

Obsah

Konstrukce

Inteligentní regulátor teploty (č. 487, 488)	str. 5
Megafon	str. 11
Nf usměrňovač k DMM (č. 483)	str. 12
Připínač zvuku k nf signálu (č. 484)	str. 13
Elektronická myš (č. 485)	str. 15
Sledovač signálu (soutěž)	str. 16
Regulace topné vody (soutěž)	str. 18

Vybrali jsme pro vás

Zajímavé IO v katalogu GM Electronic:	
17. Přesný senzor teploty LM35CZ	str. 20
Zajímavé obvody SGS-Thomson:	
ACS102-5T1 – nízkovýkonový spínač st napětí s přepěťovou ochranou	str. 25

Teorie

Jak se rodí profesionální DPS, 5. část	str. 26
--	---------

Představujeme

Piezoelektrické měniče	str. 30
------------------------------	---------

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 46. část	str. 31
---	---------

Zajímavosti a novinky

Laditelný krystalový oscilátor	str. 34
Tenké baterie Li-ion	str. 35

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

Vážení čtenáři,

jako hlavní stavebníci ("z titulní strany") Vám nabízíme inteligentní regulátor teploty, respektive v tomto čísle úvodní část. Je součástí uceleného řešení a předpokládáme, že mnohé z Vás zaujme. Také další stavebnice, byť mnohem jednodušší, si jistě najdou cestu k mnohým z Vás. Těší nás Váš zájem o stavebnice Rádio plus-KTE, který poslední dobou znatelně vzrostl. "Horkým hitem" je bezkonkurenčně hledač elektrického vedení (č. 479), ale také další zajímavé stavebnice Vás evidentně zaujaly (např. č. 481 – nabíječ alkalických článků RAM). Někteří z Vás se na naši redakci obracejí se žádostí o staré stavebnice (č. 001 až 320); ty ale bohužel již nedodáváme. Obracejte se na firmu ELTIP (viz inzerát na str. 40).

Do tohoto čísla firma SEND předplatné vkládá našim abonentům složenky, aby si mohli zajistit předplatné na rok 2001. Věříme, že všichni uvítáte, že také v příštím roce budou ceny nezměněné, tedy: pro předplatitele číslo za 20 Kč (na rok tedy 240 Kč), v prodejní síti číslo za 25 Kč; na Slovensku (u GM Electronic Slovakia v Bratislavě) roční předplatné 324 Sk (27 Sk za číslo) a na pultu á 31,80 Sk. V této souvislosti se obracíme na všechny, kteří jste si ještě předplatné nezařídili: neváhejte, předplatné je pro Vás velmi výhodné. Už jen díky ceně, ale navíc: Váš výtisk je doručován v průhledném PE obalu a pravidelně, což v době, kdy na mnoha prodejních místech není k dispozici (o situaci s distribucí na Slovensku raději ani nemluvě).

Je tu opět podzim a chladné, větrné počasí, které nám jistě umožní trávit více času v teple svých domovů, kutilských dílen a na jiných příjemných místech – tak ať si to užijete a povede-li se Vám zkonstruovat nějaký dobrý "kousek", vzpomeňte si na redakci svého magazínu elektroniky.

Vaše redakce

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

10/2000 • 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: Společnost 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.

electronica 2000

Výstava **electronica 2000**, hlavní světový veletrh elektroniky, otevírá setkání v mezinárodním oboru v tomto roce slavnostním zahájením veletrhu prostřednictvím **electronica 2000 gala**. V předvečer veletrhu, v pondělí 20. listopadu 2000, se sejdou zástupci vystavujících podniků, jejich obchodní partneři, osobnosti veřejného života a zástupci elektronického oboru v mezinárodním kongresovém centru ICM. Mezi exkluzivním obědem, mezinárodním zábavním představením a informacemi z finančního světa se mohou účastníci věnovat stávajícím obchodním vztahům a navázat nové kontakty.

Celá řada návštěvníků výstavy **electronica** v tomto roce opustí výstaviště s novým laptopem, handym nebo organizérem. V atraktivní hře o ceny budou každý den výstavy **electronica**, která se v tomto roce koná od 21. do 24. listopadu 2000 na ploše Nového mnichovského výstaviště, vylosovány hod-

notné ceny. Zúčastnit se mohou všichni návštěvníci. Výherní hru provozuje pořadatel **electronica 2000**, Veletrh Mnichov GmbH s novými vstupními pravidly: při zakoupení vstupenky musí návštěvník vyplnit krátký formulář, který spolu se svou vizitkou odevzdá na pokladně. Zpětně obdrží svou **electronica**-vstupenku a možnost zúčastnit se hry o ceny: jeden díl puzzle, který již možná znamená výhru laptopu.

Zda-li je díl puzzle výherní zjistí ten, kdo půjde ke hracímu stolu v hale C1. Tam jsou postaveny čtyři stěny puzzle, které mají rozdílnou barvu. U všech čtyřech puzzle chybí díly. Pomocí zasazení svého dílu vyzkouší účastník pouze na barevně shodném puzzle, zda je majitelem chybějícího dílu. Vlastní-li chybějící díl, stává se výhercem.

Každý den budou losovány ceny: laptopy, mobilní telefony a organizér. Jména výherců budou zveřejněna v hale C1.

Údaje na vizitkách návštěvníků výstavy **electronica** budou na veletrhu shromážděny

a uloženy v **electronica-databance**. S novými pravidly získá veletrh v Mnichově informace, které umožní v budoucnu výstavu **electronica** lépe uspořádat podle potřeb a přání návštěvníka a umožní při budoucím pořádání lepší informovanost.

Thomas Rehbein, zástupce vedoucího oblastního obchodu Neue Technologien odpovědný za veletrh **electronica** k tomu říká: „Evidence návštěvnických údajů je v Německu v začátcích. Kdo pravidelně navštěvuje veletrhy v zahraničí, je s těmito metodami nejlépe obeznámen. Údaje, které pomocí nových pravidel obdržíme, nám pomohou k orientaci a plánování při budoucím pořádání a slouží pro naše výhradní použití.“

Tisková mluvčí: Angela Präg, Pressereferentin electronica, tel.: +49/(0)89/949 20670, fax: +49/(0)89/949 20679; e-mail: praeg@messe-muenchen.de; mnoho informací také na <http://www.electronica.de>.

Veletrhy Pragoregula/El-Expo 2001

Ve dnech 6. až 9. března 2001 se na Výstavišti v Praze 7 - Holešovicích uskuteční tradiční komplex jarních technických veletrhů PRAGOTHERM (již 23. ročník mezinárodního veletrhu měřicí a regulační techniky), FRIGOTHERM, PRAGOREGULA a EL-EXPO (4. ročník specializované výstavy elektronické automatizační techniky a elektrotechniky), tentokrát ovšem ještě společně s plynárenským veletrhem INTERGAS.

Minulého ročníku Pragoreguly a El-Expo se zúčastnilo 120 vystavovatelů z Česka, Slovenska, Německa, Rakouska, Itálie, Izraele, Japonska, USA, Finska, Francie, Nizozemska, Velké Británie

a Švýcarska. Komplex veletrhů navštívilo 13 300 osob, hlavně odborníků.

Veletrhy si upevnilly své dobré postavení mezi ostatními akcemi v naší republice a v odborných kruzích je tradičně dobře hodnocen díky své specializaci, odborné úrovni a také díky kvalitě vystavovatelů a jejich exponátů. Zájem je také o doprovodný program, na kterém se spolu s pořadatelskou firmou podílí Ústav řídicí a automatizační techniky ČVUT (v roce 2000 byl zaměřen hlavně na průmyslovou automatizaci). Každoročně jsou také vyhodnoceny nejlepší exponáty.

Pořadající společnost Incheba Praha se koncem roku 1999 stala součástí ITE

Group, mezinárodní společností organizující prostřednictvím celosvětové sítě kanceláří a partnerů více než 250 veletržních akcí ve 25 zemích světa, což velmi posílilo jak výstavní činnost, tak i zvýšení počtu hlavně zahraničních vystavovatelů a také návštěvníků na jednotlivých veletržních akcích.

Incheba Praha, s.r.o. vás tímto srdečně zve na komplex svých jarních technických veletrhů a dává k dispozici spojení pro získání podrobných informací, přihlášek ap.

Ing. Kateřina Huclová, Incheba Praha, s.r.o., 111 21 Praha 1; tel.: 02/22894246, fax: 02/24235350; e-mail: k.huclova@incheba.cz; www.incheba.cz.

Elektrotechnika "2000" Ostrava se blíží

Ve dnech 21. až 23. 11. 2000 se uskuteční již 7. ročník elektrotechnického veletrhu nově na výstavišti Černá Louka v Ostravě. Výstaviště je profesionálně zajištěno pro konání veletrhů, včetně patrových garáží přímo v areálu výstaviště, které jsou určeny především pro vystavovatele. Kapacita je 370 stání. Naproti a z boční strany výstaviště jsou další velká záchytná parkoviště pro návštěvníky veletrhu. Areál výstaviště se nachází v samotném centru Ostravy, což se pozitivně odráží i na návštěvnosti výstav.

Další pozitivní informaci, kterou nám sdělil generální ředitel výstaviště Černá Louka Ostrava p. Karel Burda, je to, že v příštím roce se výstaviště rozroste o další výstavní halu, která bude spojena koridorem s pavilonem A. Nyní jsou k dispozici pavilony A, P.C a G a venkovní plochy před těmito pavilony. Celková inves-

tice (ukončena v roce 2002) bude činit přes 100 mil. Kč. V přední části výstaviště bude vstupní aula, která bude dotvářet celkový vzhled vstupní části areálu. Samozřejmě tím dojde i k rekonstrukci pavilonu A, P. Plocha výstaviště se zvýší o 3 000 m² kryté výstavní plochy.

V letošním ročníku je očekávána účast firem nejen z České republiky, ale i z Německa, Rakouska, Polska, Slovenska.

Uzávěrka je stanovena do 30. 9. 2000.

Srdečně Vás zveme k účasti na 7. mezinárodním elektrotechnickém veletrhu v Ostravě – areál Černá Louka.



Kontakt: BAEL – veletrhy a výstavy, Korunní 32, 709 00 Ostrava. tel./fax: 069/662 54 21; tel. 069/663 47 38, e-mail: bael@bael.cz; <http://www.bael.cz>.

Kontrolní a řídicí systém pro domácnost

Každý, kdo se někdy zabýval aplikacemi automatizační techniky v domácnosti, jistě ví, že je velmi výhodné propojit mezi sebou jednotlivé regulační celky tak, aby spolupracovaly. Lze tím ušetřit duplikaci určitých bloků; například mnoho automatů pracuje s reálným časem a není nutné, aby každý z nich měl své vlastní hodiny (obvod RTC). Jednak je tím možné ušetřit na ceně zařízení, ale také se částečně zjednodušuje obsluha celého systému (konkrétně u zmíněného příkladu odpadá pracná synchronizace hodin jednotlivých prvků systému). Existují sice systémy, které to umožňují, ale spíše se jedná o průmyslové aplikace, pro běžné amatérské použití finančně nedostupné. Jiné systémy jsou založeny na softwarových produktech. Dovolují volbu nepřehledného množství funkcí a parametrů, ale vyžadují ovládání z PC a každý si nemůže dovolit vyčlenit jeden počítač (trvale běžící) pracující jako server kontrolního systému.

Inteligentní regulátor teploty

stavebnice č. 487 a 488 – úvod — Jan David

Popisovaný systém je od počátku navrhován s ohledem na univerzálnost, jednoduchou amatérskou realizaci a samozřejmě tak, aby byl co možná nejlevnější. Jedná se o otevřený univerzální stavebnicový systém, kdykoli jej lze doplnit dalším blokem bez nutnosti složitějšího předělávání stávajících částí systému. Jádrem každého bloku je mikroprocesor řady 51, který obsahuje jako interní periférii rozhraní UART umožňující jednoduše realizovat komunikaci mezi jednotlivými bloky. Software pro každý blok je stavěn tak, aby bylo potřeba co nejméně zásahů uživatele při instalaci i při běžné obsluze za provozu systému. Systém obsahuje jednak autonomní bloky, které pracují naprosto samostatně a na datovou sběrnici vysílají pouze informace o stavu, ve kterém se nachází, a eventuálně hodnoty veličin, které zpracovávají, a dále dvojice či skupiny bloků, jejichž činnost je vzájemně vázána a jeden nemůže pracovat bez druhého (příkladem toho je první publikovaná část systému – regulátor teploty).

Pro komunikaci mezi jednotlivými částmi systému byla uvažována i možnost přenosu dat po síťovém rozvodu např. protokolem X10, ale to vyžaduje po-

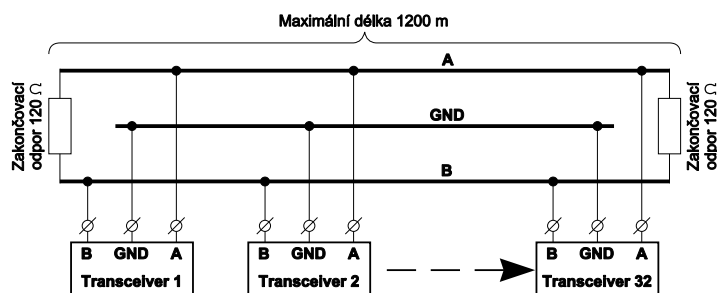
užívat poměrně komplikované vysokofrekvenční snímací a budicí obvody. Pro amatérskou stavbu je také velmi nevhodné, že každá část systému pak pracuje se životu nebezpečným síťovým napětím, a dodržet bezpodmínečně veškeré bezpečnostní a požární předpisy není jednoduché. Systém by dále musel obsahovat přenosové členy a filtry vřazené do síťové instalace, aby byly zaručeny podmínky EMC (elektromagnetická kompatibilita). Jinými slovy – bez speciálních měřicích přístrojů a potřebných znalostí se tímto způsobem vyrobí spíše spolehlivě rušící vysokofrekvenční vysílač. Na základě uvedených skutečností byla dána přednost komunikaci po standardním počítačovém rozhraní RS485 i za cenu nutnosti instalace kabelového rozvodu.

Rozhraní RS485

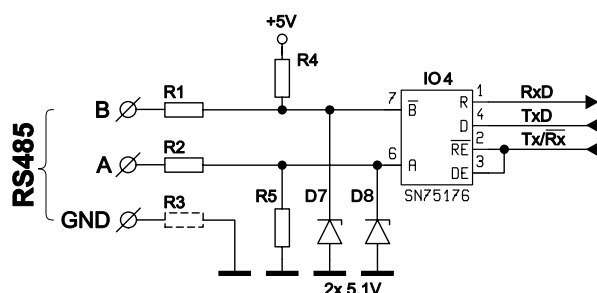
Podrobný popis rozhraní RS485 by byl příliš rozsáhlý, proto jen stručně: Rozhraní EIA RS485 (ISO 8482) je průmyslový standard komunikačního rozhraní, vzniklý v roce 1983 rozšířením možností rozhraní EIA RS422A (CCITT V.11). Rozdíl spočívá v možnosti připojení až 32 vysílačů (resp. transceiverů) na jednu sběrnici při poloduplexním provozu

(v poslední době jsou k dispozici integrované obvody umožňující propojení až 128 transceiverů).

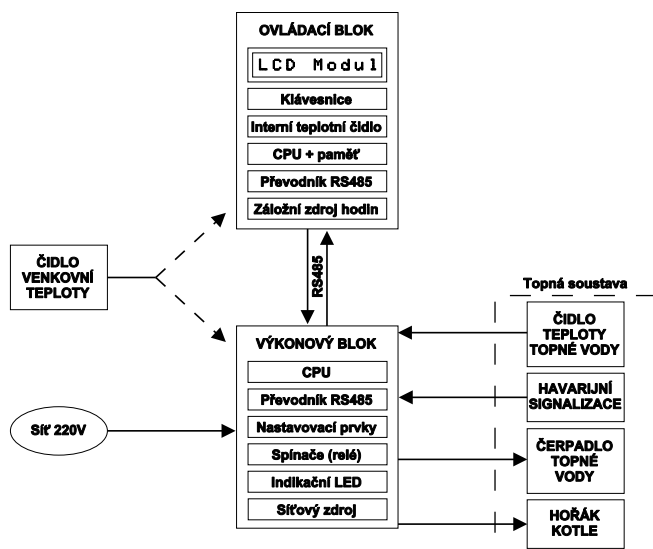
RS485 používá symetrické vedení, což zajišťuje velkou odolnost proti rušení indukovanému nebo jinak pronikajícímu do sběrnice vedení, které pak může mít délku až 1 200 m. Topologie vedení by měla mít strukturu "sběrnice", to znamená, že vedení je na obou koncích zakončeno definovanými odpory (tzv. terminátory, které omezují zpětné odrazy signálu na koncích vedení) a jednotlivé uzly (koncová zařízení nebo sběrnice oddělovače a rozbočovače) jsou pak připojovány na vedení kdekoli paralelně – viz obr. 1. Propojení mezi sběrnicí a uzlem by mělo být co možná nejkratší. Důležité je impedanční přizpůsobení jednotlivých uzlů. Pro RS485 je definována vstupní impedance uzlu $R_i = 12\text{ k}\Omega$ a výstupní impedance $R_o = 60\text{ }\Omega$. Budič sběrnice je vybaven zkratovou ochranou, zkratový proud mezi oběma vodiči sběrnice je 250 mA, mezi zemním vodičem a jednotlivými "živými" vodiči pak 150 mA. Zemní vodič sběrnice není pro přenos dat využíván, logické úrovně signálu jsou odvozeny z diferenčního napětí "živých" vodičů A a B dle obr. 2. To eliminuje pro-



Obr. 1 - Sběrnice RS485



Obr. 2 - Připojení RS485



Obr. 3 - Blokové schéma regulátoru

blémy s rozdílnými zemními potenciály uzlů připojených na jednu sběrnici.

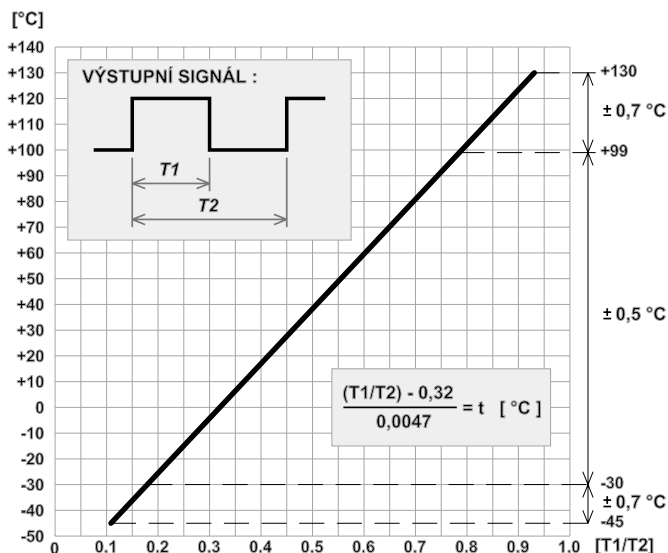
Maximální komunikační rychlost je podle původní specifikace 10 Mbit/s, objevily se ale už také aplikace s rychlostí 25 Mbit/s (např. s SN76ALS176). Maximální použitelná rychlost komunikace je pochopitelně závislá na délce a vlastnostech vedení. U krátkých vedení (jednotek metrů) je rychlost omezena pouze vlastnostmi budiče sběrnice, pak lze využívat maximální rychlosti. Pro delší vedení se již začínají uplatňovat ztráty způsobené kapacitou vedení a tzv. skin-effektem; obecně se uvádí vztah:

$$\text{BdRate} \times L < 10^8,$$

kde BdRate je komunikační rychlost [Mbit/s], L je délka vedení [m]. U extrémně dlouhých vedení (stovky metrů) již má vliv na maximální rychlost komunikace i ohmický odpor vedení, který by v žádném případě neměl být větší než vlastní impedance vedení, tj. cca 100 Ω . Pro realizaci vedení je ideální zkroucený pár vodičů, tzv. "Twisted Pair". Pro extrémně rušené prostředí (například pro průmyslové objekty) nebo při delším vedení může být stíněný. Stínění je pak použito jako zemní vodič sběrnice. Při krátkém vedení nebo při malé komunikační rychlosti (jednotky kbit/s) vyhoví prakticky jakýkoli kabel – i obyčejný zvonkový drát. Nedoporučuji však používat nízkofrekvenční stíněné kabely, protože mají příliš velkou kapacitu.

Každý uzel je připojen ke sběrnici pomocí svých vazebních obvodů. Pro rozhraní RS485 existuje mnoho specializovaných integrovaných budičů a snímačů nebo jejich kombinací od různých výrobců (Texas Instruments, National Semiconductors, Maxim a další), které se liší maximální rychlostí, velikostí vstupní impedance apod. Konkrétní zapojení

vazebního obvodu používaného v popísaném systému je uvedeno na obr. 3. IO1 je jeden z nejdostupnějších obvodů pro RS485. Pomocí vývodů 6 (A) a 7 (B) je přes ochranné odpory R1 a R2 připojen na sběrnici RS485. Odpory R4 a R5 určují napěťové úrovně vývodů 6 (A) a 7 (B) v klidovém stavu – bez nich by nebyla jednoznačně dána klidová logická úroveň, je-li IO1 v režimu příjmu a není-li na RS485 žádný signál. Zenerovy diody D8 a D7 omezují napětí na vývodech 6 a 7 IO1 na 0 až +5,1 V. Povolný rozsah napětí pro RS485 –7 až +12 V není v popísaném systému plně využit. Pomocí vývodů 2 (RE) a 3 (DE) IO1 se volí režim jeho činnosti (příjem / vysílání). Je-li RE = H a současně DE = L je IO1 úplně oddělen od sběrnice RS485. V našem případě však tento stav nepřipadá v úvahu, IO1 je vždy buď na příjmu, nebo vysílá. Směr komunikace je volen logickou úrovní na spojených vývodech RE a DE (příjem = L, vysílání = H). Pro eliminaci rušení a chyb přenosu vznikajících vlivem rozdílných zemních potenciálů jednotlivých transceiverů se doporučuje oddělit



Obr. 4 - Charakteristiky teplotního čidla

zemní vodič sběrnice (který se na přenosu dat nepodílí) od země logických obvodů transceiverů odporem R3. V popísané konstrukci tento odpor zapojen není, protože zemní vodič je současně využit pro rozvod napájecího napětí a na odporu R3 by vznikala nežádoucí napěťový úbytek.

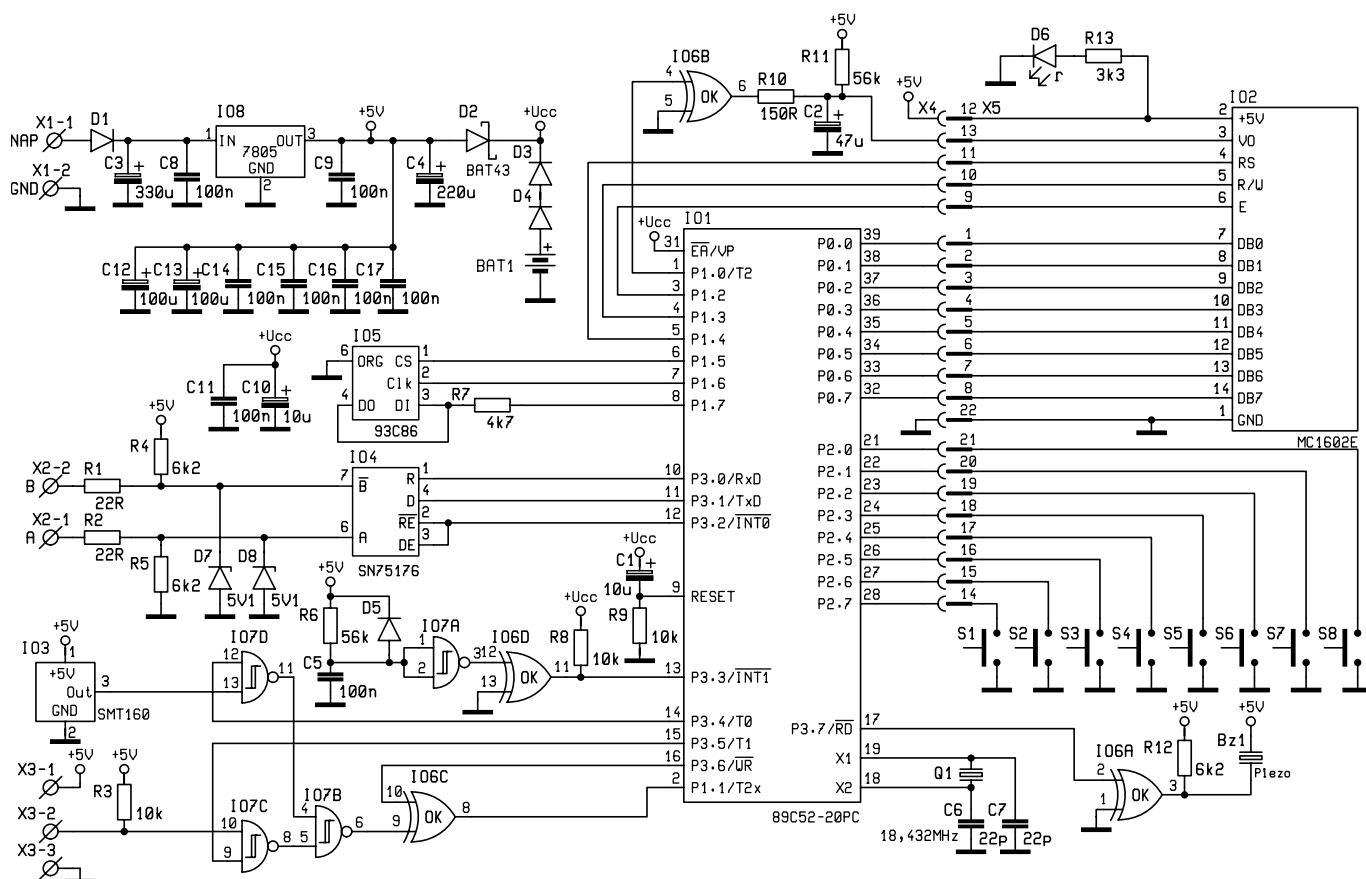
Komunikační protokol

V jednodušších sestavách popisovaného systému je používána komunikace typu Master / Slave, kde jeden určený blok je hlavní ("Master") a všechny ostatní připojené bloky jsou podřízené ("Slave"), tzn. veškerou komunikaci řídí hlavní blok, ostatní bloky data přijímají nebo vysílají pouze na jeho pokyn.

V rozsáhlejších systémech už by tento způsob komunikace nevyhovoval. Řídící blok se totiž při Master / Slave komunikaci musí cyklicky dotazovat všech podřízených, zda mají nějaké nové údaje, a při větším počtu bloků to vede k neúnosnému zhuštění toku dat po sběrnici. Proto je ve větších systémech aplikována komunikace typu Multimaster,

napájecí napětí	4,57 – 7 V
napájecí proud	max. 200 μ A
odolnost proti zkratu na výstupu	plně v rozsahu napájecího napětí
výstupní proud do zkratu	max. 40 mA
maximální teplotní rozsah	175 °C (-45 °C až +135 °C)
přesnost měření	$\pm 0,7$ °C (-45 °C až +135 °C)
	$\pm 0,5$ °C (-30 °C až +99 °C)
	max. $\pm 0,25$ °C (při 23 °C)
chyba kalibrace	max. $\pm 0,2$ °C
nelinearita	max. 0,1 °C / 1 V
závislost na napájecím napětí	max. 0,1 °C
dlouhodobý teplotní drift	od 1 do 4 kHz
výstupní kmitočet	0,32 / 0 °C
střída výstupního signálu	TTL, CMOS
kompatibilita výstupního signálu	

Tab. 1 - Základní technické údaje teplotního čidla



Obr. 5 - Schéma zapojení stavebnice č. 487 (ovládacího bloku)

kde za určitých podmínek může kterýkoli z připojených bloků převzít funkci řídicího bloku.

