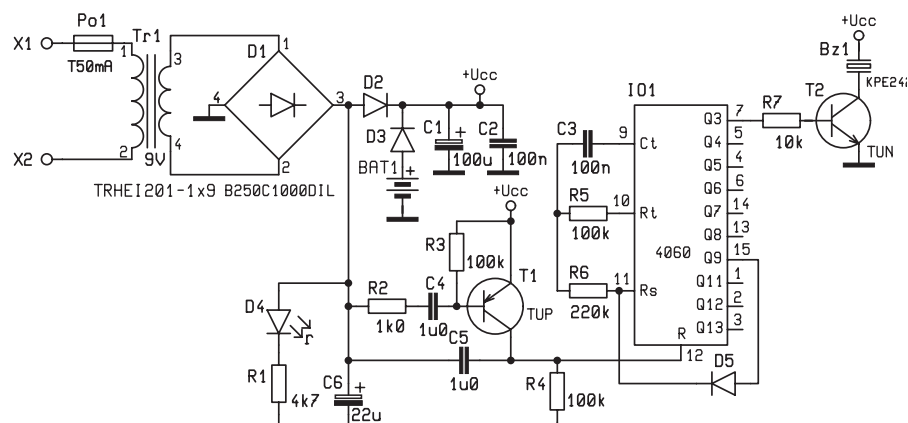
Síťové napětí je usměrněno diodovým můstkem D1 a přímo napájí signalizační LED D4 a současně přes oddělovací diodu D2 a filtrační kapacity C1, C2 i integrovaný obvod IO1, což je programovatelný dělič s vnitřním oscilátorem. Dioda D3 chrání baterii BAT1 před nežádoucím nabíjením. C6 je nabit, tranzistor T2 zavřen a na nulovacím vstupu IO1 je log L. Ten v důsledku předcházející činnosti již nepracuje a na jeho výstupu Q9 je log H, Q3 má log L a tranzistor T2 je

zavřen. Toto je ustálený stav při zapnutí „nočním“ proudem.

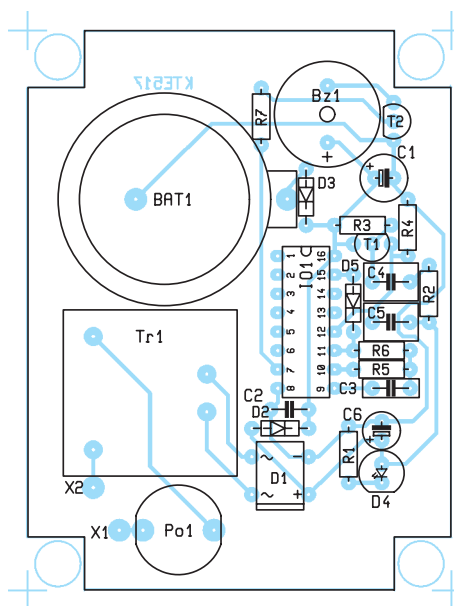
Vypne-li se síťové napájení, zmizí napětí za usměrňovačem a napájení IO1, případně i bzučáku přebírá baterie. Současně se zhasnutím LED poklesne napětí na C6 a tato změna se přenesla ve formě krátkého impulsu přes R2 a C4 na kolektor T1, který se krátce otevře a propustí na nulovací vstup IO1 kladné napětí. Tím se tento obvod nastaví do výchozího stavu a po odeznění nulovacího impulsu počne jeho oscilátor kmitat. Kmitočet oscilátoru postupuje uvnitř integrovaného obvodu přes řetězec binárních děličů, z nichž některé mají vyvedené výstupy. Na výstup Q3 je připojen tranzistor T2, který pak spouští v taktu děliče bzučák Bz1. Postoupí-li signál log H až k výstupu Q15, zablokuje tato úroveň přesdiodu D5 činnost oscilátoru, a protože v tomto okamžiku je na Q3 právě log L, zůstane T2 zavřený. Tento ustálený stav trvá až do doby opětovného zapnutí síťového napětí, resp. přepnutí na snížený tarif. V okamžiku zapnutí se rozsvítí LED a kondenzátor C6 se rychle nabíjí. Tato změna napětí se přenesla opět jako kladný impuls na nulovací vstup IO1, kde vyvolá stejnou reakci, jako tomu bylo při vypnutí sítě. Rozdíl je pouze v tom, že nyní je baterie BAT1 diodou D3 odpojena a napájení IO1 včetně bzučáku ob-



dobu celkem osmi hodin, zpravidla rozdělené do dvou částí, jedno krátce po poledni a druhé v noci, podle momentálního zatížení energetické sítě. V minulosti se toto zapínání provádělo přímo u spotřebitele hodinami, jejichž chod byl odvozen od kmitočtu sítě, a tak velmi často docházelo k tomu, že některé tyto „noční“ spotřebiče byly zapínány právě ve špičkách. S rozvojem elektroniky bylo zavedeno dálkové zapínání přímo z elektrárenského dispečinku, které tyto nedostatky odstranilo. Běžnému spotřebiteli je celkem jedno, kdo zapínání provádí, ale zajímá ho, zda a kdy má odběr se zlevněnou sazbou pro celou svou domácnost. Vyplatí se totiž na tuto dobu přesunout práce náročnější na spotřebu, jako kupříkladu praní, mytí nádobí, žehlení a podobně – ovšem pokud to hlavní jistič vydrží... Potíž je v tom, že signalizace zapnutých akumulacích kamenných či bojlerů, pokud jsou vůbec takto vybaveny, je velice nenápadná, takže zapnutí či vypnutí nemusíme ani postřeh-



Obr. 1 - Schéma zapojení přípravku



Obr. 2 - Rozmístění součástek

starává přímo síťový usměrňovač. A jsme opět na začátku ....

S hodnotami oscilátoru C3, R5 (cca 45 Hz) a zapojení dle schématu je doba trvání akustické signalizace cca 15 vteřin a délka i mezera činnosti bzučáku cca 90 ms, tedy asi pětkrát za vteřinu, což je asi tak optimální.

Dobu akustické signalizace lze změnit přepojením diody D5 na jiný výstup, a to vždy v poměru 1:2 na každý stupeň změny.

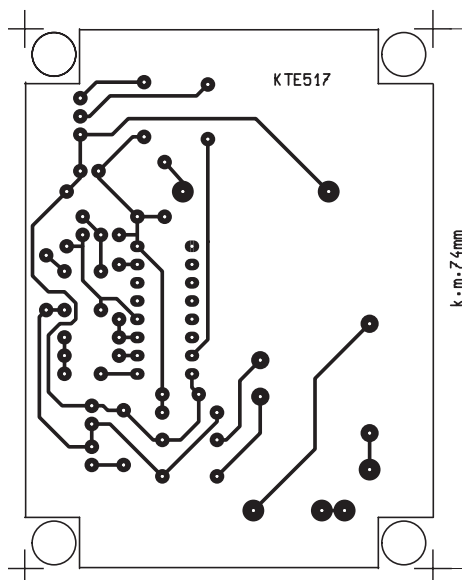
Celá stavebnice se nachází na jednostranné desce plošných spojů určené pro vestavbu do krabičky síťového adaptéru KPZ4, jež je rovněž součástí stavebnice. Před vlastním osazováním je třeba nejprve upravit plošný spoj odříznutím rohů desky dle naznačených čar a následně i převrtat pájecí body dle vývodů součástek. Pro vývody pojistkového a bateriového držáku, stejně jako pro síťový přívod, je zapotřebí průměr 1,5 mm, pro piezo měnič a trafo stačí 1,1 mm. Po oříznutí plošného spoje je ještě vhodné se přesvědčit, že desku lze volně vložit do krabičky i jí vyndat. Nyní již můžeme začít s osazováním součástek v pořadí od nejmenších po největší

(v tomto případě je vhodné osadit IO1 před transformátorem a pojistkovým držákem). Po osazení všech prvků můžeme přistoupit k vlastnímu ožívování. Jelikož zapojení nemá žádné nastavovací součástky, spočívá oživení v prostém vložení baterií do držáku (umísťují se oba kusy baterií CR2032 na sebe) a připojením síťového napětí. Po vložení baterií do pouzdra (nebo připojení pomocného zdroje místo baterií) se ozve přerušované pípání. Totéž nastává vždy, když se zapne nebo vypne síťový přívod, s tím rozdílem, že při zapnutém síťovém napětí ještě svítí LED.

Stavebnice je navržena tak, aby ji nebylo nutné pevně připojovat k síťovému rozvodu, ale tvářila se jako pohyblivý přívod, což je z pohledu předpisů menší zlo. Spoléháme se tedy na skutečnost, že uživatelé mají vyvedenu jednofázovou zásuvku s nočním proudem, což je obvyklá praxe právě pro možnost úspor nákladů za elektřinu. Pokud tomu tak není, nezbyvá než ji vytvořit, či zapojit stavebnici přímo ke vstupním svorkám spotřebiče nočního proudu (mezi fází a zem). Přestože však v takovém případě lze vynechat i krabičku adaptéru, a zabudovat plošný spoj přímo do spotřebiče, nelze tento způsob montáže doporučit a je lépe raději vytvořit jednofázovou zásuvku.

Nezdá-li se někomu piezo v krabičce dostatečně hlasité, může jej pomocí vodičů vyvést např. do jiné místnosti, či zvýšit hlasitost zapojením dalšího paralelního bzučáku. Pro pomocné napájení byla zvolena dvojice lithiových článků typu CR2032 s kapacitou 280 mA/h, která dává napětí 6 V, což znamená klidovou spotřebu cca 16  $\mu$ A. Baterie by tak v přístroji měly vydržet i déle než 2 roky (lepší je však jejich výměna po cca 1 roce), což zcela vyhovuje a ospravedlňuje jejich použití místo drahých akumulátorů.

Věříme, že vám stavebnice indikátoru nočního proudu přinese dostatek užitku i úsporu nákladů za elektrickou energii. Objednávat si ji můžete u zásilkové služby GM Electronic za cenu 560 Kč. Objednávat můžete také přímo z redakčních



Obr. 3 - Deska s plošnými spoji

webových stránek připraveným elektronickým formulářem ([www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz)). Jinak volejte 02 / 24 81 64 91.

### Seznam součástek

R1	6k8
R2	1k0
R3 – R5	100k
R6	220k
R7	10k
C1	100u/16V
C2	100n/50V
C3	CF1-100n
C4, C5	CF1-1 $\mu$ 0
C6	22u/16V
D1,	B250C1000DIL
D2, D3, D5	1N4148
D4	LED 5 mm 2mA zelená
T1	TUP
T2	TUN
IO1	4060
BAT1	2x CR2032
Bz1	KPE242
Po1	T50mA
Tr1	TRHE1201-1x6
1x plošný spoj	KTE517
1x pojistkový držák	SI-HA#122100
1x bateriový držák	BH1060
1x krabička	U-KPZ4

# Reklamní plocha





# Jednoduchý síťový regulátor nejen pro vrtačku

stavebnice č. 519

Regulátorů otáček komutátorových motorků již bylo uveřejněno bezpočet a mnohé i ve stavebnicovém provedení. Tyto regulátory at' již pro stejnosměrné nebo střídavé napájení byly vždy vděčným námětem pro svou mimořádně širokou praktickou využitelnost u všech kutilů a modelářů. A těch má náš národ požehnaně...

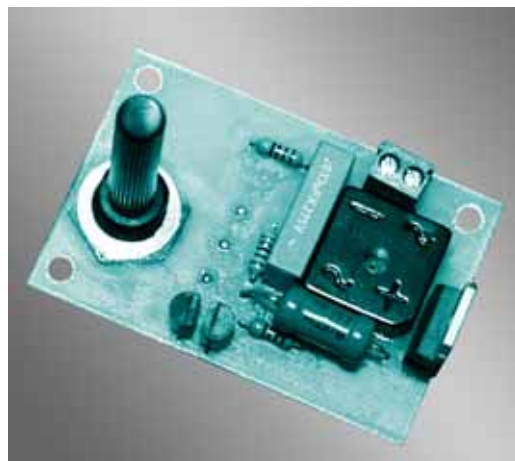
Stejně jako u stejnosměrných motorů lze otáčky vrtačky či jiného síťového točivého stroje s kolektorovým motorem regulovat velikostí napájecího napětí předřadným odporem. Vzhledem k faktu, že motorům příliš nesvědčí snižování napájecího napětí, nehledě již na skutečnost, že při vyšších výkonech motorů by regulační rezistory musely zvládat velkou výkonovou ztrátu – až 50 % spotřebované energie, není toto řízení dnes již v praxi používáno. Jiným způsobem je řízení doby napájení (pulzní řízení), které je bezztrátové.

Proto se nyní téměř výhradně používá regulace otáček s použitím pulzního řízení, které se u střídavých napětí realizuje tzv. fázovou regulací (obdoba pulzně šířkové modulace). Její princip spočívá ve využití střídavého napětí (jednotlivých půlvln střídavého sinusového napětí) jakožto zdroje impulzů, přičemž spínací prvek propustí napájení až s určitým zpožděním daným tzv. fázovacím článkem (zpravidla typu RC). Napájení je tedy sice realizováno přímo síťovým napětím, ale využívá se pouze část sinusovky podle potřeby. Doba zpoždění sepnutí se pak určuje ve stupních otáčení fáze – fázová regulace. Čím je zpoždění sepnutí spínacího prvku větší (větší úhel sepnutí), tím menší je doba napájení zařízení a následně i rychlost otáčení, resp. využitý příkon. Jako spínací prvek je nejčastěji využíván triak (triaková regulace), kte-

rý je schopen řídit obě půlvlny střídavého napětí avšak složitěji se ovládá, nebo, jako v našem případě, tyristor (tyristorová regulace), kde však je nutné počítat se skutečností, že tento prvek vede proud pouze v jednom směru, což dovoluje využít nejvýše 50 % výkonu který je k dispozici. Navíc pak zdroje – transformátory jsou zatěžovány stejnosměrným odběrem.

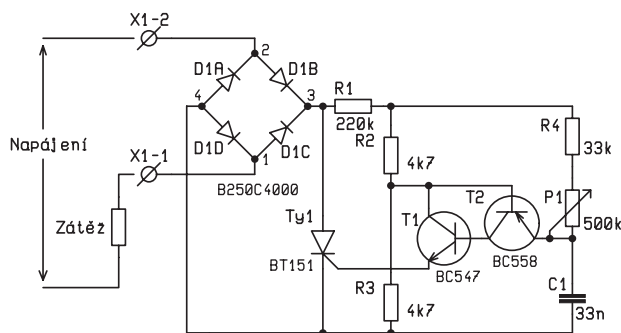
Jako nejjednodušší regulátor by postačoval pouze triak s fázovacím článkem připojeným do řídicí elektrody (Gate), případně doplněným o diak (spínací polovodičová součástka, která je do vodivého stavu uvedena překročením prahového napětí na elektrodách), hodnoty fázovacího článku by však pro síťové napětí vyžadovaly výkonnový potenciometr, který se pouze obtížně shání. Komfortnější řízení je již obvodově výrazně složitější, a proto lze na trhu nalézt řadu integrovaných obvodů určených pro tento způsob regulace. Takový obvod však na druhou stranu zvyšuje cenu zpravidla jednoúčelového zařízení proto se využívá spíše v profesionální technice. V praxi tedy neexistuje jednoduché řešení fázové regulace triaků a pro jednodušší zařízení se proto využívá tyristorového řízení za použití můstkových usměrňovačů, jak je vidět i na naší stavebnici. Zcela záměrně jsme zvolili co nejjednodušší řešení bez ohledu na některá omezení které to sebou přináší.

Přestože obvod regulátoru je celkem jednoduchý, obsahuje zapojení vtipné prvky, pro něž stojí zato podrobnější popis činnosti. Aby všechny součástky nemusely odolávat síťovému napětí 230 V, snižuje odporový dělič R1 – R3 napětí obvodu pro regulační prvky

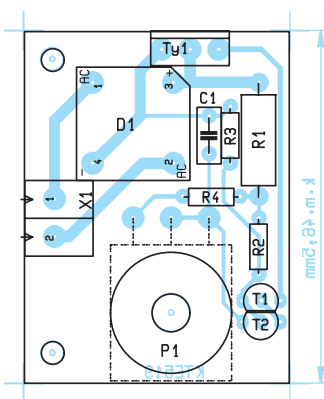


na cca 10 V. Na rezistoru R1 tak vzniká velký úbytek napětí a je proto třeba, aby byl dimenzován na dostatečný ztrátový výkon, nejlépe na 2 W.

Při zapnutí je kondenzátor C1 vybit a oba tranzistory jsou zavřené. Proudem přes zátěž, usměrňovací můstek, dále rezistory R1, R4 a potenciometr P1 se kondenzátor nabíjí tak dlouho, až napětí na emitoru T2 bude o cca 0,65 V vyšší než napětí báze. Na bázi T2 je poloviční napájecí napětí dané děličem R2/R3, což zajišťuje dostatečný napěťový spád pro fázovací článek, resp. bezpečné zavření tranzistoru po dobu nabíjení kondenzátoru C1. Rychlost nabíjení je dána mimo pevných hodnot rezistorů okamžitým nastavením potenciometru P1. Při dosažení uvedeného napětí se tranzistor otvírá a svým proudem do báze T1 otvírá i tento tranzistor. Tak do řídicí elektrody tyristoru začne skokově téci spouštěcí proud z děliče R2/R3. Při sepnutí tyristoru se propojí body 3 a 4 můstku a proud zátěže teče podle okamžité polarity buď diodami D1B a D1D, nebo D1C a D1A. Při tom však zmizí napětí na rezistoru R1, kondenzátor C1 se vybití, oba tranzistory zavřou a spouštěcí impuls odezní. Tyristor však vede dále až proud, jehož okamžitá velikost probíhá podle sinusovky, poklesne pod přidržovací úroveň. Po



Obr. 1 - Schéma zapojení



Obr. 2 - Osazení plošného spoje

rozepnutí tyristoru se znovu obnoví výchozí stav a celý pochod se cyklicky opakuje. Jak je z popisu zřejmé otvírání probíhá v obou půlvlnách napájecího napětí, takže je možné dosáhnout až 95% maximálního výkonu. Kdyby nebyl použit usměrňovací můstek probíhalo by otvírání jen v kladných půlvlnách, čímž by byl nejvyšší výkon omezen na cca 45%. Rezistor R4 určuje minimální dobu nabíjení C1 a tedy i minimální zpoždění otevření tyristoru.

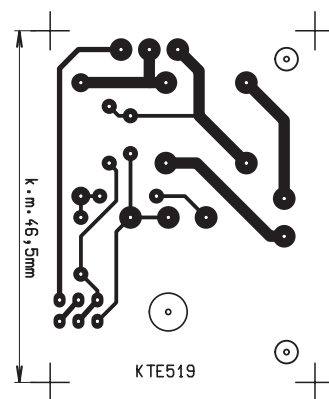
Tranzistory T1 a T2 lze v zapojení nahradit jediným, poněkud dražším, tranzistorem typu UJT (UniJunction Transistors), vyznačující se skokovým spínáním. Jak je ze zapojení patrné, lze pro potřeby napájení jiným střídavým napětím regulátor lehce upravit změnou hodnoty (či případně úplným vypuštěním) rezistoru R1 a používat jej třeba pro řízení 24V motorků. Je však bezpodmínečně nutné zajistit, aby napětí na tranzistorech nepřekročilo hodnotu 30 V.

