

Zprávy z redakce

Úvodník	str. 4
Vyhlášení čtenářské soutěže KTE magazínu	str. 5

Novinky a zajímavosti

Bezdotyková zkoušečka napětí, Lineární izolační zesilovače	str. 6
Univerzální obvod pro nabíjení baterií, Schottkyho diody	str. 7
CD-ROM firmy MAXIM, Nové MOSFETy pro SMT	str. 8
Obvody pro záznam telefonních hovorů, Barevná kamera CCD	str. 9
Nové trendy v konektorech ITT Cannon	str. 10

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky	str. 12
--	---------

Zajímavé obvody

Obousměrný převaděč logické úrovně	str. 14
Jednoduchý úrovnový snímač hladiny	str. 15
Obvody MAX2003 / 2003A	str. 16
Aplikace polovodičových relé	str. 23

Konstrukce

Autoalarm	str. 28
Duplexní interkom	str. 32
Generátor uklidňujícího šumu	str. 36

KTE – magazín elektroniky

Vydává: KTE Shortmarket **Redakce:** Tusarova 37, 170 00 Praha 7 **Sekretariát:** Markéta Pelichová, tel. 02 / 800 558

Šéfredaktor: Jakub Hynek, **Technický redaktor:** Lubomír Bláha

Layout & DTP: Redakce, při tvorbě elektronických schémat je využíváno programu *LSD 2000*

Tiskne: Naše Vojsko s.p., Vlastina 23, 161 00 Praha 6 – Liboc

Cena jednoho výtisku je 20 Kč, na předplatné 20 Kč. Objednávky inzerce přijímá redakce.

Nevyžádané rukopisy se nevracejí. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor.

Podávání novinových zásilek povoleno Českou poštou, s.p., odšt. záv. Praha,

Č.j. 5326 ze dne 14. 7. 1995 MK ČR 6413, ISSN 1210-6305

Rozšiřuje: PNS a.s., informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS a.s., doručovatel tisku a předplatitelské středisko.

Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS a.s., Hvoždanská 5 – 7, 148 31 Praha 4

Distribuci ve Slovenské republice zajišťuje: PNS Bratislava, Příbinova 25; Mediaprint capa

Vážení čtenáři, milí přátelé,

dovolte nám, abychom vám na počátku roku 1997 popřáli mnoho úspěchů jak v práci, tak ve Vašem soukromém životě. Budeme rádi, jestliže se budeme i v tomto roce spolu setkávat, jestliže ve volných chvílích, kdy se budete chtít věnovat věcem příjemným, sáhnete po našem časopisu.

S příchodem nového roku došlo v časopisu k zásadním změnám, které mají jediný cíl. Snažíme se jeho vzhled i obsah vylepšit tak, aby KTE magazín byl pro vás užitečným a zábavným společníkem a spolehlivým přítelem.

Určitě jste si všimli změn grafické úpravy časopisu. Doufáme, že jste je přijali s dobrými pocity.

Pokud jde o obsah, máme v úmyslu zachovat vše, na co jste v KTE magazínu zvyklí a k tomu pár věcí přidat. V tomto čísle zahajujeme seriál pod názvem „Malá škola praktické elektroniky“. Chtěli bychom ji orientovat tak, aby oslovila nejen mladé a začínající elektroniky amatéry, ale všechny přátele tohoto přitažlivého koníčka. Věříme, že nebudou zklamáni. Vedle možnosti upevnit a prohloubit si vědomosti bude naše škola průběžně, v návaznosti na teoretický výklad a v souladu se svým názvem, přinášet jednoduchá praktická zapojení. Podrobnější informace již najdete v první lekci. Doufáme, že náplň školy a její pestrá forma zaujme i pokročilejší amatéry, kteří v elektronice našli zábavu i potěšení.

Jako další novinky jsme zavedli stránky Zprávy z redakce (tu právě čtete a její účel je zřejmý) a Čtenářské fórum, jehož obsah vlastně budete určovat vy sami, čtenáři KTE magazínu. Zde totiž budeme otiskovat (zveřejňovat) vaše dopisy redakci a naše odpovědi na ně. Proto nám prosíme, pište, posílejte své náměty i připomínky k obsahu časopisu, nebojte se zeptat na cokoliv, co vás zajímá. Je pro nás velmi důležité, abychom stále věděli, co chcete v našem časopisu číst a mohli vám to nabídnout.

Je tu ještě další možnost, jak můžete sami ovlivnit tvář časopisu. Posílejte nám své příspěvky, ať už jako náměty, nebo jako detailně zpracované konstrukce. To přímo souvisí s čtenářskou soutěží KTE magazínu, kterou v tomto čísle vyhlašujeme, podrobné informace najdete na další stránce.

Vaše redakce

Čtenářská soutěž KTE magazínu

V úvodníku minulého čísla jsme psali o našem úmyslu vyhlásit pro čtenáře soutěž o nejlepší konstrukce. Nyní přinášíme podrobné informace o pravidlech této soutěže.

Čtenářská soutěž KTE magazínu je otevřena pro všechny naše čtenáře i ostatní zájemce o elektroniku, radiotechniku a příbuzné obory.

Do soutěže je automaticky zařazen každý příspěvek, který bude zaslán do redakce a bude obsahovat všechny dále uvedené náležitosti.

Co posílat do soutěže

Do čtenářské soutěže KTE můžete poslat jakoukoliv konstrukci, která souvisí se zaměřením časopisu, tedy z oblasti elektroniky a radiotechniky.

Příspěvek do soutěže by měl mít tyto náležitosti:

1. textový popis – popis vlastností, funkce a účelu konstrukce, popis zapojení elektronické části konstrukce, vysvětlení činnosti obvodů, nastavovací předpis, seznam součástek a další potřebné informace.

2. schémata zapojení, obrázky a výkresy mechanických dílů

3. nákresy plošných spojů s nákresy rozložení součástek.

Do soutěže bude zařazen i neúplný příspěvek, který potom bude chybějícími částmi doplněn v redakci (například může chybět nákres plošného spoje). V takovém případě bude vyhodnocena jen část, dodaná autorem příspěvku.

Rozsah článku by měl být úměrný složitosti konstrukce. Všichni čtenáři musí dostat informace, potřebné k pochopení činnosti zapojení, což je důležitý předpoklad úspěšné realizace stavebního návodu. Článek je hodnocen jako součást technické dokumentace a může vám pomoci k dobremu umístění v soutěži.

Každému autorovi slouží ke cti, jestliže sám a poctivě vyhodnotí původnost svého řešení. Pokud ve své konstrukci používáte převzatá zapojení nebo funkční celky, citujte řádné původní prameny.

Předmětem řešení může být i vylepšení již existující konstrukce.

Vyhodnocení soutěže

Čtenářská soutěž je permanentní. To znamená, že jsou do ní zařazovány průběžně všechny došlé příspěvky, které mají konstrukční charakter.

Soutěž bude vyhodnocována dvakrát do roka, vždy z příspěvků, které přijdou v průběhu předchozího pololetí.

Vyhodnocení soutěže provede komise, složená z pracovníků redakce a externích spolupracovníků, podle dále uvedených hlavních kritérií. Vyhodnocení bude provedeno do konce měsíce, následujícího po uzávěrce předchozího soutěžního období.

Členové komise jsou ze soutěže vyloučeni.

Kritéria vyhodnocení soutěže

1. Originalita, nápaditost, modernost a elegance řešení, přínos konstrukce v porovnání s obtížností realizace a náklady.

2. Technické zpracování. Hodnotí se vlastní technická část konstrukce, jako je návrh desky plošných spojů, použité součástky (i ve vztahu k jejich dostupnosti). Součástí hodnocení jsou i bezpečnostní aspekty.

3. Dokumentace. Hodnotí se úplnost technické dokumentace, její srozumitelnost a přehlednost. Hodnocen je i doprovodný text, a to především z věcného hlediska.

Publikování příspěvků

Soutěžní příspěvky budou průběžně otiskovány v KTE magazínu po standardním redakčním zpracování. Uveřejněné příspěvky jsou honorovány běžným způsobem bez ohledu na umístění v soutěži.

Vyhlášení výsledků

Výsledky soutěže budou vyhlášeny po jejím vyhodnocení v nejbližším následujícím čísle s ohledem na výrobní lhůty časopisu.

Ceny pro výherce

Nejlepších pět soutěžních příspěvků bude odměněno cenami od firmy KTE Shortmarket a od sponzorů soutěže.

1. místo – elektronická stavebnice podle vlastního výběru od firmy KTE Shortmarket + předplatné KTE magazínu na rok 1998

2. místo – stavebnice od firmy KTE Shortmarket v ceně do 1000 Kč + předplatné KTE magazínu na rok 1998

3. místo – předplatné časopisu KTE magazín na celý ročník 1998

Zvláštní výhry

Digitální multimetr od firmy FK Technics za konstrukci stavebnice, vhodné pro mládež a začínající.

Přístrojová skříňka od firmy Eling za přitažlivou konstrukci, vestavěnou do skříňky Bopla.

Výherci budou individuálně vyzooměni poštou.

S KTE magazínem vyhráváte dvakrát

Všechny příspěvky, které budou díky přitažlivému námětu zařazeny mezi stavebnice, připravované firmou KTE Shortmarket pro čtenářskou veřejnost, postupují do dalšího kola. O výhercích zde již ale nerozhoduje odborná porota, ale sami čtenáři. Tyto stavebnice totiž budou seřazeny podle zájmu čtenářů autoři nejžádanějších stavebnic budou znovu odměněni, tentokrát finančně. Vyhlášení výsledků druhého kola soutěže bude ovšem později, aby šance stavebnic, zveřejněných v různé době, byly srovnatelné.

Čtenářskou soutěž KTE magazínu sponzorují firmy:

ELING



Bezdotyková zkoušečka napětí

Známý americký výrobce měřicí techniky Fluke (který se spojil s evropským Philipsem), dává na trh pozoruhodnou zkoušečku střídavého napětí, kterou nazval **Volt Alert AC**, tedy doslova hlásič napětí. Tužková zkoušečka detekuje elektromagnetické pole, aniž se její hrot dotkne holého vodiče. Pracuje tudíž bezkontaktně a proto je velmi bezpečná. Firma Fluke doporučuje ověřit zkoušečku před použitím na vedení, o kterém jsme zjistili, že je skutečně pod střídavým napětím. Přiblížíme-li Volt Alert AC hrotem k fázovému vodiči, rozsvítí se poblíž hrotu červená dioda LED, aniž by bylo nutné přístroj zapínat. Nemá totiž vypínač a zapne se sám jen tehdy, indikuje-li elektromagnetické pole, které kolem sebe šíří vodič pod střídavým napětím. Rozsah detekovaného střídavého napětí je 90 až 600 V nebo 200 až 600 V. Zkoušečka je napájena dvěma alkalickými články typu AAA (LR03, malý tužkový článek). Je dlouhá 146 mm, její průměr je 19 mm a hmotnost 40,6 g včetně napájecí baterie. Zdrojem návěštního světla je jedna červená dioda LED s vysokou svítivostí.

Volt Alert AC splňuje řadu bezpečnostních norem jako je IEC 1010-1 a IEC 1010-2-031 kategorie III. Maxi-



mální bezpečné napětí proti zemi je 600 V. Zkoušečka může pracovat až do nadmořské výšky 3000 m při teplotě od -10°C až do $+50^{\circ}\text{C}$.

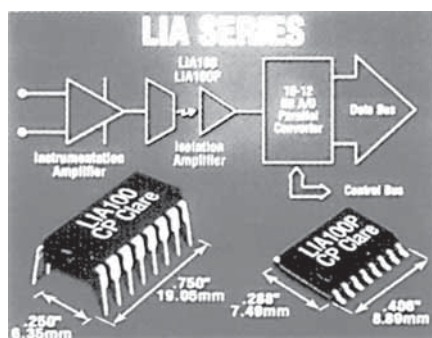
Pro severoamerický trh je určen model Volt Alert 1AC-A1 s maximální citlivostí pro 120 V~).

Pro Evropu pak modely 1AC-E1 až 1AC-E4, které se liší pouze návodem vždy ve třech různých jazycích. Pro

pacifický trh jsou vhodné modely 1AC-A2, P1 a P2. Stejně jako evropské modely mají tyto zkoušečky optimální citlivost pro napětí 230 V~.

– Hav –

Podle Fluke Corp.: Volt Alert 1AC Sales GUIDE



Integrovaný obvod **LIA 100** obsahuje v jednom pouzdru lineární optický vazební člen a dva operační zesilovače LF 356. Obvod přenáší jak stejnosměrné, tak i střídavé signály v kmitočtovém rozsahu do 40 kHz. Izolace mezi vstupem a výstupem je zaručena do 3750 Vef. Pro přenos

Lineární izolační zesilovače

signálu je použita infračervená LED a dva fototranzistory. Jeden fototranzistor generuje řídicí vyvažovací signál, který kompenzuje nelineární časové a teplotní charakteristiky svítící diody. Z druhého se odebrá výstupní signál, který je přísně lineárně závislý na proudu svítivky. Linearita je lepší než 0,01 % v celém kmitočtovém rozsahu. Stabilita přenosového zesílení je 0,005 % na $^{\circ}\text{C}$ v rozsahu teplot -40°C až $+85^{\circ}\text{C}$. Funkce zesilovače je zaručena v širokém rozsahu napájecího napětí $\pm 5\text{ V}$ až $\pm 18\text{ V}$.

Lineární izolační zesilovač je důležitý prvek pro konstrukci izolovaných

napájecích zdrojů a zejména pro obvody a zařízení průmyslové elektroniky (oddělovací členy v systémech řízení otáček motorů) nebo v nf aplikacích s potřebou izolace vysokého napětí (energetika). Výrobce je firma CP Clare NV v Belgii, která proslula svými skvělými ruťovými relé. Obvod LIA 100 je dodáván v pouzdře SOIC nebo DIP se 16 vývody.

– Hav –

(Electronic Product News 1996, October – č. 10, strana 16)

Univerzální obvod Philips Semiconductors pro nabíjení baterií

Polovodičový výrobce doplnil širokou nabídku nabíjecích obvodů baterií nejrůznějších typů obvodem opravdu univerzálním. Nese označení **TEA 1102** a může nabíjet rychlým a odpovídajícím způsobem baterie niklo-kadmiové (NiCd), metal-hydridové (NiMH), lithium-ionové (Lilon) a těsné kyselé akumulátory (Sealed lead-acid = SLA).

Podle údajů výrobce velice usnadňuje návrh nabíjecích obvodů při relativně malém počtu vnějších součástek. Obvod TEA 1102 používá kombinace sledování důležitých parametrů při rychlém nabíjení a poskytuje maximální možnou ochranu proti explozi nebo jinému zničení baterie. Plné nabití u baterií NiCd a NiMH je určováno měřením přírůstku teploty $\Delta T/\Delta t$ a měřením maximálního napětí. K bezpečnému ukončení nabíjení jsou považovány obě metody v současné době za nejúčinnější. Metody mohou být použity současně nebo pouze jedna z nich. Pokud je použita přírůstková metoda $\Delta T/\Delta t$ a došlo by k selhání termistoru měřícího přírůs-

tek ΔT , obvod automaticky zapojí měření maximálního napětí. Pro baterie NiCd a NiMH se používá třístavové nabíjení: rychlé nabíjení, plné dobití a kapkové dobití. (Plné dobití se provádí snížením proudu rychlého nabíjení, např. na 1/8). Pokud je nabíječ zabudován v takovém spotřebiči, který musí pracovat nepřetržitě, obvod TEA 1102 může pracovat také jako stejnosměrný zdroj stabilizovaného napětí a napájet spotřebiče i během výměny baterie (nikoli impulzně, jako při nabíjení, ale nepřetržitě).

Nabíjení kyselé baterie SLA a baterie Lilon je úplně odlišné od předchozího. Dosáhnou-li baterie během nabíjení své maximální (předem určené) hodnoty náboje, obvod TEA 1102 automaticky přepne z regulace proudové na napěťovou. Po definovaném čase, daném kapacitou baterie a nabíjecím proudem, je pak nabíjení vypnuto. Kapkové dobití se u těchto baterií nepoužívá, protože jejich samovybíjecí proudy jsou velmi malé.

Nabíjecí obvod TEA 1102 umožňuje také zapojit před vlastním nabíje-



ním vybíjecí cyklus, kterým se vyloučí paměťový jev baterií NiCd. V obvodu je také obsažena ochrana před minimální a maximální teplotou okolí, ochrana proti zkratu a časový spínač pro časové omezení nabíjení. Stav nabití indikuje akustický signál.

– Hav –

(Whats New in Electronics Europe, November 1996, strana 5)

Schottkyho diody pro spínačové zdroje

Nová řada nízkonapěťových Schottkyho usměrňovačů společnosti Philips Semiconductor je určena zejména pro nízkonapěťové (třívoltové) spínačové napájecí zdroje. Typická velikost úbytku napětí v propustném směru je 0,33 V (maximálně 0,41 V) při plném proudu. Pouzdro diody typu PBYR1025 obsahuje jednu diodu pro proud do 10 A. Typy PBYR1525 CT a PRY2025 CT jsou dvě diody se společnou katodou, první pro proud

15 A a druhá pro proud 20 A. Všechny typy nové řady mají závěrné napětí 25 V a maximální teplotu přechodu 150 °C. Závěrný proud při teplotě 100 °C nepřesahuje 22 mA. Diody jsou montovány do plastického pouzdra TO 220, oblíbeného a velmi rozšířeného u výkonových součástek, ale mohou být dodány i v pouzdře SOT 404 pro povrchovou montáž. Mají malou kapacitu přechodu a krátkou závěrnou zotavovací dobu, takže

je lze použít ve střídačích s vysokým pracovním kmitočtem.

Diody byly vyvinuty především pro spínací zdroje k přenosným počítačům a mobilním telefonům.

– Hav –

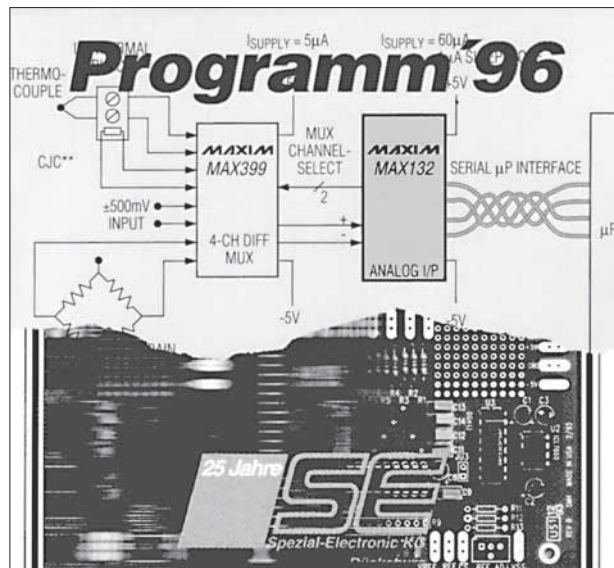
(Whats New in Electronics Europe, November 1996, strana 4)

Vše od firmy MAXIM na jediném CD-ROM!

Firma MAXIM patří k nejvýznamnějším světovým výrobcům lineárních integrovaných obvodů. Zaujímá dominantní postavení zejména v oblasti obvodů, zajišťujících zpracování signálů z čidel, umístěných v reálném prostředí, která dodávají informace většinou v analogové formě. Pro následné počítačové zpracování je zpravidla nutné tyto signály zesílit, převést do digitální formy a případně provést řadu s tím souvisejících pomocných operací. Konkrétně jde zvláště o obvody z těchto skupin:

- operační zesilovače
- komparátory
- aktivní filtry
- A/Č a Č/A převodníky
- referenční zdroje
- analogové multiplexery a spínače
- obvody pro lineárně i impulsně pracující napájecí zdroje a řízení nabíjení baterií
- kontrolní obvody pro mikroprocesory
- komunikační obvody pro sériový přenos dat
- funkční generátory, čítače, časovače, budiče displejů
- dále pak obvody pro vf techniku, přenos po optických vláknech a zákaznické obvody.

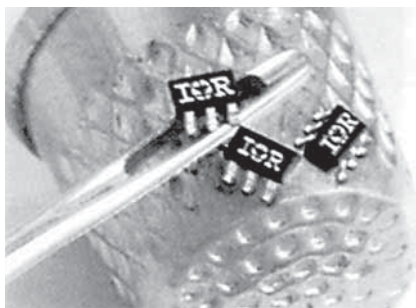
V průběhu 12 let vyvinula firma MAXIM přes 800 součástek z uvedených oborů. Technická data k nim, nezbytná pro jejich aplikaci v nejrůznějších elektronických zařízeních jsou obsažena v sedmi objemných svazcích. Získat proto potřebné informace ke konkrétnímu obvodu není jednoduché a dostatečně rychlé, protože ne vždy má konstruktér ten potřebný k dispozici. K řešení problému významně přispěje vydání CD-ROM, který obsahuje ve formátu PDF veškeré katalogové listy, které firma MAXIM dosud vydala. K jejich vyhledání, čtení a případnému vytištění je na disku rovněž prohlížeč program ACROBAT READER 2.0. Pro práci s tímto CD-ROM je třeba mít počítač PC kompatibilní, vybavený CD-ROM mechanikou, procesorem 486, RAM 4 MB, volnými 2 MB na harddisku a VGA grafickou kartou s doporučeným rozlišením 800 × 600 v 256 barvách.



Příjemnou zprávu jsme nechali až na konec. Uvedený CD-ROM **obdržíte zdarma** u autorizovaného zástupce firmy MAXIM. Pro ČR je to společnost SE Spezial Electronic, Hotel Praha, Sušická 20, 166 35 Praha 6, tel: 02/2434 2200, fax: 02/2434 3200.

– HH –

[1] MAXIM-Datenblätter auf CD-ROM. SE special, 7. vydání 1996



Vyrábí je známá britská společnost International Rectifier. Mosfety HEXFET IRLMS 5703 a IRLMS 6702

Nové MOSFETY pro SMT

jsou prvky s P-kanálem. První typ je pro napětí do –30 V a druhý pro napětí do –20 V. Speciální nově vyvinuté pouzdro Micro 6 bylo řešeno s ohledem na optimální odvod tepla. Od svých předchůdců (pouzdro Micro 3) se liší jiným provedením rámečku s přírůdky. Mosfety mohou pracovat s proudem přes 1,5 A, odpor sepnutého kanálu nepřevyšuje 200 mΩ. Pouzdro zabírá pouze 20 % prostoru

obvyklého zapouzdření SO-8 (plocha pouzdra je jen 6 mm² a výška menší než 1,5 mm). Očekává se, že mosfety budou použity v obvodech, zabraňujících reverzaci baterií (to je problém článků NiCd a NiMH řazených v sérii) a v konvertorech ss/ss.