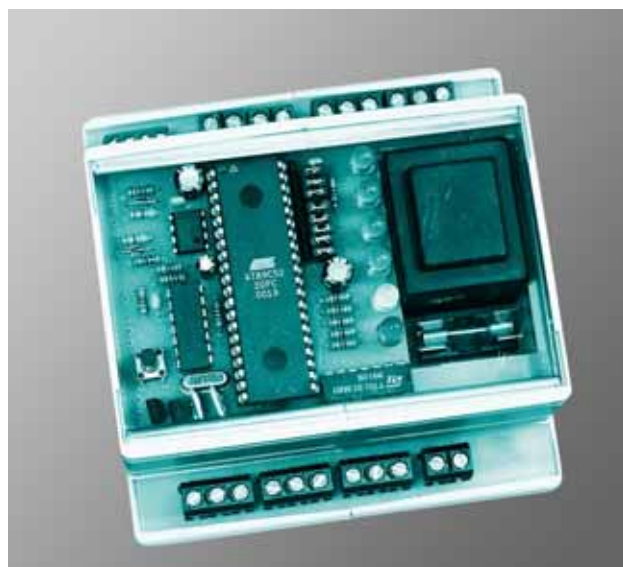
Regulátor teploty

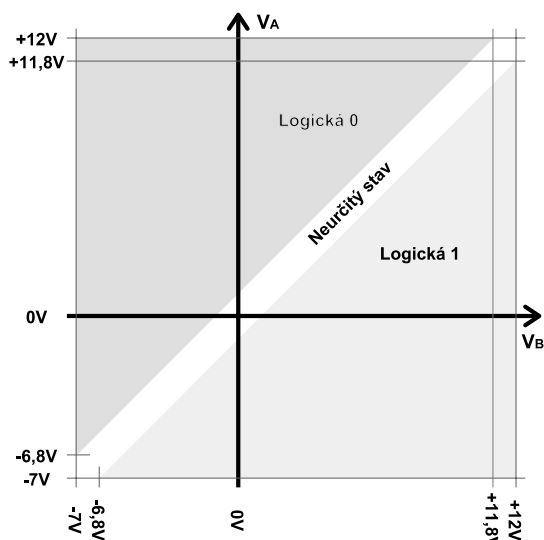
Popsaný regulátor teploty je poněkud inteligentnější než obyčejný (byť programovatelný) termostat. Je určen k automatickému ovládání plynových nebo elektrických kotlů ústředního vytápění pro byty nebo menší objekty (viz jeho blokové schéma). Fyzicky sestává ze dvou hlavních částí (ovládacího a výkonového

bloku) a dvou externích teplotních čidel. Ovládací blok je umístěn v referenční místnosti, jeho součástí je čidlo měřící teplotu vzduchu. Komunikace s uživatelem probíhá pomocí znakového displeje z tekutých krystalů (dva řádky po šestnácti znacích) a osmitlačítkové klávesnice. Ovládací blok je mozem celého regulátoru. Jeho paměť obsahuje všechny uživatelsky volitelné parametry a současně jsou v ní uloženy údaje o hodnotách teplot naměřených během posledního týd-

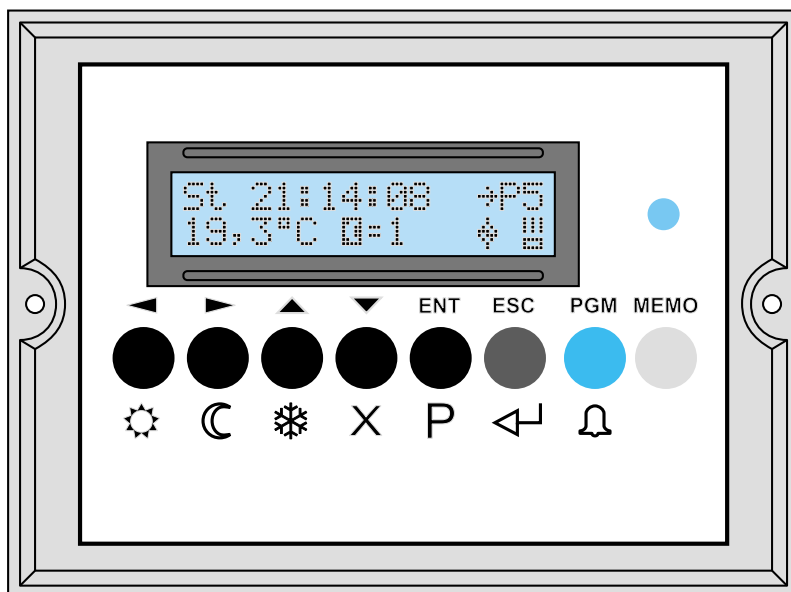
ne. Díky tomu je umožněno jisté předvídání při výpočtech, což se při dobré vůli dá nazvat inteligencí. V řídicím mikropočítači ovládacího bloku jsou softwarově vytvořeny hodiny běžící v reálném čase, a proto je jeho součástí i záložní zdroj (baterie).

Pomocí rozhraní RS485 komunikuje ovládací blok obousměrně s výkonovým blokem umístěným poblíž kotle (při komunikaci je vždy ovládací blok "Master", výkonový blok je "Slave"). Výkonový blok





Obr. 6 - Rozsah napětových úrovní RS485



ovládá pomocí reléových spínačů čerpadlo topné vody a hořák (nebo stykač topných spirál) kotle. Okamžitý stav systému je indikován pomocí šesti LED. Přizpůsobení různým typům kotlů se provádí vhodným nastavením jumperů (uvnitř bloku). Výkonový blok snímá také signalizaci havarijních stavů či poruch, pokud je jí kotel vybaven. Blok obsahuje síťový zdroj, z něhož se napájí i ovládací blok.

Součástí systému regulátoru jsou i další dvě teplotní čidla. Jedno snímá teplotu topné vody. Je umístěno na výstupním potrubí z kotle a připojuje se k výkonovému bloku. Druhé čidlo měří venkovní teplotu a může být volitelně připojeno buď k ovládacímu, nebo k výkonovému bloku dle výhodnosti připojení. Pro měření všech potřebných teplot využívá regulátor výborných vlastností čidel SMT160-30 nizozemské firmy SMART-TEC – viz tab. 1 a obr. 4. Zvláštností těchto čidel je, že měřená veličina (teplota) je přímo úměrná střídě výstupního signálu a nikoli jeho kmitočtu, který není

konstantní, liší se u jednotlivých kusů a mění se rovněž s teplotou čidel, jenže nedefinovaně.

Obvodové zapojení ovládacího bloku

Veškerou činnost bloku řídí 8bitový mikropočítač IO1 řady xC52, nulovací signál po připojení napájecího napětí generuje článek R9C1. Kmitočet interního oscilátoru IO1 určuje krystal Q1, kondenzátory C6 a C7 zajišťují stabilitu kmitů.

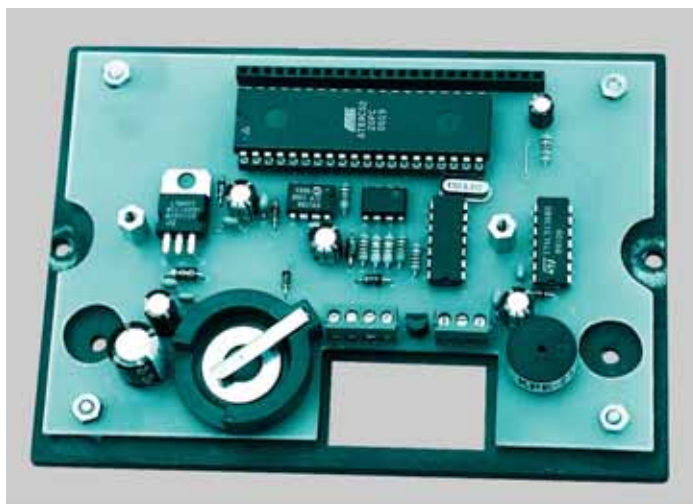
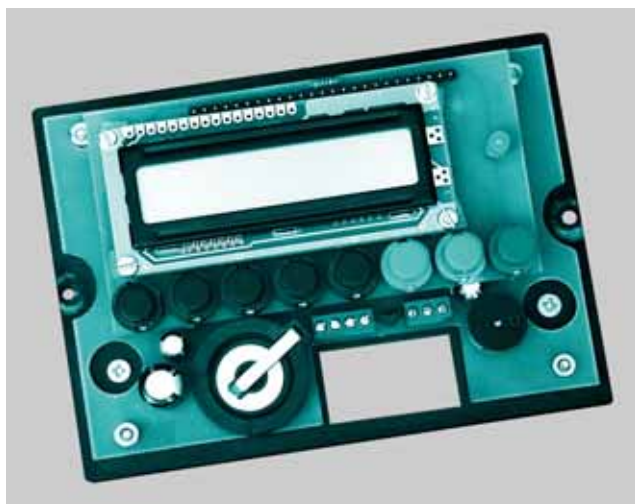
Sériová paměť EEPROM IO5 je určena pro ukládání dat a parametrů. Paměť je nonvolatilní, tzn. že udržuje stavy paměťových buněk i bez připojeného napájecího napětí. Zvolený typ paměti má výrobce zaručen minimálně jeden milion zápisových cyklů. Vstup i výstup paměti jsou obsluhovány pouze jedním bitem portu P3 mikropočítače IO1, toto řešení však vyžaduje zapojení sériového odporu R7, který omezuje proudovou špičku vznikající propojením vstupu a výstupu při provádění instrukce čtení

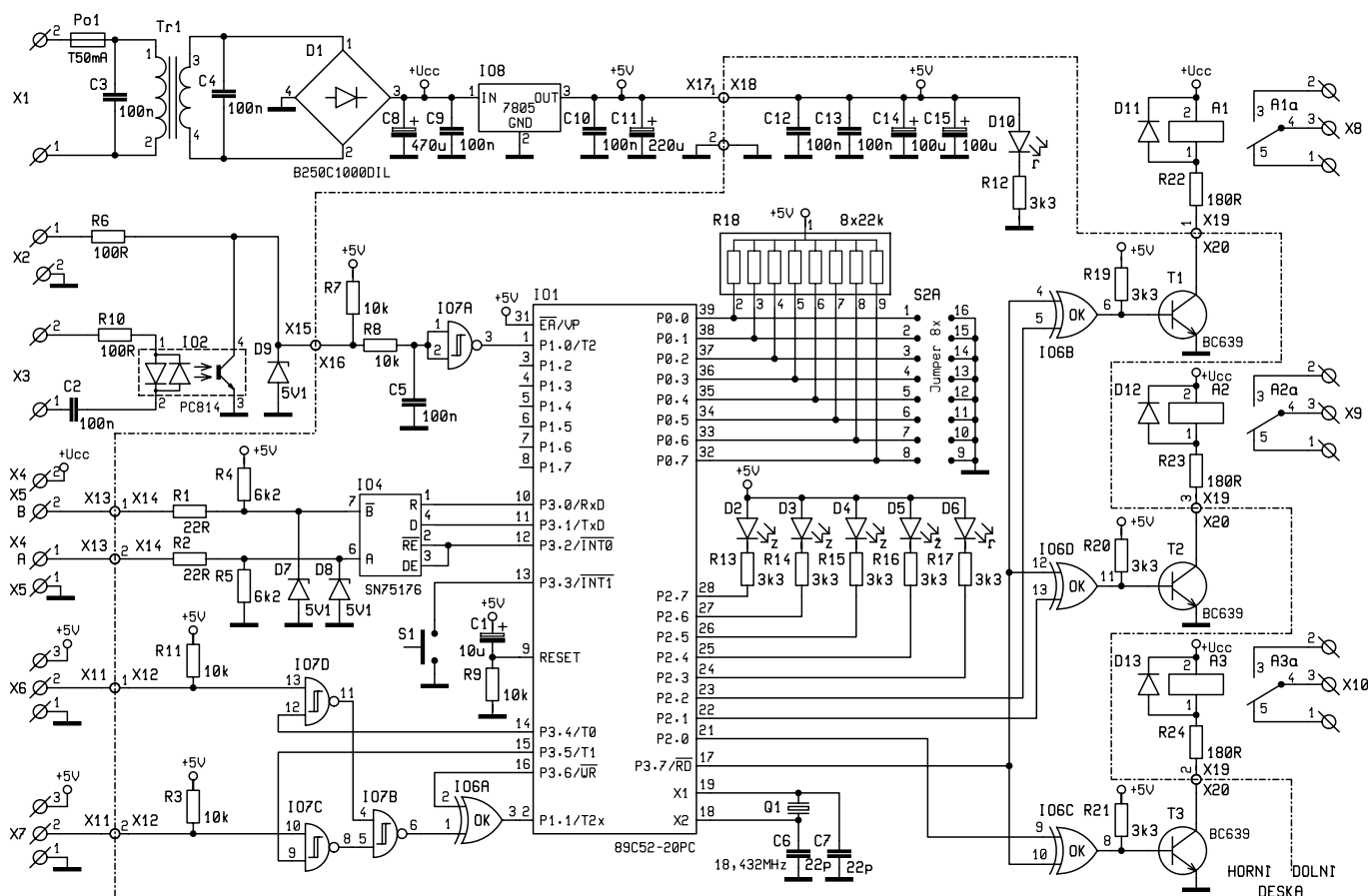
z paměti při přechodu ze zápisu adresy na vlastní čtení dat.

Obvod komunikačního rozhraní RS485 je zapojen standardně, tvoří jej odpory R1, R2, R4, R5, zenerovy diody D7, D8 a specializovaný integrovaný obvod IO4. Funkce jednotlivých součástek již byla rozebrána v popisu rozhraní RS485. Sběrnice, již jsou oba bloky regulátoru propojeny, se současně s přívodem napájecího napětí z výkonového bloku připojuje ke svorkovnicím X1 a X2.

Diody D1 vřazená do napájecí větve je ochranná, zabraňuje poškození ovládacího bloku při špatném připojení na sběrnici (přepólování apod.). Napájecí napětí přivedené z výkonového bloku je stabilizátorem IO8 sníženo na +5 V, kondenzátory C3, C4, C8, C9 a C12 až C17 jsou filtrační. LED D6 s omezovacím odporem R13 je trvale připojena na napětí +5 V a funguje jako indikátor zapnutí.

Aby nedošlo k porušení kontinuity běhu vnitřních hodin mikropočítače (tvořených softwarově), musí mikropočítač IO1





Obr. 7 - Schéma zapojení stovebnice č. 488 (výkonového bloku)

pracovat i při výpadku hlavního napájecího napětí. To je zajištěno záložním zdrojem se dvěma 3V články BAT1. Při normálním provozu je mikroprocesor IO1 napájen ze stabilizátoru IO8 přes schotkyho diodu D2, která má v propustném směru malý úbytek napětí, takže napětí U_{cc} je vyšší než napětí ze záložních článků po odečtení jeho úbytku na sériově zapojených diodách D3 a D4. Pro případ, že by stabilizátor IO8 měl napětí nižší, jsou na plošném spoji pájecí body (zkratované), které umožňují po přerušení spoje osadit další Schotkyho diodu. Protože v tomto případě přechází mikroprocesor do pracovního režimu se sníženým příkonem (tzv. I_{dle} mód), je životnost záložních článků značná. Napájecí napětí $+U_{cc}$ pro mikroprocesor je filtrováno kondenzátory C10 a C11.

Přítomnost hlavního napájení +5 V je vyhodnocována portem P3.3 mikroprocesoru (externí přerušení INT1). Po připojení napětí +5 V se přes odpor R6 začne nabíjet kondenzátor C5. S určitým zpožděním se pak skokem přepne hradlo IO7A (se vstupy vybavenými Schmittovými obvody) a následně i hradlo IO6D, jehož výstup přímo ovládá vstup INT1 mikroprocesoru. Hradlo IO6D má výstup s otevřeným kolektorem, aby byla při výpadku hlavního napájení na vstupu INT1 mik-

roprocesoru jednoznačně dána log. 1 pomocí odporu R8. Dioda D5 zajišťuje rychlé vybití C5 a zpětné překlacení hradel IO7A a IO6D v okamžiku výpadku hlavního napájení.

Tlačítka S1 až S8 jsou připojena přímo k portu P2 mikroprocesoru, eventuelní zákmitý vznikající na nich jsou eliminovány softwarově.

LCD modul IO2 komunikuje s mikroprocesorem 8bitově po jeho obousměrném portu P0. Kromě řídicích signálů Enable (E) a Register Select (RS) je použit i vývod Read/Write (R/W) LCD modulu. Pro pouhý zápis instrukcí a dat zobrazovaných znaků do LCD by mohl být vývod R/W trvale uzemněn, ale zde je část datové paměti (48 byte) řadiče LCD nepoužitá pro zobrazované znaky využívána jako externí RAM mikroprocesoru.

Hradlo IO6B spolu s odpory R11, R12 a kondenzátorem C2 tvoří jednoduchý převodník střída / napětí, takže kontrast zobrazení LCD modulu pak lze řídit softwarově pomocí PWM signálu na portu P1.0 mikroprocesoru.

Hradlo IO6A je pouze spínač piezosírenky BZ1, výstup mikroprocesoru P3.7 totiž nelze přímo zatížit proudem potřebným pro spuštění piezosírenky.

Hradla IO7B, IO7C a IO7D tvoří přepínač teplotních čidel – vestavěného IO3

a externího venkovního čidla připojeného ke svorkovnici X3. Odpor R3 určuje jednoznačně log. 1 na vstupu IO7C v případě, že čidlo venkovní teploty není připojeno (je připojeno k výkonovému bloku). Schmittovy obvody na vstupech hradla IO7C tvoří signál z externího čidla, který by mohl být rušením zkreslen např. při delším propojovacím vedení k tomuto čidlu. Pro vyhodnocování signálu z teplotních čidel je využíván časovač T2 mikroprocesoru pracující v záchytném režimu (tzv. Capture) a ovládaný sestupnou hranou na portu P1.1/T2EX mikroprocesoru. Vzhledem k tomu, že je nutné vyhodnocovat náběžnou i sestupnou hranu signálu, je před port P1.1/T2EX vložen řízený invertor tvořený hradlem IO6C.

Obvodové zapojení výkonového bloku

Jádrum bloku je opět osmibitový mikroprocesor IO1 řady xC52. Nulovací signál pro něj po připojení napájecího napětí generuje článek R9C1. Kmitočet interního oscilátoru IO1 určuje krystal Q1, kondenzátory C6 a C7 zajišťují stabilitu kmitů.

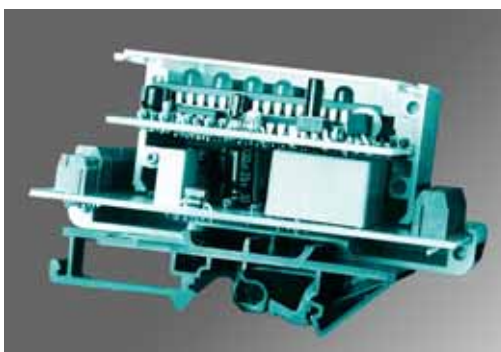
Obvod komunikačního rozhraní RS485 je opět zapojen standardně, tvoří jej odpory R1, R2, R4, R5, zenerovy diody D7, D8 a integrovaný obvod IO4. Funkce jednotlivých součástí již byla vysvětlena

v obecném popisu rozhraní RS485. Sběrnice, kterou jsou oba bloky regulátoru propojeny, se současně s vývodem napájecího napětí pro ovládací blok připojuje ke svorkovnicím X4 a X5.

Výkonový blok je vybaven obvody, které umožňují snímání indikace poruchových stavů kotle (pokud ovšem kotel tuto indikaci má).

Je-li indikace na kotli realizována pomocí napětí 220 V st (doutnavka ap.), přivádí se toto napětí na svorkovnici X3. Kondenzátor C2 omezuje proud diodami optočlenu IO2 na cca 10 mA, odpor R10 omezuje proudový ráz diodami optočlenu, pokud je indikační napětí připojeno ve vrcholu svého sinusového průběhu. Otevření výstupního tranzistoru optočlenu IO2 pak způsobí překlopení hradla IO7A se zpožděním daným článkem R8C5. Zpožděním signálu se vyloučí možnost aktivace vyhodnocovacích obvodů krátkými rušivými impulzy. Stav výstupu hradla IO7A je cyklicky vyhodnocován pomocí portu P1.0 mikropočítače. Po odeznění poruchy se výstupní tranzistor optočlenu IO2 zavře, kondenzátor C5 se začne přes odpory R7, R8 nabíjet a to po chvíli způsobí zpětné překlopení hradla IO7A. Toto hradlo má vstupy vybaveny Schmittovými klopnými obvody, které zajišťují jeho strmé překlápění.

Je-li indikace realizována malým napětím (LED, žárovka apod.), pracuje snímací obvod shodně, ale je třeba nahradit kondenzátor C2 drátovou propojkou a hodnotu odporu R10 změnit dle velikosti indikačního napětí tak, aby přes LED optočlenu IO2 protékal proud cca 10 mA. Na polaritě indikačního napětí nezáleží, protože optočlen IO2 obsahuje dvě anti-parallelně zapojené LED – vždy bude svítit aspoň jedna. Z toho také vyplývá, že je lhostejné, zda je indikační napětí stejnosměrné či střídavé. Je-li kotel vybaven galvanicky odděleným spínacím kontaktem



(relé), připojuje se tento kontakt ke svorkovnici X2. Funkce snímacího obvodu je opět stejná s tím rozdílem, že otevření tranzistoru optočlenu IO2 je nahrazeno sepnutím indikačního kontaktu. Odpor R6 a zenerova dioda D9 chrání vstupy hradla IO7A před přepětím (možnost indukční vazby při souběhu vodičů indikačního kontaktu se silovými vodiči). Nemá-li kotel topení indikaci poruch, zůstanou svorkovnice X2 a X3 nezapojeny.

Tlačítkem S1 se manuálně potvrzuje odeznění poruchy kotle, aby bylo zaručeno, že nedojde např. k pokusu o zapálení hořáku kotle při úniku plynu ap.

Pomocí 8 propojek připojených k portu P0 mikropočítače IO1 se volí systémové nastavení při ožívování. Vzhledem k tomu, že port P0 mikropočítače je třístavový, jsou všechny jeho bity připojeny k napájecímu napětí pomocí odporové sítě R18, aby byla při rozpojené propojce jednoznačně dána logická jednička na odpovídajícím bitu portu P0 mikropočítače.

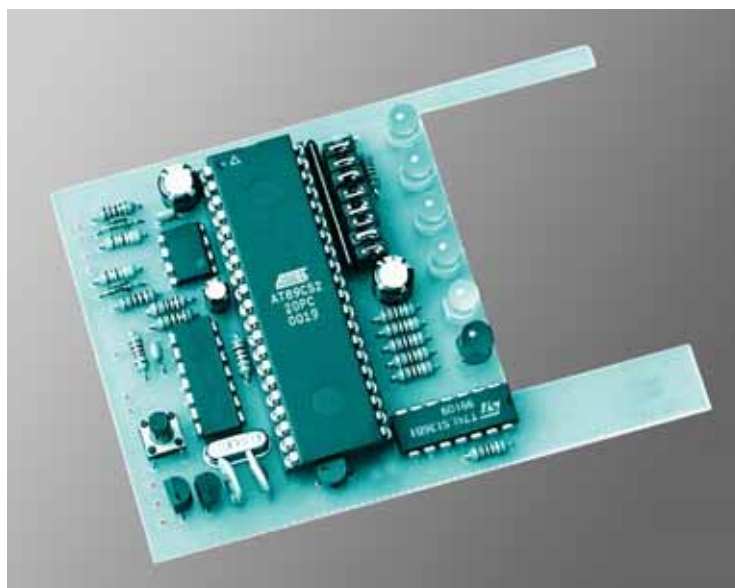
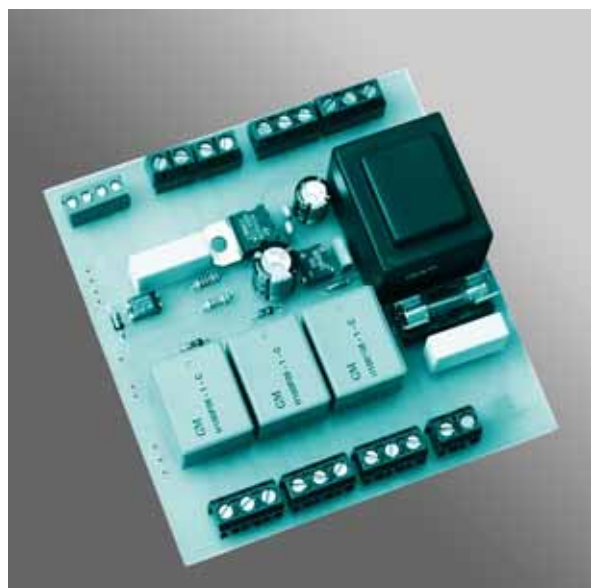
Hradla IO7B, IO7C a IO7D tvoří přepínač teplotních čidel – čidla topné vody připojeného ke svorkovnici X6 a externího venkovního čidla připojovaného ke svorkovnici X7 (volitelně). Odpory R3, R11 určují jednoznačně logickou jedničku na vstupech IO7C, resp. IO7D v případě, že čidla nejsou připojena. Schmittovy obvody na vstupech hradla IO7C, resp.

IO7D tvoří signály z čidel, které by mohly být rušením zkresleny např. při delším propojovacím vedení k čidlům. Pro vyhodnocování signálu z teplotních čidel je opět využíván časovač T2 mikropočítače, vstupu P1.1/T2X mikropočítače je opět předřazen řízený inverter tvořený hradlem IO6A. LED D10 s omezovacím odporem R12 je trvale připojena na napětí +5 V a funguje jako indikátor zapnutí. LED D2 a D6 jsou přes omezovací odpory R13 až R17 rozsvíceny mikropočítačem a informují obsluhu o okamžitém stavu celého systému.

Kontakty relé A1 až A3 řídí chod oběhového čerpadla topné vody a provozní režim hořáku (nebo topných spirál) kotle. Dle individuální potřeby lze využít buď spínací, nebo rozpínací kontakt. Relé jsou spínána tranzistory T1 až T3 pomocí hradel IO6B až IO6D. Odpory R19 až R21 jsou nutné pro otevření tranzistorů v případě log. 1 na výstupech hradel IO6B až IO6D, které mají otevřené kolektory. Rezistory R22 – R24 omezují napětí na cívkách relé. Protože jejich napájení je realizováno přímo ze sekundárního vinutí transformátoru, jehož napětí může při malém odběru proudu vzrůst až o 70 %.

Součástí bloku je síťový zdroj, ze kterého je napájen i ovládací blok regulátoru. Síťový přívod se připojuje ke svorkovnici X1 a je jištěn tavnou pojistkou PO1. Transformátor zdroje TR1 má paralelně k oběma vinutím připojeny odrušovací kondenzátory C3 a C4. Tyto kondenzátory odstraňují rušivé napěťové špičky pronikající ze síťového rozvodu, které by mohly ovlivňovat činnost obvodů výkonového bloku. Střídavé napětí ze sekundární strany transformátoru je usměrněno diodovým můstkem D1 a stabilizováno na +5 V IO8. Kondenzátory C8 až C15 jsou filtrační.

– pokračování příště –



Megafon

aneb každý začátečník ocení jednoduchá zapojení, na kterých není co zkazit

Václav Rybníkář

Rozhodli jsme se zaslat na vaši adresu zapojení megafonu z roku 1976 (AR/B), jež do posledního písmenka vystihuje přísloví „v jednoduchosti je síla“!

Zapojení se skládá (případně spájí) z pěti součástek:

- výkonový tranzistor – PNP (šipka dovnitř) GC 500 – starý germaniový tranzistor, který je k dostání v každém starém TV nebo radiopřijímači, který „to“ má za sebou (jestli nemá, tak mu pomozte!...);
- uhlíkový mikrofon – telefonní vložka ve starých (!) telefonních přístrojích a budkách; bohužel je možno použít pouze uhlíkové vložky (dynamické, krystalové, elektretové a kapacitní mikrofony nebudou fungovat); pro případ, že ještě nepoznáte uhlíkový mikrofon, postupně zkoušejte všechny, co najdete, ten co bude fungovat je uhlíkový (mikrofon a mikrofonní vložka znamená zhruba to samé...);
- reproduktor o impedanci (odporu) 4, 8, 12, 16, 24, 30 Ω (většinou to je napsáno na zadní straně reproduktoru; pozn.: čím větší, tím lepší!);
- rezistor (odpor) 8 – 18 Ω , stačí miniaturní; seženete-li výkonnější, tím lépe;
- napájení 4,5 – 6 V, tzn. plochá baterka nebo tužkové články.

Na závěr příspěvku uvádím některé druhy tranzistorů, které je možno s menšími rozdíly použít:

germaniové: GC 507, 8, 9; GC 510, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19; GD 617, 18, 19; křemíkové: KD 615, 616, 617.
Zařízení funguje téměř se všemi běžnými druhy a typy tranzistorů.

Poznámka redakce:

Zájem autora zveřejnit podobné zapojení pochopitelně vítáme, protože obdobných je opravdu málo. Je jen škoda, že to „své“ převzal z Amatérského rádia. Ne, že by na tom bylo něco špatného,

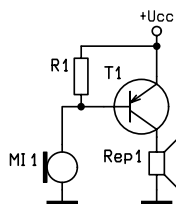


Schéma zapojení

zvláště u tak starého čísla, avšak vlastní dílo by si jistě i on sám cenil lépe. Navíc: bohužel o správné činnosti, zvláště při dlouhodobějším spuštění, by se asi dalo s úspěchem pochybovat.

Redakci:

K napsání tohoto dopisu mě přivedl fakt, že se podobná zapojení téměř přestala objevovat na stránkách časopisů, které (doufám) jsou určeny převážně amatérům. Těm je na nic oboustranná deska plošných spojů o hustotě a hrubosti spojů kožichu s „činčily“. Je to sice dobrý způsob, jak je přinutit koupit si stavebnici, ale! Začátečník si nekoupí jednoduchou stavebnici zařízení, které mu k ničemu není, ale něco pěkného „složitějšího“, co se „mu bude hodit“ – to se stane ovšem jen jednou, jelikož práci samozřejmě pokazí a ztratí zájem o stavebnice, které „stejně nikdy nejdou“. „Profík“ se naopak neobtěžuje s koupí stavebnice, protože si uvedené zapojení domyslí podle svého a navrhne vlastní desku...

Proto bych navrhoval: Uvádět vedle oboustranných desek plošných spojů ještě alespoň zmenšeninu desky jednostranné, aby ti, kteří se rozhodou pro domácí stavbu, mohli z něčeho vyjít. Neberte to jako výtka, ale v každém čísle KTE čtu: „napište nám, co máme zlepšit“!

