

Rádio plus

KTE

Konstrukce ♦ Technika ♦ Elektronika

2001
ročník IX
cena 25 Kč
předplatné 20 Kč

1

Uvnitř čísla:

Nabíječka akumulátorů

Operační zesilovač LM10

El-lab Maxitronix "300 v 1"

Měřič kapacity akumulátorů



www.radioplus.cz

Obsah

Konstrukce

Měření kapacity akumulátorů – úvodní článek ke stavebnicím č. 494 — 498	str. 5
Umělá zátěž (č. 494)	str. 8
Blok nastavení a vybíjení (č. 495)	str. 12
Jednoduchá dvojitá nabíječka akumulátorů s obvodem "556" (č. 492)	str. 15
Samočinný časový schodišťový spínač s polovodičovým relé (soutěž)	str. 18
Reléová karta (soutěž)	str. 19

Zajímavosti a novinky

Ericsson R380s	str. 4
Nové IO: pro nabíjení baterií Li-ion, pro lineární nízkoubytkové regulátory záporného napětí a pro aktivní dolní propusti 4. řádu; snižovací nábojová pumpa MAXIM	str. 21
Kondenzátor s extrémní kapacitou 10 F; polohový snímač s poměrovým signálem přes 360°	str. 22

Zajímavá zapojení

Proudový vysílač; regulátor pro článek Li-ion; zpětné osvětlení displeje LC bílými LED	str. 26
--	---------

Teorie

Využití PC a Internetu v praxi, 5. část	str. 26
---	---------

Vybrali jsme pro vás

SGS-Thomson: ST1284-xxA8	str. 24
Zajímavé IO v katalogu GM: 19. LM10	str. 31

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 49. část	str. 34
---	---------

Představujeme

Elektronická laboratoř Maxitronix	str. 36
---	---------

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

Vážení čtenáři,

do prvních dvou letošních čísel jsme pro Vás připravili soubor stavebnic nazvaný Měření kapacity akumulátorů, na který volně navazuje také jednoduchá dvojitá nabíječka akumulátorů v tomto čísle a ve dvojce pak poměrně rozsáhlý článek o vlastnostech a použití nabíječek článků a akumulátorů.

Věříme, milí čtenáři, že jste uvítali neměnnost cen našeho časopisu i v tomto roce – na rozdíl od cen plynu, elektřiny, telefonu, nájemného a čeho všeho ještě... Znamená to, že předplatitelé dají za výtisk 20 Kč (za rok tedy 240 Kč), v prodejní síti je cena jednoho čísla 25 Kč. Připomínáme, že předplatné v České republice na rok 2001 pro nás zajišťuje pouze firma SEND Předplatné (případně se informujte v redakci, která zároveň ráda Vaše předplatné u jmenované firmy zajistí). Na Slovensku, jmenovitě u GM Electronic Slovakia v Bratislavě, činí roční předplatné 324 Sk (27 Sk za výtisk), na pultu je časopis prodáván za 31,80 Sk. Jsme informováni o přetrvávající nedostatečnosti distribuce časopisu do trafik a na jiná prodejní místa, proto bychom Vás rádi povzbudili, abyste si zajistili právě předplatné. Jen to Vám zaručí, že budete svůj časopis dostávat pravidelně, navíc levněji a v ochranném PE obalu.

Děkujeme za všechna přání do nového roku, která jste nám zaslali. Přejeme Vám mnoho úspěchů, spokojenost a radost a také neutuchající tvůrčí invenci.

Vaše redakce

Koláž na titulní straně: využití souboru stavebnic "Měření kapacity akumulátorů" je velmi univerzální; moduly KTE 497/498 lze použít zcela samostatně (připraveno do čísla 2/2001).

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

1/2001 • 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, Ing. Hynek Střelka, Ing. Ivan Kunc • **Layout&DTP:** redakce • **Fotografie:** redakce (není-li uvedeno jinak) • **Elektronická schémata:** program LSD 2000 • **Plošné spoje:** SPOJ - J. & V. Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 7813823, 4728263 • **HTML editor:** HE!32 • **Obrazové doplňky:** Task Force Clip Art • **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.

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

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

Ericsson pro 21. století – R380s

Na ložském 10. mezinárodní veletrhu informatických a komunikačních technologií INVEX 2000 dosáhla společnost Ericsson významného úspěchu. Novému "Smartphonu" Ericsson R380s byla udělena hlavní cena v soutěži o nejlepší exponát veletrhu "Křišťálový disk" v kategorii mobilní komunikace. Tím paradoxně začal tento unikátní přístroj získávat vavříny v ČR ještě před vlastním uvedením na trh, což Ericsson učinil v první polovině prosince 2000. S trochou nadsázky se dá říci, že se jedná o první takzvaný "smartphone" na trhu, jehož hmotnost je srovnatelná s mnohými běžně používanými mobily. Zároveň však umí úplně všechno, na co si i ten nejžhýkanější uživatel jen vzpomene.

Seznamte se, prosím

Při prvním kontaktu můžeme konstatovat, že máme co do činění s tím, co právě letí a navíc nezapře svou příslušnost k rodině nejnovějších Ericssonů, zejména pak R320s. Původ je tedy skvělý a i velikost R320s odpovídá. R380s je jen mírně silnější a těžší, takže se s váhou dostáváme na cca 160 gramů. Vzhledem k tomu, co všechno se chystá nabídnout, je to váha doslova kolibří a je na úrovni starších drahých telefonů i současných low-end telefonů.

První pohled je tedy hodně dobrý, ale na druhou stranu není nutné, aby každý viděl to nejzajímavější a nejlepší okamžité. To si nechává R380s až pro opravdové zájemce, kteří se nebojí jít blíže a chtějí si chytrý telefoněk trochu osahat. Bližší odhalení nemůže nechat nikoho chladným. Ačkoli se všichni již pravděpodobně setkali s telefonem s flipem, u R380s může překvapit jeho schopnost odklopit celý přední panel i s tlačítky. A nyní se dostáváme ke skutečně intimnímu odhalení: odklápací klávesnice zakrývá další část displeje, takže po odklopení je vám k dispozici veliký displej přes úplně celý telefon. A pokud byste snad byli při odhalování či dalším používání trochu nedomluví a hrubší a odklápací kryt, který tělo telefonu zakrývá, zničili, nevádí. V krytu není žádná elektronika a na funkčnosti se to nijak neprojevuje. Tlačítka se totiž promáčkávají až na displej. Jenom pak už bude váš nový klenot stále odhalený. Zezadu tvoří tělo telefonu magnéziový rám, který zaručuje dobrou ochranu a životnost.

Můžete se dotknout

Dotykový displej je velmi kontrastní a podsvícený. Dotýkat se můžete k tomuto účelu přiloženou tužkou, která se zasouvá do baterie, případně i jinými předměty, které mají dostatečně tenký hrot a displej nepropíchnou. Můžete se dotýkat i prstem – jen po-

zor na přesnost dotyků. Rozlišení displeje pro WAP je 310 x 100 bodů. Grafické rozhraní je velmi jednoduché, vybavené malým menu a ikonami. Grafické prostředí vychází z rodičů a prarodičů – R320s a T28s. Podobné je to i s baterií, ta je u R380s jen trochu delší a větší. Veškeré další příslušenství je stejné.

Na místě je nyní otázka, jak lze na R380s psát. Velká klávesnice chybí a psát na malé klávesnici troj- a vícestiskovým způsobem jako u ostatních mobilů? Ani náhodou! První možností je psát na klávesnici, která se zobrazuje na části displeje, druhou pak jsou Jotter znaky, obdoba Graffiti z PalmOS.

Pohled do duše

Operační systém telefonu je EPOC, ale grafické prostředí se podobá R320s a T28s. Pokud se pro R380s rozhodnete, získáte s ním i software s kabelem pro synchronizaci dat s aplikacemi Outlook, Notes a Lotus Organizer včetně jejich nejnovějších verzí. Veškerá synchronizace je řešena pro uživatele maximálně jednoduše. Stačí pouze jednou nastavit, co se má synchronizovat a kolik starých dat se má držet v paměti, a vše se pomocí kabelu RS-232 provede.



... otevírající se ...

Synchronizaci je možné nastavit automaticky při každém připojení, případně pouze na manuální příkaz. Samozřejmostí je, že při ní telefon není vyřazen z provozu. Bezproblémová synchronizace je jedinečnou funkcí vycházející z faktu, že si většinu poznámek a nejrůznějších dat všichni vytváří nikoli na mobilním zařízení, ale v počítači a poté si je z počítače přehrávají. Kalendář, poznámky i poštu tak máte neustále při sobě. Jinak R380s podporuje jak POP3, tak i IMAP4 a SMTP, nesynchronizovanou poštu si tedy si můžete stáhnout po GSM kdekoli v terénu a poté okamžitě vyřít. S vaším PC se dá synchronizovat i další užitečná aplikace jako jsou kalendář s denním, týdenním a měsíčním pohledem a poznámkový blok s todo listem. Pokud se týká zpráv SMS, je možné nechat si potvrdit, že vaše zpráva byla doručena.



Ericsson R380s – "v klidu"

Ericsson R380s má prohlížeč WAP, nikoli však HTML, a to z důvodu omezených schopností HTML prohlížečů a faktu, že případů, kdy nepomůže WAP a užijete HTML, je minimum – spíše opak je pravdou. Práce s WAPem je pak díky obrovskému displeji nezvykle komfortní. Infraport je umístěn, podobně jako u R320s, z vašeho pohledu v pravém horním rohu telefonu. Jinak lze provádět spousty činností i se zavřeným telefonem (přijímat hovory, listovat v telefonním seznamu, vytáčet čísla či číst SMS zprávy).

Pro nejnáročnější

Zvládne toho samozřejmě ještě daleko víc, ale ještě detailnější pohled si vyžádá přece jen trochu více času a nakonec není nad osobní zkušenost. Umí například také mluvit – hlasové vytáčení a příjem hovorů včetně hlasitého handsfree při otevřeném telefonu patří k základní výbavě. K plusům určitě patří i schopnost pracovat velmi rychle a stabilně, žádné zbytečné průtahy či prostoje. A abychom nezapomněli, je s ním i zábava, například variace pískvorek musí potěšit každého.

Vlastnosti a funkce

- ! Flip s klávesnicí
- ! Podsvícený dotekový display
- ! Velikost mobilního telefonu
- ! Adresář
- ! Kalendář
- ! E-mail
- ! SMS služby
- ! Kalkulátor
- ! Hodiny s budíkem
- ! Synchronizace dat s PC
- ! Hlasový záznamník
- ! Vestavěné handsfree
- ! WAP internetový prohlížeč

Rozměry: 131 x 50 x 26 mm

Hmotnost: 164 g

Doba hovoru: až 4,5 hodiny

Pohotovostní doba: až 107 hodin

Baterie: BST-10 (Li-ion 950 mAh) s dotykovým perem

Další informace získáte na adrese:

<http://mobile.ericsson.cz>

Nový telefon si můžete také prohlédnout na stránce http://www.ericsson.com/pressroom/phli_pco-ph.shtml

– podle materiálů firmy Ericsson –



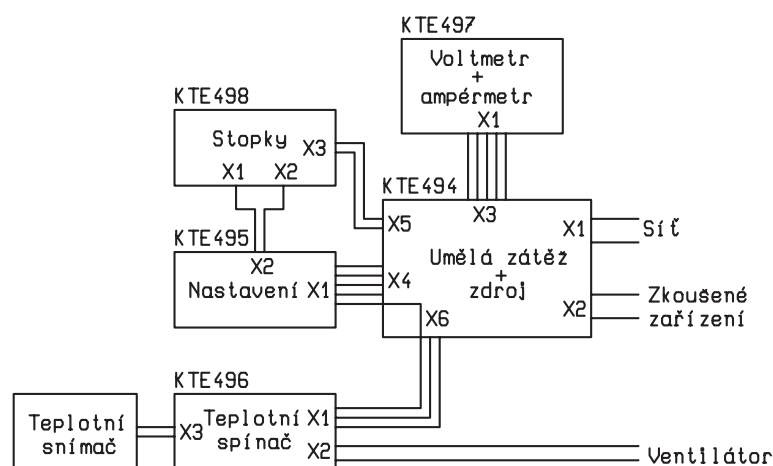
... a zcela otevřený

Měřič kapacity akumulátorů

stavebnice č. 494 – 498

Nezřídka se ve vývojové laboratoři stane, že potřebujeme pro ožívání jiných konstrukcí a zapojení použít zátěž, která by spotřebovala určité množství elektrické energie. To lze vyřešit buďto skládáním výkonových rezistorů, nebo elektroniky pomocí umělé zátěže. Chceme-li však navíc zjistit, jaká energie byla spotřebována, resp. do zátěže dodána (například pro zjištění kapacity akumulátoru), je třeba navíc měřit čas a změny v odběru proudu. Dále popsané zapojení udržuje konstantní proud a měří interval, po který byl tento dodáván.

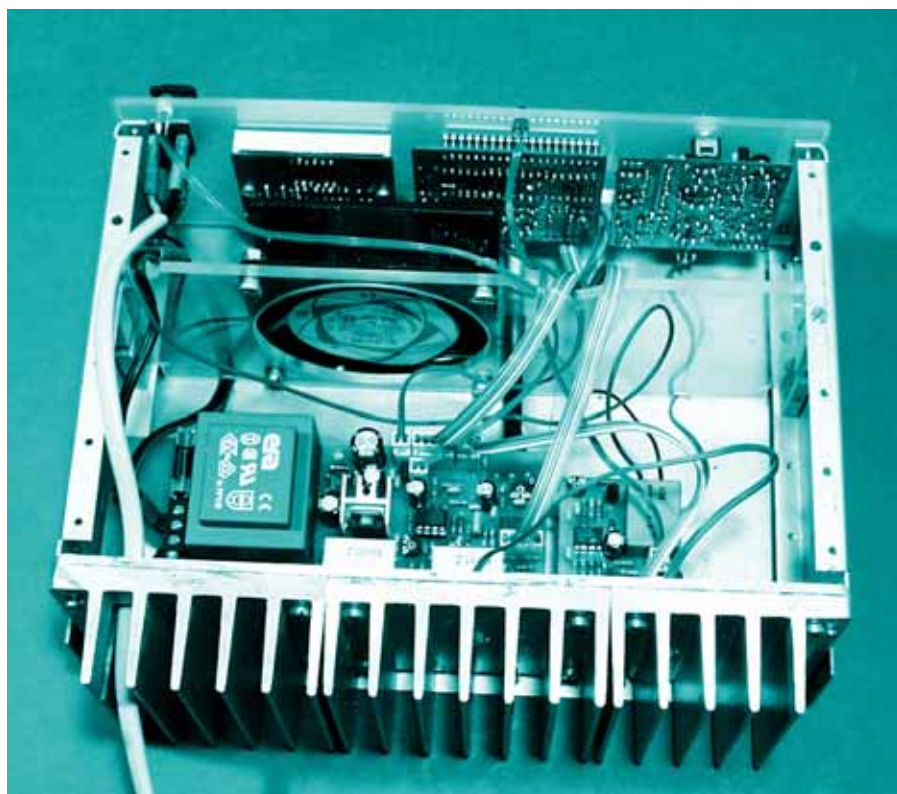
Je-li potřeba získat představu například o chování napájecího zdroje při různém napětí či různém odběru, je třeba ho připojit k zátěži, která zajistí spotřebu energie. Jedná-li se o potřebu ztrátového výkonu do cca 1 W, pak velmi často postačí dvojice sériově či paralelně zapojených rezistorů, které má každý amatér doma. Je-li však spotřebováván výkon vyšší, začíná být skládání rezistorů problémem, až nastane neřešitelná situace. Ve školství a vývojových laboratořích se často vyskytují velké drátové posuvné potenciometry, jež se těší oblibě i u mnoha amatérů, kteří mají to štěstí, že je mají. Vyrábí se v různých hodnotách a provedeních pro výkony i větší než 150 W, avšak v běžné obchodní síti nejsou prakticky k dostání. Navíc existují i aplikace, kde jejich použití nedostačuje, případně dokonce nevyhovuje. Kupříkladu při měření kapacity akumulátorů je nutné měřit proud, napětí a čas. V takovém případě by použití rezistoru bylo nanejvýš zavádějící, protože jak by se článek vybíjel, klesalo by napětí, a tím



Obr. 1 - Blokové schéma měřice kapacity akumulátorů se vzájemným propojením

i proud a prosté vynásobení časem by bylo nedostatečné. Proto se vedle již zmíněných drátových potenciometrů používají i složitější elektronická zařízení, která sledují jednu či více elektrických i neelektrických veličin.

Umělá zátěž není na stránkách našeho časopisu nic nového, protože jedno provedení vyšlo již v roce 1995. Stejně tak měřič kapacity akumulátorů již byl zveřejněn, tentokrát v Amatérském rádiu. Vždy se však jednalo o neúplné nebo jednoúčelové zařízení. Nyní jsme se pokusili sestavit víceúčelový přístroj, který by měl vyhovovat i pro různé druhy použití. Protože však ne každý má chuť a prostředky pro stavbu celkem složitěho měřicího přístroje, bylo zvoleno provedení skládající se z několika samostatných celků, které byly následně upraveny i pro samostatné použití. Výsledkem je pětice modulů schopných vzájemné spolupráce, avšak rovněž využitelných v samostatném provedení nebo jako díl zcela jiného přístroje. Některé lze využít jako plnohodnotné přístroje pro ožívání jiných zapojení (voltmetr/ampérmetr, stopky/prostý čítač), jiné jako součást jiných výkonových zapojení (teplotní spínač), nebo je s nimi již nyní počítáno v dalších stavebnicích (modul nastavení). Aby nebylo použití jednotlivých bloků vázáno pouze na námi uplatněné řešení, jsou jednotlivé moduly popisovány samostatně, zatímco tento úvod slouží jako popis použití v rámci jednoho celku a výčet funkcí a parametrů jednotlivých bloků. Nabízíme i příklad řešení úplného zařízení, avšak zatím pouze obrazem, proto-





že s přístrojovými spotřebiči energie přichází i řada jiných problémů, jejichž řešení je plně závislé na potřebách a možnostech uživatele.

Kapacita akumulátorů je dána součinem vybíjecího proudu a doby vybíjení článku z plně nabitého do zcela vybitého stavu. Jednotkou jsou poté miliampérhodiny nebo ampérhodiny podle toho, v jaké jednotce byla do vzorce vložena hodnota vybíjecího proudu.

Nyní se pokusíme přiblížit některé problémy, které bude každý jednotlivý uživatel muset řešit. Rozhodně nechceme nikoho strašit (ačkoli následující řádky tak jistě vyzní), ani od stavby odrazovat, avšak ze zkušeností víme, že se každý konstruktér snaží ze zařízení „vymáčkout“ maximum. Ani naši vývojoví pracovníci nejsou výjimkou, a tak bychom raději varovali předem, abyste si nezpůsobili více škody než užítu pouhou nevědomostí či spíše netušeností.

Jedná se především o potřebu vyzáření spotřebovaného výkonu, který je součinem napětí a protékajícího proudu. Pokud bychom chtěli plně využít možností použitých součástek včetně proudového omezení, vychází ztrátový výkon na 1000W (100 V/10 A), bez omezení pak na více než 5600W (100 V/56 A). Čísla sice vypadají nevinně, ale zde je třeba upozornit na skutečnost, že zpracovat 100 W je problém, pokud na to nejsme připraveni a vybaveni. Pro porovnání přinášíme spotřeby některých běžně používaných spotřebičů: trouba kombinovaného sporáku 2200 W, vysoušeč vlasů 800 W, barevný televizor 200W, počítač 200 W. Snad nejlépe vyhoví porovnání s obyčejnou žárovkou. Zkuste si na 60 W žárovku sáhnout rukou... Měřicí přístroj, který vidíte na fotografiích, je vybaven mohutným chladičem a navíc má výkonné prvky ofukované ventilátorem, a přesto spolehlivě vyzáří pouze cca 60 W, při kterých teplota výkonových prvků dosahuje vysokých 75°C. Pro běžné amatérské potřeby to pochopitelně bohatě stačí, zvláště pak proto, že krátkodobě (řádově vteřiny) zpracuje i vyšší výkon. Pro měření akumulátorů (NiCd,

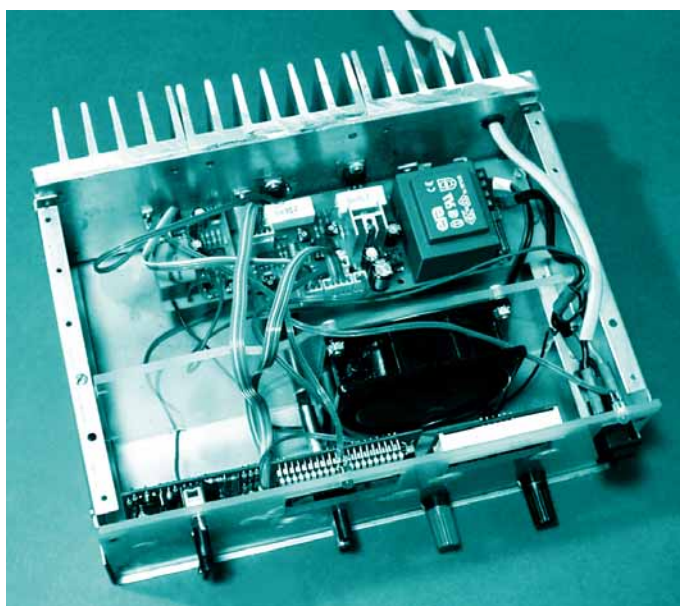
NiMh, Aklalických) postačí i 10 W, což spolehlivě obstará i dvojice pasivních chladičů, bude-li zajištěno větrání (viz popis modulu zátěže KTE494). S tím souvisí potřeba zajištění kvalitního přestupu tepla mezi výkonovými prvky (tranzistor) a chladičem. Přestup tepla je problém, který jsme již mnohokrát popisovali zejména v případech regulátorů teploty či teplotních čidel. Je třeba si uvědomit, že přenos tepla probíhá ve více stupních (čip tranzistoru – chladič tranzistoru, chladič tranzistoru – chladič přístroje, chladič přístroje – okolní prostředí) a každý je velmi důležitý. Pokud k zátěži připojíte najednou – skokem příliš vysoký výkon, přibližně 100 W, můžete se spolehnout, že koncové tranzistory nebudou mít dlouhý život prostě proto, že vzniklé teplo spálí čip tranzistoru dříve, než se vůbec stačí ohřát chladič tranzistoru o více než 2 °C. Pokud budete mít štěstí, dojde k přerušení tranzistoru. V horším případě ke zkratu, a nebude-li zkratový proud dosahovat mezního proudu pojistky, můžete zničit i zkoušené zařízení. Proto je vhodné si pečlivě přečíst pravidla použití zátěže a dodržet je a především nesnažit se postavit super zařízení, které třeba stejně nevyužijete a jež bude jen zvyšovat výše popsaná rizika.

Pokud jste dočetli článek až sem a rozhodli se pokračovat (a snad i ve stavbě), vězte, že žádné další hrůzy nebudou. Již jen holá fakta.

Na blokovém schématu jsou zakresleny jednotlivé bloky celku a jejich funkční propojení. Přestože výchozím modulem je vlastní „Umělá zátěž“, stavebnice KTE494, která obsahuje také napájecí zdroj pro ostatní modu-

ly a je schopna plně samostatné činnosti, vlastním řídicím modulem je „Blok nastavení a vybíjení“, stavebnice KTE495. Pokud nevyužijete modul nastavení, budete moci zátěž používat jen v mezích přesnosti vnějších měřicích přístrojů a s ruční obsluhou. V základním provedení je zátěž schopná zpracovávat napětí až 100 V. Proud lze pak nastavit potenciometrem v rozsahu od nuly až na 12 A. Blok obsahuje jednoduchou ochranu proti přepólování, zdroj kladného napětí +12 V / 400 mA a záporného -5 V / 100 mA pro napájení operačních zesilovačů. Blok navíc obsahuje vstupy pro připojení vnějšího řídicího napětí a blokování. Dále je vybaven výstupem pro měření spotřebovávaného proudu.

V modulu nastavení je obsažen zdroj referenčního napětí, který ovládá modul zátěže a stanovuje mezní pracovní parametry, generátor obdélníkových kmitočtů 0,1 Hz, 1 Hz, 100 Hz a 1 kHz se střídou 1:1 pro pulzní řízení zátěže, obvod řízení vybíjení baterií a pochopitelně přepínač funkcí. Všechny režimy pro řízení zátěže (vybíjení, pulzní zatěžování i trvalý provoz) využívají shodné referenční napětí, a tedy je lze libovolně přepínat beze změny spotřebovávaného proudu. Navíc



obsahuje obvod pro vnější blokování řídicího napětí a spouštění a nulování pro měření doby vybíjení baterií. Přestože právě tento modul dělá z prosté umělé zátěže inteligentní měřicí přístroj, je jediným, jehož využití v jiném přístroji je značně omezené.

Dalším důležitým, byť volitelným blokem, je "Teplotní spínač s blokováním", stavebnice KTE496, který je obdobou zapojení stavebnice KTE460. Teplotním čidlem je zde tranzistor, resp. jeho teplotní závislost a naměřená teplota je vyhodnocována ve dvou stupních. Obvod je doplněn o relé pro spínání ventilátoru a jednoduchý klopný obvod s tyristorem, který umožňuje zablokování činnosti zátěže, jejíž opětovné uvolnění je povoleno až po poklesu teploty pod hranici sepnutí ventilátoru. Modul teplotního spínače je vhodné použít vždy, kdy ztrátový výkon přesáhne cca 8 W. Blok bude rovněž použit v chystané nabíječce akumulátorů, ale své uplatnění nalezne v různých zdrojích, zesilovačích apod.

Blok "Voltmetru/Ampérmetru", KTE-497, již patří mezi doplňkové a nemá naprosto žádný vliv na činnost zátěže. Je vybaven dvěma vstupy pro měření napětí a proudu, ačkoli obě zapojení fungují jen jako voltmetr, protože informace o spotřebovávaném proudu je získávána nepřímo v bloku zátěže. Vlastní měření a zobrazování provádí dnes již notoricky známé spojení převodníku 7106 a 3" místního LCD displeje. Zapojení je upraveno tak, aby je bylo možné použít i v podobě příručního voltmetru s vlastním napájením.

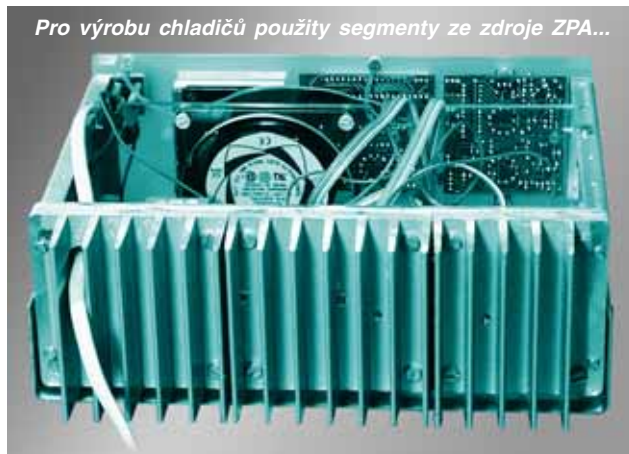
Posledním blokem jsou "Stopky/Prostý čítač", které sice rovněž nemají vliv

na činnost zátěže, avšak bez jeho použití nebude možné jednoduše měřit kapacitu akumulátorů, neboť ta je odvislá od doby vybíjení a tu právě blok měří. Jeho použití je rovněž možné samostatně či jako součást jiného zařízení, ale stejně jako voltmetr se uplatní i jako příruční přístroj pro ověření činnosti zapojení s dlouhými intervaly (ověření činnosti děliče pro dlouhé časy, kontrola přítomnosti krátkých impulsů). Zapojení je schopné vydávat i zvukový signál.