Celé zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů, jejíž osazení je po převrtání příslušných pájecích bodů velmi snadné. Přestože je však zapojení a oživení jednoduché, je zde namístě připomenout, že pracujeme se sí-

ťovým napětím a je proto třeba dbát zvýšené opatrnosti a u méně zkušených amatérů lze doporučit přivolání zkušenějšího kolegy kupomoci. Po osazení desky, pečlivé kontrole a případném omytí a osušení desky lze obvod připojit k síti a spotřebiči a ověřit jeho činnost. Pokud byla práce pečlivá, bude se měnit jas žárovky či rychlost otáčení motoru v závislosti na úhlu otočení potenciometru P1.

Regulátor umožňuje regulaci jasu žárovek či rychlosti otáčení motorů v rozsahu cca 5 – 175°, přičemž na dolní úrovni výkonu (nejpomalejší otáčky, nejnižší svět), nelze zajistit korektní činnost spotřebiče vzhledem k neúměrně nízkému napětí. Tento jev však není chybou regulátoru, spíše naopak, neboť to značí, že nejnižší regulační hladina je nižší, než schopnosti spotřebiče. Přestože součástky regulátoru (diodový můstek) je určen pro spínání zátěže do 3 A (690 W při 230 V), není dobré využívat zařízení pro výkony větší než cca 500 W, aby nedocházelo k výkonovému přetěžování diodového usměrňovače. V případě spínání výkonů větších než 100 W, bude nejspíš nutné přišroubovat k tyristoru Ty1 doplňkový chladič.

Nyní snad již jen poznámku o možnosti vytváření rušivých signálů vlivem fázové regulace. Rušení vzniká při sepnutí tyristoru mimo okamžik, při kterém prochází síťové napětí nulou a je způsobeno náhlou proudovou či napětovou špičkou (vzniká i při zapnutí či vypnutí vypínače). Při fázové regulaci výkonu je tento jev zákonitý a je vytvářen při každé půlvlně, přičemž úroveň rušení je závislá na okamžiku sepnutí tyristoru a na protékajícím proudu. Rušení se může navenek projevovat jako praskání v reproduktorech či změní na obrazovce a některé, převážně starší spotřebiče, jej nejsou velmi nelibě. V takovém případě je vhodné doplnit obvod o síťový odrušo-



Obr. 3 - Destička s plošnými spoji

vací filtr připojený k síti před regulátorem či alespoň sériovým RC článkem (cca 100 kΩ, 100 nF) připojeným paralelně k vlastnímu regulátoru.

Závěrem znovu upozorníme, že celý regulátor a všechny jeho součástky jsou galvanicky spojeny se sítí!

Tato stavebnice má svá omezení a nehodí se tak například pro řízení větších výkonů, či jako univerzální regulátor. Proto nyní připravujeme stavebnici vylepšeného a univerzálnějšího regulátoru, nyní již se specializovaným integrovaným obvodem U2008, a doufáme, že vám ji budeme moci představit již v příštím čísle.

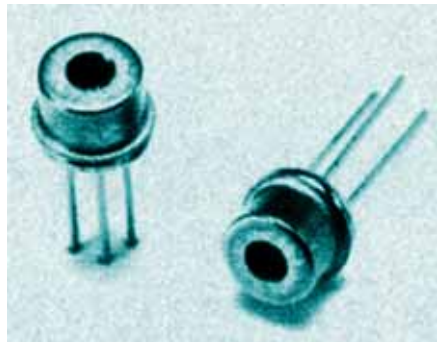
### Seznam součástek

R1	220k/2W
R2, R3	4k7
R4	33k
C1	33n CF1
P1	500k PC16ML
D1	B250C3000 BR36
T1	BC547
T2	BC558
Ty	BT151
X1	ARK210/2
1× plošný spoj KTE519	
Cena stavebnice je 155 Kč.	

# Reklamní plocha

## Rychlé fotodiody PIN

Galium arsenidové diody PIN řady G8198 jsou velmi rychlé fotodetektory určené do gigabitových optických komunikačních sítí. Mají rychlou odezvu (~120 ps), nízký šum, malý proud v temnu a malou tepelnou kapacitu při závěrném napětí pouze 2 V.



Dioda G8198-01 má aktivní plochu o průměru 40 μm, kmitočtový rozsah 3 GHz a kapacitu 0,6 pF. Její proud v temnu je 0,06 nA. Dioda G8198-02 má aktivní plochu o průměru 80 μm, kmitočtový rozsah 2 GHz, kapacitu 0,9 pF a proud v temnu 0,08 nA. Obě diody mají spektrální rozsah od 0,9 do 1,7 μm s největší citlivostí při 1,55 μm. Typická fotocitlivost je 0,95 A/W – diody PIN mohou pracovat při teplotách od -40 °C do +85 °C. Rozměry pouzdra: 4,2 x 2,7 mm.

*Literatura: Hamamatsu Corp.: PIN Photodiodes Offer High-Speed Response At Low Reverse Voltage Electronic Design 2000, December 4, str. 154.*

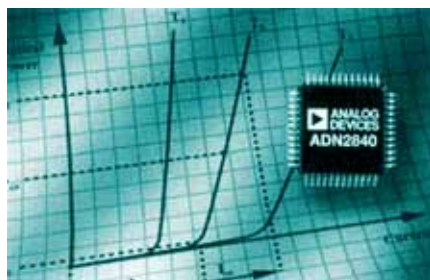
## Napěťový regulátor 1,8 až 5 V / 250 mA s úbytkem jen 180 mV

Americká firma VISHAY z Pennsylvánie vyrábí napěťový regulátor s velmi nízkým úbytkem. Může dodávat výstupní proud až 250 mA při kterém je úbytek na regulátoru pouze 180 mV. Odezva na tranzienty mezi vstupem a zátěží činí pouze 2 μs a umožňuje tak obvod použít pro napájení zátěží, které takovou reakci vyžadují. Vstupní napětí má rozsah 2 až 6 V, takže regulátor lze použít ve spojení s jediným nebo více napájecími články v mobilních telefonech i jiných přenosných zařízeních. Výstupní napětí regulátoru Si9182 DH je 1,8 až 5 V a v případě zkratu na výstupu nebo jiné chyby je elektronicky blokováno. Špičkový výstupní proud 500 mA může pokrýt řadu požadavků na mžikovou zátěž při zapnutí zařízení. Obvod se dodává v pouzdře MSOP s osmi vývody. Při odběru v množství 100 000 ks je jeho cena \$0,55.

*Literatura: Voltage Regulator Features 250 mA Output With 180 mV Dropout Electronic Design 2000, November 20, str. 168.*

## Budič laserových diod

Integrovaný obvod ADN2840 amerického výrobce Analog Devices Inc. je 2,5Gbitový dvojitý budič laserových diod. Maximalizuje vlastnosti laserových diod a usnadňuje návrh optických vláknových obvodů. Může budit dvojici laserových diod, kontrolovat ve smyčce jejich výkon a zhasíci poměr (extinction ratio). Optimálních pracovních vlastností laserových diod se dosáhne nepřetržitým sledováním a řízením jejich optického výkonu. Výkon je korigován s ohledem na změny pracovní teploty i stárnutí diod. Maximální proud diod v pracovním bodu je 100 mA a největší modulační proud je 80 mA. Typická odezva obvodu ADN2840 je 80 ps, která odpovídá přenášenému pásmu 4,4 GHz. Budič má také obvod pro vyvolání poplachu způsobeného chybou či selháním nebo degradací laserové diody. Umožňuje hlídat předpětový a modulační proud i nízkofrekvenčně modulovat signál pro kontrolu činnosti pomocí diagramu oko.



Budič laserových diod ADN2840 je v pouzdře TQFP se 48 vývody, viz obrázek. Cena obvodu při odběru 1000 ks je \$24.

*Literatura: Analog Devices Inc.: Dual-Loop Laser Diode Driver Maximizes Laser Performance Electronic Design 2000, December 4, str. 161.*

## Integrované obvody pro nabíjení článků Li-ion a Li-polymer

Americká polovodičová firma Texas Instruments dává na trh řadu integrovaných obvodů bg 2400x určených pro nabíjení článků Li-ion a Li-polymer. Obvody bg 24001, bg 24002 a bg 24003 jsou určeny pro nabíjení jediného článku na napětí 4,1 nebo 4,2 V. Obvody bg 24004, bg 24005 a bg 24006 nabíjejí dvojici v sérii zapojených článků na napětí 8,2 nebo 8,4 V. Všechny obvody jsou v pouzdrech TSSOP umožňujících dobrý odvod tepla. Počáteční cena jednoho obvodu je \$ 1,89.

Ve všech obvodech je jako sériový regulační prvek použit výkonový tranzistor MOSFET 1,2 A a Schottkyho dioda blokující zpětný proud. Úbytek na sériově zapojeném tranzistoru a diodě je nejvýše 0,7 V. Výrobce tvrdí, že s obvodem

bg 2400x lze postavit nabíječ na tištěném spoji o ploše pouhých 44 mm<sup>2</sup>. Obvody nabíjejí podle přesně naprogramovaného algoritmu. Program zahrnuje i přednabíjení hluboce vybitých článků (preconditioning), hlídání napětí, teploty a doby nabíjení. Nedosáhne-li článek či články po přednabíjení předpokládaného napětí, nabíjení se zastaví. Pokud je článek v pořádku, následuje po přednabíjení nabíjení konstantním proudem. Jakmile dosáhne článek nebo baterie určeného napětí 4,1–4,2 nebo 8,2–8,4 V, dokončí se nabíjení konstantním napětím. Napětí je regulováno s přesností lepší než ±1,2%. Obvod hlídá vlastní teplotu a pomocí vnějšího termistoru může sledovat teplotu článků. Ve vypnutém stavu je odběr obvodu 1 μA (obvod nenabíjí).

*Literatura: Texas Instruments Inc.: Chargers Enable 55 % reduction of Li-ion and Li-polymer solutions Electronic Design 2000, December 4, str. 164.*

*Adresa výrobce je: Texas Instruments Inc., P.O. Box 954, Santa Clara CA 91380; (800) 477-8924, ext 4500; www.ti.com.*

## Malé bočníky pro velké proudy

Velmi šikovnou součástku – bočníky pro povrchovou montáž nabízí výrobce rezistorů International Resistive Company Inc., viz obrázek. Rezistory pro snímání proudu do zpětných vazeb a obvodů omezující přetížení mají jednoduchý tvar, umožňující účinné chlazení při malých rozměrech. Rezistory mají rozsah od 0,1 do 0,003 Ω a snesou zatížení 2 W při teplotě okolí 25 °C a 1 W při teplotě okolí 85 °C. Teplotní koeficient je 20 ppm/°C a indukčnost při rozměrech 11,2 mm l x 3,17 mm š x 3 mm v je 5 nH. Lze je tedy použít i v obvodech pracujících na vysokých kmitočtech. Rozsah pracovních teplot je -40 až +125 °C. Bočníky snesou ss proudy od 25 A (0,003 Ω) do 4,5A (0,1 Ω), v impulzním režimu proudy ještě vyšší, odpovídající střídě zatěžovacích impulzů.

*Literatura: International Resistive Company Inc. Resistors Provide High Power-Handling And Low Resistance Electronic Design 2000, December 4, str. 159.*





# Antény zosilňovač s dvojhradlovými FETmi

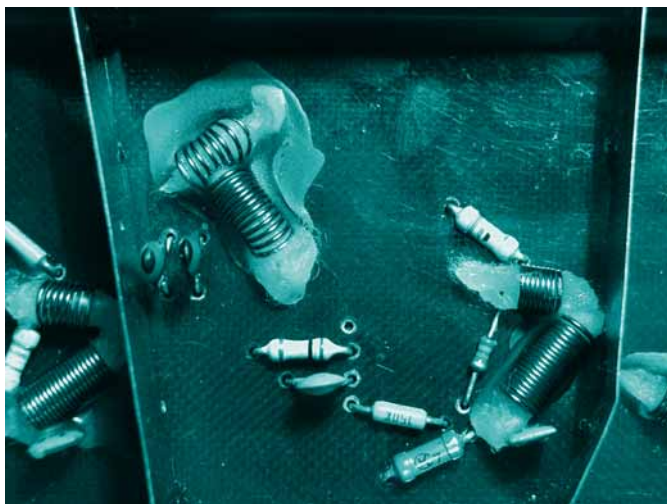
Peter Husenica – lemakor@lemakor.sk

**Potrebujete antény zosilňovač pre rodinný dom? Prosím, tu je.**

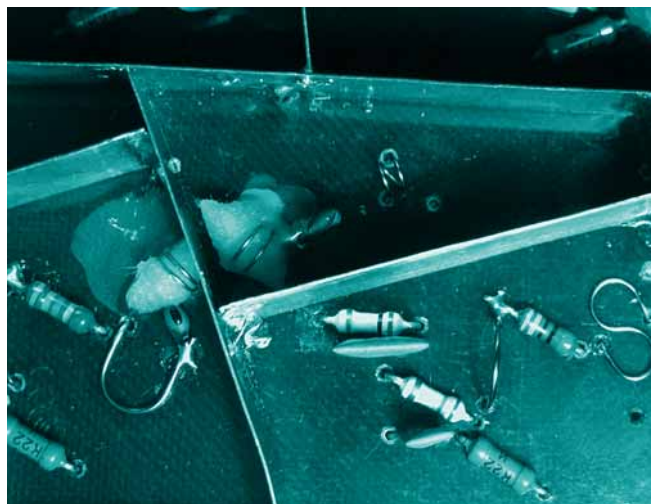
Prv než začnete so stavbou tohto zosilňovača je potrebné si uvedomiť to najpodstatnejšie, plošný spoj musí byť z materiálu určeného na vysokofrekvenčné použitie. Materiál v plošného spoja zvykne byť modrej farby. Ak by sme na stavbu použili iný plošný spoj, podarilo by sa nám s najväčšou pravdepodobnosťou vyrobiť útlmový článok. Zosilňovač je postavený na jednom v plošnom spoji s rozmermi 185 x 140 mm a umiestnený do plechovej krabice vysokej 18 až 20 mm, pričom plošný spoj je zasadený do jednej tretiny výšky plechu. Hrúbka pocínovaného plechu je 0,35 mm, z rovnakého plechu sú urobené aj plechové prepážky medzi jednotlivými stupňami zosilňovača kvôli ich vzájomnému odtieneniu. Umiestnenie plechov je zakreslené v rozmiestnení súčiastok zo strany spojov prerušovanou čiarou, identické je aj ich umiestnenie zo strany súčiastok. Všetky cievky v zosilňovači sú vzduchové, samonosné a pravotočivé, vytvorené navinutím príslušného počtu závitov na prisluchajúci trň a odizolovaním a pocínovaním koncov cievky. Na vytvorenie cievky L1 použijeme smaltovaný drôt (používa sa pri výrobe transformátorov) priemeru 0,35 mm (bez izolácie; s izoláciou 0,37 mm), z ktorého navinieme tesne vedľa seba 1,5 závit. Ako trň môžeme s výhodou použiť válcovú časť vrtáka  $\varnothing$  3 mm. Každú cie-

vku po osadení do plošného spoja vyplníme vatou, aby bol jej výsledný tvar po naladení zosilňovača lepšie fixovaný. Ladenie prevádzame deformáciou (rozťahovaním) cievok a konečný tvar zafixujeme zakvapnutím voskom napríklad z tortových sviečok. Správne naladenie zosilňovača má vplyv na jeho zisk, ale predovšetkým na jeho stabilitu, ktorú zabezpečujú aj kondenzátory C11 ako aj C44. Ich kapacitu je potrebné určiť skusmo! Na tomto mieste nezaškodí trocha teórie. Stabilita zosilňovača je podmienená takým zladením zosilňovača, aby nedochádzalo k vzniku intermodulačných produktov, alebo krížovej modulácie aj pri miernom impedančnom neprispôbení vstupu a výstupu. Intermodulačné skreslenie vzniká ak na výstupe zosilňovacieho stupňa je signál o 1 dB slabší ako na jeho vstupe. Ku krížovej modulácii dôjde ak na výstupe je signál o 3 dB slabší ako na vstupe zosilňovacieho stupňa. Pri krížovej modulácii dochádza k namodulovaniu silnejšieho signálu na slabší signál. V takýchto prípadoch je nutné použiť na vstupe zosilňovača útlmový článok s nastaviteľným útlmom. Šumové číslo určuje aký najslabší signál je schopný zosilňovač spracovať, čím je šumové číslo nižšie tým slabší signál je možné spracovať. Šumové číslo použitých tranzistorov sa pohybuje okolo hodnoty  $F = 2,5$  dB a výkonový zisk  $G = 22$  dB. Pri osadzovaní postupujeme