Poznámka redakce:

Autorovo doporučení ohledně plošných spojů je pochopitelně přijato pouze jako návrh, nikoli výtka. Bohužel je tato myšlenka poněkud nereálná, ne-li zcestná. Zveřejnění zmenšeniny jednostranné desky by pochopitelně bylo možné pouze v případě, že by tuto někdo navrhl. Nehledě již na fakt, že je větší cti každého konstruktéra, a nikoli pouze amatéra, navrhnout desku jednostrannou, malou, s co nejmenším počtem drátových propojek (nejlépe žádnou). Pakliže se již někdo odhodlá k použití „oboustranné desky plošných spojů“ o hustotě a hrubosti spojů kožichu s „činčily“, je to pouze z holé nutnosti. Podobná omezení pochopitelně platí i např. pro prokovené otvory. Rozhodně musíme popřít názor, že za takovými plošnými spoji je snaha o zvýšení prodeje stavebnic. Tím spíše, že chceme-li prodat hodně stavebnic, musí být jejich cena nízká, a tedy nelze zvyšovat vývojové náklady stavebnice nesmyslným používáním oboustranných desek, neřkuli prokovených otvorů. Tím spíše, že oboustranná deska je dražší, je nutné připravit více podkladů a nechat nasvítit více filmů. Z těchto, ale i z dalších důvodů, je tedy žádost autora sice hezká, avšak nereálná.

Napsal: Rybníkář Václav, 4. ročník SOU. Laboratorní měření provedl a psychickou podporu poskytl: Tesař Radek, student PRUM, 4. ročník.

Finanční prostředky poskytla firma: CoDumDal s. r. no.

Plochou baterii poskytl: Tesař Radek, dtto.

Rádio plus
KTE
Konstrukce • Technika • Elektronika

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

Rádio plus
KTE
Konstrukce • Technika • Elektronika

Stavebnice objednávejte z ČR:

telefonicky: 02/24 81 88 85, **e-mailem:** redakce@radioplus.cz, **faxem:** 02/24 81 88 86,
písemně: Rádio plus, Šaldova 17, 186 00 Praha 8.

Stavebnice a časopisy objednávejte ze SR:

telefonicky: 07/559 60 439, **e-mailem:** obchod@gme.sk, **faxem:** 07/559 60 120,
písemně: GM Electronic Slovakia, Budovatelská 27, 821 08 Bratislava.

Nízkofrekvenční usměrňovač k DMM

stavebnice č. 483



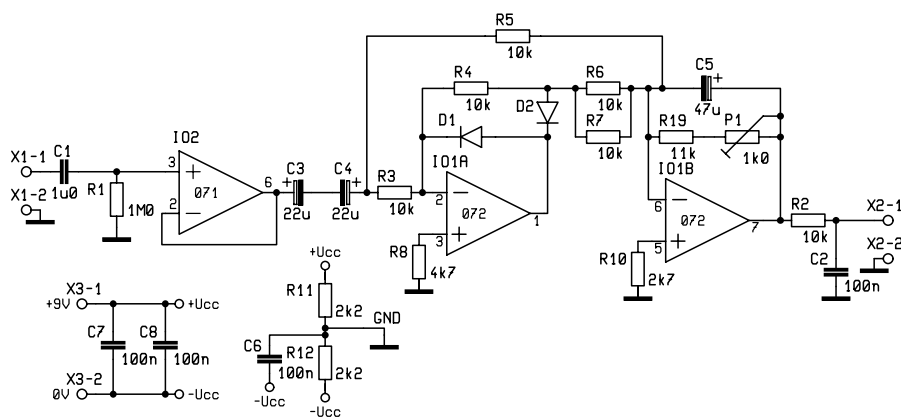
Měření střídavého napětí, a tedy i nf signálů, bývá nejen v amatérské praxi problém. Prováděme-li tato měření často, vyplatí se pořídit si nf milivoltmetr (případně vf), který, pokud stojíme o profesionální přístroj, je poměrně drahý. Pro občasné měření je tedy výhodnější použít obyčejný multimetr doplněný o přípravek pro měření nf signálů.

Běžné měřicí přístroje, jako jsou např. multimetry, digitální i analogové, měří obvykle stejnosměrné i střídavé napětí. Avšak jejich stupnice a měřicí systémy jsou kalibrovány především pro běžný kmitočet rozvodné sítě – 50 Hz. Poměrně přesně lze měřit ještě i 100 – 200 kHz, ale vyšší kmitočty, jako je např. normovaná frekvence pro měření nf zesilovačů 1 kHz, již nezměří. I velmi kvalitní ruční digitální přístroje mají v této oblasti velmi omezené schopnosti, neboť přesnost jejich měření závisí na citlivosti a ta je obvykle velmi malá. Proto je lze použít pouze pro měření napětí v určitém rozmezí (1 – 10 V), a navíc mezní kmitočty obvykle nepřesahují 10 kHz. Pokud se spokojíme s nižší přesností, pak není problém postavit si kvalitní nf milivoltmetr, avšak jeho přesnost závisí na přesnosti nastavení – kalibraci a to je problém. Další možností jak amplitudu střídavých napětí měřit je použít osciloskop. Pokud však nemáte digitální přístroj vyšší kategorie (a tedy i dražší), čeká vás neustálé přepočítávání ze špičkové hodnoty, kterou vlastní okem odečtete z obrazovky osciloskopu, na efektivní, jež nás obvykle zajímá. Nehledíc na přesnost odečtu z obrazovky je tento způsob dosti pracný. Proto je pro běžné měření, zvláště není-li nutné vyžadovat obzvláštní přesnost, dostačující použití stavebnice nf usměrňovače. Jedná se vlastně o doplněk, který střídavý signál usměrní a umož-

ní změření výsledné hodnoty na obyčejném stejnosměrném voltmetru.

Zapojení je dosti jednoduché, zvláště vzhledem ke svým možnostem. Měření napětí se připojí na vstup X1. Kondenzátor C1 oddělí stejnosměrnou složku a propustí pouze žádanou střídavou hodnotu. Rezistor R1 zajišťuje stejnosměr-

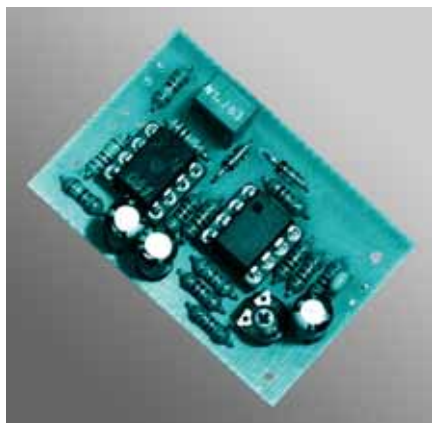
pu záporné napětí (proti GND), je-li na jeho vstupu kladné. Při záporné půlvlně je D2 uzavřena a signál je veden pouze přes IO1B, který signál invertuje. Při kladné půlvlně se D2 otevře a na její anodě se objeví invertovaný vstupní signál. Na invertujícím vstupu IO1B (zapojený jako součtový invertující zesilovač) se sečte



Obr. 1 - Schéma zapojení

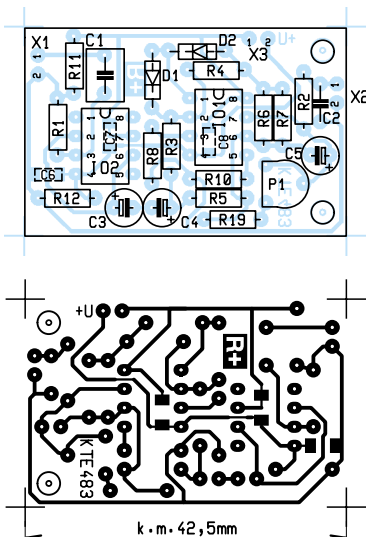
nou hodnotu vstupu na hladivě poloviny napájecího napětí, a tím i vysokou citlivost přípravku. Hodnota rezistoru R1 1M0 určuje současně vstupní odpor usměrňovače. Následuje neinvertující zesilovač se zesilením 1 – sledovač – tvořený operačním zesilovačem IO2. Použitý typ 071 plně vyhovuje pro kmitočtový rozsah 10 Hz až cca 100 kHz. Protože však měření napětí i frekvencí nad 40 kHz (ultrazvuk) není příliš obvyklé, je frekvenční omezení na 200 kHz (doporučený mezní kmitočet) přijatelné. Dále následuje opětovné oddělení střídavé složky dvojicí kondenzátorů C3 a C4. Protože se stejnosměrná polarita může měnit, resp. polarita stejnosměrné úrovně není dostatečně výrazná a unipolární kondenzátor s touto kapacitou (10 μ F) by byl dosti drahý, bylo použito dvojice sériově zapojených kondenzátorů se vzájemně přehozenou polaritou. Vlastní usměrňovač je tvořen operačním zesilovačem IO1A, rezistorem R8 a diodami D1 a D2. Protože operační zesilovač je zapojen jako invertující, objeví se na jeho výstu-

invertovaný signál z usměrňovače se vstupním. Protože signál z usměrňovače je více zesílen, je na výstupu IO1B opět kladné napětí. Na přesnosti rezistorů R3-R7 závisí rovněž přesnost usměrňovače, a tedy je také použito paralelního zapojení R6 a R7, abychom ve výsledku dostali právě hodnotu poloviční. Takto jsme získali absolutní hodnotu napětí, kterou však je nutné vynásobit koeficientem cca 1,11 abychom získali hodnotu potřebnou, tedy efektivní. Proto je ve zpětné vazbě IO1B zapojen rezistor spolu s odporovým trimrem, který umožňuje následně výstupní hodnotu napětí upravit, aby měřicí přístroj ukazoval žádanou efektivní úroveň napětí o správné hodnotě. Rezistory na neinvertujících vstupech operačních zesilovačů snižují vliv proudové nesymetrie vstupů. Rezistor R2 s kondenzátorem C2 již pouze filtrují výstupní napětí, jejich použití není nutné, avšak zlepšují přesnost měření na nižších kmitočtech a zabraňují pronikání napěťových špiček na vstup měřicího přístroje (a tedy náhodné naměření vy-



sokých hodnot). Protože operační zesilovače potřebují pro správnou činnost symetrické napájení, vytvářejí rezistory R11 a R12 umělý střed napájení. Zapojení je určeno jako přípravek pro multimetry, a proto i napájení je doporučeno z 9V destičkové baterie. V praxi však lze použít až 36 V (resp. ± 18 V při vynechání R11 a R12) v případě vestavby do již existujícího měřicího přístroje.

Zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů. Osazování lze provádět obvyklým způsobem, tedy nejprve SMD kondenzátory, poté rezistory, kondenzátory, odporový trimr, diody a nakonec OZ. Zapojení by při pečlivé práci mělo fungovat na první pokus; potíže nastanou až v okamžiku kalibrace. Přestože jsou do stavebnice dodávány rezistory s přesností 1 %, bude nutné nastavit trimrem P1 zesílení IO1B. Proto je vhodné pro nastavování použít zdroj signálu o známé amplitudě (resp. efektivní hodnotě), nejlépe s normovaným kmitočtem 1 kHz. Tento zdroj připojíme na vstup přípravku, na výstup zapojíme voltmetr a trimrem nastavíme údaj na displeji na správnou hodnotu. Tím je ožívování skončeno a přípravek je připraven k práci. Kdo chce a má možnost, může ještě zkontrolovat přesnost v celé šíři pásma měření,



Obr. 2, 3 - Rozmístění součástek a destička s plošnými spoji

případně si i pohrát s typy použitých OZ tak, aby mezní kmitočet byl vyšší.

Podobné usměrňovače je možno najít i v profesionálních měřicích přístrojích, a proto lze náš přípravek považovat za bohatě postačující pro běžnou amatérskou praxi. Je však třeba si uvědomit, že pro správné měření nesmí vstupní špič-

ková hodnota přesáhnout úroveň napájecího napětí – cca 4 V ($U_{\text{švst}} = U_{\text{nap}} - 4V$), tedy s 9V baterií dostačuje právě tak pro napětí $1V_{\text{ef}}$. Dolní mezní citlivost je dána nesymetrií vstupů, a v praxi bylo odzkoušeno obstojné měření hodnot již od 20 mV.

Věříme, že vám stavebnice nyní usměrňovače přinese dostatek užitku a ušetří i spoustu peněz za nákup či stavbu měřicího přístroje. Její cena je 130 Kč a objednat si ji můžete v naší redakci (telefonem, faxem, e-mailem).

Seznam součástek

R1	1M0
R2 – R7	10k
R8	4k7
R9	11k
R10	2k7
R11, R12	2k2
C1	1μ0 CF1
C2, C7, C8	100n SMD 1206
C3, C4	22μ/25V
C5	47μ/16V
C6	100n/50V
P1	1k0 PT6V
D1, D2	1N4148
IO1	072
IO2	071
1× plošný spoj KTE483	



Přepínač zvuku k nf signálu

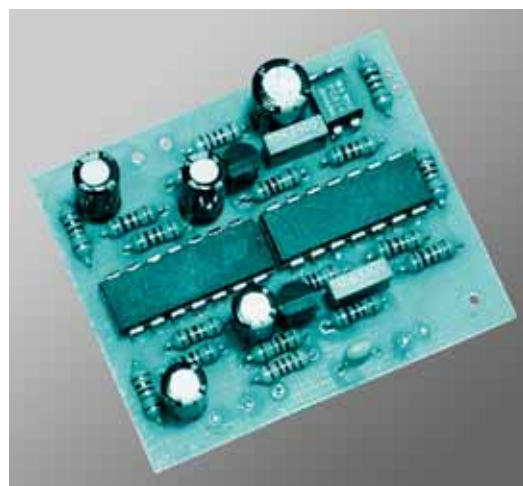
stavebnice č. 484

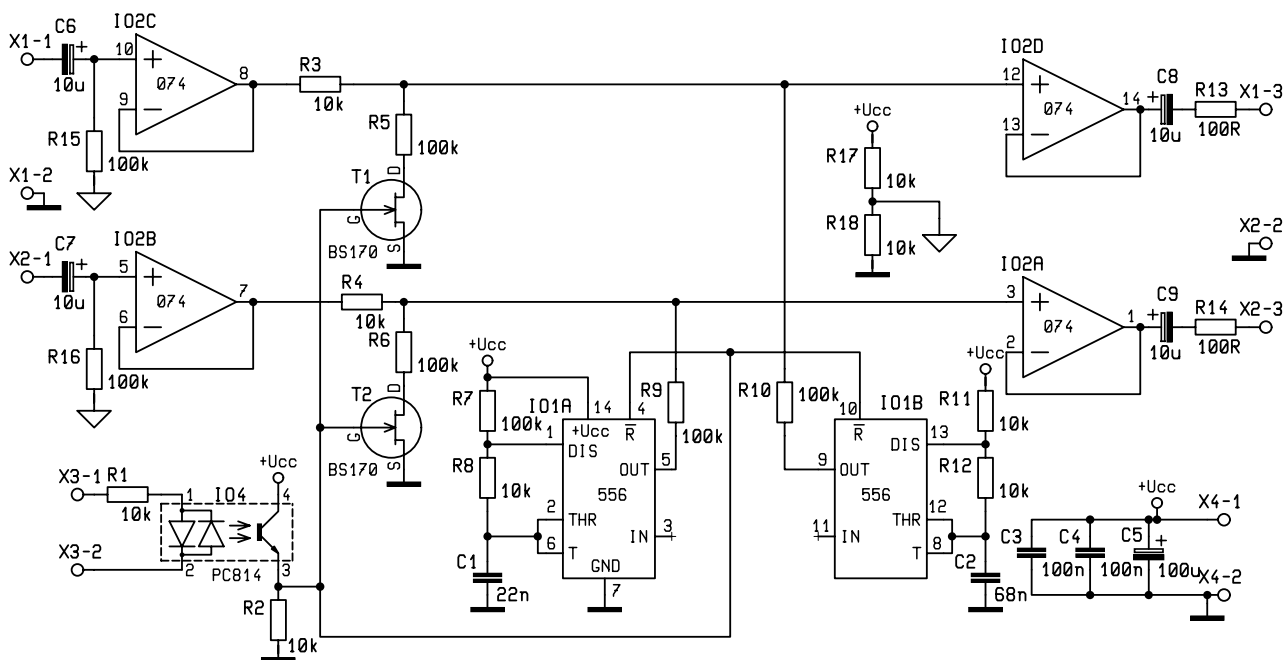
Často a hlavně snadno se může stát, že při poslechu hudby či rozhlasového vysílání přeslechnete zvonění zvonku či telefonu, a zvláště pak v případech, kdy chcete být ohleduplní a k poslechu používáte sluchátka. Proto přinášíme stavebnici přepínače zvuku, jejíž obdoba vyšla v našem časopisu již před lety, avšak zájem o ni neutuchá a součástky pro kompletaci starší verze již nejsou k dostání.

Stavebnice je určena do míst, kde je možné přeslechnout zvonek či telefon, tedy například nachází-li se posluchač v jiné místnosti, nebo je-li hlasitost sledovaného zařízení příliš nízká. Stereofonní signál pro sluchátka nebo reproduktorové soustavy je veden přes naše zapojení, které, je-li zvoleno, přimíchá k nf signálu další, dostatečně protivný, aby upoutal posluchačovu pozornost. Prakticky je do každého kanálu přimíchán signál s konstantní amplitudou, zatímco hlasitost hudby je snížena. Navíc je do každého z kanálů pouštěn jiný kmitočet upozorňovacího signálu.

Zapojení je velmi jednoduché, ačkoli rozsáhlost schématu by mohla svědčit

o opaku. Protože se jedná o dva takřka identické obvody, funkci popíšeme pouze na jedné polovině. Signál ze zdroje poslechu je přiváděn na vstup příslušného kanálu, např. bod X1-1, kde dojde ke stejnosměrnému oddělení přes elektrolytický kondenzátor C6, a je dále přiváděn na oddělovací zesilovač IO2C. Jde o operační zesilovač zapojený jako neinvertující (tedy jako sledovač), jehož stejnosměrnou hodnotu určuje rezistor R15 připojený na umělé vytvořený střed napájecího napětí (pomocí rezistorů R17 a R18). Dále je signál





Obr. 1 - Schéma zapojení

veden na rezistor R3, který spolu s R10 u zdroje upozorňovacího kmitočtu tvoří směšovač signálů. Výsledný zvuk je poté opět oddělen sledovačem IO2D, stejnosměrně oddělen kondenzátorem C8 a přes rezistor R13 veden na výstup. Použití R13 není nutné, ale je vhodné, protože slouží k ochraně IO2d přes zkratem. Upozorňovací zvuk se vytváří pomocí jedné poloviny časovače 556 IO1B v provedení CMOS. Ten je zapojen jako astabilní multivibrátor s opakovacím kmitočtem daným hodnotami R11, R12 a C2. Pokud by námi navržený kmitočet někomu nevyhovoval, může si klidně spočítat jiný dle vzorce:

$$f = 1 / (1,4 \times (R11 + 2 \times R12) \times C2)$$

Multivibrátor je spouštěn přivedením kladného napětí na nulovací vstup R časovače (log. L způsobuje nulování). Rezistor R5 spolu s FET tranzistorem T1 slouží k přizpůsobení úrovně hlasitosti upozorňovacího kmitočtu k nf signálem. Je-li na bázi T1 přivedeno kladné napětí,

a tedy současně i na vstup $\bar{R}$ IO1B, tranzistor se otevře a signál z rozkmitaného časovače je snížen vlivem děliče R10 a R5. Současně se sníží i signál posluchu (dělič R3 a R5). Protože ne vždy je možné použít k ovládání přímo tlačítko zvonku, je ovládání řešeno přes galvanické oddělení optočlenem IO4. Řídící napětí se tedy přivádí na vstup X3, a tím i přes ochranný rezistor R1 na vstup optočlenu. Protože tento je vybaven dvojicí vysílacích LED zapojení antiparalelně, není nutné hlídat polaritu stejnosměrného, nebo lze využít střídavé řídicí napětí. Jakmile jsou vysílací diody optočlenu aktivovány, otevře se výstupní tranzistor, který přivede kladné napětí na nulovací vstupy časovačů i na řídicí elektrody FET tranzistorů a aktivuje upozorňovací zvuk. Rezistor R2 zajišťuje bezproblémový průchod poslechového signálu přes celý obvod.

Zapojení je umístěné na jednostranné desce plošných spojů. Nejprve osadíme filtrační SMD kondenzátor C3 a dále

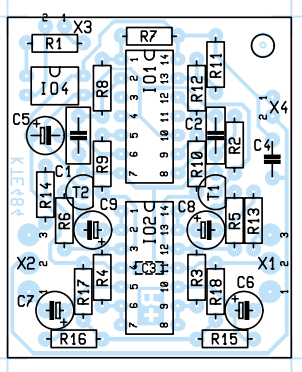
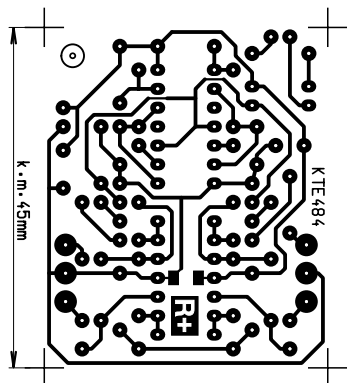
již ostatní součástky podle zvyklostí. Ani s oživováním by díky celkové jednoduchosti zapojení neměly být problémy (pochopitelně při pečlivém osazení a správném připojení napájecího napětí a vstupního signálu).

S uvedenými hodnotami součástek je zapojení určeno pro úroveň vstupního signálu 1 V_{ef} a napájení 9 V. Protože se však napájecí napětí může pohybovat v rozmezí 5 – 15 V, stejně jako vstupní signál může dosahovat i jiné amplitudy, bude možná nutné upravit hodnoty rezistorů R9 a R10 podle potřeb uživatele. Parametry obvodu byly však zvoleny tak, aby bylo možné celou stavebnici vestavět např. do zesilovače před koncový výkonový stupeň.

Věříme, že vám i tato stavebnice přinese spoustu užtku a její užívání zabrání například promeškání rande či jiným nepříjemnostem stran vaší partnerky.

Seznam součástek

R1 – R4, R8, R11,	
R12, R17, R18	10k
R5 – 7, R9, R10,	
R15, R16	100k
R13, R14	100R
C1	22n CF1
C2	68n CF1
C3	100n SMD 1206
C4	100n
C5	100μ/16V
C6 – C9	10μ/25V
T1, T2	BS170
IO1	556 CMOS
IO2	074
IO4	PC814
1× plošný spoj KTE484	
Cena stavebnice jestiř pouhých 190 Kč.	



Obr. 2, 3 - Rozmístění součástek a DPS

Elektronická myš

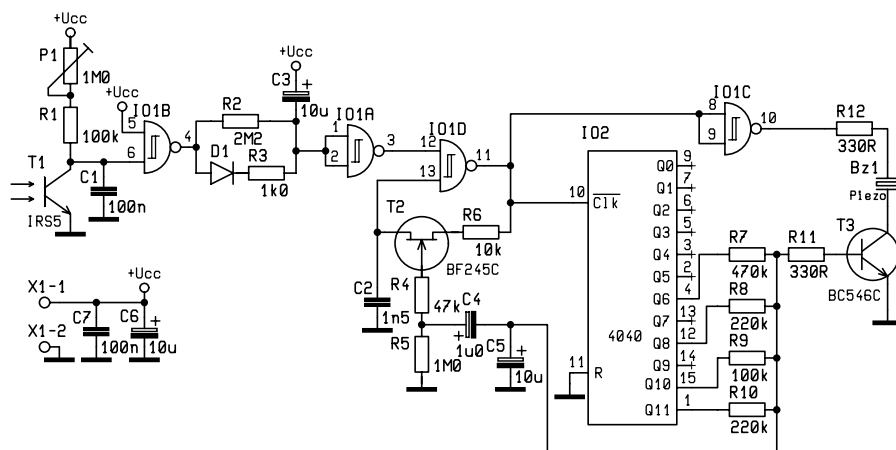
stavebnice č. 485



Imitátor zvuku pískající myši je zapojení s malým praktickým užitím. Jde spíše jen o hračku, se kterou si však mohou užít nejen ti nejmladší. Starší a zkušenější jistě brzy přijdou také na praktičtější použití, avšak pozor na to, kdo v domácnosti vaří – zkrátka zvažte včas případné hrozící nebezpečí absence večeře... Naše stavebnice je inovací staršího zapojení, které bylo v KTE magazínu publikováno již v roce 1993, avšak změna součástkové základny zapříčinila stažení stavebnice z trhu. Nyní je tedy opět k mání.

Stavebnice, resp. myš v zapojení ukrytá, reaguje na světlo a funguje pouze za tmy. Chvilí poté, kdy zhasnou světa, se myš probudí a začne vydávat své zvuky. Naopak ihned po rozsvícení ztichne, a její hledání tedy vyjde naprázdno.

Srdcem celého zapojení je oscilátor vytvořený z hradla IO1D, jehož základní kmitočet (na ultrazvukové hranici slyšitelnosti) je dán rezistorem R6 a kondenzátorem C2. Tranzistor T2 typu FET slouží k rozladování základního kmitočtu oscilátoru v závislosti na okamžité hodnotě napětí vzniklé kombinací logických úrovní na výstupech Q6, Q8, Q10 a Q11 12bitového čítače IO2 4040. Odporů rezistorů R7 – R10, připojené k těmto výstupům, tak vytváří velmi jednoduchou podobu D/A (digitálně analogového) převodníku, z něhož se získá proměnné napětí pro rozladování oscilátoru. Napětí z převodníku je vyhlazováno kondenzátorem C5 a jeho střídavá složka je propouštěna přes kondenzátor C4 a rezistor R4 na bázi tranzistoru T2. Rezistor R5 zajišťuje stejnosměrnou úroveň báze T2 v oblasti pouze malého otevření tranzistoru, a tak určuje míru přeladování oscilátoru. Jelikož IO2 pracuje jako dvanáctibitová dělička, jsou vydělené kmitočty na použitých výstupech již poměrně nízké, a proto i rozladování je pomalé. Impulzy pro hodinový vstup čítače jsou odebírány přímo z výstupu rozladovaného oscilátoru, a tudíž se v průběhu činnosti mění i rychlost čítání, a tedy zpětně i rozladování. Tím lze získat signál z oscilátoru se zcela nepravidelně se měnícím kmitočtem, připomínající zvuk pískající myši. Hradlo IO1C neguje signál z oscilátoru a budí pak piezokeramický měnič. Protože proměnným kmitočtem z děličky je

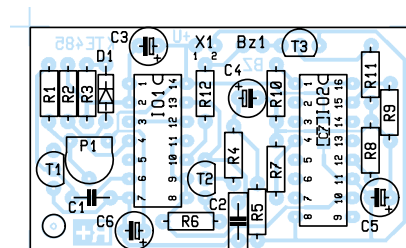
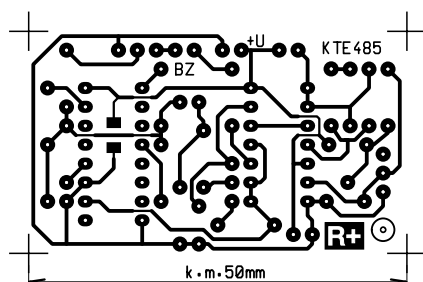


Obr. 1 - Schéma zapojení

buzen nejen oscilátor, ale i koncový tranzistor pro piezo, výsledným efektem je i proměnná hlasitost. Ovládací část zapojení, která slouží k vyhodnocení okamžiku zapnutí a vypnutí zvuku, tvoří fototranzistor T1, rezistor R1, odporový trimr P1 a klopný obvod z hradla IO1B. Pokud je fototranzistor osvětlen, je na vstupu IO1B úroveň log. L a na výstupu log. H (dle pravdivostní tabulky hradel NAND). Nedopadá-li na fototranzistor světlo, je uzavřen a na výstupu IO1B je log. L. Intenzitu osvětlení potřebnou pro otevření tranzistoru, resp. pro překlopení hradla, lze nastavit odporovým trimrem P1. Hradlo překlápí až v okamžiku, kdy napětí na jeho vstupu dosáhne hodnoty cca 2/3 napájení, a tranzistor se otevírá v závislosti na intenzitě osvětlení. V součinnosti s R1 a P1 zapojeným v kolektoru se tranzistor chová jako klasický odporový dělič napětí. Aby nedocházelo k opakovanému překlápění hradla IO1B při stoupajícím napětí na

vstupu, byl zvolen typ 4093, který je vybaven Schmittovým klopným obvodem. Ten zajišťuje překlopení z H do L na výstupu při vyšším vstupním napětí, než je hodnota pro překlopení z L do H. Rozdíl napětí tedy tvoří hysterezi (prodlevu) překlápění. Kondenzátor C1 navíc filtruje napětí na vstupu hradla, a zamezuje tak jeho překlopení při náhodném krátkodobém zakrytí fototranzistoru. Dalším obvodem v zapojení řídící části stavebnice je zpožděné zapnutí pískání po zhasnutí světla. Tvořeno je rezistory R2 a R3, kondenzátorem C3 a diodou D1. Po uzavření fototranzistoru T1 (zhasnutí světla) se na výstupu hradla IO1B objeví log. L a kondenzátor C3 se začne přes rezistor R2 nabíjet. Protože hodnota R2 je poměrně veliká, trvá nabíjení několik vteřin. Je-li však kondenzátor nabit na napětí dostačující k překlopení hradla IO1A (napětí na vstupu hradla klesá), rozkmitá se výše popsaný oscilátor a myš se probudí. Oscilátor je blokován log. L na vstupu hradla IO1D, avšak pokud výstup IO1A je v H, pak kmitání nic nebrání. Naopak po rozsvícení světla se fototranzistor otevře, na výstupu IO1B se objeví log. H a kondenzátor C3 se rychle vybije přes diodu D1 a rezistor R3, který v tomto případě pouze chrání hradlo IO1B před poškozením vysokým proudem. Tak napětí na vstupu IO1A stoupne, hradlo překlápí a opět zablokuje oscilátor.