Již bylo zmíněno, že není nutné použít všechny bloky, jak to uvádí náš fotografický příklad. Je sice pravdou, že pro měření kapacity akumulátorů potřebujete kromě zátěže ještě i stopky a modul nastavení, ale nic jiného. Stejně tak pro změření zatěžovacích charakteristik stačí pouze samotná zátěž, případně doplněná o teplotní spínač. Pochopitelně pro zjištění reakce na náhlá, skoková, zatížení je modul nastavení výhodný, nikoli však nezbytný.

Jednotlivé moduly se propojují pomocí drátových vodičů, přičemž číslování vývodů je vždy souhlasné na obou stranách vývodů. Přestože na uvedeném příkladu jsou na modulu zátěže uvedeny konektory, nejsou tyto součástí stavebnice. Jejich použití je zcela dobrovolné a o praktickém využití kromě snazšího oživení by se dalo úspěšně pochybovat.

Pro výrobu chladičů použity segmenty ze zdroje ZPA...



Jak vidno jsou možnosti modulové stavebnice dosti široké, aby si každý vybral to, co potřebuje. Navíc se s výjimkou bloku zátěže se všemi dalšími počítá v připravované stavebnici univerzální nabíječky akumulátorů. Díky samostatnosti jednotlivých bloků je možné postupně možnosti zařízení zvyšovat přidáváním jednotlivých rozšiřujících bloků, čímž se sníží i finanční zatížení způsobené pořízením všech bloků (zejména díky poměrně drahým prepínačům a modulu voltmetru). Pochopitelně je modulová stavebnice méně elegantní než celistvý přístroj (navíc vzniká celkem složité propojení drátovými vodiči), avšak výhodnější nejen cenově, ale především funkčně.

Ačkoli možná budí tento článek pochybnosti o smysluplnosti zapojení, která vyžadují takovýto úvod, považujeme za vhodné předem nastínit klady a záporny, výhody a nevýhody zvoleného řešení, stejně jako úskalí, jaká přináší, dříve, než začnete číst popisy jednotlivých modulů a váhat nad stavbou tohoto, pro vývoj rozhodně výhodného zařízení. Jak uvidíte v podrobnějším popisu, ačkoli vše vypadá nesmírně složitě, stavba i oživení jednotlivých bloků a případně i celku jsou dosti jednoduché a zvládne je snadno i méně zdatný konstruktér (dodrží-li návod), především díky tomu, že na přesnosti nastavení závisí jen a pouze přesnost měřicích bloků a rozsah použití. Vlastní činnost nelze ovlivnit jinak než hrubým zásahem do hodnot součástek, což si začátečník rozmyslí a zkušenějším nebude činit potíže, neboť prakticky vše je dáno Ohmovým zákonem.

Prakticky jedině úskalí skrývá výše popsaná potřeba vyzáření spotřebovaného výkonu.

Více informací o možnostech, variacích, nastavení, oživení a připojení naleznete v popisech jednotlivých bloků, z nichž první dva již v tomto čísle. Doufáme, že ve vás nevzbudil tento úvod obavy, ale naopak zvědavost, a že vás možnosti podobného přístroje zaujaly.



Umělá zátěž

stavebnice č. 494



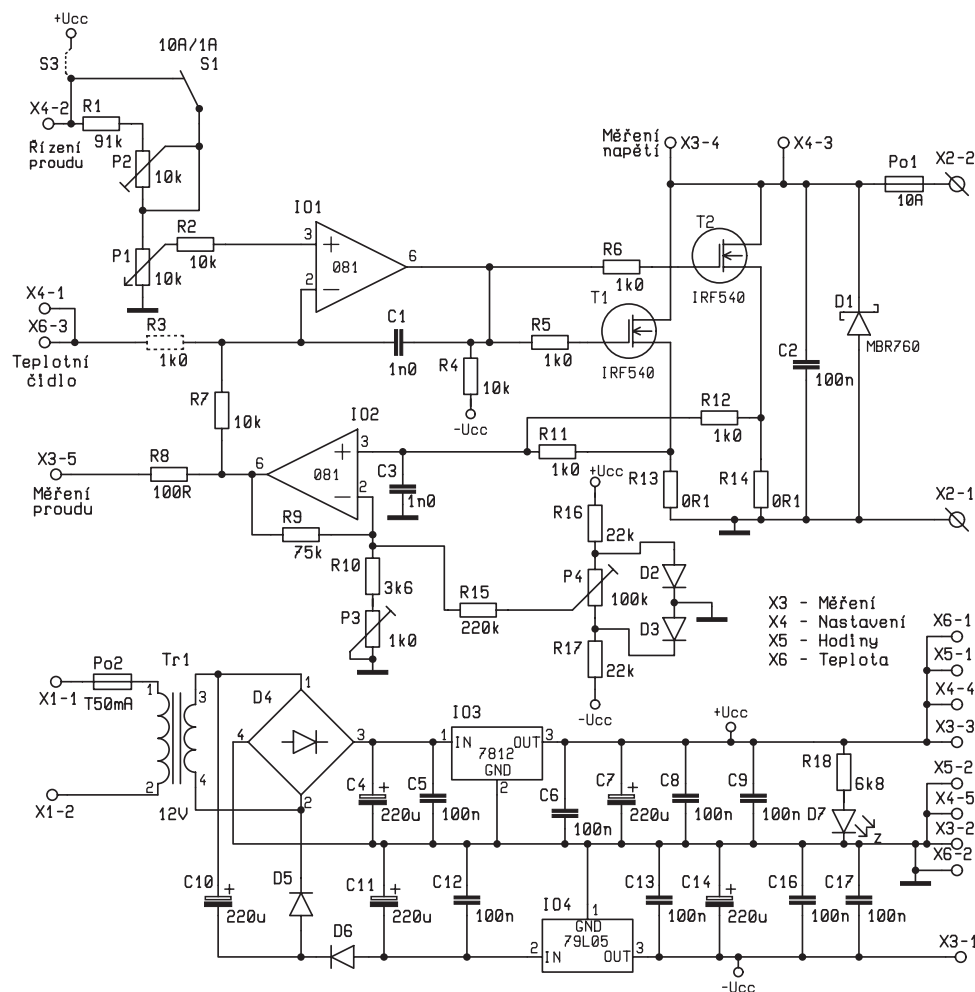
Umělá zátěž je základním blokem modulové stavebnice “Měřiče kapacity akumulátorů” a ve své podstatě jde o spotřebič proudu, resp. konstantního proudu, tedy přístroj, který ze zdroje odebírá vždy stejný proud bez ohledu na napětí. Kdo měl někdy potřebu oživení napájecího zdroje či zjištění závislosti napětí zdroje na odběru proudu, ví velice dobře, o čem je řeč. Stejně tak každý, kdo často pracuje s bateriemi a akumulátory a potřebuje znát jejich kapacitu.

Chcete-li oživit napájecí zdroj či získat jeho zatěžovací charakteristiky (změny napětí v závislosti na odběru proudu), potřebujete spotřebič (odpor, žárovku, motor), který vám zajistí odběr proudu. Avšak často nestačí pouhá výměna jednotlivých spotřebičů různě výkonnostně odstupňovaných, ale je vyžadována možnost plynulé regulace odběru proudu. V případě vybití akumulátorů (zformování nebo zjištění kapacity) je třeba použít spotřebič, který jednak umožňuje nastavení odebíraného proudu, a hlavně zajistí, že tento odběr bude nezávislý na poklesu napětí. Opakovaným vybitím akumulátorů 10 % kapacity článků (0,1 C) lze poměrně spolehlivě snížit například vliv

paměťového efektu baterií (pokles kapacity nesprávným vybíjením a nabíjením), a zvýšit tak jejich životnost. Obvyčejné laboratorní posuvné rezistory zde nestačí. Je sice možné postavit pro konkrétní případ konkrétní “spotřebič”, ale je-li takovýchto použití víc, je počet přístrojů neúnosný a je nutné univerzálnější zapojení. Tato umělá zátěž je určena pro zpracování napětí až do hodnoty 100 V a mezního proudu 10 A (resp. 12 A bez bloku nastavení). Jak již bylo zmíněno v úvodním článku, není praktické využití těchto mezních hodnot reálné vzhledem k potřebě vyzáření vzniklého tepla.

Zapojení umělé zátěže vychází z obdobných zapojení zdrojů konstantního

proudu, jedná se vlastně o převodník napětí – proud. V základním zapojení (bez doplňkových modulů) je řídicí napětí převodníku získáno spojením propojky S3 z napájecího napětí. Přepínač S1 umožňuje volbu rozsahu mezi 1,2 a 12 A (resp. 1,0 a 10 A při použití modulu nastavení) podle toho, je-li zařazen odporový dělič R1, P2 a P1 (1,2 A), nebo je S1 sepnut a k řízení se využívá celý rozsah napájecího 12 V. Tímto se zvyšuje možnost přesnějšího nastavení malých proudů. Odporový trimr P2 pak nastavuje přesnost děliče a minimalizuje vliv tolerance hodnoty řídicího potenciometru P1. Operační zesilovač IO1 pak tvoří klasický převodník U/I. Kondenzátor C1 zapojený ve

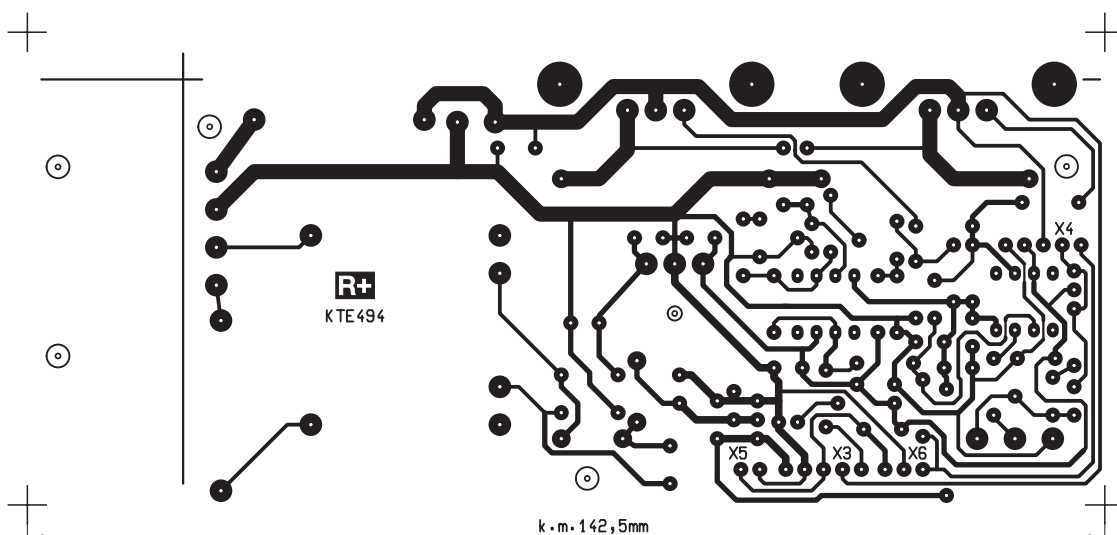


Obr. 2 - Schéma zapojení stavebnice č. 494

zpětné vazbě omezuje zákmitý převodníku a rezistor R4 určuje výchozí stejnosměrnou úroveň na řídicích elektrodách výkonových tranzistorů při vypnutém napájení tak, aby tyto byly bezpečně zavřené. Oddělovací rezistory R5 a R6 v řídicích elektrodách tranzistorů jednak omezují budící proud tranzistorů (který je při skokových změnách díky parazitním kapacitám značný), a především snižují vliv rozdílnosti parametrů tranzistorů, a výkonová ztráta je tak rozložena rovnoměrněji. Dvojice výkonových prvků byla zvolena právě pro rozdělení výkonového zatížení, přestože by i jeden tranzistor “papírově” stačil. Kondenzátor C2 na vstupu zátěže omezuje napěťové špičky zkoušeného zdroje, aby neovlivňovaly velikost protékajícího proudu, a nedocházelo tak ke zbytečným zážitkům. Shottkyho dioda D1 spolu s pojistkou Po1 tvoří jednoduchou ochranu proti přepólování. Dioda D1 je proto dimenzována tak, aby přenesla i velký proud, avšak její maximální povolené závěrné napětí je pouze 60 V, a proto je vhodné tuto hodnotu považovat rovněž za mezní pro celé zapojení. Protože dioda je v činnosti pouze po dobu zkratu vzniklého přepólování vstupu, a to pouze po velmi krátkou dobu, než dojde k přepálení ochranné pojistky,

nevyžaduje tato součástka chlazení. Při průchodu proudu snímacími rezistory R13 a R14 se na nich vytváří úbytek napětí (dle Ohmova zákona) pro činnost převodníku. Minimální vstupní napětí zátěže tedy závisí na odebíraném proudu a pohybuje se i mírně nad 1 V při 10 A. S klesajícím proudem klesá i minimální vstupní napětí. Protékající proud odpovídá úbytkům na obou snímacích rezistorech ($0,1 \text{ V} / 1 \text{ A}$ na každém z nich), proto rezistory R11, R12

vytvářejí jednoduchý součtový obvod, jehož výsledné napětí odpovídá právě *matematickému součtu* obou dílčích napětí. Aby bylo možné tento součet použít pro převodník, je třeba jej vynásobit dvěma. Protože však s použitými hodnotami je součet úbytků při proudu cca 0,5 A již na hranici napěťové nesymetrie vstupů operačního zesilovače převodníku, je toto napětí ještě zesíleno 10× (tedy celkem 20×). Kondenzátor C3 zamezuje pronikání rušivých signálů na vstup IO2, a lze jej případně vynechat. Operační zesilovač IO2 je zapojen jako neinvertující zesilovač, se zesílením odpovídajícím $1 + R9 / (R10 + P3)$, které s použitými hodnotami odpovídá rozmezí cca 16 až 21. Odporovým trimrem P3 lze zesílení nastavit tak, aby výstupní napětí zesilovače právě odpovídalo protékajícímu proudu v hodnotě $1 \text{ A} = 1 \text{ V}$. Protože součtová napětí na neinvertujícím vstupu IO2 jsou při nízkém proudu hluboko pod úrovní napěťové nesymetrie vstupů, bylo třeba nesymetrii kompenzovat. Jako nejvhodnější se ukázalo poněkud netradiční zapojení kompenzace připojené na invertující vstup zesilovače IO2 (tedy bez použití výrobcem určených kompenzačních vývodů obvodu). Kompenzace se nastavuje odporovým trimrem P4 v rozmezí $\pm 0,65 \text{ V}$, jež zajišťují diody D2 a D3. Aby kompenzace neovlivňovala zesílení zesilovače, musí být R15 byl výrazně vyšší než součet R10 a P3. Výsledné napětí zesilovače je přiváděno na invertující vstup převodníku, kde je porovnáváno s nastavenou (referenční) hodnotou. Rezistory R7 a R2 omezují vstupní proudovou nesymetrii převodníku. Výstup ze zesilovače IO2 je přes ochranný rezistor R8 vyveden na svorku X3-5 a je v modulu měření využíván jako zdroj napětí pro ampérmetr. Rezistorem R3 je možné na in-



Obr. 3 - Deska s plošnými spoji stavebnice č. 494

vertující vstup převodníku přivést kladné napětí, a zátěž tak zablokovat. Bude-li zapojení používáno ve spolupráci s modulem nastavení, nebude R3 osazen.

Napájecí zdroj je trochu složitější, protože operační zesilovače potřebují pro svoji správnou činnost symetrické napájení. Protože však odběr záporné větve je minimální, nebylo užito obvyklého transformátoru s dvojím vinutím (nebo jedním s vyvedeným středem), ale záporné napětí je tvořeno násobičem s kondenzátorem C10 a diodou D5. Kladná větev obsahuje běžné zapojení monolitického stabilizátoru 7812 v plastovém pouzdru. Záporné napětí je pak přes násobič odebíráno přímo ze sekundárního vinutí transformátoru, jednoduše usměrněno diodou D6 a opět následuje známý obvod 79L05. V napájecím zdroji je využíváno "měkkosti" sekundárního vinutí transformátoru, tedy skutečnosti, že vinutí dodává jmenovité napětí (12V) až při odběru jmenovitého proudu (416 mA). Protože celé zařízení měříce kapacity akumulátorů této hodnoty nedosahuje, může být zachováno toto zdánlivě nízké napětí. V případě připojování jiných zařízení ke zdroji je proto třeba dbát na spotřebu a s tím související pokles napětí.

Celá umělá zátěž je umístěna na jedné jednostranné desce plošných spojů se dvěma drátovými propojkami. Před vlastním osazováním je třeba se především rozhodnout, k jakému účelu bude zátěž používána, a tedy i s jakým výkonem bude pracovat. Plošný spoj byl navržen tak, aby vyhovoval širokému spektru aplikací a konstrukčních potřeb.

Bude-li zátěž provozována především jako měřič kapacity akumulátorů a ztrátový výkon nepřekročí cca 8 – 10 W, postačí k chlazení výkonových tranzistorů

dvojice chladičů V7477X (nejsou součástí stavebnice, ale rádi je dodáme samostatně), které se osazují přímo do plošného spoje spolu s tranzistory. Při použití doplňkového chlazení ventilátorem postačí toto řešení i pro výkony do 15 W. Pro vyšší ztrátové výkony bude nutné použít mohutnější chladič, který bude pravděpodobně součástí krabíčky celého zařízení, a proto se vyplatí odříznout či odstříhnout zadní část plošného spoje dle naznačených čar. Rovněž je samozřejmě možné připojení výkonových prvků pomocí vodičů, což je ale pro vyšší proudy značně nevýhodné. Obdobně je po pravé straně plošného spoje "přebytečná" volná plocha desky, jež může usnadnit montáž do krabíčky (přičemž naznačené upevňovací otvory odpovídají krabici U-ECS303, do níž byl vestavěn zkušební vzorek; ta je však k dostání pouze do vyprodání zásob); stejně tak i tuto lze odstranit, nebude-li využita. Budete-li používat v součinnosti s blokem zátěže i další moduly z řady "Měřiče kapacity akumulátorů", je vhodné si rozmyslet, zda použijete pro propojování konektory, či nikoli. Zjednoduší to sice oživování a případné úpravy, ale nemáte-li je doma, bude nutné je zakoupit samostatně, neboť pro jejich cenu nejsou součástí stavebnice.

Nyní již můžeme převrtat upevňovací otvory a pájecí body pro součástky (transformátor, výkonové tranzistory, stabilizátor IO3, potenciometr, rezistory R13 a R14 a svorky O1,1; pojistkové držáky O1,3; upevňovací otvory desky a chladičů dle potřeby). Spoje vedoucí plný proud zátěže jsou dimenzovány na cca 2 A, takže při požadavku vyšších proudů je musíme nasílit buď vrstvou cínu, nebo lépe připájením vhodně tvarovaného měděného vodiče. Dále mů-

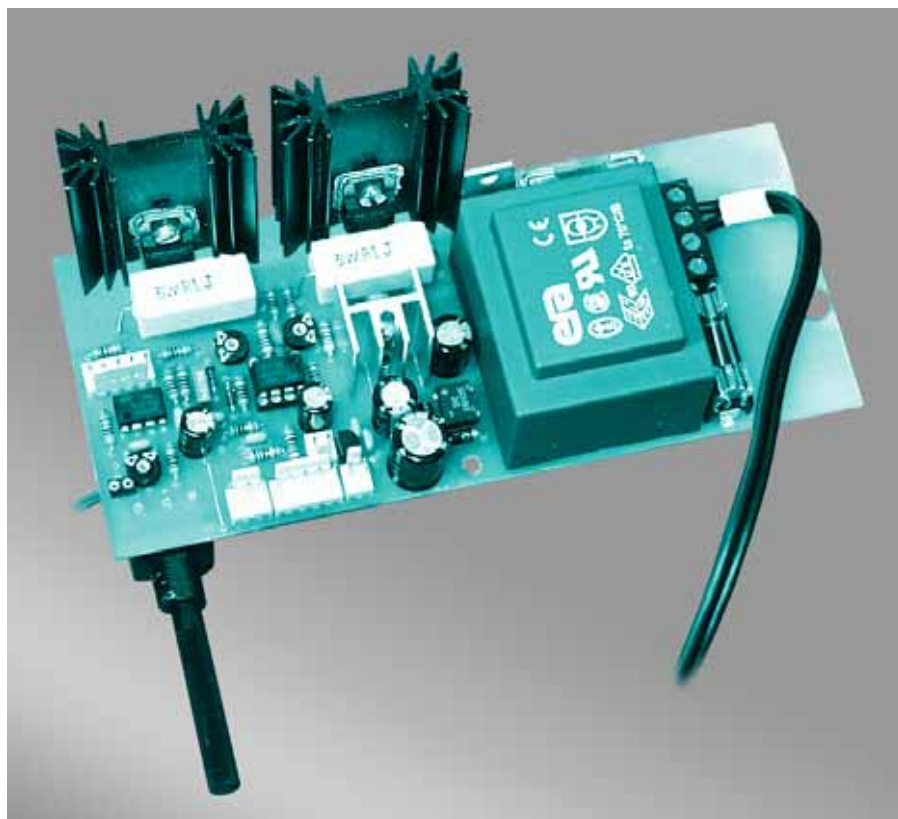
žeme začít osazovat jednotlivé součástky v obvyklém pořadí od pasivních součástek po aktivní a od nejmenších po největší (nezapomeňte na drátové propojky). V první fázi osazování vynecháme rezistory R7 a R15 a kondenzátor C3. Rezistor R3 použijeme pouze v případě, že nechceme použít modul nastavení, ale potřebujeme zachovat možnost blokování např. teplotním spínačem. Výkonové tranzistory a stabilizátor se nejprve přišroubují k chladičům přes izolační podložky (s využitím teplovodné hmoty, např. silikonové vazelíny), a teprve poté se osadí a zapájí do plošného spoje. Bude-li zátěž určena pro zpracování výkonů nad 80 W, vyplatí se zaměnit dodaný typ tranzistorů IRF540 za silnější, např. IRFP460 či podobný, který je sice výrazně dražší, avšak má lepší přístup tepla mezi vlastním čipem a pouzdrem, a snese tedy vyšší skokové zatížení. Pokud nebudeme používat modul nastavení či jiný zdroj řídicího napětí, lze propojku S2 nahradit pevným drátkem, stejně jako vynecháním přepínače S1 lze zamezit náhodnému přepnutí zátěže do režimu 10 A v případě, kdy by tak mohlo dojít ke zničení či poškození zdroje proudu.

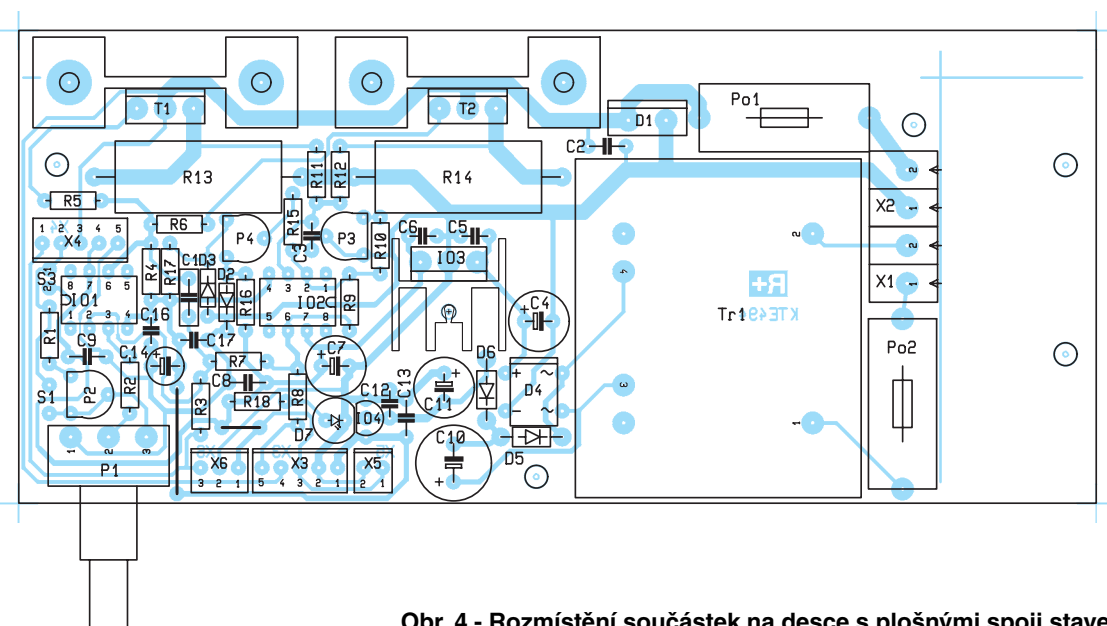
Po osazení všech součástek můžeme začít s postupným oživováním zapojení, k čemuž nám postačí voltmetr, případně i ampérmetr. Čím přesnější měřicí přístroje použijeme, tím přesnější bude nastavení i celé zapojení. V případě nouze pochopitelně postačí i méně přesný ručkový přístroj. Po připojení napájení nejprve

zkontrolujeme správnou činnost zdroje, zvláště pak záporné větve. Dále nastavíme hodnotu řídicího napětí odporovým trimrem P2 tak, aby na potenciometru (nikoli jeho běžci) při rozepnutém přepínači S1 bylo napětí odpovídající právě 1/10 napětí při sepnutém S1, nebo v případě vynechání S1 hodnota nám vyhovující jako horní hladina mezního proudu. Nyní zkontrolujeme napětí na výstupu operačního zesilovače IO2. Občas se povede naleznout mezi operačními zesilovači řady 081 takový kus, jehož vstupní napěťová nesymetrie je zanedbatelná, a proto ponecháme prozatím obvod k jejímu nastavení nečinný, protože není-li k dispozici přesný milivoltmetr, mohli bychom nadělat více škody než užitku. V tomto případě platí, že 1 mV naměřeného výstupního napětí odpovídá 1 mA proudu protékajícího zátěží. Bude-li naměřené výstupní napětí menší než cca 5 mV (5 mA chyby), je lépe si tuto skutečnost poznamenat a při práci s ní počítat jako s chybou měření, než se pokoušet o přesnější nastavení s nepřesným měřicím přístrojem. Pochopitelně je-li chyba větší, bude vhodné (či spíše nutné) vstupní napěťovou nesymetrii nastavit, a proto osadíme rezistor R15 a otáčením odporového trimru R4 nastavíme výstupní napětí IO2 na nulovou hodnotu. Vzhledem k použitému trimru je nastavování trochu pracné, avšak levnější než použití víceotáčkového provedení. Nyní již můžeme osadit i rezistor R7 a připojit k zátěži zkušební zdroj, s nímž do série

vložíme ampérmetr (čím přesnější, tím lepší). Na výstupu operačního zesilovače IO2, resp. vývodu X3-5 měříme napětí a odporovým trimrem P3 nastavíme jeho hodnotu, aby odpovídala protékajícímu proudu v poměru $1 \text{ A} = 1 \text{ V}$. Není vhodné nastavovat zesílení IO2 při proudu nižším než 80 mA, protože přenos v této oblasti záleží také na přesnosti nastavení vstupní napěťové nesymetrie obvodu a chyba měření zpravidla neklesne pod 3 %. Máme-li k dispozici pro nastavení také osciloskop, můžeme ještě zkontrolovat, zda je výstupní napětí klidné a nekmitá. V případě, že se zákmity skutečně objeví, bude nutné osadit blokovací kondenzátor C3 a zesílení znovu nastavit. Tím se sice trochu zpomalí rychlost reakce zátěže, ale po praktické stránce to nemá významný vliv. Jsou-li výkonové prvky součástí plošného spoje, nebude použití C3 pravděpodobně nutné, neboť zákmity se zpravidla projevují pouze při použití delších propojovacích vodičů. Tím je oživování dokončeno a zátěž připravena k činnosti.