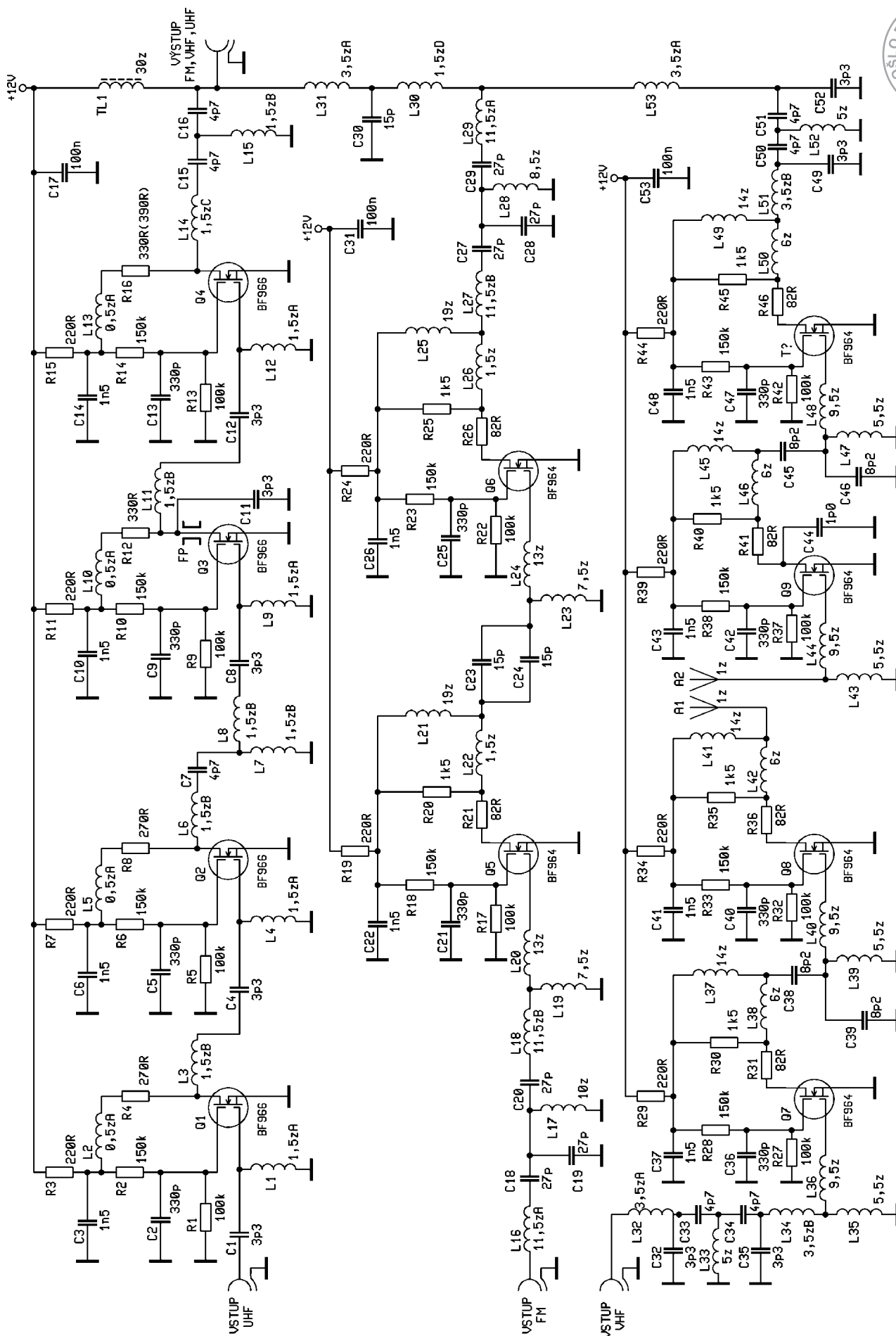
štandardne od rezistorov cez kondenzátory a cievky až po tranzistory. Pred osadením tranzistora Q3 je potrebné na jeho D elektródu navliecť feritovú perlu. A1 a A2 sú zhotovené z odcvaknutých vývodov rezistorov. Prepoje L2 – R4, L5 – R8, L6 – C7, L8 – C8, L10 – R12, L13 – R16 sú realizované mimo plošného spoja priamym prepojením súčiastok. Ostatné súčiastky majú vývody zakončené v plošnom spoji. Zosilňovač je riešený ako trojpásmový so spoločným výstupom a napájaním po kábli. Aby bolo možné zlúčiť viac pásiem do jedného kábla sú na výstupe jednotlivých pásiem použité LC obvody, tie sú použité aj na vstupoch kvôli lepšej selektivitve zosilňovača. Hornú priepusť pre UHF tvorí C15 – L15 – C16, dolnú priepusť pre VHF a FM tvorí L30 – C30 – L31, pásmovú priepusť pre FM tvorí L27 – C27 – C28 – L28 – C29 – L29, pásmovú priepusť pre VHF tvorí L51 – C49 – C50 – L52 – C51 – C52 – L53. Hodnotu rezistora R16 volíme s ohľadom na výslednú stabilitu zosilňovača. Na vstupoch a na výstupe je možné použiť buď 75 $\Omega$  konektory, alebo F-konektory. Napájacie vodiče pre jednotlivé vetvy zosilňovača sú vedené tesne pod vrchným plechovým krytom. Oživenie zosilňovača prevádzame postupne po jednotlivých pásmach, pričom ladenie jednotlivých stupňov robíme postupne od vstupu smerom k výstupu zosilňovača. Prúdová spotreba jedného zosilňovacie-



Obr. 1 - Naladený 2. stupeň fm



Obr. 2 - Výstup – 2. a 3. stupeň uhf



Obr. 3 - Schéma zapojenia



Obr. 4 - Vstup – 2. a 1. stupeň uhf



Obr. 5 - Naladený 3. stupeň vhf

ho stupňa je približne 7 mA, čomu zodpovedá úbytok napätia na napájacom rezistore (R3, R7...) približne 1,6 V. Kontrolou tohto úbytku je možné zistiť vadný tranzistor, správne predpätie hradla tranzistora nastavené rezistorovým deličom. Ak je tento úbytok výrazne väčší a mení sa pri približovaní sa rukov k meranému stupňu, daný stupeň je nestabilný, tj. kmitá a je potrebné ho doladiť. Zisk naladeného zosilňovača pri napájaní 12 V bol nameraný nasledovne: pásmo FM = 30 dB (104 MHz), pásmo VHF = 30 dB (207 MHz), pásmo UHF = 35 – 30 – 30 dB (511 MHz – 590 MHz – 775 MHz).

#### Zoznam súčiastok

A1, A2 1z D0,6 na D3,5  
 C11 3p3 kerko  
 s vyvodmi l = 3 mm  
 C1, C4, C8, C12, C32, C35,  
 C49, C52 3p3 kerko  
 C2, C5, C9, C13, C21, C25, C36,  
 C40, C42, C47 330p kerko  
 C3, C6, C10, C14, C22, C26, C37,  
 C41, C43, C48 1n5 kerko  
 C7, C15, C16, C33, C34,

C50, C51 4p7 kerko  
 C17, C31, C53 100n kerko  
 C18, C19, C20, C27, C28, C29 27p kerko  
 C23, C24, C30 15p kerko  
 C38, C39, C45, C46 8p2 kerko  
 C44 1p kerko  
 s vyvodmi l = 5 mm  
 L1, L4, L9, L12 1,5zA D0,35 na D3  
 L2, L5, L10, L13 0,5zA D0,5 na D7  
 L3, L7, L8, L11, L15 1,5zB D0,35 na D3,5  
 L6 0,5zB D0,5 na D5  
 L14 1,5zC D0,4 na D3,5  
 L16, L29 11,5zA D0,35 na D3,5  
 L17 10z D0,35 na D3,5  
 L18, L27 11,5zB D0,4 na D3,5  
 L19, L23 7,5z D0,4 na D3,5  
 L20, L24 13z D0,4 na D3,5  
 L21, L25 19z D0,4 na D3,5  
 L22, L26 8z D0,4 na D3,5  
 L28 8,5z D0,4 na D3,5  
 L30 1,5zD D0,4 na D2,5  
 L31, L32, L53 3,5zA D0,4 na D2,5  
 L33, L52 5z D0,4 na D3,5  
 L34, L51 3,5zB D0,35 na D2,5

L35, L39, L43, L47 5,5z D0,4 na D3,5  
 L36, L40, L44, L48 9,5z D0,4 na D3,5  
 L37, L41, L45, L49 14z D0,4 na D3,5  
 L38, L42, L46, L50 6z D0,4 na D3,5  
 Q1, Q2, Q3, Q4 BF966 TO50  
 Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10 BF964 TO50  
 R1, R5, R9, R13, R17, R22, R27, R32, R37, R42 100k 0,6W 1%  
 R2, R6, R10, R14, R18, R23, R28, R33, R38, R43 150k 0,6W 1%  
 R3, R7, R11, R15, R19, R24, R29, R34, R39, R44 220R 0,6W 1%  
 R4, R8 270R 0,6W 1%  
 R12 330R 0,6W 1%  
 R16 330R (390R) 0,6W 1%  
 R20, R25, R30, R35, R40, R45 1k5 0,6W 1%  
 R21, R26, R31, R36, R41, R46 82R 0,6W 1%  
 TL1 30z na ferit. tyči D1  
 1x FP – feritová perla dĺžky 3 mm

*Pozn.: Vážni zájemci o podrobnejší informácie a ďalší obrazovú dokumentáciu včetně nákresů dps a rozmístění součástek, obraťte se na redakci.*

# Šetrite elektrickou energiou

Pavel Jamernegg — OM3WBM

Či už v minulom režime, alebo teraz, po tzv. Nežnej revolúcii, je (a veľmi dlho bude) aktuálne šetrenie elektrickou energiou. Vtedy pre "spoločnosť", teraz pre vlastnú peňaženku. Nechme ale stranou takéto úvahy, zamerme sa na "elektroniku".

Tu ide v prvom rade o to, aké je to zaujímavé odpojiť sa od elektrovodnej siete a aj tak plnohodnotne vysielat' a prijímať rádiové signály. Ako technický problém je táto úloha skutočne veľmi zaujímavá. Jej riešenie vyžaduje znalosti z okruhu solárnej technológie, ďalej zisťovanie či ide získať potrebnú energiu aj iným spôsobom než zo slnka, alebo z chemických procesov.

Nepochybujem, že čitateľov zaujme zmienka o tom, ako sa pred mnohými rokmi s týmto problémom vysporiadal istý američan, ktorého meno mi je žiaľ neznáme. O jeho vynáleze prebehla v našej literatúre len veľmi skromná zmienka, a tak mi ostalo v poznámkach len číslo amerického patentu 2,981.833.

O čo teda ide? Vhodný mikrofón dáva určitú energiu vo forme nízkofrekvenčnej

ho signálu. Tento signál sa usmerní, ďalej zväčší zdvojovačom napätia a potom sa napojí na vysielateľ, osadený tranzistorom PNP. Podľa pôvodného prameňa mikrofónny transformátor zvyšuje napätí cca 10 krát. Výkon vysielateľa je samozrejme v hodnote rádu miliwatov.

Pôvodné zapojenie, znázornené na obr. 1, bolo realizované v pásme 28 MHz.

– dokončení na str. 31 –



# Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

## 24. Paralelní regulátor napětí TL431

Ing. Jan Humlhans

V tomto pokračování se budeme opět věnovat jednomu z těch integrovaných obvodů, které se v podstatě staly standardem. TL431 – třísvorkový nastavitelný referenční zdroj napětí – nalezneme většinou pod stejným označením ve výrobním programu řady významných výrobců integrovaných obvodů jako jsou Texas Instruments (<http://www.ti.com>), National Semiconductors (<http://www.national.com>), STMicroelectronics (<http://www.eu.st.com>), Fairchild Semiconductor (<http://www.fairchildsemi.com>), ON Semiconductor (<http://www.onsemi.com>), Philips Semiconductor (<http://www.us.semiconductors.philips.com>), ale i u nás méně známých Alpha Semiconductor (nyní patřící, stejně jako Calogic do Sipex Corporation <http://www.sipex.com>), FCI semiconductor (<http://www.fcisemi-mag.com>), Linfinity Microelectronics (<http://www.linfinity.com>). I v současnosti jsou stále ještě jeho parametry zdokonalovány. Ve schématech je značen jako Zenerova dioda s naznačeným řídicím vývodem – referenčním vstupem, který umožní nastavit výstupní napětí mezi 2,5 V a 36 V. Mimo možnosti nastavení se však od ní liší velmi strmým přechodem z nevodivého do vodivého stavu a zaručeným teplotním chováním. Jak si však ukážeme, má vedle kvalitní náhrady Zenerovy diody, znamenající zlepšení vlastností příslušných obvodů, celou řadu dalších použití, mezi nimiž jsou i některá až neobvyklá. Tuto zajímavou součástku lze nalézt v pevných i nastavitelných zdrojích, lineárních i spínaných, A/Č a Č/A převodnicích, monitorech, televizorech, počítačích.

TL431 je třívývodový nastavitelný přesný paralelní regulátor napětí s výbornou teplotní stabilitou. GM Electronics jej nabízí ve verzích umístěných do plastových pouzder DIP-8, TO-92, ale i v pouzdře určeném pro plošnou montáž SO-8. Všechny jsou určeny pro teploty okolí od 0 °C až 70 °C. Verze DIP poskytnutá pro ověření, byla od Texas Instruments, označená TL431CP. Zapojení vývodů pouzder DIP a TO-92 je na obr. 1.

Při experimentech s tímto obvodem je třeba se vyhnout záměně katody a anody!

Na obr. 2 je schematická značka TL431 a jeho zjednodušené funkční blokové schéma, na obr. 4 příp. 6 je základní zapojení, které umožňuje nastavit pomocí dvou rezistorů výstupní napětí od hodnoty přibližně  $U_{REF} = 2,5V$  dané interním referenčním zdrojem, až do 36 V daných maximálním bezpečným napětím  $U_{KA}$ . Dále uvedeme parametry pro verzi TL431C od Texas Instrument [1]. Pokud by byl aktuální jiný výrobce, je účelné přesvědčit se v jeho katalogovém listu o parametrech platných pro konkrétní typ – liší se např. tolerancí referenčního napětí nebo minimálním proudem katody. Dále uvedená zapojení však lze aplikovat prakticky na všechny.

### Hlavní přednosti:

- F programovatelnost výstupního napětí
- F Teplotní koeficient v příslušném teplotním rozsahu 30 ppm/°C (ppm =  $1/10^6$ )
- F typická výstupní impedance 0,2  $\Omega$
- F odváděný (katodový) proud 1 až 100 mA
- F nízký výstupní šum
- F rychlá odezva
- F velký rozsah nastavitelného výstupního napětí
- F nízká cena – okolo 10 Kč.

### Mezní hodnoty:

Napětí na katodě $U_{KA}$	37 V
Trvalý proud katodou $I_{KA}$	-100 mA až 150 mA
Proud referenčního vstupu	-50 $\mu A$ až 10 mA
Tepelný odpor přechod – okolí	85 °C/W

### Poznámka 1 k tab. 2:

Maximální ztrátový výkon závisí na maximální teplotě přechodu (čipu)  $T_{Jmax}$ , teplotě okolí  $T_A$  a tepelném odporu mezi

přechodem a pouzdem  $R_{TJA}$ . Pro pouzdro DIP-8 je  $R_{TJA} = 85$  °C/W. Maximální přípustná výkonová ztráta  $P_{max}$  při teplotě okolí  $T_A$  je  $P_{max} = (T_{Jmax} - T_A)/R_{TJA}$ . Při  $T_A = 25$  °C a  $T_J = 150$  °C lze u DIP-8 počítat s  $P_{max} = 1,1$  W, u TO-92 s 0,78 W a u SO-8 s 0,81 W. Činnost při maximální možné teplotě přechodu 150 °C se však nedoporučuje, hrozí snížení spolehlivosti! Charakteristické parametry – viz tab. 2. Doporučené pracovní podmínky – viz tab. 1.

### Aplikace TL431

Dále uvedeme několik zapojení, v nichž jsou využity přednosti obvodu TL431 a které zjednoduší, případně zlepší jejich parametry vůči jiným řešením.

### Paralelní regulátor napětí

Na obr. 6 je zapojení paralelního regulátoru napětí, který je v podstatě výchozí aplikací TL431. Z něj a z obr. 2 a 4 vyplývá, že interní operační zesilovač porovnává napětí z děliče  $R1/R2$  s interním referenčním zdrojem a budí výstupní tranzistor tak, aby při zanedbání proudu  $I_{REF} \approx 2 \mu A$ , při dostatečně "tvrdém" děliči tvořeném  $R1$  a  $R2$  možným, platilo:

$$U_O = U_{KA} = U_{REF} \left( 1 + \frac{R1}{R2} \right) + I_{REF} \times R1 \approx U_{REF} \left( 1 + \frac{R1}{R2} \right) \quad (1)$$

Pro odpor  $R$  musí platit, podobně jako u Zenerovy diody, že i při minimálním napětí  $U_{IN}$  a zatížení regulátoru proudem  $I_{OUT}$  musí být katodový proud TL431 větší než  $I_{Kamin} = 1$  mA. Ačkoli není příliš velký problém, navrhnout tento paralelní regulátor poskytující při maximálním i minimálním vstupním napětí  $U_{INmax}$  a  $U_{INmin}$  požadované výstupní napětí  $U_O$  a potřebný výstupní proud  $I_O$ , o němž se předpokládá, že se nemění, proč nevyužít, byť není bez chyb, pomůcky nabízené na Internetu pro tento účel výrobcem, firmou Texas Instruments. Najdeme ji na adrese <http://www.power.ti.com/docs/design/design-tools.jhtml>, případně vyjdeme-li ze stránky <http://www.ti.com> a pokračujeme volbami *Power Management – Design Resources – Engineer Design Utilities*, kde již ji, mezi dalšími zajímavostmi, nalezneme pod názvem Calculator for TL431. Abychom

ji přiblížili i těm čtenářům, kteří Internet zatím nevyužívají, uvedeme vztahy, na kterých je tento program v tabulkovém procesoru Excel založen a které lze snadno použít i mimo něj, jak pro vytvoření vlastní tabulky, tak pro jednorázový výpočet regulátoru.

### Kalkulátor pro TL431 a jeho použití

Uživatelské rozhraní programu pro návrh paralelního regulátoru po spuštění programu TL431.xls je na obr. 7. Vidíme na něm oblast pro volbu typu integrovaného obvodu *Select device*, v níž jsou nabízeny typy TL431A, TL431, dále TL1431 a konečně TLV431. S teplotou spojené parametry nejsou ve výpočtu uplatněny.

Značení rezistorů v programu je odlišné od ostatního textu:

F Zvolíme požadovaný typ integrovaného regulátoru (TL431 - 36 V, 100 mA, 2 %; TL431A - 36 V, 100 mA, 1 %; TL1431 - 36 V, 100 mA, 0,4 %; TLV 431 - 6 V, 15 mA, 1 %)

F Zadáme minimální a maximální vstupní napětí  $U_{IN\ min}$  a  $U_{IN\ max}$ , výstupní proud  $I_O$  a poměr příčného proudu děličem R2, R3 a referenčního proudu  $K = I_{DIV}/I_{REF}$ , který musí být alespoň 100.

F Spustíme výpočet kliknutím na buňku označenou *Calc*

Pak již můžeme odečíst výsledné hodnoty:

F odpory rezistorů R1, R2, R3 v [ $\Omega$ ] a hodnotách z řady E96, proudy těmito rezistory  $I_{R1\ max}$ ,  $I_{R2}$ ,  $I_{R3}$  v [mA] a na nich mařené výkony  $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$ ,  $P_{R3}$  ve [W]

F Dvě možné meze kapacity kondenzátoru C1 zmenšujícího výstupní šum v [pF] a [ $\mu$ F]. Funkce zdroje je stabilní při užití hodnot nižších než  $C1_L$  a vyšší než  $C1_H$

F Minimální a maximální výstupní napětí  $U_{O\ min}$  a  $U_{O\ max}$  vlivem tolerance a jejich poměrné vyjádření  $Tol(U_{max, min})$  v [%]

Při výpočtech se vychází parametrů zvoleného integrovaného obvodu a vztahů mezi uvedenými veličinami zapojení na obr. 7:

#### Parametry TL431

$U_{REF} = 2,5\text{ V}$ ;  $U_{IN\ max} = 36\text{ V}$ ;  $I_{REF} = 4\text{ mA}$ ;  $I_{max} = I_{KA\ max} = 100\text{ mA}$ ;  $I_{min} = I_{KA\ min} = 1\text{ mA}$ ;  $Tol = 0,01$

#### Základní vztahy použité pro výpočty

$R3 = (U_{REF} \times 1000000) / (I_{REF} \times K)$      $R2 = (U_O - U_{REF}) \times R3 / U_{REF}$

$R1 = [U_{IN\ min} - U_O \times (1 - Tol)] \times 1000 / (I_O + I_{REF} \times K / 1000 + I_{min})$

$P_{R1} = [U_{IN\ max} - U_O \times (1 - Tol)] \times (I_O + I_{REF} \times K / 1000 + I_{min}) / 1000$

$P_{R2} = (U_O - U_{REF}) \times I_{REF} \times K / 1000000$

parametr	min	max	jednotka
napětí katody $U_{KA}$	$U_{REF}$	36	V
proud katody $I_{KA}$	1	100	mA
rozsah teploty okolí na volném vzduchu $T_A$ (TL431C)	0	70	$^{\circ}\text{C}$

Tab. 1 - Doporučené pracovní podmínky

$P_{R3} = U_{REF} \times I_{REF} \times K / 1000000$

$Tol(U_{O\ min}) = 100 \times U_{O\ min} / U_O - 100$ ;  $Tol(U_{O\ max}) = 100 \times U_{O\ max} / U_O - 100$

$I_{R1} = I_O + I_{REF} \times K / 1000 + I_{min}$

$I_{R2} = I_{R3} = I_{REF} \times K / 1000$

$U_O \leq 2,5\text{ V}$ :  $C1_L = 15000\text{ pF}$      $C1_H = 0,22\text{ }\mu\text{F}$

$2,5\text{ V} < U_O \leq 3\text{ V}$ :  $C1_L = 6200\text{ pF}$      $C1_H = 3,3\text{ }\mu\text{F}$

$3\text{ V} < U_O \leq 8\text{ V}$ :  $C1_L = 27000\text{ pF}$      $C1_H = 1,5\text{ }\mu\text{F}$

$8\text{ V} < U_O$ :  $C1_L = 33000\text{ pF}$      $C1_H = 0,082\text{ }\mu\text{F}$

Program uživatele varuje při zadání nereálných požadavků, např. na výstupní napětí, proud nebo nevhodné hodnoty K a vypočteným odporům přiřadí hodnoty v řady E92.