Celé zapojení stavebnice elektronické myši je kromě pieza umístěno na jed-



Obr. 2, 3 - Rozmístění součástek a DPS

nostranné desce plošných spojů, jejíž osazení a oživení zvládne i méně zkušený amatér. Neprve osadíme a zapájíme SMD filtrační kondenzátor C7. Poté již můžeme osadit zbývající součástky v pořadí obvyklém, tedy od pasivních (rezistory, trimr, kondenzátory) po aktivní (diody, tranzistory, IO). Pouze je třeba dát pozor na zachování správné polaritý diod a elektrolytických kondenzátorů, a pochopitelně i na orientaci integrovaných obvodů. Fototranzistor T1 osadíme až na závěr podle potřeb uživatele. Rozhodně nic nebrání jeho připojení pomocí vodičů, a tedy dále od vlastní stavebnice. Na pozici T1 je na plošném spoji navíc počítáno se součástkou se třemi vývody (pouzdro TO92), zatímco do stavebnice je dodáván typ IRE5 v pouzdře pro LED 5 mm. Protože se jedná o stavebnici velmi jednoduchou, byl takto ponechán prostor pro pokusy amatérů, kteří mohou použít i jiný typ, nebo si například zkusit vytvořit fototranzistor z obyčejného univerzálního tranzistoru. Každý tranzistor je totiž ve své podstatě citlivý na světlo, a pouze pouzdro tuto vlastnost potírá. Pokud tedy odpilujete hlavičku pouzdra (skvěle se hodí například šuplíkové typy v kovových pouzdrech – např. KC507-9), získáte fototranzistor velmi levně. Pokud

jde o připojení dodávaného typu, je kolektor tranzistoru na pozici katody na pouzdře součástky (označena zploštěním kroužku pouzdra).

Oživení je rovněž velmi jednoduché, neboť stačí připojit piezo a napájení (pochopitelně při dodržení správné polaritý), a při pečlivé práci by zapojení mělo fungovat na první pokus. Pak již jen stačí nastavit trimrem P1 citlivost podle potřeby a vše je hotovo. Pro napájení je potřeba zdroj napětí v rozmezí 5 – 18 V. Výborně se tedy hodí např. 9V destičková baterie. Pouze před praktickým použitím je vhodné oživit znalosti první pomoci pro potřeby našich vyděšených něžných poloviček.

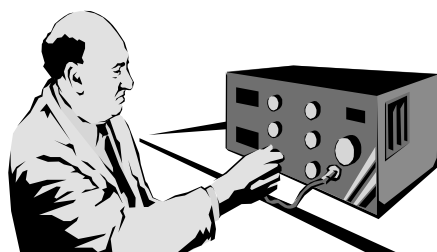
Věříme, že vám stavebnice imitátoru zvuku myši přinese jen radost a zábavu. Proto připravujeme do příštího čísla i stavebnici deratizátoru – odpuzovače myši, což bude zase "voda na mlýn" vašich protějšků. Cena stavebnice imitátoru myších zvuků je lidová: 170 Kč.

Seznam součástek

R1, R9	100k
R2	2M2
R3	1k0
R4	47k
R5	1M0
R6	10k



R7	470k
R8, R10	220k
R11, R12	330R
C1	100n/50V
C2	1n5
C3, C5, C6	10μ/25V
C4	1μ0/50V
C7	100n SMD 1206
P1	1M0 PT6V
D1	1N4148
IO1	4093
IO2	4040
T1	IRE5
T2	BF245C
T3	BC546C
Bz1	KPE121
1x plošný spoj KTE485	



Přípravek můžeme používat také při nastavování převodníků (různý kmitočet v určitých bodech). Kmitočet je na monitoru počítače zobrazen v Hz, zároveň je umožněn pomocí vestavěného reproduktoru v PC poslech.

Popis přípravku

Přípravek je napájen přímo z portu PC pomocí vývodů RTS a DTR, vývod CTS slouží ke snímání signálu. Zesilovač je tvořen jedním IO, do kterého je přiváděn signál přes kondenzátor C1, potenciometr P1, kondenzátor C2 na neinvertující

cí vstup č. 3. Invertující vstup č. 2 je spojen přes rezistor R2 s GND. S GND je přes rezistor R1 spojen i neinvertující vstup č. 3. Napájecí vývod č. 7 +U_{CC} je připojen na kondenzátor C3 a diodu D1 na vývod DTR. Napájecí vývod č. 4 -U_{CC} je připojen na kondenzátor C4 a diodu D2 na vývod RTS. Vývod z IO6 je přes kondenzátor C5 připojen na vývod CTS.

Potenciometr P1 slouží k omezení vstupního signálu, kondenzátory C3, C4 jsou filtrační.

Přípravek je velice jednoduchý a nepotřebuje žádné nastavování. Funguje na první připojení k počítači PC.

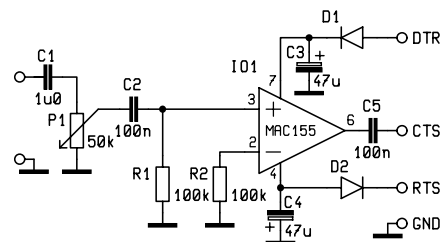
Popis programu

V adresáři MĚŘENÍNF jsou celkem dva soubory první soubor s názvem KMITOČET.EXE umožňuje ve spojení se stavebnicí č. 427 – audiosonda zobrazovat

Sledovač signálu

Vlastimil Vágner

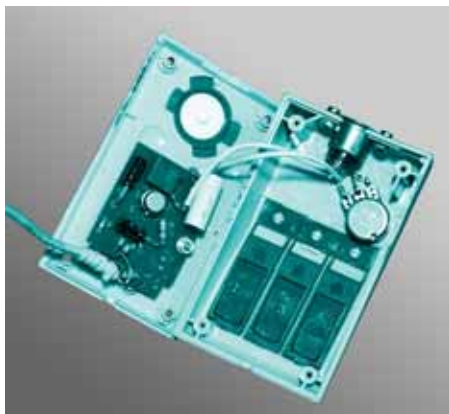
Přípravek umožňuje sledovat počítačem PC hodnotu nf signálu v zařízení. Na tónovém generátoru nebo jiném zdroji nastavíme určitý kmitočet, který přivedeme na vstup sledovaného zařízení a pomocí přípravku měříme hodnotu kmitočtu.



Obr. 1 - Schéma zapojení

měřený kmitočet na monitoru PC. Počítač je v tomto případě spojen s audiosondou pomocí vývodů GND a CTS. CTS je spojen přes oddělovací kondenzátor 100 nF s výstupem sondy. Po spuštění programu vybereme port, na který je připojen propojovací kabel. Stiskem <1> vybereme port com1, <2> vybereme port com2, <3> vybereme port com3, <4> vybereme port com4. Po výběru portu má-





1× banánek modrý
1× kabel pro propojení přípravku s PC
třížilový stíněný (2 m)
kabel stíněný lícna 1 × 0,25 mm
2 2,5 m

Tento přípravek ani použité programy nemohou konkurovat továrním výrobkům, má pouze umožnit jednoduché využití počítače pro různá měření zejména v amatérské praxi.

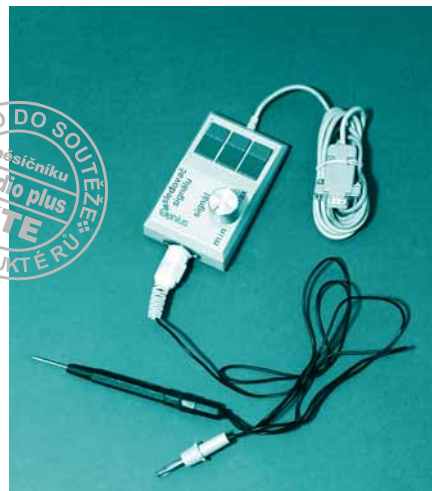
Použité prameny:
AMATERSKÉ RADIO B/4 1976
AMATERSKÉ RADIO B/3 1996
S dotazy se můžete obracet na autora:
VÁGNER VLASTIMIL, KARLOVA 615
LOUNY 440 01.

me možnost zvolit, zda chceme poslouchat sledovaný kmitočet vestavěným reproduktorem v PC, nebo ne. Volbu uskutečnime stiskem kláves <A> a <N>, stiskem klávesy ESC ukončíme program. Stiskneme-li klávesu A, měřený kmitočet je zobrazen na monitoru PC a současně jej slyšíme, pokud stiskneme klávesu N, sledovaný kmitočet je pouze zobrazován na monitoru. Zvolený způsob měření ukončíme stiskem jakékoli klávesy, nové měření vybereme opět stiskem kláves A, N. Program ukončujeme stiskem klávesy ESC. Program SLEDOVAČ.EXE je na ovládání úplně shodný a je určen pro měření kmitočtu pomocí přípravku. I tento program společně s přípravkem umožňuje měřit kmitočet pomocí audiosondy, nebo samostatně.

Vstupní napětí přivedené na vstup CTS. Při měření kmitočtu pomocí programu KMITOČET.EXE musí být v rozsahu 1 – 10 V-. Maximální měřitelný kmitočet je v obou případech 10 kHz.

Použité součástky

R1, R2	100k
P1	50k/N
C1	1μ0 CF1
C2, C5	100n keramický
C3, C4	47μ/16V elektrolytický
D1, D2	1N4148
IO1	MAC155
1× krabička od myši GENIUS	
1× knoflík na hřídel potenciometru	
1× zásuvka DIN 5P ZP	
1× zástrčka + kryt pro použitý seriový port	
1× zástrčka DIN 5P VK	



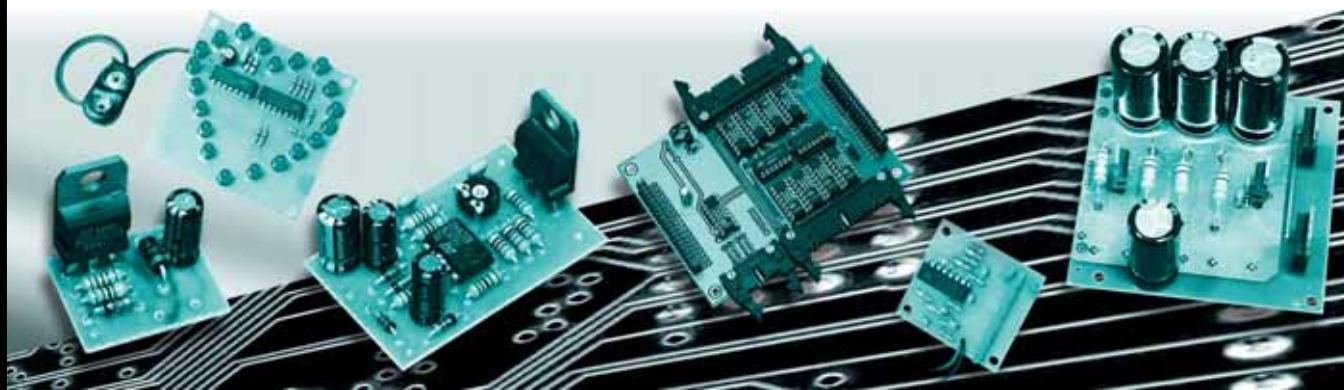
Stavebnice, uveřejněné v magazínu Rádio plus-KTE,

objednávejte* v redakci písemně, telefonicky i elektronickou poštou:

Rádio plus-KTE, Šaldova 17, 186 00 Praha 8;

02/24818885, fax: 24818886;

e-mail: redakce@radioplus.cz, www.radioplus.cz



***Objednávky ze Slovenska vyřizuje firma GM Electronic Slovakia, s. r. o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/559 60 439, fax: 07/559 60 120, e-mail: obchod@gme.sk !**

Vlastimil Vágner

Regulátor jsem vyvinul se svým otcem po výměně kotle na tuhá paliva za kotel plynový a po zjištění, že regulace přes prostorový termostat nevyhovuje našim požadavkům (vykazovala velkou spotřebu plynu a občasně rosení kotle). Později jsme regulátor ještě upravili a od té doby pracuje bez poruchy a údržby. V této podobě vám jej také předkládám.

U plynových kotlů se regulace topné vody provádí buď přes prostorový termostat, nebo pomocí regulátorů KOMEX-THERM a podobných. "Náš" regulátor udržuje nastavenou výstupní teplotu topné vody z kotle; nastavena je podle tabulky v závislosti na venkovní teplotě. Tak je dosaženo menších výkyvů teploty topné vody a tím i větší úspory plynu. V našem případě nastavená teplota topné vody při venkovní teplotě -15 °C stačí ještě při -20 °C.

Prostorový termostat je využíván jen k nočnímu útlumu. Při sepnutí kontaktu dojde k poklesu výstupní topné vody o nastavenou hodnotu, kterou nastavujeme potenciometrem. Prostorový termostat slouží pouze jako vypínač. Regulátor ovládá i čerpadlo, které bylo namontováno současně s regulátorem. Při tomto způsobu topení se na prostorovém termostatu v místnosti musí nastavit vyšší teplota. Po této úpravě v našem případě kotel pracuje v rytmu: 20 minut netopí a 4 minuty topí. Pro noční útlum je nutno zabezpečit jenom propojení svorek (viz popis dále). Pro snímání teploty topné vody je použito čidlo KTY10-6, které musí být umístěno do pouzdra a toto pouzdro zasunuto do jímky v potrubí na výstupu topné vody z kotle. Dojde-li k poruše regulátoru, vypínač se vypne a přepínač přepneme do polohy ručně. Po této úpravě kotel funguje jakoby nebyla provedena žádná úprava. Kotel vytápí celkem 8 místností a rodinný domek není speciálně zateplen. Teplota v místnostech je udržována na hodnotě 24 °C, při nočním útlumu klesne na 17 – 18 °C.

Regulátor je napájen ze sítě 240 V pomocí zástrčky namontované na kabelu FLEXO, která je ukončena ve svorkovnici označené "A". Z této svorkovnice je vyvedena i zásuvka na kabelu FLEXO pro napojení kotle. Ze svorkovnice "A" je přes pojistku PO1 a vypínač VP1 napájen transformátor, který napájí regulátor. Elektronika spíná RELÉ Č. 1. To spíná hořák kotle a čerpadlo, pokud je napojeno. Teplotu topné vody nastavujeme pomocí potenciometru P1, noční útlum nastavujeme potenciometrem P2. Relé označené jako RELÉ Č. 2 spínáme pro-

storovým termostatem, toto relé spouští noční útlum. Do svorkovnice označené "B" je připojen hořák kotle, prostorový termostat, čidlo, čerpadlo (pokud kotel již nemá čerpadlo namontované). Regulátor s kotlem propojíme kabelem 4 x 1,5 mm² typ A. Dva vodiče použijeme na napojení hořáku a dva na propojení prostorového termostatu, který odpojíme z kotlové svorkovnice.

Propojení kotle s regulátorem

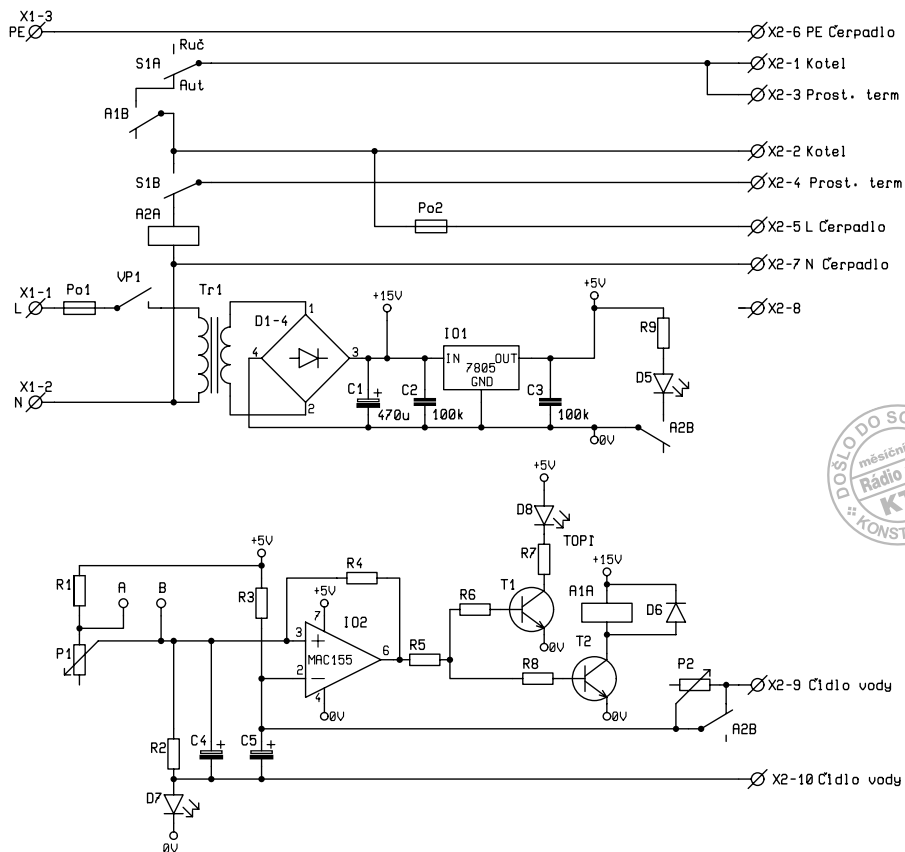
Na svorkovnici v kotli nejprve odpojíme ze svorek prostorový termostat. Na jedné ze svorek musí být fáze. Svorky propojíme s regulátorem kabelem, který je v regulátoru zapojen do svorkovnice označené "B" do svorek č. 1 a 2. Do svorky označené č. 1 musí být zapojena fáze, do svorky č. 2 je zapojen vodič spínacího hořák. Na vodiče odpojeného prostoro-

vého termostatu namontujeme svorkovnici, ktorou propojíme s regulátorem kabeľom do svorkovnice označenej "B" do svorek č. 3 a 4.

Síťovou zástrčku kotle zapojíme do zásuvky, která je vyvedena z regulátoru (viz fotografie).

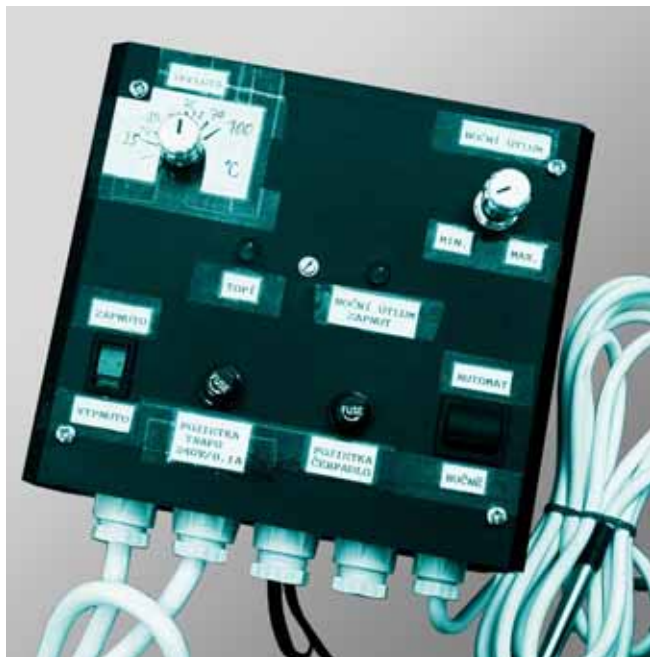
Topení s regulátorem

Na kotli nastavíme provozní termostat na vyšší teplotu, než na kterou budeme topit regulátorem, na prostorovém termostatu nastavíme také vyšší teplotu. Na regulátoru nastavíme zvolenou teplotu podle tabulky a spustíme kotel. Po dosažení nastavené teploty na regulátoru je vypnut hořák a regulátor již udržuje zvolenou výstupní teplotu. Tato teplota je udržována v rozmezí, které je dáno teplotním spádem topné vody a citlivostí regulátoru. Ten je nastaven na rozdíl teplot



Obr. 1 - Schéma zapojení





1 °C, tj. regulátor vypne při 60 °C a zapne při 59 °C. Výstupní teplota vody udržuje teplotu vzduchu v místnostech na stálé teplotě. Dioda LED D8 signalizuje, že kotel topí.

Noční útlum

Noční útlum nastavujeme potenciometrem P2: je-li na maximu, snížíme výstupní teplotu topné vody až o 12 °C, tj. topíme na 60 °C, a po sepnutí kontaktů v prostorovém termostatu snížíme teplotu topné vody na 48 °C. Tuto teplotu udržuje regulátor po dobu sepnutí kontaktů v prostorovém termostatu. Tím je snížena i teplota vzduchu v místnostech. Signalizaci zapnutého nočního útlumu zajišťuje dioda LED D5. Prostorový termostat slouží jen jako vypínač.

Nastavení elektroniky regulátoru

Po osazení součástek do desky s plošnými spoji a připojení napájecího napětí změříme výstupní napětí na IO1. Mělo by být +5 V. Do bodů označených "C" a "D" připojíme čidlo KTY10-6, do bodů "A" a "B" připojíme potenciometr P1 (musí být zapojen tak, aby při teplotě čidla např. 25 °C měl největší odpor, tj. 5 kΩ). Na anodě diody D7 změříme napětí proti +5 V – měli bychom naměřit hodnotu nižší než +5 V. Toto napětí bude různé kus od kusu podle použité diody. Ta zajišťuje dostatečné napětí na vstupech IO2 při nesymetrickém napájení. Po uchopení čidla do ruky a nastavení potenciometru na největší odpor se musí dio-

da LED D8 střídavě rozsvěcet a zhasínat podle toho, jak se ohřívá a chladne čidlo. Nastavení citlivosti (diference) provedeme tak, že ponoříme čidlo s teploměrem do vodní lázně a tu ohříváme (např. na 40 °C podle teploměru) a potenciometrem P1 otáčíme tak, aby dioda D8 zhasínala a rozsvěcela se. Poté nastavíme P1 tak, aby dioda D8 zhasla. Počkáme, až se znovu rozsvítí, a na teploměru odečteme rozdíl teploty vody. Rozdíly teploty vody ovlivňuje rezistor R4.

Pokud jeho hodnotu snižujeme, zvětšíme rozdíl (diferenci) teplot. Zvyšujeme-li jeho hodnotu, snižujeme rozdíl teplot.

Po takovém nastavení zapojíme do série s čidlem potenciometr P2. Nastavíme jej na nejnižší ohmickou hodnotu (MIN) a vodní lázeň ohřejeme na teplotu 60 °C – měříme ji teploměrem umístěným v lázni společně s čidlem. Nyní otáčíme potenciometrem P1 až se dioda D8 začne rozsvěcet a zhasínat. Potenciometrem P1 diodu D8 zhasneme a počkáme, až se rozsvítí; nyní potenciometr P2 vytočíme na nejvyšší ohmickou hodnotu (MAX) a dioda D8 musí zhasnout. Počkáme, až se znovu rozsvítí a na teploměru odečteme teplotu; ta bude největší hodnotou, o kterou se sníží topná voda při nočním útlumu a po otočení potenciometru P2 na MAX.

Po tomto nastavení provedeme montáž DPS, transformátoru do skříňky, dále

propojení mezi deskou elektroniky, potenciometry, přepínačem, relátkou, vypínačem a pojistkami se svorkovnicemi označenými "A" a "B". Čidlo je s regulátorem spojeno dvoužilovým kabelem FLEXO 2 × 0,75 mm² délky 3 m.

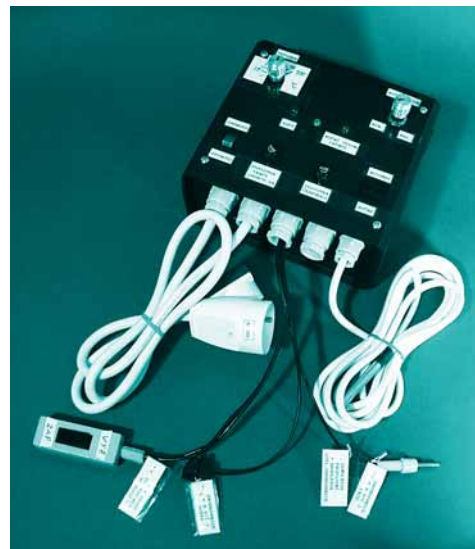
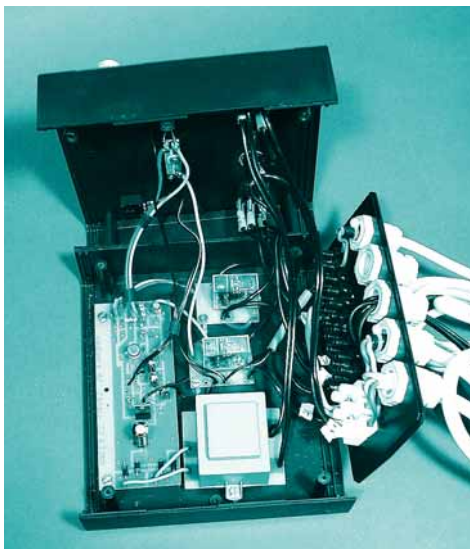
Seznam součástek

R1, R2	3K3
R3	4K7
R4	1M5
R5	68Ů
R6, R8	1K1
R7, R9	500Ů
P1	5K/N
P2	250Ů/N
C1	470TF/35V
C3, C2	100nF tantal
C4, C5	10TF/35V
(C1, C4, C5 elektrolytické)	
D1 – D4	1N4007
D5, D8	LED zelená 2V/0.02A 10mm
D6	1N4148
D7	LED červená 2V
IO1	7805 T1 KC508
IO2	MAC155 T2 KD135
1× odporové čidlo KTY10-6	
WL312-1	1,8 VA
(typ: RELFMZPA 4510, 12V/0,15A, ovl. nap. 12 V)	
3× př. kontakt	
1× pojistkové pouzdro	
typ RELFMZPA9705 KS12B	
2× ovl. napětí 240 V	
1× vypínač s LED	
1× přepínač dvoupolohový 10A/240V	

Použitá literatura:

Kvalifikační příručka obsluhovatele ústředního vytápění, Ing. Straka, 1972
Ústřední vytápění, J. Leber, 1970
Regulátor teploty pro plynové kotle, J. Svoboda, AR-A 4/78

Podrobné informace poskytne autor: Vlastimil Vágner, Karlova 615, 440 01 Louny; mobil: 0603/34 01 32.



Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

17. Přesný monolitický senzor teploty LM35CZ

Ing. Jan Humlhans

V našich toulkách katalogem GM Electronic tentokrát poněkud změníme dosavadní zaměření a budeme se věnovat zajímavému oboru elektrického měření neelektrických veličin. Z nich patrně nejčastějším objektem měření je teplota. Není ostatně divu, vždyť teplota ovlivňuje, ať již příznivě či nikoli, fyzikální, elektrické, chemické, mechanické a biologické procesy. Nejrozšířenějšími senzory pro průmyslové měření jsou stále termoelektrické články, kovové odporové teploměry na bázi platiny a niklu a méně termistory (existuje ovšem široká škála dalších speciálních metod). Hlavní nevýhodou termočlánků je především nutnost zesilovat malý signál řádu milivoltů a potřeba kompenzovat teplotní chybu srovnávacího konce, u dalších dvou pak složitější převod změny odporu na napětí a zvláště u termistorů nelinearita.

V oblasti teplot, které lze zhruba vymezit od -50 do $+150$ °C a jejichž potřeba měření má i v běžném životě velký význam, mají však v současnosti stále silnější konkurenci v polovodičových senzorech teploty. I když LM35 nebyl v roce 1983 první a u jeho výrobce National Semiconductor (www.national.com) na něj navázala celá řada dalších a dokonalejších senzorů, má mezi nimi stále své místo. A co je důležité, nalezneme jej v katalogu GM Electronic.

Stručně o PN senzorech teploty

Vliv teploty na polovodičové součástky není samozřejmě žádnou novinkou, boj s ním v případech, kdy byl na rozdíl od popisované tematiky nežádoucí, byl především v dobách germaniových tranzistorů velmi dramatický. Polovodičové senzory teploty jsou nabízeny již přes dvacet let a jejich význam od té doby stále roste. I když v současnosti jsou na čipu integrovány i s obvody pro zpracování signálu na výstupní analogové napětí nebo proud, nebo mají přímo nějakou formu digitálního výstupu, princip, na kterém jsou primárně založeny, zůstává týž a to, že napětí na propustně polarizovaném přechodu PN diody, případně tranzistoru zapojeném jako dioda spojením kolektoru s bází nebo přímo přechodu B-E tranzistoru se s teplotou mění přibližně s koeficientem $-2,2$ mV / °C. Ten má však značný rozptyl a s teplotou se mění. Výrobci senzorů se s tím vypořádali zapojeními využívajícími další základní vlastnosti přechodu a důvtipné obvodové techniky. Více se o tom lze dozvědět např. v [3] a [4]. Senzory mají výstupní signál úměrný buď absolutní teplotě nebo teplotě ve stupních Celsia, ale i u nás neužívaných stupních Fahrenheita.