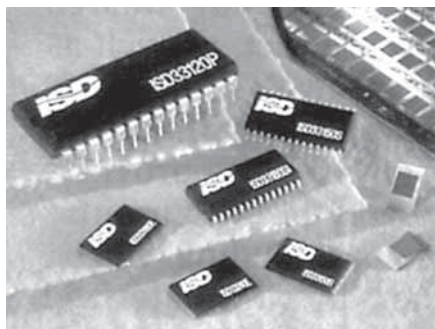
– Hav –

(Electronic Product News 1996, October – č. 10, strana 10, EPN 1024)

Obvody pro nahrávání a přehrávání telefonních hovorů



Americká firma Information Storage Devices Inc. uvedla na trh obvody pro nahrávání a přehrávání telefonních hovorů, které jako první pracují s napětím 3 V. Tuto novou řadu označil výrobce jako **ISD 33000**. Jednoplátvé obvody jsou určeny pro mobilní telefony a jsou optimalizovány jak pro analogové, tak pro digitální telefony systému PCS, PHS, GSM, JDC. V telefonních přístrojích budou pra-



covat jako odpovídající nebo paměťové zařízení, uchovávající hlas. Podobné použití naleznou rovněž v miniaturních přehrávačích.

Pracovní rozsah napájecího napětí je 2,7 až 3,3 V. Obvody obsahují sériové rozhraní, které minimalizuje počet potřebných vývodů a propojovacích vedení na plošném spoji. Nechybí ani automatický umlčovač, který zejména v pauzách řeči eliminuje okolní hluk a zvyšuje srozumitelnost nahrávky. CMOS obvody, vyráběné technologií ve třídě LSI (large scale integration) obsahují všechny subsystemy, jež tvoří kompletní systém nahrávače a přehrávače.

Série ISD 33000 zahrnuje celkem 7 produktů:

ISD 33060 může pojmout až 1 minutu nové informace, vzorkovací kmitočet je 8 kHz

ISD 33075 pojme 75 s informace při vzorkování 6,4 kHz

ISD 33090 pojme 1,5 minuty informace, vzorkovací kmitočet je 5,3 kHz

ISD 33120 pojme 2 minuty informace, vzorkovací kmitočet 8 kHz

ISD 33150 pojme 2,5 minuty při 6,4 kHz

ISD 33180 pojme 3 minuty při 5,3 kHz

ISD 33240 pojme 4 minuty při 4 kHz

U posledního typu je větší doby záznamu dosaženo za cenu zúžení kmitočtového rozsahu zaznamenané informace.

– Hav –

(*Electronic Product News 1996, October – č. 10, strana 16, EPN 1634*)

Barevná kamera CCD

Japonský výrobce Gas Kogyo Co nabízí rozměrově velmi malé kamery CCD (charge coupled devices – prvky vázané nábojem). Čtyřpalcové kamery mají rozměry 51×51×55,5 mm a hmotnost 190 g. Rozlišení mohou mít 290.000 bodů nebo 400.000 bodů. Elektronika kamery obsahuje signální procesor, který ovládá její parametry. Jde zejména o automatické řízení zesílení (AGC) obsluhu elektronické zá-

věrky nebo irisové clony a další funkce. Činnost kamery lze řídit dálkově, například prostřednictvím připojeného PC.

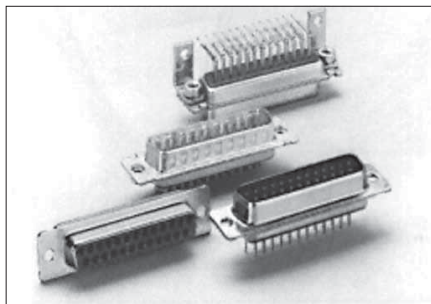
– Hav –

(*Electronic Product News 1996, October – č. 10, strana 9, EPN 0954*)



Nové trendy v konektorech ITT Cannon

Firma ITT Cannon je již dlouhá léta známým pojmem v oboru konektorů, je součástí nadnárodního koncernu ITT s aktivitami v mnoha oborech doslova po celém světě. Po dlouhá léta své existence přináší ITT Cannon na trh významné inovace a je synonymem kvality. Před několika desítkami let zde byly vyvinuty známé lichoběžníkové konektory řady „D-subminiatur“, dnes je najdeme téměř všude a známe je pod jménem „kanon“, ačkoliv je vyrábí množství nejrůznějších výrobců v obdobně různorodé kvalitě. Cílem článku však je seznámit čtenáře se současným stavem vývoje konektorů a s posledními novinkami firmy, pochopitelně s přihlédnutím k situaci na našem trhu. Informace jsou členěny převážně podle jednotlivých typových řad výrobků a vzhledem k rozsáhlosti výrobního programu (asi 28000 různých typů, pro proudy do 950A, frekvence do 18 GHz, krytí až IP67, počet kontaktů od 1 do několika set) nejsou a ani nemohou být vyčerpávající.

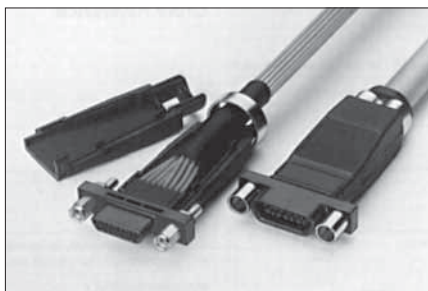


Konektory řady D-subminiatur

Řada D-sub byla postupem času rozšířena o řadu Combo-D, sdružující v jednom tělísku kontakty slaboproudé, koaxiální a kontakty pro vyšší proudy nebo vyšší napětí. Byla stanovena ucelená řada izolačních tělísek se smíšenými otvory, s kterými lze sestavit velký počet kombinací kontaktů. Ke zvládnutí této obrovské variability slouží výrobcům i distributorům počítačový program D-configurator, který po zadání požadavků posoudí realizovatelnost a vytiskne vý-

robní i konstrukční podklady. Po objednání je požadovaný typ zadán do výroby. Poslední novinkou je konektor D-Pressfit, který se k desce plošného spoje připojuje pouhým nalisováním, špičky tohoto konektoru připomínají tvarem ouško jehly a umožňují rychlé, spolehlivé a levné spojení s deskou plošného spoje v rozsahu tloušťek 1,6 až 3,2 mm. Řada D-Pressfit bude zařazena do výroby počátkem roku 1997. Konektory D-sub s filtračními kondenzátory zabraňují průchodu rušivých signálů z vnějšího prostředí do zařízení i ze zařízení ven, současně dochází k úspoře místa na desce plošného spoje. ITT Cannon používá jednak technologii průchodkových kondenzátorů nasunutých na jednotlivých kontaktech a proletovaných po celém obvodu s pouzdem (řada D*JK Filter), dále technologii destičky s vícevrstevnými keramickými kondenzátory (řada D*JT Filter).

Velmi oblíbenými konektory jsou miniaturní konektory MDSM, jedná se na první pohled o menší variantu klasických konektorů D-sub, konstrukce je ovšem poněkud jiná a i při velmi malých rozměrech značně robustní. Kontaktové pole je stíněné, zatížení kontaktu do 2,5 A, průřez vodiče AWG 26 až 30 pro vnější zalisovaný vodič. Konstrukce kontaktu zajišťuje dotek ve třech definovaných bodech. Konektor umožňuje až 10000 zasunutí a vyhovuje nové normě SSA pro rychlé seriové rozhraní užívané ke spojení pracovních stanic, serverů a paměťových subsystémů. Vzhledem ke svým rozměrům a relativně výhodné ceně nachází tento konektor



Konektory MDSM

uplatnění i v jiných méně náročných aplikacích. Bez nadsázky lze říci, že s parametry tohoto konektoru je ITT Cannon na světové špičce.



Ukázka konektorů Trident

Konektory řady TRIDENT jsou moderní, ekonomickou variantou kulatých i obdélníkových konektorů pro běžné aplikace. Obdélníkové – hranaté konektory jsou zajištěny proti vytáhnutí západkou, která je součástí výlisku. Vyrábějí se v jednořadém i víceřadém provedení i do plošných spojů s rovnými i úhlovými kontakty. Kulaté konektory jsou spojeny pomocí kovového převlečného prstence s bajonetovými čepy. Kontakty jsou ve dvoudílném lisovaném nebo trojdílném soustruženém provedení pro 200 popř. 500 cyklů pro proudy od 5 do 13 A. K montáži kontaktů stačí pro menší serie pouze jednoduché ruční nářadí, pro montáž větších sérií je ekonomické pořídit rychloupínací nástroj nebo poloautomat.

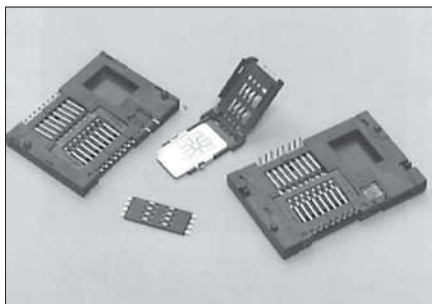
Řada NEPTUN je odvozena od řady TRIDENT a má krytí až IP67 i na straně vodičů – umožňuje tedy rozvedení vodičů na dvě i více míst za



Řada Neptun

konektorem. V jednom tělese mohou být signálové (do 13 A) i silové (do 30 A) kontakty.

Konektory pro čipové karty řady CCM. ITT Cannon vyrábí konektory pro všechny běžně používané typy čipových karet i miniaturních karet, které známe např. z telefonních přístrojů GSM. Konektor obsahuje podle provedení i mikropsínač (kontroluje dokonalé zasunutí karty) a vyrábí se s třecími kontakty pro 100 000 cyklů a s přitlačnými kontakty pro více než 200 000 cyklů, typ GSM pro 10 000 cyklů. Ve výrobním programu jsou typy s osmi a se šestnácti kontakty v provedení pro klasickou i plošnou montáž. Konstrukce mechanismu přitlačných kontaktů zajišťuje jejich spuštění a očištění ještě před dorazem, toto provedení má navíc další výhodu, nedochází zde k poškrábání celé karty.



Konektory CCM pro čipové karty

Program PCMCIA zahrnuje konektory pro karty a stavebnice – KITy pro výrobu karet. Stavebnice karty umožňuje sestavit úplné pouzdro karty PCMCIA jednoduchým způsobem – pouhým stlačením, kartu je možno i později otevřít a případně opravovat. Souprava obsahuje pouzdro a 68-pinový konektor,

v provedení Classic je konektor součástí nosného rámečku, provedení StarCard II nemá nosný rámeček a je určeno pro automatické osazování desek včetně montáže konektoru k desce před uzavřením pouzdra, toto provedení je vhodné pro výrobce sérií větších než 50 000 kusů. Pro vnější stranu karty nabízí ITT Cannon 22-pinový konektor k napojení na další zařízení. StarCard Classic KIT lze objednat i v množství 100 ks.

TEMPUS CBC 20 je nástupcem nepřímých konektorů podle DIN 41 612, kontakty jsou na rastru 2 mm, na dvojnásobné „eurokartě“ lze umístit až 456 kontaktů, což je proti DIN 41 612 více než dvojnásobek. Nabídka zahrnuje signálové, silové (do 40 A) i koaxiální kontakty. Konektory TEMPUS CBC 20 se používají v telekomunikacích, řídicích systémech, ústřednách LAN atp.

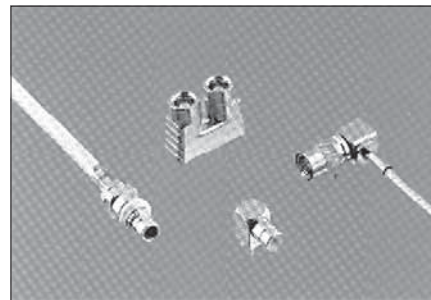
Koaxiální konektory vyrábí ITT Cannon v Basingstoke ve Velké Británii, jedná se o vysoce kvalitní produkty v miniaturním provedení pro použití v pásmech do 1, 4, 12 a 18 GHz, v impedancích 50 a 75 Ω, provedení na bajonet, šroub nebo s rychlospojkou.

Speciální konektory pro vojenskou, leteckou a družicovou techniku jsou převážně v kulatém provedení, ale v nabídce najdeme i ostatní klasické konektory. Pro tyto špičkové aplikace zaručuje výrobce dodržení specifických norem a širší rozsah parametrů, např. provozních teplot, tlaků, vlhkosti, odolnost proti chemickým vlivům a přetížení.

V katalozích doporučuje výrobce druh použitého kabelu, uvádí montážní postup a nabízí vhodné montážní přípravky pro montáž malých

počtů i nástroje pro sériovou výrobu.

Na závěr je vhodné se několika větami zmínit o marketingové strate-



Koaxiální konektory

gii. Ústředí firmy je v Santa Anně v USA, výrobní závody jsou rozmístěny v několika dalších zemích, evropské ústředí je ve Weinstadtu v Německu, kancelář pro východní Evropu a země bývalého Sovětského svazu ve Vídni. Výrobce prodává běžné výrobky prostřednictvím velkých distributorů, z nichž někteří jsou již aktivní i v ČR. Celý sortiment včetně speciálních provedení a nejnáročnějších typů je možno objednat přímo u výrobce, který ovšem, jak je obvyklé, nemá sklad hotových výrobků. Minimální dodací lhůta je asi osm týdnů a objednávka musí mít určitý minimální finanční objem. Menší množství je vhodné objednat u některého distributora. ITT Cannon se snaží zejména oslovovat výrobce zařízení na vysoké technické úrovni v nejrůznějších oborech, nabízí však i cenově zajímavé konektory pro automobily i jiné dopravní a pojiždné prostředky.

Kde lze získat informace? Základní informace o firmě a o novinkách pochopitelně na Internetu na adrese: <http://www.itcan.com>.

Inzerce

Reklamní plocha

Malá škola (1: část) praktické elektroniky

Úvodem

Ačkoliv o elektronice bylo vydáno již mnoho publikací, domníváme se, že odborná literatura našim nejmladším čtenářům a studentům středních škol stále hodně dluží. Není sporu o tom, že elektronika je obor, který se rozvíjí nesmírně rychle. Přitom většina učebnic pro střední školy byla napsána již před mnoha lety. Dá se říci, že tyto učebnice popisují přesně a důkladně tehdejší stav techniky v tomto oboru, ten se ovšem od současného podstatně liší. Začátečník se při jejich studiu dost těžko orientuje v množství někdy okrajových a málo významných informací, vzorců a definic, takže těžko rozpozná, které z nich jsou důležité a pro další studium podstatné.

Bouřlivý rozvoj elektroniky, jehož jsme svědky, se netýká jen výpočetní techniky, kde jsou změny nejvíce vidět, ale i audio a videotechniky, radiotechniky či techniky telekomunikací. Ve všech těchto odvětvích a ještě v mnohých dalších se stále více uplatňuje digitální technika. Během života jedné generace prošla elektronika několika technologickými revolucemi, od elektronek přes tranzistory až k integrovaným obvodům. Popis některých nových technologií se podobá spíše „science fiction“ než technické informaci.

Jak tedy na to chceme jít my

Domníváme se, že při poznávání tohoto oboru je nutné zvládnout jeho základy ve stručné formě a tyto znalosti průběžně rozšiřovat a prohlubovat. Budeme se snažit tímto kurzem vytvořit přehlednou učebnici, která začátečníkům umožní pestrou a přitažlivou formou vniknout do světa

elektroniky. Ti, kteří tento obor studují, si mohou již získané znalosti zopakovat a své schopnosti uplatnit a prohloubit při realizaci praktických zapojení, která budou výklad doprovozovat.

Naším společným cílem bude zvládnutí základních pojmů a zákonů elektroniky. Zvláštní pozornost přitom budeme věnovat zejména těm poznatkům, které jsou významné pro praktickou činnost. Nejdříve se seznámíme se **základními pojmy a veličinami** jako je proud, napětí, odpor, kapacita, indukčnost. Dále probereme základní **vlastnosti stejnosměrného a střídavého proudu**. Seznámíme se s vlastnostmi nejpoužívanějších **pasivních součástek** – rezistorů, kondenzátorů a induktorů. Získané poznatky uplatníme při popisu **základních RCL obvodů** (sériový a paralelní RC obvod, obvody RL, sériový a paralelní LC rezonanční obvod, Wienův článek, T články). Další výklad bude zaměřen na polovodičové součástky, kde se přes diody dostaneme k prvním aktivním součástkám, tranzistorům. A opět: tyto znalosti použijeme při popisu činnosti nejjednodušších elektronických obvodů, jako je stabilizátor napětí a jiné jednodušší obvody s tranzistorem. A to už budeme v elektronice jako doma.

A jak chceme udržet váš zájem?

Teorii a praxi je nutné dělat současně. Bez teoretických znalostí nelze dosáhnout úspěchu v praxi, a naopak hodně poznatků a dovedností nelze získat jinak než praktickou činností. Proto se budeme snažit obojí spojit do jednoho harmonického celku.

Výběr námětů na vlastní **konstrukce** bude orientován na taková

zapojení, která mají pro začínající radioamatéry praktický význam. Tak třeba hned z počátku si postavíme praktický **univerzální napájecí zdroj**, který budeme moci používat pro napájení dalších zařízení, realizovaných později.

V moderních zapojeních se ve stále větší míře uplatňují integrované obvody (IO). Důvodem není jen nižší cena a menší rozměry obvodů s IO oproti tranzistorovým zapojením. Snižuje se i jejich spotřeba a výrobní náklady, zvyšuje spolehlivost a výsledné produkty zpravidla mají mnohem lepší technické parametry. Proto se v praktické části školy zaměříme na **vlastnosti a základní aplikace moderních integrovaných obvodů** jako jsou např. operační zesilovače, monolitické stabilizátory napětí, různé sdružené obvody (generátory, časovače) a další. Zapojení, které dříve nebylo možné vytvořit jinak než s použitím většího počtu tranzistorů, můžeme nyní realizovat jen s jedním, nebo několika málo integrovanými obvody a často v mnohem vyšší kvalitě. Proto je nutné neustále sledovat odbornou literaturu, zejména s ohledem na zavádění nových součástek a technologií.

Platí již nyní a bude to stále naléhavější, že technici musí studovat odbornou literaturu v originále, nejčastěji v angličtině. Naučit se cizí jazyk a zejména odbornou terminologii je časově náročné a namáhavé. Kdo to již alespoň částečně umí, je ve výhodě. Těm ostatním to chceme alespoň z počátku trochu usnadnit. U všech důležitých pojmů (napětí, proud, rezistor, kondenzátor, zesilovač, zdroj, zpětná vazba, zesílení, zkreslení, atd.) **budou v závorce uvedeny anglické ekvivalenty**. Čtenáři našeho časopisu tak mají možnost se bez větší námahy naučit odborné an-

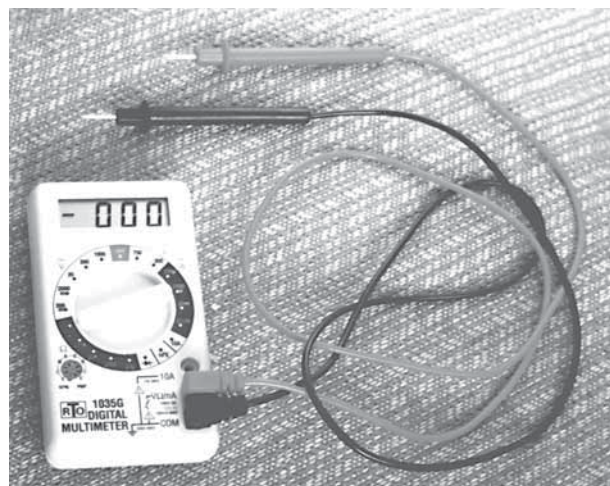
glické terminologii, postačující k orientaci v odborných člancích, katalogových listech apod., což jim vytváří lepší podmínky pro další studium a práci v tomto oboru.

Co budete potřebovat

Všechny mladé zájemce o elektrotechniku a zejména jejich rodiče upozorňuji, že k této činnosti je nutné vytvořit určité podmínky. Je třeba mít **vyhrazený pracovní prostor**, abychom nemuseli rozdělané věci a nářadí každý den uklízet. V kuchyni na jídelním stole se tato činnost dlouhodobě dělat nedá.

Základní vybavení začínajícího elektronika je poměrně skromné. Patří sem především dobrá páječka, pistolová nebo mikropájka. Nejlepší je mít obě. Mikropájku potřebujeme na pájení jemných spojů, integrovaných obvodů apod., pro připájení součástek se silnými vývody nebo při pájení na větších plochách měděné folie plošného spoje její výkon někdy nestačí, protože dochází k velkému odvodu tepla. Dále potřebujeme sadu menších šroubováků, malé stranové štípací kleště a kleště ploché, pinsetu, malou vrtačku, sadu menších pilníků a pilku. Někdy se neobejdeme bez „třetí ruky“, nahradí ji malý svěráček. Část těchto věcí už možná máte ve vybavení domácnosti.

Kromě nářadí budeme potřebovat univerzální **měřicí přístroj**, který měří napětí, proud a odpor, s ručkovým měřidlem nebo digitální. Takový přístroj je nyní již možné pořídit velmi levně, i za méně než 300 Kč.



Pistolová páječka patří k nezákladnějšímu vybavení radiomaterské dílny

S čím můžete počítat

Postupem času se sami vybavíte měřicími přístroji a přípravky, které budeme publikovat jako návody na stavbu. Výhoda tohoto postupu je zjevná. Nejen že si levně pořídíte potřebné vybavení, ale navíc se při tom v elektronice dále zdokonalíte. Budeme se také zabývat stavbou jednoduchých elektronických zařízení, použitelných v domácnosti, jako např. časový spínač, nabíječka akumulátorů a jiné „hračky“.

Později se začneme orientovat na elektroakustiku. Seznámíme se s vlastnostmi, principem činnosti a s parametry různých zdrojů nf signálu, zesilovačů a reproduktorových soustav. Postavíme si jednoduchý,

ale kvalitní nf zesilovač s ekvalizerem a indikátorem vybuzení a případně i malý mixážní pult. Tato zařízení je v mnoha případech možné pořídit vlastními silami výrazně levněji, než při nákupu hotových výrobků.

Všechny teoretické články na sebe budou navazovat a při studiu každé kapitoly budou k pochopení stačit znalosti, obsažené v kapi-

tolách předcházejících. Rovněž konstrukční návody budou logicky seřazeny. Napájecí zdroj bude možné bez dalších úprav využít např. k napájení generátoru. Ten zase bude užitečný při oživování nf zesilovače, atd. Proto našim „žákům“ doporučujeme, aby si časopis kupovali pravidelně, nebo aby si zajistili jeho předplacení.

A nakonec to nejdůležitější

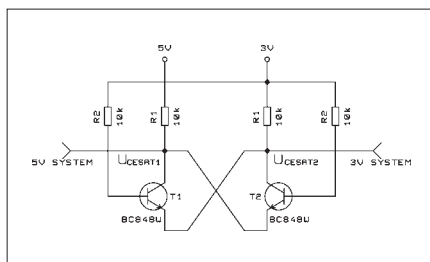
Při práci v oboru elektro nesmíme zapomínat na **bezpečnost**, protože úraz elektrickým proudem může mít velmi vážné následky. Proto budeme v této rubrice uveřejňovat návody na konstrukci přístrojů, které je možné napájet bezpečným napětím, buď z baterie nebo ze síťového adaptéru. Nákupu síťových napáječů bychom však měli věnovat velkou pozornost. Na trhu se stále (zejména ve stánkovém prodeji) vyskytují adaptéry pochybného původu, postrádající jakoukoliv dokumentaci, která by osvědčovala jejich kvalitu a hlavně bezpečnost. Doporučuji proto, nechte se zlákat nízkou cenou a kupujte jen výrobky, u kterých vám může prodejce předložit rozhodnutí o schválení od státní zkušebny (homologační protokol).