#### Poznámka 2:

F Program vychází při určení proudu  $I_{KA}$  pouze z hodnoty  $U_{IN\ min}$ . Zadané napětí  $U_{IN\ max}$  bohužel jen porovná s  $U_{KA\ max}$  a vypočte největší ztrátu na R1, ale již nesleduje, zdali při napětí  $U_{IN\ max}$  nedojde k překročení maximálního proudu  $I_{KA}$ , případně k nadměrné výkonové ztrátě v IO (viz pozn. 1). To hrozí při větším rozpětí mezi hodnotami  $U_{IN}$  a  $U_{IN\ max}$ , případně při zmenšení zátěže regulátoru. Proto ještě výpočet doplníme o určení maximálního proudu  $I_{KA\ max}$  při napětí  $U_{IN\ max}$  ze vztahu:

$$I_{KA\ max} = \frac{U_{IN\ max} - U_O}{R1} - I_O \quad (2)$$

a zkontrolujeme, zdali  $I_{KA\ max} < 100\text{ mA}$  a výkonová ztráta  $U_O \times I_{KA\ max}$  nezpůsobí nepřipustnou teplotu přechodu – viz Poznámka 1.

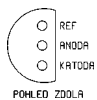
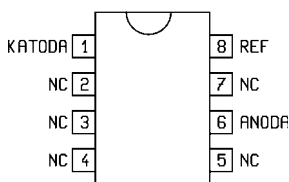
F výpočet účinnosti a  $P_{Total}$  v programu není správný, tyto veličiny však nejsou většinou významné.

#### Paralelní regulátor pro vyšší proudy

I když jsou paralelní regulátory napětí vzhledem k jejich malé účinnosti méně užívané, může dojít k tomu, že maximální proud samotného TL431 bude nedostatečný. Pak je možné doplnit podle obr. 8 externí PNP tranzistor, který je již schopen

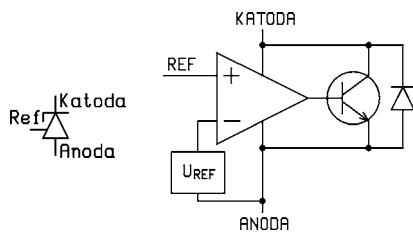
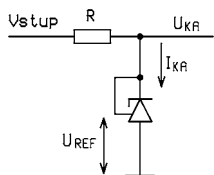
Symbol	parametr	měřicí obvod	podmínky měření	min.	typ.	max	jednotka
$U_{REF}$	referenční napětí	3	$U_{KA} = U_{REF}$ , $I_{KA} = 10\text{ mA}$	2440	2495	2550	mV
$\max \Delta U_{REF}(T)$	maximální rozdíl referenčního napětí v celém rozsahu teplot	3	$U_{KA} = U_{REF}$ , $I_{KA} = 10\text{ mA}$ , $T_A = 0^{\circ}\text{C}$ az $+70^{\circ}\text{C}$		4	25	mV
$\Delta U_{REF} / \Delta U_{KA}$	poměrná změna referenčního napětí při změně katodového napětí	4	$I_{KA} = 10\text{ mA}$		-1,4	-2,7	mV/V
			$\Delta U_{KA} = 10\text{ V} - U_{REF}$				
			$\Delta U_{KA} = 36\text{ V} - 10\text{ V}$		-1	-2	
$I_{REF}$	proud referenčního vstupu	4	$I_{KA} = 10\text{ mA}$ , $R1 = 10\text{ k}\Omega$ , $R2 = \infty$		2	4	mA
$\max \Delta I_{REF}(T)$	maximální rozdíl proudu referenčního vstupu v celém rozsahu teplot	4	$I_{KA} = 10\text{ mA}$ , $R1 = 10\text{ k}\Omega$ , $R2 = \infty$ , $T_A = 0^{\circ}\text{C}$ az $+70^{\circ}\text{C}$		0,4	1,2	$\mu\text{A}$
$I_{KA(min)}$	minimální proud katody pro funkční regulaci	3	$U_{KA} = U_{REF}$		0,4	1	$\mu\text{A}$
$I_{KA(OFF)}$	proud katody ve vypnutém stavu	5	$U_{KA} = 36\text{ V}$ , $U_{REF} = 0\text{ V}$		0,1	1	mA
$Z_{KA} =  \Delta U_{KA} / \Delta I_{KA} $	dynamická výstupní impedance	3	$U_{KA} = U_{REF}$ , $I_{KA} = 1\text{ mA}$ az $100\text{ mA}$ , $f \leq 1\text{ kHz}$		0,2	0,5	$\Omega$

Tab. 2 - Charakteristické parametry jsou získané pomocí měřících obvodů, uvedených na obr. 3 až 5, doporučených pracovních podmínkách a při  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  – není-li uvedeno jinak

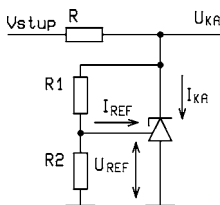


**Obr. 1a,b - Pohled shora na TL431 v pouzdech DIP-8 a TO-92**

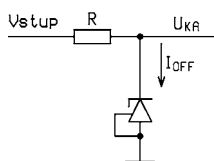
**Obr. 2 - Používaný symbol a funkční blokové schéma TL431**



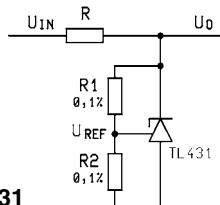
**Obr. 3 - Měřicí obvod pro stav  $U_{KA} = U_{REF}$**



**Obr. 4 - Měřicí obvod pro stav  $U_{KA} > U_{REF}$**



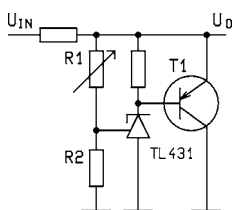
**Obr. 5 - Měřicí obvod pro určení  $I_{OFF}$**



**Obr. 6 - Paralelní regulátor napětí s TL431**

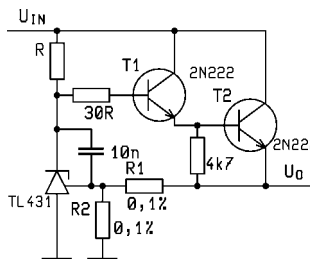
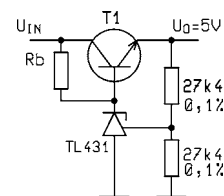
Parameter	Value	Unit
V <sub>IN</sub> (Max)	4.5	V
V <sub>IN</sub> (Min)	3.2	V
V <sub>0</sub>	3.00	V
I <sub>KA</sub>	200	µA
R <sub>1</sub>	862	Ohm
R <sub>2</sub>	324	Ohm
R <sub>3</sub>	398	Ohm
C <sub>1</sub>	0.22	µF
P <sub>0</sub> (P <sub>0</sub> Max)	0.220000	W (mW)
P <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> Max)	0.220000	W (mW)
P <sub>2</sub> (P <sub>2</sub> Max)	0.220000	W (mW)
V <sub>0</sub> min	2.942	V
V <sub>0</sub> max	3.052	V
Efficiency	57.2	% (at V <sub>0</sub> load)

**Obr. 7 - Tabulka procesoru Excel pro výpočet paralelního regulátoru s TL431**



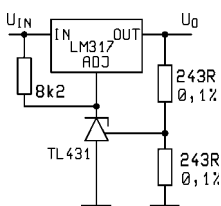
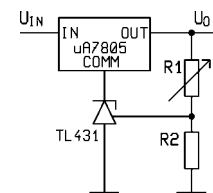
**Obr. 8 - Proudové posílení paralelního regulátoru PNP tranzistorem**

**Obr. 9 - Sériový regulátor napětí využívá TL431 jako referenční zdroj a chybový zesilovač**



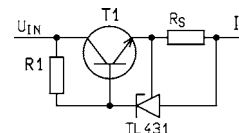
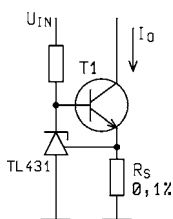
**Obr. 10 - Přesný sériový regulátor napětí pro velké proudy**

**Obr. 11 - TL431 lze využít i pro zvýšení výstupního napětí třísvorkových regulátorů s pevným výstupním napětím typu 78xx**



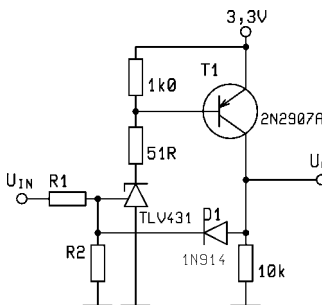
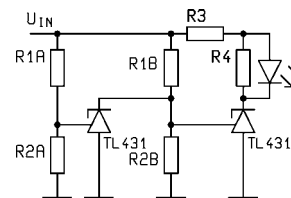
**Obr. 12 - Rovněž nastavitelné třísvorkové regulátory typu LM317 lze doplnit o TL431**

**Obr. 13 - STL431 lze vytvořit i přesný proudový omezovač**



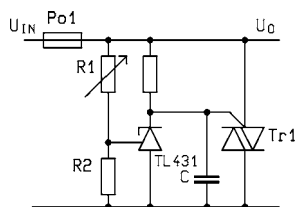
**Obr. 14 - TL431 jako základ přesného proudového odváděče**

**Obr. 15 - Monitor napětí signalizuje svítivou diodou, zdali je napětí v tolerančním poli**

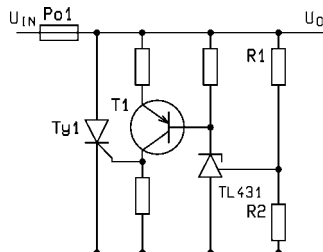


**Obr. 16 - Jednoduchý detektor přepětí**

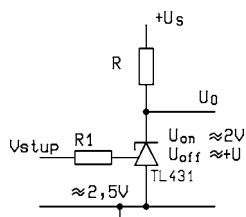




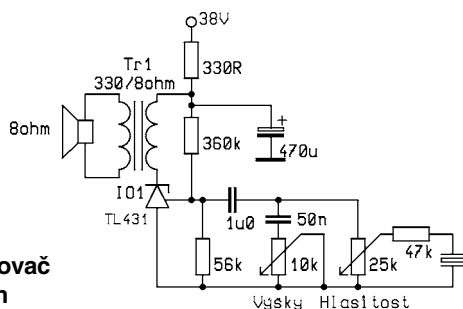
Obr. 17 - Obvod pro ochranu proti přepětí s triakem



Obr. 18 - Obvod pro ochranu proti přepětí s tyristorem



Obr. 19 - Teplotně stabilní komparátor s jediným napájecím napětím



Obr. 20 - Nf zesilovač pro gramofon

proudové požadavky splnit. K návrhu rezistorů lze použít výše uvedený postup.

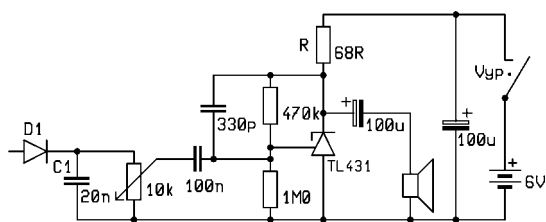
### Použití TL431 v sériových regulátorech napětí.

Dobré vlastnosti TL431 a teplotní stabilitu parametrů lze využít i pro vytvoření účinnějších, sériových regulátorů napětí. V nejjednodušším takovém zapojení na obr. 9, je TL431 doplněn sériovým tranzistorem NPN. Výstupní napětí  $U_O$  určují odpor rezistorů  $R_1$  a  $R_2$  podle vztahu:

$$U_O = U_{REF} \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \quad (3)$$

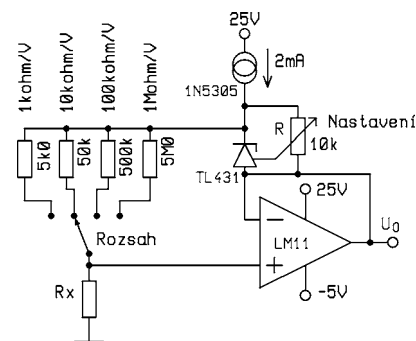
Odpor rezistoru  $R_b$  by měl i při  $U_{IN \min}$  umožnit průchod katodového proudu minimálně 1 mA, měl by tedy být v [kΩ] menší než  $(U_{IN \min} - U_O - U_{BE})$ , kde  $U_{BE}$  je úbytek na přechodu B-E tranzistoru, tedy asi 0,6 V. Minimální výstupní napětí tohoto zapojení je  $U_{O \min} = U_{REF} + U_{BE}$ . V uvedeném případě, kdy  $R_1 = R_2$ , je výstupní napětí 5 V. Vyšší výstupní napětí umožní obvod na obr. 10. V něm je dána hodnota odporu  $R$  v [kΩ], je-li  $I_{KA} = 1 \text{ mA}$ , hodnotou  $(U_{IN \min} - U_O - 2 \times U_{BE})$  ve [V].

S oblibou jsou pro získání stabilního stejnosměrného napětí užívány třísvorkové regulátory napětí typu 78xx. Ty jsou ale určeny pro pevná výstupní napětí, většinou 5 V, 9 V, 12 V, 15 V, 24 V. Lze je však jednoduše doplnit tak, aby se dosáhlo i jiné, vyšší hodnoty. Stačí k tomu třeba jen jediný rezistor ve společné svorce regulátoru, na kterém vzniká průchodem z ní vychá-



Obr. 21 - Nf zesilovač pro krystalový přijímač

Obr. 22 - TL431 lze využít i pro vytvoření lineárního ohmetru



zejícího proudu úbytek, o který se výstupní napětí zvětší. Proud je však i u obvodů stejného typu rozdílný a závislý na teplotě. Zapojením využívajícím TL431 a uvedeným na obr. 11 lze docílit reprodukovatelných výsledků. Výstupní napětí tohoto obvodu bude opět dáno vztahem (3), přičemž minimální výstupní napětí tohoto zapojení (pro 7805) je  $U_O = U_{REF} + 5 \text{ V}$ .

Často jsou v napájecích částech elektronických přístrojů využívány i nastavitelné třísvorkové regulátory typu LM117. I v tomto případě lze zlepšit stálost a teplotní vlastnosti doplněním TL431 jako v zapojení zdroje 5 V na obr. 12. Minimální hodnota  $U_O$ , pro které opět platí (3), je tentokrát  $U_{REF} + 1,2 \text{ V}$ .

### Přesný proudový omezovač a odváděč

Při oživování elektronických obvodů je účelné, aby použitý napájecí zdroj byl vybaven proudovou pojistkou, která zamezí, aby proud ze zdroje překročil určitý limit. Často se tak předejde poškození jak zkoušeného obvodu, tak zdroje. I když komerční laboratorní zdroje jsou takto většinou již vybaveny, pokud se jedná o amatérskou konstrukci, není to pravidlem. I taková pojistka může být, jak ukazuje obr. 13, sestavena na základě TL431 a dodatečně do zdroje zabudována. Pro hodnoty  $I_{O \max}$  a  $R_1$  platí vztahy:

$$I_{O \max} = \frac{U_{REF}}{R_S} + I \quad R_1 = \frac{U_{IN \min}}{\frac{I_O}{h_{21E}} + I_{KA}} \quad (4)$$

kde  $h_{21E}$  je proudový zesilovací činitel tranzistoru T1.

Podobný obvod na obr. 14 je určen k odvádění konstantního proudu  $I_O$  z nějakého zdroje, např. baterie či akumulátoru za účelem definovaného vybíjení. Velikost tohoto proudu určuje vztah:

$$I_O = \frac{U_{REF}}{R_S} \quad (3)$$

### Monitor napětového intervalu a úrovnový detektor

Pro informativní, ale vypovídající kontrolu stavu napájecího napětí, především jde-li o napětí baterie, se často používají různé indikátory se světelnou indikací. Většinou se jedná o zařízení, u nichž není přesnost mezí tolerančního pole jejich

silnou stránkou. Dobrých výsledků lze dosáhnout s monitorem zapojeným podle obr. 15. Dioda svítí, je-li vstupní napětí  $U_L < U_{BAT} < U_H$ . Pro jeho napěťové meze platí:

$$U_L = \left(1 + \frac{R_{1B}}{R_{2B}}\right) U_{REF} \quad U_H = \left(1 + \frac{R_{1A}}{R_{2A}}\right) U_{REF} \quad (6)$$

Odpor R3 určuje jas diody, R4 musí umožnit průchod proudem alespoň 1 mA do katody IO2.

Někdy postačí jen poskytnout o stavu monitorovaného napětí jen logický signál, který bude dále zpracován. Takový obvod, pocházející z [3], je zapojen podle obr. 16. Výstupní signál  $U_O$  s úrovní napájecího napětí se objeví, překročí-li vstupní napětí úroveň  $U_{IN\ max} = 1,25 \times (1 + R1/R2)$ . Je totiž určen pro variantu obvodu TLV431 s referenčním napětím 1,25 V a napájením = 3,3 V, ale po zvýšení napájecího napětí na 5 V, nebude problém jej použít i s TL431. Diodou D1 je zavedena kladná zpětná vazba, která udrží výstupní signál log. 1 i po následném poklesu vstupního napětí. Pokud takový požadavek není, stačí zařadit do série s D1 rezistor, což způsobí jen hysterezi ve funkci obvodu.