Pokud bude zátěž používána pro proudy vyšší než 10 A, je třeba dbát rovněž na ztrátový výkon snímáček rezistorů R13 a R14, neboť i zde platí Ohmův zákon a vzniká teplo. Aby se snížil vliv změny hodnoty odporu na ohřev vzniklým teplem, byla použita dvojice 5 Ω rezistorů pracujících nejvýše na polovině zatížení, avšak přesto se změna při delším provozu projeví. Sice v mezích nepřekračujících 0,5 %, ale při vyšších prouděch bude chyba rychle stoupat. Navíc při proudu vyšším než 14 A již bude překročen maximální povolený ztrátový výkon rezistorů. Proto je třeba při nastavování zesílení IO2 a řídicího napětí myslet i na tuto skutečnost a nepokoušet se ze zátěže "vyždímat" víc. Bude-li navíc celkový ztrátový výkon větší než 10 W, je nanejvýš rozumné použít některý z teplotních spínačů a využít možnosti blokování zátěže kladným napětím přes vývod X6-3 (X4-1) a rezistor R3. V takovém případě je ještě nutné zajistit přestup tepla mezi výkonovým prvkem a teplotním čidlem. Jako velmi vhodné se ukázalo vlepení čidla do chladiče (či za něj) pomocí epoxydové pryskyřice. Samozřejmě je lépe umístit teplotní snímač pod tranzistor s vyšší ztrátou. Ten identifikujeme měřením napětí na snímáček rezistorech. Čím vyšší napětí, tím vyšší ztráta na tranzistoru. Navíc je vhodné do série s pojistkou Po1 zapojit další, s držákem připojeným na panel krabičky, aby bylo možné zvýšit ochranu proti přetížení zkušebního zdroje jednoduchým zmenšením pojistky. Rovněž není vhodné připojovat zatěžovaný zdroj dříve, než je modul zátěže pod napětím a je nastaven minimální proud a odpojo-




Obr. 4 - Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji stavebnice č. 494

vat až po vypnutí zátěže. Po vypnutí napájení zátěže se sice výkonové tranzistory úplně uzavřou a ze zkoušeného zdroje nebude odebrán žádný proud, avšak před tímto uzavřením dochází v některých případech naopak k úplnému otevření, a tedy "zkratu" na připojovacích svorkách.

Jak z popisu vyplývá, i s minimálním vybavením lze získat velmi cenný přístroj, který může navíc osadit a oživit i začínající amatér. Zátěž lze navíc doplňovat o další moduly (viz úvod k Měřiči kapacit akumulátorů) a ve finále získat velmi přesný a užitečný měřicí přístroj. Pochoptitelně přesnost závisí na nastavení, ale začínajícím jistě ochotně vypomohou zkušenější a vybavenější kolegové. Ti jistě rovněž poradí nebo i skutkem zasáhnou ve věci zajištění chlazení výkonových prvků, což by začátečníci rozhodně sami dělat neměli, pokud náhodou nepatří mezi horních deset tisíc.

Věříme, že tuto stavebnici ocení nejen modeláři často pracující s bateriemi, jimž zátěž umožní zjistit pravý stav akumulátorů a prodlouží jejich životnost odstraněním paměťového efektu článků (či spíše snížením jeho vlivu), ale i amatéři a odborníci zabývající se stavbou napájecích zdrojů či jejich dílů. Stavebnici si můžete objednat v naší redakci na tel.: 02/24818886, fax: 02/24818885, e-mail:

redakce@radioplus.cz, nebo využít našeho formuláře na internetu – adresa: www.radioplus.cz. Cena této stavebnice v základní sestavě, tj. bez volitelných doplňků, je 975 Kč.

Seznam součástek

R1	91k
R2, R4, R7	10k
R3, R5, R6,	
R11, R12	1k0
R8	100R
R9	75k
R10	3k6
R13, R14	0R1/5W
R15	220k
R16, R17	22k
R18	6k8
C1	1n0 CF2
C2	100n/100V
C3	1n0
C4, C11	220u/25V
C5, C6, C8, C9, C12,	
C13, C16, C17	100n/50V
C7	220u/16V
C10	220u/50V
C14	220u/10V
P1	10k PC16ML
P2	10k PT6V
P3	1k0 PT6V
P4	100k PT6V
D1	MBR760
D2, D3	1N4148

D4	B250C1000DIL
D5, D6	1N4001
D7	LED 5mm 2mA zelená
T1	IRF540
IO1, IO2	081
IO3	7812
IO4	79L05
X1, X2	ARK210/2
Po1	T10A
Po2	T50mA
Tr1	12V/5VA
S1	P-B070B
1x chladič	V7141
2x pojistkové pouzdro	KS20SW
1x plošný spoj	KTE494

Volitelné doplňky

2x chladič	V7477X (á 50 Kč)
2x konektor	PSH02-05P
	+ 2x PFH02-05P
	+ 10x PFF02-01F
	(nastavení, měření)
1x konektor	PSH02-03P
	+ 1x PFH02-05P
	+ 3x PFF02-01F
	(teplotní spínač)
2x konektor	PSH02-02P
	+ 2x PFH02-05P
	+ 4x PFF02-01F
	(hodiny, kontrolní LED)

(přičemž cena volitelných doplňků celkem je 195 Kč)



Stavebnice uveřejněné v časopisu Rádio plus - KTE si můžete objednat v redakci — tel.: 02/24818885, tel./fax: 02/24818886; e-mailem: redakce@radioplus.cz a také přímo z našich internetových stránek www.radioplus.cz, na kterých je také aktuální seznam.

Blok nastavení a vybíjení

– měřič kapacity akumulátorů –

stavebnice č. 495

Rídící jednotkou "Měřiče kapacity akumulátorů" i chystané "Univerzální nabíječky akumulátorů" je právě tato stavebnice. Určuje nejen mezní hodnoty provozu obou zařízení, ale i režim činnosti a napětové hladiny pro ochranu bateriových článků. V našem popisu se však nyní budeme věnovat především použití bloku v součinnosti s právě vydávanou zátěží.

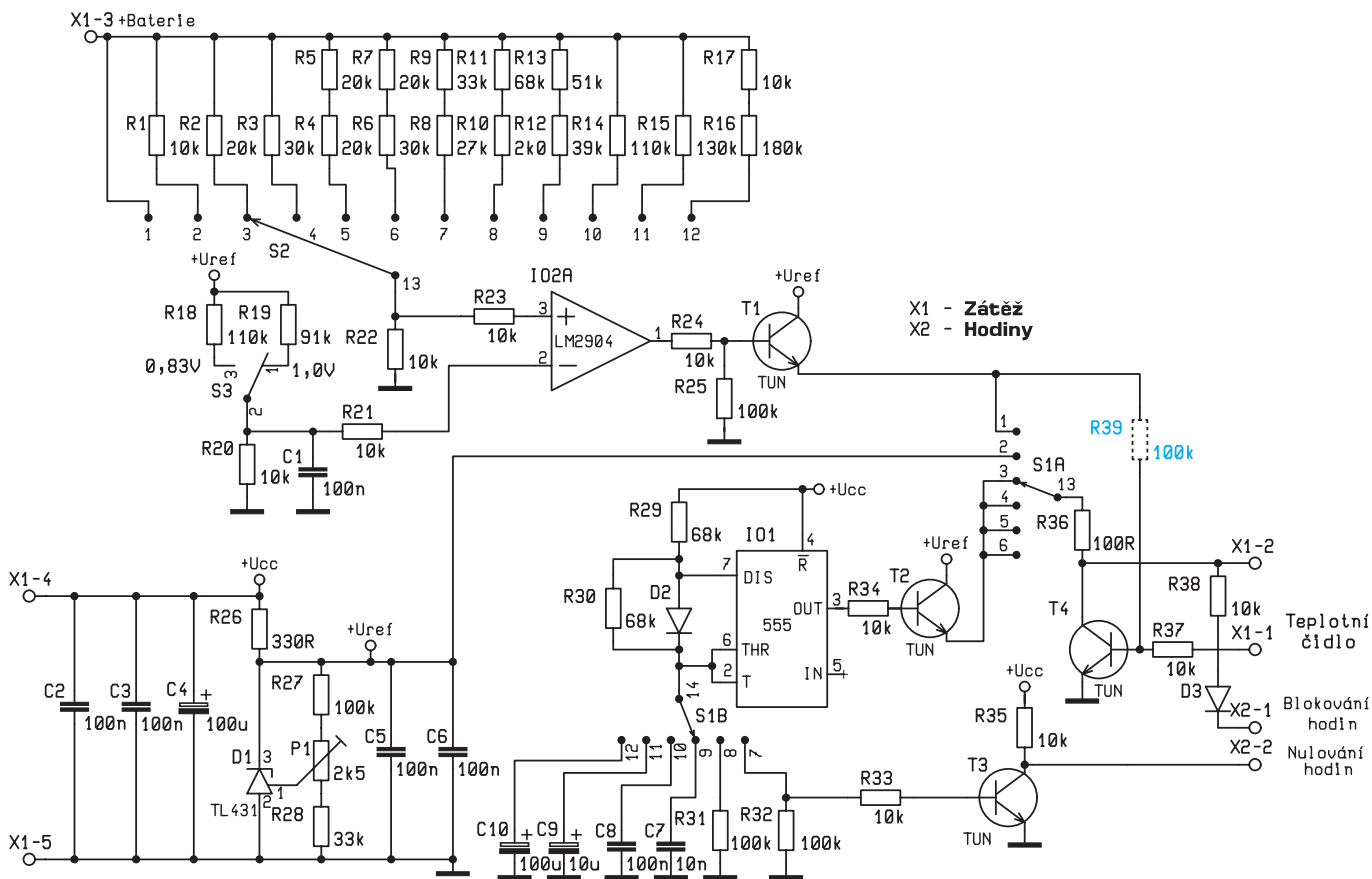
Stavebnice bloku nastavení a vybíjení se dá rozdělit na tři samostatné celky, čímž se zpřehlední funkce celého modulu. Základem je zdroj referenčního napětí, který určuje horní mezní hodnotu proudu protékajícího zátěží a v uvedeném zapojení je nastaven na 10 V.

Další součástí stavebnice je napěťový komparátor určený pro funkci vybíjení baterií a sdružující volič typu vybíjených článků a jejich počtu. Třetím funkčním dílem je zde multivibrátor pro pulzní zatěžování a zkoušení napájecích zdrojů se střídou 1 : 1 a přepínatelným kmitočtem. Navíc jsou zde ještě obvody pro blokování zátěže a ovládání stopek měřících dobu vybíjení.

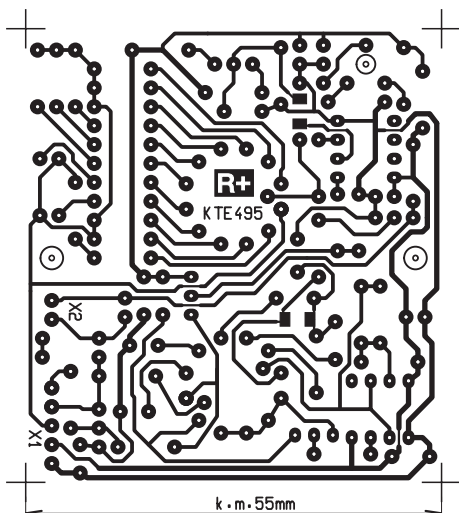
Zdroj referenčního napětí byl vytvořen s velmi známou napěťovou referen-

cí TL431. Tento obvod je v podstatě Zenerova dioda s nastavitelným napětím a velmi dobrými dynamickými i teplotními vlastnostmi. Sériový rezistor R26 omezuje proud tekoucí obvodem na asi 6 mA. Protože část tohoto proudu je navíc odebírána do umělé zátěže, komparátoru a případně i stopek, je skutečný proud D1 cca 4 mA, což plně vyhovuje pro potřeby stabilizace referenčního napětí, ale prakticky neovlivňuje teplotní závislost obvodu. Odporový dělič R27, R18 a P1 nastavuje výsledné referenční napětí na 10 V. Rozsah regulace je s uvedenými hodnotami v rozmezí cca 9,5 – 10,6 V. Kondenzátory C5 a C6 již jen referenční napětí filtrují, a zamezují tak pronikání rušivých napětí z multivibrátoru do zátěže.

Komparátor pro vybíjení baterií hlídá, aby napětí na člancích nepokleslo pod minimální hladinu, a nedošlo tím k jejich trvalému poškození. Jedná se o klasické zapojení komparátoru s operačním zesilovačem, na jehož invertující vstup je přiváděno referenční napětí a na neinverující napětí sledované. Výchozí hodnotou pro sledování napětí vybíjené baterie je napětí jednoho článku. Protože se často pracuje s více druhy akumulátorů, jejichž minimální napětí je dáno použitou výrobní technologií, resp. použitou chemickou reakcí, lze přepínačem S3 volit mezi dvěma druhy baterií, tedy napětími na jeden článek. Napětí na článek je dáno odporovým děličem R18/R20 (nebo R19/R20 dle polohy přepínače) a je odvozdováno od referenčního napětí 10 V. S použitými



Obr. 1 - Schéma zapojení stavebnice č. 495



Obr. 2 - Destička s plošnými spoji

hodnotami děličů odpovídá napětí na článek 0,83 V pro vybíjení NiCd baterie a 1 V pro alkalické akumulátory. Změnou hodnot děliče lze změnit i napětí podle nejčastěji používaných druhů baterií (např. na NiCd/Pb). Příklady hodnot děličů a napětí na článek jsou v tabulce 1. Přepínačem S2 lze nastavit počet vybíjených článků podle potřeby. Protože i v tomto případě se jedná o odporový dělič, je i zde možné přepočítat hodnoty na jiný počet článků, neboť námi navržené řešení sice vyhoví většině uživatelů, ale jistě ne všem. Napětí na článek, které je obvykle menší než 1 V, je hluboko v mezích saturace běžných operačních zesilovačů, a tak, abychom mohli dodržet nesymetrické napájení, byl použit operační zesilovač typu LM2904 (vyrábí se však pouze v dvojitém provedení), který je svými parametry schopen pracovat i s napětím velmi blízkým zápornému

napájení obvodu (v našem případě GND). Za komparátorem následuje již jen ochranný rezistor R24 a spínací tranzistor T1 s kolektorem připojeným k referenčnímu napětí. Protože je T1 otevírán kladnějším napětím, než jaké se nachází na jeho kolektoru, je v saturem stavu a průchodem proudu na něm nevzniká žádný, resp. pouze nepatrný úbytek napětí a tranzistor se chová jako mechanický spínač. Je-li měřené napětí článků vyšší než referenční, je na výstupu IO2 log. H, tranzistor vede a probíhá vybíjení. Jakmile napětí poklesne, komparátor přepoklopí, tranzistor se uzavře a vybíjení je ukončeno. Protože však stav log. L na výstupu IO2 je dán napětím cca 2 V, lze v případě potřeby osadit i rezistor R25, který zajistí bezpečné uzavření tranzistoru. Použití R25 je však rozumné až tehdy, kdy napětí komparátoru v uzavřeném stavu je příliš vysoké a jeho hodnotu je radno vybrat podle potřeby tak, aby se na děliči R24/R25 příliš nesnížilo napětí pro otevření tranzistoru a tranzistor zůstal v nasyceném stavu.

Multivibrátor pro pulzní zatěžování je vytvořen ze známého integrovaného obvodu 555 v provedení CMOS, klasicky zapojeného jako astabilní multivibrátor. Kmitočet je dán časovacími rezistory R29, R30 a kondenzátorem, který lze v našem případě přepínat. Protože v běžném zapojení multivibrátoru je kondenzátor vybíjen jen přes rezistor R30 a nabíjen přes rezistor R29 i R30, a výstupní střída je tedy nesymetrická, je R30 v době nabíjení přemostěn diodou D2, čímž se nabíjení zrychluje. Střída má tak jen malou odchylku od požadovaných 50 %. Kondenzátory jsou přepínány jednou polovinou S1 (S1B), který současně slouží k výběru režimu činnosti zátěže. Není-li k multivibrátoru připo-

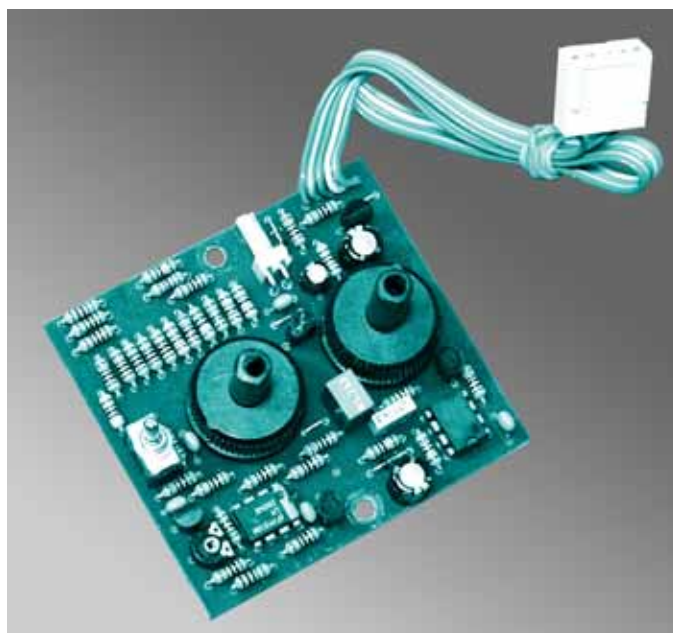
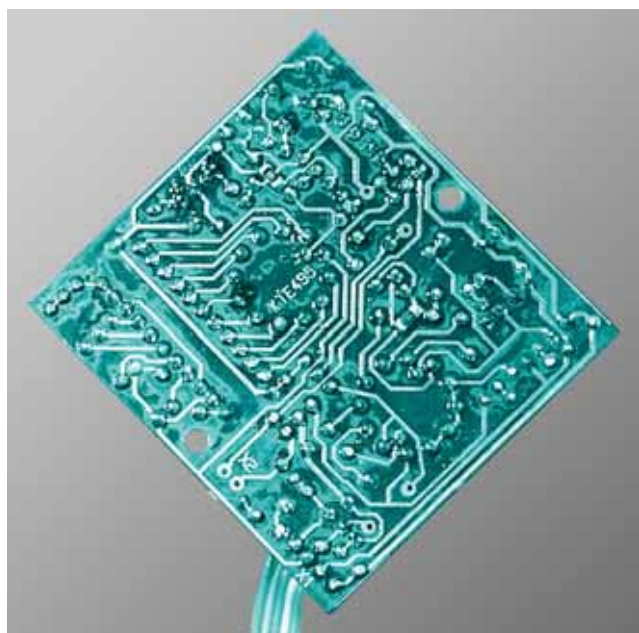
vybíjecí parametry				
typ článku	jmenovité napětí [V]	konečné vybíjecí napětí [V]	R18 (R19) [kΩ]	R20 [kΩ]
NiCd	1,2	0,8	110	10
NiMH	1,2	0,9	100	10
Li-ion	3,7	2,3	27	10
RAM*	1,5	1,0	91	10
NiFe	1,2	1,1	82	10
Pb	2,1	1,7	47	10

* Rechargeable Alkaline Manganese – nabíjecí alkalické články; napětí naprázdno, vybití max. 100 mA

Tab. 1 - Mezní hodnoty pro vybíjení baterií

jen žádný kondenzátor, pak se časovač 555 rozkmitá na vlastním mezním kmitočtu. To zvyšuje spotřebu, a proto jsou na zbývajících pozicích přepínače osazeny rezistory R31 a R32, které kmitání zabírají a zajišťují na výstupu IO1 stav log. H. To sice opět udržuje tranzistor T2 v saturem stavu, ale protože současně není vybrán přepínačem S1A režim pulzního vybíjení, nic se neděje. T2 je stejně jako T1 připojen k referenčnímu napětí a pracuje v režimu spínače. Je-li přepínačem S1 vybrán režim vybíjení baterií, objeví se na rezistoru R32 kladné napětí cca 2,5 V, které současně otevírá tranzistor T3. Ten svým otevřením (navozením stavu log. L) umožní odblokování modulu stopky a počítání doby vybíjení. V opačném případě je T3 uzavřen a kladné napětí z rezistoru R3 stopky blokuje (trvale nuluje).

O výběr režimu činnosti zátěže se stará přepínač S1A, jenž v první poloze připojuje komparátor napětí, ve druhé referenční napětí přímo z D1 a ve zbývajících multivibrátor. Aby nedošlo k přetížení zátěže zkratem řídicího napětí (úmyslnému teplotním spínačem či neúmyslnému např. vodiči), je v sérii zapojen ochranný rezistor R36 dost velký, aby zabránil pře-



tižení zdroje, resp. rezistoru R26, ale současně příliš malý, aby ovlivnil referenční napětí i při zátěži 10 kW (režim zátěže 10 A). Řídicí napětí je pak již vedeno na vývod X1-2 modulu, který je určen pro připojení zátěže, a přes rezistor R38 a diodu D3 i na vývod X2-1 určený ke spouštění modulu stopek (je-li modul odblokován tranzistorem T3). Dioda D3 zamezuje pronikání kladného napětí z modulu stopek do řídicího signálu.

Tranzistor T4 slouží k uzemnění řídicího napětí pro zátěž a je ovládán z vývodu X1-1 z teplotního čidla. V případě teplotního přetížení je na bázi T4 přivedeno kladné napětí, tranzistor se otevře, čímž řídicí napětí poklesne na cca 12 mV (odpovídá proudu 12 mA, resp. 1,2 mA), což odstaví zátěž a zastaví počítání doby vybíjení modulem stopek. Zbytkové napětí není po zablokování tranzistorem T4 na závadu, protože výsledný proud závisí navíc na nastavení řídicího potenciometru v modulu zátěže, a protože k teplotnímu přetížení dojde teprve při proudch řádově vyšších. Zbytkový proud nedostačuje k udržení kritické teploty výkonových tranzistorů a po poklesu teploty je zatěžování obnoveno a stejně tak i měření doby vybíjení.

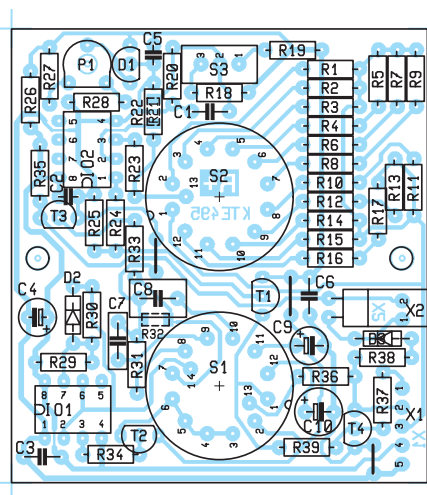
Rezistor R39 invertuje funkci napěťového komparátoru (zajistí pokles řídicího napětí v případě, kdy je měřené napětí vyšší než nastavené), je určen až pro budoucí použití v nabíječce baterií, a proto zůstane při součinnosti se zátěží neosazen. Pochopitelně v případě použití modulu v nabíječce bude rovněž nutné přepočítat hodnoty děliče pro referenční napětí komparátoru, ale toto si popíšeme až u stavebnice nabíječky.

Celé zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů se třemi drátovými propojkami. Nejprve je nutné převrtat dvojici upevňovacích otvorů, otvor pod odporovým trimrem P1 pro možnost nastavení ze strany spojů a pájecí body pro otočné i páčkový přepínač na průměr 1 mm. Nyní zkontrolujeme hřídelky otočných přepínačů podle potřeby, přitom musíme držet přepínač za hřídelku, aby nedošlo k poškození vnitřního mechanismu. Dále již můžeme osadit všechny součástky počínajíc drátovými propojkami a pokračujíc obvyklým postupem od pasivních po aktivní s ohledem na stavební výšku součástek. Je nezbytné dorážet všechny součástky přímo na desku, aby celková stavební výška nepřekročila 10 mm. Proto jsou rovněž elektrolytické kondenzátory v miniaturním provedení. Rezistor R39 však musí zůstat pro potřeby řízení neosazen, podobně jako R25 osadíme až podle potřeby při oživování. Plošný spoj je upraven pro možnost osazení konektoru X2 (typ PSH02-02W) pro

připojení modulu hodin, který však není součástí stavebnice a jeho použití není nutné. Páčkový přepínač S3 prozatím nebudeme do desky pájet, protože jeho výšku bude nutné upravit podle tloušťky panelu. Nyní již máme plošný spoj osazen a provedeme zkušební montáž do panelu přístroje. To provedeme pomocí dvou distančních sloupků 10 mm přišroubovaných k desce ze strany součástek přes jednu podložku M3. Pokud jsou přepínače S1 a S2 řádně dotlačeny na plošný spoj, bude jimi možné po připevnění k panelu volně otáčet. V opačném případě doplníme podložky podle potřeby. Přepínač S3 vložený do plošného spoje upevněného k panelu nyní zapájíme tak, aby na pohledové straně byl krček součástky v rovině s panelem, či panel jen mírně přesahoval. Tím je osazování dokončeno a můžeme začít s oživováním.

Pro oživování bude třeba nejprve připojit mezi vývod X1-2 a GND rezistor 9k1 – 10k, abychom nasimulovali zatížení modulem umělé zátěže a hodin a paralelně k odporu zapojíme voltmetr. Po připojení napájecího napětí nejprve přepneme přepínač S1 do druhé polohy (výstup referenčního napětí) a odporovým trimrem P1 nastavíme hodnotu U_{ref} tak, abychom na pomocném rezistoru naměřili právě 10 V. Nyní voltmetrem ověříme napětí na invertujícím vstupu IO2A v obou polohách přepínače S3 a případně upravíme dělicí poměr (chyba 5 % je zcela vyhovující). Máme-li k dispozici osciloskop, můžeme ještě zkontrolovat funkci multivibrátoru při třetí až šesté poloze přepínače S1. Navíc lze ještě ověřit správnou činnost tranzistoru T3 pro blokování stopek, avšak pokud je nebudeme využívat, lze tranzistor vypustit již při osazování. Tím je oživování a nastavení dokončeno, a modul je po připojení k zátěži připraven k činnosti. Pořadí vývodů stejně jako jejich číslování je souhlasné s příslušným konektorem na desce zátěže. Vývod X2 je určen pro připojení bloku stopek, kde X2-1 se připojuje k X1 stopek a X2-2 k vývodu X2 stopek.

Protože modul nastavení a vybíjení může výrazně zkvalitnit funkci umělé zátěže (předchozí KTE494), věříme, že i přes poněkud vyšší pořizovací cenu nalezne tento blok cestu do k praktickému využití nejen v chystané nabíječce, ale právě i v Měřiči kapacit akumulátorů. Objednat můžete obvyklými způsoby, včetně využití formuláře na našich internetových stránkách (www.radioplus.cz), ale taktéž e-mailem redakce@radioplus.cz, telefonicky 02/24818885 (tel./fax: 24818886). Cena stavebnice bloku nastavení a vybíjení je 600 Kč a její součástí jsou všechny díly dle seznamu součástek.



Obr. 3 - Rozmístění součástek

Seznam součástek

R1, R17, R20, R22 – 24, R33 – 35,	
R37, R38	10k
R2, R4, R5, R7	20k
R3, R6	30k
R8	27k
R9, R28	33k
R10	2k0
R11, R29, R30	68k
R12	39k
R13	51k
R14, R18	110k
R15	130k
R16	180k
R19	91k
R21	10k SMD 1206
R25, R27, R31, R39	100k
R26	330R
R36	100R
R32	100k SMD 1206
C1 – 3, C5, C6	100n/50V
C4, C10	100µ/16VM
C7	10n CF2
C8	100n CF1
C9	10µ/16V
P1	2k5 PT6V
D1	TL431
D2, D3	1N4148
T1 – 4	TUN
IO1	555
IO2	LM2904
S1	SB20-2
S2	SB20-1
S3	MS611A
2× distanční sloupek	DI5M3X10
1× plošný spoj	KTE495

Volitelné doplňky

(nejsou zahrnuty v ceně!)