Všeobecný popis a hlavní přednosti LM35

Typ uvedený v katalogu LM35CZ patří do rodiny 4 senzorů LM35, které se liší provedením pouzdra a měřicím rozsahem. V našem případě se jedná o senzor v plastovém pouzdře TO-92 (další pouzdra jsou kovové TO-46, plastové SO-8 a T-220), s nímž lze měřit teplotu od -40 do $+110$ °C. Rozmístění vývodů pouzdra při pohledu zespodu ukazuje obr. 1. Jeho výhodou je, že výstupní napětí v desítkách mV odpovídá přímo úměrné teplotě v °C. Na rozdíl od senzorů kalibrovaných v Kelvinech (K), není pro získání signálu úměrného teplotě v °C třeba odečítat poměrně velké konstantní napětí. Protože kalibrace senzoru je prováděna již při výrobě čipu bez potřeby jakýchkoli zásahu uživatele, lze u LM35CZ počítat při 25 °C s typickou chybou $\pm 0,4$ °C, maximálně pak ± 1 °C a typickou nelinearitou $\pm 0,2$ °C. Nízká výstupní impedance $0,1$ Ω při zátěži 1 mA, dobrá linearita a uvedené tolerance usnadňují spojení senzoru se zobrazovací a měřicími a regulačními obvody. Napájet jej lze jak jediným napájecím napětím, tak z bipolárního zdroje. Proto-

že odběr ze zdroje je pouze asi 60 μ A, je chyba způsobená vlastním ohřevem v prostředí bez proudění vzduchu menší než 0,1 °C.

Mezní hodnoty

Napájecí napětí	+35 až -0,2 V
Výstupní napětí	+6 až -1 V
Výstupní proud	10 mA
Rozsah pracovních teplot (LM35CZ)	-40 až +100 °C

Charakteristické parametry

Není-li uvedeno jinak, platí pro LM35C specifikace (viz tab. 1) $T_{MIN} = -40$ °C $\leq T_A \leq T_{MAX} = +110$ °C, $U_S = 5$ V a $I_L = 50$ μ A v obr. 3. Pro zapojení na obr. 2 platí v rozmezí teploty od +2 do +110 °C. Hodnoty vyznačené tučným písmem platí v celém teplotním rozsahu (viz tab. 1).

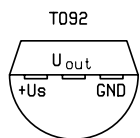
Základní zapojení

Základní zapojení senzoru LM35 pro měření teploty v rozsahu od +2 °C do T_{MAX} je na obr. 2. Pokud je třeba měřit i záporné teploty a je k dispozici i záporné napájecí napětí, použije se zapojení na obr. 3, přičemž jako "stahovací" (pull-down) rezistor R1 použijeme rezistor s odporem $R1 = U_S / 50$ μ A. Další možnost zapojení senzoru pro měření záporné teploty je na obr. 4. Nejjednodušší způsob zobrazení výsledku měření je na připojeném číslicovém voltmetru, které jsou dostupné jako samostatné moduly např. s vhodným rozsahem $\pm 200,0$ mV. Samozřejmě lze použít i ručkové přístroje, budeme-li respektovat katalogové údaje senzoru a pamatovat, že se zatížením se zvětší chyba vlastním ohřevem senzoru. Jako většina "mikro-příkonových" integrovaných obvodů je i LM35 omezen v schopnosti pracovat do zátěže s větší kapacitní složkou, v tomto případě je to asi 50 pF. To nabývá na významu např. tehdy, měří-li se senzorem teplota ve vzdáleném místě. Jednou z možností je snížit vliv kapacity sériovým rezistorem 2 k Ω , jak ukazuje obr. 5, toleranci vůči kapacitní zátěži zlepší také tlumicí RC člen podle obr. 6. Pokud se senzor používá pro měření v prostředí se silným elektromagnetickým rušením, kde přívody působí i jako antény, je vhodnější obvod z obr. 6 doplněný naznačeným blokováním napájení senzoru kondenzátorem 0,1 μ F.

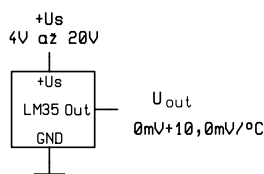
◆ Další aplikace ◆

Dvou vodičový přenos měřené teploty převodem na proud

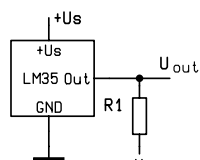
Pokud senzor poskytuje na svém výstupu napěťový signál, nastávají problémy s úbytky na vedení, pokud je třeba jej přenést na větší vzdálenost, navíc je k tomu třeba 3 vodičů. Proto se často převádí měřená veličina na proud protékající tzv. proudod-



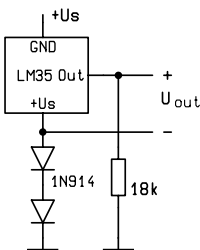
Obr. 1 - Pohled na LM35 v pouzdrě TO-92 ze strany vývodů



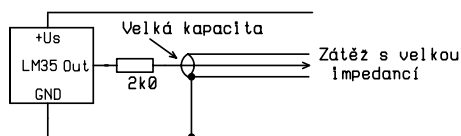
Obr. 2 - Základní zapojení pro měření kladné teploty



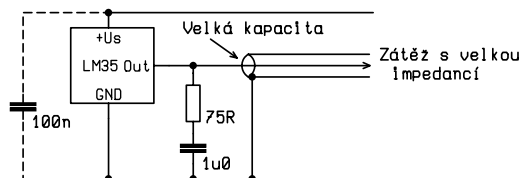
Obr. 3 - Zapojení pro měření kladných i záporných teplot, které potřebuje zdroj záporného napětí



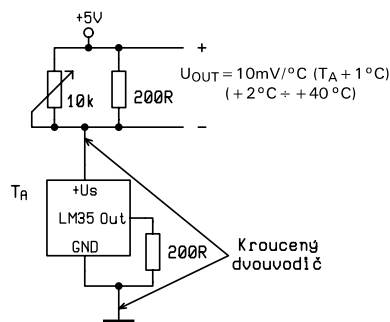
Obr. 4 - V celém rozsahu teplot -40 až +110 °C lze měřit i s jedním zdrojem



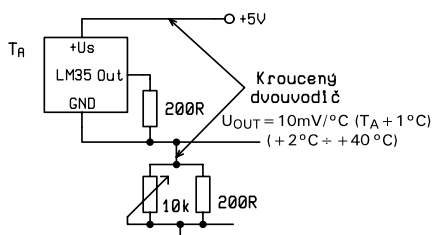
Obr. 5 - Ochrana při zátěži s velkou kapacitou (dlouhý kabel) sériovým rezistorem



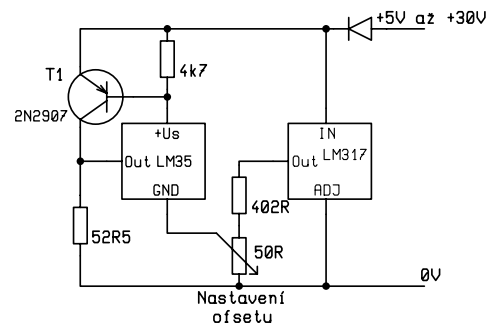
Obr. 6 - Další možnost připojení kapacitní zátěže doplněná blokovacím kondenzátorem



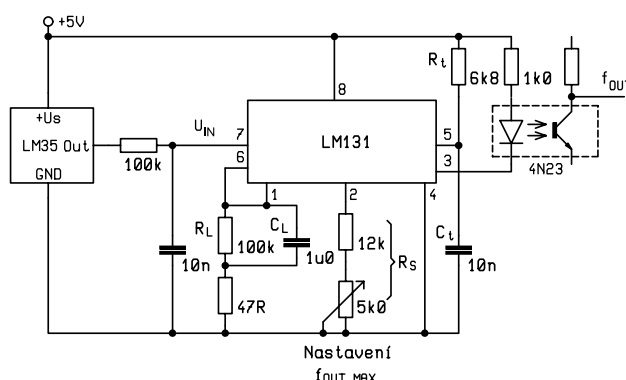
Obr. 7 - Dvou vodičové připojení vzdáleného uzemněného senzoru



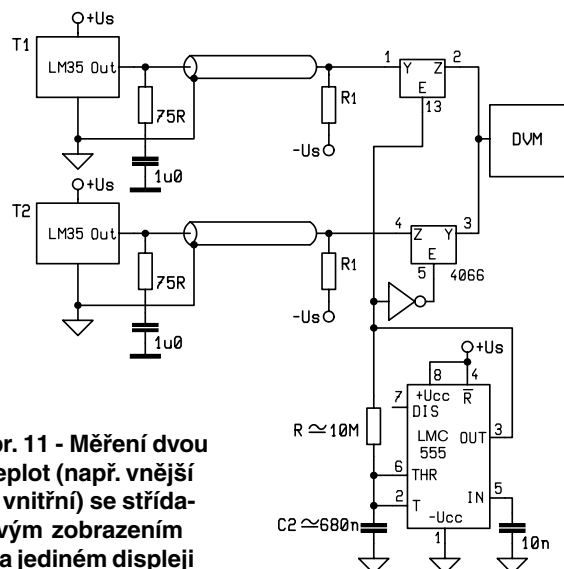
Obr. 8 - Dvou vodičové připojení vzdáleného senzoru s uzemněným výstupem



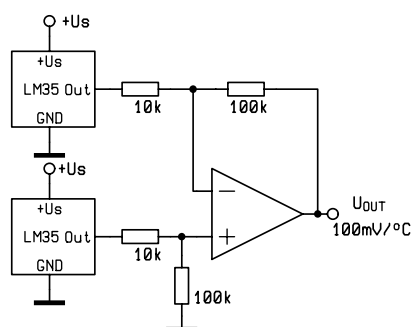
Obr. 9 - Převodník teploty 0 až +100 °C na proud 4 až 20 mA



Obr. 10 - Převodník teploty 2 až +110 °C na kmitočet 20 až 1100 Hz s izolovaným výstupem

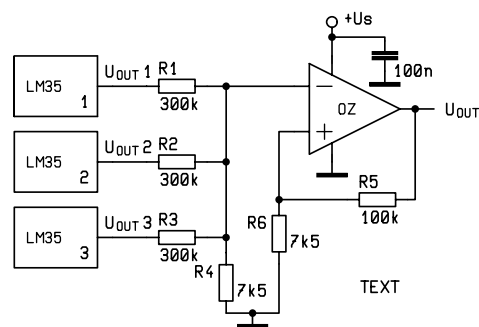


Obr. 11 - Měření dvou teplot (např. vnější a vnitřní) se střídavým zobrazováním na jediném displeji

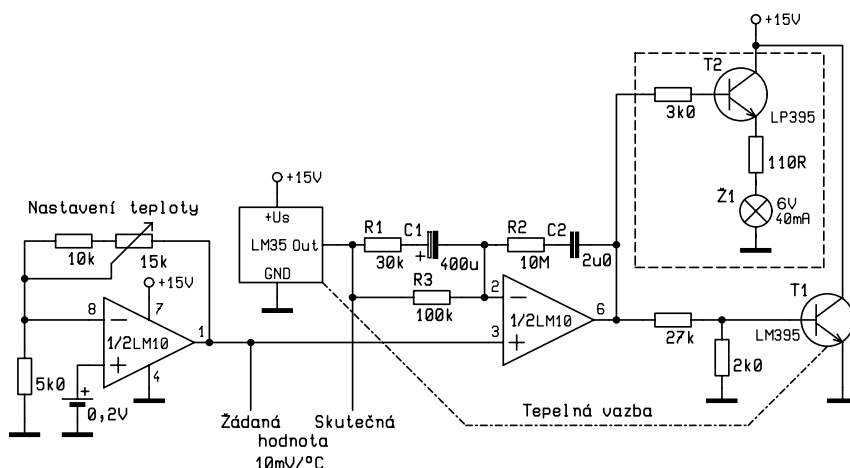


Obr. 12 - Zapojení diferenciálního teploměru

$$U_{OUT} = \frac{U_{OUT1} + U_{OUT2} + U_{OUT3}}{3}$$



Obr. 13 - Získání průměrné teploty ze tří měřených míst



Obr. 14 - Proporcionální regulátor teploty +60 až +120 °C

LM35C					
parametr	podmínky	typická hodnota	zkoušená mez ⁽¹⁾	návrhová mez ⁽²⁾	jednotka
chyba ⁽³⁾	$T_A = +25\text{ °C}$ $T_A = -10\text{ °C}$ $T_A = +110\text{ °C}$ $T_A = -40\text{ °C}$	$\pm 0,4$ $\pm 0,5$ $\pm 0,8$ $\pm 0,8$	± 1	$\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 2,0$	°C
nelinearita ⁽⁴⁾	$-40\text{ °C} \leq T_A \leq +110\text{ °C}$	$\pm 0,2$		$\pm 0,5$	°C
citlivost	$-40\text{ °C} \leq T_A \leq +110\text{ °C}$	+10		+9,8÷10,2	mV/°C
vliv zátěže ⁽⁵⁾	$T_A = +25\text{ °C}$ $-40\text{ °C} \leq T_A \leq +110\text{ °C}$	$\pm 0,4$ $\pm 0,5$	± 2	± 5	mV/mA
vliv napájení ⁽⁵⁾	$T_A = +25\text{ °C}$ $4\text{ V} \leq U_S \leq 30\text{ V}$	$\pm 0,01$ $\pm 0,02$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	mV/V
klidový proud ⁽⁶⁾	$U_S = +5\text{ V}, +25\text{ °C}$ $U_S = +5\text{ V}$ $U_S = +30\text{ V}, +25\text{ °C}$ $U_S = +30\text{ V}$	56 91 56,2 91,5	80 82	138 141	μA
změna klidového proudu ⁽⁵⁾	$4\text{ V} \leq U_S \leq 30\text{ V}, +25\text{ °C}$ $4\text{ V} \leq U_S \leq 30\text{ V}$	0,2 0,5	2	3	μA
teplotní koeficient klidového proudu		+0,39		+0,7	μA/°C
minimální teplota pro jmenovitou chybu	zapojení na obr. 2, $I_L = 0$	+1,5		+2	°C
dlouhodobá stabilita	$T_j = T_{MAX}$ pro 1000 h	$\pm 0,08$			°C

Tab. 1

Poznámky:

⁽¹⁾ Zaručené a zkoušené hodnoty u 100 % produkce

⁽²⁾ Návrhové meze jsou zaručeny v uvedeném rozsahu teplot a napájecích napětí, ale nejsou u celé produkce zkoušeny

⁽³⁾ Chyba je definována jako rozdíl výstupního napětí a součinem teploty pouzdra senzoru a citlivosti 10 mV/°C při udaném napětí a proudu.

⁽⁴⁾ Nelinearita je odchylka charakteristiky senzoru $U_{OUT} = f(T)$ od ideální lineární charakteristiky nalezené např. lineární regrese

⁽⁵⁾ Měří se při konstantní teplotě, pulzně při malé střídě (pro zabránění vlastnímu ohřevu)

⁽⁶⁾ Klidový proud v zapojení na obr. 2

vou smyčkou, který je vyhodnocen na místě zpracování přímo nebo se převede zpět na napětí. Většinou se rozsah měřené veličiny transformuje na proud 4 až 20 mA, což má proti dalšímu způsobu 0 až 20 mA výhodu v tom, že se snadno zjistí přerušování signálového vedení.

Měření vzdáleným senzorem teploty

Dvě jednoduchá provedení dvouvodičového připojení na obr. 7 a 8 jsou vhodná pro měření teploty do +40 °C, přenos proudovým signálem a zpětný převod na napětí průchodem prakticky shodným odporem, jakým je zatížen výstup senzoru. Dostavení převodního poměru se provede proměnným odporem 10 kΩ. Odolnost vůči indukci rušení do přívodů zvýší použití krouceného dvouvodiče. V prvním případě je se zemí spojen senzor, v druhém se vůči ní odebírá výstupní napětí.

Proudová smyčka 4 – 20 mA

Měřicí obvod pro senzor LM35, který pracuje jako proudový vysílač převádějící teplotu 0 ÷ 100 °C na proud 4 – 20 mA, tedy změnu o 16 mA, může být zapojen podle obr. 9. Pro docílení potřebné citlivosti 160 μA/°C (=16 mA/100°C) je třeba zátěž 62,5 Ω, což odpovídá proudu, který samotný senzor není schopen dodat. Proto je jeho výstup posílen PNP tranzistorem. Pro docílení základní hodnoty proudu 4 mA slouží třívývodový lineární regulátor napětí LM317 zatížený rezistorem 402 Ω a trimrem 50 Ω, kterým se nastaví proud smyčkou 4 mA při teplotě 0 °C.

Převodník teplota/ kmitočet

V tomto případě se částečně vrátíme k posledním pokračováním seriálu, ve kterých jsme se zabývali převodem elektrických i neelektrických veličin na kmitočet. V jednom z nich [7], byl popisován k tomu vhodný integrovaný obvod LM231 (331). Do rodiny těchto součástek patří i LM131 použitý v zapojení na obr. 10. Pro

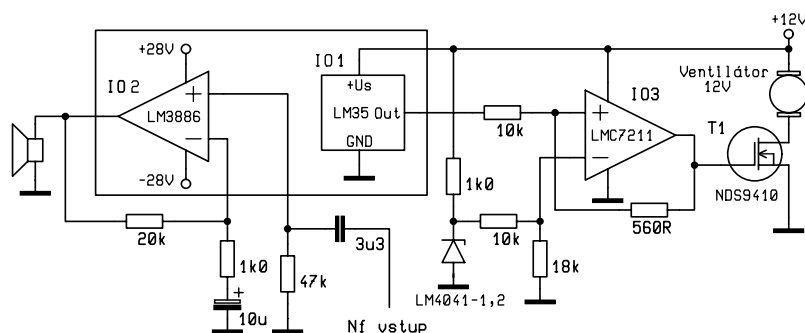
zopakování nebo nové čtenáře uvedeme ještě jednou vzorec určující výstupní kmitočet LM131 v tomto zapojení a upravíme jej na vztah $f_{OUT}(T)$, který naznačí jak provést případnou úpravu zapojení pro jiné teplotní rozsahy změnou hodnot součástek:

$$f_{OUT} = \left(\frac{U_{IN}}{2,09} \right) \left(\frac{R_S}{R_L} \right) \left(\frac{1}{R_t C_t} \right) = \left(\frac{0,01 \cdot T}{2,09} \right) \left(\frac{R_S}{R_L} \right) \left(\frac{1}{R_t C_t} \right)$$

Při použití hodnot součástek na obr. 10. se bude při teplotách +2 až +110 °C výstupní kmitočet 20 Hz až 1100 Hz, tedy převodní konstanta $K_T = 10 \text{ Hz/}^\circ\text{C}$. Vyrovnání vlivu tolerancí součástek včetně senzoru na výstupní kmitočet, tedy k nastavení uvedené převodní konstanty, slouží proměnný rezistor, který s pevným rezistorem 12 k tvoří odpor R_S . Oddělení převodníku od výstupu označeného f_{OUT} optočlenem odstraňuje možné problémy s různými potenciály zemí při přenosu informace o teplotě na větší vzdálenost mezi vysílacím a přijímacím stanovištěm.

Měření teploty ve dvou místech s jedním indikátorem

I když dnes není problém zakoupit si elektronický teploměr udávající vnější a vnitřní teplotu za poměrně malý peníz a navíc v elegantním krytu, jsou mezi námi i tací, kteří si jej raději sestaví sami a třeba se přitom i něco naučí. Inspirací pro ně může být zapojení na obr. 11. Údaje ze senzorů teplot T1 a T2 se střídavě přivádějí na digitální voltmetr pomocí analogového spínače 4066 ovládaného z časovače LMC555 zapojeného jako stabilní multivibrátor s kmitočtem 0,2 Hz. Výstup každého senzoru se tedy zobrazí vždy na 2,5 s. RC filtry na výstupu



Obr. 15 - Dvoupolohový regulátor teploty

senzorů kompenzují vliv kapacitní zátěže kabely. Záporné napětí lze získat např. nábojovou pumpou s IO LMC7660, nebo vytvořenou jinak.

Diferenciální a průměrující teploměr

Není vyloučeno, že někoho bude zajímat rozdíl teplot ve dvou místech. Pokud se v nich umístí senzory LM35, lze jejich připojením ze diferenciální zesilovač podle obr. 12, který odečte od napětí ze senzoru teploty T1 napětí na senzoru teploty T2 a rozdíl zesílí 10x, takže výstupní napětí zesilovače vztažené k zemi se při změně rozdílu o 1 °C změní o 100 mV. Snadno lze získat i signál o průměrné hodnotě teploty v nějakém prostoru z měření např. ve třech místech. To lze zařídit obvodem zapojeným podle obr. 13.

který lze snadno upravit i pro jiný počet měřených míst. Pro n měřených míst se volí $R_4 = R_6$, $R_5 = R/n$, kde $R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R$. Jako OZ musí být použit typ určený pro jediné napájecí napětí.

Proporcionální regulátor teploty

Proporcionální regulátor teploty může být zapojen podle obr. 14. Pomocí potenciometru P1 lze nastavit výstupní napětí referenčního zesilovače, který je obsažen spolu s operačním zesilovačem v pouzdře obvodu LM10 (je rovněž v sortimentu GM Electronic) tak, že se mění od 0,6 V do 1,2 V (lze samozřejmě volbou odporu zpětnovazebního rezistoru upravit). Toto napětí představuje žádanou hodnotu teploty objektu v rozsahu +60 °C až +120 °C vyhřívaného výkonovým tranzistorem T1 buzeným z operačního zesilovače. Teplota objektu je snímána senzorem LM35, který s ním musí být v dobrém tepelném kontaktu. Náběh teploty po změně žádané hodnoty by měl probíhat bez překmitů. O funkci regulátoru informuje svit žárovičky Ž1 ovládané tranzistorem T2. Tato část zapojení však není nezbytná.

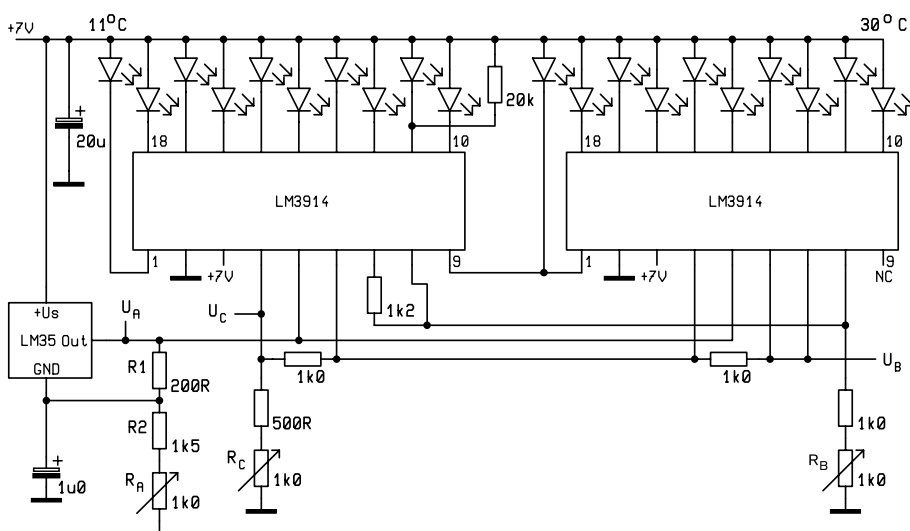
Dvoupolohový regulátor teploty

V řadě případů vyhoví i jednoduché nespojité regulátory, které zapnou topení/chlazení, jestliže teplota klesne/překročí nastavenou mez a následkem toho ji pak překročí/pod ní klesne, vypnou je aby nedocházelo k častému zapínání a vypínání, zavádí se do funkce regulátoru hystereze.

Obvod s těmito vlastnostmi, který spíná například chladičí ventilátor výkonového zesilovače, může být zapojen podle obr. 15. Napětí z výstupu senzoru IO1 přilepeného k chladiči integrovaného výkonového zesilovače IO2 se porovnává komparátorem IO3 s mezní hodnotou získanou děličem ze zdroje referenčního napětí IO4 (1,2 V). Při dosažení teploty okolo 80 °C komparátor přepne, jeho výstup sepne MOSFET T1, a tím chladičí ventilátor. Ventilátor je vypnut, když teplota chladiče klesne přibližně na 60 °C.

Teploměr se sloupcovým indikátorem v bodovém režimu

S pomocí integrovaných řídicích obvodů pro indikátory tvořené sloupcem svítivých diod LM3914 lze bez velkých problémů vytvořit teploměr, který zobrazuje velikost teploty senzoru LM35 buď délkou pásky (množstvím) svítících diod, nebo polo-



Obr. 16 - Teploměr se sloupcovým indikátorem pro rozsah +10 až +30 °C



Obr. 18 - Převodník analogového výstupu LM35 na paralelní číslicové slovo

Kompenzace teploty srovnávacího konce termočlánku

**Obr. 19 - Převodník analogového výstupu LM35
na sériový tvar**

Při měření teploty pomalu proudícího vzduchu může být účelné opatřit senzor lehkým "chladičím žebrem", které usnadní přenos tepla k čipu senzoru, jindy je zase účelné odezvu na rychlé a malé změny zpomalit zvýšením tepelné setrvačnosti přidáním větší hmoty.

Měření neelektrických veličin elektrickými metodami se užívá již velmi dlouho. V poslední době je však poznamenal razantní vstup elektroniky včetně technologií užívaných při výrobě integrovaných obvodů. Právě integrované senzory teploty využívající vlastností přechodu PN byly jednou z prvních vlastovek tohoto trendu a proti polovodičovým odporovým sensorům – termistorům a monokrystalickým sensorům přinesly zásadní výhodu v jednoduchosti aplikace, dobré linearitě a zvláště svým dostatečně velkým výstupním signálem vhodným pro další zpracování. Stojí proto za to se s nimi seznámit.

- [1] LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors. Katalogový list. National Semiconductor Corporation, srpen 1999.
- [2] National Semiconductor's Temperature Sensor Handbook.
- [3] LM34/LM35 Precision Monolithic Temperature Sensors. Aplikáční poznámka č. 460. National Semiconductor, říjen 1986.
- [4] Ďaďo, Kreidl: Senzory a měřicí obvody. Vydavatelství ČVUT 1996.
- [5] Humlhans: Řídící obvody pro páskové a bodové indikátory napětí. Rádio plus-KTE č. 5/99, s. 20 – 24.
- [6] Low Voltage Temperature Sensors TMP35/TMP36/TMP37. Katalogový list Analog Devices 1997.
- [7] Humlhans: Převodníky napětí na kmitočet III. Rádio plus-KTE č. 7/2000, s. 20 – 25.

Zajímavé obvody SGS-Thomson

ACS102-5T1 – nízkovýkonový spínač střídavého napětí s přepětovou ochranou

Časovače, používané ve většině aplikací, přecházejí stále rychleji na digitální elektroniku. Hlavním problémem je zde bezpečné spínání střídavé zátěže daného zařízení, řízené přímo výstupem časovače hlavního procesoru. Firma ST, vycházejíc vstříc této problematice, rozšířila svou skupinu obvodů ACS o další nízkovýkonový prvek, chráněný proti přepětí: ACS102.

Tento spínač střídavého napětí spíná proud 0,3 A při běžném síťovém napětí 100 až 240 V a je určen ke spínání elektronek, dávkovačů, světel a čerpadel, typicky používaných ve všech digitálně řízených aplikacích. Například běžná pračka, či myčka nádobí vyžaduje nejméně 3 takové prvky, lednička dva a prodejní automat osm.

♦ **Použití ACS102:** statické zapínání a vypínání střídavých zátěží, jako elektronky, relé, dávkovače, zářivky, dveřní zámky, ventilátory, čerpadla, mikromotory.

♦ **Tržní využití:** pračky, sušičky, myčky nádobí, lednice, mrazáky, sporáky, topné plotny, vybavení kuchyní, kávovary a prodejní automaty, průmyslové přístroje.

♦ **Výhody ACS102:** nepotřebuje žádný vnější ochranný prvek proti přepětí; zařízení s tímto prvkem vyhovuje požadavkům normy IEC61000-4-5; přímé ovládání z výstupu mikrořadiče; schopného sepnout proud 10 mA; vylučuje jakýkoli zpětný přenos stressu do mikrořadiče; v pouzdru SO-8 splňuje izolační konstrukční vzdálenosti; požadované normou IEC 335-1; při spojení více ACS postačí jediná chladič plocha; zmenšuje počet součástek spínače o 75 %.

♦ **Hlavní parametry ACS102:** spínaný proud trvalý: $I_{RMS} = 0,2 \text{ A}$; přípustné napětí v rozpojeném stavu: $U_{OFF} > 500 \text{ V}$; odpojovací přepětí: $U_{CL} \dots 600 \text{ V}$; Vysoká odolnost proti šumu v síti: $300 \text{ V}/\mu\text{s}$; záporný spínací proud hradla: $I_{GT} < 5 \text{ mA}$; pouzdro SO-8: vzdálenost 4,2 mm mezi vývody; na nichž je síťové napětí.

Modernizovaný spínač střídavého napětí

ACS102, u něhož je využita zdokonalená struktura ASD, obsahuje vnitřní regulátor úrovně, jenž zajišťuje maximální hodnotu spínacího proudu hradla 5 mA a vylučuje jakýkoli přepětový stress hradla. Kterýkoli mikrořadič, jehož výstup dokáže spínat proud 10 mA, může přímo řídit obvod ACS102. Spínací citlivosti 5 mA bylo dosaženo, aniž by byly obětovány dynamické vlastnosti obvodu. Ve skutečnosti je jeho minimální šumová odolnost (statická hodnota dV/dt) udávána $300 \text{ V}/\mu\text{s}$, což je hodnota 10x větší, než u kteréhokoli běžného triaku a jeho vypínací stromost je minimálně 0,15 A/ms. ACS102 je první spínač ve třídě 5 mA (ovládání proudu) s úplnou specifikací dynamických parametrů.