### Ochrana proti přepětí

Někdy nestačí pouhá informace o velikosti napětí, ale důraznější zásah. Pokud napájecí napětí ochranného obvodu na obr. 17 překročí úroveň  $U_{IN\ max} = U_{REF} \times (1 + R1/R2)$ , klesne napětí na katodě TL431 a otevře triak (dimenzovaný na dostatečně velký proud), který způsobí přerušování pojistky v přívodu napětí. Kapacita kondenzátoru C se volí podle vztahů uvedených v části popisující program pro výpočet paralelního regulátoru napětí, zaručujících stabilní funkci. Obvod se stejnou funkcí i mezní hodnotou napětí jako v případě obvodu s triakem, využívající ke zkratování napájení tyristor, je principiálně naznačen na obr. 18. Obdobné obvody se často realizují s výkonovou Zenerovou diodou, jejich nevýhodou je však málo strmá charakteristika a tedy i přesnost a rychlost reakce.

### Komparátor napájený jediným zdrojem

Na obr. 19 vidíme, že IO pro referenční zdroj lze použít i jako napěťový komparátor. Stačí pouze doplnit dva rezistory. Odpor rezistoru R2 by měl respektovat podmínky z tab. 2. podobně jako u regulátoru a R1 volíme podle velikosti sledovaného napětí tak, aby proud do vstupu nedosáhl hodnot uvedených mezi mezními. Překročí-li vstupní napětí prahovou hodnotu  $\approx 2,5$  V, bude na výstupu napětí  $U_O$  asi 2 V, při nižších hodnotách pak napětí prakticky rovné napájecímu. Výhodou tohoto zapojení je malá teplotní závislost prahového napětí.

### Aplikace v nf technice

Jen na první pohled neobvyklá je aplikace, jejíž schéma je na obr. 20. Jde o 400mW nf zesilovač s původním určením pro

zesílení signálu z gramofonové přenosky. Když se ale podíváme na funkční blokové schéma na obr. 2, není důvod, proč by tento IO pro zdroje napětí nemohl ve vhodném zapojení zesilovat. V měřicím zapojení uvedeném v [1] je zhruba do 10 kHz zisk nad 50 dB. I když s uvedeným zdrojem vstupního signálu se již setkáváme méně, stojí za upozornění na tuto možnost zesilování nf signálů z jiných zdrojů. Na tomto zapojení je však nepřijatelně vysoké napájecí napětí výstupní transformátor a IO1 je nutné chladit.

Zesilovači pro krystalku z [4] na obr. 21 stačí již napětí 6 V, při použití 9V baterie je třeba odpor rezistoru R zvýšit na 180  $\Omega$ . Místo nízkoimpedančního reproduktoru lze použít i telefonní sluchátko nebo i sluchátka vysokoohmová a pak lze odpor R zvýšit na stovky  $\Omega$ . Tím se sníží spotřeba a životnost baterie. Z vlastní krystalky chybí na obrázku jen ladící obvod a pochopitelně anténa. Detekční dioda D1 a kondenzátor C1 odstraňují v sílozku již k ní patří.

### Měřicí technika

Další oblastí, kde lze TL431 využít, je měřicí technika. Následně je samozřejmě získání přesného napětí v potřebné velikosti např. pro měřicí můstek či dělič s termistorem nebo A/Č či Č/A převodník. Pak se využívá v podstatě základní zapojení obvodu. Na obr. 22 je méně obvyklé použití, lineárně pracující převodník odporu na napětí se 4 rozsahy 1 k $\Omega$ /V až 1 M $\Omega$ /V. Lze jej využít například pro číslicové měření odporu. Obvod 1N5305 dodává konstantní proud 2 mA. Trimrem R lze obvod při připojení rezistoru  $R_X$  se známým odporem nastavit odpovídající výstupní napětí.

### Závěr

Za málo peněz hodně muziky. Tak by se dal krátce charakterizovat předmět tohoto pokračování seriálu o zajímavých obvodech v katalogu GM Electronic.

Pro zkušené praktiky v oboru jistě není TL461 žádnou novinkou, ale těm začínajícím a budoucím kolegům, pro něž se elektronika stává koníčkem, může být vhodným prostředkem, který jim, aniž by se museli příliš bát o jeho osud při experimentech, pomůže při seznámení s řadou jednoduchých a přitom zajímavých obvodů. U většiny z uvedených obvodů lze použít pro rychlou realizaci nepájivá pole.

### Prameny:

- [1] TL431, TL431A Adjustable Precision Shunt Regulators. Katalogový list SLV005L, Texas Instruments.
- [2] TL431, A, B. Programmable Precision References. Katalogový list ON Semiconductor.
- [3] R. Bell: Regulator IC forms convenient overvoltage detector. EDN 28. září 2000, str. 124.
- [4] Crystal Radio (and other purpose) Audio Amplifier. <http://www.techlib.com/electonics/audioamps.html>.

## Integrovaná termočláňková baterie v pouzdře TO-39

Aplikací mikromechanických postupů je utvořena termočláňková polovodičová baterie v bezkontaktním senzoru teploty MLX90247 firmy Melexis (<http://www.melexis.com>), který je schopen detekovat i velmi malé tepelné záření a rozlišit změnu teploty 0,01  $^{\circ}\text{C}$ . Citlivost při teplotě senzoru 298 K je typicky 37  $\mu\text{V}/\text{K}$ . Ve středu membrány (čipu) s nízkou tepelnou vodivostí jsou měřicí konce jednotlivých sériově spojených termočláňků, srovnávací konce jsou na jeho okraji. K měření teploty srovnávacích



konců a kompenzaci jejího vlivu lze případně využít i na membráně rovněž vytvořený termistor NTC. Senzor, který byl zařazen časopisem EDN mezi 100 výrobků roku 2000 je určen např. pro bezkontaktní měření teploty a teplotních diferencí v lékařských aplikacích nebo domácích spotřebičích a v klimatizačních zařízeních. Další výhodou je spolehlivost a příznivá cena.

# IrAMP – ovládejte PC z dálkového ovladače

Jan Řehak – HW.cz

## Co to Je IrAMP

**IrAMP** je zařízení, které obsahuje čidlo na infračervené záření a informace přijaté touto cestou posílá po sériovém portu (RS 232) do PC. **IrAMP** obsahuje v malé krabičce (3 x 1,5 x 4 cm) vlastní procesor PIC, který rozpoznává kódování, používá dálkovými ovladači a převádí přijaté sekvence na 6 bytů, které po RS232 odesílá programu v PC. Těchto 6 bytů je unikátních pro každý příkaz, odeslaný z dálkového ovladače. Infračervené čidlo, které fyzicky převádí infračervený signál na elektrický snímá IR na 36 kHz, což je frekvence používaná jako nosný kmitočet právě dálkových ovladačů. Z toho plyne, že IrAMP nemůže být ovládán IrDa zařízeními, protože IrDa používá mnohem vyšší nosné IR přenosu!

Na **IrAMP** navazuje software, který umožňuje ovládat pomocí libovolného dálkového ovladače celé PC. IrAMP je kompatibilní s tzv. UIR (Universal Infrared Receiver) z něhož vychází. Díky tomu je k dispozici více než 10 programů, které lze použít k ovládání PC, kromě námi vyvíjeného "IR Controlleru".



## Co lze v PC ovládat pomocí IrAMPu

Pomocí nadřazeného SW můžete své PC vypnout, spustit si například WINAMP nebo jakýkoli jiný program a ten potom celý z dálkového ovladače řídit. Lze tak například nastavit, aby se při stisku určitého tlačítka spustil WINAMP s připravenou klasikou, jiným tlačítkem přepnout playlist na moderní hudbu, dalším přeskočit na následující skladbu, aktivovat MUTE a případně vypnout WINAMP. Pokud nebude zaktivován WINAMP, mohou tatáž tlačítka sloužit k ovládání vaší prezentace v POWERPOINTu, vkládání sekvence znaků, nebo k ovládání vaší televizní či zvukové karty.

## Jak připojíte IrAMP

Zařízení se připojuje na sériový port RS 232. Z malé krabičky, kterou si lze pomocí dodávaného suchého zipu přidělat například na monitor, vede 1.5m dlouhý kabel, zakončený konektorem CANNON 9. Kabel lze prodloužit kabelem 1:1 až na cca 20 metrů pokud je to nutné. Součástí dodávky je CD na kterém najdete kromě veškerého SW a tohoto WEBu také zrcadlo serveru MP3.cz! K ovládání PC nepotřebujete žádný další ovladač, vystačíte se stávajícím ovladačem například pro vaši HiFi věž, video nebo i autorádio. Díky tomu že nepotřebujete nic, kromě SW a krabičky samotného IrAMPu, přidělané suchým zipem například na monitor.

## Jak získat IrAMP

Kompletní hotové zařízení IrAMP si lze objednat z <http://IrAMP.HW.cz>, kde najdete také potřebný software atd.. Cena hotového zařízení je přes internet 500 Kč + DPH a poštovné. IrAMP lze objednat také ve firmě GM Electronic.

**Reklamní  
plocha**

**Reklamní  
plocha**



# Malá škola praktické elektroniky

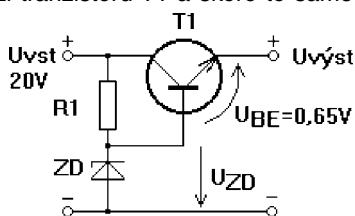
(52. část)

## Princip stabilizovaného zdroje

**Klíčová slova:** řízení výstupního napětí, referenční napětí, dělič napětí.

V minulé části jsme se vrátili k úplným základům stabilizace napětí. Nejjednodušší stabilizátory mají výstupní napětí dané typem Zenerovy diody a i když máte možnost si vybírat z více kusů, je to příliš hrubé nastavení. Není na škodu podívat se na princip nastavování výstupního napětí, i když způsob nastavení u integrovaného obvodu například LM317 jsme již probrali.

V zapojení na se Zenerovou diodou na obrázku 1 je její napětí přivedeno na bázi tranzistoru T1 a skoro to samé na-



**Obr. 1 - Základní schéma stabilizátoru s pevným výstupním napětím**

$U_{\text{vyst}} = U_{\text{zd}} - U_{\text{BE}}$  - Zenerovu diodu a rezistor R1 použijete z minulých pokusů

pětí je pak i na výstupu. V zapojení na obr. 2 je do cesty Zenerově diodě přidán tranzistor. Protože napětí mezi bázi a emitorem tranzistoru T2 je v porovnaní se Zenerovým napětím diody velmi malé – asi 0,65 V, můžeme říci, že napětí, které je na Zenerově diodě, je i na bázi tranzistoru T2. A jsme tam, kde jsme byli při návrhu děliče napětí u řízeného stabilizovaného zdroje. Na rezistoru R2 tedy máme neměnné referenční napětí. Slovo referenční znamená vztažné, nebo srovnávací, porovnávací, tedy napětí, ze kterého si vychází při dalších výpočtech a úvahách.

### Dělič napětí

Na děliči tvořeném potenciometrem P1 a rezistorem R2 je na rezistoru připojeném mezi bázi tranzistoru T2 a záporný pól zdroje referenční napětí které si pro počítání nazveme  $U_{\text{ref}}$ . Výstupní napětí můžeme vypočítat třeba trojčlenkou nebo přímou úměrou, každý jak umí. Uvažujeme – jestliže je na rezistoru R2 napětí  $U_{\text{ref}}$ , je na potenciometru P1 napětí ve stejném poměru. Z toho vypočteme

celkové napětí na rezistoru R2 i na potenciometru P1, jako jejich součet, nebo prostě podle vzorečku

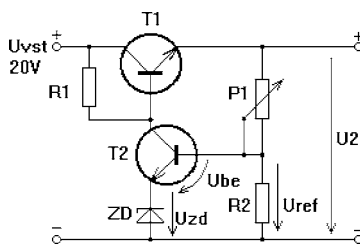
$$U = U_{\text{ref}} \cdot (P1 + R2) / R2$$

Z toho vyplyne, že nejmenší napětí na děliči je v případě, že potenciometr je vytočen do polohy, kdy má nejmenší odpor a největší napětí je při vytočení do polohy, kdy má největší odpor.

Při pohledu na schéma také vidíme, že dělič je zapojený na výstupu stabilizovaného zdroje a tudíž nám z toho vyplývá závěr: jaké je napětí na děliči, takové je výstupní napětí stabilizovaného zdroje. Na výstup můžete připojit například žárovku 12V/50 mA a sledovat její jas. Lepší pochopení principu získáte měřením jednotlivých napětí.

### Zapojení s operačním zesilovačem

Předchozí způsob stabilizace je velmi jednoduchý, v některých obvodech je pro místní stabilizaci napětí stále používán, ale ve stabilizovaných napájecích zdrojích se toto jednoduché zapojení nahradilo obvodem nazývaným "operační zesilovač". Objevíme teorii a podíváme



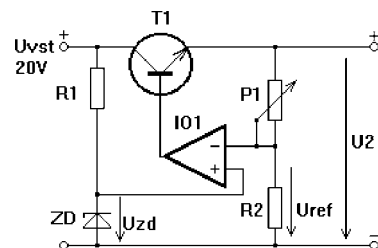
**Obr. 2 - Na rezistoru R2 je referenční napětí  $U_{\text{ref}} = U_{\text{zd}} + U_{\text{be}}$ . Dělič můžete složit například z rezistoru  $R1 = 2k\Omega$  a potenciometru  $P1 = 2k\Omega$**

me se na jeho praktické použití. Podobně jako v zapojení s tranzistorem, kde je na emitoru referenční napětí ze Zenerovy diody a v bázi je zapojen dělič napětí, určující velikost výstupního napětí, je v zapojení s operačním zesilovačem místo tranzistoru zapojen operační zesilovač. Na schématu na obrázku 3 vidíme, že má dva vstupy označené + a -, ale to neznamená, že by se tam připojovalo napájecí napětí. Tyto vstupy se jmenují invertující a neinvertující vstup. Prozatím nám to pro vysvětlení stačí. Výstup operačního zesilovače je připojen do báze

tranzistoru. Při troše fantazie vidíme, že obě zapojení jsou si podobná a také podobně pracují. Ještě je zapotřebí připojit napájecí napětí pro operační zesilovač, na obrázku pro přehlednost není nakresleno. Pro tentokrát ještě úplně pomíne celou problematiku napájení operačních zesilovačů – čtenáři, kteří do redakce posílají své náměty a konstrukce zdrojů pro operační zesilovače se také dočkají, ale teď se na operační zesilovač podíváme tak, jak vypadá na první pohled. Je to součástka, která má dva vstupy, výstup a napájení. Již od prvního uvedení operačních zesilovačů se kupodivu ustálilo i číslování vývodů – 2 a 3 jsou vstupy, 6 výstup, 4 záporný pól napájení a 7 kladný pól napájení. Bystří čtenáři, kteří si všimli, že chybí 1 a 8 by ve starších konstrukcích našli, že zde bývala zapojena jakási kompenzace, ale tím se nenecháme rozptylovat.

### Ekologie i v elektronice

Jednoduchá zapojení stabilizovaného zdroje nám poslouží pro výklad principu a pochopení složitějších zapojení tohoto druhu zdroje. Nikde není řečeno, že takový zdroj musíte stavět. V praxi bývá častěji znalost základního principu a zapojení použita při opravách – při hledání závady v napájecím zdroji a i v jiných obvodech a zařízeních. Neodmítněte znalosti i starších technologií. Mnohá zařízení a přístroje slouží dlouhá léta a jenom proto, že dojde k závadě součástky za pár korun a technik by nebyl schopen tuto závadu zjistit a opravit, by se zařízení plně sloužící svému účelu vyřadilo z provozu. To by mělo řadu důsledků – ze zařízení by vznikl odpad, který by bylo nutno recyklovat, nebo v horším pří-



**Obr. 3 - Podobně by vypadalo i zapojení s operačním zesilovačem - pro přehlednost není zakresleno napájení (pouze srovnajte podobnost s předcházejícím a následujícím zapojením)**

padě by znečistil životní prostředí a použitý materiál by se již nikdy nevrátil k použití. Místo vadného zařízení by bylo třeba použít nové, vyrobené z nových materiálů. Jednou k tomu samozřejmě dojde, modernější zařízení nahradí zastaralé, ale pokud stále slouží svému účelu, je možno ho udržovat v provozu. Mnozí lidé mají na chalupách a na chatách starší televizor, který stále slouží, i když nemá teletext, stereofonní zvuk a spoustu předvoleb a dálkové ovládání. I proto je dobré znát technologie a alepoň princip zapojení obvodů, které jsou použity ve zařízeních a přístrojích, které i po létech bezvadně plní svůj účel.

### LM723 (MAA723)

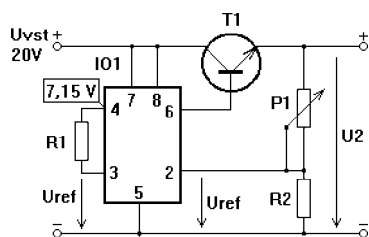
V 70. letech minulého století (to to utíká) se v konstrukcích napájecích zdrojů objevil a dodnes je mnohde používán, integrovaný obvod označený typovým číslem 723. Ten má v pouzdru integrované tyto části:

- F zdroj referenčního napětí
- F operační zesilovač
- F obvod elektronické pojistky
- F výstupní tranzistor.

Na obrázku 4 je schéma opět nápadně připomínající původní zdroj s tranzistorem a Zenerovou diodou a dále i zdroj s operačním zesilovačem. Hodně hrubě můžeme IO typu 723 popsat takto.

Na vývodu číslo čtyři je referenční napětí 7,15V. Toto napětí se přivádí na trojku (to je podobné jako u operačního zesilovače). Podobně jako je na bázi a emitoru řídicího tranzistoru na obrázku 1 takřka to samé napětí, je stejné i na vstupech operačního zesilovače v integrovaném obvodu, tedy na trojce, i na dvojce. Následuje známý dělič napětí. Už víme, že totéž napětí, které je na dvojce, by mělo být i na rezistoru R2 a že na výstupu stabilizovaného zdroje je takové napětí, jaké je na děliči.

Dále si všimneme, že IO je také napájen. Kladné napájecí napětí se přivádí na sedmíčku i osmičku a pětka je připojena na záporný pól zdroje. Výstup z integrovaného obvodu je na šestce a podobně



**Obr. 4 - Velice zjednodušené schéma zapojení zdroje s integrovaným obvodem 723 - minimální nastavené napětí je 7V - R1 je libovolná hodnota mezi 2k2 až 10k**

jako u předchozích zapojení je přiveden na bázi výkonového tranzistoru.

Je to velice hrubý popis, ale pro první orientaci by mohl stačit. Čísla vývodů si nemusíte pamatovat, jsou uvedena v katalogu i s popisem.

### Výstupní napětí

Pro stanovení výstupního napětí opět platí probíraný vzoreček. Zapojení tohoto zdroje si můžeme vyzkoušet na nepájivém kontaktním poli. R1 zvolíme například 4k7. Dělič sestavíme z rezistoru 2k2 a potenciometru (nebo levnějšího trimru) 2k7. Takže teoreticky bychom mohli nastavit největší výstupní napětí podle vztahu

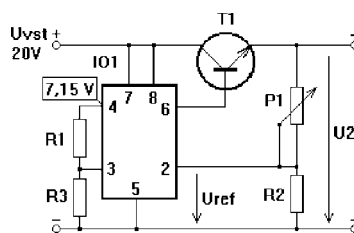
$$U_2 = U_{ref} \cdot (P_1 + R_2) / R_2$$

$$U_2 = 7,15 \cdot (2700 + 2200) / 2200$$

$$U_2 = 7,15 \cdot 2,23$$

$$U_2 = 15,9 \text{ [V]}$$

což je opět hodnota, kterou by bylo možno použít k účelu, který jsme nakousli již minule, tedy k dobíjení olověných (gevolových) hermetizovaných akumulátorů.