1× konektor PSH02-02W
+ 1× PFH02-02P
+ 2× PFF02-01F (stopky)

Jednoduchá dvojitá nabíječka akumulátorů s obvodem "556"

stavebnice č. 492

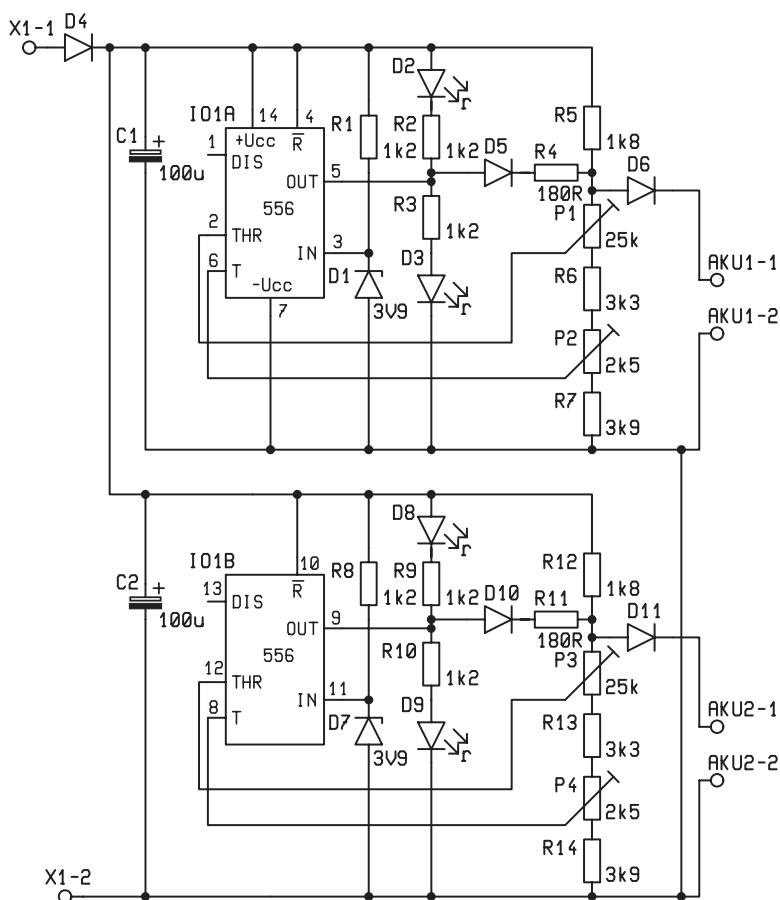
V dnešní době, kdy ceny akumulátorů neustále klesají a kdy jejich kapacita a životnost díky vylepšování technologií stoupá, nachází tento zdroj energie své uplatnění ve stále větším množství aplikací. Ovšem kvalitnější nabíjecí články vyžadují i kvalitnější nabíječe, aby akumulátory neztrácely zbytečně svoji kapacitu. Proto nyní zveřejňujeme stavebnici jednoduché nabíječky, která i přes malou pořizovací cenu nabízí značné možnosti.

Kapacity dnes nabízených akumulátorů sice stále ještě nedosahují hodnot obyčejných alkalických (nenabíjitelných) baterií, pochopitelně stejně zapouzdřených, ovšem ceny obou typů jsou již srovnatelné a v některých případech i výhodnější pro použití nabíjecích typů, výrobních jakoukoli technologií (NiCd, NiMh, alkalické). Klasické články stále mají své nezastupitelné postavení především díky jmenovitému napětí (1,5 V oproti 1,2 V akumulátorů) a nízké úrovni samovybíje-

ní, a proto se v řadě zařízení, především s velmi malou spotřebou, uplatní daleko lépe. Ovšem do radiopřijímačů, walkmanů či aktivních sluchátek vzhledem ke zvýšené spotřebě proudu, a tedy nutnosti použití vysoké kapacity baterií, je výhodnější právě použití akumulátorů. Právě díky růstu prodeje nabíjecích článků stoupá i potřeba nabíječků těchto akumulátorů. Prodejci sice na tento růst poptávky zareagovali velmi rychle, avšak kvalita nabíječků často nedosahuje požadova-

né úrovně. V případě malých kapacit akumulátorů možná systém nabíjení přes sériový odpor stačil, byť nebyl zcela správný, avšak v dnešní době obecně klesajících cen elektroniky je poněkud přežitý. Stále však na pultech našich prodejen přetrvává trend velmi levných nabíječků, které akumulátorům spíše škodí, nehledě již na vlastní bezpečnost. Přitom stačí jen velmi málo, aby nabíječka zajistila akumulátorům alespoň minimální ochranu, byť nabíjecí režim nebude zcela optimální. Proto přicházíme s velmi jednoduchým zapojením, které se hodí právě k vylepšení starších nabíječků, ale pochopitelně s ním lze sestavit i zařízení nové.

U NiCd a NiMh článků platí, že by se měly nabíjet konstantním proudem, zatímco alkalické akumulátory konstantním napětím. Zveřejněná stavebnice plně vyhoví v případě nabíjení vždy stejného počtu článků, typicky dvou nebo čtyř. Díky dvojitému zapojení nabíječky je možné trvale provozovat více sad akumulátorů, a mít tak vždy k dispozici rezervní. Nabíjení sice probíhá konstantním napětím, a tedy pro NiCd a NiMh články není zrovna ideální, avšak je rozhodně lepší než jednoduchý sériový odpor a při občasném řádném vybití a nabití kvalitním přístrojem (odstranění paměťového efektu) nebude mít nesprávný nabíjecí režim zásadní vliv na životnost článků. Nabíječka hlídá nejen horní hladinu napětí článků pro identifikaci stavu nabití, a tím zamezuje možnosti škodlivého přebíjení, ale i dolní mez vybití článků. Je-li totiž napětí článků nižší, než připouští výrobce, resp. výrobní technologie, může se jednat o vadnou baterii, jejíž nabíjení nemá smysl. V takovém případě je oživení baterie složitější, než jsou možnosti nabíječky, a u vadného článku pochopitelně nemožné. Přestože nabíječka sice neumožní zjištění pravého stavu článku



Obr. 1 - Schéma zapojení nabíječky

s podpětím, alespoň tak upozorní na jeho neobvyklost.

Stavebnice nabíječky využívá předností integrovaného obvodu 555, resp. v případě dvojitého zapojení typu 556, který v jednom pouzdře sdružuje dvojici obvodů časovačů 555. Zdá-li se někomu zapojení povědomé, pak to bude tím, že bylo již mnohokrát uvedeno na stránkách elektronických časopisů (např. v Amatérském rádiu) a jedná se vlastně o obecně známé využití tohoto obvodu. Integrovaný obvod 555, jeho činnost i běžná zapojení patří mezi notoricky známá, a proto si pouze přiblížíme jeho činnost v použitém zapojení. Vnitřní zapojení integrovaného obvodu 555 obsahuje dvojici komparátorů, referenční dělič s hladinami 1/3 a 2/3 napájecího napětí, R-S klopný obvod a výstupní budič. Hladina 2/3 napájecího napětí z vnitřního děliče je vyvedena z pouzdra na vývod IN, kam se obvykle připojuje filtrační kondenzátor. Komparátory mají vždy jeden ze vstupů vyveden z pouzdra a druhý připojen na referenční dělič. Dle napětí na vstupech komparátorů překlápá klopný obvod tak, aby na výstupu byla úroveň log. H, je-li na vývodu T napětí nižší než 1/3 napájecího a úroveň L, přesáhne-li hladina na vstupu THR 2/3 napájecího napětí. Klopný obvod zamezuje zákmitům z komparátorů a zavádí hysterezi. Protože zapojení obou polovin obvodu 556 stejně jako celé nabíječky jsou shodná, blíže si popíšeme pouze činnost IO1A.

Díky vývodu IN z interního děliče rozhodovacích hladin je možné posouvat tyto překlápěcí úrovně mimo závislost na napájecím napětí, resp. na potřebnou referenční úroveň. To ve stavebnici nabíječky zajišťuje Zenerova dioda D1 s napětím 3,9 V (2,4 V). Aby stabilizační diodou protékal dostatečný proud, je rezistor R1 zapojen paralelně k internímu děliči IO1A.

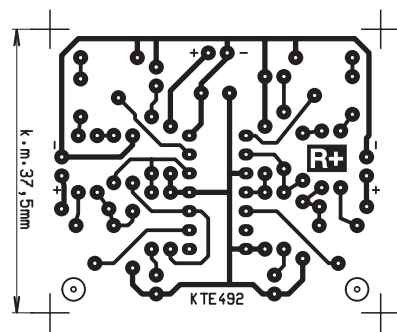
Tímto posunutím horní rozhodovací úrovně THR se posunula i dolní hladina T na hodnotu právě 1 úrovně THR, tedy na 1,95V (1,2V). Napětí pro vstup komparátorů se odebírá z trimrů P1 a P2 zapojených v odporovém děliči P1, R6,



P2 a R7 připojeném paralelně k nabíjené baterii. Je-li napětí na vstupu T nižší než 1 referenčního (podpětí článku), je výstup ve stavu log. L a nabíjení neprobíhá. To platí i v případě, že napětí na vstupu THR přestoupí referenční úroveň (stav nabití). Pokud se však napětí na baterii pohybuje v rozmezí hladin T a THR, je výstup IO1A ve stavu log. H a probíhá nabíjení přes rezistor R4 a diody D5 a D6. Napětí na snímacím odporovém děliči je při nabíjení strháváno na úroveň nacházející se na baterii. Rezistor R4 určuje nabíjecí proud a současně chrání výstupní obvody IO1A před přetížením, R5 pak zajišťuje předpětí pro snímací odporový dělič a po ukončení nabíjení určuje velikost tzv. udržovacího proudu (zamezuje vybíjení článků přes dělič i vlastnímu samovybití). Dioda D6 zabráňuje průniku napětí z baterie do obvodu a chrání baterii před přepólováním, zatímco dioda D5 zamezuje protékání udržovacího proudu do výstupu IO1A, je-li ve stavu log. L. Signalizaci stavu článků obstarávají svítivé diody D2 (stav nabití) a D3 (nabíjení) v závislosti na stavu, v jakém se nachází výstup IO1A. Protože vadný článek se projeví ihned po připojení k nabíječce (IO1A zabrání nabíjení, výstup je ve stavu log. L), dostačuje k jeho indikaci LED signalizující stav nabití, tím spíše že nabíjet nabité akumulátory by nemělo smysl. Dioda D4 chrání obvod před přepólováním napájecího napětí.

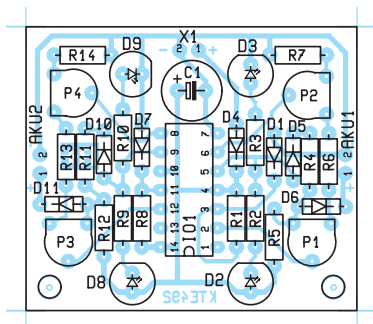
Celé zapojení nabíječky se nachází na jedné jednostranné desce plošných spojů, jejíž osazení a oživení snadno zvládne i začínající amatér. Před osazováním nejprve převrtáme dvojici upevňovacích otvorů desky na potřebný průměr (typicky 3,2 mm). Součástky osazujeme v obvyklém pořadí. Pochopitelně signalizační LED není nutné osazovat do plošného spoje, jak uvádí fotografie a osazovací výkres, ale je možné je připojit pomocí vodičů třeba na panel krabičky. Po osazení a připojení napájení je nutné nastavit rozhodovací hladiny komparátorů pomocí příslušných odporových trimrů. K tomuto účelu se nejlépe hodí regulovaný stabilizovaný zdroj, ale v nouzi postačí i akumulátor, přestože poté bude nastavování náročnější. Nabíječka je určena k nabíjení vždy stejného počtu článků a tento si musíme zvolit ještě před vlastním nastavením. Pochopitelně každá polovina nabíječky může být určena pro jiný počet a druh článků, protože lze nastavit horní i dolní hladinu napětí článků.

Po připojení pomocného zdroje s úrovní odpovídající napětí plně nabitěho článku na vývody AKU příslušné poloviny nabíječky nastavíme odporový trimr P1 (P3) tak, aby se právě rozsvítila D2 (D8) signalizující stav nabití. Při po-



Obr. 2 - Plošné spoje

klesu napětí zdroje musí dioda ihned zhasnout a rozsvítit se D3 (D9). Stav odpovídající kritickému vybití článku nastává obdobně trimry P2, resp. P4 tak, aby se při poklesu pomocného zdroje napětí pod úroveň odpovídající hladině vybitěho článku rozsvítila D2 (D4) signalizující ukončení nabíjení. Pokud budeme nastavení provádět za pomoci reálných akumulátorů, je třeba pečlivě sledovat napětí na člancích, aby v žádném směru nepřekročilo povolené meze, a nedošlo tak k jeho zničení. V závislosti na typu, resp. kapacitě nabíjených akumulátorů je pak ještě vhodné upravit velikost omezovacího rezistoru R4 (R11), aby nabíjecí proud nepřekročil hodnotu 0,1 C (10 % kapacity) ($R_4 = U_{R4}/I_{nab}$). Mnozí výrobci sice připouští i vyšší nabíjecí proud, avšak vzhledem ke konstrukci nabíječky není rychlonabíjení vhodné. Vzhledem k použitému integrovanému obvodu by nemělo napájecí napětí nabíječky překročit 15 V, ale pro snížení výkonové ztráty na rezistorech R4 (R11) je vhodné použít napětí pouze o cca 4 – 5 V vyšší než mezní nabíjecí napětí akumulátorů. Nabíjecí proud jedné sady akumulátorů nesmí překročit 100 mA (kapacita článků 1 Ah). V případě potřeby lze pro větší kapacity zvýšit nabíjecí proud až na 200 mA (proudové omezení obvodů 556), avšak v takovém případě bude nutné nahradit polarizační diody typem s vyšším povoleným proudem (např. 1N4007). Při nabíjení více článků se tyto zapojují vždy sériově, což omezuje vliv různého stavu vybití článků. Přestože nabíjecí režim plně odpovídá potřebám alkalických akumulátorů, není pro jejich nabíjení vhodná především díky nestabilitě referenčního napětí a obtížnosti nastavení hladiny nabití s potřebnou přesností (právě 1,65 V). Přesné hodnoty minimálního a maximálního napětí různých druhů nabíjecích článků naleznete v příštím čísle našeho časopisu. Součástí článku nazvaného "Vlastnosti a použití nabíjecích článků a akumulátorů" jsou mimo jiné i tři přehledné tabulky "Vlastnosti nabíjecích článků", "Důležité parametry článků" a "Porovnání tužkových nabíjecích článků



Obr. 3 - Osazení plošného spoje

různých technologií“, a samozřejmě také grafy a další obrazová dokumentace.

Stavebnice nabíječky je navržena tak, aby obsluha i zapojení byly co nejjednodušší. Z toho také vychází omezení na stálý počet a typ článků, což ale pro domácí použití nebude ve většině případů na závadu. Díky tomu se ideálně hodí pro denní použití i za cenu možnosti vytvoření paměťového efektu.

Rovněž není nijak řešen napájecí zdroj, což umožňuje vestavbu plošného zdroje do některé běžně prodávané ne-

kvalitní nabíječky (viz úvod článku). Pochopitelně po doplnění stavebnice o napájecí konektor lze použít kterýkoliv z prodáváných síťových adaptérů k vytvoření zcela nového přístroje. Rovněž krabička není stavebnicí nijak určena, což uživateli dává možnost volby počtu i druhu (pouzdra) nabíjených akumulátorů.

Je pochopitelné, že tato jednoduchá nabíječka nebude vyhovovat všem uživatelům a jejich potřebám. Proto již nyní připravujeme univerzálnější stavebnici s širšími možnostmi použití. Ovšem právě vzhledem k univerzálnosti bude vyžadovat složitější obsluhu, a tedy nebude vhodná pro denní použití k častému nabíjení stejných baterií.

Věříme, že vám stavebnice jednoduché nabíječky akumulátorů přinese užitek a její stavba i trochu zábavy.

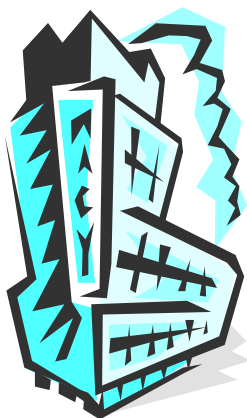
Objednávat můžete v naší redakci obvyklými způsoby, zájemci ze Slovenska u firmy GM Electronic Slovakia, 821 08 Bratislava, Budovatelská 27, tel.: 07/559 60 439, e-mail: obchod@gme.sk. Cena této stavebnice je 170 Kč.

Seznam součástek

R1 – R3, R8 – R10	1k2
R4, R11	180R
R5, R12	1k8
R6, R13	3k3
R7, R14	3k9
C1	100μ/16V
P1, P3	25k PT6V
P2, P4	2k5 PT6V
D1, D7	3V9/0,5W
D2, D8	LED 5 mm, 2 mA, zelená
D3, D9	LED 5 mm, 2 mA, červená
D5, D6, D10, D11	1N4148
D4	1N4001
IO1	556
1× plošný spoj KTE492	



Reklamní plocha



Samočinný časový schodišťový spínač s polovodičovým relé

Peter Husenica

Určite už niektorí z Vás boli postavený pred problém, keď bolo nutné vymeniť zle fungujúci časový spínač na osvetlenie schodišťa u ktorého sa čas nastavoval dobou padania vzduchového válca ap. Možno nasledujúca konštrukcia je to pravé.

Keďže ide o zariadenie pripájané priamo na sieťový rozvod, je potrebná pri práci maximálna opatnosť!

Zapojenie využíva SSR relé, ktoré zabezpečí bezkontaktné spínanie, čo minimalizuje možné rušenie oproti kontaktným relé prakticky na nulu. Pri spínaní obvodov cez SSR relé nevzniká iskrenie, čo umožňuje ich použitie aj vo výbušnom prostredí. Zapojenie je jednoduché a pozostáva zo samotného relé a riadiaceho obvodu. V kľudovom stave netečie obvodom žiaden prúd, iba ak by boli pripojené do obvodu kontaktov schodišťových spínačov aj tlejivky pre lepšiu lokalizáciu týchto spínačov v tme. V takomto prípade potečie kondenzátorom C1 nepatrný prúd daný jeho kapacitou a počtom pripojených spínačov s tlejivkami.

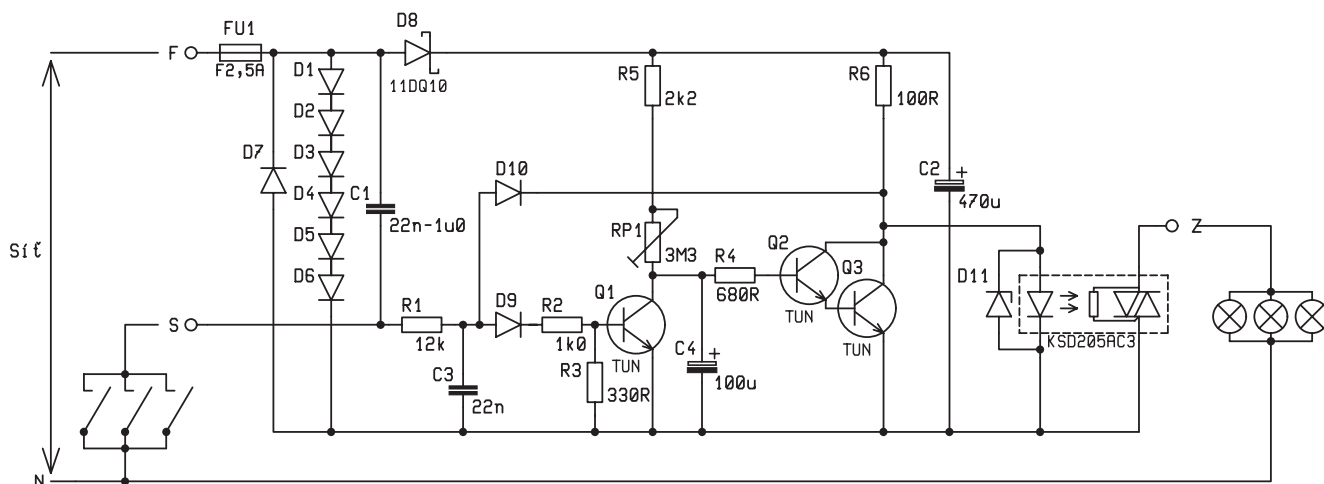
Po zopnutí niektorého zo spínačov S1 až Sn na niekoľko milisekúnd, potečie obvodom tvoreným z R1, D10, vstupom SSR relé, D7, FU1 prúd, ktorý spôsobí zopnutie relé, čo v ďalšej polperióde napätia vyvolá prúd v obvode FU1, D1, D2, D3, D4, D5, D6, výstupom relé, Z1 až Zn. Tento prúd spôsobí úbytok napätia na D1 až D6 cca 4,5 V a ten je využitý ako zdroj pre riadiacu elektroniku. Úbytok na tých-

to diódach je vedený cez D8, to aby sa odstránilo záporné napätie z D7. D8 je typu schottky, aby bolo možné maximálne využiť vzniknutý úbytok, ktorý nabíja C2 slúžiaci ako filter. Obvodom z kladného pólu C2 cez R6 a vstup relé až na záporný pól C2 tečie prúd, ktorý udržiava relé trvale zopnuté. Súčasne s tým sa cez R5 a RP1 nabíja C4 a po dosiahnutí otváracieho napätia prechodová báza emitor tranzistorov Q2 a Q3 dochádza k postupnému otváraní týchto tranzistorov, ktoré postupne znižujú napätie na vstupe relé vďaka úbytku na R6 až do doby, keď dôjde k rozopnutiu relé a vypnutiu osvetlenia. R4 plní funkciu obmedzovača prúdu tranzistorov Q2, Q3, obdobne aj R2 pre Q1. Úlohou R3 je zatvárať tranzistor Q1, slúžiaci ako vybíjací obvod pre C4, čím sa zabezpečí rovnaké časovanie. Pri zopnutí niektorého zo spínačov je prúdom tečúcim cez R1, D9, R2 a prechodová báza emitor otvorený Q1 a tým dôjde k vybitiu C4. R5 chráni RP1 pred zničením pri vytočení RP1 do krajnej polohy. D11 chráni vstup relé pred prepätím. C3 zabraňuje zopnutiu relé pri krátkodobom prepätí v sieti. Hodnotu C1 je najlepšie určiť skusmo v závislosti od

dĺžky pívodov od spínačov a ich počtu, pretože u väčších budov sa môže na svorku S objaviť dostatočné napätie pre zopnutie obvodu cca 70 V, a to hlavne pri použití spínačov s tlejivkami, kde tento kondenzátor vytvára vodivú cestu pre ich napájanie. C1 toto napätie musí znížiť na cca 30 až 50 V.

Pri návrhu plošného spoja nesmieme zabudnúť na dostatočnú plochu spoja v mieste D1 až D7 a R1, kde vzniká najviac tepla, pri prúde 2 A je vykonávaná strata na jednej dióde $2 \text{ A} \times 0,8 \text{ V} \times 0,5 = 0,8$ Wattu. Prúd diódou je násobený úbytkom na dióde a polovičnou hodnotou, pretože každá z diód je zaťažovaná len v jednej polvine. Pri spínaní prúdu do 700 mA nie je potrebné SSR relé chladiť, nad túto hodnotu ho opatríme vhodným chladičom. Pokiaľ potrebujeme spínať väčšie prúdy ako 2,5 A, je potrebné zameniť D1 až D7 za 6A typu a SSR relé za 10 alebo 15 ampérové. RP1 umožňuje nastaviť čas v rozsahu 2 až 100 sekúnd, ten je možné upraviť zmenou kapacity C4.

BC 548 je možné nahradiť inými NPN tranzistormi so zosilnením zhodným s BC 548, namiesto Q2 a Q3 je možné použiť jeden darlington BC517.



Obr. 1 - Schéma zapojenia

Zoznam súčiastok

R1	12k/2W	(RR W2 K 012)
R2	1k0	(RR 1k)
R3	330R	(RR 330R)
R4	680R	(RR 680R)
R5	2k2	(RR 2K2)
R6	100R	(RR 100R)
C1	22n-1uF/250V	(CFAC022N – CFAC1M)
C2	470uF/16V	(E470M/16V)
C3	15n/160V	(MKS3-22N 250)

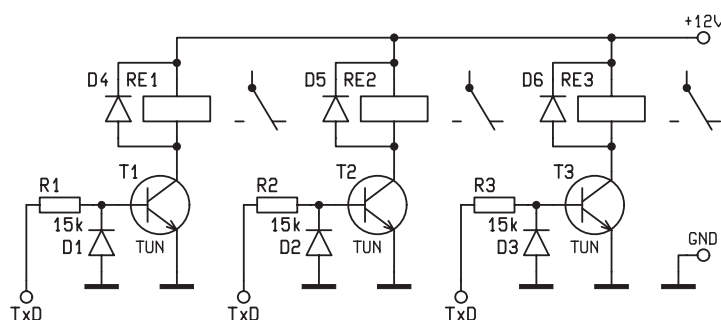
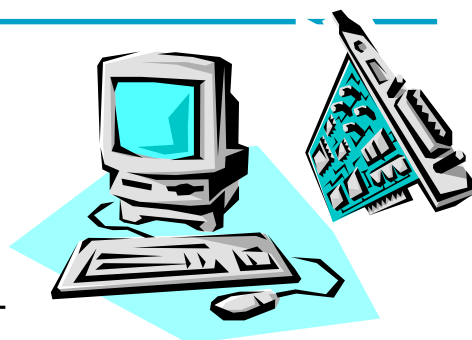
C4	100uF/16V	(E100M/16V)
D1 – D7	1N5408	(1N5408)
D8	11DQ10 – Schottky	(1N5818)
D9, D10	1N4007	(1N4007)
D11	8V2	(BZX85V008.2)
F, S, Z	svorka	(ARK210/3)
FU1	F2,5A	(FSF03.15 + KS20SW + KS20SW-H)
Q1 – Q3	BC548	(BC548A)
RP1	3M3	(PT10VM005)
SSR RELAY - KUAN HSI 5A/250V, IN = 5 – 12 V DC (KSD205AC3)		



Reléová karta

Martin Cerman

Tuto reléovou kartu jsem původně vyrobil pro pokusy na počítači ATARI 800XE a k ovládání různých zařízení. Nyní jsem konektor upravil pro PC a také pozměnil ovládací program. Věřím, že pro některé čtenáře bude tato jednoduchá reléová karta vhodnější než stavebnice Rádio plus-KTE č. 408 uveřejněná v č. 4/99.



Obr. 1 - Schéma zapojení reléové karty

Popis karty

Reléová karta je osazena třemi relé, je zde usměrňovací můstek společně se stabilizátorem na 12 V. Připojení na zdroj je signalizováno pomocí diody LED, dále jsou zde tři spínací tranzistory. Tyto tranzistory spínají relé; báze spínacích tranzistorů jsou ovládány signály: TXD (ovládá relé č. 1), RTS (ovládá relé č. 2), DTR (ovládá relé č. 3).

Napájecí zdroj pro usměrňovací můstek je řešen pomocí externího napájecího adaptéru 220 V / 15 V střídavých.