Kromě toho je budící spotřeba ACS102 poloviční, což přináší větší pružnost při návrhu řídicího obvodu: napájecí proud je rovněž poloviční, což zmenšuje systémové náklady, provozní stabilita mikrořadiče je vyšší, neboť jeho napájecím proudem V_{SS} protéká menší proud.

Verze v pouzdrech TO-92 a SO-8

Obvod je dodáván buď v oblíbeném pouzdru TO-92, nebo v pouzdru SO-8 pro plošnou montáž, jež je však poněkud upraveno pro vysokonapětové aplikace. Pouzdro SO-8 poskytuje povrchovou a izolační vzdálenost mezi vývody 4 mm, protože výstupní vývod obvodu je umístěn sám na jedné straně pouzdra. Proto

také ACS102 splňuje požadavky normy IEC 335-1, aniž by bylo nutno provádět doplňkové bezpečnostní zkoušky.

Díky vestavěné ochranné funkci dokáže ACS102 absorbovat energii vypínacího překmitu i při induktivní zátěži o hodnotě až 25 Henry. Vnitřní ochranné prvky rovněž umožňují obvodu snášet rychlé přechodové zátky, popisované normou IEC61000-4-4 a bezpečně odolávat přepětí, stanovené normou IEC61000-4-5.

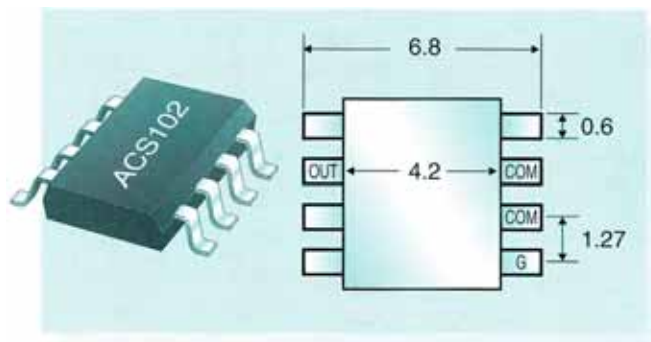
Oproti tradičnímu triaku, vyžadujícímu osm součástek pro splnění požadované funkce střídavého spínače, vyžaduje ACS102 pouze jediný vnější rezistor v přívodu hradla. Tím je elektronický řídicí modul daného zařízení kompaktnější a jeho výroba rychlejší.

První střídavý spínač v pouzdru SO-8

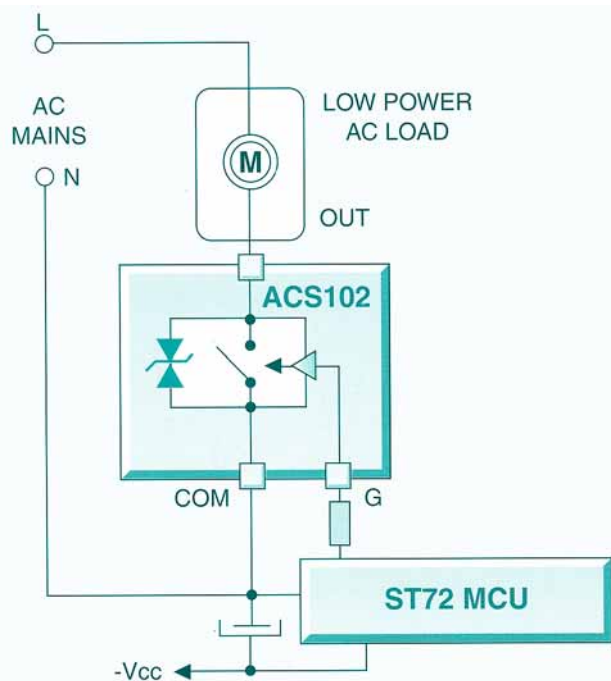
ACS102, doplňující nízkovýkonovou řadu ACS108 a ACS402, je prvním střídavým spínačem, vestavěným v pouzdru SO-8 s plně zaručenými dynamickými vlastnostmi při vstupním proudu hradla 5 mA. Zdokonalené vlastnosti obvodu ACS102, zejména jeho odolnost ve vypnutém stavu, šumová imunita, buzení logickou úrovní, spolu s kompaktní konstrukcí otevírají nové perspektivy ve vývoji spolehlivých a kompaktních přístrojů spotřební elektroniky.

Technologie ASD

Aplikačně zaměřená diskretní technologie (Application Specific Discrete) slučuje funkce několika aktivních a pasivních součástek do jediného monolitického obvodu, speciálně navrženého pro zcela určitou aplikaci. Firma ST k výrobě těchto prvků využívá svou vlastní technologii, zahrnující maskovací i pracovní postupy na obou stranách křemíkové destičky. Tato technologie umožňuje konstruktérům sloučovat výhody integrace (tj. zvýšená spolehlivost, větší kompaktnost a snížené náklady montáže) s použitím součástek pro velká napětí i proudy.



Vzhled a zapojení vývodů obvodu ACS102 v pouzdru SO-8



Typické zapojení ACS102 s jedinou zátěží

Jak se rodí profesionální plošné spoje

Ing. Jiří Špot

5. Návrhové systémy a úloha konstruktéra

Kreslicí prkno a počítač...

... by se spíše měla jmenovat tato kapitola. Po- užívání obou pomůcek k práci má totiž mnoho spo- lečného a jednu zásadní společnou věc především – u obou se MUSÍ MYSLET!

Všimněte si, prosím, označení kreslicího prkna i počítače za pomůcku. Není to samoúčelné, obě totiž slouží konstruktérovi k práci, pomáhá mu, ale nepracuje za něho samo...

Ačkoli je na trhu (a bohužel i mimo něj) spousta CAD/CAM systémů, úloha člověka-konstruktéra je naprosto nezastupitelná. Počínaje nápadem a kreslením schématu – tady je počítač pouhým kreslícím. Existuje sice celá řada analogových a digitálních simulací, které postihnou drobné nedokonalosti při vývoji zapojení, ale v praxi převážná většina vý- vojářů raději zapojení "odbastlí", a to dokonce i ti, kteří mají simulační program zakoupen (!). Sporná může být úloha počítače, či spíše programového vybavení při návrhu plošných spojů – autorouterů je přehršel a výsledky jejich práce jsou na první pohled patrné. Ptám se ale, zda mechanické "natahání", dokonce bych se nebál přívlastku "tupé" natahání, dostačuje nárokům na návrh elektronického zaříze- ní? Domnívám se, že ne. Konstruktér musí stejně věnovat svůj um a čas "dočesání" nataháných spojů. Navíc musí projekt před automatickým taháním (a případně rozmístěním součástek) připravit, a to velice pečlivě, takže vezmeme-li v potaz celkový čas, strávený přípravou před autorouterem a česá- ním po autorouteru, vychází nám celková doba auto-

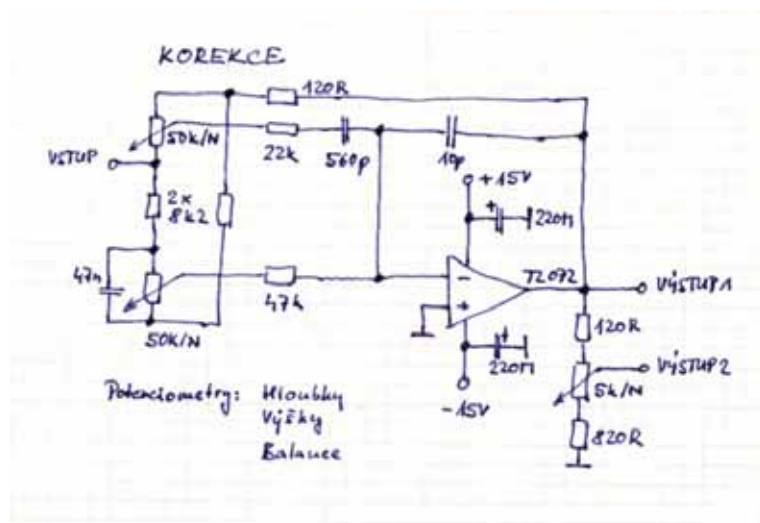
matizovaného návrhu srovnatelná s dobou stráve- nou "ručním" návrhem.

Rozhodně bych ale autoplacery a autoroutery nezatracoval – jen bych rád upozornil, že jsou a zřejmě ještě dlouho budou jen příslovečnou "trešničkou na dortu", neboť těžší práce konstruktéra leží ve vý- voji zařízení, nikoli v jeho fyzické realizaci... Stranou pozornosti by neměla zůstat zadávaná strategie pro tyto automaty – na semináři uživatelů systému P- CAD ve Vídni zaznělo trefné hledisko: „Autorouter je sice dobrý kůň, ale jezdec musí umět držet otěže ...“

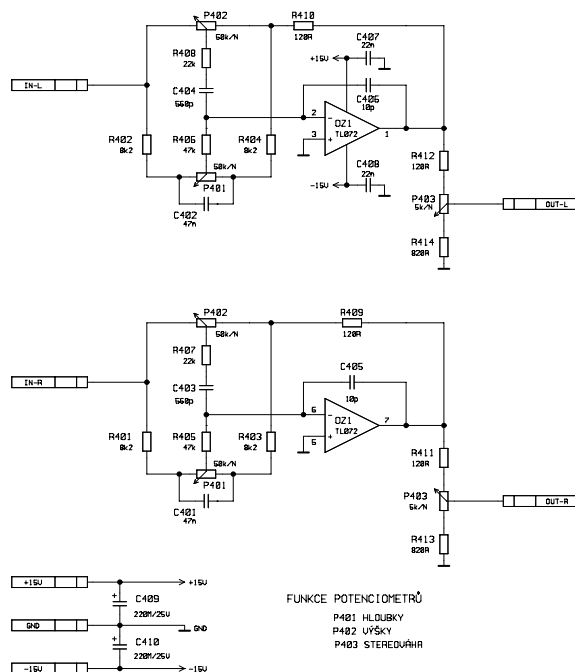
Skální příznivci autorouterů hájí své stanovisko, opravdoví konstruktéři také své. Rozsoudit obě sku- piny objektivně asi nelze. Snad se mi podaří uvést výmluvný příklad: Navrhuji-li plošný spoj jen čas od času a využívám přitom autorouter, ušetřím mi oprav- du dost času, který věnuji jiné, v tu chvíli efektivnější činnosti; od autorouteru nečekám zázraky, hrubé nedokonalosti dočesu, a hurá do výroby... Na druhou stranu, sedím-li převážnou část pracovní doby u CAD systému, ovládám jeho možnosti daleko lépe než v předchozím případě, a zvládám návrh „ručním“ způsobem zhruba ve stejném časovém úseku jako router s tím, že nemusím nic zásadního měnit, proto- že jsem již při zahájení tahání věděl, že sběrnice pod operačním zesilovačem, pracujícím v úrovních milivoltů nemá co dělat, pak je naprosto jasné, že autorouter použiji maximálně jako po- rovnávací kritérium pro srovnání jed- notlivých variant rozmístění klíčo- vých součástek...

Odbočil jsem k autorouterům, protože je to veli- ce často kladená otázka na AMPERu i Mezinárodním strojírenském veletrhu. Před několika lety byla efek- tivita autorouterů srovnatelná s prací člověka – zaří- zení byla relativně jednodušší a hustota „hezkých“ návrhů odpovídala páté třídě přesnosti na čtyřvrstvé desce s plošnými spoji. To vcelku bez problémů zvlá- daly kategorie autorouterů typu Maxroute a Spectra (v cenách od 150 tisíc až do dvou milionů korun). S nástupem čím dál vyšší integrace jak v součást- kově základně, tak hlavně na deskách s plošnými spoji, nabývá význam autorouterů u náročnějších projektů okrajového významu; u špičkových projektů si ani ty nejlepší routery "neškrtnou" – natahají cca. 80 až 90 % spojů a beznadějně se zakousnou při optimalizaci již natažených spojů...

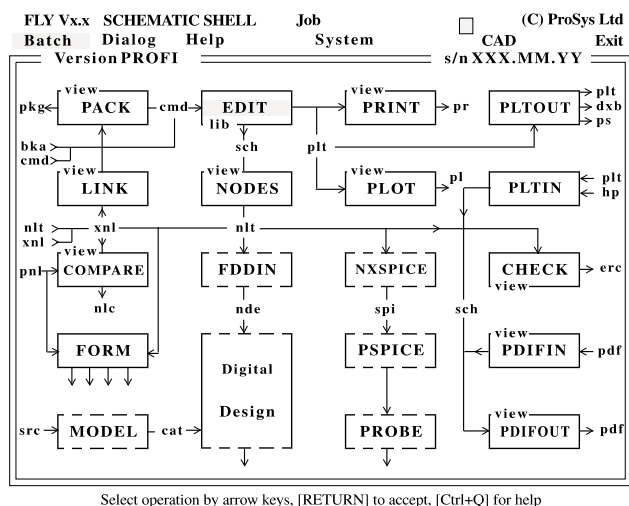
Jako příklad vítězství člověka nad softwarem mohu uvést desku JCP486, kterou navrhl ing. Jiří Jirutka, firma PRO/Automation, v roce 1995 v gra- fickém systému FLY (obr. 10). Myslím, že k obrázku kromě toho, že se jedná o průmyslové provedení počítače IBM PC kompatibilního a že jde o pohled na stranu součástek čtyřvrstvé desky s mezivrstvo- vými průchody, není opravdu co dodat... (Filmové předlohy a výrobní podklady zajistila společnost Pro- Sys, s.r.o., desky s plošnými spoji vyrobila společ- nost PCB Benešov, a.s.)



Obr. 1 - Původní dodané schéma kreslené "od ruky"



Obr. 2 - Schéma překreslené do CAD systému FLY



Obr. 3 – Řídicí modul grafického systému FLY – schématická část

Úhelným kamenem při srovnávání softwarových produktů nejsou tedy vlastnosti automatizovaného návrhu, tj. autoplacerů a autorouterů, ale komfort a výkon grafických editorů – hlavně editoru plošných spojů. Druhým hlediskem pro posouzení je zpracování dat pro fotoplottery; nicméně těžiště uvažovaných kritérií při volbě grafického CAD systému je právě v editoru plošných spojů, případně v dopředné a zpětné anotaci (přenos dat a změn ze schématu do desky a naopak). Pokud bych měl jmenovat zástupce výkonných CAD/CAM systémů, pak ze zahraničních jsou to Mentor Graphics, P-CAD, CADSTAR, PADS, Wutrax, z domácích FLY a stále se lepší Formica. Značně rozšířené systémy OrCAD a Eagle jsou sice uživatelsky příjemné, ale oproti špičce poněkud pokulhávají. OrCAD po integrování editoru Massteck konečně získal slušný editor plošných spojů, ale klade neúměrné nároky na hardware; Eagle sice podporuje dnes populární automatické rozložení, ale je nutné dočesání, navíc starou bolestí je výstup dat na Gerber. Nevýznamná není ani cenová úroveň – zatímco pod stotisícovou hranicí stojí Formica, FLY a Eagle, ostatní jmenované systémy jsou podstatně dražší...

Obecně je možné prohlásit, že počítač, nebo spíše CAD systém člověku usnadňuje návrh plošných spojů, ale rozhodně není schopen jakoukoli práci vykonat sám bez přispění člověka; na veletržích se bohužel setkávám s názory typu "zapnu počítač a vypnu mozek" – a dvojnásob bohužel, že tyto názory má zejména mladší generace, zhyčkaná počítačovým komfortem natolik, že si snad ani nepřipouští vlastní duševní námahu...

Naštěstí je ale dost těch, kteří chápou pomoc počítače jako podporu vlastního tvůrčího úsilí. Vždyť i pro spisovatele je psací stroj nebo dnes počítač jen pouhopouhým nástrojem k vlastní práci, a u vývoje elektronického zařízení je situace více než podobná.

5. 1. Přínos a záporny CAD systémů obecně

Jak jsem v úvodu zmínil, přechod od čtverečkovatého papíru k počítačovým návrhovým systémům je sice obrovským krokem vpřed, není ale možné se na techniku zcela bezvýhradně spoléhat, a hlavně: Není možné od ní očekávat jakoukoli tvůrčí činnost...

Záporem využití výpočetní techniky je naopak nekritické spoléhání uživatele na automatizované činnosti CAD systému při návrhu elektronického zařízení a dokonce zcela nekritické vyhledávání "uživatelsky příjemných" aplikací, jen aby nebylo nutné namáhat mozkové buňky...

Zvláštní pozornost je třeba věnovat výše zmíněné bezpečnosti dat – některé systémy automaticky zálohují starší verzi, jiné navíc dokumentují práci uživatele v reportu souboru nebo podporují různé stupně příkazů typu "undo" a "redo", hlavní je ale vždy součinnost uživatele – ani ten sebelepší systém nezaručí průběžné zálohování rozpracovaného projektu, o archivu celé dosavadní práce raději nemluvě.

Pro většinu uživatelů od amatérů po profesionály znamená CAD systém pomoc při návrhu elektronického zařízení, respektive desky s plošnými spoji. Ať už je návrh proveden automaticky nebo konstruktérem, obrovskou výhodou použití výpočetní techniky je víceméně automatizované generování dat pro zhotovení filmových předloh a pro výrobu desek s plošnými spoji, pro jejich elektrický nebo optický test, pro osazovací zařízení, a prakticky libovolné výstupy dat pro tiskárny a plottery, ze kterých je vytvářena technická a technologická dokumentace.

Obecně lze říci, že CAD systémy konstruktérům ulehčují práci, nejsou však samospasitelné. Závěrem lze dodat, že pokud elektronická firma nevyní alespoň deset zařízení ročně, nevypatí se jí pořizovat CAD systém a platit vlastního návrháře - efektivnější je svěřit vlastnímu konstruktérovi vývoj elektronických zařízení; návrh desek s plošnými spoji, přípravu podkladů a dat pro výrobu svěřit konstrukční kanceláři.

Ještě si neodpustím poznámku: Plošný spoj vyjadřuje kvalitu elektronického zařízení na první pohled již při otevření "škatule" – pečlivě provedený návrh se tedy zúročí nejen z hlediska spolehlivosti zařízení, ale i z hlediska estetického a tím potažmo i obchodního...

5. 2. Práce v CAD systému – obecný postup s libovolným systémem

Následující postup při práci konstruktéra je pojat zcela obecně, tedy bez návaznosti na jakýkoli CAD systém. Praktický příklad postupu při návrhu

v grafickém systému FLY včetně obrazových příloh následuje v kapitole 5. 3.

5. 2. 1. Kreslení elektrického schématu

Při kreslení elektrického schématu vychází konstruktér buď z prázdného prostoru databáze a po nakreslení schématu přizpůsobí grafiku rozměrům dodatečně zvoleného rámečku nebo postupuje opačně – nejprve zvolí velikost rámečku a poté do něj kreslí schéma.

Oba postupy jsou rovnocenné, záleží jen na zvyklostech konstruktéra. Pokud mohu posoudit práci známých konstruktérů, mírně převažuje druhý způsob – ale situace se mění s každou zakázkou. Dodejme ještě, že některé schématické editory podporují jen první způsob práce.

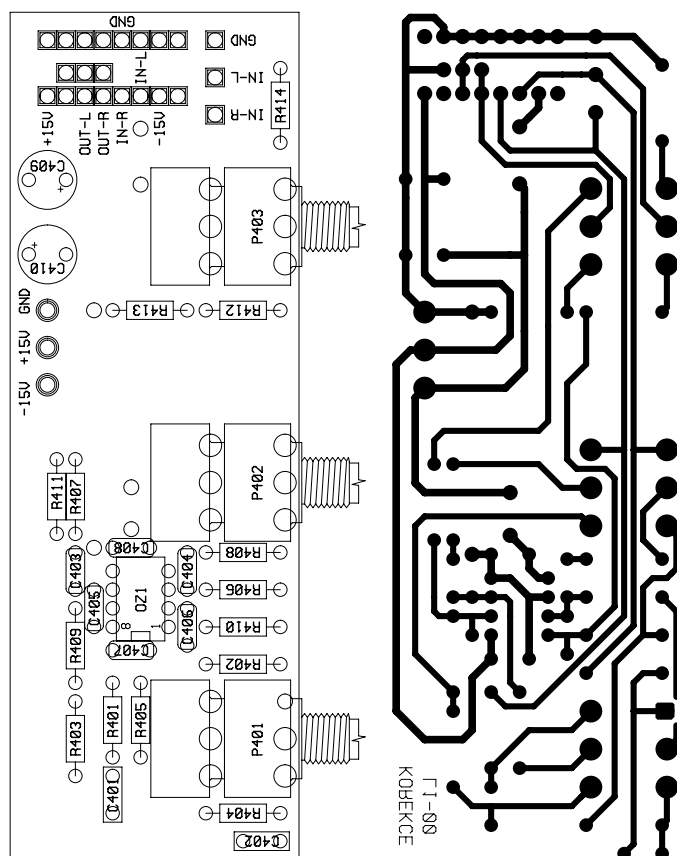
Při vlastním kreslení vychází konstruktér nejčastěji z náčrtu na papíře – má tak alespoň rámcovou představu o rozsahu schématu, použitých symbolech, blocích v zapojení, ... Při vlastním kreslení, nebo spíše překreslování, si z knihoven vybírá a umísťuje jednotlivé symboly do přibližných poloh nebo do shluků symbolů, a poté následuje propojení vodičnými spoji, sběrnicemi, pojmenovanými spoji. Spoj, který nejsou kresleny celé, ale jen částečně - nakreslen je kousek spoje od vývodu symbolu zakončený šipkou a jménem. Na jiném místě schématu se objeví totéž, a tyto dvě (nebo více) naznačené části spoje jsou elektricky spojené, aniž by ve schématu překážely – například rozvod signálu CLK, RESET, ... Druhým příkladem je napájení, které se až na výjimky nekreslí pomocí čar u logiky vůbec, u operačních zesilovačů jen částečně. Dále následuje dočesání nakreslené části schématu, doplnění dal-

```

%*****
%
% Program : FLY05 VERSION 3.00
% Date : Sep 03 2000
% Time : 08:48:48 AM
% File In : KOR.NLT
% File Out : KOR.NDE
% Format : FLY NODE LIST
%*****
%
% NODE PINS COMPONENT PATHNAME
%
%
% IN_L K KOR:UC000000 <KOR
% 2 RP25_R:UC000001
% 1 R_R:UC000005
%
% UN000000 2 <KOR
% 1 RP25_R:UC000002
% 2 C_R:UC000004
% 2 R_R:UC000005
%
% UN000001 1 <KOR
% 2 RP25_R:UC000002
% 2 C_R:UC000004
% 2 R_R:UC000008
%
% UN000002 3 <KOR
% 1 RP25_R:UC000001
% 1 R:UC000007
%
% UN000003 2 <KOR
% 1 R:UC000007
% 1 C:UC000009
%
% UN000004 2 <KOR
% 2 R:UC000006
% 2 C:UC000009
% 1 TL072:UC000011
% 1 C:UC000013
%
% UN000005 <KOR

```

Obr. 4 - Seznam symbolů a spojů – netlist



Obr. 5, 6 - Rozmístění součástek a navržená deska – motiv plošných spojů (zmenšeno cca 1 : 4)

ších bloků, symbolů a spojů, atd. Nakonec se provádí celkové dočesání, vyplnění rohového razítka a tisk dokumentace. Takto popsaný postup není nikterak závazný – jednotlivé operace mohou být prováděny v libovolném pořadí podle zvyklostí konstruktéra.

Elektrické schéma může obsahovat i další informace – nastavení napěťových úrovní a měřené průběhy v pracovních bodech, poznámky, odchylky od jmenovitých hodnot, atd. Výhodou je struktura grafických vrstev u některých editorů (P-CAD, FLY, ...), neboť je možné výkresovou dokumentaci modifikovat podle požadavků, například změnit normu IEC ana IEEE a naopak, a přitom pracovat stále s jediným souborem. Výhodná je i možnost hierarchické struktury schémat, i když popravdě řečeno – využívá ji jen velmi malá část uživatelů.

Samostatnou kapitolou je obsah, možnosti tvorby a doplnění knihoven. Dodavatelé softwarových systémů obvykle dodávají kompletní řady procesorů, pamětí, logických a analogových integrovaných obvodů a běžných pasivních součástek. Horší je situace u konektorů, relé, spínačů a další "bižuterie" – uživatel si některé symboly (a následně pouzdra pro editor plošných spojů) musí definovat sám. Vzhledem k bohatosti dodávaných knihoven se však pro běžného uživatele jedná o víceméně okrajovou záležitost, a specialista je už zvyklý...

5. 2. 2. Přechod od schématu k desce s plošnými spoji

Většina CAD systémů vytváří ze schématu nejprve takzvaný netlist – seznam schématických symbolů a spojů – a poté databázi desky s plošnými spoji. Vzhledem k tomu, že možnosti je poměrně

mnoho a proces probíhá víceméně automatizovaně, není nutné jej sáhodlouze popisovat.

Důležitý je výsledek: Databáze obsahující pouzdra součástek s popisem spojení (ratněstý, neboli gumové spoje ukazují na obrazovce, které piny mají být spolu propojeny).

Filozoficky vzato, schéma je určeno pro člověka: V grafickém vyjádření se lépe vyzná, lépe provádí změny, na první pohled si udělá představu, o co jde. Netlist jako seznam spojů je důležitý pro CAD systém – ten nezajímá, jakou grafiku má ten který symbol, ale odkud kam má vést který spoj a jaká pouzdra má přiřadit schématickým symbolům – nic více, nic méně. Dále se netlist používá ke komunikaci se simulačními programy a k tisku formulářů – seznamů spojů, použitých symbolů podle požadavků uživatele. Vlastní tvar (binární či textový) a struktura netlistu je u každého CAD systému jiná, existují ale konverzní programy, které dokáží z jednoho netlistu vytvořit jiný a přenést tak data mezi různými CAD systémy; ideální je však práce "pod jednou střechou"...

Zatímco seznam symbolů a spojů, netlist, je víceméně jasnou záležitostí, přiřazení pouzder ke schématickým symbolům je možné provést více způsoby: podle doplňkových údajů ve schématu (atributy přiřazené k symbolům), podle přednastavených parametrů, uložených v knihovnách, a na základě dotazů k uživateli. Jednotlivé CAD systémy používají různé varianty popsaných způsobů s různými poradím priorit, takže si problematiku ukážeme na příkladu v kapitole 5. 3.

5. 2. 3. Rozmístění součástek a tahání spojů

Na pečlivém rozmístění součástek včetně jejich zaměnitelných částí závisí celkový úspěch při návrhu plošných spojů. Jako kritérium úspěšnosti nebo spíše kvality rozmístění součástek na desce s plošnými spoji lze použít i moduly pro automatizované tahání spojů – autoroutery. Většinou platí úměra, že čím lépe se s úlohou vypořádá automat (ale pozor na nastavení strategie tahání!), tím lépe se problému zhostí člověk.

K natahání spojů lze použít buď vlastní mozek, což zaručuje i u průměrně inteligentních jedinců vysoce kvalitní

návrh, pokud mu věnují patřičnou péči, nebo zkusit využít služeb autorouterů. Výsledek činnosti automatu je odvislý nejen od zvoleného typu autorouteru, ale hlavně od zvolené strategie tahání. Na semináři uživatelů systému P-CAD byla řečena výše zmíněná krásná (a také bolestně pravdivá) věta o umění držet otěže – "pohrát si" s nastavením jednotlivých parametrů strategie tahání určitě není ztrátou času. Čím lépe je strategie stanovena, tím méně bude mít konstruktér práce při dočesávání hotového návrhu...

Další možností je svěřením návrhu konstrukční kanceláři. Nakreslením schématu (v jakékoli formě) činnost zákazníka v tomto případě prakticky končí... Předání zakázky specializované firmě rozhodně není potvrzením vlastní neschopnosti, a spoléhání na vlastní síly nebo na "kamaráda", který mi to po večerech natahá, často vede ke zdržením. Také obava ze ztráty dat nebo originálního nápadu je neopodstatněná – konstrukční kanceláře jakékoli informace třetím osobám zásadně neposkytují. Podstatnější roli bude u běžného amatéra hrát cena návrhu – ani ta však není s ohledem na kvalitu výsledku přemrštěná a pohybuje se u většiny kanceláří okolo deseti korun za zapojený pin, vývod součástky.

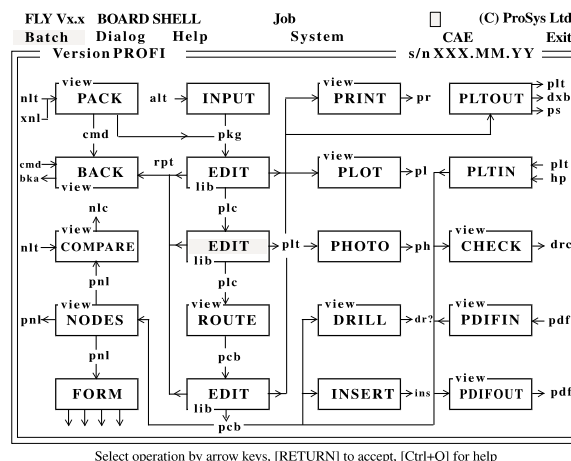
5. 2. 4. Dočesání spojů

Tato činnost konstruktéra je sice časově náročná, ale ovlivňuje jak funkční, tak hlavně estetickou stránku návrhu plošných spojů. Zároveň je komfort při této činnosti jedním ze zásadních parametrů při posuzování výkonnosti CAD systému – například Mentor Graphics umožňuje automatické shrnutí spojů na zvolené technologické minimum ve zvoleném okně, Massteck podporuje interaktivní rozhrnutí spojů a průchod nového spoje, FLY přistupuje k databázi spojů pomocí příkazů, umožňujících hromadnou změnu typů pinů a průchodů, tlouštěk spojů, automatickou změnu tlouštěk segmentů spojů na přednastavenou hodnotu, ...