– Pokračování příště –

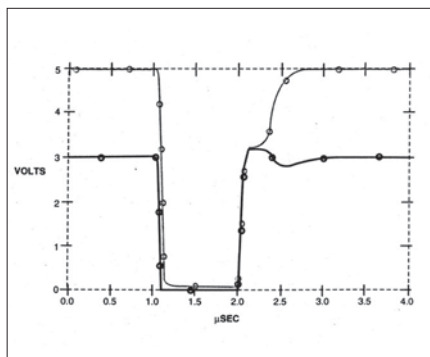
Obousměrný převaděč logické úrovně se dvěma tranzistory

Často stojíme před úkolem, převést logické signály ze systému s jedním napájením do systému s odlišným napájecím napětím. Je to poměrně jednoduchý úkol, pokud signál neprochází oběma směry. Obousměrný tok signálů se vyskytuje např. u sběrnic Access Bus, I²C a SBI. Dosti často vyžaduje sběrnice přechod ze 3 V na 5 V. Řešení této úlohy je nakresleno na obrázku 1. V tomto jednoduchém zapojení se dvěma tranzistory T_1 a T_2 může signál procházet z jedné strany na druhou a naopak. Oba vstupy mohou být připojeny na úroveň L, aniž hrozí nebezpečí blokování.

Na obrázku 1 je převaděč úrovně 5 V na 3 V nebo opačně. Mohou to být i jiné úrovně za předpokladu, že úrovně L jsou stejné (obvykle $\div 0$ V).



obr. 1 Obousměrný převaděč logických úrovní z 5 V na 3 V



obr. 2 Simulovaný průběh sepnutí převaděče úrovní impulzem o délce asi 1 μ s.

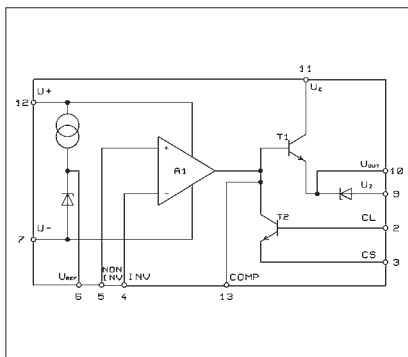
Je možné provést i převod z 1 V na 100 V, ale zapojení bude pracovat pomaleji. Klíčem k tomuto obvodu je poměrně neobvyklé vzájemné křížové propojení emitorů s kolektory.

Je-li jeden ze vstupů buzen úrovní L, pracuje protější tranzistor jako zesilovač, který je zahrán do saturace a přivede tak svůj vstup také na úroveň L. Napětí U_{CESAT2} se ale objeví i na emitoru tranzistoru T_1 . Jeho kolektorový proud je vypnut, proud báze protéká nadále. Na obou vstupech se objeví úroveň L. Po odpojení úrovně L od prvního vstupu se oba vstupy vrátí na úroveň H.

Důležité je, aby báze obou tranzistorů byly připojeny přes rezistory R_2 na nižší napájecí napětí. Obvod pracuje bez obtíží do kmitočtu 300 kHz. Kmitočtové omezení působí zpožděné vypnutí saturujícího tranzistoru T_1 . Projeví se to na prodloužení kladné hrany impulsu (při přechodu z úrovně L na úroveň H), jak je vyznačeno na obrázku 2.

– Hav –

Podle Hagerman J.: Two transistors form bidirectional translator EDN 1996, November 7, s 114



obr. 1 Blokové zapojení regulátoru LM 723, čísla odpovídání vývodům plastového pouzdra DIP 14

Dvojitě referenční napětí s vlečnou regulací

K vytvoření referenčního napětí obou polarit $\pm 7,15$ V je použito starého známého regulátoru typu LM 723 (μ A 723, MAA 723 CN a další). Regulátor 723 byl jedním z prvních podářených integrovaných stabilizátorů a pro své dobré provozní vlastnosti a značnou univerzálnost zůstal dlouhou dobu standardem při návrhu napájecích zdrojů. Lze s ním realizovat nesčetná zapojení kladných i záporných zdrojů napětí, zdrojů proudu i zdrojů referenčního napětí. V samotném regulátoru 723 je tepelně kompenzovaný zdroj referenčního napětí 7,15V, zesilovač odchylky A1, výstupní tranzistor T_1 a v seri s jeho emitorem Zenerova dioda asi 6,2 V pro posunutí napětí. Kromě toho obvod obsahuje i tranzistor pro realizaci proudové pojistky. Pro osvětlení paměti si blokové schéma struktury stabilizátoru můžeme prohlédnout na obrázku 1.

Zesilovač odchylky A1 je jednoduchý operační zesilovač s jedním výstupním tranzistorem. Emitor a kolektor výstupního tranzistoru T_1 je přístupný pro uživatele a stejně tak Zenerova dioda, připojená katodou k emitoru tranzistoru T_1 . V obvyklém zapojení regulátoru řídí referenční napětí neinvertující vstup operačního zesilovače. Výstup zesilovače odchylky A1 ovládá výkonový tranzistor T_1 , dodávající do zátěže proud. Část výstupního napětí (získaná pomocí děliče) se přivádí na invertující vstup zesilovače a porovnává se s referenčním napětím (které může být popřípadě také vyděleno).

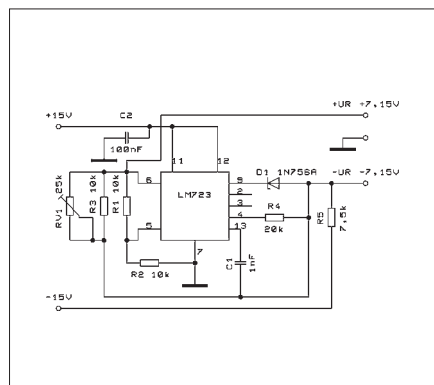
Obvod na obrázku 2 toto základní zapojení používá, ale bez výstupního tranzistoru. Regulátor je využit jako zdroj kladného i záporného referenčního napětí s vlečnou regulací. Zapojení je napájeno z nestabilizovaného zdroje ± 15 V. Kladné referenční napětí 7,15 V je jedním z výstupních napětí. Současně jeho polovina (asi +3,6 V) je přes dělič z rezistorů R_1 a R_2 připojena na neinvertující vstup zesilovače odchylky.

Zdrojem záporného referenčního napětí je paralelní regulátor s diodou D1. Výstup zesilovače odchylky je připojen na zátěž ze Zenerovy diody D1 (8,2 V) a rezistoru R5. Z výstupu zesilovače odchylky protéká přes diodu D1 a rezistor R5 proud asi 1,5 mA do záporné větve napájení. Záporné výstupní napětí $-UR$ se získá úbytkem napětí na rezistoru R5. Část záporného referenčního napětí se přivádí na invertující vstup zesilovače odchylky prostřednictvím rezistoru R4. Aby výsledné napětí na invertujícím vstupu bylo kladné (a shodné jako na neinvertujícím vstupu, +3,6 V), je na invertující vstup přivedeno přes kombinaci rezistorů RV1 || R3 také kladné referenční napětí +UR. Přesné nastavení záporného napětí $-UR$ se provede potenciometrem RV1. Napětí I-URL je proto možné nastavit i odlišné než je kladné referenční napětí. Zesilovač odchylky udržuje nastavení napětí $-UR$ konstantní řízením proudu do Zenerovy diody D1.

Kompenzační kondenzátor C1 snižuje mezní kmitočet zesilovače odchylky a tak zajišťuje stabilitu celého zapojení. Zenerovu diodu D1 volíme s napětím zhruba o 1 V vyšším, než je záporné referenční napětí $-UR$. Zapojení je poměrně úsporné, neboť je v něm použit jediný integrovaný obvod LM 723 a 9 vnějších součástek.

– Hav –

Podle : Mears J.: Regulator makes dual tracking reference EDN 1996, November 7, str. 113



obr. 2 Zdroj referenčních napětí $\pm 7,15$ V.

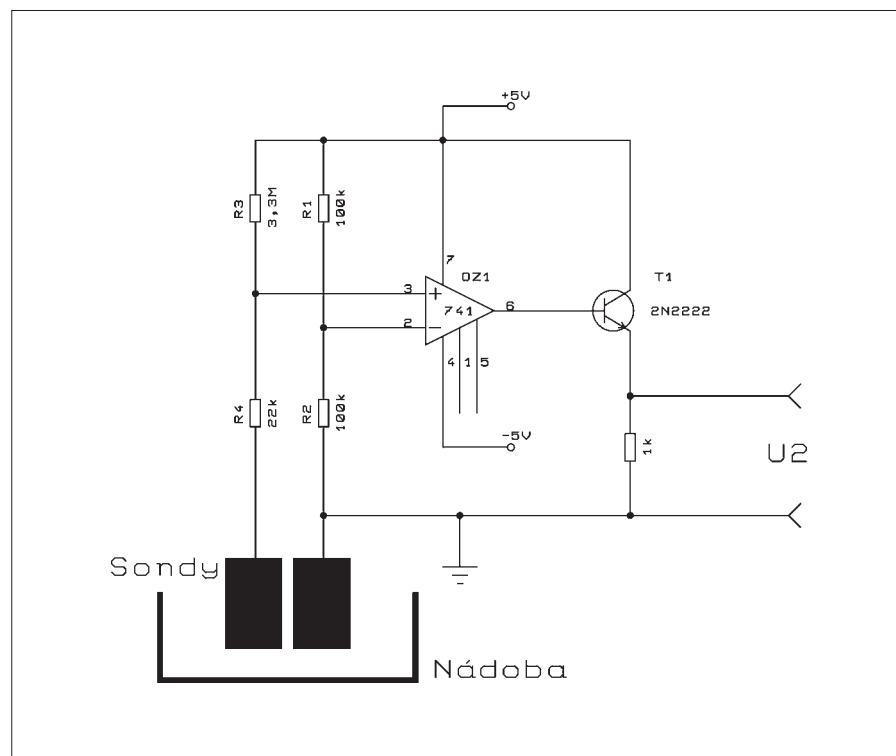
Jednoduchý úrovnový snímač hladiny

Při průmyslové výrobě se velmi často pracuje s různými provozními kapalinami, přičemž se sleduje jejich množství v zásobnících, někdy je zase nutné včasné varování při jejich případném úniku. Dnes je již samozřejmě snadné obrátit se na dodavatele takových senzorů provedených profesionálně, přesto však může dojít k situaci, kdy takové standardní řešení nebude z nějakého důvodu možné. Pak může přijít vhod jednoduchý obvod zapojený podle obr. 1, který lze ovšem použít jen pro vodivé kapaliny. V nádobě či sledovaném prostoru jsou umístěny dvě detekční elektrody, z nichž jedna je uzemněna. V případě kovové nádoby pak postačí elektroda jediná. Pokud hladina elektrody vodivě nespojí, dělič $R_{3,4}$ na invertující vstupu operačního zesilovače OZ₁ pracujícího jako komparátor nemá zatím spojení se zemí a jeho neinvertující vstup je na po-

tenciálu +2,5 V z děliče tvořeného rezistory $R_{1,2}$. Vzhledem k tomu, že komparátor je přitom přepnuto do stavu, kdy je na jeho výstupu záporné napětí asi -3,6 V, je výstupní tranzistor uzavřen. Když začne rezistorem R_4 vlivem kontaktu sondy s kapalinou téci dostatečný proud (asi 1,4 μ A), napětí na R_2 převyší napětí z děliče $R_{3,4}$ a napětí výstupu OZ₁ dosáhne přepnutí hodnoty asi 4,4 V. Tím dojde k otevření tranzistoru T₁, na jehož emitorovém rezistoru je nyní k dispozici napětí okolo 3,8 V, které lze užít k aktivaci vhodné světelné či akustické indikace nebo vyhodnotit v mikropočítačovém systému.

– HH –

[1] D. Wilcher: Op-amp monitors liquid level. Electronic Design 37, 1989, 10. srpna, s. 74



obr. 1. Jednoduchý úrovnový senzor výšky hladiny

MAX2003/2003A - řídící obvod pro nabíječky baterií NiMH a NiCd článků

Obvody MAX 2003 (2003A) jsou speciální integrované obvody, které byly vyvinuty pro řízení procesů rychlého nabíjení NiMH (nikl-metal-hydridových) a NiCd (nikl-kadmiových) akumulátorů.

Úvodem

Je známo, že při nabíjení sekundárních článků dochází k některým jevům, které můžeme objektivně zaznamenat. Je to především napětí na nabíjeném článku a na jeho změny v čase a dále teplota článku včetně jejího časového průběhu. Obvody MAX 2003 a 2003A jsou schopné změny uvedených veličin průběžně vyhodnocovat a podle zvoleného režimu řídit a zajistit optimální podmínky rychlého nabíjení sekundárních článků typu NiCd a NiMH. Obvody mohou sledovat celkem čtyři veličiny, které se v průběhu nabíjení článků spojitě mění. Jsou to : velikost napětí na nabíjených článcích, záporný přírůstek (tedy pokles) tohoto napětí $\Delta U/\Delta t$, teplota článků a změna jejich teploty v čase $\Delta T/\Delta t$. Mimo uvedených veličin je ještě

sledována doba nabíjení. Na obr.1 je standardní zapojení pulzního nabíječe baterií NiMH proudem 1C. (Znamená to, že např. baterie s kapacitou 1000 mAh se nabíjí proudem 1A). Stejně zapojení je možno použít i pro nabíjení baterií NiCd, viz dále tabulka 1). Můžeme si na něm podrobně vysvětlit všechny funkce a možnosti obvodů MAX 2003/2003A. Blokové schéma vnitřního zapojení těchto obvodů je na obrázku 2.

Popis vlastností a struktury obvodů MAX 2003/2003A

Při návrhu nabíječe nejprve zjistíme, o jaký typ baterie jde a jaký způsob řízení rychlého nabíjení doporučuje výrobce. I když nabíjecí charakteristiky baterií NiCd a NiMH jsou podobné, není vhodné použít pro nabíjení obou typů baterií stejný nabíjecí režim. Porovnání napěťové závislosti při nabíjení na obr.3 ukazuje, že baterie NiCd vykazují na konci nabíjení větší pokles napětí než baterie NiMH. Proto může být řízení rychlého nabíjení, založené na sledování záporné změny napětí na článku

účinná u baterií NiCd, ale u baterií NiMH může tato metoda být příčinou jejich přebíjení.

Teplotní závislost napětí nabíjených NiCd a NiMH baterií je na obr. 4. Do 80 % nabití teplota článku NiCd stoupne jen velmi málo v porovnání s bateriemi NiMH. Dosáhnou-li oba typy baterií 100 % náboje, je sklon nárůstu teploty u obou stejný. Proto lze řídit rychlé nabíjení metodou $\Delta T/\Delta t$ jak u NiCd, tak i NiMH baterií. Pro výběr metody, vhodné k nabíjení NiMH článků platí tabulka 1a, pro nabíjení článků NiCd platí tabulka 1b.

Podívejme se, jakým způsobem si obvod zjišťuje hodnoty sledovaných veličin, které používá při vlastním řízení nabíjení.

Vyhodnocení napětí na článku.

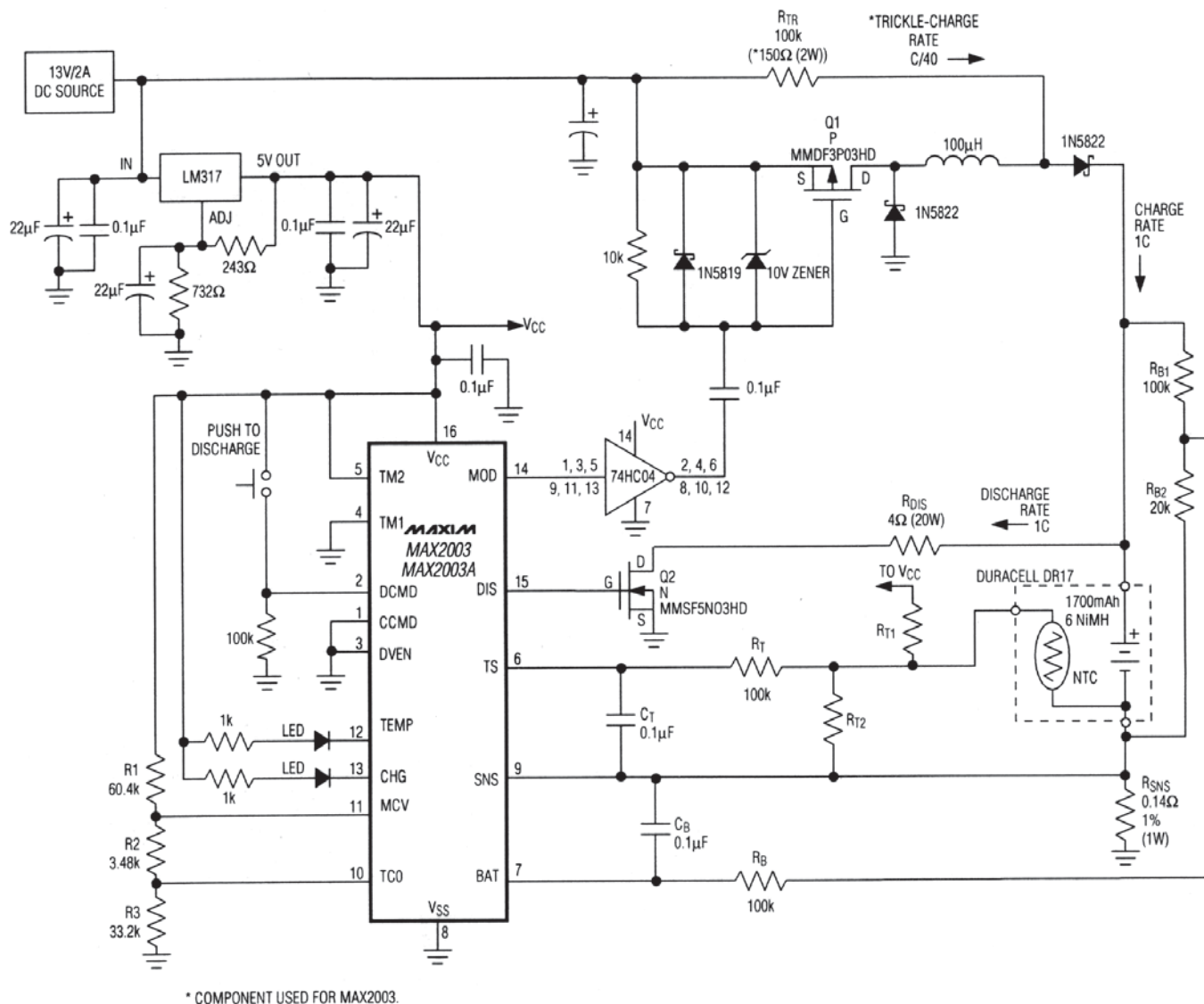
Vývod BAT je vstup, který vyhodnocuje velikost napětí jednoho článku, aby tuto informaci mohl využít pro zapnutí a ukončení rychlého nabíjení baterie. Napětí je určeno odporovým děličem R_{B1} a R_{B2} - obr.1 a pro celkový počet článků N platí

nabíjecí proud > C/2	$\Delta T/\Delta t$ ano	$-\Delta U/\Delta t$ ne	max. napětí ano	max. čas ano	max. teplota ano
-------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------	-----------------	---------------------

Tab. 1a - metody kontroly rychlého nabíjení baterií NiMH.

nabíjecí proud	$\Delta T/\Delta t$	$-\Delta U/\Delta t$	max. napětí	max. čas	max. teplota
> 2C	ano	ano	ano	ano	ano
2C až C/2	použij jednu nebo obě metody	ano	ano	ano	ano

Tab 1b - metody kontroly rychlého nabíjení baterií NiCd.



Obr. 1: Standardní zapojení nabíječe baterií NiMH proudem 1C

$$N = (R_{B1} / R_{B2}) + 1 \quad (1)$$

Protože impedance vstupu BAT je velká, (nejméně 50 MΩ), může být odpor obou rezistorů R_{B1} a R_{B2} dostatečně velký, aby příliš nezátěžovaly baterii. Nesmí být ale příliš velké, aby nedošlo k neúnosnému zvětšení časová konstanty pro signál přiváděný na vývod BAT. Doporučené rozmezí $R_{B1} + R_{B2}$ 100 až 500 kΩ těmto požadavkům vyhoví. Dolní propust R_B C_B zlepší přesnost odečtu napětí tím, že odfiltruje šum. Časová konstanta RC mezi baterií a vývodem BAT však nesmí přesáhnout 200 ms, aby související vyhodnocovací obvody pracovaly spolehlivě.

Vyhodnocení teplotních poměrů

Obvody MAX 2003 a MAX 2003A používají k měření teploty baterie NTC termistoru (negative temperature coefficient). Teplota baterie může být použita k zapnutí a ukončení rychlého nabíjení. K ukončení rychlého nabíjení lze použít buď maximální teplotu nebo velikost změny T/t .

Důležité teplotní body a jim odpovídající napětí, jak je vidí vývod TS, jsou na obr. 5. Napětí jsou odvozena z napájecího napětí $U_{CC} = 5V$. Napětí U_{LTF} je chybové napětí nízké teploty /low temperature fault voltage/. U_{HTF} je naopak

chybové napětí vysoké teploty a je nižší než napětí U_{LTF} , neboť je použito termistoru se záporným teplotním koeficientem. Je-li napětí na vývodu TS vně tohoto intervalu, obvod MAX 2003/2003A nezapne rychlé nabíjení baterie. K vypnutí rychlého nabíjení dojde při napětí U_{TCO} /temperature cut off/ spíše, než při napětí U_{HTF} . Napětí U_{LTF} je nastaveno vnitřně na 0,4 U_{CC} (pro $U_{CC} = 5V$ je $U_{LTF} = 2V$). Napětí U_{TCO} se nastavuje vnějšími rezistory, viz obr. 1. Napětí U_{HTF} je nastaveno vnitřně na $(U_{LTF} - U_{TCO}) / 8$.

Změna odporu termistoru R_{NTC} v závislosti na teplotě není lineární což je nepříjemné při řízení nabíjení přístrojem T/t . Ke zlepšení linearity napomáhá použití odporového děliče z rezisto-

CCMD	DCMD	stav MAX2003/2003A
L	L	v okamžiku připojení napájecího napětí se zapne rychlé nabíjení
L	H	rychlé nabíjení se zapne až sestupnou hranou impulsu na CCMD
H	L	rychlé nabíjení se zapne až vzestupnou hranou impulsu na CCMD
H	H	rychlé nabíjení se zapne v okamžiku připojení napájecího napětí

Tab. 2 - stav nabíjecího obvodu po zapnutí napájení (baterie vložena).

rů RT1 a RT2 zapojeného podle obr. 6. Dolní propust R_T C_T zeslabí nežádoucí vř šum na vývodu TS.