Popis programů

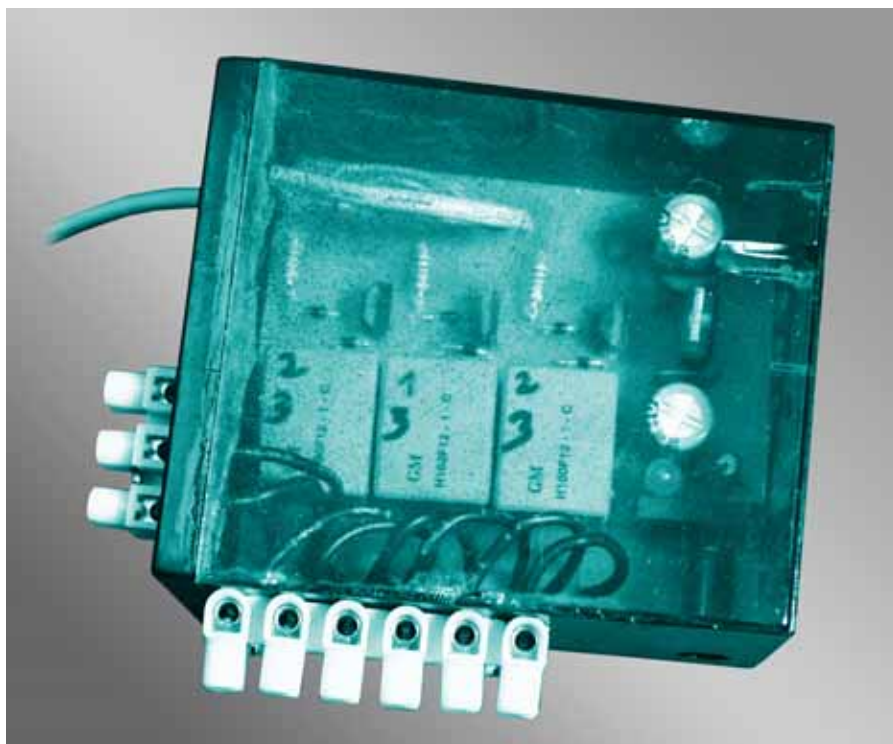
Program PORTY.EXE, PORTY1.EXE jsou určeny pro operační systém MS DOS, jsou odladěny v TP č. 7, jdou spustit na 286 s monitorem HERKULES až po PENTIUM s grafickou kartou.

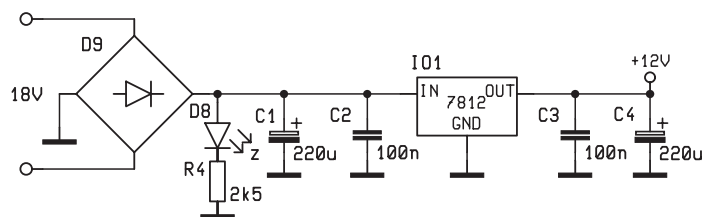
V adresáři OVLADANI jsou dva soubory, jeden soubor má název PORTY.EXE, druhý soubor má název PORTY1.EXE rozdíl mezi nimi je v tom, že soubor PORTY.EXE po zadání časových údajů

relé sepne a po nastaveném čase vypne. Soubor PORTY1.EXE po zadání časových údajů relé sepne a po nastaveném čase relé vypne, toto zapínání a vypínání je však v nastavených časových intervalech opakováno, relé je možno v obou programech ovládat i ručně.

Popis programu PORTY.EXE

Po spuštění programu PORTY.EXE se zobrazí **vyber port**. Port vybíráme stiskem kláves 1 až 4. Stiskem klávesy s číslicí 1 vybíráme port COM1, stiskem "2" vybíráme port COM2, atd.





Obr. 2 - Schéma zapojení zdroje

Po výběru portu se zobrazí ovládání relé RUČNĚ nebo ČASEM: stiskem klávesy "R" volíme ovládání ručně, stiskem klávesy "C" volíme ovládání časem. Po volbě klávesy "R" se zobrazí v levé části monitoru VÝSTUP Č. 1, pod ním VÝSTUP Č. 2 a pod ním pak VÝSTUP Č. 3.

Volbu výstupu volíme stiskem kláves 1 až 3; stiskem klávesy "1" sepne relé č. 1 (TXD), stiskem "2" sepne relé č. 1 a č. 2 (TXD, RTS), stiskem klávesy "3" sepne relé č. 1, č. 2 a č. 3 (TXD, RTS, DTR). Po volbě výstupu stiskneme klávesu "Z" (klávesnice IBM). Tím se sepne relé na zvoleném výstupu; opět stiskem klávesy "V" výstup vypneme. Sepnutí relé je signalizováno nápisem u navoleného výstupu "VÝSTUP ZAPNUT", vypnutí relé je signalizováno u zvoleného výstupu "VÝSTUP VYPNUT".

Po volbě klávesy "C" se zobrazí v levé části monitoru VÝSTUP <a>, pod ním VÝSTUP a pod ním VÝSTUP <d>, současně se zobrazí nad řádkem VÝSTUP <a> "zadej zapínací čas" a "zadej vypínací čas". Tyto časy zadáváme ve vteřinách. K hodnotě, která byla zadána za vypínací čas, MUSÍME PŘÍČÍST hodnotu, kterou jsme zadali za zapínací čas.

Příklad: Chceme zapnout relé VÝSTUP <a> za 10 vteřin a vypnout za 20 vteřin. Za zapínací čas zadáme 10 a za

vypínací čas 30 ($20 + 10 = 30$). Po těchto hodnotách bude relé zapnuto a vypnuto. Po volbě VÝSTUPU jsou současně sepnuta dvě relé. Po volbě VÝSTUPU <d> jsou současně sepnuta tři relé. Program ukončíme stiskem klávesy <ESC>. Pokud chceme spínat a rozpínat relé po minutě, zadáme hodnotu 60 (neboť 1 minuta je 60 vteřin), pokud chceme ovládat po 1 hodině zadáme 3600 (neboť víme, že 1 hodina je 60 minut a 1 minuta 60 vteřin; 60×60 rovná se 3600). Pokud chceme zapnout relé po 2 minutách, zadáme 120; vypnout potřebujeme po 1 minutě a 5 vteřinách: zadáme 185.

Popis programu PORTY1.EXE

Program je na volbu portů a ovládání na ruční i časové spínání karty shodný s programem PORTY.EXE. Změna je pouze v části, kterou volíme zapínání a vypínání relátek na čas.

Práce s programem je pak snadná. V položce "zadej zapínací čas" zadáváme hodnoty ve vteřinách, v položce "zadej vypínací čas" také ve vteřinách, ale NEPŘIPOČÍTÁVÁME HODNOTU z položky "zadej zapínací čas". Po zadání časů jsou relátka zapínána a vypínána v zadáných časových intervalech. Toto se bude neustále opakovat. Program se ukončí stiskem klávesy <ESC>, zadané intervaly je možno měnit.



konektor 9 pinů	konektor 25 pinů	
3	2	TxD
7	4	RTS
4	20	DTR
5	7	GND

Tabulka zapojení konektorů

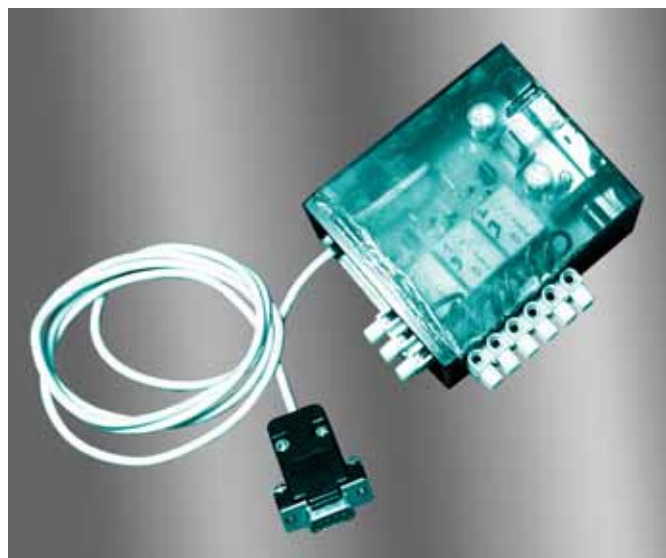
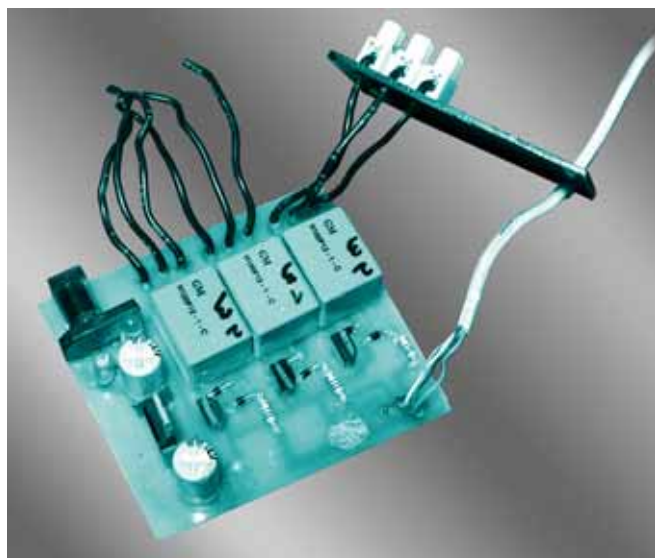
Příklad: Potřebujeme zapnout výstup relé č. 1. Za hodnotu "zadej zapínací čas" zadáme 20, za hodnotu "zadej vypínací čas" zadáme 30. Po zadání hodnot bude relé č. 1 za 20 vteřin zapnuto a za 30 vteřin vypnuto. Toto se bude neustále opakovat, dokud nestiskneme klávesu <a> a ne zadáme nové hodnoty, nebo klávesu <ESC>. Nové časové hodnoty jdou takto zadávat i v programu PORTY.EXE.

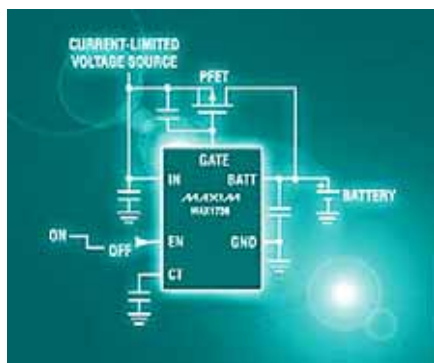
Seznam součástek

R1, R2, R3	15k
R4	2k5
T1, T2, T3	KC148
D1 – D6	KA261
D8	LED 3 mm zelená
D9	9250 GI GBL06
C1, C4	220uF/50V
C2, C3	100N
IO1	7812
RE1 – RE3	RELE 12V MILIONSLOT (H100FD12)
1x	konektor dle vývodu sériového portu (9 pinů, 25 pinu + kryt)
1x	svorkovnice

Informace o programu a releové kartě, včetně obrazce plošných spojů a rozmístění součástek na desce s plošnými spoji na adrese autora:

Martin Cerman, Vrazová 1312, Louny 440 01; pro zaslání více informací pošlete obálku a poštovní známku (známky) v hodnotě 20 Kč.





Nejmenší obvod pro nabíjení baterií Li-ion

S řídicím obvodem MAX1736 v pouzdře SOT23 s 6 vývody lze vyrobit autonomní nabíječe jednoho článku Li-Ion, jehož nároky na prostor v napájeném přístroji jsou minimální. Vedle 4 kondenzátorů je třeba připojit externí MOSFET s kanálem P a zdroj napětí s proudovým omezením na hodnotu proudu rychlého nabíjení, např. ve formě síťového adaptéru. Tranzistor je při rychlém nabíjení trvale sepnut, takže nedochází ke vzniku nadměrného tepla jako u lineárně pracujících nabíječek. Samozřejmě až na adaptér lze pro celý nabíjecí obvod bez velkých problémů nalézt místo v mobilním telefonu, organizéru nebo přenosném digitálním přehrávači. Nabíjení započne vložením baterie do napájeného nabíječe, případně připojením napájení nebo signálem na vstupu *Enable* je-li již baterie v přístroji. Příliš vybité baterie jsou nejprve připraveny k rychlému nabíjení malým proudem 6 mA na napětí 2,5 V po kterém probíhá rychlé nabíjení. Dosáhne-li napětí článku konečné hodnoty 4,2 V případně 4,1 V, přejde nabíječ do fáze koncového dobíjení s přesnou impulzní regulací tohoto napětí na baterii dle speciálního algoritmu, kterým se dosáhne plné kapacity a ukončí nabíjení. Výhodou je též velký rozsah možného vstupního napětí 4,7 V až 22 V, což usnadní výběr adaptéru. Obvod také sám pozná, je-li napájení připojeno a při jeho vypnutí odpojí baterii, aby se nevybíjela zpětným proudem do obvodu nabíječe. Firma

MAXIM (<http://www.maxim-ic.com>) připravila i vývojovou stavebnici, která zkrátí dobu nutnou pro ověření a přípravu využití nabíječe v systému zákazníka.

Snižovací nábojová pumpa MAXIM pro napájení nizkovoltové logiky

Nábojová pumpa vytvořená s pomocí obvodu MAX1730 umožňuje použít pro napájení logických obvodů stabilizovaným napětím 1,8 nebo 1,9 V při proudu až 50 mA zdroj napětí 2,7 až 5,5 V, tedy např. 1 článek Li-ion o napětí 3,6 V a dosáhnout delší funkčnosti baterie než při lineární regulaci napětí. Ačkoli není třeba žádná indukčnost je účinnost konverze téměř 80 %. MAX1730 má pracovní kmitočet 2 MHz, což umožňuje použít pro realizaci kondenzátory s nízkou kapacitou 0,22 mF. Klidový odběr obvodu je jen 75 mA, ve vypnutém stavu jen 1 mA. Funkce měkkého startu zabrání přílišnému zatížení vstupního zdroje v přechodovém stavu při zapnutí napájení a umožní spolehlivou funkci i se zdroji o vyšším vnitřním odporu, jako jsou alkalické a Li-ion baterie. Na spojové desce postačí pro celý měnič napětí s MAX1730, i díky pouzdru mMAX s 10 vývody, plocha pouhých 32 mm². Bohatým zdrojem informací o produkci firmy MAXIM a jejich aplikaci je webová adresa <http://www.maxim-ic.com>.

Nový IO pro nízkoubytkové (LDO) lineární regulátory záporného napětí

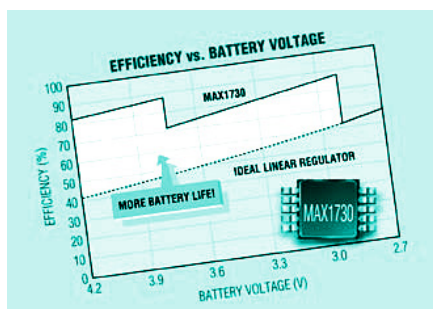
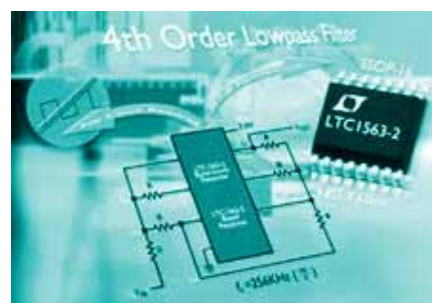
K novinkám firmy MAXIM (<http://www.maxim-ic.com>) patří integrovaný obvod pro lineárně pracující regulátory záporného napětí v miniaturním pouzdře SOT-23. Výstupní napětí jsou buď pevná -2,5 V, -3 V a -5 V s tolerancí $\pm 1\%$ nebo lze nastavit externím děličem mezi -1,25 V až -5,5 V. Regulátory lze zatížit proudem až 200 mA, přičemž úbytek na sériovém tranzistoru MOSFET s kanálem N může být jen 100 mV. Použití polem řízeného tranzistoru umožňuje, že i při maximálním zatížení regulátoru je vlastní spotřeba obvodu pouze 85 mA, zatímco při použití regulátorů s bipolárním výstupem je to za obdobných podmínek několik mA. To umožňuje, spolu s možností přepnutí logickým signálem (SHDN – Shutdown) do úsporného režimu s odběrem asi 1 nA, prodloužit životnost napájecích baterií mobilních telefonů, karet PCMCIA, modemů a jiných přenosných přístrojů. Unikátní řešení umožňuje řídit pin SHDN kladným i záporným signálem. K zajiště-



ní stability až do uvedeného maximálního zatížení postačuje jediný keramický kondenzátor 1mF. Integrovaný regulátor je zkratuvzdorný a je vybaven i tepelnou pojistkou. Lze jej použít v rozšířeném průmyslovém rozsahu teplot -40 až +85 °C.

Nové IO pro aktivní dolní propusti 4. řádu

LTC1563-2 a LTC1563-3 tvoří rodinu aktivních RC filtrů 4. řádu vhodných pro užití jako dolní propusti v systémech číslicového zpracování analogových signálů s rozlišením až 16 bitů. Rozkmit signálu na vstupu i výstupu může dosáhnout až úrovně napájecího napětí (Rail-to-Rail). Přenosová charakteristika je v případě Butterworthova typu v druhém Besselova. Pokud vyhoví jednotkový přenos v propustném pásmu, má 6 externích rezistorů stejný odpor určený z požadovaného mezního kmitočtu v rozsahu 256 Hz až 256 kHz jednoduchým vztahem. Tolerance hodnoty takto určeného mezního kmitočtu je typicky $\pm 2\%$. Je však možné získat i jiné odezvy a hodnoty přenosu, pak jsou odpory odlišné. K napájení lze použít jediné napětí 3 V nebo symetrické napětí ± 5 V. Kaskádním zapojením lze získat dolní propusti 8. řádu. Filtry s obvody LTC1563-x vyrábí firma Linear Technology (<http://www.linear.com>) a jsou vhodné pro zabránění kmitočtovému překrývání (aliasing) při vzorkování signálu, ve fázových závěsech, díky lineární fázové charakteristice u Besselova filtru v komunikacích a jako vyhlazovací a rekonstrukční filtry při číslicovém zpracování analogových signálů. Jsou umístěny do pouzdra SSOP-16.



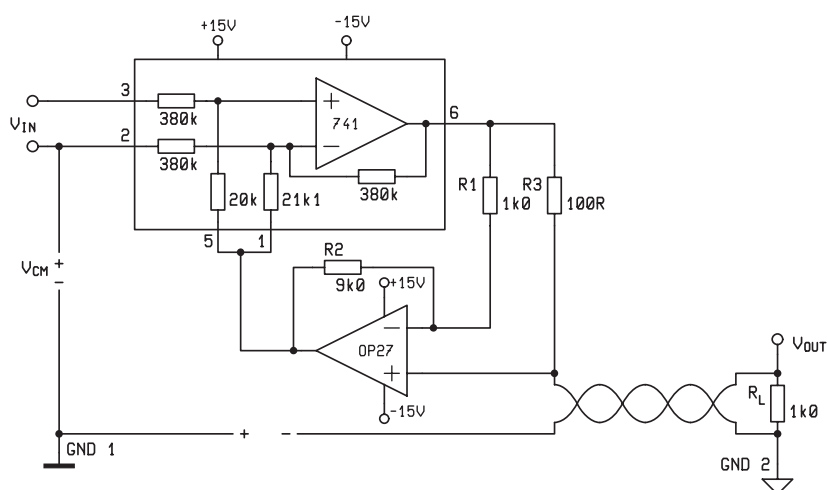
Proudový vysílač

s lineárním napěťovým převodem potlačuje rušivé zemní signály

Pro ovládání vzdálených přístrojů se často používá proudových signálů. Jejich výhodou je možnost využívat odděleného napájení vysílače a ovládaného přístroje, jejichž země nejsou společné. Od přeneseného signálu žádáme, aby byl lineární v závislosti na vstupním, ovládacím signálu a aby interference vzniklá dvěma zeměmi byla potlačena. Takové vlastnosti má zapojení podle obr. 1. Přenosová funkce je dána vztahem

$$I_{OUT} = U_{IN}/10^3.$$

Rozdílový zesilovač AD629 s velkým potlačením souhlasného signálu je buzen vstupním signálem na vývodu 3. Jeho přenosová funkce je $U_{OUT} = U_{IN}$. Výstupní napětí U_{OUT} je měřeno mezi vývodem 6 a vývody 5 a 1. Vstupní signál je měřen mezi vývody 3 a 2. U_{CM} je souhlasný signál, který je potlačen. Mezi vstupy a vý-



Obr. 1 - Zapojení proudového vysílače s velkým potlačením souhlasného napětí U_{CM}

stup zesilovače A629 je zapojen inverzní zesilovač OP27 se zesílením 9 ($A =$

$R2/R1$). Invertor nastaví zesílení proudového vysílače tak, že vstupní signál 10 V vyvolá na výstupu změnu 1 V. Mezi vývody 6 – 1 a 5 je rozdíl 10 V.

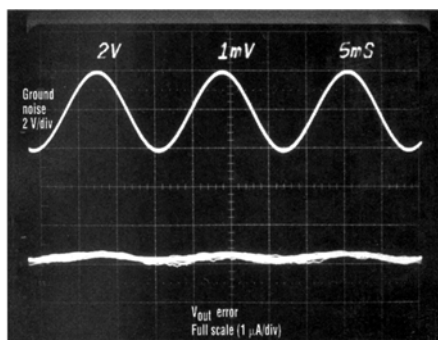
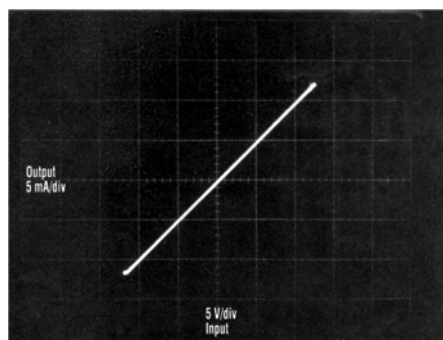
Zesílení mezi neinvertujícím vstupem invertoru OP27 a výstupem zesilovače A629 je 1. Proto se ve výstupním proudu neobjeví rušivý modulační signál. Rezistorem R3 je nastavena citlivost vstupního signálu 1 mA na 1 V.

Podle:

Gerstenhabetr M.: *Current Transmitter With Linear Voltage Transfer Rejects Ground Noise*

Chau Tran: *Rejects Ground Noise* *Electronic Design* 2000, August 7, str. 121, 2

– Hav –



Obr. 2, 3 - Graf závislosti výstupního proudu na vstupním napětí a průběhu signálu (pozn.: *Ground interference* = rušivé zemní napětí)

Kondenzátor s extrémní kapacitou 10 F

PC 10 je kondenzátor s nebyvalou kapacitou 10 F, jehož výrobcem je americká firma Power Cache Ultracapacitors. Je určen pro paralelní připojení k baterii pro dodání potřebného výkonu během impulzního zatížení. Kondenzátor se během pauz v odběru proudu znovu nabíjí. Ušetří se tak na velikosti baterie, která může



být dimenzována na mnohem nižší proud. Kondenzátor PC 10 uchová při napětí 2,5 V energii 31 Joulů a jeho vybíjení může trvat od zlomků sekundy do zhruba jedné minuty. Může významně prodloužit zálohovací dobu baterie. Rozměry PC 10 jsou 24 × 31 × 4,5 mm. Je dodáván v hermeticky uzavřeném prizmatickém pouzdře z nerezové oceli. Kondenzátor vydrží statisíce nabití a vybití. Může být nabíjen stejnou rychlostí jako je vybíjen. *Electronic Design* 2000 August 7, str. 142

Polohový snímač s poměrovým signálem přes 360°

Spectrol Electronic Corp. USA vyrábí polohový snímač 601–1045, který zaručuje 5 milionů operačních cyklů a dovoluje radiální zátěž 200g na snímáči osu. Na výstupu plně samostatného snímače i s potřebnou elektronikou dává analogo-

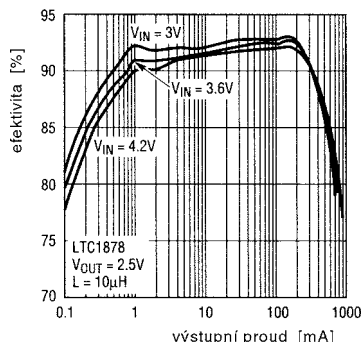
vý výstup odpovídající 0° až přes 360° bez mrtvého pásma. Nevyžaduje použití žádných dalších elektronických obvodů. Úhlová odezva při snímání natočení je 50 μs. Snímač 601–1045 je napájen ze zdroje 5 V. Představuje levné elektromechanické řešení místo náročných koderů. Snímač má ochranu proti přepólování. Jeho rozměry jsou 44 × 33 × 20 mm a jeho hmotnost 30 g. Je montován v plastovém izolovaném pouzdře. Snímací osa je ocelová. Připojení čtyř pozlacených vývodů může zajistit standardní konektor. Cena při odběru 100 kusů: \$ 40.

Electronic Design 2000, July 24, str.152



Regulátor pro články Li-ion

Značnou nevýhodou článku Li-ion je jeho nelineární vybíjecí charakteristika. Plně nabitý tužkový článek Li-ion má napětí 4,2 – 4,1 V. Je-li vybíjen proudem 250 mA, klesne jeho napětí asi za 90 minut na 3 V. Při dalším vybíjení proudem 250 mA se napětí článku udrží na 3 V a pak v krátké době poklesne na 2 V, kdy je článek pokládán za vybitý. Tuto nevýhodu při zachování ostatních dobrých

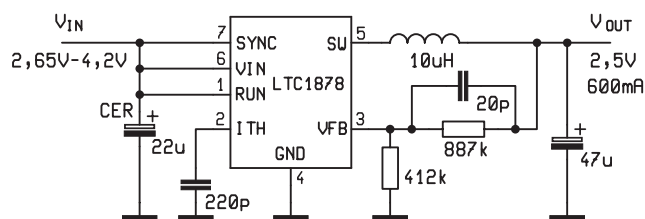


Obr. 2 - Účinnost regulátoru LTC 1878 v závislosti na proudu zátěže v zapojení podle obr. 1

vlastností článku Li-ion (velká váhová i objemová hustota energie, malé vybíjecí proudy) odstraní použití regulátoru s malou vlastní spotřebou.

Takovým regulátorem je integrovaný obvod Linear Technology LTC 1878. Byl vyvinut právě pro práci s články Li-ion. Je to monolitický obvod s vlastní spotřebou 10 µA a spotřebou 1 µA v režimu vypnutí (*shut down*). Vstupní napětí může být 6 – 2,65 V, výstupní proud až 600 mA. Pracovní kmitočet spínacího regulátoru je 550 kHz, usměrnění je synchronní. Obvod se dodává v pouzdře MS8.

Zapojení regulátoru s obvodem LTC 1878 je na obr. 1. Jeho výstupní napětí je nastaveno na 2,5 V a pracuje ještě při vstupním napětí 2,65 V, tedy s úbytkem 0,15 V. Kmitočet spínání je konstantní, 550 kHz. Není třeba použít vnější Schotkyho diodu. Celkový počet vnějších sou-



Obr. 1 - Regulátor 2,5 V / 500 mA s obvodem LTC 1878

částek je minimální. Regulátor má výbornou účinnost přes 90 % při širokém rozsahu výstupních proudů od 1 mA do 300 mA. V rozsahu výstupních proudů 100 µA až 600 mA je účinnost ještě 80 %, viz obr. 2. Regulátor LTC 1878 je možné použít i pro větší vstupní a výstupní napětí, na příklad pro stabilizaci napětí dvou článků Li-ion.

– Hav –

Literatura:

Greg Dittmer: *10µA Quiescent Current Step-Down Regulators Extend Standby Time in Handheld Products*
Linear Technology, Design Note 235 (ED 2000, July24)

Zpětné osvětlení displeje LC bílými LED

V současné době se pro zpětné osvětlení displejů LED v přenosných elektronických zařízeních používá bílých svítek (LED). Jejich předností jsou malé rozměry, rovnoměrné prosvětlení a plochá spektrální charakteristika.