Dočesání spojů je sice spíše kosmetickou záležitostí, nicméně konečný tvar spojů odpovídá pečlivosti konstruktéra a tím předurčuje i komerční úspěch celého elektronického zařízení.

5. 2. 5. Dokončovací práce a vytvoření výrobních podkladů

Pokud není zakázka typu "včera bylo pozdě", vyplatí se ještě s odstupem času projít návrh před



Select operation by arrow keys, [RETURN] to accept, [Ctrl+Q] for help

Obr. 7 - Řídicí modul grafického systému FLY – část pro návrh plošných spojů

VRTACÍ VÝKRES 00		
M 1:1	R 2.54	LISTŮ : 1
NÁZEV:	KOREKCEP	
MAT :	1,5mm	0/35
VRTÁNO ZE STR. SOUČ.		
ZNAČKA	PRŮMĚR	
◇	0,5	
◇	0,6	
◇	0,7	
◇	0,8	
◇	0,9	
◇	1,0	
◇	1,3	
◇	1,6	
◇	1,8	
◇	2,0	
◇	2,2	
◇	2,7	
◇	3,2	
◇	4,3	
◇	5,3	
◇	6,4	

Obr. 8 - Tabulka symbolů pro vrtací výkres

generováním dat a dočesat poslední jmenůvky – může se to jevit jako zbytečnost, ale dokonale učená deska opravdu reprezentuje kvalitu konstruktéra i firmy...

Výrobní dokumentace by měla obsahovat vrtací výkres a data pro souřadnicovou vrtáčku, data pro fotoplotter nebo hotové filmové předlohy, a pochopitelně jednoznačnou objednávku s uvedením jména zadavatele, požadavků na provení, počet kusů, termín, způsob odběru nebo zaslání hotových desek s plošnými spoji. Dobré je uvést též jméno člověka, který má zakázku na starost a jeho přímou linku nebo mobilní telefon. Předáním zakázky do výroby končí práce konstruktéra, respektive nákupčího v této fázi.

Pokud je to časově a vzdálenostně možné, vřele doporučuji všem zákazníkům jak výrobců, tak konstruktérů kanceláří, osobní kontakt alespoň při prvních zakázkách – jednak se zákazník dozví požadavky na dodávané podklady, a navíc se většina výrobců a konstruktérů i přes pracovní vytížení ráda "pochlubí" svou prací, technologií, kvalitou, ...

5. 3. Příklad – postup návrhu v grafickém systému FLY Profi

Jako příklad zpracování fiktivní zakázky uvedeme konstrukci korekčního zasilovače tak, jak by ji zpracovala společnost ProSys.

Vzhledem k tomu, že podstatné bylo již řečeno v předchozí kapitole 5. 2., omezím se zde jen na komentáře k jednotlivým operacím a případně srovnání s alternativami řešení.

5. 3. 1. Schéma stereofonního Baxandellova korektoru

Původní zapojení bylo dodáno na papíře, kresleno "od ruky". Překreslení do schématického editoru CAD systému FLY proběhlo ve dvou krocích – nejprve překreslení podle předlohy a poté úprava do obvyklejšího způsobu kreslení Baxandellova korektoru. Druhý krok byl z funkčního hlediska zbytečný, šlo o čistě estetickou záležitost ke zvýšení čtivosti schématu. Všechna tři varianty elektrického schématu korektoru jsou uvedeny na obr. 1 – 3.

5. 3. 2. Moduly NODES, LINK, PACK

Na obr. 4 je uveden řídicí modul grafického systému FLY, ze kterého jsou spouštěny jednotlivé moduly. Řídicí modul má dvě části: schématická je uvedena na obr. 4, část pro práci s plošnými spoji je uvedena dále na obr. 8. Spojnice mezi jednotlivými moduly ukazují toky dat s naznačenými standardními příponami souborů. Hlubší popis softwarového balíku FLY se vymyká záměru tohoto článku, proto se dále omezíme jen na nejnútější zmínky o jeho vlastnostech nebo funkcích.

Modul NODES vytváří ze schématu binární soubor – netlist. V této úloze nebudeme spojit více netlistů a proto modul LINK přeskočíme a spustíme modul PACK, který přiřadí ke schématickým symbolům konstrukční prvky – pouzdra součástek – a vytvoří prvotní databázi desky s plošnými spoji, soubor s příponou .pkg. Ten obsahuje všechna pouzdra, která se na desce budou vyskytovat a informace o spojení jejich vývodů. Součástky jsou umístěny v prvním kvadrantu databáze v pořadí, v jakém byly zakreslovány jim odpovídající symboly do schématu.

Z hlediska návrhu je tento soubor meziproduktem, jakousi prvotní databází desky s plošnými spoji, ze které vychází konstruktér při rozmísťování součástek. Různé varianty rozmístění pak ukládá jako soubory s příponou .plc.

5. 3. 3. Rozmístění součástek

Vzhledem k jednoduchosti úlohy a k požadavkům na rozmístění potenciometrů, přípojných bodů a konektorů nebylo příliš mnoho variant k rozmístění součástek. Deska s rozmístěnými součástkami, připravená k tahání spojů, je na obr. 6. Zapnutá vrstva s názvy komponentů při černobílém tisku splývá s obrysy součástek, na barevné obrazovce je situace mnohem lepší.

Rozmístění bylo provedeno ručně v editoru plošných spojů – modul EDIT ve druhé části řídicího modulu systému FLY na obr. 8.

Jako zajímavost můžeme uvést, že příkaz MOVE/COMP pro rozmísťování součástek podporuje i režim výběru součástek podle jména a pořadí, takže například po usazení odporu R15 "přiskočí" na kurzor odpor R16 a tak dále...

5. 3. 4. Tahání spojů autorouterem FLY Profi a dočesání

Při zpracovávání této, byť jednoduché úlohy, nebyl použit autorouter a návrh byl proveden od počátku ručně.

Obecně vzato je návrh analogových zařízení autorouterem věc ošidná, neboť automat nectí některá specifika návrhu zařízení s nízkými úrovněmi napětí. Jestliže se k tomu přidá ještě požadavek na řešení v jedné vrstvě, jde zpravidla o neřešitelnou záležitost nebo jsou výsledky pokusů automatů víceméně nepoužitelné.

Záměrně jsem uvedl takto provokativní příklad – triviální úloha s pár součástkami na jednovrstvé desce je pro automatické tahání velice obtížná ...

5. 3. 5. Tahání spojů ručně

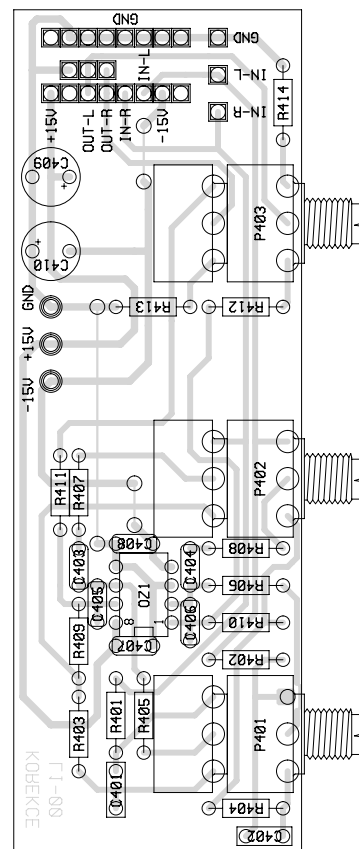
Ručně nataná deska s plošnými spoji je uvedena na obr. 7. K dokončení projektu zbývá provést panelizaci a dodělat technologické okolí. Hotová předloha byla uvedena na obr. 3 v č. 8/2000.

5. 3. 6. Dokumentace pro výrobu

Průvodní dokumentace pro výrobu desek s plošnými spoji obsahuje po technické stránce data pro zhotovení filmových předloh nebo přímo filmové předlohy a vrtací data.

Filmové předlohy se dodávají v provedení "originál" pro hromadnou výrobu nebo v provedení "matrice" pro kusovou výrobu. Při kusové výrobě se přikládají na přířez přímo dodané předlohy, při hromadné výrobě se nejprve z originálů zhotoví kontaktním způsobem pracovní kopie a originál se uschová.

Vrtací data by měl doprovázet vrtací výkres a takzvaný "manufacturing report", které usnadňují obsluhu vrtáčky práci. Z vrtacího výkresu je na první pohled patrný rozměr přířezu a hustota vrtání, report obsahuje typy nástrojů a počty děr jimi vrtaných.



Obr. 9 - Osazovací výkres – spoje podkresleny šedým rastrem

5.3.6.1. Vrtací výkres a data

Vrtací výkres (viz obr. 2 v č. 8/2000) musí obsahovat i tabulku použitých symbolů pro jednotlivé průměry vrtáků.

Standardní tvar tabulky vrtáků tak, jak ji používá konstrukční kancelář ProSys, je uvedena na obr. 9.

5.3.6.2. Data pro fotoplotter a filmové předlohy

Součástí výrobních podkladů jsou filmové předlohy pro motivy plošných spojů, příp. pro nepájivou masku či servisní potisk. V našem příkladu je k zakázce přiložena pouze předloha pro motivy spojů a předloha pro nepájivou masku.

5.3.6.3. Osazovací výkres

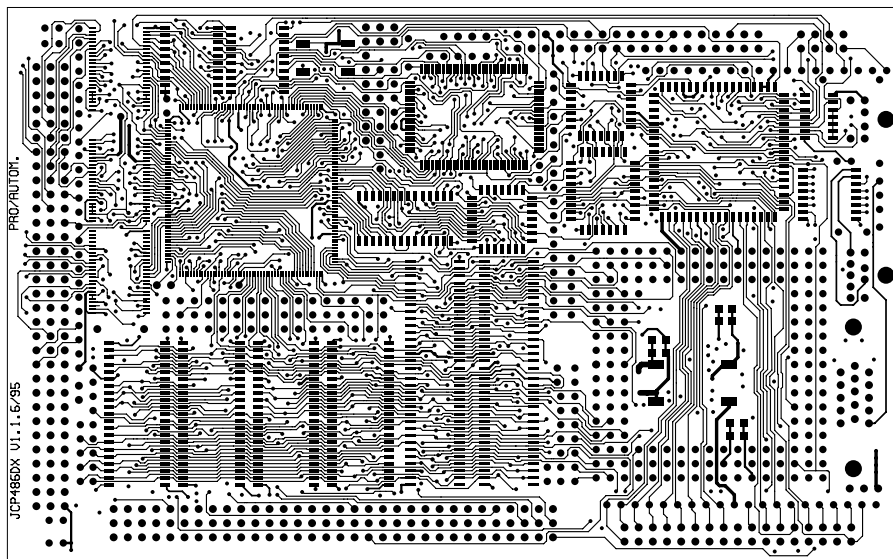
I při panelizované zakázce se většinou generuje osazovací výkres jen pro jedinou desku s plošnými spoji. Naopak u dat pro osazovací zařízení se generují data pro celý panel. U systému FLY se modul pro výstup dat na osazovací zařízení jmenuje INSERT – viz obr. 8 v tomto čísle.

5. 4. Konstruktor a CAD systém

Nespornou výhodou počítačové podpory práce konstruktéra je komfort při změnách návrhu, archivaci dat, generování výrobních podkladů. Ostatní aspekty práce jsou srovnatelné s klasickým návrhem – i při práci s CAD systémem závisí kvalita návrhu na konstruktérových zkušenostech a pečlivosti...

5. 5. Automatizace návrhu – Autoplacery a Autoroutery kontra Lidský mozek

Mozek pracuje – počítač spolupracuje. Tolik by se dalo říci závěrem k této kapitole. Programové



Obr. 10 - Ukázka – motiv strany součástek čtyřvrstvé desky JCP486 (zmenšeno cca 2 : 1)

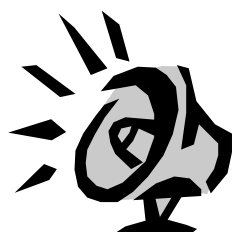
moduly pro automatizované rozmístění součástek a návrh plošných spojů jsou výbornou pomůckou pro občasné uživatele i rutinní konstruktéry, nejsou ale samospasitelné, a jako optimální situace se jeví spolupráce konstruktéra s automatizovanými činnostmi CAD systému.

Vezmeme-li v úvahu stále se zvyšující hustotu integrace obvodů, zlepšující se technologie výroby součástek s přihlédnutím k jejich miniaturizaci a z ní vyplývající hustotě motivů plošných spojů, nezbyvá

než se rozloučit s amatérskou výrobou desek s plošnými spoji, a svěřit se do rukou profesionálů...

Ukážkou budiž motiv strany součástek desky, která v sobě obsahuje řídicí počítač s procesorem 486 a spoustou komunikačních obvodů, uvedený na obr. 11. Autorem je ing. Jiří Jirutka, fa ProAutomation; desku navrhl bez pomoci autorouteru jako čtyřvrstvou v systému FLY Profi před pěti roky...

– *příště kreslení elektrických schémát, příprava pro návrh plošných spojů, konstrukční práce –*



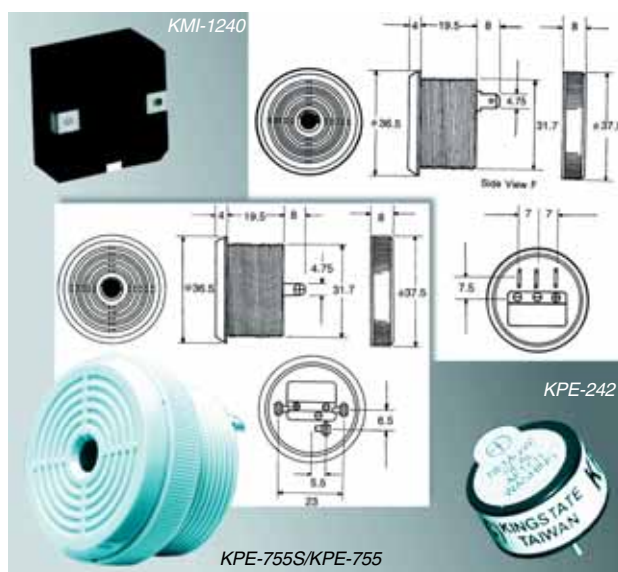
Piezoelektrické měniče



Piezoelektrické měniče se již staly nedílnou součástí našich životů, ačkoli to asi spousta lidí ani neví. Mají totiž některé velmi zajímavé vlastnosti v porovnání například s reproduktory či sluchátky. Především je to relativně velký vnitřní odpor (řádově kW) a tedy i malá spotřeba proudu. Navíc i přes nepatrné rozměry a spotřebu (včetně potřeby nízkého napájení) jsou piezoměniče schopny vyvolat dosti intenzivní zvuk pro potřeby varovných nebo zabezpečovacích zařízení. V běžné amatérské praxi jsou nejčastěji používány klasické měniče, tedy zařízení vydávající zvuk, který odpovídá signálu přivedenému na vstup měniče. Pochopitelně v takovýchto případech se jedná pouze o zařízení určené k upozornění okolí na nastalý stav. Navíc se ale vyrábí široká škála piezo součástek, kterým stačí připojit napájecí napětí o správné polaritě a zvuk se vytváří již v měniči.

Takovéto součástky se obecně nazývají piezosíreny. V praxi se s nimi setkáte především na ulicích, kde jsou každou chvíli slyšet krajně nepříjemné zvuky poplašných zařízení. Díky velmi malé spotřebě a širokému rozsahu napájení (obvykle 3 – 18 V) naleznou své uplatnění v mnoha oblastech. Výběr některých z nich, jež má ve svém sortimentu společnost GM Electronic, naleznete na zadní straně obálky tohoto čísla.

Amatéri pozor! Nepřipojujte piezosíreny ke zdroji napětí doma. Mohli byste přijít o okna...



V prodeji jsou piezoměniče nejrůznějšího provedení...

Malá škola praktické elektroniky

(46. část)

Optočlen, optotriak

Klíčová slova: bezpečné oddělení, optotriak, spínání v nule, katalogový list

Bezpečné oddělení

Optočleny se používají pro signálové propojení a zároveň napěťové oddělení dvou rozdílných prostředí. Podobně, jako se na infekčním oddělení v nemocnici mohou návštěvy domlouvat s pacienty přes zavěšené okno. Sklo je oddělí a přesto se vidí a slyší. U optoelektrických součástek se uvádí tak zvané oddělovací nebo izolační napětí, které ještě součástka vydrží. Pro porovnání: síťové transfor-

kem). Pracuje na podobném principu jako běžné "pípáčky" v digitálních hodinách, piezoelektrické sirénky pod. Při přivedení střídavého napětí určitého kmitočtu na elektrody nanesené na keramice se destička rozkmitá. A podobně jako u piezoelektrického mikrofónu vzniká kmitáním keramické destičky napětí, které se snímá na druhém konci druhými dvěma elektrodami.

Tato součástka je malý čtvereček keramiky $20 \times 20 \times 2$ mm se čtyřmi vývody. Má nevýhodu, že ke své činnosti potřebuje oscilátor s kmitočtem asi 95 kHz, který ji rozkmitává a spínání triaku touto součástkou se provádí připojováním tohoto kmitočtu. (Viz obr. 2, 3 a 4.)

Optoelektrické spojení

Použití optoelektrického přenosu zná i malé dítě, které udrží v ruce ovladač k televizoru. V optočlenu (a tedy i optotriaku) je využíváno optoelektrické spojení na krátkou vzdálenost. Napěťové oddělení je dokonalé. Přeskokové napětí v su-

a – regulaci výkonu,
b – spínání.

U uváděných **regulátorů výkonu** se nastavuje určitý úhel otevření tyristoru nebo triaku, využívá se jenom část periody sinusového průběhu střídavého proudu tekoucího zátěží. Používá se u regulace:

- ♦ motorů vrtaček, aj.
- ♦ intenzity světla žárovek
- ♦ výkonu topných těles
- ♦ svářeček atd.

V katalogu jsou uváděny jako NON-ZERO-CROSSING TRIACS.

Bezkontaktní spínání umožňuje připojování a odpojování zátěže, při kterém se využívá doby celé půlperiody sinusového průběhu střídavého proudu – prostě k zapnutí nějakého zařízení a k vypnutí. Zde se nic nereguluje. Neuvádí se žádný úhel otevření, spínač je buď trvale sepnutý, nebo rozepnutý. Zátěží proud teče, nebo neteče. Je to sice hodně laicky vysvětleno, ale jsme ve škole.

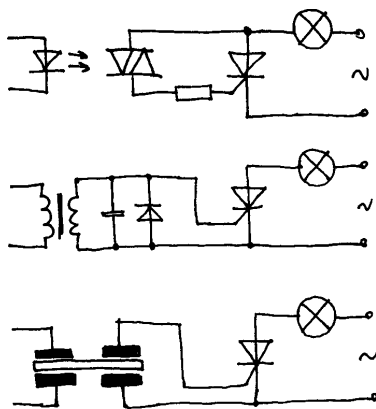
Používá se pro ovládání:

- ♦ elektromagnetických ventilů
- ♦ světel
- ♦ motorů
- ♦ topných těles
- ♦ elektromagnetických upínek
- ♦ elektromagnetických spojek
- ♦ rozběhu motorů
- ♦ jako polovodičová relé
- ♦ nebo pro stykové rozhraní mezi logickými řídicími obvody a ovládaným zařízením napájeným ze sítě.

V katalogu jsou uváděny jako ZERO-CROSS OPTOISOLATORS

Nejkratší doba sepnutí může být doba jedné půlperiody.

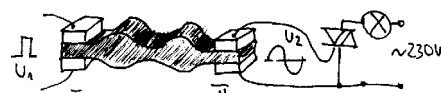
Nejdelší doba je libovolná. Když je na řídicí vstup optotriaku přivedeno napětí, optotriak se sepne, při průchodu střídavého proudu "nulou" se sice rozepne, ale



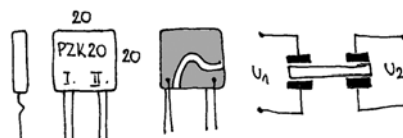
Obr. 1 - Druhy vazeb: optická, induktivní, akustická

mátory se zkusí, zda po dobu jedné minuty vydrží napětí mezi primárem a sekundárem 2 kV. Takže kdyby se náhodně a krátkodobě při nějakém výboji, například při bouři, napěťových špičkách naindukovaného napětí a podobně, mezi primárem a sekundárem objevilo napětí 2 000 V, musí izolace transformátoru mezi primárem a sekundárem toto napětí vydržet a nesmí se prorazit a toto napětí se nesmí dostat na sekundární část napáječe a tím i na celé připojené zařízení. Z tohoto hlediska je zařízení bezpečné. Oddělení transformátorem není všude možné a i když by bylo možno triak nebo tyristor spínat přes transformátor, je v porovnání s optoelektrickou součástkou nevýhodné: větší rozměry, větší pracnost při výrobě a spotřeba materiálu (viz obr. 1).

Piezoelektrický oddělovací článek například PZK 20 firmy Siemens [viz 1] má uváděné oddělovací napětí 4 kV. Využívá přenos akustickým vlněním (zvu-



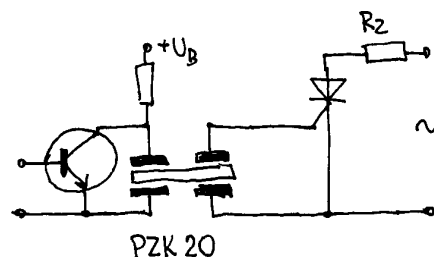
Obr. 2 - Akustická vlna má rychlost 2000m/s



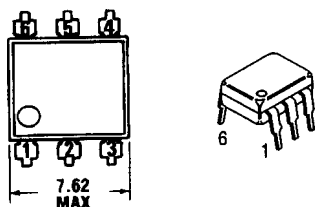
Obr. 3 - Piezoelektrický element je malá destička 20×20 mm se 4 vývody

chém vzduchu je asi 20 kV na 1 cm. V praxi se používají optočleny, které mají zaručené oddělovací napětí několik kilovoltů. Větší je zbytečné, protože při vyšším napětí by si výboj našel cestičku jinudy – přeskokem mezi nožičkami součástky, materiálem pouzdra součástky nebo i plošného spoje, nebo při orosení zařízení přeneseného z chladného prostředí do teplé místnosti.

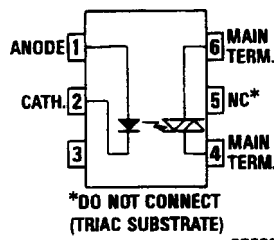
Optotriaky navíc ovládají triak, v jehož obvodu je zapojena nějaká zátěž. Z minule víme, že tyristor a triak se dají použít v zásadě dvěma způsoby. Pro:



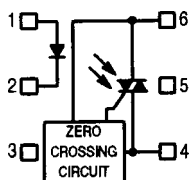
Obr. 4 - Princip zapojení s PZK20



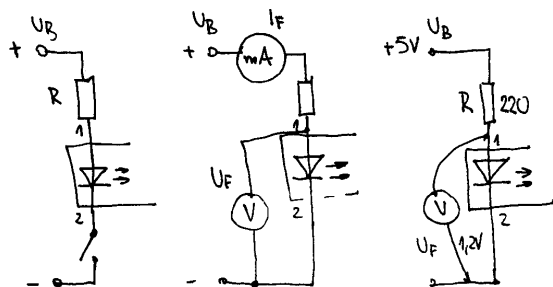
Obr. 5 - Optočlen má malé rozměry



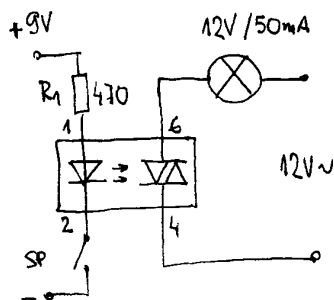
Obr. 6a - MOC3020 reaguje přímo na vstupní pulz



Obr. 6b - MOC 3041 je spouštěn až při průchodu nulou



Obr. 7 - Na LED v optočlenu je napětí U_F asi 1,3 V



Obr. 8 - Optočlen sám o sobě snese pouze malý proud, dostatečný pro sepnutí externího triaku

jakmile napětí na triaku opět začne vzrůstat, znovu se se-sepně atd.... (Viz obr. 11). To už známe z minulého výkladu.

K čemu je spínání v nule dobré?

• Když chceme využívat celou půlperiodu průběhu proudu, musí k sepnutí triaku dojít co nejdříve na začátku půlplny, tedy jak se říká "při průchodu nulou".

Kdyby začínalo později, nevyužila by se celá půlplna.

Kdyby ke spínání docházelo pokaždé při jiném úhlu, byla by na grafu této funkce ohraničená plocha v každé, takto sepnuté periodě, jiná a tudíž by i výkon do zátěže byl jiný.

• Za druhé: při sepnutí v okamžiku, když už na triaku nějaké napětí je, dojde k prudkému nárůstu proudu, který je zdrojem rušení i v pásmu rozhlasového a televizního vysílání (R.F.I.). K tomu dochází u regulátorů, ale tam se přidává odrušovací člen. Proto se u optotriaků pro tyto účely, používá funkce "spínání v nule".

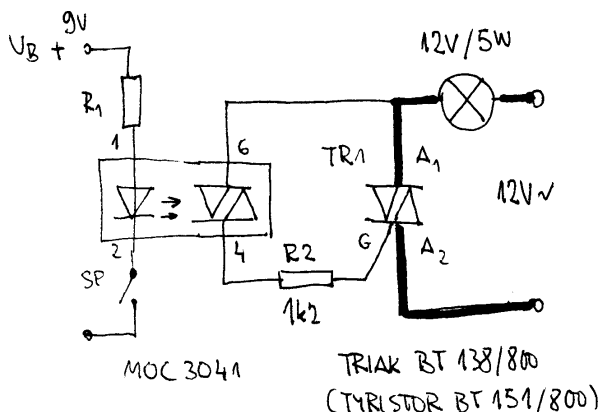
Pokud je triak sepnut na dobu trvající mnoho period, uplatní se toto spínání v nule pouze u první půlperiody, ostatní se již spínají krátce pro průchodu "nulou".

Zvláštním případem této aplikace je například přístroj pro léčbu pulzním magnetickým polem, kde je cívka budící magnetické pole přerušovaně napájena ze sítě v rytmu odvozeném od síťového kmitočtu po dobu jedné, dvou nebo několika period. Kdyby proud do cívky nebyl spínán "v nule", bylo by při každém sepnutí magnetické pole jinak silné, nepravidelné, "kulhalo by".

V katalogu najdete také obvody SSR – solid state rele – tedy polovodičové součástky s funkcí nahrazující klasické elektromagnetické

rele nebo stykače. (Poznámka: v katalogu najdete také obvody, které spínají kdykoli, v nule i při maximu.)

Praktické využití najdete v literatuře. Funkci si můžeme vyzkoušet na jednoduchém zapojení. V několika konstrukcích v Rádía plus je použitý obvod MOC3020 a MOC3041. (viz obr. 5). Není používán přímo pro spínání zátěže, ale jiného triaku. Ten se volí podle spínaného napětí a proudu, případně se umísťuje na masivní chladič.



Obr. 9 - Pokusné zapojení pro ověření funkce optické vazby ($R_1 = 470 \Omega$)

1. pokus.

Na vstupu optočlenu je uvnitř pouzdra LED, která se napájí ze zdroje přes rezistor. Musíme uvažovat její katalogové hodnoty – I_{FT} – proud při rozsvícení a U_F – napětí na LED při svitu.

Můžeme je změřit (viz obr. 7). Nebo výpočtem zjistíme, jak velký proud teče při napětí $U_B = 5V$ a $R = 220 \Omega$. Napětí na rezistoru je rozdíl napájecího napětí U_B a napětí na LED označeného U_F . Počítáme:

$$I = (U_B - U_F) / R.$$

Po dosazení nám vyjde proud asi 17 mA.

Výrobce uvádí tyto proudy I_{FT} :

MOC3020 – $I_{FT} = 30 \text{ mA}$

MOC3021 – $I_{FT} = 15 \text{ mA}$

MOC3022 – $I_{FT} = 10 \text{ mA}$

MOC3023 – $I_{FT} = 5 \text{ mA}$

Maximální proud $I_{FT \text{ max}}$ je 50 mA.

MOC3041 – $I_{FT} = 15 \text{ mA}$

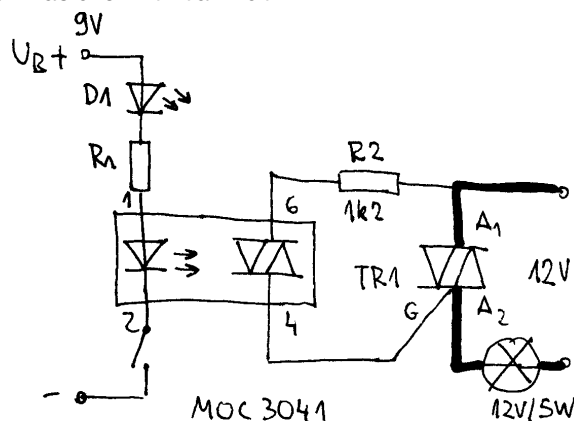
MOC3042 – $I_{FT} = 10 \text{ mA}$

MOC3043 – $I_{FT} = 5 \text{ mA}$

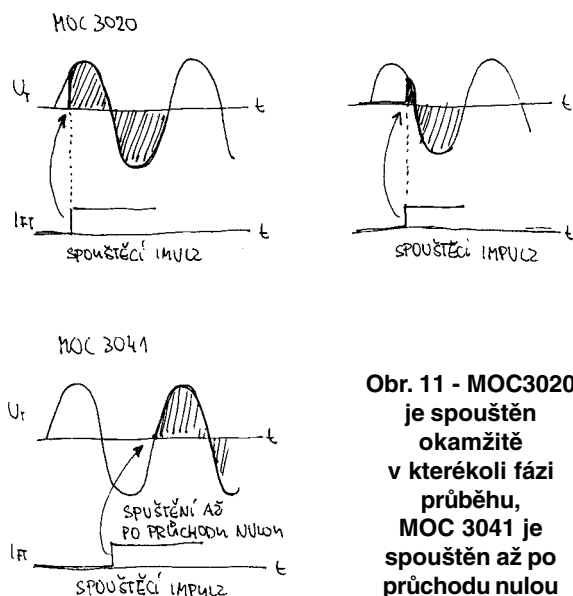
Maximální proud $I_{FT \text{ max}}$ je 60 mA.