Neurčitý stav náboje baterie

Aby mohla být použita metoda rychlého nabíjení, musí být napětí článků a teplota baterie ve stanovených mezích. Není-li tomu tak, má baterie neurčitý stav náboje. Tento stav indikuje blikání LED D2, připojené k vývodu CHG (charge). Dioda při blikání svítí 0,125 s

(vývod CHG je L) a je vypnuta 1,375 s (vývod CHG je H).

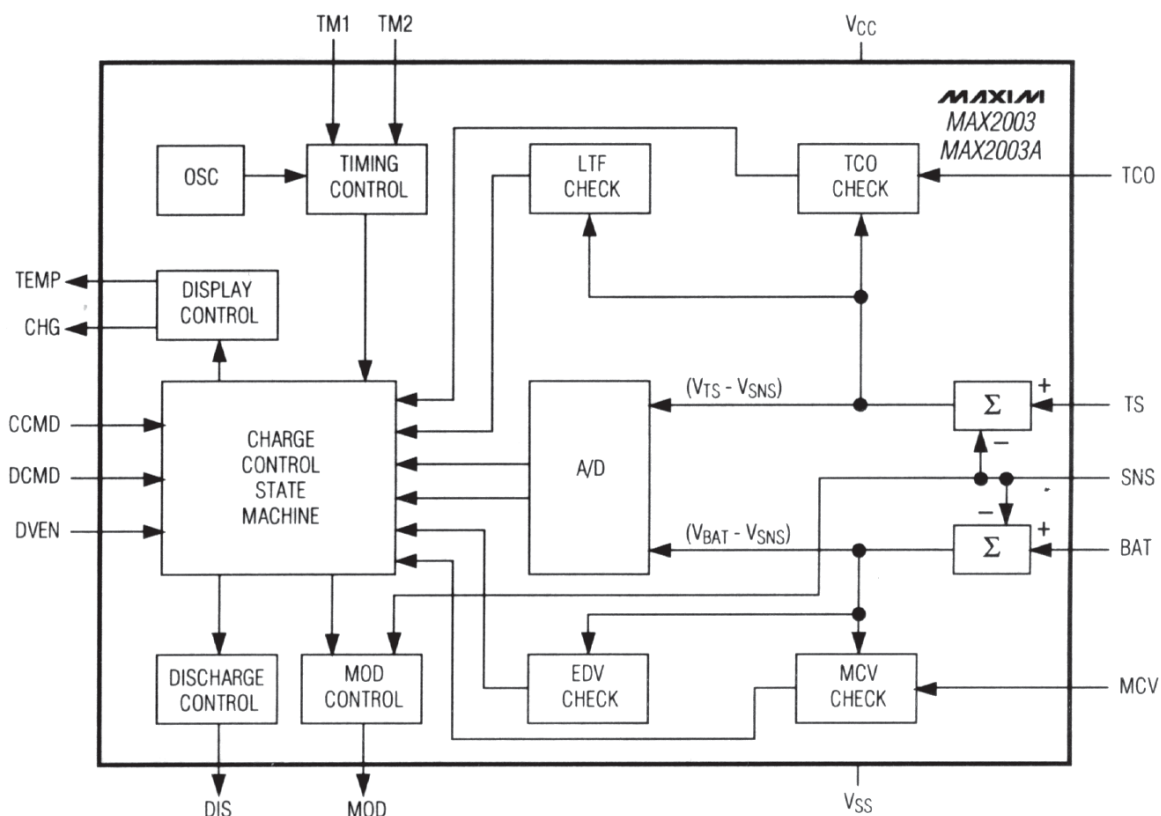
Rychlé nabíjení je zapnuto pokud je napětí článku větší, než napětí při ukončení vybíjení U_{EDV} (end of discharge). Pokud je napětí článku nižší než U_{EDV} , baterie je dobíjena v kapkovém režimu a po dosažení napětí U_{EDV} se zapne rychlé nabíjení. To se zapne také v případě, kdy teplota baterie je indikována napětím na vývodu TS, ležícím uvnitř intervalu U_{LTF} až U_{HTF} - viz předchozí odstavec.

Zapnutí rychlého nabíjení

K zapnutí rychlého nabíjení dojde, jestliže:

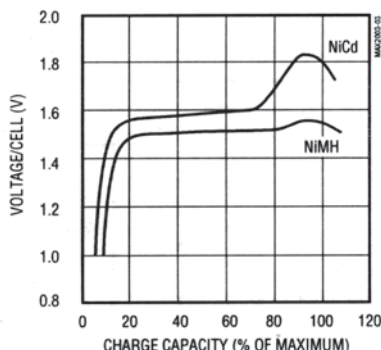
- 1/ je vyměněna baterie
- 2/ je připojeno napájení na obvod MAX 2003/2003A za přítomnosti baterie v nabíječi
- 3/ vznikne potřebný řídicí signál.

Během rychlého nabíjení je vývod



Obr. 2: Blokové schéma obvodu MAX2003/2003A

CHG stále ve stavu L a dioda D2 svítí. Na počátku intervalu rychlého nabíjení není po dobu přídržné doby (hold-off) na baterii připojen nabíjecí proud a určení způsobu nabíjení je blokováno.

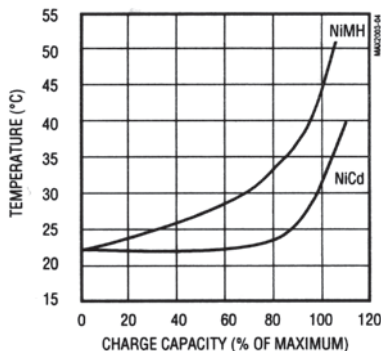


Obr. 3: Nabíjecí charakteristiky baterií NiCd a NiMH

Přídržná doba je funkcí velikosti nabíjecího proudu - viz tabulka 4 v dalším textu.

Vložení baterie

Před vložením baterie je vývod BAT na napětí vyšším, než je napětí článku. Jakmile je baterie vložena do nabíječe, poklesne napětí na vývodu BAT na napětí článku baterie. V okamžiku, kdy



Obr. 4: Graf závislosti kapacity článků NiCd a NiMH na teplotě

sestupná hrana průběhu tohoto napětí dosáhne napětí na vývodu MCV, dojde k zapnutí rychlého nabíjení.

Připojení napájení na obvod MAX 2003/2003A (baterie vložena)

V případě, že před připojením napájení na obvod MAX 2003/2003A dojde

k vložení baterie, po připojení napájení bude obvod asi 1,5 s ve vynulovaném stavu a pak zjistí napětí vývodů CCMD a DCMD. Ta určují stav nabíjecího obvodu podle tabulky 2.

Vývod CCMD může být použit k zapnutí rychlého nabíjení podle tabulky 3.

Vybití před nabíjením

Může být použito jako kondiční cyklus pro staré baterie NiCd, u kterých odstraní paměťový jev. Vybití před nabíjením zapne vzestupná hrana impulsu na vývodu DCMD. V tom okamžiku bude stav vývodu DIS H, dojde k zapnutí vybíjecího obvodu ($T_2 + R_{DIS}$) a následnému vybití baterie na napětí $0,2 U_{CC}$. Při vybíjení bliká dioda D2 (1,375 s svítí, na 0,125 s zhasne). Velikost vybíjecího proudu se nastavuje rezistorem R_{DIS} podle doporučení výrobce. Obvyklá je hodnota 1C nebo nižší. Příliš velký vybíjecí proud může baterii přehřát, ba i zničit. Protože spínací napětí U_{GS} tranzistoru Q2 může být až 4,5 V, je třeba použít MOSFET s nízkým spínacím napětím.

Proud rychlého nabíjení

Velikost nabíjecího proudu je určena rezistorem R_{SNS} zapojeným mezi vývody SNS a USS, tedy mezi záporný pól baterie a zem. Vývod SNS je vstup komparátoru s hysterezí. Poklesne-li na vývodu SNS napětí pod $0,044 U_{CC}$ je aktivován výstup MOD. Je-li napětí na vývodu SNS nad hodnotou $0,050 U_{CC}$ je výstup MOD ve vypnutém stavu. Ve spínacím režimu napětí na vývodu SNS se plovitě mění mezi hodnotami $0,044 U_{CC}$ a $0,05 U_{CC}$, tedy mezi 220 mV a 250 mV při napětí $U_{CC} = 5 V$ - viz obr. 7. Střední hodnota napětí na vývodu SNS je 235 mV a této hodnoty použijeme pro výpočet nabíjecího proudu I_F

$$I_F = 0,235 V / R_{SNS} \quad (2)$$

V některých nabíječích s obvody MAX 2003/2003A je vývod SNS spojen přímo se zemí. V tom případě je výstup MOD trvale zapnut, dosáhne-li se potřebných podmínek nabíjení - obr. 8. Zdroj nabíjecího proudu potom musí mít vhodné proudové omezení, určující nabíjecí proud (zdroj proudu, omezující

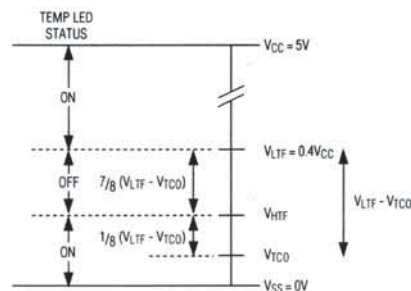
rezistor).

Vypnutí nabíjení

Obvod má několik možností, jak určit konec nabíjení. Jsou shrnuty v tabulce 1a (baterie NiMH) a 1b (baterie NiCd).

Vypnutí přírůstkem teploty

Teplota rychle nabíjené baterie stoupá zprvu pomalu a s rostoucím ná-



Obr. 5: Napěťová stupnice měření teploty

bojem se zvyšuje i rychlost jejího nárůstu. Dosáhne-li rychlost změny teploty předepsané velikosti, dojde k odpojení rychlého nabíjení. Metoda je použitelná pro baterie NiMH i NiCd.

Obvod MAX 2003 měří napětí na vývodu TS (úměrné teplotě článku, ke kterému je přiloženo teplotní čidlo - termistor) každých 34 sekund a porovnává jej s hodnotou změřenou před 68 sekundami. Protože je použit termistor NTC, bude zvýšení teploty odpovídat výrazné snížení napětí na vývodu TS. Je-li nově změřené napětí menší o více než $0,0032 U_{CC}$ (16 mV pro $U_{CC} = 5 V$) než předešlá hodnota, rychlé nabíjení se vypne. Intervaly měření vzorků teplotního napětí jsou funkcí nabíjecího proudu. Zvětšení nabíjecího proudu odpovídá snížení intervalů, takže se dosahuje přesnějšího určení okamžiku vypnutí rychlého nabíjení. Použití této metody vyžaduje, aby teplota baterie byla určena napětím uvnitř intervalu U_{LTF} až U_{TCO} .

Vypnutí záporným přírůstkem napětí baterie

Po dosažení maximálního náboje se u baterií NiCd objeví výrazný pokles napětí baterie, který je tedy mož-

CCMD	DCMD	stav CCMD pro zapnutí rychlého nabíjení
-	L	vzestupná hrana
Ž	H	sestupná hrana

Tab. 3 - řízení rychlého nabíjení logickým signálem na vstupu CCMD(napájení U_{cc} připojeno, baterie vložena).

TM1	TM2	Proud rychlého nabíjení	Doba rychlého nabíjení (min)	Přídržná doba (s)	Plné dobití	MAX2003A Kapkové dobíjení (s)	
						Zap.	Vyp.
zem	zem	C/4	360	140	odpojeno	odpojeno	
volný	zem	C/2	180	820	odpojeno	1	16
U_{cc}	zem	C	90	410	odpojeno	1	32
zem	volný	2C	45	200	odpojeno	1	64
volný	volný	4C	23	100	odpojeno	1	128
U_{cc}	volný	C/2	180	820	zapnuto*	0,5	16
zem	U_{cc}	C	90	410	zapnuto*	0,5	32
volný	U_{cc}	2C	45	200	zapnuto*	0,5	64
UCC	UCC	4C	23	100	zapnuto*	0,5	128

MAX2003Zap. 4 s, Vyp. 30 s

MAX2003A Zap. 0,5 s, Vyp. 3,5 s

Tab. 4 - vstupy na programování přídržné doby, doby rychlého nabíjení, plného dobití kapkového nabíjení ($U_{cc} = 5V$).

no využít pro vyhodnocení stavu (stupně nabití). Obvody MAX 2003/2003A měří na vývodu BAT napětí každých 34 sekund a porovnávají ho s předešlou hodnotou. V okamžiku, kdy nová hodnota napětí je menší o více jak 12 mV než předchozí hodnota, je detekován záporný přírůstek - $\Delta U/\Delta t$ a rychlé nabíjení je ukončeno. Měření je platné jen tehdy, je-li napětí na vývodu BAT uvnitř intervalu U_{MCV} a ($U_{MCV} - 0,2 U_{cc}$). Použití metody $\Delta U/\Delta t$ je blokováno během přídržné doby (hold-off), aby nedošlo k chybnému odpojení rychlého nabíjení. Přídržná doba závisí na velikosti nabíjecího proudu a určuje ji stav vstupů TM1 a TM2 podle tabulky 4. Po uplynutí přídržné doby obvod začne sledovat úbytek $\Delta U/\Delta t$.

Vypnutí maximální teplotou

Ukončení rychlého nabíjení při překročení maximální teploty baterie je havarijní pojistka a nebudeme ji proto v běžných podmínkách potřebovat. Maximální teplotě baterie odpovídá

teplotní vypínací napětí U_{TCO} - viz obr.5. Napětí U_{TCO} je nastavováno vnějším odporovým děličem připojeným na napětí U_{cc} . Zřídka může ukončit rychlé nabíjení mimořádně nízká teplota baterie, které odpovídá napětí U_{LTF} vnitřně nastavené na hodnotu $0,4 U_{cc}$. Přesáhne-li napětí interval mezi U_{LTF} až U_{TCO} , vypne se rychlé nabíjení. Zapojení termistoru podle obr. 6 zajišťuje, aby se jeho napětí pohybovalo právě mezi hodnotami U_{LTF} a U_{TCO} . Rezistory RT1 a RT2 jsou navrženy tak, aby při teplotním přetížení došlo k vypnutí nabíjení.

Vypnutí maximálním napětím

Druhý způsob zajištění bezpečního nabíjení je odvozen od maximálního napětí článku. To může být překročeno jen za mimořádně nepříznivých okolností. Normálně k této situaci dojde při vyjmutí baterie. Maximální předpokládané napětí článku je nastaveno odporovým děličem R1 až R3 připojeným na vstup MCV. Překročí-li napětí článku měřené vstupem

BAT napětí na vstupu MCV, vypne se rychlé nabíjení. Pro většinu aplikací může být napětí U_{MCV} nastaveno pro baterii NiMH i NiCd na 1,9 V. Je-li napětí článku větší než napětí U_{MCV} během přídržné doby, vypne se rychlé nabíjení až po jejím uplynutí. Přídržná doba určuje zapojení vývodů TM1 a TM2 podle tabulky 4.

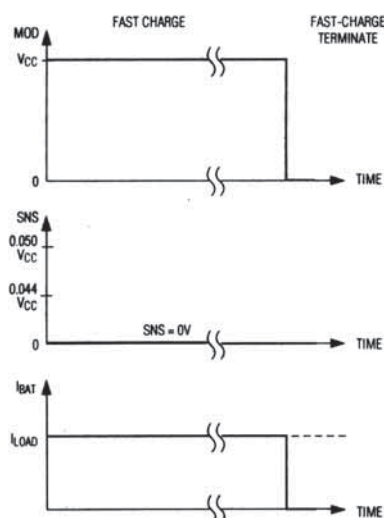
Vypnutí maximální dobou nabíjení

Posledním z bezpečnostních opatření, ukončujícím rychlé nabíjení je sledování maximální doby nabíjení. Tato doba závisí na nastavení vývodů TM1 a TM2 - tab. 4. Je-li dosaženo maximální doby nabíjení za jakéhokoliv způsobu nabíjení, dojde vždy k jeho vypnutí. Tím je chráněn nabíječ i baterie.

Plné dobití

Plné dobití dodá poslední díl náboje chybějící do plné kapacity baterie nabíjené rychlým způsobem. Nabíje baterii o něco větším nábojem než

kapkové nabíjení a je použitelné pro baterie NiCd i NiMH. Plné dobítí nastaví stav na vývodech TM1 a TM2 podle tabulky 4. Plné dobítí se provádí 1/8 proudu rychlého nabíjení. Proud teče do baterie po dobu 4 sekund a potom následuje pauza 30 sekund - platí pro obvod MAX2003. (Na výstupu MOD osciluje podle obr. 7). Je-li použito vnějšího nastavení proudu (vývod SNS spojen se zemí) zůstane vývod MOD 4 s H a 30 s L - viz obr



Obr. 8: Nastavení nabíjecího proudu bez použití rezistoru R_{SNS}

.8. Plné dobítí se aktivuje až po dosažení maximální doby nabíjení nebo maximálního napětí baterie nebo maximální teploty baterie. U obvodu MAX2003A je výstup MOD aktivní 0,5

s a ve stavu L 3,5 s. Mnohem kratší perioda plného dobíjení 4 s u obvodu MAX2003A zmenšuje oteplení baterie a zvětší dodaný náboj oproti obvodu MAX2003. Tam je perioda plného dobíjení 34 s.

Kapkové nabíjení

Připojuje se na baterii po skončení rychlého nabíjení a plného dobíjení. Kapkové dobíjení může být konstantní i impulzní.

Impulzní kapkové nabíjení

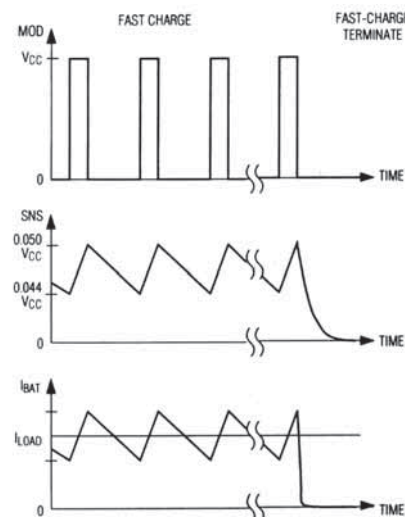
Impulzní kapkové nabíjení umožňuje obvod MAX 2003A. Vývod MOD je po krátkou dobu ve stavu H a delší dobu z celé periody ve stavu L. Střídou kapkového nabíjení určuje zapojení vývodů TM1 a TM2 podle tabulky 4. Obvod MAX2003A nevyžaduje použití rezistoru pro kapkové nabíjení R_{TR} , ale ten nemůže být v zapojení vynechán, protože je využit k detekci napětí baterie.

Stálé kapkové nabíjení

Používá se u obvodu MAX2003 a zajistí ho rezistor R_{TR} zapojený mezi ss zdroj a kladný pól baterie - obr.1. Tento rezistor současně způsobí, že za nepřítomnosti baterie stoupne napětí na vývodu BAT nad napětí U_{MCV} .

Velikost stálého kapkového proudu I_{TR} závisí na typu baterie. U baterií NiCd je proud $I_{TR} = C/16$ a u baterií NiMH $C/$

40. Velikost odporu rezistoru R_{TR} určíme z velikosti proudu I_{TR} , maximálního napětí ss zdroje U_{CCMAX} (po dobu kapkového nabíjení je téměř nezatížený) a napětí baterie U_{BAT} :



Obr. 7: Nastavení nabíjecího proudu pomocí rezistoru R_{SNS}

$$I_{TR} = C/16 \text{ (NiCd)}$$

$$I_{TR} = C/40 \text{ (NiMH)}$$

$$R_{TR} = (U_{CCMAX} - U_{BAT})/I_{TR} \quad (3)$$

Uvedme příklad kapkového nabíjení šestičlávkové baterie NiCd s kapacitou 800 mAh, kde $I_{TR} = 800/16 = 50 \text{ mA}$, $U_B = 6,1,2 = 7,2 \text{ V}$ a máme-li napětí nezatíženého zdroje $U_{CCMAX} = 14 \text{ V}$, bude odpor rezistoru $R_{TR} = (14 - 7,2) / 50 \cdot 10^{-3} = 136 \Omega$. Volíme nejbližší vyšší hodnotu v řadě E12, tedy $R_{TR} = 150 \Omega$

Nevyžadujeme-li kapkové nabíjení, může být hodnota rezistoru R_{TR} podstatně vyšší např. 100 k Ω . O stavu nabíjení nás informují LED D1 (připojená na vývod TEMP) a D2 (připojená na vývod CHG) viz obr. 5 (D1) a tabulky 5 a 6 (D2). Dioda D1 svítí, jen pokud je teplota baterie mimo teplotní hranice, dané rozmezím U_{LTF} až U_{HTF} , kde je povoleno rychlé nabíjení - obr. 5.

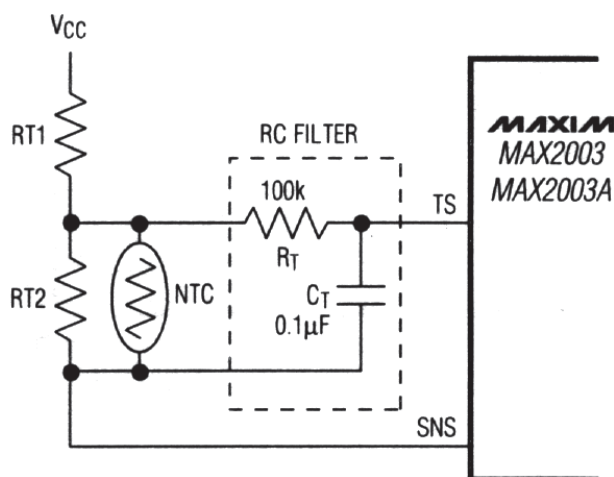
Stav nabíjení	Dioda D2 (u vývodu CHG)
Bez baterie	Nesvítí
Neurčitý stav nabíjení $U_{BAT} < U_{EDV}$, $U_{TEMP} \neq (U_{LTF} \text{ až } U_{HTF})$	Bliká: 0,125 s zap., 1,375 s vyp.
Vybítí před nabitím	Bliká: 1,375 s zap., 0,125 s vyp.
Rychlé nabíjení	Svítí
Dokončené nabití a úplné dobítí	Bliká: 0,125 s zap., 0,125 s vyp.