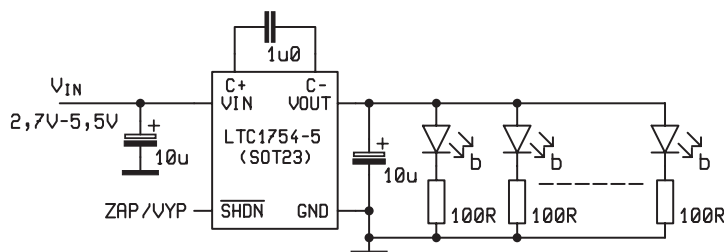
Na obrázku je obvyklý způsob zapojení čtyř bílých svítek s regulátorem

Linear Technology LTC 1754–5 s výstupním napětím 5 V a proudem do 50 mA k jednomu článku Li-ion. Klidový proud obvodu LTC 1754–5 je pouze 13 µA a ve vypnutém režimu (SHDN) 1 µA. Regulátor typu "charge pump" pracuje se vstupním napětím 2,7 V až 5,5 V na kmitočtu 700 kHz. Při proudu

zátěže 1 až 50 mA a se vstupním napětím 3 V dosahuje účinnosti 82 %. Zapojení napáječe diod vyžaduje dva blokové kondenzátory 10 µF na vstupu a výstupu regulátoru a jeden kondenzátor 1 µF. Obvod LTC 175–5 má ochranu proti zkratu a tepelnou ochranu. Zátěž se odpojí pomocí signálu SHDN–shutdown, při odpojení je baterie zatížena odběrem 1 µA.

Zapojení je vhodné do mobilních telefonů, přenosných měřicích zařízení i přenosných počítačů. Obvod vyžaduje asi 32 mm³ prostoru.

– Hav –



Obr. 1 - Napájení až čtyř bílých LED pro zpětné osvětlení

Pramen:

Electronic Devices 2000, July 24, str.133, 134.

SGS-Thomson: ST1284-xxA8

zakončovací článek paralelního rozhraní s ochranou proti přepětí ± 15 kV

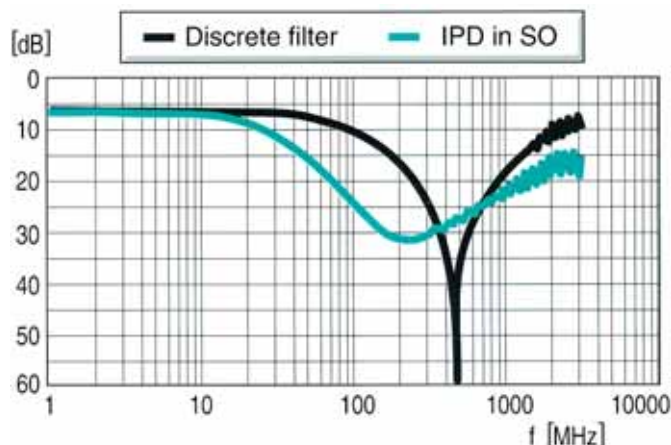
Jedním z propojení, používaných mezi počítači a připojenými zařízeními je paralelní rozhraní. Paralelní připojení bylo zdokonaleno, aby umožňovalo obousměrnou a rychlou komunikaci. Toto zdokonalené rozhraní je podrobně popsáno v normě IEEE 1284 a je známo jako "Enhanced Parallel Port" (EPP), čili "Zdokonalené paralelní rozhraní", nebo jako "Extended Capability Port" (ECP), čili česky "Rozhraní s rozšířenou funkcí". Nová vnější zařízení, jako vyjímatelné paměťové bloky, skenery, přehrávače MP3, či špičkové reprodukční soupravy se nyní připojují již prostřednictvím tohoto paralelního rozhraní.

Shoda s normami EMI (elektromagnetického rušení)

Toto zdokonalené rozhraní nyní umožňuje datovou komunikaci s přenosovou rychlostí až 2 MB/s. Tato přenosová rychlost vyžaduje nové konstrukční přístupy, aby byly splněny požadavky platných norem (např. FCC část 15 a CISPR, vyd. 22), týkající se nepřijatelného elektromagnetického (EMI) a rádiového (RFI) rušení. Navíc, kromě zkoušek rušivého vyzařování EMI a RFI se objevila nová norma, jež je v Evropě již platná, požadující, aby byla testována odolnost počítačových zařízení proti elektrostatickým výbojům (ESD).

Vlastnosti součástky

ST1284 je zakončovací článek s vysokou hustotou integrace, jenž splňuje doporučení normy IEEE1284. Článek filtruje vysoké kmitočty, vytvářené v počítači a snižuje tak výsledné rušení na přijatelnou míru. Současně zajišťuje ochranu proti elektrostatickým výbojům až do napětí ± 15 kV v souladu s nejvyšší hladinou, definovanou normou IEC61000-4-2.



Graf zlepšení vř filtrace při použití IPD

Filtrace EMI

- Směrnice FCC část 15, třída A a B
- CISPR, vydání 22, třída A a B

Zakončovací impedance

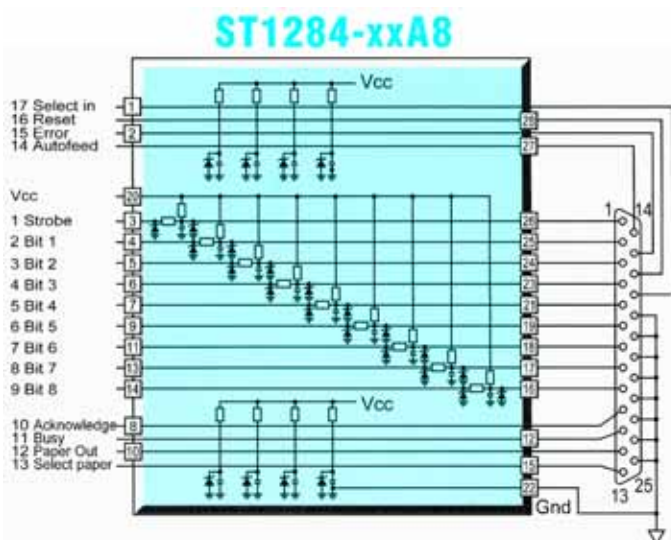
- 33 Ω , odpovídá impedanci kabelu

Ochrana proti ESD

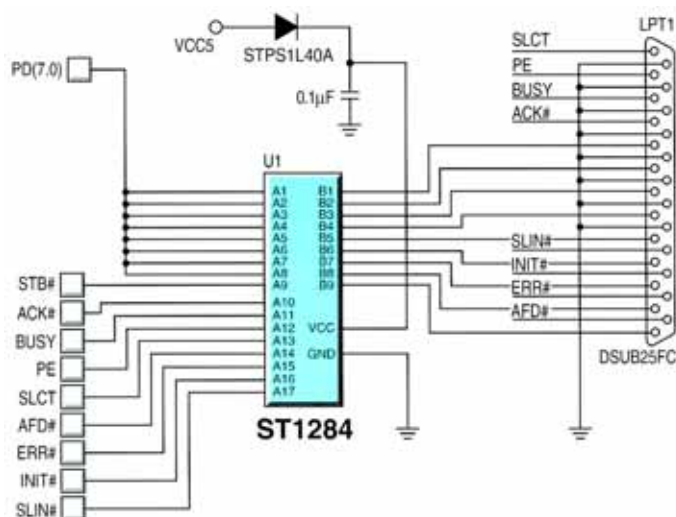
- Podle IEC61000-4-2 úroveň 4 (± 15 kV)

Vestavěné "pull-up" ("zvyšovací", či napájecí) rezistory

- dodávány dvě verze: s rezistory 2,2 K, nebo 4,7 K



Paralelní rozhraní, vyhovující požadavkům EMC
s diskretními součástkami



Paralelní rozhraní, vyhovující požadavkům EMC a využívající obvod ST1284

Sériové rezistory

Se stoupající rychlostí přenosu dat vzrůstá i potřeba správného zakončení přenosového vedení. Pro dosažení impedančně přizpůsobeného zakončení 8 obousměrných datových vodičů a vodiče vzorkování používá ST1284 sériové rezistory (R_t) 33 Ω . Hodnota 33 Ω byla zvolena podle normy IEEE1284, která stanoví impedanci přenosového kabelu na 45 – 55 Ω a jmenovitou impedanci budícího výstupu IO přibližně na 15 Ω .

Napájecí (“pull-up“) rezistory

Pro zachování slučitelnosti s původním rozhraním Centronics, které používá výstupy s otevřenými kolektory, používá ST1284 napájecí rezistory (R_p), aby byl zaručen přenos úrovně "H" (logické jedničky). Během dlouholetého používání této metody se hodnoty používaných rezistorů ustálily na 2,2 K, nebo 4,7 K.

Kondenzátory EMI

Protože vstupy i výstupy počítačového systému jsou připojeny ke kabelům, jež se mohou chovat jako anténa a vyzařovat,

článek	R _t	R _p	C	pouzdro
ST1284-01A8	33 Ω	4,7 kΩ	180 pF	QSOP28
ST1284-02A8	33 Ω	2,2 kΩ	220 pF	QSOP28

může dojít k rušení jiných elektronických zařízení. Proto je ke každému vodiči ST1284 připojen filtrační kondenzátor. Kondenzátory s kapacitou 180 pF, nebo 220 pF, připojené ke všem vodičům rozhraní, zajišťují, že obvod vyhovuje příslušným testům elektromagnetického rušení (EMI).

Výhody

ST1284 je integrovaný pasivní a diskretní obvod (IPD), umístěný v pouzdru QSOP28, zhotovený technologií ASD, vyvinutou firmou ST. Umožňuje uživateli zmenšení nákladů i prostoru na desce, neboť nahrazuje 43 součástek jediným obvodem. Velký stupeň integrace zároveň minimalizuje parazitní vlastní indukčnost přívodů a poskytuje ve srovnání s čistě diskretním řešením výhodnější průběh útlumu. ST1284 je vyroben z křemíku a jeho spolehlivostní charakteristiky jsou stejné, jako současných mikroprocesorů. Spolehlivost je rovněž zvýšena díky zmenšení počtu pájení bodů.

pouzdra	0603 & 0402	1206 & 0603	QSOP28
počet součástek	43	13	1
plocha PCB	103 mm²	85 mm²	64 mm²
výška	0,65 mm	0,65 mm	0,65 mm

Úspora součástí a plochy na desce

Reklamní plocha

Využitie PC a Internetu v praxi elektronika

Jaroslav Huba, pcwork@pobox.sk



5. časť: Jednoduché prepočty antén pre amatérske pásma pomocou HTML stránky

Pomocou PC môžeme efektívnejšie a rýchlejšie prepočítavať parametre antén pre amatérske pásma pri rôznych experimentoch. Najvhodnejší program na tieto prepočty by bol pravdepodobne MS Excel. Tento program má nainštalovaný na svojom PC snáď každý. My si dnes ukážeme trochu odlišnejší spôsob a to ako robiť takéto výpočty pomocou HTML stránky.

Základné vzorce sú väčšinou jednoduché, vychádzajú z podielu pracovnej frekvencie antény a určitej konštanty.

Prečo práve HTML?

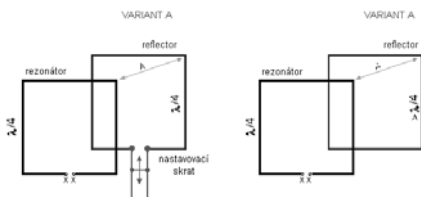
Funkcie Excelu sú použiteľné hlavne v samotnom programe. Pokiaľ však uvažujete napríklad o výrobe WWW stránky, na ktorej by si ktokoľvek mohol prepočítať rozmery antény, je dosť ťažké prepojiť dokument XLS so stránkou tak aby bola interaktívna. Pri jednoduchých operáciách ako je delenie alebo násobenie by to bol aj dosť zbytočný luxus.

Pokiaľ sa bude jednať o jednoduché matematické úkony, môžeme si pomôcť aj s takými prvkami HTML ako sú formuláre.

Vytvorenie formulára na výpočet antén v HTML

Stránku s takýmto formulárom vytvoríme pomerne jednoducho v akomkoľvek editore HTML. Základom je tzv. tag <form> formulár, v ktorom budú polia určené pre vyplňanie vytvorené cez tag <input>, pričom každý bude pomenovaný nejakým názvom.

Vo formulári si zdefinujeme tlačítko Vypočítať pomocou ktorého sa jednotlivé polia formulára vždy prepočítajú v závislosti od hodnoty zadanej do príslušného poľa



Obr. 1 - Anténa typu "dvojitý kvadrát"

```
<INPUT onclick=
    "GEN.A.value=15006/parseInt(GEN.GF.value,10);&#13;&#10;
    GEN.B.value=14274/parseInt(GEN.GF.value,10);&#13;&#10;
    GEN.C.value=14030/parseInt(GEN.GF.value,10);&#13;&#10;
    GEN.D.value=14233/parseInt(GEN.GF.value,10);&#13;&#10;
    GEN.E.value=7137/parseInt(GEN.GF.value,10);&#13;&#10;
    GEN.F.value=30653/parseInt(GEN.GF.value,10);"
type=button value=Vypočítať">
```

Takto môže napríklad vyzerat' funkcia tlačítka;
do políčka GF sa priamo zadáva nejaká hodnota (napr. frekvencie), ktorá má vplyv na výpočet všetkých ostatných prvkov

```
<FORM name=GEN>
  <TABLE borderColor=#c0c0c0 cellSpacing=0 cellPadding=5 bgColor=#ffffff
  border=1 width="560">
    <TBODY>
      <TR>
        <TD><B>Dĺžka polvlnnej antény vo volnom priestranstve = 15006/F(MHz)</B></TD>
        <TD><INPUT size=10 name=A> (cm)</TD></TR>
      <TR>
        <TD><B>Dĺžka reálnej polvlnnej antény (do 30 MHz) = 14274/F(MHz)</B></TD>
        <TD><INPUT size=10 name=B> (cm)</TD></TR>
      <TR>
        <TD><B>Dĺžka polvlnnej antény od (50 do 144 MHz)= 14030/F(MHz)</B></TD>
        <TD><INPUT size=10 name=C> (cm)</TD></TR>
      <TR>
        <TD><B>Dĺžka polvlnnej antény (viac ako 144 MHz)= 14233/F(MHz)</B></TD>
        <TD><INPUT size=10 name=D> (cm)</TD></TR>
      <TR>
        <TD><B>Dĺžka štvrtvlnnej antény = 7137/F(MHz)</B></TD>
        <TD><INPUT size=10 name=E> (cm)</TD></TR>
      <TR>
        <TD><B>Dĺžka celovlnnej antény = 30653/F(MHz)</B></TD>
        <TD><INPUT size=10 name=F> (cm)</TD></TR>
      <TR>
        <TD><B>Zadajte kmitočet:</B>
        <INPUT size=10 name=GF> (MHz)</TD>
        <TD vAlign=bottom align=middle>
          <INPUT onclick=
            "GEN.A.value=15006/parseInt(GEN.GF.value,10);&#13;&#10; GEN.B.value=14274/
            parseInt(GEN.GF.value,10);&#13;&#10; GEN.C.value=14030/parse-
            Int(GEN.GF.value,10);&#13;&#10; GEN.D.value=14233/parse-
            Int(GEN.GF.value,10);&#13;&#10; GEN.E.value=7137/parse-
            Int(GEN.GF.value,10);&#13;&#10; GEN.F.value=30653/parseInt(GEN.GF.value,10);"
            type=button value=Vypočítať">
        </TD></TR>
    </TBODY>
  </TABLE></FORM>
```

Kompletný html kód pre jeden formulár s políčkami

Dĺžka polvlnnej antény vo voľnom priestranstve = $15006/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka reálnej antény (do 30 MHz) = $14274/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka polvlnnej antény (od 50 do 144 MHz) = $14030/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka polvlnnej antény (viac ako 144 MHz) = $14233/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka štvrtvlnnej antény = $7137/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka celovlnnej antény = $30653/F$ [MHz]	[cm]
Zadejte kmitočet: [MHz]	

Anténa s nastavovacím skratom (variant A)	
Dĺžka strany všetkých rámov = $7564/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka medzi rámkami A = $3599/F$ [MHz]	[cm]
Anténa s reflektorom v tvare uzavretej slučky (variant B)	
Dĺžka strany rezonátora = $7625/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka strany reflektora = $7869/F$ [MHz]	[cm]
Rozstupy medzi rámkami A = $3599/F$ [MHz]	[cm]
Zadejte kmitočet: [MHz]	

Form. 1 - Základné vzorce pre výpočty dipólu a štvrtpólu

Form. 2 - Výpočty pre anténu "dvojitý kvadrát"

Dvojprvková YAGI (variant A)	
Dĺžka zářiče = $14518/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka direktora = $13725/F$ [MHz]	[cm]
Rozstupy medzi prvkami A = $3660/F$ [MHz]	[cm]
Trojprvková YAGI s rozstupmi medzi prvkami 0,25 lambda (variant B)	
Dĺžka zářiče = $14426,5/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka reflektora = $15280,5/F$ [MHz]	[cm]
Dĺžka direktora = $13572,5/F$ [MHz]	[cm]
Rozstupy medzi prvkami A = $7137/F$ [MHz]	[cm]
Zadejte kmitočet: [MHz]	

Form. 3 - Výpočty pre antény YAGI

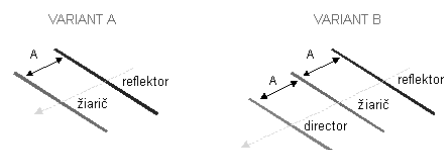
vlnový rozsah [m]	dĺžka L doladovacej rúrky [cm]	vzdialenosť A [cm]	max. hodnota kapacity nastav. kondenzátora C [pF]
2	16,5	2	18
10	80	10	50
15	120	14	80
20	170	16	150
40	300	22	250

Tab. 4 - K obr. 3 – údaje sú len informačného charakteru a platia najmä v ideálnych prípadoch, kedy vstupný odpor antény leží v rozsahu od 15 do 30 Ω a pripojenie je realizované s vlnovým odporom 50 – 70 Ω

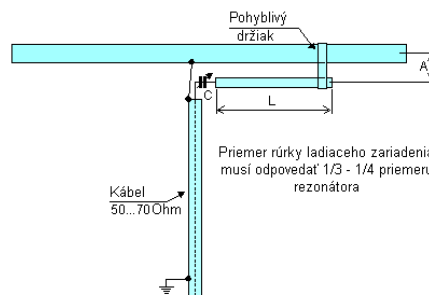
Námet na napísanie tohto príspevku som našiel na stránkach rádioamatérov z ruskej Kubáne. Tam publikovanú stránku som preložil a upravil obrázky. Takto upravenú stránku môžete využívať buď online, alebo si ju stiahnuť z servera <http://elektronika.miesto.sk> a taktiež na <http://freeweb.starweb.cz/hubajaro/>.

Základne vzorce pre výpočty antén

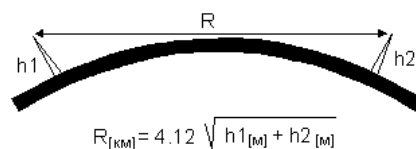
Na tejto stránke nájdete najčastejšie používané výpočty rádioamatérskych



Obr. 2 - K výpočtom antén YAGI



Obr. 3 - Názorná schéma ladenia antén YAGI



Obr. 4 - Dĺžka rádiového spojenia pri priamej viditeľnosti

Zadajte výšku prvej antény	[m]
Zadajte výšku druhej antény	[m]
Dĺžka spojenia =	[km]

Form. 5 - Dĺžka rádiového spojenia pri priamej viditeľnosti a normálnej atmosfére závisí od výšky zavesenia antény

antén. Vstavané kalkulatory pomôžu rádioamatérovi rýchlo prepočítať rozmery prvkov pri rôznych experimentoch s anténami. Vzorce boli prevzaté z viacerých zdrojov a systematizované podľa rôznych

typov antén. Na vyobrazení formulárov form. 1 až form. 3 si môžete urobiť názornú predstavu o vzhľade stránky HTML, pomocou ktorej môžete počítat rozmery rôznych typov antén nielen pre rádioamatérske účely. Funkcia, ktorá bude počítať dĺžku spojenia podľa predošlého vzorca v jazyku html, vyzerá nasledovne:

```
<INPUT onclick=
„g00=&#13;&#10;
parseInt(DALN.AN1.value,10)&#13;&#10;
+parseInt(DALN.AN2.value,10);&#13;&#10;
DALN.A.value=4.12*(Math.sqrt(g00))“
type=button value=Vypočítať>
```

Literatúra:

1. Bill Orr. *Radio Handbook*
2. Bill Orr. *All about Cubical Quads.*
3. K. Potchammel. *antény*
Prevzaté z ruského originálu – autor H. Bolsakov, (RA3TOX)
Preklad a úprava obrázkov – Jaroslav Huba pcwork@pobox.sk
<http://elektronika.miesto.sk>
<http://freeweb.bohemia.net/hubajaro/>
<http://www.elektronika.host.sk/>
<http://www.nnov.rfnet.ru:8100/rf/>

Reklamní plocha

Speciální nabídka stavebnic a samostatných DPS

– ihned k odběru v naší redakci! nabídka platí jen do vyprodání zásob –

Stavebnice k okamžitému odběru v redakci Rádio plus:

stavebnice č./název	cena za 1 ks	z č. / rok
329 Log. sonda se sniž. spotř.	160,- Kč	10/97
336 Kytarovy BOOSTER	125,- Kč	12/97
345 Odpojovač baterie	230,- Kč	05/98
353 Dálkové ovládání	1385,- Kč	08/98
359 Metronom pro rotoped	220,- Kč	09/98
363 Modul digi. voltmetru s LCD	340,- Kč	09/98
366 Směšovač nf signálů	250,- Kč	10/98
372 Tlačítka START a STOP	80,- Kč	10/98
380 Aktivní mikrofon s TL431	80,- Kč	11/98
381 Zkoušeč triaků a tyristorů	240,- Kč	12/98
385 Nn výk. zesilovač pro NKP	240,- Kč	01/99
386 Elektronická kostka	225,- Kč	12/98
388 Hvězdice	350,- Kč	12/98
392 Zvukový spínač	225,- Kč	01/99
395 Tříhlasá siréna	195,- Kč	02/99
405 Fuzz pro kytaru	235,- Kč	05/99
406 Kytarové tremolo	350,- Kč	05/99
414 Přepínač k desce vst. zesil.	250,- Kč	07/99
417 Nf zesilovač 2x 60 W	680,- Kč	09/99
418 Indikátor vybuzení	295,- Kč	09/99
430 Zdroj – automatické zalévání	470,- Kč	08/99
431 Indikace rozsvícených světel	95,- Kč	09/99
438 Generátor počtu impulzů	270,- Kč	11/99
450 Regulátor otáček	520,- Kč	12/99
451 Imitátor zvuku parní mašiny	380,- Kč	12/99
456 Tlačítko bdělosti	320,- Kč	03/00
457 BASIC 552 – deska s 80C552	2200,- Kč	03/00
460a Teplot. snímač pro ovl. vent.	85,- Kč	05/00
460b Teplot. snímač pro ovl. vent.	55,- Kč	05/00
461 Zesilovač 2x 22 W (4x 11 W)	460,- Kč	04/00
470 Ukazatel nap. autobat. v SMD	105,- Kč	06/00

472 Víceúčelová siréna s UM3561	210,- Kč	08/00
474 Karta KEYDSP1	1900,- Kč	04/00
481 Nabíječ alkal. článků RAM	899,- Kč	09/00

Samostatné desky s plošnými spoji také k okamžitému odběru:

041a Logická sonda	45,- Kč	04/93
041b Logická sonda	30,- Kč	04/93
060 Kapacitní spínač	30,- Kč	02/94
302 Měřič kolís. posuvu pásky mgf	150,- Kč	11/96
303 Břummetr	40,- Kč	11/96
306 Generátor uklidňujícího šumu	90,- Kč	01/97
308 13pás. ekv. – korekce hud. sig.	100,- Kč	02/97
315 Dálkové ovl. po telefonu – B	70,- Kč	04/97
318 Progr. PIC a EPROM	75,- Kč	06/97
322 Časový spínač k lampičce	20,- Kč	08/97
323 Melod.generátor s UM948-3	25,- Kč	08/97
324 Melod.generátor s UM512-2	25,- Kč	08/97
325 Telefonní tarifátor	190,- Kč	09/97
327 Odpuzovač dotěrného hmyzu	20,- Kč	09/97
328 Termostat s čidlem PT100	200,- Kč	10/97
329 Logická sonda se sniž. spotřebou	40,- Kč	10/97
331 Kontrola telefonního přístroje	5,- Kč	11/97
333 Síťový adaptér 12V/300mA	40,- Kč	11/97
335 Čísl. displej se sér. vst./výst.	20,- Kč	12/97
337a Univerzální čítač s ICM 7226B	350,- Kč	1-3/98
337b Univerzální čítač s ICM 7226B	200,- Kč	1-3/98
337c Univerzální čítač s ICM 7226B	20,- Kč	1-3/98
343a Měřič kapacit	360,- Kč	04/98
343b Měřič kapacit	90,- Kč	04/98
346 Ovládání zadního stěrače	90,- Kč	06/98
347 Ovládání ventilátoru automobilu	50,- Kč	06/98
348 Dálkové ovládání monostabilní	70,- Kč	08/98

A navíc: doprodej žádané stavebnice

- č. 354 – Melodický generátor s UM66T (s různými melodiemi)
z čísla 08/98, cena 115,- Kč

K odběru v redakci, nebo zašleme poštou!

Rádio plus - KTE

Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/24818885,
tel./fax: 24818886; e-mail: redakce@radioplus.cz

Než se vydáte k nám do redakce, doporučujeme ověřit si tuto nabídku telefonicky.

Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

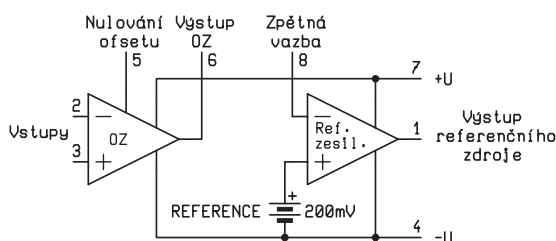
19. LM10 – zesilovače a napěťová reference v jednom pouzdře

Ing. Jan Humlhans

Cenou uváděnou v katalogu GM Electronic nás tento integrovaný obvod, který je v sortimentu National Semiconductor (<http://www.national.com>) již zhruba dvě desítky let, asi nepotěší, ale jak uvidíme, začlenění této poměrně často užívané kombinace dvou obvodových funkcí do jednoho pouzdra umožňuje a zjednodušuje řešení řady problémů. LM10 navíc vystačí i s napájecím napětím jen málo nad 1 V. Byl tak na počátku trendu snižování potřebného napájecího napětí pro nyní stále častější bateriově napájené přístroje.