Podle doporučení výrobce má proud být větší než I_{FT} a menší než $I_{FT \text{ max}}$.

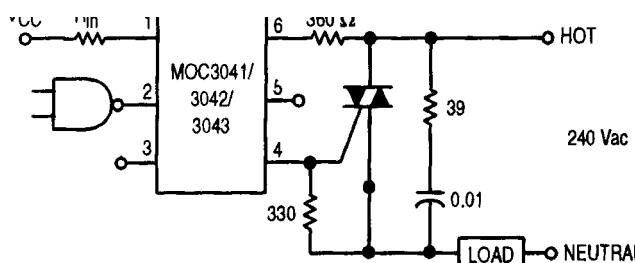
Abychom si ověřili, že optočlen opravdu spíná, připojíme na jeho výstup malou telefonní žárovku 12V/50 mA (viz obr. 8). Větší proud by optočlen mohl přetížít a zničit.



Obr. 10 - Zátěž může být v kterékoliv větvi ($R_1 = 390 \Omega$)



Obr. 11 - MOC3020 je spouštěn okamžitě v kterékoli fázi průběhu, MOC 3041 je spouštěn až po průchodu nulou



Obr. 12 - Ukázka schématu uvedeného v katalogovém listu výrobce – ukázka schématu podle americké normy

Aby byl pokus bezpečný, použijeme zdroj střídavého napětí, například 12 V transformátor z minulých pokusů a 12 V / 5 W žárovku do auta. Triak není sepnutý, žárovka nesvítí. Když na vstup optotriaku přivedeme takové napětí, aby se LED uvnitř pouzdra rozsvítila, sepne se tímto světlem optotriak uvnitř pouzdra. Při spojení přepínače se žárovka rozsvítí, při rozpojení zhasne.

2. pokus

Zapojení si rozšíříme podle obr. 9. Když na vstup optotriaku přivedeme takové napětí, aby se LED uvnitř pouzdra rozsvítila, sepne se tímto světlem optotri-

ak uvnitř pouzdra a tento optotriak sepne triak Tr1. Žárovka svítí. Rozpojením vstupu žárovka zhasne. Připojením se rozsvítí.

„Co je v tom za zázrak, vždyť to nic není? To umí každý obyčejný mechanický páčkový vypínač.“

„To ano, ale pomocí tohoto obvodu můžeme zátěž ovládat elektronicky a bez kontaktů spínače, který by musel vydržet spínaný proud.“

3. pokus

Kdo říká, že zátěž musí být právě v „horní větvi“? Zátěž zapojíme do „dolní větve“ z pohledu obrázku a stejně tak můžeme i rezistor R2 zapojit od obvodu ne za obvod, ale před něj. Je to sériové zapojení, tak je to jedno. Funguje to stejně? (Viz obr. 10.)

4. pokus

Ostatně se můžeme podívat na originální schéma z katalogového listu výrobce, kde je zátěž připojena na síťové napětí (obr. 12). Opět upozorňujeme na bezpečnost práce, viz předchozí lekce.

Obvod můžeme doplnit i o spínání tranzistorem a aby bylo vidět, kdy je sepnutý a kdy tedy svítí LED uvnitř optotriaku, přidáme ještě LED.

Kdo si rád hraje, může triak spínat například časovým spínačem s obvodem 555, který jsme probírali již v začátcích školy.

Tak je třeba možno na určitou dobu rozsvítit světla, spustit ventilátor, topení, zapnout motor čerpadla.

Parametry optočlenů obvykle najdete v dobrém katalogu alespoň ty základní. V katalogových listech vydávaných výrobcem najdeme údajů víc.

Domácí úkol: jak dlouho trvá jedna perioda síťového kmitočtu 50 Hz? Jak dlouhá je jedna půlperioda?

Trocha technické angličtiny

alternating voltage – střídavé napětí
ambient temperature – teplota okolí
operating temperature – provozní teplota
storage temperature – skladovací teplota
lead temperature – teplota přívodu při pájení
soldering temperature – teplota při pájení
main voltage – síťové napětí
resistive load – odporová zátěž
inductive load – induktivní zátěž
triggering – spouštění
zero – nula
crossing – křížení, přechod přes..
circuit – obvod
zero crossing circuit – obvod pro spínání v nule

Trocha němčiny

Piezo-Zündkoppler – piezokeramický vazební článek
optokoppler – optoelektrický vazební článek
piezokeramik – piezokeramika

Suplika: Pokud tento článek čtou čtenáři, kteří mají nové katalogy a staré se chystají vyhodit, **věnujte je, prosím**, pro poučení potřebným – odborným školám, učilištím, nebo prostě klukům v sousedství. I starší katalogy poslouží pro poučení. Vzpomeňte si, jak jste i vy hledali potřebné informace a na ty, kdo vám pomohli.

Literatura:

- [1] Elektronik 6/82
- [2] GM Electronic katalog 2000, str. 95, 96
- [3] Rádio plus-KTE č. 10/99, str. 5 – 7
- [4] Rádio plus-KTE č. 11/99, str. 18 – 19
- [5] Rádio plus-KTE č. 12/98, str. 15 – 16
- [6] Rádio plus-KTE č. 1/99, str. 17 – 20
- [7] Katalogový list MOTOROLA MOC30xx

– Hvl –

Laditelný krystalový oscilátor

V zapojení krystalového oscilátoru 14,318 MHz je použito rychlého komparátoru Linear Technology, LT 1394. Uvedme nejprve stručnou charakteristiku komparátoru.

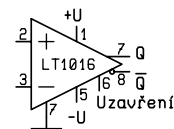
LT 1394 je rychlý komparátor s možností napájení z jediného zdroje s komplementárním výstupem TTL. Zpoždění komparátoru je 7 ns, při přebuzení 9 ns. Komparátor má vypínací vstup – latch. Je stabilní i při velmi pomalu narůstajících vstupních signálech v celé lineární oblasti. Vypínání výstupního stupně nemá

vliv na odběr komparátoru. Napájecí proud je 7 mA. Zapojení vývodů je na obr. 1 a hlavní parametry shrnuje tab. 1.

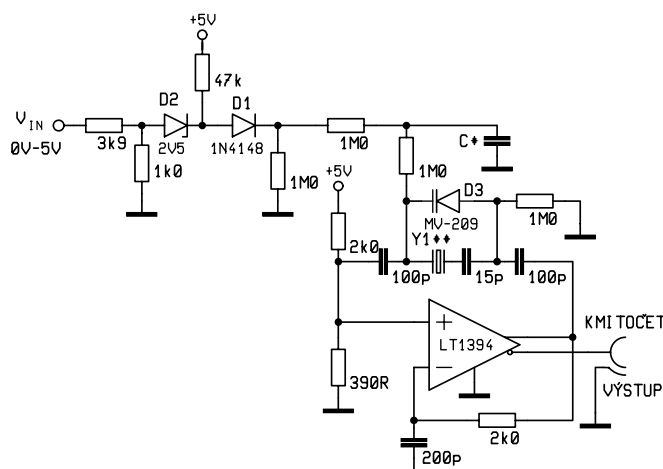
Napěťově řízený krystalový oscilátor (voltage controlled crystal oscillator VCXO) má velmi stabilní kmitočet a přitom i možnost jemného rozladění na obě strany středního kmitočtu 14,31818 MHz. Rozladění se řídí vstupním stejnosměrným napětím 0 až +5 V.

Stabilita kmitočtu je zachována i při rozladění pomocí varaktoru D3 (MV-209). Zapojení oscilátoru je na obrázku

2. Ladící obvod varaktoru a tedy i oscilátoru je zapojen pomocí diody D1 a Zenerovy diody D2 (2,5 V) tak, že dovoluje napětím U_{IN} jediné polarity přeladit oscilátor na obě strany středního kmitočtu. Kondenzátor C SELECT vybereme podle našeho požadavku velikosti přeladění.



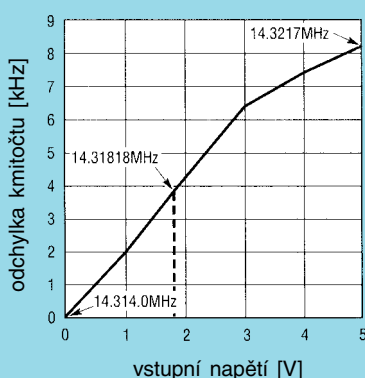
Obr. 1 - Zapojení vývodů komparátoru LT 1394



Obr. 2 - Přeladitelný krystalový oscilátor

ladění. Na obr. 3 je kmitočtová závislost oscilátoru na ladícím napětí. V příkladu je rozladění ± 240 ppm (parts per million), tedy 0,024%. Výstupní signál je obdélník středy 1–1 a úrovně TTL. Zapojení bylo použito pro získání čtyřnásobného nosného kmitočtu NTSC v oscilátoru, který je možné řídit fázovou smyčkou (vstup U_{IN} 0 až 5 V). Může být inspirací pro jinou aplikaci.

Podle Williams J.: 4xNTSC Subcarrier Tunable Crystal Oscillator, Linear Technology, design note 185 příloha ED, 1998, July 20.



Obr. 3 - Závislost kmitočtu oscilátoru na ladícím napětí

parametry komparátoru LT1394

rozsah napájení +U, -U	± 7 V max.
napájecí proud	7 mA
zbytkové napětí	2 mV max.
teplotní stabilita zbytkového napětí	2 μ V/ $^{\circ}$ C
souhlasné vstupní napětí	(+U - 1,5 V) až -U
vstupní proud	1 μ A
zpoždění (skok 100 mV, 5 mV přebuzení)	7 ns, 9 ns max.
diferenciální zpoždění	2 ns
výstupní signály	komplement. TTL

Tab. 1 - Parametry komparátoru LT 1394

Přístí rok opět za nezměněnou cenu!

Předplatitele číslo za 20 Kč (na rok 240 Kč), v prodejní síti číslo za 25 Kč);
na Slovensku (u GM Electronic Slovakia) roční předplatné 324 Sk (27 Sk za číslo) a na pultu á 31,80 Sk.

Objednávky z ČR:

telefonicky: 02/610 062 72, e-mail: send@send.cz, faxem: 02/610 065 63,
písemně: SEND, s.r.o., Antala Staška 80, 140 00 Praha 4.

Objednávky ze SR:

telefonicky: 07/559 60 439, e-mail: obchod@gme.sk, faxem: 07/559 60 120,
písemně: GM Electronic Slovakia, Budovatelská 27, 821 08 Bratislava.



Tenké baterie Li-ion, zdroje pro přenosná zařízení příští generace

Budoucí zdrojové hospodářství ovlivní příští přenosná elektronická zařízení. Projeví se to ve vlastnostech zařízení, v délce provozu a ve velikosti a váze zařízení. Výsledný výkon přenosného zařízení určuje napájecí zdroj – baterie. Stále častěji je používána sekundární, tedy nabíjecí baterie.

V současné době lze zvolit ze tří druhů baterií používající tři různé chemie: NiCd, NiMH a Li-ion. Všechny jmenované druhy baterií již našly cestu do mobilních telefonů, videokamer, notebooků, elektrického ručního nářadí i do dalších nesčíslných aplikací. Při volbě zdroje jsou pro nás důležité ba rozhodující velikost, vlastnosti a cena baterií. Tyto vlastnosti shrnuje tab. 1. Pro miniaturizaci rozměrů i zmenšení hmotnosti baterie vede volba jednoznačně k baterii Li-ion. Baterie Li-ion mají také největší energetickou váhovou i objemovou hustotu. Nejlépe zachovávají uložený náboj, neboť jejich samovybíjecí proudy jsou nejmenší. Z hlediska údržby je rovněž důležité, že nevykazují paměťový efekt. Vybíjecí charakteristika pozvolna klesá a umožňuje tak dobře uhlídat okamžik vybití. Baterie Li-ion ale vyžadují přesné dodržení na-

bíjecích i vybíjecích podmínek. Přesto může být nabíjení baterií Li-ion jednodušší, než nabíjení baterií s niklem, lit. /1/

Články Li-ion byly vyvinuty pro použití v přenosných telefonech a videokamerech. V těchto aplikacích se používají články válcového tvaru. Prizmatické články se vyvíjejí, aby bylo dosaženo co nejtenčího tvaru, který nejlépe vyhovuje při použití v počítačích, mobilních telefonech a jiných přenosných zařízeních. Dostupné jsou články tloušťky 8 až 10 mm, které při rozměrech 34×48×8 mm mohou dosahovat kapacity okolo 1000 mAh. Novější články s tloušťkou 6 mm a kapacitou do 700mAh jistě splní požadavky řady tenkých výrobků.

Úsilí průmyslu se nyní soustřeďuje na snížení tloušťky článku na 4 mm a ještě méně. Tohoto cíle se výrobci snaží dosáhnout optimalizací již existujících člán-



Obr. 1 - Článek Li-polymer ve foliovém pouzdře

Stávající technologie článků Li-ion používá záporné elektrody – anody a kladné elektrody – katody, do nichž jsou vloženy litiové ionty. Anoda počíná svou činnost jako čistý uhlík, do něhož se při prvním nabití dostanou ionty litia. Katoda je metal-lithiový oxid, kde kov je buď mangan nebo kobalt nebo mangan i kobalt současně. Uložení energie a její vydání způsobuje tok litiových iontů tekutým elektrolytem.

V bateriích Li-polymer je tekutý elektrolyt nahrazen polymerem v tuhé nebo gelové formě. Polymerový elektrolyt zachytí ve "stohu" elektrod tlak tak, že kovové pouzdro není nutné a vystačí článek uzavřít do folie. Pak zbude více prostoru na aktivní materiál článku. Tvar článku

	Li-ion	NiCd	NiMH
váhová energetická hustota [Wh/kg]	90	40	60
objemová energetická hustota [Wh/l]	210	100	140
pracovní napětí [V]	3,6	1,2	1,2
počet cyklů při poklesu kapacity na 80 %	500 – 1000	300 – 700	300 – 600
samovybití [%/měsíc]	6	15	20
vlastnosti při nízké teplotě	velmi dobré	dobré	dobré
relativní cena	vysoká	nízká	střední
nabíjecí proud	do 1 C	do 6 C	do 2 C

Tab. 1 - Porovnání nabíjecích článků tří různých chemií

výrobce	označení článku	velikost [mm]	hmotnost [g]	nabíjecí napětí /průměrné napětí [V]	kapacita [mAh]	objemová energetická hustota [Wh/l]	váhová energetická hustota [Wh/kg]	pracovní teplota při vybíjení [°C]
GS-Melcotrec USA Inc.	LT5A	35×61×3,8	13	4,2/3,7	540 min 570 typ	297	162	-20 až +60
NEC Electronics Inc.	IMP 300 648-1	30×48×6,5	23	4,2/3,8	630 min 650typ	264	107	-20 až +60
Poly Stor Corp.	063450	34×50×6	28	4,2/3,7	1000	330	130	-20 až +60
	063465	34×50×6	38	4,2/3,7	1300	330	130	-20 až +60
Sanyo Energy USA Corp.	UF553048	30×48×5,3	16	4,2/3,7	600	–	–	-20 až +60
	UF463048P	30×48×4,2	13,5	4,2/3,7	520	–	–	-20 až +60

Tab. 2 - Prizmatické články Li-ion

Ize daleko lépe přizpůsobit prostoru v daném použití, obr. 1. Foliový obal článku může snížit jeho hmotnost až o 50 % nebo více.

Ruku v ruce s ploše tvarovanými články se objevují nové typy napáječů. Jsou stejně jako nabíjecí články ploché a přizpůsobují se svému okolí dokonce i rozličnou barevností, obr. 2. Zmenšení nabíječů je patrné zejména na jejich malé výšce, již bylo dosaženo použitím technologie spínacích zdrojů. Ty umožnily vypustit ze zdroje rozměrný, vysoký transformátor.

Snížili-li se tloušťka prizmatických článků Li-ion s tekutým elektrolytem ke čtyřem milimetrům, začíná kovové pouzdro zabírat příliš mnoho prostoru. Výrobci pak používají prostý trik – stlačují rosolovitou roli do menšího pouzdra. Příkladem může být článek výrobce Poly Stor Corporation v tab. 2. Táž společnost vyrábí články Li-polymer tloušťky 4,4 a 3,8 mm ve foliovém pouzdře, viz tab. 3. Kovové pouzdro článků Li-ion má obvykle tloušťku 0,4 až 0,5 mm a zabírá 20 až 25 % celkového objemu článku. Foliové pouzdro může mít tloušťku 0,15 mm i méně.

Výhodou technologie Li-polymer je zjednodušená montáž článku. U článků Li-ion s kovovým pouzdem je nutné použít laserové svařování části s vývody k vlastnímu pouzdru. U článků Li-polymer se používá jednoduchý způsob vakuového uzavření foliového pouzdra. To vydatně zjednodušuje zapouzdření článku a umožňuje vyrábět články s rozličnými tvary a velikostí při nižší ceně.

Konstrukce článků Li-polymer může být provedena odlišným způsobem. Materiály článku mohou být srolovány a pak stlačeny do ploché podoby. Nebo mohou být elektrody a elektrolyt v plátcích na sebe naskládány do jakéhosi stohu. Sto-

hování umožní vyrobit články tenké jen jeden milimetr nebo méně, viz tab. 3. Zvětšením výšky svazku se dosáhne vyšší kapacity článku. Společnost Panasonic Batteries používá svazek 0,5 až 0,7 mm vysoký, který se skládá ze dvou kladných elektrod (katoda z dioxydu lithia a kobaltu), jedné záporné elektrody (anoda z grafitu) a gelového polymerového elektrolytu. Jeden každý svazek přispěje baterii 100 mAh. Dosahovaná energetická hustota je srovnatelná jako u baterií Li-ion (viz tab. 3).

Společnost Battery Engineering vyvinula řadu článků s pevným polymerovým elektrolytem. Články mají tloušťku 0,7 mm až 6,3 mm a kapacitu 100 mAh až 4000 mAh. Stohování svazků jednotlivých článků dovoluje vytvořit i baterie s vyšším napětím.

V některých člancích se elektrody oddělují separátorem z polymeru. V jiných funkci separátoru zastává elektrolyt. Separátor odděluje anodu od katody a současně dovoluje, aby jím procházel tok iontů. Články Li-polymer s elektrolytem v pevné i gelové formě jsou považovány za bezpečnější, než články Li-ion s tekutým elektrolytem.

V současné době jsou články Li-polymer používány v mobilních telefonech. Telefon Ericsson R 320s je dodáván se třemi druhy článků Li-polymer. Článek tloušťky 4 mm umožňuje 35 hodin pohotovostního režimu, 9 mm vysoký článek poskytuje 46 hodin pohotovostního režimu a článek vysoký 12 mm 99 hodin pohotovostního režimu, lit./2/.

Přestože se zdá, že články Li-polymer nahradí články Li-ion, jsou zde jisté okolnosti, které tomu zatím brání. Články Li-polymer zatím nedosahují energetické hustoty článků Li-ion. Kovové pouzdro poskytuje článkům Li-ion vyšší trvanlivost,

než jakou mají články Li-polymer s foliovým pouzdem. Také počáteční vyšší cena výroby článků Li-polymer může jejich hromadné použití pozdržet. Pro články Li-polymer je nicméně rozhodující jejich nízká hmotnost. Přechod k článkům Li-polymer je evoluční proces. Některé společnosti se snaží zavést rovnou články Li-polymer a během doby je stále zdokonalovat. Jiní výrobci sází spíše na články Li-ion. Mezi takové patří společnost NEC Electronic, která kombinuje technologii Li-ion s pouzdřením do fólie. Vyvinula tak články tloušťky pouhé 3 mm, jejichž objemová energetická hustota je stejná jako u stávajících technologií Li-ion. Články používají litium manganovou katodu a nikoli obvyklou katodu lithium kobalt. Téže technologie používá firma NEC u článku tloušťky 6,5 mm, jehož váhová energetická hustota je 264 Wh/kg (tab. 2).

Zástupce firmy NEC tvrdí, že článek s litium manganovou katodou je odolnější proti přebití a při propíchnutí pouzdra se nestane hořlavý. Společnost může vyrobit hybridní technologií články Li-ion v laminovaných, foliových pouzdrech silné 1,5 mm v různých velikostech. Podle pracovníků firmy NEC není důležité co je uvnitř článků, ale jak jsou silné, jakou mají velikost, kolik váží a jaké jsou jejich elektrické vlastnosti. Co článek obsahuje je věcí vývojářů. Očekávají, že jejich budoucí články Li-polymer budou lepší než články Li-ion již okolo roku 2001.

Také společnost GS-Melotec vyrobila článek Li-ion pouzdřený do fólie. Jmenuje se LT5A a má tloušťku méně než 4 mm (tab. 2). V testech bezpečnosti jako je mačkání, vysoká teplota, zkrat a přebití obstál článek velmi dobře. Je považován za mezistupeň k technologii Li-polymer.

Společnost Toshiba America Electronic Components přišla na trh s článkem

výrobce	označení článku	velikost [mm]	hmotnost [g]	nabíjecí napětí /průměrné napětí [V]	kapacita [mAh]	objemová energetická hustota [Wh/l]	váhová energetická hustota [Wh/kg]	pracovní teplota při vybíjení [°C]
Battery Engineering Inc.	86-54-0,6	54×86×0,7	5,2	4,2/3,6	100	180	125	-20 až +60
	86-54-3,5	54×86×3,5	30	4,2/3,6	700	180	125	-20 až +60
Panasonic Batteries Panasonic Industrial Co.	SSP35623.9	35×62×3,9	16	4,2/3,7	580	255	130	-20 až +60
Poly Stor Corp.	043456	34×56×4,4	15	4,2/3,7	650	315	160	-20 až +60
	043562	35×62×3,8	15	4,2/3,7	650	315	169	-20 až +60
Sanyo Energy USA Corp.	UPF363562	35×62×3,6	13,5	4,2/3,7	570	270	156	-20 až +60
Sony Electronics Inc.	UP383562	35×62×3,8	15,5	4,2/3,7	540	270	130	-10 až +60
Toshiba America Electronic Components	ALB363562	35×62×3,6	13	4,2/3,7	540	263	158	-20 až +60
Varta Batteries Inc.	LPF25 Type No.06804	22×29×0,4	0,5	-/2,8	25 při 1 mA do 2 V	235	150	-20 až +70

Tab. 3 - Prizmatické články Li-polymer

Li-polymer označeným ALB63562 silným 3,6 mm, viz tab. 3. Čtenář si jistě povšiml, že dvě dvojčíslí označení článku 35 a 62 jsou jeho rozměry v milimetrech. V článku je částečně použita technologie Li-ion. Katoda je z oxidu lithia a kobaltu. Anoda je z vláknitého uhlíku, který společnost standardně používá u článků Li-ion. Článek může dodávat proud až 2 C při poklesu

výkon adaptéru [W]	výkon naprázdno [W]		
	fáze 1 1.1.2001	fáze 2 1.1.2003	fáze 3 1.1.2005
0,3 – 15	1	0,75	0,30
15 – 50	1	0,75	0,50
50 – 75	1	0,75	0,75

Tab. 4 - Navrhovaný výkon naprázdno vnějších napáječů v Evropě

kapacity pouze o několik procent. Je natolik provozně bezpečný, že společnost uvažuje dodávat článek bez ochranného obvodu, který zvyšuje jeho cenu o 1 USD. Podobně chtějí učinit i jiné firmy.

Nabíjení článků

Poslední generace článků Li-ion a Li-polymer vyžaduje nabíjení konstantním proudem a dokončení nabíjení konstantním napětím s přesností $\pm 1\%$. Konečné nabíjecí napětí nesmí přesáhnout 4,2 V, viz tab. 2 a 3.

Nabíječe jsou obvykle součástí dodávek baterií. Pro nabíjení litiových článků existuje řada integrovaných obvodů, například od firem Maxim Integrated Products, Linear technology a Analog Devices. Pracují buď lineárně, nebo jako spínače, nebo jako impulzní nabíječe. Mohou být ve vnějším nabíječi nebo zabudovány přímo do zařízení s baterií. Nabíječ získává stabilizované napětí ze síťového adaptéru nebo z akumulátoru vozidla, například přes cigaretový zapalovač. Vnější zdroj je obvykle síťový transformátor s usměrňovačem. Za ním následuje lineární regulátor, který však představuje ztrátový člen a vytváří nadbytečné teplo. Dražším řešením je spínací regulátor, který za to výrazně zvyšuje účinnost. Vyžaduje většinou více vnějších součástek, mezi kterými je i rozměrná tlumivka.

Impulzní nabíječe vysílají do článku (či baterie) sled impulzů velkého proudu a takové hustoty, aby bylo dosaženo požadovaného napětí. Nevýžadují indukčnost a jsou velmi účinné. Impulzní nabíjení umožňuje rychlé nabíjení článku proudem větším než 1 C. Impulzní nabíječe Maxim používají síťové adaptéry s proudovým omezením, kterým se nastaví velikost nabíjecího proudu.

Impulzní způsob nabíjení je dnes nejžádanější a dává se mu přednost. Může ale zvyšovat napětí článku nad konečné

nabíjecí napětí. To snižuje životnost článků. Většina výrobců článků Li-ion je však s impulzním nabíjením srozuměna.

V současné době dávají výrobci přednost nabíječům integrovaným do přenosného zařízení a stále méně používají vnější nabíječe. Doba, kdy byl zájem o univerzální nabíječe článků s různými chemiemi, již minula. To proto, že většina nových zařízení používá články Li-ion a jejich tvar je přizpůsoben aplikací. Navíc jsou jejich napětí i způsob nabíjení odlišné od předchozích článků. Kromě toho každá nová generace přenosných zařízení používá nových typů baterií. Dodržení jednoho tvaru pouzdra baterií různých chemií je ztěžlivé proveditelné. V nejlepším případě můžeme pro nabíjení různých baterií vystačit s jedním síťovým adaptérem. Častým řešením je nyní vnější napájecí adaptér, který dodává jedno neměnné stejnosměrné výstupní napětí a vlastní regulátor a nabíjecí obvod zabudovaný do zařízení. Lze tak dobře splnit požadavky bezpečnosti a elektromagnetické imunity.

Hlavní rozdíl mezi adaptéry je v tom, zda jsou lineární nebo spínací. Lineární

nízké a tak dochází k výraznému zmenšení chladičů. Počet potřebných součástek se snižuje, používají se vysoce kvalitní, zejména kondenzátory a dosahuje se účinnosti větší než 92 %. Nicméně je to stále cena adaptéru, která rozhoduje nejvíc. Např. adaptér 70 W pro přenosný počítač s výkonovou hustotou 4 W/cm³ může být o 25 až 30 % dražší než verze s výkonovou hustotou 0,1 W/cm³. Adaptér s menší výkonovou hustotou je přirozeně rozměrnější, je ale levnější, lépe se v něm rozdělí vyzařované teplo, a proto je také spolehlivější.

Dalším hlediskem může být výkon adaptéru naprázdno, bez odběru proudu (standby). Omezení výkonu naprázdno ovlivňuje celkovou spotřebu energie při ohromném množství takto připojených zařízení natolik, že se tím zabývala příslušná evropská komise. Stanovila maximální spotřebu adaptérů naprázdno v průběhu několika příštích let podle tab. 4. Výrobky, které nebudou splňovat zde uvedené limity spotřeby naprázdno, budou hůře prodejné. Omezení výkonu naprázdno povede k vyloučení méně účinných adaptérů s transformátory.



Obr. 2 - Ploché napáječe se spínacovými zdroji již neobsahují transformátory

adaptéry, přes svou rozměrnost danou síťovým transformátorem, jsou stále populární pro svou nízkou cenu a v případech odběru do několika watů. Spínací výkonové adaptéry se uplatní svou vysokou účinností při vyšších odběrech. Jejich cena je proti lineárním adaptérům vyšší v průměru o 20 %. Jsou ale lehčí, univerzální pro různá síťová napětí a mají příhodnější tvar. Současný cíl je vyrábět adaptéry menší a lehčí. Spínací adaptéry mohou dodávat výkon řádově desítky watů. Jejich požadavky na chlazení jsou

Zdokonalování nových baterií Li-ion společně se zlepšováním vlastností nabíječů povede k celkovému zlepšení vlastností příštích přenosných zařízení.

– HAV –

Literatura

- [1] Morrison D.: *Thinner Li-ion Batteries Power Next Generation Portable Devices Electronic Design* 2000, February 7, str. 95,96,98,100,102,104,106.
- [2] *Inteligentní telefon od Ericssonu, Rádio plus-KTE č. 8/2000, str. 4.*