– Hav –

Tab 5 - stav nabíjení

Stav nabíjení	Podmínky	Vývod MOD	Vývod DIS	Vývod CHG, dioda D2	
				L D2 svítí (s)	H D2 nesvítí (s)
Chybí baterie	$(U_{BAT} - U_{SNS}) \geq U_{MCV}$	L	L	-	stále
Zapnutí vybíjení	Vzestupná hrana na DCMD	L	L	-	stále
Zapnutí rychlého nabíjení	a/ Připojeno napájení a napětí na CCMD = DCMD b/ DCMD = L, CCMD vzestupná hrana (zdroj připojen) c/ DCMD = H, CCMD sestupná hrana (zdroj připojen)	L	L	-	stále
Neurčitý stav baterie	Zapnuto rychlé nabíjení, teplota nebo napětí vně nastavených mezí	L	L	0,125	1,375
Vybíjení	Vybíjení zapnuto, teplota a napětí podle nastavených podmínek	L	H	1,375	0,125
Rychlé nabíjení	Zapnutí nabíjení napěťovým nebo teplotním signálem	L při $U_{SNS} > 0,05 U_{CC}$ H při $U_{SNS} > 0,044 U_{CC}$	L	svítí stále	-
Ukončení rychlého nabíjení	Překročena jedna z 5 podmínek vypnutí I_F	L	L	0,125	0,125
Plné dobítí	Zapnuto po ukončení rychlého nabíjení, nejsou překročeny mezní podmínky T a U	MAX2003A H po 0,5 s L po 3,5 s MAX2003 H po 4 s L po 30 s	L	0,125	0,125
Stálé kapkové (MAX2003)	Po plném dobítí, I_{TR} určen resistorem R_{TR}	L	L	0,125	0,125
Impulzní MAX2003A	Po plném dobítí MOD pulzuje	Pulzně podle I_F (tab. 4)	L	0,125	0,125

Tab. 6: Souhrn činností obvodů MAX2003/2003A



Obr. 6: Zapojení termistoru pro měření teploty baterie

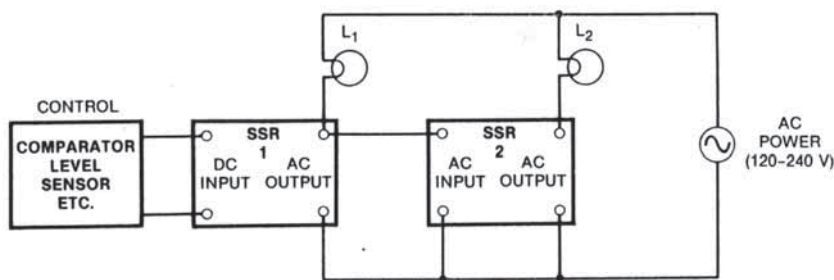
Aplikace polovodičových relé

Příklady zapojení, uvedené v tomto příspěvku, jsou převzaty z příručky firmy CRYDOM (1), známého výrobce širokého sortimentu bezkontaktních spínačů pro nejrůznější použití. Uvedená zapojení polovodičových relé jsou zamýšlena spíše jako ideové náměty, které mohou uživatele vhodně nasměrovat nebo stimulovat k dalšímu myšlení při řešení konkrétních úloh. Některá schémata jsou orientována spíše na ochranu obvodů nebo na zlepšení provozu polovodičového relé v daných podmínkách. Obsah příručky tak užitečně doplňuje jak odbornou literaturu, zabývající se problematikou bezkontaktního spínání, tak i katalogové údaje, vztahující se přímo ke konkrétním výrobkům.

Úvodem

Polovodičová relé (Solid-State Relay, zkratkou SSR) jsou součástky, či spíše moduly, nahrazující ve stále větší míře v praxi dříve používaná relé elektromagnetická (Electromagnetic Relay, zkratkou EMR). Přes jejich nesporné výhody a přednosti ovšem není možno je vždy aplikovat přesně stejným způsobem jako relé elektromagnetická. Tento příspěvek obsahuje zejména poznámky o tom, na co je třeba dávat pozor, odhaluje uživateli eventuelní úskalí a navrhuje cesty, jak je překonávat. Předpokládá se, že čtenář má praktickou znalost elektroniky a je schopen doplnit to, co (kvůli zachování přehlednosti) na schématech chybí. Některé případy speciálních funkcí (jako je na příklad časové zpoždění při vypínání a další) se u různých aplikací opakují s malými či velkými obměnami.

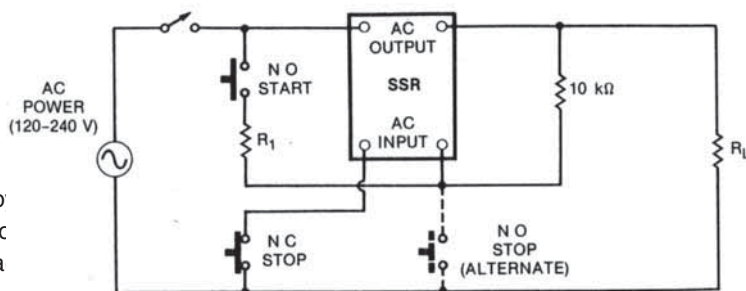
Je to tak uvedeno úmyslně, aby se tak ilustrovaly různé přístupy, které jsou pro danou aplikaci vhodné, ale nikoliv na ni nutně vázané. Pokud jsou u některých zapojení navrženy pojistky jako ochrana vedení nebo proti zkratům, mohou je s výhodou používat i jiné obvody, třebaže jejich použití nemusí být vždy nezbytné. Na příklad dražší a rychlejší polovodičové pojistky, určené původně k ochraně polovodičových relé, můžeme použít všude, kde je vyšší cena odůvodněná cenou chráněného zařízení, anebo kde se ohrožené díly a součástky špatně vyměňují.



Obr. 1 – Přepínání dvou spotřebičů

Přepínání dvou spotřebičů

Ke střídavému přepínání proudu do dvou zátěží můžeme použít dvou polovodičových relé, zapojených podle obrázku 1. Uvedený obvod vlastně nahrazuje jednopólový přepínač. Protože je možné krátké časové překryvání stavu sepnutí, měl by být zdroj schopen (bez destrukčních následků) v jednom okamžiku napájet oba spotřebiče. K typickým zátěžím patří lam-

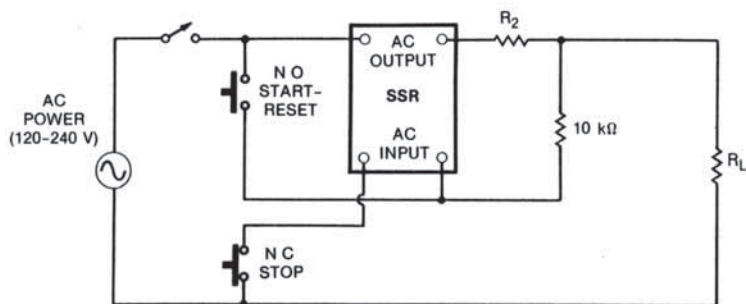


Obr. 2 – Samopřidrzné polovodičové relé

py, ventily, solenoidy a jiné spotřebiče. Řídící obvody zahrnují nejen čidla či detektory, ale také další obvody (zesilovače, komparátory a pod.), které vyhodnocují úroveň jejich výstupních signálů.

Samopřidrzné polovodičové relé

Polovodičové relé v zapojení podle obr. 2 je vhodné pro klasické dvoutlačítkové ovládání typu start/stop (zapni/vypni). Konfigurace zapojení je pro polovodičová relé se stejnosměrným vstupem a výstupem podobná. V základním zapojení je pro zapnutí použito spínací tlačítko a pro vypnutí tlačítko rozpínací. V tom případě můžeme rezistor R1 (o velikosti cca 10 kohmů) ze zapojení vypustit. Alternativní zapojení dovoluje použít pro obě funkce spínacího tlačítka. Potom je však přítomnost rezistoru R1 nutná, protože zabrání zkratu na



Obr. 3 – Samopřidržené polovodičové relé s ochranou proti zkratu

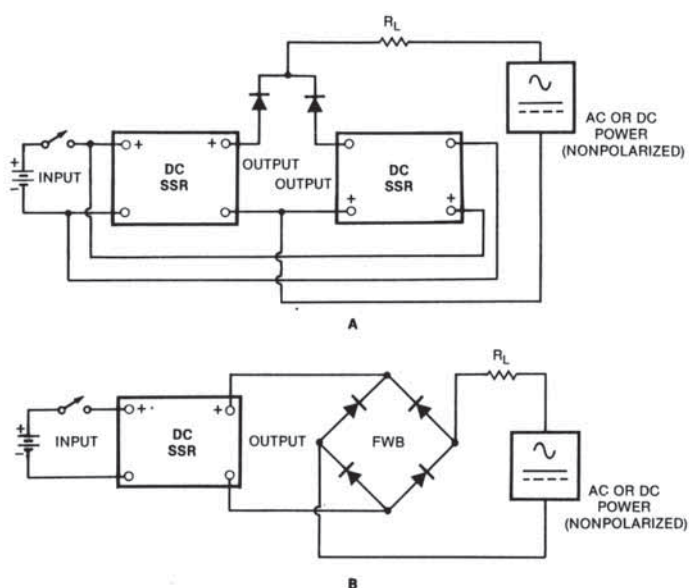
napájecím vedení při současném stisku obou tlačítek.

Samopřidržené polovodičové relé s ochranou proti zkratu

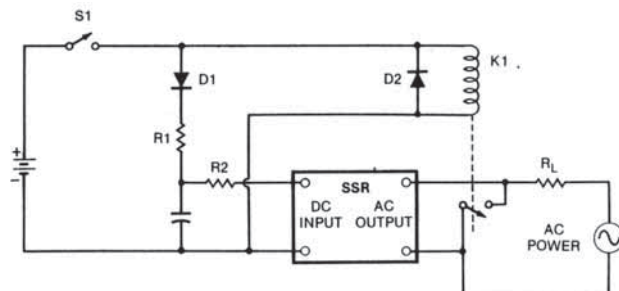
Zapojení obvodu je na obrázku 3. Způsob tlačítkového ovládání je stejný jako u základního zapojení předchozí aplikace. Přidaný rezistor R2 je dimenzován tak, aby omezil zkratový proud na limitní hodnotu. Tím je ochráněno polovodičové relé než dojde k jeho vypnutí (při prvním průchodu napětí na napájecím vedení nulou). Mechanismem samočinného přidržení je zajištěno zablokování relé (rozpojení) až do odstranění závady.

Univerzální polovodičové relé s rychlou odezvou

Klasickým elektromagnetickým relé můžeme spínat jak střídavé, tak i stejnosměrné elektrické okruhy, protože na polaritě protékajícího proudu nezáleží. Obvod na obrázku 4 má vlastnosti podobné. Jeho velkou výhodou je však mnohonásobně větší rychlost spínání. Zatímco klasická EMR mají typickou dobu sepnutí řádově v desítkách milisekund, SSR sepnou zaručeně dříve než za 250 mikrosekund. Dvě možné varianty na obr. 4 se liší nejen počtem diod a vlastních SSR. Varianta B se sice z cenového hlediska jeví jako výhodnější, ale úbytek napětí v sepnutém stavu je



Obr. 4 – Univerzální polovodičové relé s rychlou odezvou

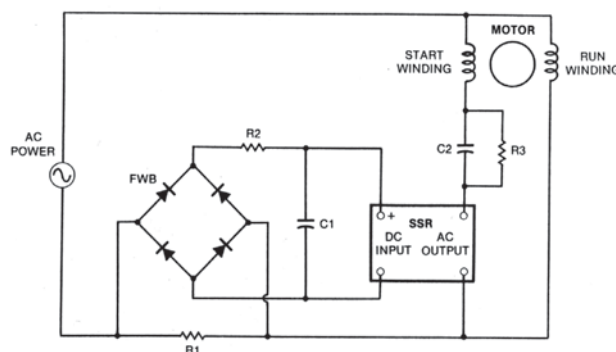


Obr. 5 – Hybridní relé SSR/EMR

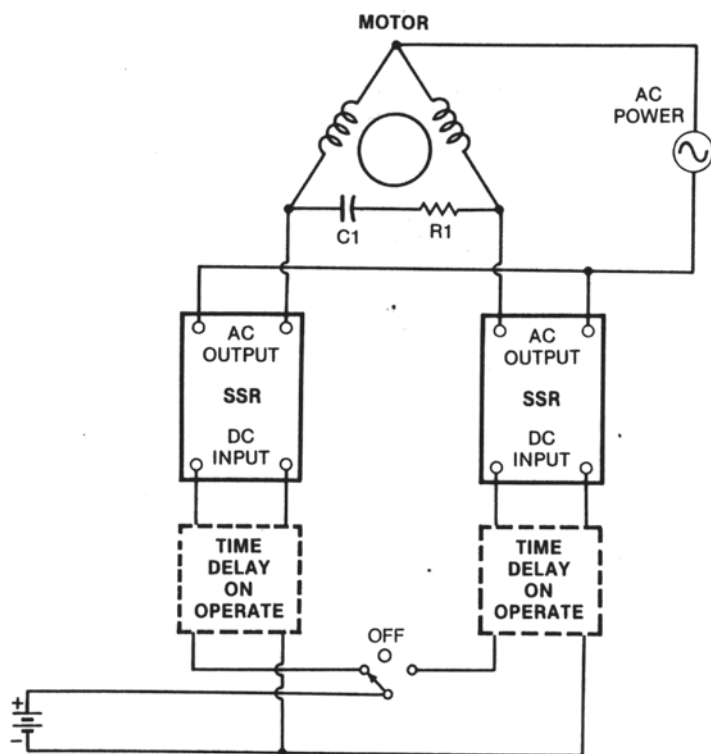
zde větší. Zatímco u varianty A se bude k úbytku na vlastním SSR přičítat ještě úbytek na jedné diodě, u varianty B musíme připočítat úbytek na dvou diodách.

Hybridní relé SSR/EMR

Kombinací obou typů relé podle zapojení na obr. 5 vytvoříme spínač, vykazující téměř ideální vlastnosti. Každé z obou relé přináší do zapojení své přednosti. SSR zajišťuje rychlé a měkké bezzámitové sepnutí i vypnutí v okamžiku, kdy napětí střídavého zdroje, napájecího zátěží, prochází nulou. Kontakty EMR zase způsobují, že úbytek napětí v sepnutém stavu je minimální. Při aktivaci řídicího okruhu (sepnutím S1) se kondenzátor C1 rychle nabije přes rezistor R1 a SSR sepnou. Následně (s určitým zpožděním) pak dojde k sepnutí kontaktu pomalejšího elektromechanického relé K1. Při rozepnutí S1 je nabitým kondenzátorem SSR udržován v sepnutém stavu, dokud se kontakt EMR nerozpojí. Ke spínání i rozpínání kontaktů EMR tedy dochází prakticky



Obr. 6 – Automatický spouštěč motoru s rozběhovým vinutím



Obr. 7 – Reverzace motorů s dvojitým vinutím

za bezproudového stavu, což má příznivý vliv na jeho životnost i na úroveň rušení při přepínání.

Tento obvod je možné realizovat s použitím polovodičových relé se stejnosměrným výstupem nebo polovodičových a magnetických relé se střídavým vstupem. Pokud budou dodrženy určité relace mezi dobami přitahu a odpadu, lze dojít ke kombinaci (při použití relé se střídavým vstupem), při které budou relé pracovat v náležité sekvenci i bez zpožďovacího obvodu.

Automatický spouštěč motoru s rozběhovým vinutím

Po připojení stojícího motoru k napájecímu vedení teče jeho pracovním vinutím velký proud, který vytvoří na rezistoru R1 odpovídající úbytek napětí. Tímto napětím (usměrněným a filtrovaným) je aktivováno SSR, které pustí proud také do rozběhového vinutí motoru (obrázek 6). Když motor nabírá otáčky, dochází k postupnému snižování

vání napětí na odporu R1, až dojde k vypnutí SSR a odpojení rozběhového vinutí od napájecího vedení. Polovodičové relé by mělo být dimenzováno zhruba na dvojnásobek napájecího napětí, aby vydrželo přepětí, vznikající při odpojení indukčnosti rozběhového vinutí.

Reverzace motorů s dvojitým vinutím

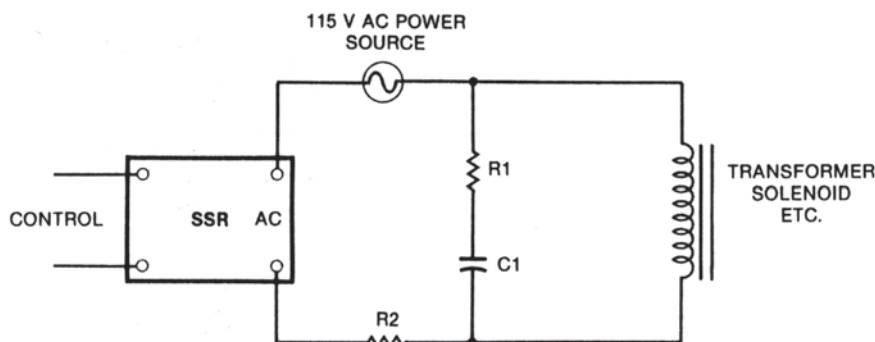
Zapnutím proudu do jednoho nebo druhého vinutí můžeme měnit směr otáčení rotoru. Reverzační obvod na obr. 7 k tomu využívá dvou relé. Pokud budeme chtít měnit směr otáčení za chodu, musíme při reverzaci počítat s velkými napěťovými i proudovými rázy a podle toho dimenzovat obě relé. Vyznačené zpožďovací obvody v řídicích vstupech obou relé tyto nárazy mohou zmenšit až na úroveň, odpovídající poměrům při rozběhu. Rezistor R1 omezuje proudové špičky.

Přepínání těžkých indukčních zátěží

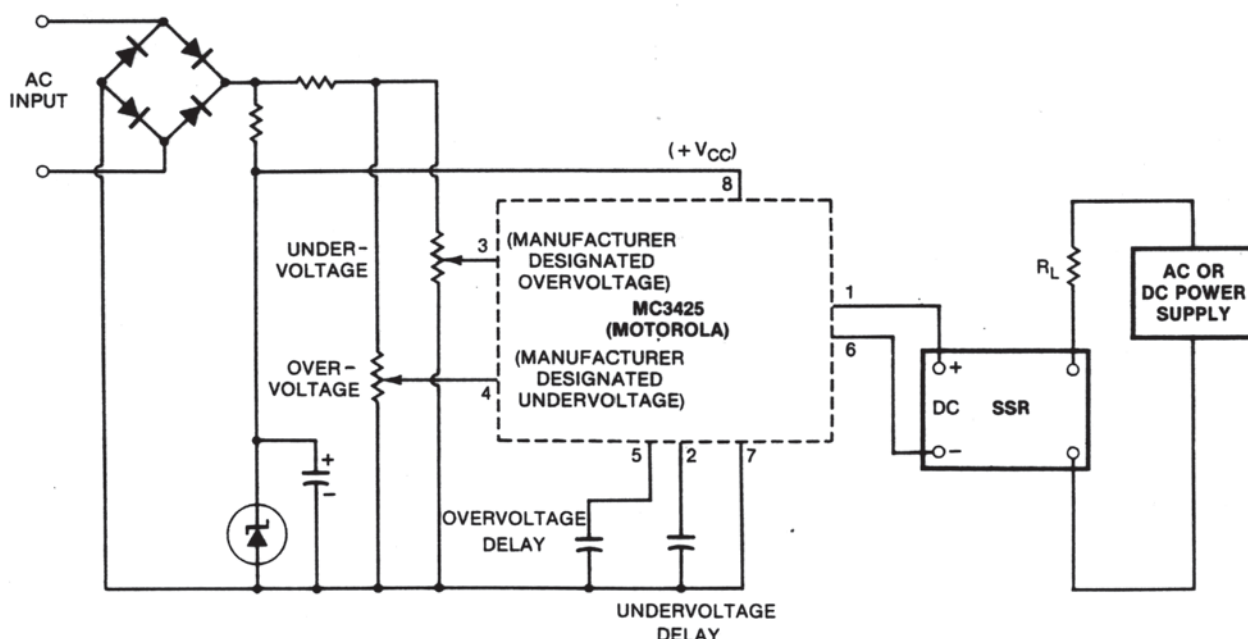
Většina výrobců SSR zaručuje provoz s indukční zátěží při účinnosti do 0.5. Pokud by došlo k provozu za nižšího účinnosti, mohlo by se stát, že v době trvání spouštěcího signálu k sepnutí relé nedojde. Jak ukazuje obr.8, náprava tohoto jevu je poměrně jednoduchá. Zapojením sériové R1 C1 kombinace paralelně k indukční zátěži se účinník zvýší. Typické hodnoty, které se osvědčily v mnohých aplikacích, jsou R1 = 150 Ohmů a C1 = 0.5 mikrofarad. Rezistor omezuje nabíjecí proud kondenzátoru na velikost, která neohrozí SSR. Spínání těžkých indukčních zátěží mimo okamžik průchodu napájecího napětí nulou je vždy provázeno výraznými přechodnými jevy, na příklad velkými proudovými rázy. K jejich omezení na bezpečnou velikost použijeme rezistor R2.

Napěťové čidlo pro přepětí a podpětí

Schema zapojení je na obrázku 9. Integrovaný obvod MC 3425 obsahu-



Obr. 8 – Přepínání těžkých indukčních zátěží



Obr. 9 – Napětové čidlo pro přepětí a podpětí

je čtyři komparátory se všemi pomocnými obvody, potřebnými ke sledování přepětí a podpětí (včetně referenčního zdroje 2.5 V. Výstupem obvodu je řízeno SSR, které je sepnuto, pokud je sledované napětí uvnitř požadovaného rozmezí, nastaveného pomocí dvou potenciometrů. Časové zpoždění je pro každý vstup zvlášť nastaveno kondenzátory, připojenými na svorky 2 a 5, jež mají charakter proudových zdrojů. Modifikované zapojení může být použito i pro třífázové napájení.

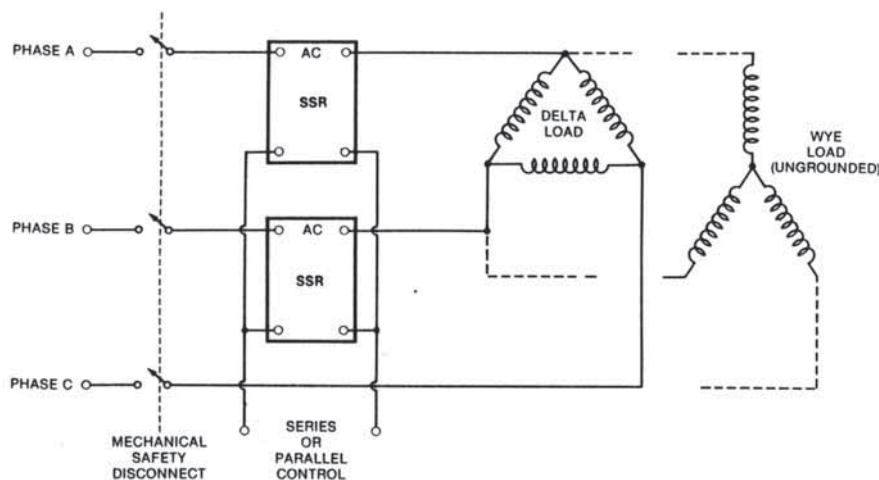
Třífázový spínač třífázové soustavy

K ovládání zátěží, zapojených do trojúhelníka nebo do hvězdy, nám u třífázové soustavy stačí jen dvě SSR. Třetího by bylo potřeba na fázi C jenom pokud by byl střed hvězdy uzemněn. Schema zapojení třífázového spínače je na obr. 10. Dimenzování SSR z hlediska proudové zatížitelnosti se zpravidla odvozuje od velikosti proudu, tekoucího do zabrzděného motoru. Pokud nejsou charakteristiky daného motoru k dispozici,

můžeme zhruba odhadnout maximální hodnotu jako šestnásobek provozního proudu motoru při jmenovitém výkonu.