**Obr. 5a - Přidáním rezistoru R3 vznikne dělič napětí R1 a R3, který určí velikost nového referenčního napětí**

Pokud zvolíme jinou velikost potenciometru, můžeme se dostat teoreticky až ... nebojte se to říci, jestliže by potenciometr byl vynechán, jeho odpor by tedy byl nekonečný, bylo by výstupní napětí teoreticky nekonečné, ale to v praxi nikdy nejde. Důvodů je několik:

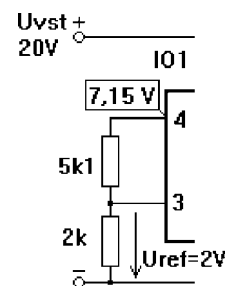
F Výstupní napětí nemůže být nikdy větší než je vstupní napětí přiváděné na stabilizovaný zdroj.

F Vstupní napětí tohoto integrovaného obvodu je podle katalogu maximálně 37V, vyšší napětí by nevydržel.

F Maximální výstupní napětí je u tohoto integrovaného obvodu v praxi vždy asi o 3V menší než je vstupní napětí přiváděné na stabilizovaný zdroj.

### Minimální výstupní napětí

Minimální výstupní napětí bude dané minimálním referenčním napětím v tomto zapojení je to 7,15V. Proč tak přesně? Je to dané vnitřní strukturou integrovaného obvodu, toto referenční napětí je pevné a je uváděné v katalogu. S tím nic nenaděláme, bereme to jako fakt. Jestliže si chceme vyrobit napájecí zdroj pro napájení našich zkušebních zapojení,



**Obr. 5b - Při uvedeném poměru odporů rezistorů R1 a R3 bude na vstupu č.3 referenční napětí 2V, které bude zároveň určovat minimální nastavené napětí**

můžeme jednoduchou – takřka korunovou úpravou, snížit minimální napětí například na 2V (viz obr. 5a). Méně už to nezkoušejte, vycházíme ze zapojení doporučeného výrobcem. Pokud by někdo chtěl zdroj nastavitelný od nuly, použijte zapojení s "plovoucí zemí" nebo jiné zapojení, které najde v literatuře. My jsme škola a tak nebudeme přeskakovat. Vyjdeme z jednoduché úvahy: referenční napětí na čtyřce je 7,15 V. Toto napětí se přivádí na trojku a je také 7,15 V. Co když přidáme jeden jediný rezistor a vznikne nám další dělič napětí a na trojce bude výstupní napětí tohoto děliče?

Pro snadnější počítání použijeme rezistory 5k1 a 2k. Jejich součet je v sériovém zapojení 7,1 kΩ. Ta čísla jsou si dost podobná a uvažujeme, že jestliže je na odporu 7,1 kΩ napětí 7,15 V, je na rezistoru s odporem 2 kΩ napětí asi 2 V. Takže přidáním jediného rezistoru máme referenční napětí na trojce 2 V a to je pro nás minimální nastavitelné napětí na výstupu (viz obr. 5b). Pro jednoduchost je při výkladu stále ještě vynechán obvod elektronické pojistky. Pokud pokusy provádíte na nepájivém kontaktním poli, je změna dílem okamžiku.

### Slovníček

stabilization – stabilizace

divider – dělič

voltage divider – napěťový dělič

reference voltage – referenční napětí

PSU – power supply unite – napájecí zdroj

operational amplifier – operační zesilovač

set voltage – nastavení napětí

$V_{in}$ ,  $V_{out}$  – vstupní a výstupní napětí

Literatura: schémat zapojení stabilizovaných zdrojů v literatuře najdete spoustu, například:

1 Katalog GM Electronic

1 Katalog TESLA Rožnov

1 Ručka, Arendáš; Napájecí zdroje

1 Časopisy AR, KTE, RFE, Elektor a jiné

1 Malina – Poznáváme elektroniku

vyučoval – Hvl –

# Intel 80C52 v novém kabátě



Ing. Jiří Kopelent

Jak bylo v závěru minulého článku v KTE 4/2001 inzerováno, podíváme se postupně na současný trend ve vývoji nových typů mikroprocesorů. U těchto nových typů se výrobci snaží implementovat na vlastní čip mikroprocesoru co nejvíce periférií. Nejzajímavější, alespoň dle mého názoru, z těchto nových mikroprocesorů si postupně představíme.

## CYGNAL C8051F000

Poměrně málo známý výrobce přišel s vlastním klonem, resp. s celou řadou klonů, velmi oblíbeného jádra mikroprocesoru 8051. Ač tento typ nemá implementováno na čipu avizované hradlové pole, stojí za zmínku, neboť má místo něho mnoho užitečných periférií. Blokové schéma tohoto mikroprocesoru je na obr. 1.

Prvním rozšířením, nebo chcete-li novinkou, je možnost volby externího či interního oscilátoru, přičemž frekvenci interního oscilátoru je možno nastavit na 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz nebo 16 MHz. Změněn byl i též obvod externího oscilátoru. Tento oscilátor může být provozován v jednom z následujících módů: buzení mikroprocesoru pomocí externího obvodu, režim RC oscilátoru či "standardní" režim oscilátoru s externím krystalem. Maximální hodinová frekvence mikroprocesoru je (prozařtím) 25 MHz.

Druhým rozšířením je interní obvod watchdog, který má mikroprocesor resetovat a tím ho uvést do korektního stavu,

v případě, kdy z nějakého důvodu přestane mikroprocesor správně vykonávat program.

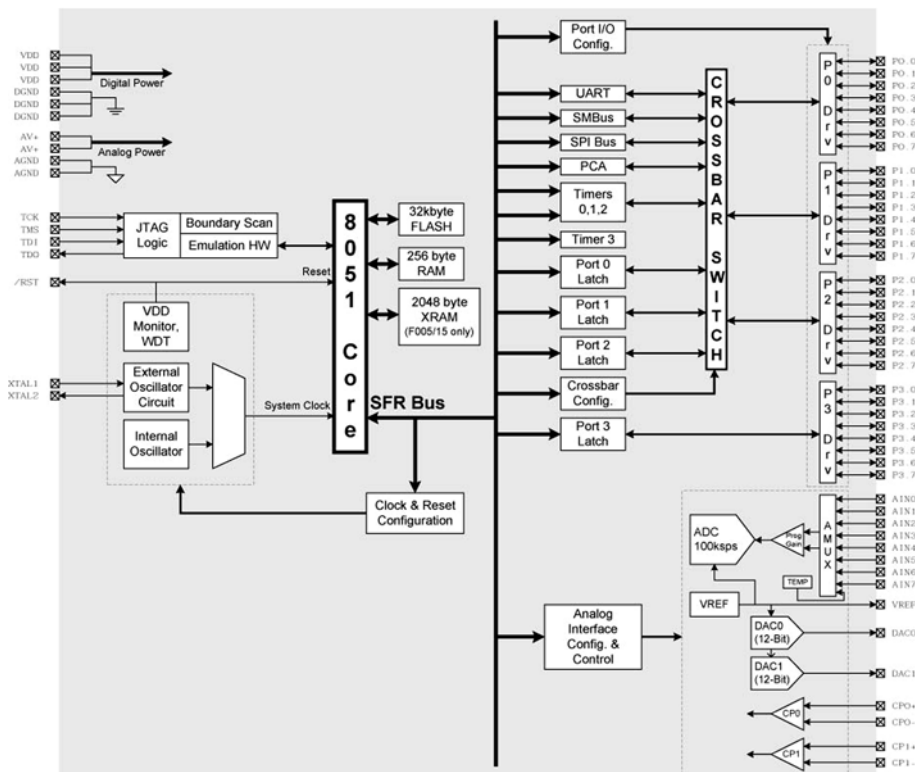
Dalším z řady rozšíření a dovolím si tvrdit, že pro vývoj snad tím "nejhezčím", je implementace rozhraní JTAG, přes které lze vlastní mikroprocesor ovládat ve fázi odladování programu. Tato "maličkost" je důležitá, neboť u mnoha jiných mikroprocesorů musí firma investovat vysoké částky do vývojového prostředí, zvláště pak do hw emulátorů. Částky za hw emulátory se pohybují od 50 000 Kč výše a vyjímkou nejsou ceny i několik stovek tisíc korun.

To, že v současné době jsou na mikroprocesory kladeny stále větší a větší úlohy, jež vyžadují stále větší a větší výpočetní výkon, nutí výrobce zvyšovat maximální hodinovou frekvenci vlastního mikroprocesoru či jiným způsobem zvětšit jeho výpočetní výkon. Právě druhou cestu si vybrala firma CYGNAL. Zcela přepracovala jádro mikroprocesoru tak, aby maximálně zkrátila dobu nutnou pro vykonání jednotlivých instrukcí. Výsledek můžeme vidět na v tab. 1.

Dovolím si upozornit, že taktem je zde přímo hodinový kmitočet oscilátoru. Z toho plyne, že maximální špičkový výkon tohoto mikroprocesoru je 25 MIPS a to v případě, bude-li jeho hodinový takt maximálních 25 MHz. Porovnáme-li tuto hodnotu s maximálním špičkovým výkonem některého mikroprocesoru založeného na standardním jádru 8051, které poskytuje při stejném hodinovém taktu 12x nižší špičkový výkon, musíme uznat, že výrobce odvedl v tomto směru vynikající kus práce.

Výše popsané jádro mikroprocesoru vhodně doplňuje vnitřní paměť programu typu Flash s maximální velikostí 32 kB. To umožňuje implementaci i poměrně složitých algoritmů (programů). Pro úschovu dat je zde 256 byte interní paměti RAM. Pro případy, kdy uvedená velikost datové paměti se jeví jako nedostatečná, disponují některé typy další vnitřní paměti pro data, která je přístupna přes instrukce movx, tj. chová se jako externí paměť dat u mikroprocesorů 80C51 a to o velikosti 2048 byte (2 kB).

Snad jedna z nejzajímavějších vlastností rodiny mikroprocesorů firmy Cygnal je možnost mapovat (kromě portu 3 a analogových vstupů) I/O interních periférií na téměř jakýkoli pin mikroproce-



Obr. 1 - Blokové schéma obvodů C8051F000/05/10/15



Počet instrukcí	26	50	5	14	7	3	1	2	1
Taktů na instrukci	1	2	2/3	3	3/4	4	4/5	5	8

Tab. 1

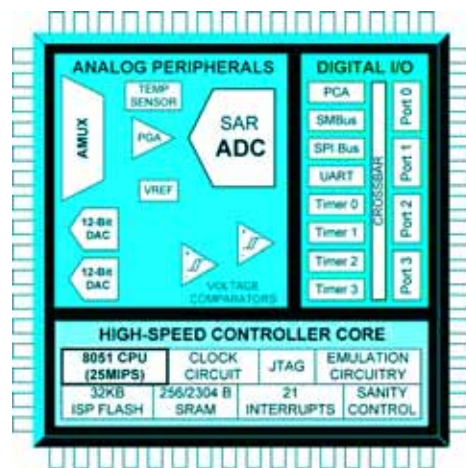
soru a to díky internímu digitálnímu propojovacímu poli, výrobem nazvaného "Crossbar Switch". Tuto vlastnost ocení návrháři DPS, kdy mohou přizpůsobit rozložení vývodů svým potřebám tak, aby vlastnosti navržené DPS byly co nejlepší.

V dalších odstavcích si stručně popíšeme periferie, které má tato rodina mikroprocesorů implementovány.

V mikroprocesoru jsou implementovány všechny tři čítače/časovače (T0, T1, T2) tak jak jsou známy z rodiny mikroprocesorů Intel 80C52. Jelikož jeden časovač je často využit pro generování řídicího taktu pro sériový port (UART), zbyvají k volnému využití jen dva, což je pro řadu aplikací málo a konstruktér musí sáhnout k méně elegantnímu řešení a připojit externí obvod(-y). Výše uvedená skutečnost vedla návrháře firmy CYGNAL k tomu, aby i v této oblasti "posílili" svoje mikroprocesory. Přidali další, čtvrtý, 16ti bitový čítač časovač a tzv. PCA pole (Programmable Counter Array), což je další 16ti bitový čítač s pěti jednotkami Compare/Capture/PWM. Tyto jednotky lze programovat do celkem čtyř různých režimů.

Jelikož se pro úschovu kalibračních či naměřených dat v měřicích a řídicích systémech stále častěji používají sériové paměti EEPROM či Flash s rozhraním I<sup>2</sup>C nebo SPI, přidali návrháři mikroprocesoru obě rozhraní. Tím podstatným způsobem ulehčili práci jak programátorovi, který by jinak musel tento styk se sériovou pamětí řešit programově, tak odlehčili samotnému mikroprocesoru, neboť ten nemusí rozhraní simulovat pomocí sw.

Protože signály, které mikroprocesorové systémy zpracovávají nejsou jen digitální, ale též analogové, nalezneme v mikroprocesoru též A/D převodník a to s rozlišením 10 bitů, u některých typů je A/D převodník dokonce 12bitový. Nebyl by to CYGNAL, kdyby nedovedl vlastnosti tohoto rozhraní téměř k "dokonalosti". Doufám, že mi čtenáři prominou následující superlativy, ale vlastnosti a možnosti tohoto rozhraní jsou opravdu vynikající. Vlastnímu A/D převodníku založeného na principu postupné aproximace se vzorkovací rychlostí až 100 ks/sec, je předřazen jednak vzorkovací obvod typu "track and hold", jednak zesilovač s programově nastavitelným zesílením a nakonec ještě multiplexer 1 z 9. Osm vstupů tohoto analogového multiplexeru může být konfigurováno jako "single ended" (vstup měří potenciál proti zemi) nebo "diferencial" (diferenciální vstupy). Typ vstupu lze zvolit samostatně pro každou skupinu dvou vstupů (!). Devátý vstup je využit jako vstup pro interní senzor teploty. Požadavek kvalitního napěťového výstupu vedl návrháře mikroprocesoru k tomu, aby na čip přidali kromě jednotek Compare/Capture/PWM též dva 12bitové převodníky D/A.



Obr. 2

Aby výčet periférií byl úplný, doplním ho ještě o dva napěťové komparátory, jednu napěťovou referenci a obvod detekující výpadky napájecího napětí (VDD voltage monitor/Brown-out detector). Změn doznal pochopitelně i přerušovací systém. Všechny výše uvedené periferie mají svůj vektor přerušení. S ohledem na oblast využití, přidali návrháři ke standardním dvěma externím přerušením INTO a INT1 další 4. Nezajímavým údajem bude též odběr mikroprocesoru. Tento se pohybuje typicky kolem 10 mA při napájecím napětí 3,3 V a hodinové frekvenci 20 MHz.

Úvaha

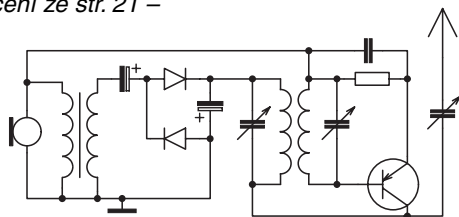
V ruku v ruce jak se stále více a více "práce" se zpracováním signálu přenáší na vlastní mikroprocesor, který dnes nevykonává jen řídicí funkci, se požadavky na jeho výpočetní výkon velmi rychle zvyšují. To zcela jasně povede k tomu, že i takovéto malé univerzální mikroprocesory začnou přejímat strukturu a tím i instrukce signálových mikroprocesorů aby "hladu" po výpočetním výkonu stačily. Ostatně, poohlédneme-li se po větších procesorech, můžeme tento trend vidět např. u procesorů INTEL Pentium, které jsou použity ve počítačích třídy PC. Aby tyto procesory poskytl požadovaný výkon, přidali jim návrháři speciální instrukce podporující zpracování signálu (rozšíření MMX, SIMD...).

S touto úvahou si dovoluji upozornit na skvělý tah, alespoň dle mého soudu, firmy Texas Instruments, která se před léty orientovala na vývoj pouze signálových mikroprocesorů a "přivedla na svět" super výkonné signálové procesory, jenž poskytují výkon v řádech miliard instrukcí za sekundu (!)

Poznámka

Doufám, že nezůstane jen u "papírového" představení výše uvedeného mikroprocesoru firmy CYGNAL, ale že se firmě GM Electronic podaří rozšířit sortiment i o tento, zcela jistě svými funkcemi vynikající mikroprocesor.

- dokončení ze str. 21 -



Obr. 1 - Malý vysílač bez napájania; vzhľadom k tomu, že pôvodné zapojenie bolo realizované v starších amerických súčiastkach, nie sú tieto označené

Pozn.: Pri voľbe vhodného typu mikrofóna a k tomu prispôbených hodnôt súčiastok vrátane tranzistora by mohol vysílač pracovať účinne aj v ďalších KV pásmach.

# Reklamní plocha

# Využitie PC a Internetu v praxi elektronika



Jaroslav Huba, pcwork@pobox.sk

## 7. časť: ChromaSOUND DSP 0.19 beta

V dnešnej časti môjho nepravidelného seriálu o využívaní počítačov v amatérskej a profesionálnej elektronike by som chcel otvoriť oblasť, v ktorej sa počítače presadili pravdepodobne najviac. Ide o oblasť tzv. HAMRADIO, čiže amatérskeho príjmu a vysielania. Najskôr by som sa ale chcel ospravedlniť za moje nepravidelné príspevky do tohto seriálu, zapríčinené veľkým pracovným vytážením.

### Správny filter robí divy...

V dnešnej dobe, kedy sa éter priam hemží signálmi, je pri prijíme rádioamatérske frekvencie najdôležitejšie kvalítne vyfiltrovať prijatý zvuk. Najmä pri dialkovom prijíme, kolísavom signále a rušivými frekvenciami podloženom tóne záleží skutočne na kvalite zariadenia, ktorým signál spracovávame. Pri niektorých jednoduchších prijímačoch je takto zašumený príjem nezrozumiteľný, alebo úplne nemožný.

Technológie výroby súčiastok pokročili natoľko, že spracovanie signálu, jeho vyfiltrovanie a iné kroky k "zrozumiteľneniu" sú dnes už na vysokej úrovni. Existuje mnoho profesionálnych zariadení, ktoré si poradia aj s predtým neprijímateľným zašumeným signálom. Čoraz väčšie slovo v tejto kedysi výhradne analógovej oblasti dostáva digitálne spracovanie. Ukážeme si ďalej, že na spracovanie audio signálu pomocou technológie DSP (*Digital Signal Processing*) nie je potrebné len drahé technologické vybavenie, ale dobre poslúži aj bežné PC-čko v spolupráci s dobrým programom.