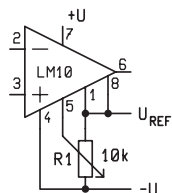
Stručný popis a hlavní přednosti LM10

LM10 je monolitický lineární IO sestávající, jak vidíme na funkčním blokovém schématu na obr. 1, z přesného referenčního zdroje 200 mV, které se při maximálně možných změnách vstupního napětí a zatížení změní maximálně jen o 0,01 %, s ním spojeného oddělovacího zesilovače a na nich nezávis-



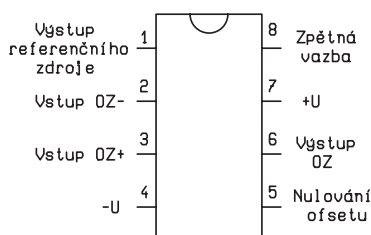
Obr. 1 - Funkční blokové schéma LM10

lého operačního zesilovače. Ten má maximální vstupní napětí nesymetrie (offset) 5 mV a vstupní proudovou nesymetrii 3 nA. K vyrovnání offsetu operačního zesilovače v LM10 je určen vývod 5, standardní zapojení je na obr. 2. Této sestavě postačí k funkci již napájecí napětí 1,1 V, maximálně pak 40 V. Z jeho zdroje odebírá jen 270 μ A. Rozkmit nezátíženého komplementárního výstupu zesilovače se úrovní napájecího napětí přiblíží na 15 mV, při výstupním proudu ± 20 mA pak na 0,4 V. Minimální napětí referenčního zdroje včetně oddělovacího zesilovače je 200 mV. LM10 je zajímavý jak pro použití v přenosných zařízeních napájených i z jediného článku NiCd, tak i tam, kde se uplatní poměrně velký výstupní proud, vnitřní



Obr. 2 - Standardní zapojení
pro nulování napěťového offsetu

Obr. 3 - Pohled
shora na LM10
v pouzdře DIL-8



tepelná ochrana a odolnost jeho výstupu vůči zkratu. Velkou výhodou je také možnost funkce v "plovoucím" režimu, nezávisle na napájecím napětí systému. Ten se uplatní např. v komparátorech a signálových a úrovnových převodních vzdálených od místa konečného vyhodnocení signálu, kdy lze použít stejného vedení pro signál i napájení nebo při vytvoření stabilizátorů stejnosměrného napětí od několika jednotek až do několika set voltů. Výrobce dodává LM10 buď v kovovém pouzdře s 8 vývody TO-5, širokém pouzdře SO-14 a DIL-8, což je případ v katalogu uvedeného LM10CN. Toto pouzdro má tepelný odpor čip-okolí $R_{thja} = 87^\circ\text{C/W}$. Zapojení vývodů posledního z uvedených pouzder je na obr. 3.

Mezní hodnoty (LM10C)¹⁾

Napájecí napětí	45 V
Rozdílové vstupní napětí ²⁾	± 40 V
Ztrátový výkon ³⁾	omezen vnitřně
Trvání zkratu na výstupu ⁴⁾	trvalé
Teplota přechodu	+85 $^\circ\text{C}$

Charakteristické parametry LM10C – tab. 1

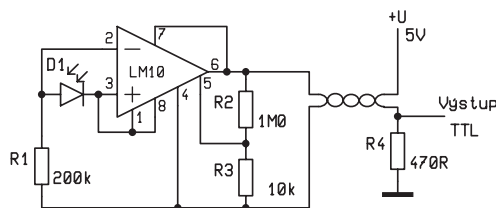
platí pro $T_J = 25^\circ\text{C}$, tučně uvedené hodnoty platí pro celý teplotní rozsah $T_{MIN} \leq T_J \leq T_{MAX}$, pro LM10C $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 70^\circ\text{C}$ ⁵⁾.
1) - 5) viz tab. 1.

Příklady použití LM10

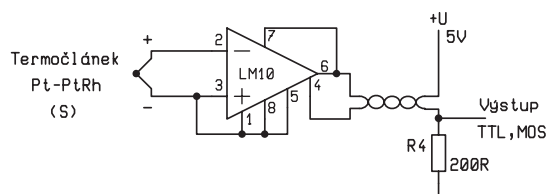
Jakže v tomto seriálu obvyklé, dále se budeme věnovat převážně popisu aplikací tohoto obvodu. Tentokrát jsou zvláště četné, velmi rozmanité, ale samozřejmě existuje i mnoho dalších.

"Plovoucí" komparátory

Vlastnost LM10 umožňující jeho funkci jako jednobranu či dvoupólu a tedy dvou vodičové připojení aplikace je využito v obvodu zapojeném podle obr. 4, který pracuje jako spínač aktivovaný při dosažení určité úrovně osvětlení detekční fotodiody. Výstup interního OZ je přitom spojen s přívodem napájení +U a při kladném vstupním signálu obvod odebírá jen malý klidový proud. Při záporném vstupu prochází výstupem zkrato-



Obr. 4 - Světelný spínač napájený
po dvou vodičovém vedení



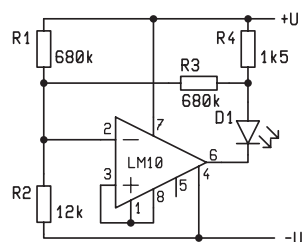
Obr. 5 - Hlídač plamene s termočlánekem Pt - PtRh (S)

vý proud. Než tedy dojde k překlopení komparátoru je na rezistoru R4 úroveň log. 0, po překlopení log. 1. Jsou-li použity také rezistory R2 a R3, je do funkce světelného spínače zavedena hystereze.

Podobná je aplikace pro kontrolu plamene termočlánekovým senzorem (P_t-P_tRh) na obr. 5. Na výstupu tohoto obvodu je log. 1, pokud je teplota měřícího konce termočláneku alespoň 800 °C, kdy tento termočlánek poskytne napětí 8 mV. Prahová hodnota je určena přivedením referenčního napětí na vývod 5 pro vyrovnání offsetu.

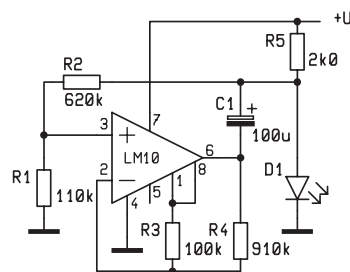
Úrovňové indikátory napětí

U bateriově napájených přístrojů je výhodné, jsou-li opatřeny indikátorem, který ukazuje, zdali je pro jejich správnou funkci napětí baterie ještě dostatečné. LM10 poskytuje pro tento účel různé možnosti. Zapojení jednoho z takových indikátorů

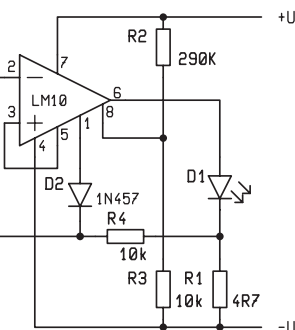


Obr. 6 - Indikátor stavu 9V baterie na základě jejího napětí

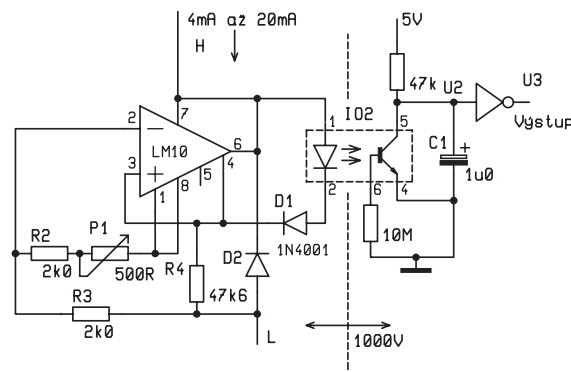
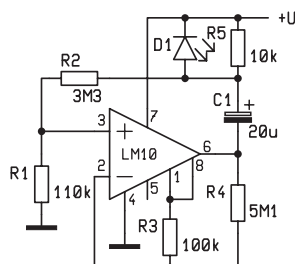
Obr. 7 - Indikátor napětí 9V baterie s konstantním proudem indikační diody



Obr. 9 - Indikátor napětíového intervalu s blikáním

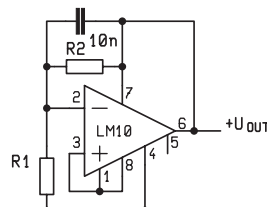


Obr. 8 - Indikátor poklesu napětí s účinkem zvýrazněným blikáním diody

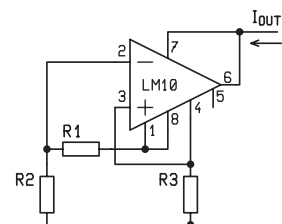


Obr. 10 - Detektor minimálního proudu smýčkou s galvanickým oddělením

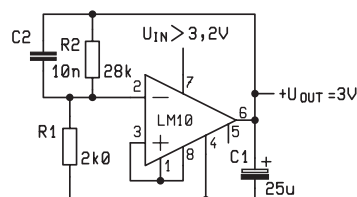
je na obr. 6. Je určen pro přístroje napájené baterií 9 V. Klesne-li napětí pod 7 V, začne svítivá dioda pohasínat a při cca 6 V přestane svítit úplně. Pokud není požadováno předchozí upozornění na blížící se vybití baterie, je možné odstranit rezistor R3 a odpor rezistoru R1 snížit na polovinu. Vyšší komfort poskytuje obvod na obr. 7, který zajistí, že diodou prochází i při nízkém napětí dostatečný proud, při maximálním napětí je však proud omezen. Jeho hodnota 5 mA je určena porovnáním referenčního napětí 23 mV získaného z vyrovnávacího vývodu 5



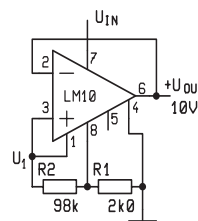
Obr. 11 - Paralelní regulátor napětí



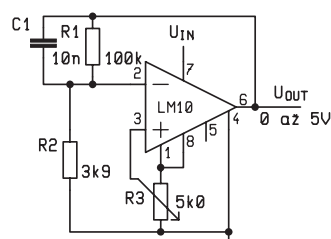
Obr. 12 - Regulátor proudu



Obr. 13 - Regulátor napětí s nastavitelným výstupním napětím, v tomto případě 3 V



Obr. 14 - Regulátor napětí 10 V s OZ zapojeným jako sledovač



Obr. 15 - Regulátor s výstupní napětím nastavitelným v rozsahu 0 až 5,3 V

parametr	podmínky	min	typ	max	jednot- ka
operační zesilovač					
vstupní napěťová nesymetrie			0,5	4 5	mV
vstupní proudová nesymetrie			0,4	2 3	nA
vstupní klidový proud			12	30 40	nA
vstupní odpor		150 115	400		kΩ
zesílení při velkém výstupním signálu	$U_S = \pm 20 \text{ V}$, $I_{OUT} = 0$ $U_{OUT} = \pm 19,95 \text{ V}$ $U_S = \pm 20 \text{ V}$, $U_{OUT} = \pm 19,4 \text{ V}$ $I_{OUT} = \pm 20 \text{ mA}$ ($\pm 15 \text{ mA}$) $U_S = \pm 0,6 \text{ V}$ ($0,65 \text{ V}$), $I_{OUT} = \pm 2 \text{ mA}$ $U_{OUT} = \pm 0,4 \text{ V}$ ($\pm 0,3 \text{ V}$), $U_{CM} = -0,4 \text{ V}$	80 50 25 15 1 0,75			V/mV
zesílení v plovoucím modulu ⁶⁾	$1,2 \text{ V}$ ($1,3 \text{ V}$) $\leq U_{OUT} \leq 40 \text{ V}$ $R_L = 1,1 \text{ kW}$ $0,1 \text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 5 \text{ mA}$ $1,5 \text{ V} \leq +U \leq 40 \text{ V}$, $R_L = 250 \text{ W}$ $0,1 \text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 5 \text{ mA}$	10 6 6 4	33 25		V/mV
potlačení souhlasného signálu	$-20 \text{ V} \leq U_{CM} \leq 19,15 \text{ V}$ (19 V) $U_S = \pm 20 \text{ V}$	90 87	102		dB
potlačení vlivu změn napájecího napětí	$-0,2 \text{ V} \geq -U \geq -39 \text{ V}$ $+U = 1 \text{ V}$ ($1,1 \text{ V}$) 1 V ($1,1 \text{ V}$) $\leq +U \leq 39,8 \text{ V}$ $-U = -0,2 \text{ V}$	87 84 93 90	96 106		dB
teplotní drift vstupní napěťové nesymetrie			5		μV/°C
teplotní drift vstupní proudové nesymetrie			5		pA/°C
teplotní drift vstupního klidového proudu			90		pA/°C
referenční zdroj					
vliv napájecího napětí	$1,2 \text{ V}$ ($1,3 \text{ V}$) $\leq U_S \leq 40 \text{ V}$ $0 \leq I_{REF} \leq 1 \text{ mA}$, $U_{REF} = 200 \text{ mV}$		0,001	0,008 0,01	%/V
vliv zátěže	$0 \leq I_{REF} \leq 1 \text{ mA}$ $+U - U_{REF} \geq 1$ ($1,1 \text{ V}$)		0,01	0,15 0,2	%
zesílení referenčního zesilovače	$0,2 \text{ V} \leq U_{REF} \leq 35 \text{ V}$	25 15	70		V/mV
napětí na vývodu zpětné vazby (8) vůči U-		190 189	200	210 211	mV
teplotní drift reference			0,003		%/°C
proud vývodu zpětné vazby			22	75 90	nA
celkový napájecí proud (bez zátěže)			300	500 570	μA
změna napájecího proudu s napětím	$1,2 \text{ V}$ ($1,3 \text{ V}$) $\leq U_S \leq 40 \text{ V}$		15	75	μA

Tab. 1

¹⁾ Mezní hodnoty udávají limity jejichž překročení může způsobit poruchu obvodu.

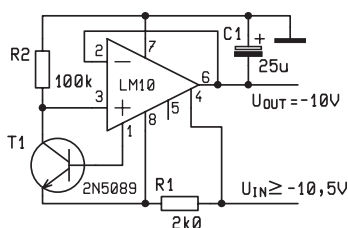
²⁾ Vstupní napětí může převýšit napájecí, pokud napětí mezi vstupem a kterýmkoli vývodem nepřekročí maximální diferenciální vstupní napětí a je respektována dodatečná ztráta, když $U_{IN} < -U$

³⁾ Maximální pracovní teplota čipu pro LM10C je +85 °C.

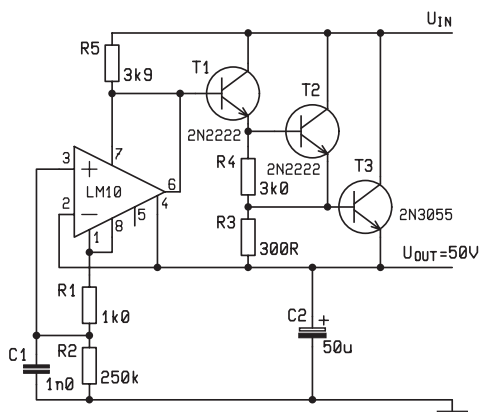
⁴⁾ Tepelná ochrana zamezí nadměrnému ohřevu obvodu a zabrání náhlé poruše. Zkrat a provozování při mezních podmínkách vede k zhoršení parametrů

⁵⁾ Uvedené specifikace platí pro $-U \leq U_{CM} \leq +U - 0,85 \text{ V}$ (**1 V**), $1,2 \text{ V}$ (**$1,3 \text{ V}$**) $\leq U_S \leq U_{MAX}$ a $U_{REF} = 0,2 \text{ V}$, $0 \leq I_{REF} \leq 1 \text{ mA}$ a není-li uvedeno jinak, $U_{MAX} = 40 \text{ V}$. Hodnoty uvedené obyčejným písmem platí pro 25 °C, tučným pro celý teplotní rozsah, tedy pro LM10C 0°C až +70°C.

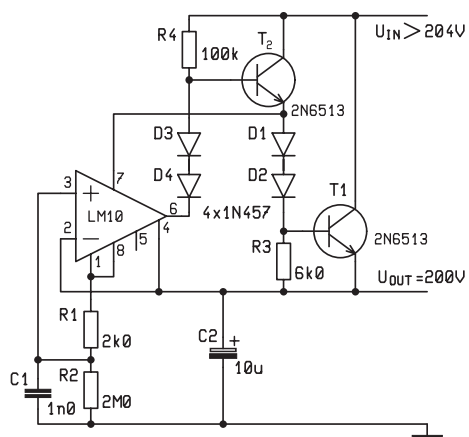
⁶⁾ Výstup OZ je spojen s +U, vstupní souhlasné napětí vztaženo k -U



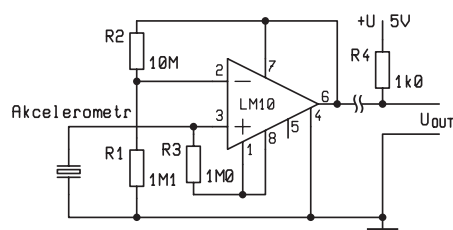
Obr. 16 - Regulátor se záporným výstupním napětím -10 V



Obr. 17 - Regulátor v zapojení "bootstrap" může mít výstupní napětí např. 50 V

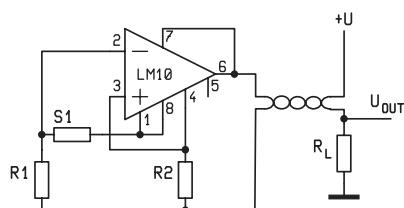


Obr. 18 - Regulátor s výstupním napětím 200 V



Obr. 19 - Převodník signálu pro vzdálený piezoelektrický akcelerometr

Obr. 20 - Převodník odporu na napětí pracující v proudovém režimu



a napětí na rezistoru R1 snímajícím proud diodou. Když napětí na vývodu 8 klesne pod 200 mV, vzroste napětí na výstupu referenčního zesilovače 1 a přivedeno přes diodu D2 na vstup 2 způsobí, že svítivá dioda D1 zhasne, s uvedenými hodnotami součástek při $+U = 6$ V. Minimální prahové napětí, které lze s těmito obvody docílit, je určeno napětím na svítivé diodě v propustném směru. Na červené diodě je to 1,7 V, zelené 2 V a 2,5 V na diodě žluté. Obvody na obr. 6 a 7 pracují s červenou diodou uspokojivě ještě při prahovém napětí 2 V.

Výraznější indikaci umožňují další dva obvody. Prvý z nich, na obr. 8, lze použít i pro jediný článek 1,5 V. To umožňuje spínání kondenzátoru C1 v tomto napětím řízeném multivibrátoru. Při napájecím napětí 1,55 V bliká indikační dioda asi 5,5x za sekundu, přičemž odběr ze zdroje je asi 800 μ A, při 1,2 V klesne rychlost blikání na 1,4/s a proud ze zdroje na 300 μ A. Při poklesu U_+ pod prahovou hodnotu U_{TH} dioda přestane svítit. Pro U_{TH} platí:

$$U_{TH} = \frac{R4 \cdot (R1 + R2)}{R1 \cdot (R3 + R4)} \cdot U_{REF} \quad (1)$$

kde U_{REF} je referenční napětí na spojených vývodech 1 a 8 LM10, tedy 0,2 V. Maximální prahové napětí obvodu na obr. 8 je omezeno tím, že od jisté hodnoty $+U$ bude dioda D1 trvale rozsvícena proudem přes rezistor R5 a na rezistor R2 se již nedostane plné napájecí napětí $+U$.

Tento nedostatek je odstraněn v obvodu na obr. 9, který po přemístění svítivé diody proti předchozímu zapojení navíc reaguje i na definovanou maximální hodnotu napětí $+U$. Pro dolní práh platí opět hodnota z rovnice (1), pro horní práh platí:

$$U_{TH} = \frac{R4 \cdot (R1 + R2)}{R1 \cdot (R3 + R4) - R3(R1 + R2)} \cdot U_{REF} \quad (2)$$

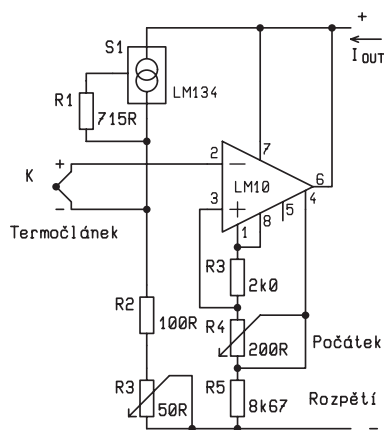
Nad tímto prahem kmitání přestane a výstup 6 zůstane v kladném nasycení, podobně pod prahem U_{TH} je výstup v záporném nasycení. Kmitočet blikání s rostoucím napětím roste.

Jednoduchý monitor funkce proudové smyčky 4 – 20 mA

Již několikrát jsme v tomto seriálu narazili na pojem proudové smyčky. Ta se často užívá často pro dálkový přenos signálů v průmyslu. Jednou z jejích výhod je, že vzdálené zařízení, které signál po páru vodičů vysílá, je jím současně napájeno. Poruchu, projevující se poklesem minimálního proudu smyčkou, je schopen zachytit a oznámit logickým signálem přes potenciálovou bariéru 1 000 V obvod na obr. 10. Pokud je proud smyčkou tekoucí také vysílací diodou optočlenu vyšší než 4 mA, úbytek který, vznikne jeho průchodem na R4, stačí k tomu, aby výstup 6 LM10 byl ve stavu OFF. Když klesne proud smyčkou pod 3,7 mA, klesne úroveň výstupu 6 na hodnotu na vývodu 4 a následkem toho přestane téci proud diodou optočlenu a signál U_3 , který je za normálních podmínek (proud je 4 – 20 mA) log. 1 přejde na log. 0. Nastavení mezní hodnoty proudu se provádí trimrem R1. Pro hodnotu prahového proudu platí vztah:

$$I_{TH} = \frac{U_{REF}}{R4} \cdot \frac{R3 + R4}{R1 + R2} \quad (3)$$

Dioda D2 přispívá k bezpečnému přerušení proudu fotodiodou optočlenu. Na rozdíl od běžných operačních zesilovačů neobvyklé spojení kladného napájecího pinu s výstupem umožňuje v případě LM10 možnost práce v "plovoucím" režimu, tedy dvou vodičové připojení tohoto proudového detektoru.



Obr. 21 - Převodník teplota/proud

Lineární obvody

Regulátory napětí s LM10

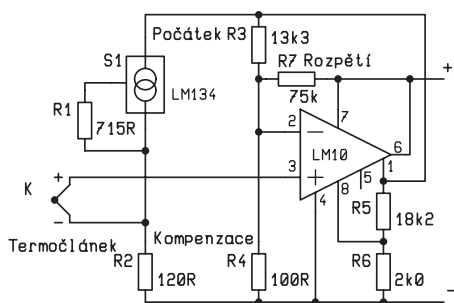
LM10 může pracovat v plovoucím režimu i v lineárních aplikacích. Jednoduchými příklady jsou paralelní regulátor napětí na obr. 11 a regulátor proudu na obr. 12. Regulátor napětí udržuje mezi svými svorkami napětí $U_{OUT} = (1 + R2/R1) \times U_{REF}$. Regulátor proudu zajišťuje, že jím procházející proud má hodnotu $I_{OUT} = U_{REF} \times (R2 + R3) / (R1 \times R3)$. Napájecí proud LM10 je přitom součástí tohoto výstupního proudu, což není na závadu, pokud je požadovaný výstupní proud výrazně větší.

Operační zesilovač a referenční zdroj na čipu LM10 lze s výhodou použít pro vytvoření lineárního sériového regulátoru napětí, jehož velikost lze nastavit odporovým děličem. Výstupní napětí regulátoru na obr. 13 lze opět nastavit pomocí děliče z rezistorů R1 a R2 tak, že pro něj platí

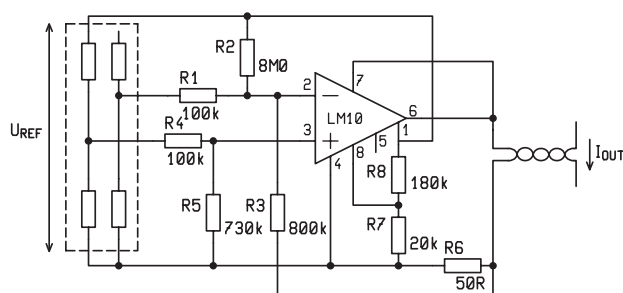
$$U_{OUT} = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \cdot U_{REF} \quad (4)$$

Jedná se v podstatě o nízkoubytkový regulátor, protože při zatížení výstupu 20 mA postačí k jeho funkci rozdíl napětí mezi vstupem a výstupem pouze 400 mV, při 5 mA již jen 150 mV. Díky vlastnostem LM10, internímu proudovému omezení a tepelné ochraně, odolá regulátor i přetížení. Při změně zátěže v uvedených rozsazích se výstupní napětí změní asi 0,05 %, změna vstupního napětí o 1 V má za následek změnu výstupu o 0,003 %.

Ještě lepších vlastností lze dosáhnout tím, že se na požadovanou hodnotu nastaví napětí interního regulátoru tvořeného referenčním zdrojem 0,2 V a referenčním zesilovačem využitím vztahu $U_1 = 0,2 \times (1 + R2/R1)$ a operační zesilovač se zapojí jako sledovač. Příklad takového zapojení je na obr. 14. Pokud je požadováno proměnné napětí vycházející od 0 V, je vhodný způsob naznačen na obr. 15. Napětí se nastavuje trimrem R3 a zesiluje neinvertujícím zesilovačem se zesílením $(1 + R1/R2)$.



Obr. 22 - Převodník teplota napětí



Obr. 23 - Dvou vodičově lze napájet a přenést i výstupní signál z tenzometrického můstku

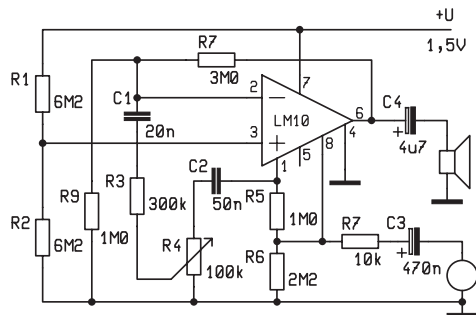
Možné je rovněž sestavit regulátor se záporným výstupním napětím, který je zapojen podle obr. 16. Referenční zesilovač nastaví řízením báze z výstupu 1 takový proud tranzistorem T1, že na rezistoru R1 je úbytek 0,2 V shodný s referenčním napětím. Kolektorový proud (T1 by měl mít vysoký proudový zesilovací činitel) je tedy $0,2/R1$, 0,1 mA. Na rezistoru R2 je proto napětí 10 V, vzhledem k zemi záporné. Protože OZ v LM10 je zapojen opět jako sledovač, bude na výstupu také -10 V. S uvedeným typem tranzistoru může být vstupní napětí nejvýše 30 V.

Zajímavé je také využití LM10 pracujícího v plovoucím režimu pro získání poměrně vysokého stabilního stejnosměrného napětí 50 V obvodem zapojeným podle obr. 17. Upravit toto zapojení lze i na jiné hodnoty, přičemž pro výstupní napětí platí $U_{OUT} = U_{REF} \times R2/R1$. Po úpravě výstupní části podle obr. 18 a při použití uvedených součástek lze získat i napětí 200 V.

Převodníky měřených signálů s dvou vodičovým připojením

LM10 je také možné, podobně jako u komparátorů, provozovat jako dvou vodičově připojený zesilovač signálu vzdáleného senzoru měřené veličiny, takže zesilovač s nízkou výstupní impedancí je umístěn bezprostředně u senzoru a přenáší se signál již zesílený. Tím se odstraní problémy s přenosem nízkourovňových signálů, které jsou zvláště při větších vzdálenostech snadno znehodnocovány např. indukovaným rušením, úbytky napětí, parazitními termoelektrickými napětími. Tak na obr. 19 je zesilovač pro piezoelektrický snímač vibrací (akcelerometr) převádějící současně se zesílením jeho vysokou výstupní impedancí na nízkou. Nevýhodou přenosu ve formě napětí je chyba vznikající úbytkem napájecího proudu na vedení a nepříznivý vliv kapacity vedení na stabilitu. Tento problém odpadá u proudového řešení přenosu. Převodník signálu, který pracuje v proudovém režimu – výstupním signálem je proud smyčkou, který je nepřímo úměrný odporu senzoru S1 je na obr. 20. Napájení a signál jsou vedeny krouceným dvou vodičem. Tak lze nejprve na proud a na přijímací straně zpět na

– dokončení na straně 37 –



Obr. 24 - LM10 lze použít i jako mikrofonní zesilovač napájený jen 1,5 V

Malá škola praktické elektroniky

(49. část)

Připojení zesilovače

Klíčová slova: předzesilovač, přizpůsobení, dB, Calc602.