Řízení výkonových tyristorů a bipolárních prvků

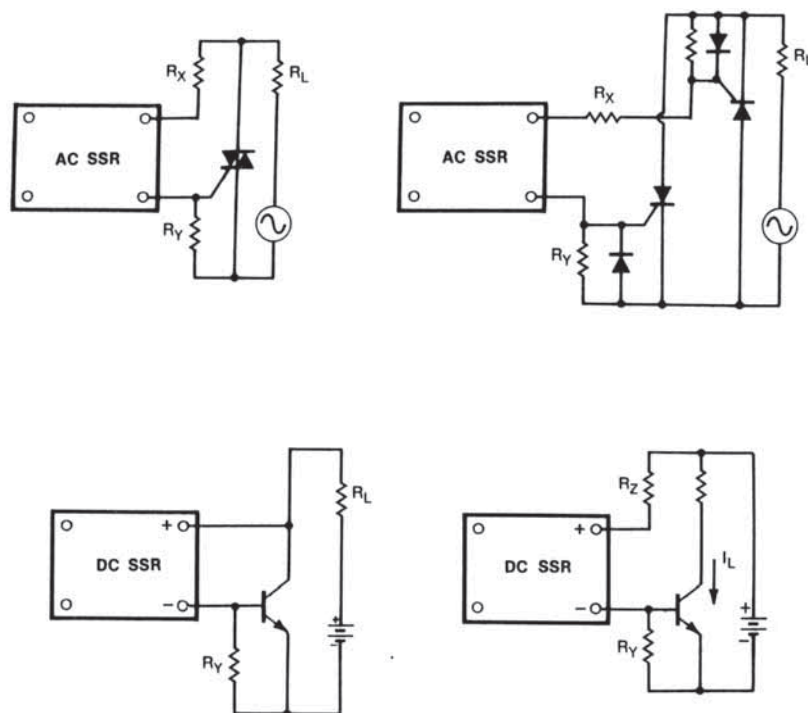
Pokud polovodičová relé, která máme k dispozici, nemají potřebné výkonové parametry, můžeme je využít k buzení diskretních výkonových součástek, jak je vidět na připojených schématech. Seriově zapojené ochranné rezistory R_x na obrázcích



Obr. 10 – Třífázový spínač třífázové soustavy

11A a 11B slouží k omezení budicího proudu na velikost, přípustnou pro použité polovodičové relé. Rezistory R_Y zabraňují nežádanému otevření výkonových prvků proudem, „prosakujícím“ přes vypnuté SSR. Diody na obrázku 11B chrání řídící elektrody tyristorů před poškozením nepřipustnou polaritou řídícího napětí.

Při buzení výkonových tranzistorů podle obrázku 11C může ztrátový výkon dosahovat nepříjemných hodnot. Oddělením cesty budicího proudu pomocí rezistoru R_Z , jak je to znázorněno na obrázku 11D, se část ztrátového výkonu převede na tento rezistor R_Z a přitom se ztráty ve výkonovém prvku omezí až desetkrát. Odporová zátěž R_L může být na obrázcích 11A, 11B a 11C umístěna na kterékoliv větvi napájecího zdroje. Na obrázku 11D je zátěž zapojena do kladné napájecí větve, ale je možno ji přemístit při použití PNP tranzistorů do větve opačné.

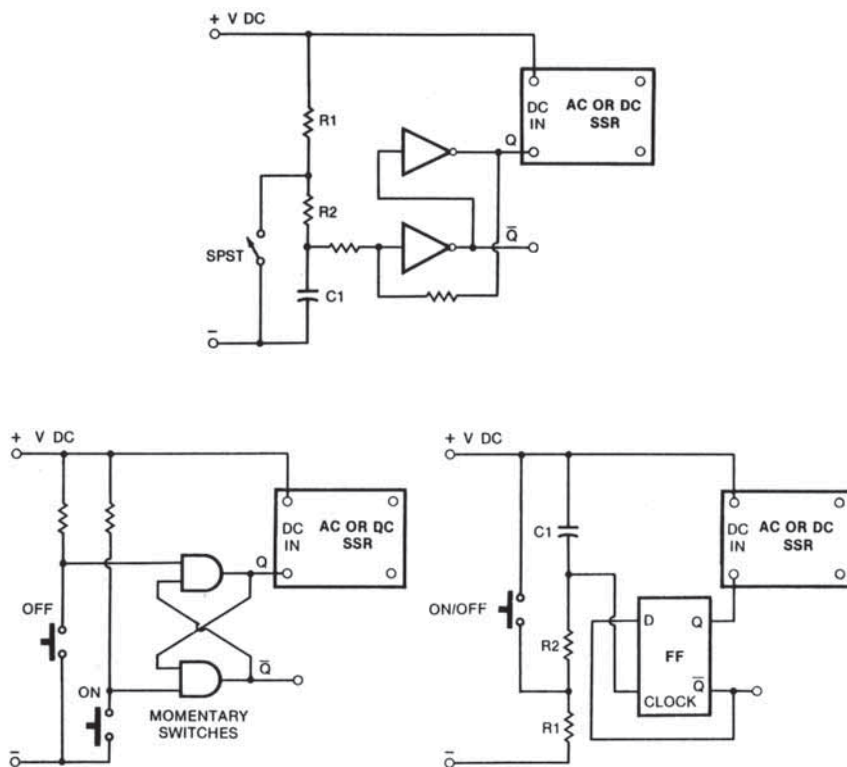


Obr. 11 – Řízení výkonových tyristorů a bipolárních prvků

Spínání potlačením zakmitávání

Speciální požadavky na spínání (na příklad potlačení zakmitávání nebo samopřidrzný režim) může SSR splnit jednoduše s použitím několika jednoduchých logických členů a pasivních součástek. Zapojení na přiložených schématech obsahují různé spínače, které můžeme ovládat ručními spínači (tlačítky), nebo logickými signály stejného významu. Odstranění zákmitů je především vhodné pro rychlá stejnosměrná polovodičová relé, protože u typů na střídavý proud obstarává tuto funkci už tyristor.

Všechny obvody reagují na příchodnáběžné hrany řídícího impulsu (na sepnutí spínače), jsou odolné proti zakmitávání. Odolnost (necitlivost) je pomocí sítě odporů a kondenzátorů nastavena na určitý čas (100 milisekund), viz obrázky 12A a 12C. Jiným způsobem odstraňuje zákmitý zapojení na obrázku 12B, využívající RS bistabilního klopného obvodu.



Obr. 12 – Spínání potlačením zakmitávání

Ukradli vám na ulici auto za bílého dne? Nemuselo se vám to přihodit, kdybyste měli instalován náš jednoduchý

AUTOALARM

Ing. Jan Kuželka

konstrukce č. 311

Základní technické údaje:

Napájecí napětí: 10 – 15 V

Odběr proudu v klidu: 0,8 mA / 12 V

Střední hodnota odběru proudu během poplachu: 80 mA

Doba trvání poplachu: cca 30 s

Doba mezi zachycením vzruchu a spuštěním poplachu:

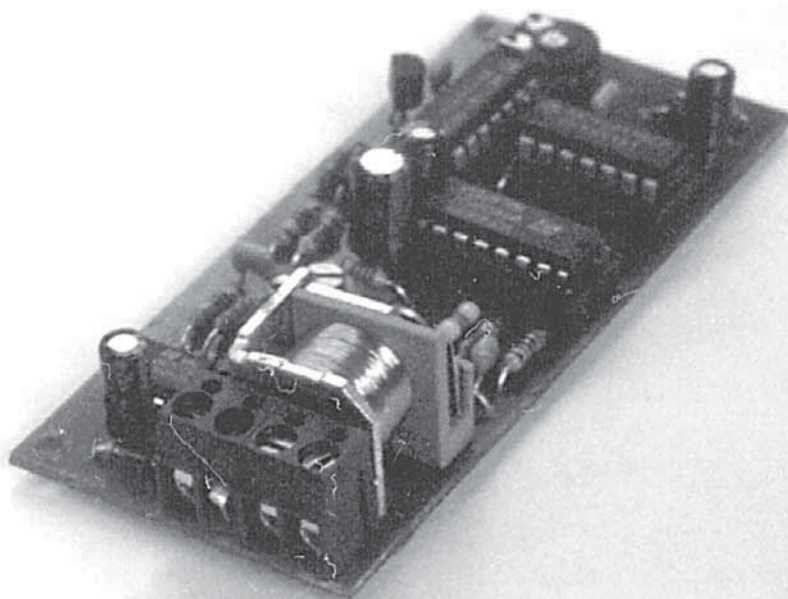
nastavitelná od 8 do 16 s

Doba zotavení od posledního poplachu nebo od zapnutí: cca 30 s

Max. spínaný proud: 25 A

Aktivace a deaktivace:

pomocí skrytého vypínače



Popis zapojení

Schéma zapojení je na obr. 1. Zařízení využívá vnitřního odporu autobaterie a funguje jako detektor rychlých malých poklesů napětí, na které je připojené. Tyto změny vyvolá například sepnutí osvětlení vnitřku vozu dveřními spínači nebo spotřeba centrálního zamykání při jeho činnosti.

Sledované napětí je přivedené na invertující vstup OZ (IC4) a přes R2 také na C1 a neinvertující vstup OZ. Výstup OZ je v klidu držen trvale v nule. Pouze při dostatečně rychlém poklesu napájecího napětí klesne napětí na invertujícím vstupu dříve než na neinvertujícím a na výstupu OZ se objeví kladný impuls, který sepne tranzistor T1.

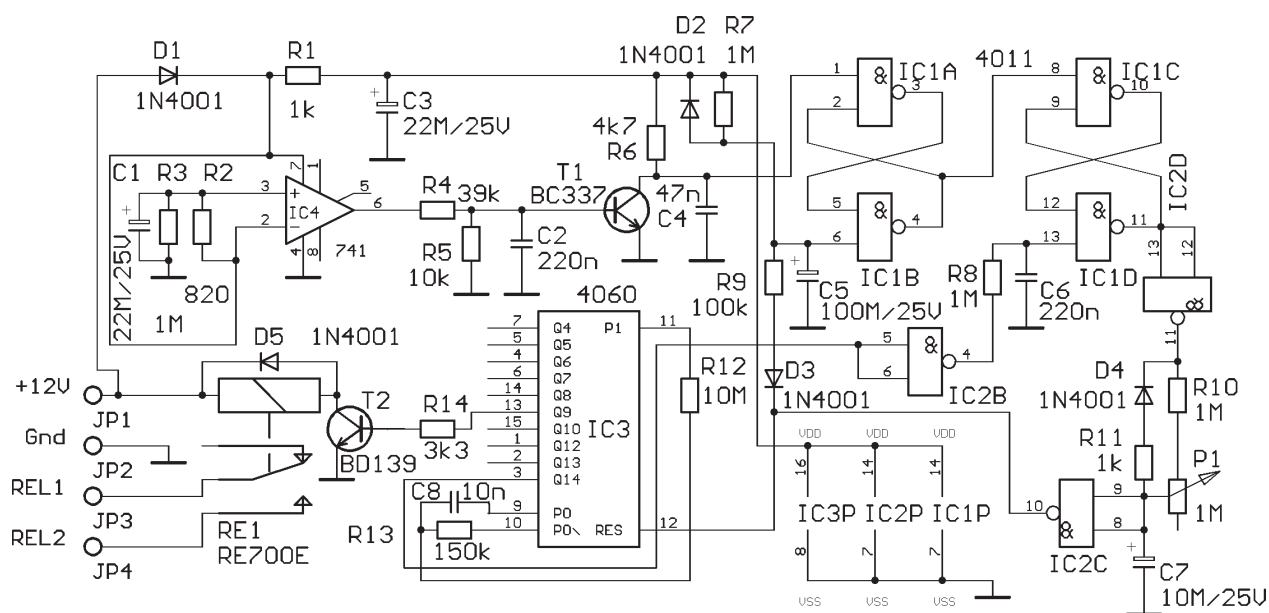
Tím se na vstupu prvního RS členu vytvořeného z hradel IC1A a IC1B (dále jen RS1) objeví log. 0. Pokud je

zároveň na kondenzátoru C5 log. 1, dojde k zachycení vzruchu a překloupí se i druhý RS člen tvořený hradly IC1C a IC1D (dále jen RS2). Přes hradlo IC2D, odpor R10 a trimr P1 se pak začne nabíjet C7. Když napětí na C7 vzroste nad úroveň log. 1, překloupí se hradlo IC2C a vybijí se kondenzátor C5. Tím se (stejně jako po zapnutí celého zařízení) zajistí, že RS1 nepřijímá další vzruchy dokud se C5 opět nenabije do log. 1.

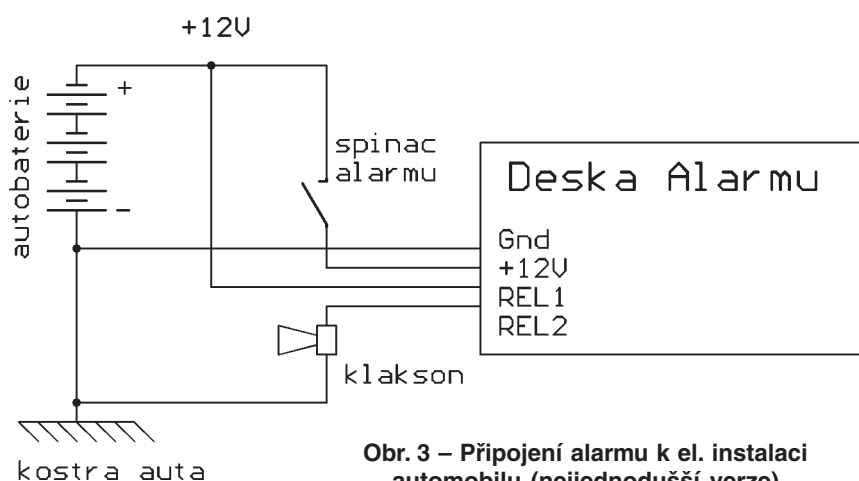
Společně s vybitím C5 začne čítat čítač IC3 4060. Frekvence oscilátoru čítače (daná R12, R13 a C8), je taková, aby se nejvyšší bit čítače Q14 překloupil do log. 1 cca za 30 s (což je délka trvání poplachu). Během této doby se 16x sepne výstupem Q9 tranzistor T2 a tím i výstupní relé. Po překloupení výstupu Q14 do log. 1 se překloupí RS2 zpět do klidového stavu (tj. na výstupu IC1D je log. 1) a přes od-

Výhody zapojení:

- nízká cena
- jednoduchost a spolehlivost
- snadná instalace
- nízký klidový odběr proudu – menší než samovybíjecí proud autobaterií, který bývá kolem 1 mA



obr. 1 – Schéma zapojení



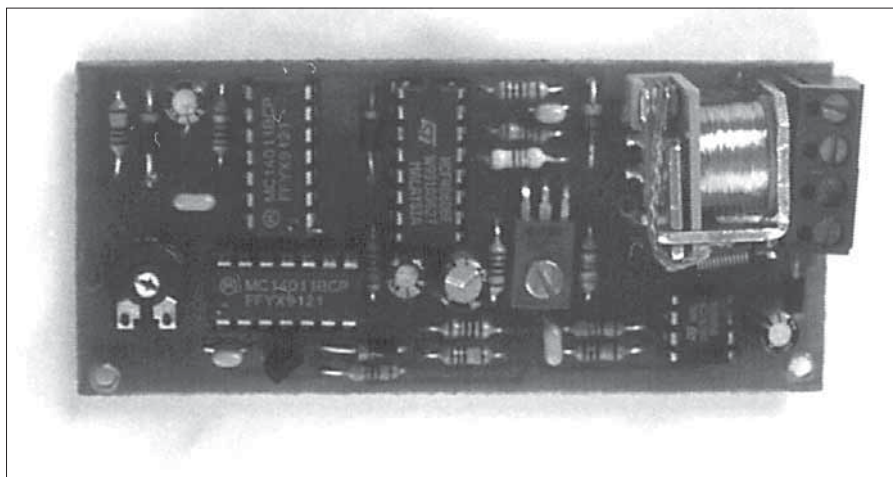
Obr. 3 – Připojení alarmu k el. instalaci automobilu (nejjednodušší verze)

por R11 a D4 se vybije relativně rychle C7. Překlopí hradlo IC2C a čítač IC3 přejde do stavu reset. Tím se zároveň uvolní C5, který se přes R7 začne nabíjet. Po nabití do log. 1 (což trvá asi 30 s) je RS1 schopen reagovat na další vzruchy od T1.

Popis připojení a oživení

Obrazec plošných spojů a rozmístění součástek je na obr. 2. Všechny součástky je třeba připájet velmi pečlivě, neboť při používání v automobilu se dají očekávat značné otřesy. Alarm se k elektrické instalaci automobilu připojuje podle obr. 3 pouze čtyřmi svorkami. Svorka Gnd na kostru automobilu, svorka +12 V pak přes skrytý vypínač kamkoliv na +12 V. Pokud místo vypínače použijete přepínač, lze jím zároveň ve druhé poloze připojovat zapalování motoru. Svorky REL1 a REL2 jsou při poplachu spojovány kontaktem relé a lze je použít ke spínání čehokoliv např. světel, blinkrů, klaksonu nebo zvlášť přidané sirény. Při připojení více spotřebičů, používaných i k jinému účelu (např. klakson a blinkry) je třeba před každý zařadit oddělovací diodu proudově dimenzovanou na příslušný spotřebič (viz obr. 4).

Při správném pájení pracuje zařízení na první zapojení. Pokud ne, je



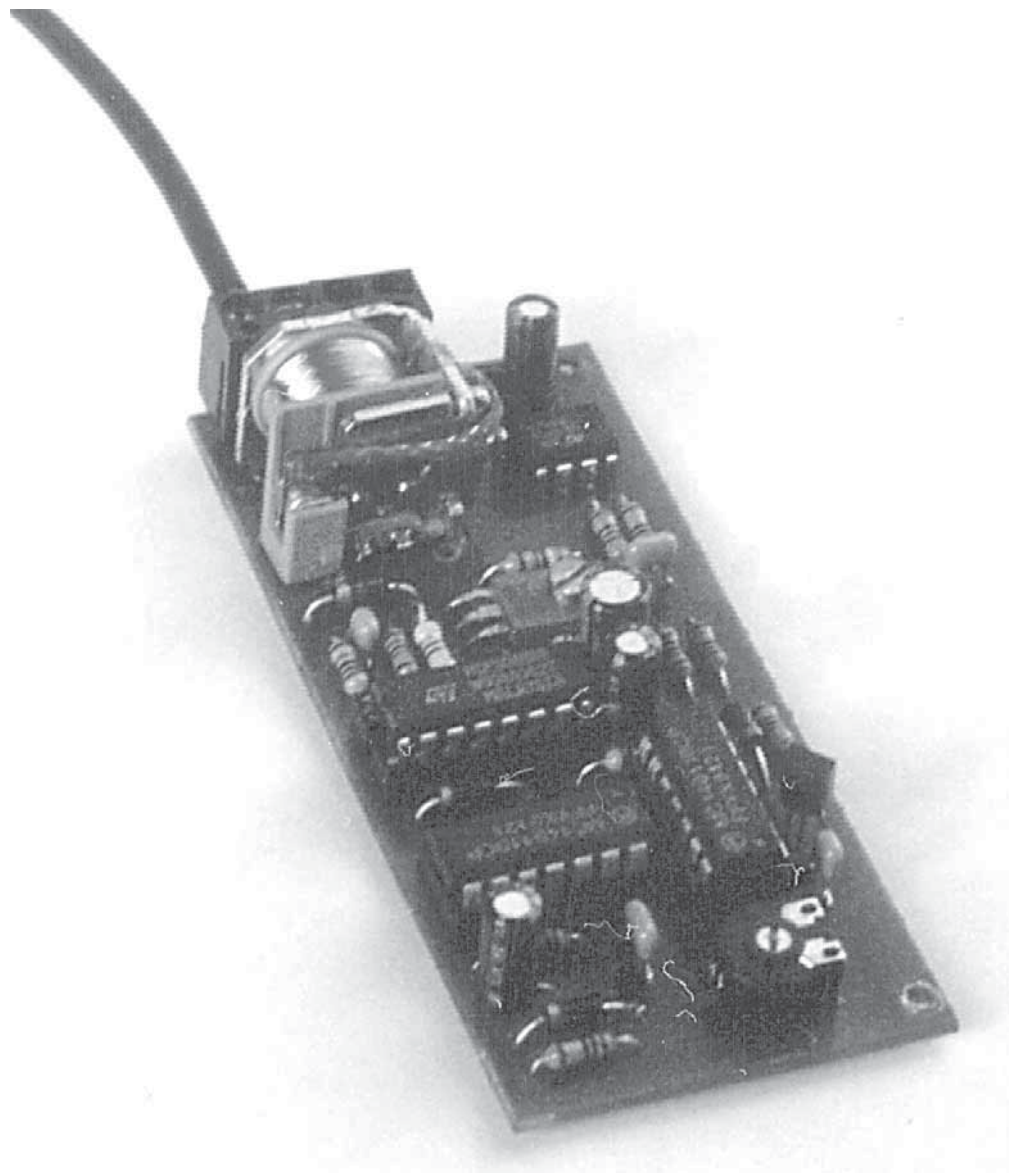
třeba testovat výstupy jednotlivých hradel a OZ při příjmu vzruchu. K aktivaci poplachu postačí u běžných typů autobaterií i sepnutí 2W žárovky. Pokud by bylo třeba změnit vstupní citlivost alarmu, je třeba experimentovat s hodnotou odporu R2. Čím vyšší je jeho hodnota, tím vyšší je citlivost. Příliš vysoká citlivost však vede k planým poplachům.

Po zapnutí (tj. připojení napájení) alarm asi 30 s nepřijímá žádné vzruchy (kvůli možnosti opuštění automobilu). Při přijmutí vzruchu čeká 8 – 16 s (dle nastavení trimru P1), což je doba, během které jej lze vypnout bez spuštění poplachu. Pokud k vypnutí nedojde, začne po dobu asi 30 s spínat relé. Pokud již nepřichází další vzruchy, alarm se uvede opět do stavu klidu. Pokud vzruchy stále přichází, alarm je po 30 s znovu zachytí a po uplynutí 8 až 16 s spustí nový poplach.

Závěrem

Tento princip alarmu je velmi výhodný, neboť není třeba po celém automobilu tahat další vodiče. Pouze v případě, že v automobilu není například osvětlení zavazadlového prostoru, které by aktivovalo alarm při otevření kapoty, doporučuji ke kapotě nainstalovat spínač a vhodné osvětlení nebo alespoň spínač, který se připojí paralelně ke spínačům ve dveřích auta.