### Čo je technológia DSP – "ľudovo"

Pre účely tohto článku môžeme o DSP hovoriť ako o novej technológii využívajúcej poznatky vedy a techniky z oblasti prírody, zvuku a signálov pre ich modifikáciu pomocou elektronických obvodov. Problematike DSP by som sa chcel širšie venovať v niektorom z nasledovných pokračovaní tohto seriálu, pri DSP obvodoch firmy Texas Instruments.

V poslednej dobe sa práve DSP stáva najpopulárnejším spôsobom spracovania audio signálu. Najmä tam, kde si už klasické filtre, priepuste a zádrže s rušením neporadia. Táto technológia sa začína s úspechom používať nielen pre spracovanie nf signálu, ale dokonca už aj v medzifrekvenčných obvodoch.

Pomocou DSP si môžeme vytvoriť pásmovú prepust', filtre, pásmovú zádrž,

alebo redukovať šum premenou audio signálu z prijímača na digitálne vzorky a potom ich spätnou konverziou na analógové audio signály. Ako príklad si môžeme uviesť jednoduchú dolnú prepust'. Ak sú hodnoty digitalizovaných vzoriek priemerné, oblasť horných frekvencií bude redukovaná alebo úplne eliminovaná. Iné typy filtrov môžu byť realizované pri násobení hodnôt predošlých vzoriek pomocou sekvencie čísel (koeficientov) a sčítaním výsledkov. Táto operácia je známa ako MAC (*multiply and accumulate*) a často sa používa v DSP filtroch. Iný typ je prispôsobivý filter, ktorý môže byť použitý k redukovaniu šumu, odsekávaniu nežiadúcich tónov alebo ako vyrovnávací proces.

Aj keď matematické postupy používané pri navrhovaní a používaní filtrov môžu byť zložité, samotné produkty DSP nie sú náročné pri používaní. Množstvo mobilných telefónov často používa technológiu DSP a taktiež aj moderné počítačové modemy. Ešte donedávna, pokiaľ

ste chceli použiť DSP k spracovaniu audio, bolo potrebné zakúpiť si prijímač, ktorý mal túto funkciu zabudovanú alebo použiť externú jednotku. Amatérom sú istotne dobre známe výrobky firiem ako TASCOSCO, JPS a TimeWave. Kvalitné jednotky sú však veľmi drahé, pretože vyžadujú špeciálne súčiastky a sú pomerne zložité. Výkon dnešných domácich počítačov však umožnilo objaviť inú rozdielnu cestu – spracovanie signálu pomocou PC a vhodného software.

Ak potrebujete lacný ale pritom výkonný signálový procesor, je pre vás najvhodnejší Chroma SOUND – DSP audio processing program, ktorý beží na novších počítačoch pod Windows 95/98 alebo NT. Používa zvukovú kartu a procesor počítača pre spracovanie audio signálu obdobným spôsobom ako je to

v externých DSP jednotkách. Pretože sa jedná o 32 bitový, multitaskingový program, môžete počítač používať aj k iným účelom, zatiaľ čo ChromaSound spracováva audio signál vášho prijímača.

### Inštalácia

Inštalácia je korektná a zodpovedá štandardom, program je možné korektné odinštalovať, pokiaľ si budete definovať vlastné filtre bude nutné pri odinštalovaní zmazať ručne adresár programu.

### Vlastnosti programu

Široký rozsah štandardných, alebo predvolených filtrov pre SSB, CW, RTTY a iné režimy. Voliteľné DSP potlačanie šumu a automatický zádržový filter. Uživatelsky definovaná dolná prepust', horná prepust' a pásmová zádrž s využitím zabudovaného grafického rozhrania návrhu filtra. Zobrazovanie hodnôt úrovne audio signálu, spektra, aktuálneho "realtime" vyťaženia procesora, voliteľné AGC (automatické riadenie zosilnenia).

Filtre môžeme používať aj kombinovane, napríklad úzky SSB filter, potlačanie šumu a automatická zádrž môžu byť použité súčasne podľa potreby. Používateľom definované nastavenia môžu byť uložené pre budúce použitie jednoduchým potiahnutím filtovej krivky z návrhového okna na tlačítko pod oknom.

### Práca s programom

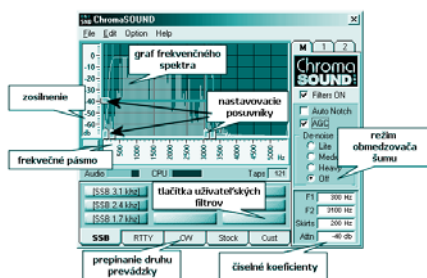
Jediné čo musíte urobiť, je prepojiť výstup z prijímača na vstup LINE, MIC alebo AUXILIARY na zvukovej karte. Pokiaľ používate zvukovú kartu pre spracovanie SSTV, RTTY alebo iné software, takéto zapojenie je tiež možné.

Po spustení programu je potrebné správne nastaviť úroveň hlasitosti, aby nedochádzalo k urebudeniu vnútorných obvodov zvukovej karty. Po zapojení jednoducho stláčaním príslušných filtrov prepínate, zapínate a vypínate... Pokiaľ budete počuť ozvenu v signále, je potrebné stlmiť úroveň hlasitosti príslušným prvkom vo Windows.



## Navrhovanie filtrov

Pred použitím najprv zapnete filtre, potom vyberete typ filtra, ktorý chcete navrhovať v menu *Options*. Potom môžete ťahaním posuvných prvkov nastavovať nízkú, vysokú frekvenciu a sedlo filtra. Pri pohybe prvkom si môžete všimnúť, že sa zmenili hodnoty čísel v spodných okienkach. Tieto čísla ukazujú aké veľké koeficienty alebo prepočty pre DSP sú potrebné, vo všeobecnosti platí, že čím je číslo vyššie, tým viac procesorového času bude filter vyžadovať. Pokiaľ sa hodnota čísla prudko zmení k nule, znamená to, že filter vyžaduje viac ako 300 cyklov ale-



Obr. 2

bo, že návrh nie je matematicky možný. Po zmene budete okamžite počuť výsledok vo výstupe.

Ak chcete filter uložiť pre budúce použitie, kliknite myšou vo vnútri návrhového okna, potiahnite návrh filtra na tlačítko a povoľte myš. Zobrazí sa okno, do ktorého môžete zadať názov filtra. Pomenujete-li ho, filter bude priradený k tlačítku natrvalo, alebo až kým ho nezmodifikujete. Každý návrh filtra sa ukladá do adresára *Filters*, a tak je možné si vymieňať jednotlivé nastavenia medzi rôznymi užívateľmi programu ChromaSOUND.

## Technológia

Program ChromaSOUND pozostáva zo štyroch hlavných komponentov:

- užívateľské rozhranie GUI
- DSP jadro
- návrhové prostredie pre filtre
- DSP runtime modul

Analógový audio signál, aplikovaný cez zvukovú kartu je digitalizovaný, spracovaný v jadre a runtime moduloch a potom konvertovaný naspäť ako analógové audio v zvukovej karte. Jadro ria-

di ovládač zvukovej karty príkazmi z GUI a "dizajnéra" filtrov a ovláda správanie runtime modulu. Taktiež poskytuje funkcie pre systémový časovač a iné obslužné funkcie. DSP runtime modul obsahuje aktuálne filtre a spolupracuje pri zobrazovaní spektra a reakcií filtra.

## Kolízie s iným software

Program vyzerá byť dostatočne stabilný, pri niektorých kolíziách však upozorní na nezrovnalosti v systéme. Pokiaľ niektorý program už využíva služby zvukovej karty, nie je možné ChromaSOUND používať. Konkrétne odskúšané na kolízii s Winamp-om.

## Verzie free a full

Posledná dostupná verzia, ktorú som získal na internete bola v.0.19 z 11 apríla 1999 ako tzv. "public" beta release. Z komerčných dôvodov autor v tejto demoverzii urobil určité opatrenia. Pri štarte program upozorňuje že je neregistrovaný a pri ukončení sa vždy zobrazí okno s nastaveným časovým oneskorením ukončenia. Po registrácii programu za 50 USD získate prístup do menu *Options* a k všetkým funkciám.

Pokiaľ som mal možnosť vyskúšať, program pracoval bezchybne a nikde som nenašiel zmienku napríklad o časovom obmedzení funkcie "beta" verzie. Preto ho možno len vrelo odporúčať všetkým rádioamatérom, ktorým obmedzenia voľnej verzie nebudú až natoľko vadit'. Je vhodný aj pre demonštrovanie činnosti DSP v krúžkoch mladých elektronikov a podobne.

## Adresy www

Program je možné získať buď ako jeden veľký balík: <ftp://64.224.220.171/csnd19.exe> 3,075 MB, alebo rozdelený na 3 menšie:

<ftp://64.224.220.171/csnd19d1.zip>

(1,3 MB)

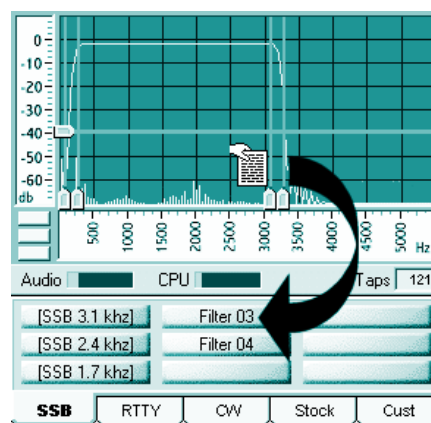
<ftp://64.224.220.171/csnd19d2.zip>

(1,4 MB)

<ftp://64.224.220.171/csnd19d3.zip>

187 kB.

Autor programu je Jim Barber, N7CXI, domová adresa [www.siliconpixels.com](http://www.siliconpixels.com). Pokiaľ by ste mali problém s jeho stiahnutím, napíšte mi a ja ho umiestnim napr. na server <http://elektronika.host.sk>



Obr. 3

## Technické špecifikácie

Vzorkovací kmitočť:

11,025 vzoriek /sek, 16-bit mono

Dynamický rozsah:

96 db (maximálne, v závislosti od zvukovej karty)

Vnútorňa presnosť:

64-bit IEEE formát plávajúca čiarka

Nečinnosť (oneskorenie):

140 ms minimum (5 – 20 ms v DirectX verzii)

Návrh filtra:

60 db maximálny útlm, 100 Hz šírka pásma

DSP algoritmy:

FIR, ALE, LMS, FFT, niektoré vlastné

Win32:

2 procesy, 6 vlákien max. v tejto verzii

Požiadavky na hardware:

CPU – min. Pentium 90 MHz, 200 MHz

a viac pre lepšie výsledky

RAM – 16 MB, 32 MB doporučované

SOUND – 16-bit karta s full-duplex ovládačmi

SYSTÉM – Windows 95/98 alebo vyšší

## Záverom

ChromaSOUND je prvý univerzálny audio DSP program pre platformu Windows. Poskytuje všetky funkcie ako iná externá DSP jednotka, bez potreby špeciálneho hardware. Súčasná oblasť vývoja zahŕňa využívanie technológie DirectX pre skrátenie čakacích dôb alebo oneskorenia v audio ceste. Podľa pokroku v DSP technológiách, bude aj program postupne upgradovaný.

(příště: WinORBIT 3.6)



**www.radioplus.cz**

– nejen aktuální seznam stavebnic uveřejněných v Rádio plus-KTE...





# DSP – Digital Signal Processing

Jaroslav Huba – pcwork@pobox.sk

Venovať sa budeme venovať hlavne hardware a popisu nových technologických riešení. Reč bude nielen o integrovaných obvodoch novej generácie, ale najmä o konkrétnych technických riešeniach využívajúcich technológiu DSP.

## Reálny a nereálny svet

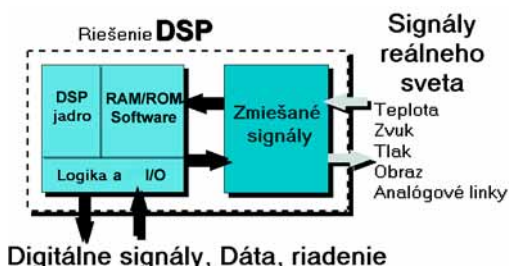
Svet, ktorý žijeme a vnímame, reálny svet okolo nás, je svet rôznych fyzikálnych veličín. Tieto pociťujeme najmä svojimi zmyslami. Je to svet tepla, svetla, hľuku a iných vyjadrení pomocou neurčitých jednotiek. Pre človeka nie je problém pochopiť napríklad rozdiel medzi pojmami "teplo" a "teplejšie" bez konkrétnych presných údajov. Horšie sú na tom stroje a najmä tie v súčasnosti najznámejšie – počítače. Tie totiž pracujú vo svojom vlastnom digitálnom svete a nemôžu priamo akceptovať signály z reálneho sveta. Je potrebné ich príslušne spracovať a pretransformovať do podoby pre nich vhodnej. Najznámejšie obvody s touto funkciou sú A/D prevodníky.

## Reálny svet a reálny čas

Pre funkciu prechodu z reálneho sveta do digitálneho je najvýraznejšou požiadavka čo najmenšieho skreslenia údajov a najmä – spracovanie v tzv. reálnom čase. V praxi to znamená, že prevádzajúce zariadenie musí signál spracovať natoľko rýchlo, že odozva na digitálnej strane je doručená s minimálnym časovým rozdielom oproti reálnemu svetu.

## Kde sa len pozriete – samé DSP...

Čo znamená v praxi riešenie pomocou Digital Signal Processing? Existujú pravdepodobne odlišné pohľady na čo vlastne slúži DSP. Pokiaľ to budeme redukovať na jednoduchú blokovú schému, v podstate dostávame rozhranie sveta reálnych a digitálnych signálov. Svet, ktorý vnímame je analógový, či už zobe-



Obr. 1

rieme napríklad teplotu v mieste nášho pobytu, zvuk, tlak, obraz – všetko toto je reálny analógový svet. Naproti tomu je postavený reálny digitálny svet počítačov. A tak sú tu dva podstatné aspekty: konverzia z reálneho do digitálneho sveta a hneď za tým vytváranie rozhodnutí na základe konverzie dostatočne rýchlo v reálnom čase. Kombinácia digitálnych schopností, programovateľnosti a možnosť vytvárať analógové rozhrania – to je podstata DSP. Na tejto činnosti sa podieľa okrem hardwarového riešenia aj software ako jedna časť riešenia. Ak sa pozriete na blokovú schému na obr. 1, môžete si do určitej miery spraviť predstavu o jadre systému DSP – digitálnom signálnom procesore a taktiež môžete vidieť prídavnú logiku, ktorá sa zaoberá digitálnou časťou I/O (vstupne / výstupných) týchto obvodov. V obvodovom riešení sa využíva určitá veľkosť pamäti (ROM) Read Only Memory a taktiež aj Random Access Memory (RAM), práve vzhľadom na softwarovú podporu priamo v obvode a nutnosti ukladať dátové informácie. Ďalej rozhrania pre spracovanie zmiešaného signálu alebo analógové digitálne rozhranie prevodníka signálov z reálneho sveta na digitálnu podobu.

Vo vývoji súčiastok a podpore riešení DSP je vedúcim lídrom americká firma Texas Instruments – sídlo ktorej je v "seriálovo preslávenom" Dallase. Venuje sa riešeniam DSP už 15 rokov.

Na obr. 2 si môžete urobiť predstavu o situácii na trhu zariadení využívajúcich DSP a predpoklady rastu. Sú to napríklad:

## Motory

Oblasť je zameraná na malé elektrické bezkomutátorové motorčeky. Je možné dosiahnuť skutočne veľmi jemné riadenie činnosti motora, a najmä modulácia rýchlosti otáčok či iné parametre, ktoré sú potrebné pre získanie výkonnosti vo vnútri zariadenia pre ktoré sú tieto motory určené. Táto veľmi progresívne rastúca oblasť pre Digital Signal Processing už v súčasnosti predstavuje rozsiahly trh.



## Hard disk drives (pevné disky PC)

Zaberajú jeden dôležitý segment produktov s využitím DSP. V pevných diskoch počítačov nájdeme podobné požiadavky riadenia so zreteľom na pohyb motora mechaniky hlavy s veľmi presným posunom a potrebe presných algoritmov k dosiahnutiu stále väčšej a väčšej hustoty týchto diskov. To je priestor, kde je DSP využívané veľmi extenzívne. Časom bude zahrnuté v bežnom logickom rozhraní na strane jednotky.

## Digitálne celulárne telefónne prístroje

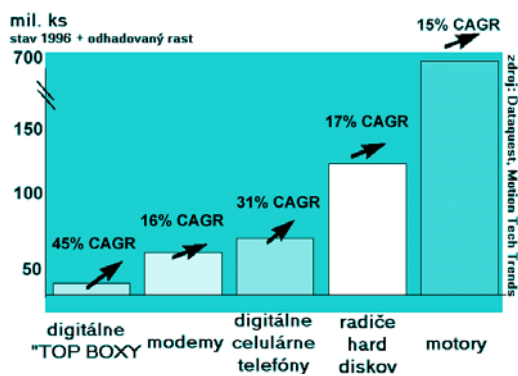
Veľmi dôležitá časť z celkového trhu DSP, ktorá má mimoriadne rastúci podiel na celkovom elektronickom trhu súčasnosti. Veľké možnosti využitia DSP v tomto segmente sú pri spracovaní vysokofrekvenčného spektra a údajov prechádzajúcich cez celulárne siete.

## Modemy (modulátor/demodulátor)

Využívanie osobných počítačov má stúpajúci význam v našich životoch súčasne pri práci aj doma. Prepojenie týchto počítačov sa stáva veľmi dôležitou a nevyhnutnou potrebou. Cez modemy ste pripojení k lokálnym aj verejným počítačovým sieťam, mimo domova sa pripájate na telefónne linky. Pritom si asi neuvedomujete že ste spojený súčasne aj s niektorým typom procesora DSP. To je totiž ten prostredník medzi analógovým svetom telefónnych liniek a digitálnym svetom sériového portu vášho miláčika. DSP je veľmi dôležitá súčasť aj modemu najvyššej rýchlosti prístupný na trhu pod označením ako X2 technológia.

## Digital Set-Top Boxes (digitálne ovládané špičkové prístroje)

Označenie STB (Set Top Boxes) je dosť neohrabaný názov pre nové generácie digitálnych domácich audiovizuálnych prístrojov. Väčšinou sú tým myslené prijímače TV signálu s prídruženými funkciami ako je platená TV, prístup na Inter-



Obr. 2

net a pod. Toto je ešte pomerne malý trh vzhľadom k iným segmentom, ale s očakávaným veľkým vzrastom. Čoraz viac ľudí si bude chcieť v pohode domova vychutnať tzv. HIGH-END kvalitu obrazu a zvuku. V súvislosti s tým je očakávaný boom aj v satelitne založených kábelových spoločnostiach, ponúkajúcich veľké množstvo programov na špičkovej úrovni, dokonca sa očakáva priamy digitálny prenos až ku klientovi. Doslova v CD kvalite sa bude dať vychutnať nielen audio ale aj video signál v digitálne orientovaných "top boxoch". Všetade sa požaduje kvalitné spracovanie signálov, pre ktoré je DSP výborné riešenie.