Vstupní napětí

Koncový zesilovač postavený přesně podle návodu, připojený k předzesilovači či postaveného také podle návodu někdy vřeští, zkresluje, při stažení hlasitosti buď hraje slabě, nebo začne řvát a nic se s tím nedá udělat. Rozčarování a zklamání jsou slabá slova, ale řešení je dnešním tématem.

Předně: u koncového zesilovače nás zajímá především maximální výstupní výkon, který bývá u každého zapojení obvykle uváděn. Dodržíme i napájecí napětí, ale většinou přehlédneme další důležitý údaj – maximální vstupní napětí pro plné vybuzení nebo napěťové zesílení.

Napěťové zesílení udává, kolikrát je výstupní napětí větší než vstupní a označuje se velkým písmenem A případně $A_{[U]}$. Jestliže je vyjádřeno v dB, označuje se $A_{[dB]}$, v některých anglicky psaných katalogích G_V (což je sice napěťový zisk – "Gain Voltage", ale je uváděn v dB).

Napěťové zesílení

Protože jsme praktická škola, uvedeme si praktický příklad.

Při měření jsme na vstup zesilovače přivedli signál o kmitočtu 1 kHz a jeho úroveň jsme zvyšovali až do okamžiku omezení – limitace, a pak jsme na výstupu naměřili maximální výstupní napětí například 3,2 V. Potom jsme změřili napětí na vstupu zesilovače, např. 80 mV. Otázka zní: kolikrát zesilovač zesiluje? Slovně lze odpovědět, že napětí 80 mV zesilovač zesílí na napětí o velikosti 3,2 V. Obě hodnoty si převedeme na stejné jednotky, například na mV:

- vstupní napětí je 80 mV
 - a výstupní napětí je 3 200 mV,
- a tak zesilovač zesílí $3200 : 80 = 40\times$.

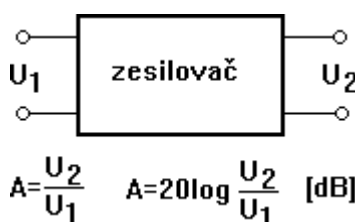
$$A = U_2 / U_1$$

To je zesílení zesilovače a je jedno, jestli je zesilován slabý nebo silný signál (viz obr. 1).

Pamatuj: obvyklým regulátorem hlasitosti na vstupu zesilovače se nemění zesílení zesilovače, ale velikost napětí přiváděného na vstup.

Dělič napětí

Na tomto jednoduchém příkladu si ukážeme jak se vytvoří dělič napětí. Při připojení tohoto zesilovače na výstup kazetového magnetofonu zesilovač slušně zesiluje do nastavení potenciometru hlasitosti asi tak nejvýše do poloviny, potom je už zvuk "přefvaný", zkreslený, přebuzený. Tak velký vstupní signál už zesilovač není schopen zesílit. Proto je třeba na vstup přivádět nejvýše takové napětí, aby zvuk byl ještě nezkreslený, i když je potenciometr hlasitosti vytočený na maximum. Takže před potenciometrem musí být přiváděn signál ještě zmenšen. To zajistí dělič napětí, který můžeme stanovit početně nebo prakticky. Prakticky je to rychlejší, a tak ho popíšeme nejdříve. Prostě do cesty signálu vřadíme trimr nebo potenciometr a jeho



Obr. 1 - Zesílení je poměr výstupního napětí ku vstupnímu

velikost nastavíme tak, aby při potenciometru regulátoru hlasitosti nastaveném na maximum, byl výstupní signál ještě čistý a nezkreslený. Poté trimr odpojíme, ohmmetrem změříme jeho hodnotu a nahradíme rezistorem nejbližší hodnoty.

Teoreticky uvažujeme takto:

1. změříme maximální výstupní napětí ze zdroje signálu (kazetového magnetofonu, výstupu CD přehrávače, zvukové karty, elektronického klávesového hudebního nástroje nebo jiného audiovýstupu), pro náš příklad například 240 mV;
2. zjistíme jak velká je vstupní impedanace zesilovače – zní to hrozně, ale pro zjednodušenou úvahu se prostě podíváme na hodnotu potenciometru nebo rezistoru připojeného na vstup zesilovače, zde například 50 kΩ;
3. školáci využijí trojčlenku.
4. Ostatní uvažují logicky a dosadí si tyto hodnoty: na odporu 50 kΩ chceme napětí 80 mV, na vstupu děliče o neznámém

odporu X je napětí 240 mV, a počítáme neznámý odpor X. Poměr tohoto odporu X k hodnotě potenciometru 50 kΩ je stejný jako poměr napětí 240 mV k 80 mV. Bystří čtenáři prominou, ale pro úplné začátečníky dopočítáme. Tak tedy dělíme $240 : 80 = 3$ a z toho vypočteme, že hodnota odporu $X = 3 \cdot 50$ a to je 150 kΩ. Z těchto 150 kΩ je část tvořena potenciometrem 50 kΩ a zbytek je hodnota rezistoru, který zapojíme před potenciometr. Vstupní napětí přiváděné ze zdroje signálu se na tomto děliči rozdělí a jenom jeho část je na potenciometru a je dále přiváděna na vstup zesilovače. Je to velmi zjednodušené, uváděné pro snazší pochopení. (Vůbec jsme neuvažovali výstupní odpor zdroje signálu a vstupní odpor zesilovače atd. – viz obr. 3.)

2. příklad

Postavili jsme koncový zesilovač, který má v návodu uváděný zisk (tedy jiným slovem zesílení) $G_V = 40$ dB. Připomeneme si (viz obr. 1), že zisk v decibelech se vypočte z napěťového zesílení tak, že zesílení vyjádřené jako jeho dekadický logaritmus, znásobíme 20. Pro ty, kteří logaritmy neznají: například při zesílení $10\times$ je logaritmus čísla 10 jedna (protože má jednu nulu) a při znásobení 20 je zisk v dB roven 20 krát 1, což je 20 dB.

Jestliže je u zesilovače uváděn zisk 40 dB, postupujeme opačně, dosazením do vzorce

$$A_{[dB]} = 20 \cdot \log (U_2/U_1)$$

$$40 = 20 \cdot \log (U_2/U_1)$$

$$\log (U_2/U_1) = 2$$

to už nepočítáme a podíváme se do tabulek, jaké číslo má logaritmus dvě. Je to číslo 100. (Ti, kdo neznají logaritmy, si všimnou, že 100 má dvě nuly, ostatní vědí, že $100 = 10^2$.) Takže teď už víme, že tento zesilovač zesiluje 100 krát. To znamená, že z napětí na vstupu o velikosti 1 mV je na výstupu napětí 100 mV, z napětí třeba 13 mV je na výstupu 1300 mV, a tak dále.

Ted' známe zesílení, ale stále nevíme, jak velké je maximální vstupní napětí. Neznáme ani maximální výstupní napětí, ale pokud je uváděn maximální výstupní výkon zesilovače, můžeme si toto napětí vypočítat. Jestliže je maximální výstupní výkon na reproduktoru s impe-

dancí 4 Ω například 10 W, počítáme zpětně. Výkon je podle Ohmova zákona P je rovno $U \cdot I$.

Proud I neznáme, ale lze ho vypočítat podle vztahu $I = U / R$. Nemusíme nic počítat, U / R si prostě dosadíme do prvního vzorce místo I , a tak máme upravený vzorec

$$P = U \cdot U / R,$$

což se lépe píše jako $P = U^2 / R$.

Pro výpočet napětí z výkonu na reproduktoru si tento vzoreček ještě upravíme:

$$U^2 = P \cdot R \text{ a celou rovnici odmocníme}$$

$$U = \sqrt{P \cdot R}.$$

Dosadíme naše čísla – výkon 10 W a reproduktor 4 Ω

$$U = \sqrt{10 \cdot 4}$$

$$U = \sqrt{40}$$

$$U = 6,3 \text{ [V]}.$$

To je tedy maximální **výstupní napětí**. Dělíme-li toto výstupní napětí zesílením, získáme i maximální **vstupní napětí**. A jsme tam, kde jsme chtěli být.

Shrňme:

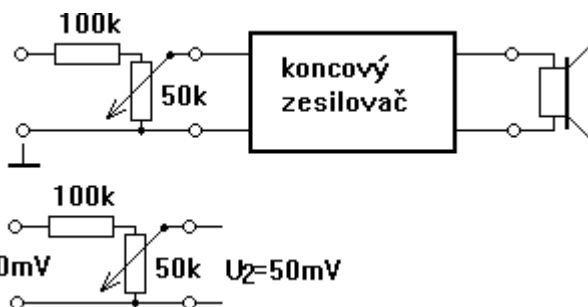
- a) z maximálního výstupního výkonu na reproduktoru o známé impedanci vypočteme maximální výstupní napětí;
- b) ze zesílení uváděného v dB vypočteme zesílení jako poměr výstupního napětí ke vstupnímu;
- c) z výstupního napětí děleného zesílením zjistíme vstupní napětí;
- d) pokud je toto vstupní napětí menší, než je napětí přiváděné na vstup, stanovíme hodnoty vstupního děliče napětí.

3. příklad

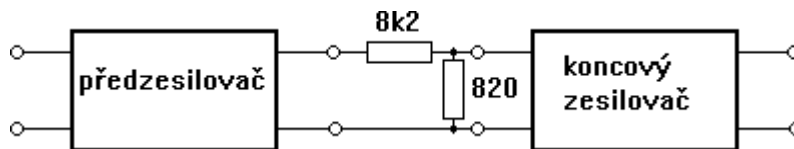
Podle návodu stavíme zesilovač, u kterého je uváděn maximální výstupní výkon, ale nikde není nic o zesílení ani vstupním napětí. Co teď? Použijeme postup uvedený v úvodu. Prostě na vstup přivedeme z nf generátoru signál, který budeme zvyšovat těsně pod mez, kdy by se signál na výstupu začal omezovat – limitovat, a změříme maximální výstupní napětí a vstupní napětí, které hledáme. Jenom pro přesnost si vypočteme maximální výstupní výkon a porovnáme s tím, co říká návod. Snadné, že? (Viz 2, 3, 4.)

4. příklad

Z koupené stavebnice stavíme zesilovač s maximálním výstupním výkonem 300 W do 8 Ω, avšak neznáme ani zesílení tohoto zesilovače, ani maximální vstupní napětí. Co



Obr. 3 - Názorná ukázka děliče, jehož částí je potenciometr na vstupu



Obr. 2a - Připojení předzesilovače s větším výstupním napětím než je maximální vstupní napětí koncového zesilovače přes dělič napětí

ted? Při měření tohoto monstra vybuzeného na plný výkon do reproduktoru bychom bořili zdi i dobré sousedské vztahy. Pomůžeme si úvahou, že zesílení, tedy zisk uváděný jako poměr výstupního napětí ke vstupnímu, je stále stejný, ať zesilujeme slabý signál, nebo silný. Takže můžeme na vstup přivést napětí např. 100 mV (aby se to lépe počítalo) a naměříme napětí na výstupu (např. 2,5 V). A dále postupujeme jako v předchozích příkladech.

- a) Z uváděného maximálního výstupního výkonu do známého reproduktoru vypočteme maximální výstupní napětí.

$$U = \sqrt{300 \cdot 8}$$

$$U = \sqrt{2400}$$

$$U = 49 \text{ V}$$

- b) Z poměru výstupního napětí ke vstupnímu vypočteme zesílení tohoto zesilovače.

$$A = (U_2 / U_1)$$

$$A = 2,5 / 0,1$$

$$A = 25$$

- c) Z takto změřeného a vypočteného zesílení a maximálního výstupního napětí vypočteme maximální vstupní napětí

$$U_1 = U_2 / A$$

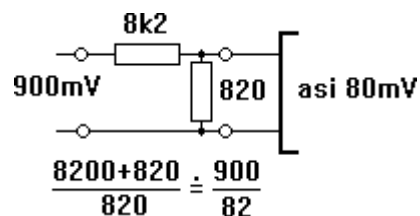
$$U_1 = 49 / 25$$

$$U_1 = 2 \text{ [V]}.$$

Maximální vstupní napětí tohoto zesilovače pro plné vybuzení je 2 V. Takže před tento zesilovač můžeme předřadit vhodný korekční předzesilovač s výstupním napětím až 2 V.

5. příklad

Dá se vůbec takový zesilovač změřit? Ano. Ke každému zesilovači je třeba mít také reproduktorovou soustavu, která je



Obr. 2b - Na rezistoru 8200 Ω je desetkrát větší napětí než na 820 Ω

schopna takový výkon spolehlivě vyzářit. Jestliže je třeba ozvučit nějaký velký prostor, šíří se tento zvuk do prostoru a je ho slyšet široko daleko. Pokud byste výkon do reproduktoru chtěli měřit v místnosti, je třeba si především chránit sluch chrániči, místnost mít zvukově izolovanou, nebo prostě použít umělou zátěž, jak jsme to již probírali. Uvědomte si ale, že 300 W má například plotýnka na elektrickém vařiči – silně hřeje. A stejně silně bude hřát i váš zatěžovací odpor. Lze ho sestavit z několika výkonových rezistorů zapojených paralelně a umístěných tak, aby mohly být chlazeny.

6. příklad

Poučme se z technické dokumentace. Například předzesilovač s TDA1524 je ke koncovému stupni s TDA2030 připojen přes odporový dělič R1/R2 [viz 6]. Sami proveďte úvahu, v jakém poměru tento dělič dělí a jak velká část napětí z předzesilovače tedy jde na koncový zesilovač (viz obr. 2).

Máme pět smyslů

Slyšíte ještě ve zcela tiché místnosti tikot hodin? Slyšíte upadnout špendlík? Pokud ano, máte ještě dobrý sluch. Nemáte žádný důvod si sluch ničit pobýtem v hlučném prostředí. Při expozici silným zvukem může dojít k nevratným změnám na sluchovém ústoji a k určitému stupni hluchoty. Hluchota se projevuje nejenom celkovým snížením citlivosti, ale nemožností vnímat určité kmitočty nebo oblasti kmitočtů. Sluch se vyšetřuje speciálním audiometrickým měřením, ale tak daleko to nenechte dojít. Chraňte si svůj sluch a sluch ostatních.

Ještě k “decibelům“

V Malé škole v č. 1/1999 jsme probírali výpočet decibelů podrobně. Výborným prostředkem je například tabulkový

– dokončení na str. 37 –

Elektronická laboratoř "300 v 1"

stavebnice elektronických obvodů – bez pájení

Elektronická laboratoř Maxitronic, kterou firma GM Electronic představila ve své předvánoční nabídce, mnohé z vás zaujala. Představujeme vám ji tedy podrobněji spolu s některými postřehy, zaznamenanými při jejím zkoušení.

Stavebnice v sobě skrývá základní panel s nepájivým kontaktním polem a dalšími velkými součástkami – tlačítky, prepínačem, potenciometrem, ladícím kondenzátorem, ferritovou anténou, nf transformátorem, reproduktorem, LED, sedmisegmentovým displejem a dalšími díly a také s pružinovými kontaktními vývody. Ostatní součástky – tranzistory NPN i PNP, operační zesilovač, koncový nf zesilovač, jakož i C-MOS integrované obvody 4011, 4027 a další, spolu s rezistory a kondenzátory a propojovacími vodiči jsou v zásobnících. Stavebnice je napájena z baterie 1,5V článků,

takže lze používat napětí od 1,5 do 9 V. V průvodní knize je v několika kapitolách přehledně uspořádáno 300 pokusů. U každého je schéma zapojení, přehledný obrázek skutečného propojení na nepájivém kontaktním poli a stručný popis v angličtině, francouzštině a dalším němčině. Je to výborná pomůcka pro výuku práce s originální technickou dokumentací, se kterou budoucí odborníci budou přicházet do styku. Ačkoli je celá stavebnice koncipována pro úplné začátečníky od 10 let, je vhodné, aby mladý kutil byl veden (alespoň z počátku) zkušenějším elektronikem nebo učitelem odborných předmětů.

Ostatně, tato stavebnice se výborně hodí i pro školství. V některých školách nebo odborných učilištích se dodnes

používá populární "kufr" MEZ ELEKTRONIK, obdobná elektronická stavebnice s pružinovými kontakty. V naší představované stavebnici Maxitronic je však navíc nepájivé propojovací pole a možnost používání integrovaných obvodů. Pokud si i průmyslovák v maturitním roce chce ověřit, že už všechno ví a všechno zná, má báječnou příležitost naučit se ještě další spoustu věcí, o kterých neměl tušení, ale hlavně si je prakticky vyzkoušet.

V prvních šesti pokusech se předvede několik zajímavých ukázek: elektronický ptáček,

Co všechno umí operační zesilovač, Seznamte se s výkonovým zesilovačem v IO, Výlet do digitálního světa, Další dobrodružství v digitální říši. Obvody, které počítají, Přibližujeme se k počítačům, Zábava v digitální říši, Spojenectví Analogů a Digitálů, Nová úžasné překvapení, Obvody pro zkoušení a měření.

A jaké "elektronické projekty" můžete vytvořit? Například tranzistorový přijímač. Varhánky s IO. Alarm proti zlodějům. Indikátor stavu baterie. Zpožděný časovač. Elektronická hra. Napětím řízený zesilovač. Multiplexer. Vícenásobný čítač.

Digitální stmívání světla. Generátor dávky zvuku. Sledovač audiosignálu. Elektronická svíčka. Měřič hladiny zvuku. Detektor kovů. Detektor deště. Alarm poklesu napětí. Logická sonda. Generátor funkcí. Stroboskop. A ještě mnohem, mnohem víc!

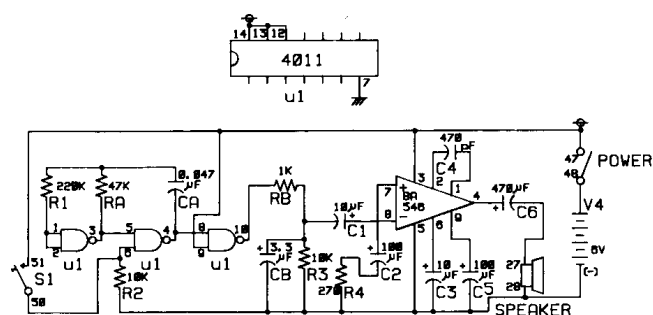
Nečekejte

sice zázraky, jsou to opravdu

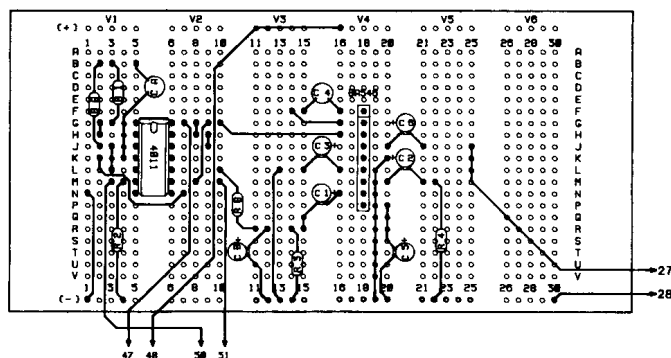
jednoduchá základní zapojení různorodých funkcí, která lze sestavit bez pájení a měřících přístrojů. Tuto stavebnici si můžete sami rozšiřovat dokoupením součástek, například o další logické obvody, zapojení s časovačem 555, jiným druhem nf zesilovačů, dalších barevných LED, atd, atd. Máte výchozí panel se zdrojem a inspirací pro začátek.

Schématy v příručce jsou kreslena s použitím pro nás zpočátku nezvyklých schématických značek, ale snad žádný servisní technik nečeká, že mu někdo

který pípá ve dne a ve tmě zmlkne, ukázka, jak pracuje jednoduché AM tranzistorové rádio, elektronické naslouchadlo, ve kterém je místo mikrofону zapojený reproduktor, zvuk sirény americké dálniční policie, digitální ruleta a elektronické varhánky. Ve druhé kapitole se výuka vrací pěkně na začátek. Jednotlivé kapitoly mají názvy: Elektronické "stavební kostky", Nechme elektroniku pracovat, Něco z radio-techniky, Zvuková ZOO a továrna na zvuky, Elektronické vyhodnocovací obvody,



Ukázka obrazové přílohy jednoho z projektů



R1 220KΩ	R4 270Ω	C1 10μF	C4 470pF	CA 0.047μF
R2 10KΩ	RA 47KΩ	C2 100μF	C5 100μF	CB 3.3μF
R3 10KΩ	RB 1KΩ	C3 10μF	C6 470μF	

bude překreslovat originální servisní dokumentaci podle našich norem, stejně jako na dovolené v cizině nebudeme vyžadovat knedlíky.

Zhodnocení

Při střízlivém pohledu se tato stavebnice jeví jako vhodná pro úplné začátečníky a zájemce o elektroniku asi tak od 13 let nejlépe pod odborným vedením, a také pro školy. Například pro doplnění výuky učebního oboru mechanik elektronik nebo mechanik elektronických zařízení a podobných, od 1. ročníku až po závěrečné zkoušky, nebo pro elektrotechnické průmyslové školy a zájmové kroužky. Pokud jde o cenu, je dobré si uvědomit, kolik hodin lze se stavebnicí užitečně strávit ve srovnání s jednoúče-

lovými stavebnicemi za podobnou cenu. Něco se přece jenom bude muset dokoupit. Naprostá nutnost bude přehledný zásobník na součástky. Nízká plochá krabice s mnoha přihrádkami pro součástky tříděné podle druhu a hodnoty, nebo alespoň polystyren na napichování. Další nutnost bude alespoň ten nejjednodušší multimetr, aby bylo možno měřit hodnoty rezistorů, protože se jejich barevný kód časem bude stírat a bude špatně viditelný. Také bude časem zapotřebí při pochybách přezkoušet tranzistory a změřit napětí baterie. Lupa používaná sběrateli známek usnadní čtení hodnot na součástkách. Lékařská pinzeta se zakulacenými a plochými špičkami je vhodná pro zakládání součástek. Pinzeta z manikury s rovnými čelistmi je vhodná na vytrhávání

chloupků, ale pro uchopení drátků nepoužitelná. Tabulka s barevným kódem není nutná, ale usnadní hledání rezistoru s potřebnou hodnotou. Stranové štípací kleště, kapesní nůž a drátky s barevnou izolací pro doplnění a nahrazení použitých drátků. A jistě také katalog součástek a další vhodná literatura.

Více informací získáte buď u prodejce, tedy společnosti GM Electronic, nebo na domovské internetové stránce výrobce: www.maxitronix.com (případně lze také zaslat dotaz e-mailem na adresy: buď maxitron@ms21.hinet.net, nebo také maxitron@netvigator.com).

Prodejny společnosti GM Electronic nabízejí elektronickou laboratoř Maxitronix "300 v 1" za 3 450 Kč (vč. DPH).

– Hvl –

– pokračování ze str. 35 – "Malá škola..." –

editor Calc602. Spousta "Excelistů" ho již opustila i proto, že jim nešel na Pentiu s taktovací rychlostí větší než 200 MHz spustit. Na obrazovce se objeví tajemný nápis RUN TIME ERROR 200 a tma..., což je problém i dalších programů psaných pod Turbo Pascalem. Vysvětlení je pro uživatele trochu záhadné, ale řešení je velice snadné a prosté. Na Internetu se objevil prográmek Andrease Bauera TPPATCH.EXE, který stačí spustit napsáním jeho názvem s názvem opravovaného

ho programu, tedy například TPPATCH CALC602.EXE a vmžiku je Calc602 opraven a můžete ho ke své spokojenosti dál používat.

Tento program můžete získat v oddělení technické podpory Software602. Ostatně Calc602 jsme používali i při výpočtu a grafickém znázornění směrování parabolické antény na satelity na orbitu, lze ho použít pro výpočet kmitočtů podle čísla kanálu TV pásma, výpočty antén, atd.

Odkazy:

- [1] *Rádio plus-KTE*, č. 1/99
- [2] *Rádio plus-KTE*, č. 6/99
- [3] *Rádio plus-KTE*, č. 7/99
- [4] *Rádio plus-KTE*, č. 8/99
- [5] *AR B*, 1, 2, 3/98
- [6] *Sdělovací technika* 8/88
- [7] andi.tio@hit.handshake.de
- [8] www.software602.cz

– Hvl –

– pokračování ze str. 33 – "Vybrali jsme..." –

napětí U_{OUT} převést teplotu měřenou některým teplotně závislým rezistorem s odporem $R(T)$, např. platinovým měřicím rezistorem. Pro takový obvod platí:

$$U_{OUT} = R_L \cdot \frac{(R_1 + R_2)}{R(T) \cdot R_2} \cdot U_{REF} \quad (5)$$

V proudovém režimu pracuje i převodník pro měření teploty termočlánkem typu K (Chromel-Alumel) na obr. 21, doplněný o kompenzaci chyby vznikající kolísáním teploty srovnávacího konce termočlánku. Tuto teplotu měří integrovaný senzor teploty LM134. Pomocí tohoto obvodu se převádí měřená teplota v rozsahu od 200 do 700 °C na proud 1 až 5 mA. Analogický převodník převádějící teplotu měřenou termočlánkem tentokrát na napětí je na obr. 22. Tentokrát je stejný teplotní rozsah převeden na napětí 4 až 20 V mezi svorkami + a -.

Velmi často se při měření neelektrických veličin, které lze převést na malé změny elektrického odporu (např. tenzometry pro měření mechanických defor-

mací) využívá můstkového zapojení. Pomocí LM10 lze v tomto případě zajistit i napájení můstku konstantním napětím, signál zpracovat a převést v podobě úměrného proudu na délku dvou vodičem. Možné zapojení je na obr. 23.

Mikrofonní zesilovač

Jako zajímavost lze uvést zapojení mikrofonního zesilovače na obr. 24, které využívá obou zesilovačů na čipu LM10. Jeho předností je, že vystačí s napájením pouze 1,5 V, tedy z jediného článku. Zesilovač referenčního zdroje je použit jako předzesilovač se zesílením 100. Jeho výstup je spojen s potenciometrem pro nastavení zesílení R_4 , ze kterého přichází na operační zesilovač zapojený tak, že má zesílení -10. Tato kaskáda má tedy zisk 60 dB a to při šířce pásma 10 kHz bez zátěže a 5 kHz se zátěží 500 Ω. Vstupní impedance je 10 kΩ. Signál na výstupu referenčního zdroje (1) by neměl klesnout pod 150 mV a přiblížit se k +U blíže než na 800 mV.

Závěr

Právě končící text dalšího dílu našeho seriálu snad dostatečně dokumentoval avizovanou širokou oblast použití unikátního obvodu LM10, kterou umožňuje sdílení dvou důležitých analogových funkcí jedním čipem. Popis většiny uvedených aplikací byl tentokrát i vzhledem k jejich jednoduchosti v některých případech zkrácen. I tak snad potenciálním uživatelům poskytl nejen představu o možnostech LM10, ale samozřejmě také inspiraci k jeho dalším aplikacím.

Prameny:

- [1] *LM10 Operational Amplifier and Voltage Reference. Katalogový list. National Semiconductor Corporation.*
- [2] *R. J. Widlar: New Op Amp Ideas. Aplikáční pozn. č. 211. National Semiconductor.*
- [3] *R. A. Pease: Simple Circuit Detects Loss of 4 – 20 mA Signal. Aplikáční pozn. č. 300. National Semiconductor.*