Jedinou nevýhodou zapojení je jeho deaktivace odpojením autobaterie, což však lze vyřešit záložní baterií (viz obr. 4). Diodu u záložní baterie je třeba proudově dimenzovat na součet proudů všech spotřebičů spínaných alarmem.



Seznam součástek

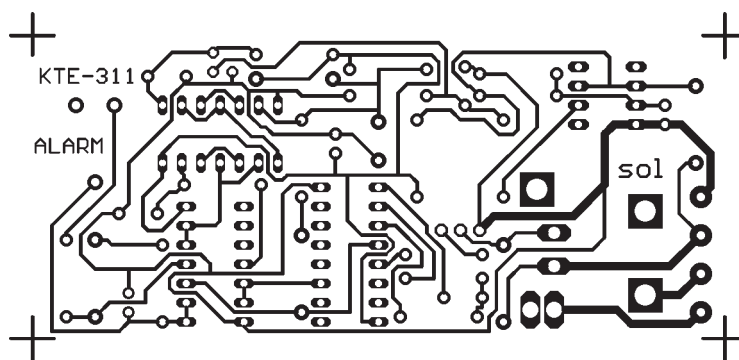
R1,R11	1 kΩ
R2	820 Ω
R3,R7,R8,R10	1 MΩ
R4	39 kΩ
R5	10 kΩ
R6	4,7 kΩ
R9	100 kΩ
R12	10 MΩ
R13	150 kΩ
R14	3,3 kΩ

C1,C3	22 M / 25 RAD
C2,C6	220 nF KERKO
C4	47 nF KERKO
C5	100 M / 25 RAD
C7	10 M / 25 RAD
C8	10 nF KERKO

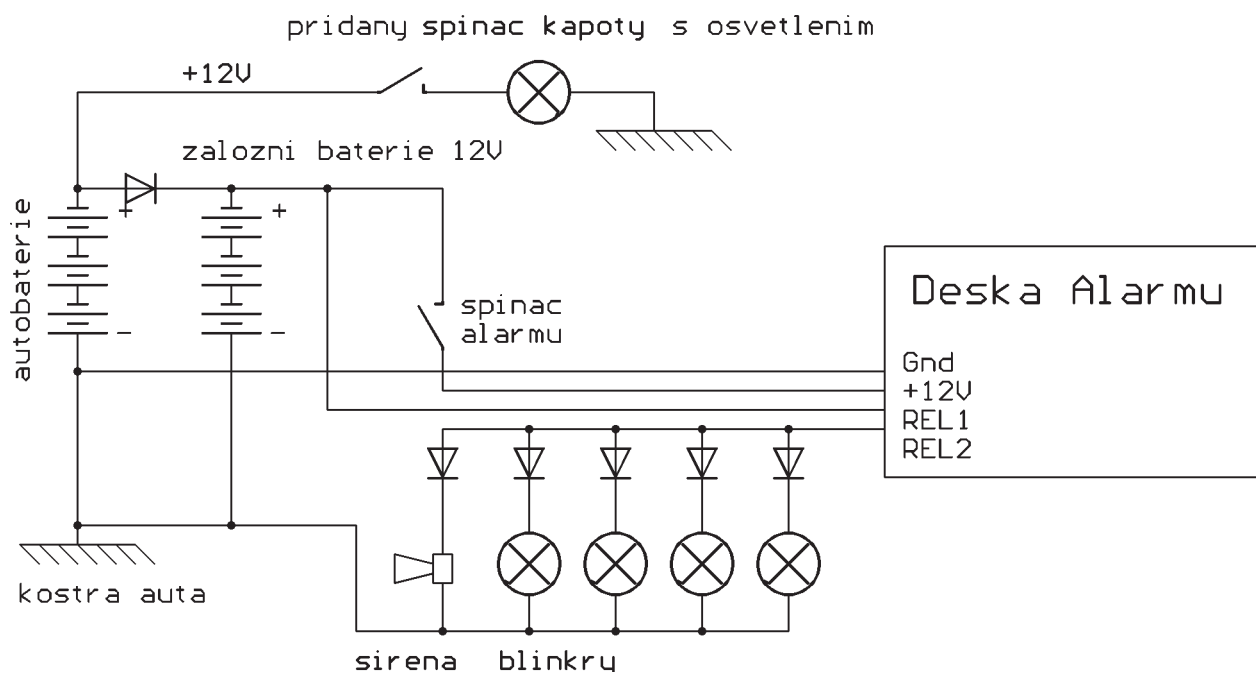
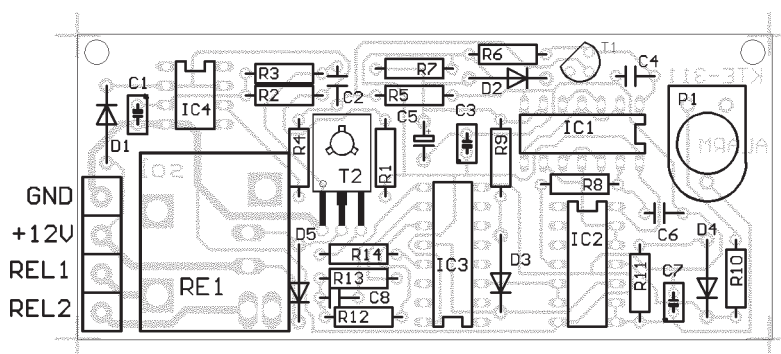
D1 – D5	1N4001
IC1,IC2	4011
IC3	4060
IC4	LM 741
JP1 – JP4	ARK 120/2
P1	1 MΩ PT10-L
RE1	RELEH700E12C
T1	BC 337
T2	BD 139

plošný spoj KTE – 311

Cena sady součástek uvedených v seznamu včetně desky plošných spojů je **243 Kč**.

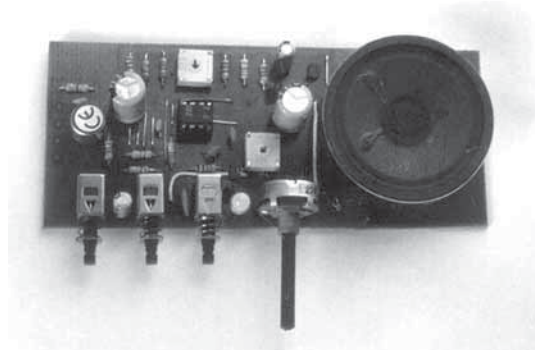


Obr. 2 – Plošný spoj a rozmístění součástek



Obr. 4 – Připojení alarmu k el. instalaci automobilu (s více spínanými spotřebiči, záložním zdrojem a přidaným spínačem na kapotě)

Duplexní interkom



Toto zařízení umožňuje propojit několik účastníků pomocí dvojvodičového kabelu. Účastník může zároveň hovořit i poslouchat ostatní, není tedy nutné přepínat mezi režimy *příjem* a *odposlech*. Přístroj je vybaven regulátorem hlasitosti poslechu, vypínačem vlastního mikrofonu, tlačítkem výzva a akustickou i optickou signalizací výzvy.

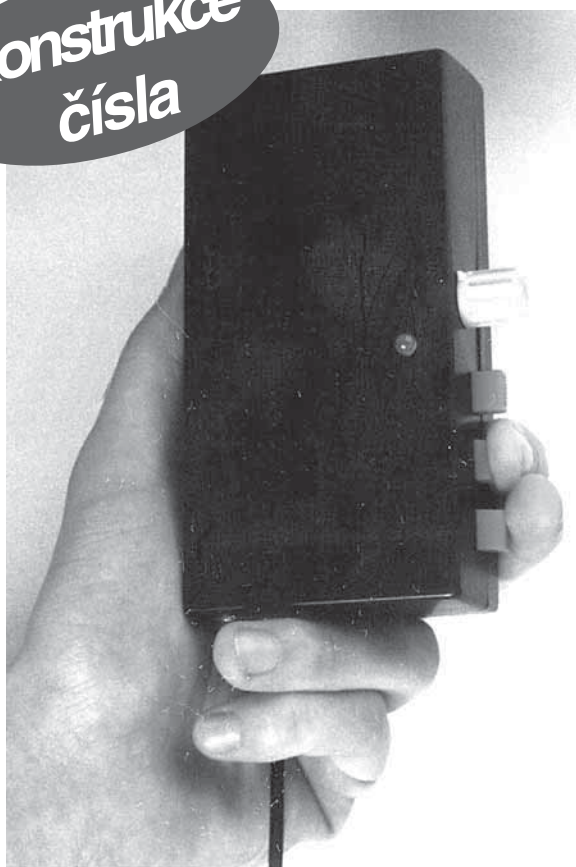
Ing. Pavel Mašika
konstrukce č. 305

Základní technické údaje:

Napájecí napětí: 9 až 16 V

Klidový odběr jedné stanice: 5 až 7 mA

Konstrukce
čísla

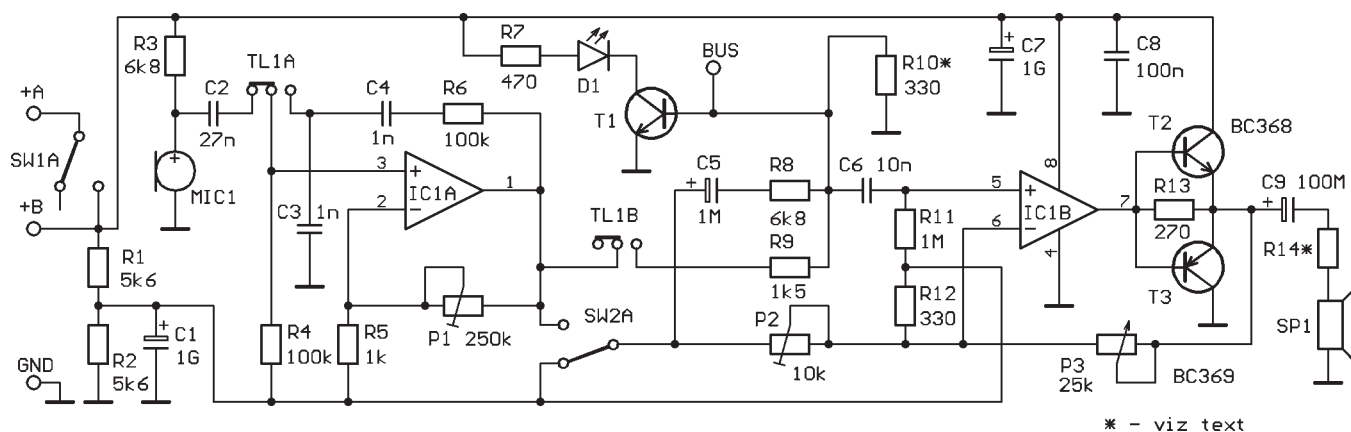


Popis zapojení

Celkové schéma zapojení jedné stanice interkomu je na obr. 1. Signál z mikrofonu je zesílen neinvertujícím zesilovačem s IC1A, jehož zesílení je možné nastavit trimrem P1. Mikrofon obsahuje kromě elektretové vložky také předzesilovač s tranzistorem FET, který je napájen přes rezistor R3. Z výstupu IC1A je signál veden přes SW2A, C5 a R8 na sběrnici, označenou BUS. Tato sběrnice je společná všem stanicím interkomu, které jsou co do elektrického zapojení identické, až na rezistor R10, který je osazen pouze v jedné stanici.

Signál sběrnice, který je součtem signálů z výstupů IC1A všech stanic, je dále zesílen v neinvertujícím zesilovači IC1B s proudovým zesilovačem na výstupu (T2, T3). Potenciometrem P3 můžeme regulovat zesílení a tím hlasitost výstupního signálu. Na invertující vstup tohoto zesilovače je přes trimr P2 přiveden signál z výstupu IC1A za účelem potlačení signálu z vlastního mikrofonu na výstupu a tím potlačení vlastních oscilací jedné stanice. K oscilacím však může přesto docházet vlivem akustické vazby na dvou nebo více různých stanicích. Toto nebezpečí hrozí vždy při duplexním provozu a je možné mu předejít jedině dobrým akustickým oddělením mikrofonů od reproduktorů.

Tlačítkem TL1 může jeden účastník „vyzvánět“ na stanicích ostatních účastníků. První polovina kontaktů tlačítka odpojí mikrofon od vstupu mikrofonního zesilovače a zároveň propojí na vstup zpětnou vazbu přes Wienův člen (R6, C4, C3, R4). Tím se zesilovač rozkmitá na kmitočtu určeném přibližně časovou konstantou



Obr. 1 – Schéma zapojení jedné stanice interkomu

Wienova členu. (Přibližně proto, že zesílení ve zpětnovazební smyčce je o mnoho větší než jedna a kmity jsou silně zkreslené – kmitočet je značně závislý i na poloze trimru P1.) Druhá polovina TL1 spojí výstup oscilujícího zesilovače přes rezistor R9 ke sběrnici. To způsobí, že se na sběrnici dostane signál z oscilátoru včetně stejnosměrné složky napětí. Díky menší hodnotě R9 oproti R8 je nyní na sběrnici asi čtyřikrát větší střídavé napětí, než při normálním provozu, a proto je výzva akusticky mnohem výraznější, než běžný hovor (což je její účel).

Stejnosemná složka napětí na sběrnici způsobí otevření tranzistorů T1 na všech stanicích a rozsvícení svítivých diod D1. Při normálním provozu (tlačítko výzva nestlačeno) je na sběrnici stejnosměrná složka nulová a ani maximální vybuzení sběrnice zesíleným signálem z mikrofonu nestačí k otevření T1. Další výhodou nulového potenciálu sběrnice je slučitelnost stanic napájených vlastními zdroji o různém napětí.

Přepínač SW2 slouží k odpojení výstupu mikrofonního zesilovače od sběrnice. Tím zamezíme nežádoucímu odposlouchávání, přičemž ostatní funkce interkomu včetně výzvy se nezmění. Přepínač SW1 slouží k zapnutí vlastní nebo i ostatních stanic (viz dále).

Střed napájecího napětí je vytvořen odporovým děličem R1, R2 s filtrační kondenzátorem C1. Napájecí napětí je filtrováno kondenzátory C7 a C8, při napájení interkomu po dlouhém vedení je vhodné kapacitu

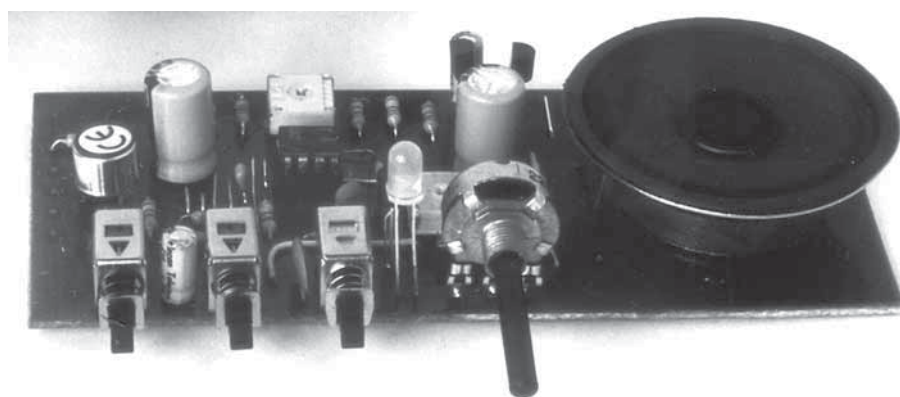
C7 zvětšit (na plošném spoji je volné místo pro další kondenzátor).

Výstup interkomu je určen pro buzení reproduktoru s impedancí 45 Ω . Reprodukter o průměru 5 cm s touto impedancí je součástí jedné varianty této stavebnice a je mu přizpůsoben i plošný spoj. Vzhledem k rozměrům membrány ale není takový reproduktor schopen vyzářit dost velký výkon. Pokud chceme interkom používat v hlučném prostředí, je lepší na výstup připojit větší reproduktor, čímž velmi výrazně ovlivníme kvalitu reprodukce. Reprodukter s nižší impedancí (např. 16 Ω) přizpůsobíme výstupu pomocí vhodně zvoleného rezistoru R14. Pokles výkonu způsobený úbytkem napětí na tomto odporu je vyvážen vyšší citlivostí většího reproduktoru oproti malému. Při požadavku ještě větší hlasitosti je nutné na výstup připojit výkonový zesilovač s malou výstupní impedancí (např. s obvodem LM 386). Potřebná napětí jsou přivedena na pájecí plošky na jednu stranu plošného spoje.

Popis konstrukce a uvedení do provozu

Desku s plošnými spoji osadíme podle plánu rozmístění součástek na obr. 2. Deska obsahuje jedenáct drátových propojek. Podle zvoleného mechanického řešení je vhodné buď mikrofon nebo reproduktor umístit tak, aby nebyl pevně spojen s deskou (např. na molitan a připojit jemnými ohebnými kablíky).

Každou stanicí oživujeme nejdříve zvlášť, nezávisle na ostatních stanicích. Při neosazeném P2 se celý řetězec jedné stanice neliší od řetězce, který funguje při komunikaci mezi dvěma stanicemi. Napájecí napětí můžeme zvolit v rozmezí 9 až 16 V. Na obou výstupech operačních zesilovačů bychom měli naměřit přibližně polovinu napájecího napětí. Trimrem P1 nastavíme citlivost vstupního zesilovače tak, aby při očekávaném vybuzení (tj. při mluvení na interkom v poloze, v jaké se bude používat) ještě nedocházelo ke zkreslení signálu.



Trimrem P2 potlačujeme pronikání signálu z vlastního mikrofonu na výstup. Nastavíme jej to takové polohy, kdy při maximální hlasitosti (P3) je celkové zesílení jedné stanice minimální.

Rezistor R14 zvolíme podle použitého reproduktoru. Při použití reproduktoru s impedancí 45 Ω můžeme R14 nahradit drátovou propojkou. Pokud při maximálním zesílení výstupního zesilovače dochází k oscilacím na nízkém kmitočtu (zpětná vazba přes napájecí zdroj) a nepomáhá ani zvětšení kapacity filtračního kondenzátoru C7, je třeba odpor R14 zvětšit.

Po oživení všech stanic můžeme přistoupit ke zkoušce spojení mezi nimi. Svorky **GND** všech stanic spojíme jedním vodičem, svorky **BUS** druhým vodičem. Chceme-li napájet všechny stanice z jednoho zdroje, je třeba použít třívodičové vedení a třetím vodičem vést ke stanicím napájecí napětí. Při samostatných zdrojích u všech stanic stačí vodiče dva. Rezistor R10 ve všech stanicích kromě jedné odpojíme.

Jediným problémem, který může nastat při propojení několika funkčních stanic, je vznik oscilací způsobených akustickou vazbou mezi mikrofonem a reproduktorem u nejméně dvou stanic. Abychom omezili nebezpečí oscilací na minimum, musíme se řídit následujícími zásadami:

- odstranit pevné mechanické spojení mezi reproduktorem a mikrofonem (deska s plošnými spoji),
- při umístění celé stanice v jedné krabici vytlumit vnitřní prostor

krabicky mezi mikrofonem a reproduktorem zvuk pohlcujícím materiálem (např. vatou),

c) neumisťovat stanici před pevnou odrazivou plochu,

d) testovat stabilitu při největším zesílení, jaké se bude na daném místě používat.

Ze schematu je zřejmý význam svorek označených **+A** a **+B**. Při napájení jedním zdrojem můžeme stanice napájené po vedení zapínat a vypínat najednou jedním vypínačem u „nadrízené“ stanice, pokud napájecí vodič připojíme ke svorce **+B** nadřazené stanice. Zdroj je připojen ke svorce **+A**. Když zároveň napájecí vodič u „podřazených“ stanic připojíme ke svorce **+B**, znemožníme tím podřazeným stanicím vypnout. Totéž platí pro připojení zdroje při samostatném napájení.

Interkom můžeme použít jako komunikační zařízení k domovním dveřím. U stanice určené ke dveřím můžeme vypustit SW1 a SW2, na plošném spoji propojíme plošky pro SW2 v poloze zapnutého mikrofonu. Potenciometr P3 nahradíme odporovým děličem, který zajistí optimální hlasitost. V domě může být nainstalováno několik stanic na různých místech, všechny stanice jsou trvale zapnuté s vypnutými mikrofony. Příchozí tlačítkem výzva způsobí akustickou i optickou signalizaci na všech stanicích včetně stanice u dveří, což indikuje správnou funkci zařízení. V domě je pak možné rozmlouvat s příchozím z libovolné stanice po zapnutí mikrofonu.

Při vývoji zařízení byla odzkoušena konfigurace se čtyřmi stanicemi, nejvzdálenější stanice byla připojena vedením dlouhým 16 m. Při zvyšování počtu stanic je třeba brát v úvahu ovlivňování impedance sběrnice rezistory R8

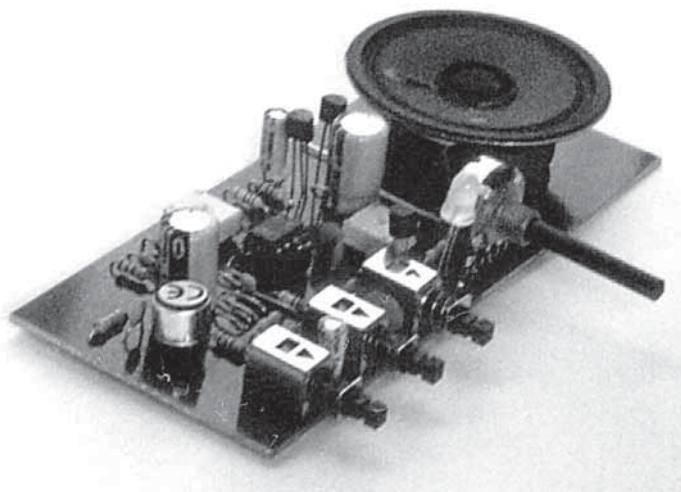
jednotlivých stanic. Při dvou stanicích je 300 Ω , deset stanic způsobí pokles na 222 Ω (paralelní kombinace deseti R8 a jednoho R10). Větším problémem ale jsou již zmíněné akustické vazby, které nelze dopředu odhadnout. Pro určité aplikace ale stačí (viz např. předchozí odstavec) v jednom okamžiku jen dva zapojené mikrofony a tím se zredukuje problém odstranění vazby na jednotlivé dvojice.