### Neobjavené inkubačné riešenia

Uviedli sme viacero oblastí praktického použitia DSP, oblasť počítačov, telefónov, zábava a tak ďalej. Taktiež si môžeme predstaviť všeobecnú oblasť dátových komunikácií a bezdrôtových systémov. Okrem známych aplikácií existuje ešte mnoho nových nepreskúmaných území, resp. vecí, ktoré sú ešte v inkubačnom vývoji a nechávajú si ich firmy ako eso v rukáve. Schopnosť procesorov DSP prevádzať analógový signál na digitálny v reálnom čase a z toho vyplývajúca vysoká rýchlosť riadenia procesorov je niečo, čo ešte nedávno bol sen. A preto môžeme s napätím očakávať, čo nového sa ešte na trhu objaví.

### Prehľad oblastí využívania riešení DSP

#### Automobilový priemysel

Oblasť, ktorá sa čoraz viac orientuje na využívanie bezkomutátorových motorov a digitálnemu riadeniu týchto motorov. Súčasný moderný automobil je doslova prešpikovaný elektronikou a nie sú to len káble a klasické prepínače! Najčastejšie sa DSP používa na:

- elektricky ovládané riadenie
- elektronická spojka
- ABS systém
- aktívna protihluková clona

- elektronicky nastaviteľné sedadlá / zrkadlá
- otváranie okien
- protišmyková kontrola
- riadenie motora
- diagnostika systému
- adaptívna kontrola riadenia
- parkovacia pomoc
- digitálne rádio
- celulárny telefón
- hlasové ovládanie
- digitálna mapa / navigácia
- klimatizácia
- airbag
- GPS

### Video a multimediálna oblasť, spotrebná elektronika

Na trhu sa budú čoraz viac objavovať prístroje pre spracovanie obrazu a zvuku, nielen pre zábavu a domáce využitie. Nastáva éra digitálnych kopírovacích strojov a tlačiarň, éra videokonferencií atď. Všetko to bude vyžadovať vysokú rýchlosť spracovania, schopnosť prispôbiť sa ľudským interakciám. Spracovávanie údajov na oboch stranách musí byť na vysokej úrovni aby technika nepôsobilá spomaľujúco na potreby užívateľa.

- digitálne ovládané TV zariadenia – top box
- digitálne kamery
- farebné kopírky
- videotelefony
- mixážne zariadenia
- scannery
- DVD
- audio efektové zariadenia
- synthesizéry
- PC zvukové karty
- HIFI equalizéry
- diktafony
- multimediá
- ovládacie terminály
- faxové prístroje
- GPS
- hard disk
- práčky
- mrazničky
- tlačiarne

- modemy
- viacanálové modemy
- DTAD
- hlasné telefóny
- hlasová pošta
- linkové opakováče
- digitálne PABx
- digitálne siete
- platenie účtov
- kódovanie dát
- potláčanie rušení
- adaptívne equalizéry
- videokonferencie
- celulárne telefóny
- základňové stanice

### Priemyselná elektronika

A nakoniec zostala podstatná časť vyspelých aplikácií DSP – priemysel. Všade tam kde je potrebná presnosť a rýchlosť v rozhodovaní – tam je aj pôda pre nasadenie DSP:

- riadenie motorov
- vodné čerpadlá
- HVAC
- robotika
- vizualizácia robotov
- servokontrola
- bezpečnostné prístupové zariadenia
- bezpečnostné zariadenia
- čítačky čiarového kódu
- elektrické merania
- nástroje



Obr. 3

### Modemy, telekomunikačné zariadenia

Už sme rozprávali o modemoch a tu sa vynára potreba lepšej možnosti prístupu na INTERNET. Vynára sa nový priestor pre vyššie prenosové rýchlosti komunikácie ako je DSL, (Digital Subscriber Line) a iné technológie, ktoré takisto vyžadujú odlišné úrovne prostriedkov na ich spracovanie. Všetky znamenajú možnosť využitia Digital Signal Processing:

### Záverom

Problematika DSP je prívlehlí obšírna na to, aby sa dala popísať v jednom článku. Pokiaľ by sme chceli hovoriť ďalej, bolo by nutné popísať konkrétne aplikácie, poinformovať o podpore výrobcu obvodov konštruktérom a projektantom. Firma TI napríklad poskytuje k vývoju kompletnú podporu, či už software, vývojové kity, podrobné dokumentácie a podobne – viď obr. 3. O tom však možno nabudúce.



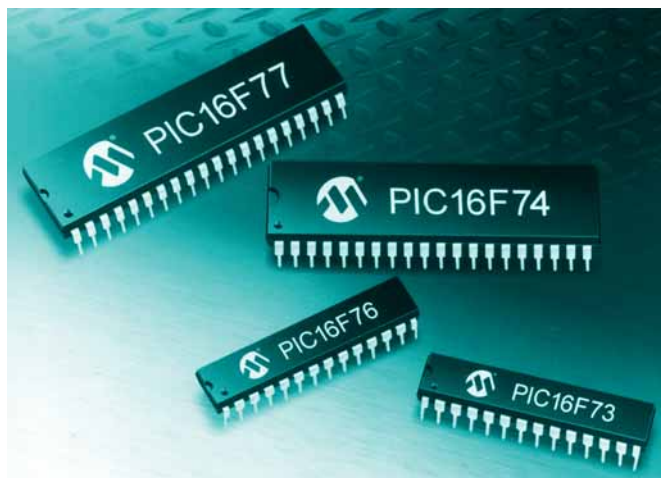
# Nová rodina mikroprocesorů Microchip PIC 16F7x

- 14ti bitové instrukce (určeny pro středně náročné aplikace)
- paměť programu typu Flash – snadný upgrade programového vybavení
- příznivá cena díky použité moderní 0,5μm technologii
- široké spektrum periferií včetně 8mi bitového A/D převodníku
- díky velmi nízké spotřebě ideální pro aplikace napájené z baterií

Noví zástupci rodiny mikroprocesorů firmy Microchip PIC16F7x, nabízí široké spektrum periferií včetně integrovaného A/D převodníku. Díky výrobě, která je založena na moderní 0,5μm technologii, disponují uvedené mikroprocesory flexibilní pamětí typu Flash při zachování nízké ceny. Díky použité výrobní technologii, mají nové mikroprocesory tradičně nízkou spotřebu, která hraje důležitou roli u aplikací napájených z baterií. Výše uvedené vlastnosti usnadňují (podporují) přechod uživatelů na tyto moderní mikroprocesory z jiných typů s pamětí OTP. Jak je dobrým zvykem u firmy Microchip, jsou nabízené nové typy k dispozici hned v několika různých verzích, lišících se velikostí pamětí Flash, RAM a velikostí pouzdra.

První zástupce, PIC16F73, disponuje pamětí Flash o velikosti 4 k slov (slovo = 14 bitů), datovou pamětí RAM o velikosti 192 byte. Tento typ je v pouzdrech s 28 vývody. Další typ, PIC16F74, se odlišuje od předchozího pouze větším počtem pinů pouzdra, a to 40. Další dva typy, PIC16F75 a PIC16F76, mají obě paměti o dvojnásobné velikosti, tj. 8 k slov programové paměti Flash a 384 byte datové paměti RAM, přičemž první z nich je opět v pouzdru s 28 vývody, druhý pak v pouzdru se 40 vývody. U mikroprocesorů s menším počtem pinů je pak k dispozici celkem 22 I/O pinů (vstupních/výstupních bitů), zatímco mikroprocesory ve větším pouzdře mají těchto I/O pinů k dispozici celkem 33.

Aby bylo možné si učinit představu o komplexnosti integrovaných periferií, krátce si je vyjmenujeme. Standardní součástí (periferií) všech mikroprocesorů je výkonný systém čítačů/časovačů z čehož jsou dva 8mibitové a jeden 16tíbitový. Funkce těchto čítačů/časovačů jsou umocněny pomocí dvou jednotek CCP (Compare/Capture/PWM). Díky tomuto souboru je mož-



né realizovat mnoho potřebných funkcí přímo na vlastním čipu mikroprocesoru. Z dalších periferií, které nalezneme na čipu jmenujeme synchronní sériový port s podporou protokolů I<sup>2</sup>C a SPI, univerzální synchronní/asynchronní sériový port s přenosovou rychlostí až 5 Mbps (USART), 8mibitový A/D převodník, Watch Dog Timer a Brown-out detector. U procesorů v pouzdře DIL 40 najdeme navíc ještě "Parallel Slave Port", který je určen pro rychlou komunikaci s dalšími procesory. Porovnáme-li si tento výčet periferií s periferiemi mikroprocesorů PIC16F87x a strukturu obou těchto řad, dojdeme k závěru, že řada PIC16F7x nemá na čipu integrovanou paměť dat typu EEPROM, má sníženou přesnost A/D převodníku z 10 bitů na 8 bitů a nepodporuje ICD (In Circuit Debugging). Z výše uvedeného vyplývá, že tento mikroprocesor je směřován do oblastí, kde by některé z vlastností mikroprocesorů řady PIC16F87x zůstaly nevyužité a tudíž i cena mikroprocesorů by byla neadekvátní. Důležitým momentem je však skutečnost, že pro vlastní vývoj aplikace můžeme použít mikroprocesory PIC16F87x, které umožňují využití low-cost vývojového prostředí MPLAB-ICD a po odladění aplikace pak použít zmiňované mikroprocesory z řady PIC16F7x.

## Microchip Technology – Technická knihovna 2001 na CD — 2. vydání



První vydání Technical Library 2001 (Technické knihovny 2001) na CD-ROM je nyní k dispozici. Knihovna obsahuje souhrn technické dokumentace o mikroprocesorech PIC a vývojových prostředcích a mnoho dalších informací o dalších součástkách vyráběných firmou Microchip jako jsou analogové obvody, obvody pro zabezpečení (KEELOQ), non-volatilní paměti (paměti EEPROM) a obvody RFID. CD-ROM je kopií populárních webových stránek firmy

Microchip ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)). Díky tomuto formátu není nutné aby uživatel musel instalovat speciální program pro prohlížení, neboť pro práci je nutný pouze standardní Internet Explorer či NetScape Navigator.

CD-ROM poskytuje mnoho informací o všech produktech vyráběných firmou Microchip a to počínaje datasheety přes aplikační poznámky až případně k vzorovým ukázkám zdrojových kódů. Uživatel zde dále najde veškeré potřebné veškeré potřebné informace o vývojových prostředcích včetně manuálů.

CD-ROM obsahuje nejnovější verze vývojového prostředí MPLAB-IDE včetně beta verze překladače jazyka C (MPLAB-C18) pro mikroprocesory řady PIC18Cxxx. Důležitou vlastností uvedeného vývojového prostředí je to, že je jednotné pro všechny rodiny mikroprocesorů a integrace ovládání všech podpůrných prostředků pod toto prostředí.



# Nové obvody z rodiny stabilizátorů/ měničů napětí TC1240

- zdvojovač napětí na principu nábojové pumpy
- velmi vysoká účinnost konverze, typicky vyšší než 99 %
- odběr pouze 1  $\mu\text{A}$  v režimu "odstavení"
- velmi malé pouzdro

Firma Microchip rozšířila rodinu stabilizátorů/měničů napětí o zdvojovač kladného napětí TC1240. Díky vysoké integraci obsahuje obvod všechny potřebné prvky, takže počet nutných ex-

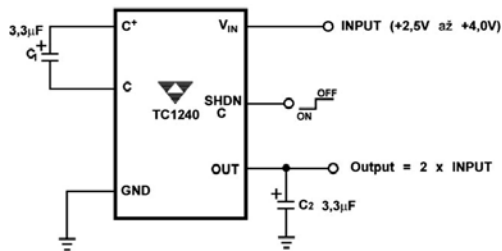


Schéma zdvojovače kladného napětí TC1240

terních komponent se snížil na pouhé dva kondenzátory, jak ostatně vidíme na obrázku. Tento nový obvod najde uplatnění v širokém spektru aplikací jako například v mobilních telefonech, pagerech, PDA a v mnoha dalších zařízeních napájených z baterií, ale některé vnitřní obvody vyžadují vyšší napájecí napětí.

Vstupní napájecí napětí obvodu TC1240 může být v rozsahu +2,5 až 4 V. Při tomto napětí je účinnost konverze vyšší než 99 %. Pracovní frekvence vnitřního oscilátoru řídicího vnitřní obvodu je 160 kHz. Další velmi vhodnou vlastností je velmi nízký odběr vlastního obvodu, který se pohybuje typicky kolem 180  $\mu\text{A}$ . Díky tomuto velmi malému vlastnímu odběru a vysoké účinnosti konverze nedochází ke zkrácení doby, po kterou je zařízení napájené z baterií schopno pracovat. Pro případy, kdy není v některou chvíli vyšší napájecí napětí v zařízení potřeba, je obvod možné též odstavit (vypnout) pomocí externího signálu SHDN. Ve vypnutém stavu pak obvod odebírá pouze 1  $\mu\text{A}$ .

Protože v mnoha moderních zařízeních není mnoho volného místa, zvolil výrobce pro tento obvod velmi malé pouzdro, konkrétně SOT-23A s šesti vývody.

## Nové obvody z rodiny operačních zesilovačů MCP61x

- stabilní i při jednotkovém zisku
- GBW 190 kHz při odběru 20  $\mu\text{A}$
- vstupní napěťový offset menší než 75 mV
- vstupy a výstupy typu Rail-to-Rail

Do rodiny operačních zesilovačů byla přidána nová řada operačních zesilovačů s nízkým vstupním napěťovým offsetem určených pro nesymetrické napájení v rozsahu 2,3 až 5,5 V. Při tomto napájení je odběr typicky 20  $\mu\text{A}$  při plné šířce pásma 190 kHz. Díky velmi nízké spotřebě jsou tyto operační zesilovače řady MCP61x vhodné pro aplikace napájené z baterií, kdy svoji nízkou spotřebou nezkracují životnost baterií. Kromě nízké spotřeby je u těchto operačních zesilovačů zajímavý jejich nízký vstupní napěťový offset, který je typicky menší než 75 mV, maximálně pak 150 mV. Vhodné vlastnosti těchto operačních zesilovačů jsou dány vstupními obvody, jenž jsou založeny na PNP tranzistorech a technologii dostavování vstupního napěťového offsetu.

Výše zmíněné operační zesilovače jsou k dispozici jak v provedení single, tak dual i quad (v jednom pouzře je jeden, dva nebo čtyři operační zesilovače). Taktéž dostupnost v různých provedeních pouzdra je velmi široká a součástky jsou dostupné jak v provedení PDIP, tak SOIC i TSSOP.

S těmito i mnoha dalšími novinkami firmy Microchip se můžete detailně seznámit na semináři dne 19. června 2001 v Park

### Distributoři Microchip:

GM Electronic, s.r.o. – 02/24812606

MES Praha, s.r.o. – 02/4026178

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



Hotelu v Průhonících. Počet míst je omezený, prosíme o potvrzení vaší účasti na emailové adresy: [jiri.kopelent@gme.cz](mailto:jiri.kopelent@gme.cz) nebo [a.cerv@mespraha.cz](mailto:a.cerv@mespraha.cz). Po upřesnění všech detailů vám bude zaslán časový plán tohoto jednodenního semináře.



# MICROCHIP

The Embedded Control Solutions Company®

Explore the Universe of Embedded Control at [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

# Mikropáječka MICRO 30

## s extra lehkým pájecím perem

Ing. Jiří Vácha – <http://medeva.web.worldonline.cz>

**Celý život využívám v elektrotechnice pájení cínem, a to jak při vývojových pracích, tak i při sériové výrobě. S "pájkami" tedy přístroji na pájení, byly až donedávna vždycky nějaké problémy. Buď byly těžké a po delší době pájení vás bolela ruka, nebo byly velké a popálili jste při pájení celé okolí. Také regulace teploty nebyla zcela dokonalá, cín se často přepaloval a zhotovený spoj byl nekvalitní. V neposlední řadě to byla i nízká životnost pájecích hrotů.**

V dnešní době je na trhu již velké množství pájedel různých typů a výkonů s různě účinnými regulacemi teploty. Postrádal jsem však mikropájedlo dostatečného výkonu na montáž a opravy miniaturních plošných spojů, které by bylo možné využít i při sériové výrobě.

Koncem loňského roku se na trhu objevilo pájedlo, které mi splnilo všechny mé požadavky a potřeby. Na první pohled působí dojmem, že tímto pájedlem zaletujete nanejdvůh krystalku. Jaké však bylo mé překvapení, když jsem je vzal do ruky a zkusil zapájet několik spojů. Už to, že po zapnutí bylo pájedlo do 10-ti sekund schopno pájet teplotou 320 °C, znamenalo, že nejde o nějakou obyčejnou pájku. Překvapila mě také velmi nízká hmotnost pájecího pera, které celé i s přívodním kabelem váží necelých 11 g. Celodenní pájení tak není vůbec namáhavé. To, že topné těleso je soustředěno na velmi malém prostoru (17 mm), umožňuje okamžitou reakci regulace teploty, a tak při pájení malých i velkých plošek dosáhneme stejné kvality spoje a cín se nám za žádných okolností nepřepaluje. Malá hmotnost hrotu (cca 1 g) a dostatečně velký výkon topného tělesa umožňují okamžitou reakci na zvýšenou potřebu tepelné energie, zároveň však nedochází vlivem tepelné setrvačnosti a tepelné vodivosti k přepalování cínu. Jednou pájkou tak můžete pájet jak miniaturní SMD součástky, tak i masivní vývody transformátorů, usměrňovacích můstků apod. Stačí jen po dobu pájení



zvětšit teplotu hrotu, který se okamžitě ohřeje, a po zapájení masivních součástek opět teplotu hrotu snížit. Výrobce doporučuje používat teplotu 310 – 320 °C. Toto je velmi výhodné i při opravách, při nichž je nutné součástky vyměňovat. Zkušenost ukazuje, že ani po 20-ti násobném odletování a opětném přiletování součástky nedojde k poškození pájecí plošky, natož k jejímu odlepení od laminátu. Že dochází k opravdu dokonalému využití tepelné energie s maximální účinností, svědčí i skutečnost, že kovovou tyčku vlastního pájedla můžete klidně uchopit do ruky a nespálíte se. Je docela studená. Použití oddělovacího transformátoru a možnost ukostření vlastního pájedla je dnes již samozřejmostí při pájení citlivých c-mos součástek. Ani s cejchováním páječky pro potřeby ISO

9000 nejsou žádné problémy, provádí je výrobní závod.

Pájení s touto pájkou je skutečně radost. Název pájky "MICRO-30" tak zcela vystihuje parametry a vlastnosti výrobku. Když k tomu připočtu extrémní životnost pájecího hrotu (speciální technologií povrchové úpravy bylo dosaženo životnosti hrotu až rok ve dvousměnném provozu), téměř nezničitelnost vlastního pájedla, dostává se nám do ruky výrobek, po němž jsme až dosud toužili.

V neposlední řadě mě potěšilo, že se jedná o ryze český výrobek. Vzhledem k popsaným vlastnostem a k praktickým zkušenostem je také cena pájedla nízká v porovnání s kvalitními přístroji zvučných jmen ze zahraničí. Je potřeba si uvědomit, že žádné pájedlo takovýchto vlastností se na našem trhu nevyskytuje.

## Reklamní plocha