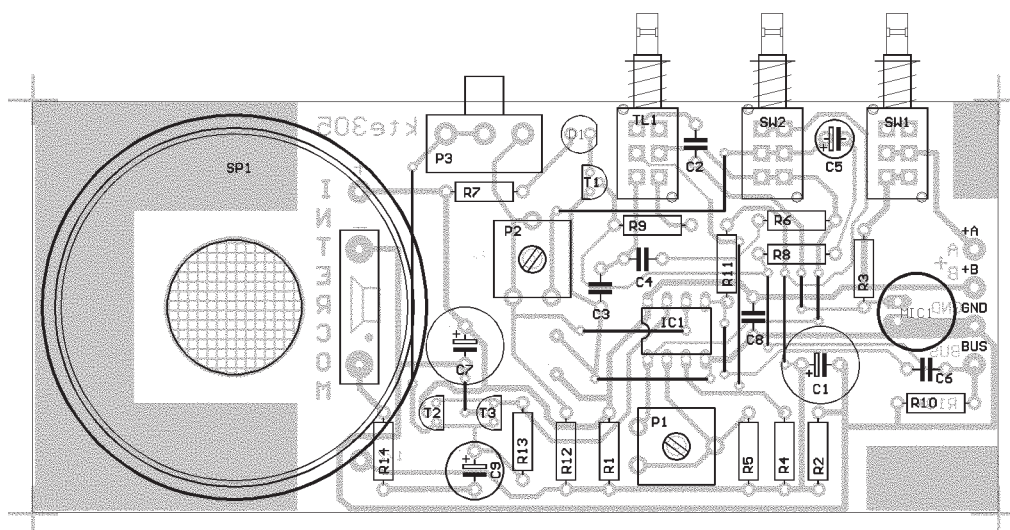
Seznam součástek

R1, R2	5k6
R3, R8	6k8
R4, R6	100k
R5	1k
R7	470
R9	1k5
R10, R12	330
R11	1 M
R13	270
P1	250k PT10-L
P2	10k PT10-L
P3	25k P4M-LOG
C1, C7	1G/16 RAD
C2	27n KERKO
C3, C4	1n KERKO
C5	1M/16 RAD
C6	10n KERKO
C8	100n KERKO
C9	100M/16 RAD
D1	LED 5mm žlutá
T1	BC548C
T2	BC368
T3	BC369
IC1	TL082
MIC1	ECM 60
SW1	PS-22F02
SW2	PS-22F02
TL1	PS-22F03
SP1	BL 50/45

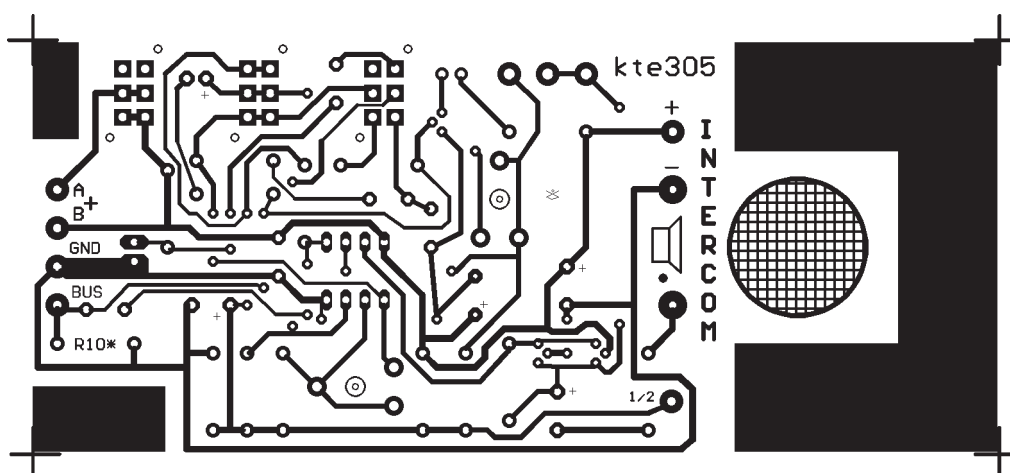
deska s plošnými spoji kte305

Cena sady součástek na jednu stanici interkomu včetně desky s plošnými spoji a reproduktoru je **293 Kč**, bez reproduktoru **247 Kč**.

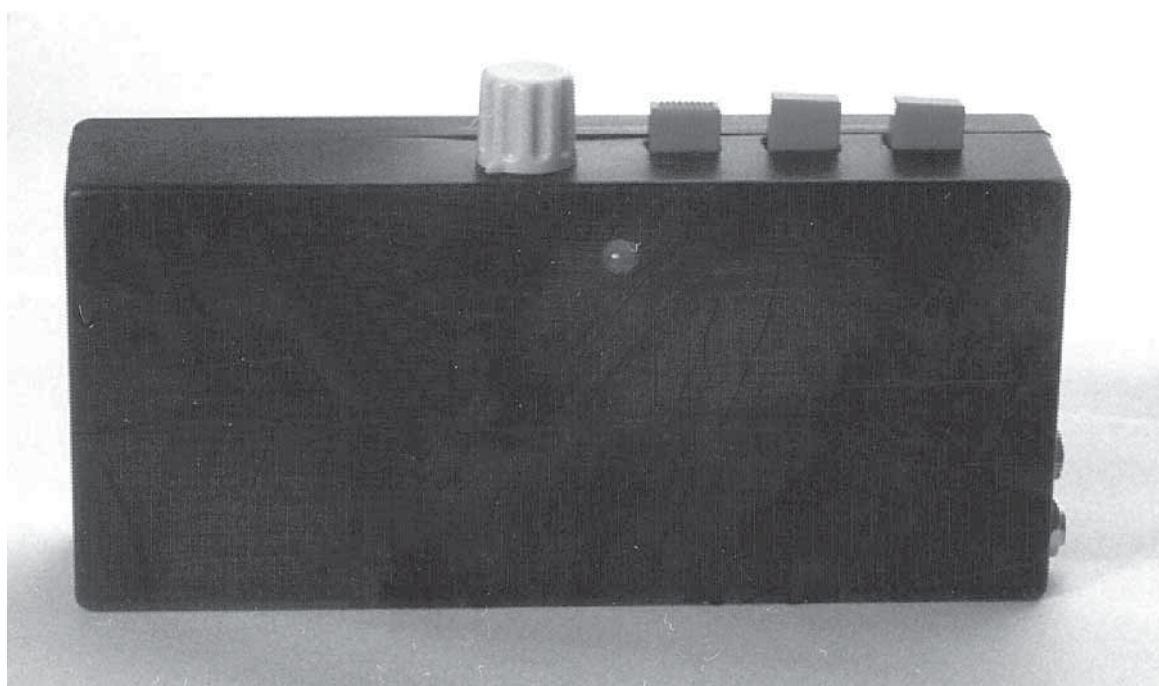




Obr. 2 – Rozmístění součástek



Obr. 3 – Deska plošných spojů



A konečně finální výrobek

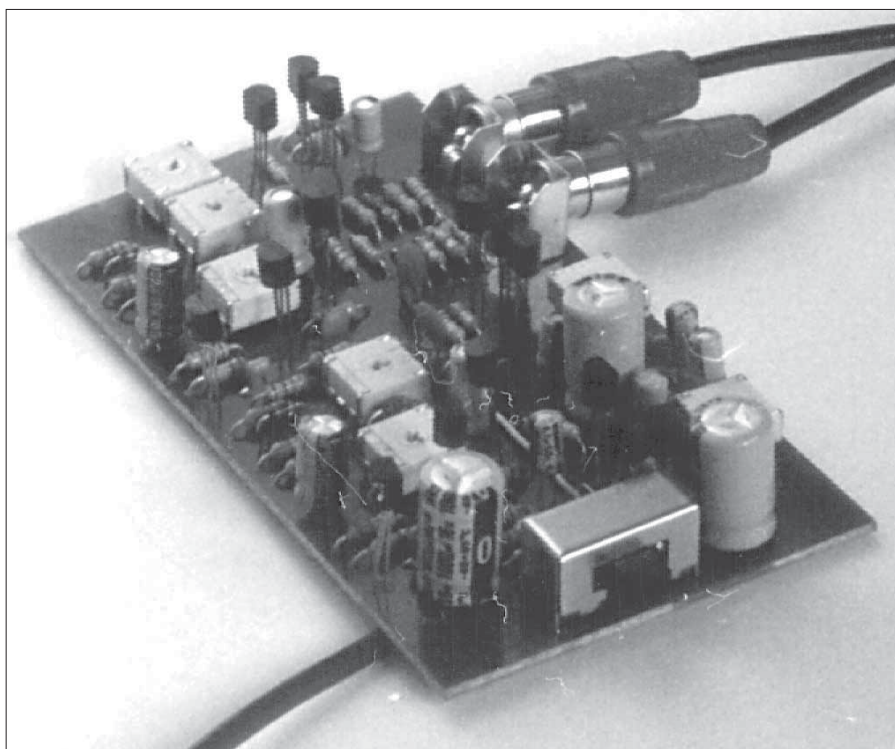
Generátor uklidňujícího šumu

Ing. Pavel Mašika
konstrukce č. 306

Základní
technické údaje:

Napájecí napětí: 9 V
Proudový odběr ze zdroje: 4 mA

Tento přístroj je zdrojem elektrického signálu, napodobujícího šum mořského příboje. Lze jej využít jako zvukovou kulisu při relaxaci nebo pro přivolání spánku u osob trpících nespavostí, ušním šelestem nebo chronickými bolestmi. Inspirací při vzniku byl přístroj Audalgon IV popsáný v Amatérském radiu A1, 2/85, obvodové řešení a výsledné zvukové efekty jsou odlišné.

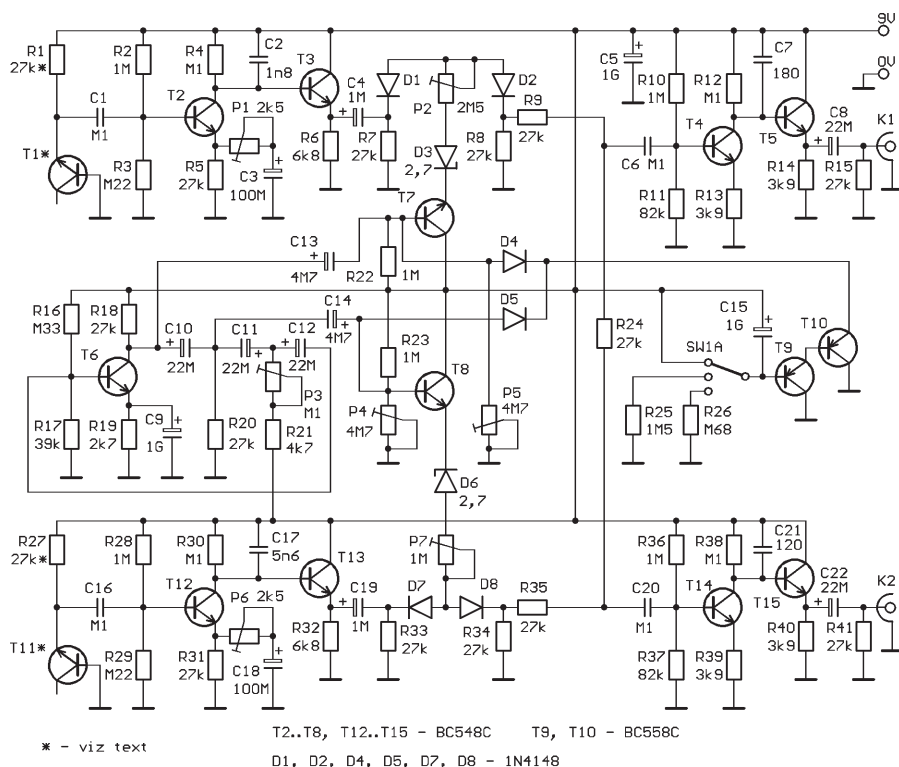


Popis zapojení

Generátor je koncipován jako zdroj stereofonního signálu pro koncový nízkofrekvenční zesilovač, např. z domácí Hi-Fi věže. Stereofonie dodává zvuku prostor a zvyšuje tak přesvědčivost výsledného zvukového efektu. V dnešní době je ve většině domácností k dispozici kvalitní stereofonní audiořetězec, proto bylo zvoleno toto řešení bez koncových zesilovačů.

Zapojení (viz obr.1) obsahuje dva šumové generátory, sinusový RC oscilátor s periodou několik sekund, dva amplitudové modulátory, dva výstupní zesilovače a časovací obvod.

Tranzistor T1 pracuje jako zdroj bílého šumu, který vzniká na závěrně polarizovaném přechodu B-E. Šum je zesílen jednostupňovým tranzistorovým zesilovačem s nastavitelným zesílením. Díky kondenzátoru C2 zapojenému v kolektoru T2 pracuje tento



Obr. 1 – Schema zapojení generátoru uklidňujícího šumu

zesilovač jako dolní propust prvního řádu s mezním kmitočtem daným přibližně časovou konstantou R4C2 (cca 900 Hz). Signál je dále přes emitorový sledovač veden na amplitudový modulátor tvořený diodami D1, D2 a rezistory R7 a R8. Útlum modulátoru je nepřímě úměrný proudu tekoucímu diodami a ten je řízen napětím přivedeným na bázi tranzistoru T7.

Řetězec prvků od T1 po R9 je zopakován jako T11 až R35 v dolní části schematu. Liší se pouze hodnotou kondenzátoru C17, který určuje mezní kmitočet dolní propusti (cca 300 Hz). To způsobuje, že šum ze druhého generátoru má o něco méně výšek, ale díky malé strmosti dolních propustí (6 dB/okt.) není rozdíl v barvě šumu tak markantní, jak by se mohlo zdát podle poměru mezních kmitočtů. Hodnoty C2 a C17 byly určeny empiricky při vývoji generátoru a je možné s nimi individuálně experimentovat.

Použití dvou nezávislých generátorů šumu je nezbytné, chceme-li na výstupu docílit stereoeffektu. Pomocí kmitočtových úprav šumu v levém a pravém kanálu nelze nikdy docílit takového prostorového pocitu jako při dvou zcela nezávislých signálech.

Další možností je aplikace rozmítaných zpožďovacích linek (efekt Chorus), což je ovšem řešení cenově o několik řádů výš, nehledě k tomu, že v podstatě jenom simuluje dva nezávislé signály a výsledný efekt není pro svůj charakteristický zvuk v našem případě vůbec vhodný.

Dva signály z rezistorů R9 a R35 jsou dále zesilovány výstupními zesilovači. Obvody C6 až R15 tvoří výstupní zesilovač pro levý kanál, C20 až R41 pro pravý kanál. Zesílení těchto zesilovačů je dáno přibližně poměrem odporů R12/R13 (resp. R38/R39) a je nutné pro dosažení dostatečné napěťové úrovně výstupního signálu. Přílišné zvětšování zesílení vstupních tranzistorů (T2 a T12) by způsobilo zkreslení signálu v amplitudových modulátorech. Stejně jako u vstupních zesilovačů, jsou v kolektorech T4 a T14 zapojeny kondenzátory, omezující výšky výstupního signálu. Mezní frekvence jsou zde asi 8,8 a 13,3 kHz, přičemž kanál, který je na vstupu omezen na nižším kmitočtu, je zde omezen na vyšším kmitočtu a naopak. I zde byly hodnoty stanoveny empiricky a je možné je libovolně měnit, případně kondenzátory úplně vypustit.

Rezistor R24 na vstupech výstupních zesilovačů způsobuje mírné zúžení stereofonní báze (signál z „levého“ generátoru šumu je v menší míře obsažen i ve výstupním signálu pravého kanálu a naopak). S hodnotou rezistoru R24 je možné experimentovat, nulový odpor způsobí shodnost signálu v obou kanálech (mono).

Obvod s tranzistorem T6 tvoří RC oscilátor s periodou nastavitelnou trimrem P3 přibližně od 5 do 12 sekund. Jako modulační napětí je využíván signál z kolektoru T6 pro modulaci prvního šumového generátoru a fázově posunutý signál za prvním fázovacím článkem (záporná elektroda C10) pro modulaci druhého šumového generátoru. Fázový posuv mezi dvěma obáčkami má za následek „přelévání“ šumu z jednoho kanálu do druhého při současné změně barvy díky rozdílným mezním kmitočtům dolních propustí.

Poslední částí generátoru je časovací obvod, který způsobuje po určité době postupné slábnutí výstupního signálu až k téměř úplnému tichu. Přepínačem SW1 je možné zvolit dva různé časové intervaly a v první poloze nekonečný časový interval (trvalý šum). Díky jednoduchosti časovacího obvodu jsou časové konstanty dosti ovlivňovány rozptylem parametrů použitých součástek, zejména svodovým proudem kondenzátoru C15. Vzhledem k účelu ale není dodržení přesných časů nezbytné. S uvedenými hodnotami byly naměřeny časové intervaly přibližně 30 minut a 70 minut (měřeno od zapnutí přístroje nebo přepnutí SW1 z první do příslušné polohy do okamžiku, kdy výstupní signál zeslábl o cca 20 dB).

Princip časovacího obvodu je jednoduchý – přes rezistor R25 resp. R26 se nabíjí kondenzátor C15, napětí na bázi T9 a tím i na emitoru T10 postupně klesá, až se od určité doby začínou nejdříve ve vrcholech modulačních obálek otevírat diody D4 a D5. To způsobí pokles proudu otevírajícího diody v amplitudových modulátorech. Zenerovy diody D3 a D6 posouvají napětí na svých anodách oproti katodám o 2,7 V. Bez zařazení těchto diod nebylo možné ani při úplném nabití C15 generátor zcela umlčet.

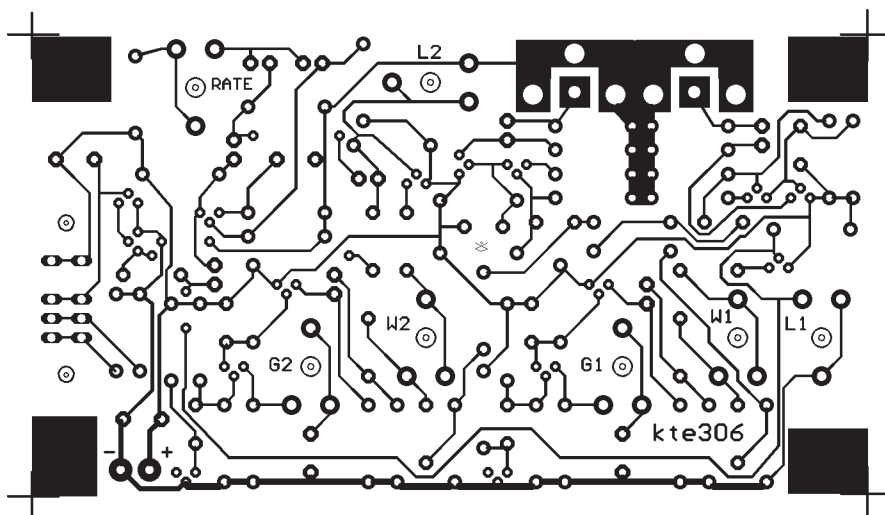
Popis konstrukce a oživení

Je známo, že jednotlivé tranzistory se mohou z hlediska šumových vlastností značně lišit. Ukázalo se, že pokud jde o šum vznikající na závěrně polarizovaném přechodu B-E, mohou být rozdíly u jednoho typu v rozsahu až 40 dB. Je proto vhodné na místo T1 a T11 tranzistory pečlivě vybírat. Radioamatérům vlastnícím „šuplíkové“ zásoby starých tranzistorů doporučuji zaměřit pozornost právě tam a vybrané exempláře s „vynikajícími“ šumovými vlastnostmi rozhodně umístit do tohoto generátoru jako T1 a T11. Budou tak šumět na pravém místě. Konstruktor mající k dispozici pouze sadu součástek této stavebnice musí ty pravé šumící tranzistory vybrat z dostupných kusů.

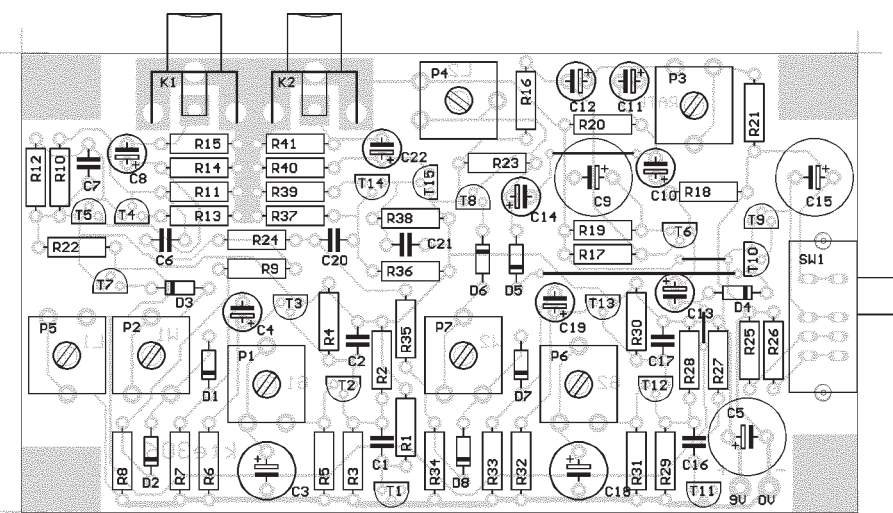
Dále se ukázalo, že šum tranzistoru závisí i na hodnotě rezistoru R1 (R27). U některých tranzistorů je tato závislost velice podstatná a někdy dokonce není průběh závislosti monotónní (při klesajícím odporu R1 šum nejdříve naroste z téměř nulové hodnoty, pak klesá, dále vytvoří jakési lokální maximum atd.) a je ovlivňována i barva šumu. Při experimentování můžeme odpor R1 nahrazovat hodnotami od několika kΩ do několika set kΩ.

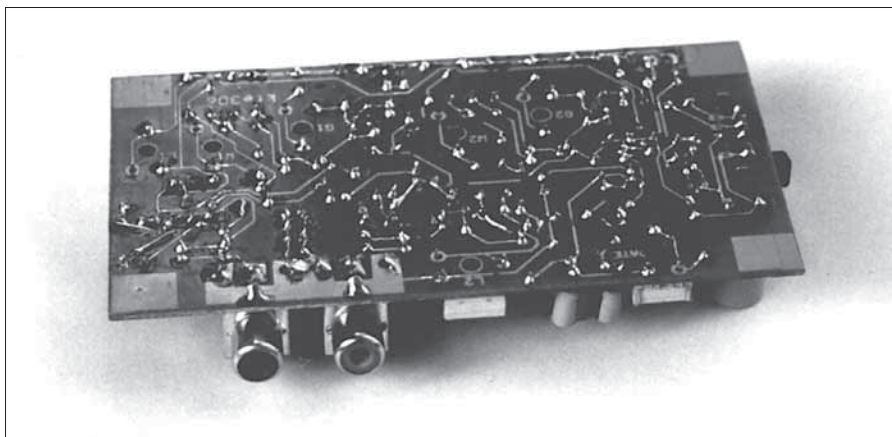
U tranzistorů má smysl využívat pouze přechod B-E, protože má mnohem menší průrazné napětí než přechod B-C. Ze stejného důvodu se nesnažme přimět k šumu velké výkonové tranzistory. Mají sice horší šumové vlastnosti, ale při nízkém napětí u nich nedochází k průrazu a vznikající šum je o několik řádů slabší než u jejich menších kolegů. Pokud zkoušíme jako šumový tranzistor typ PNP musíme oproti schématu prohodit bázi s emitorem. Další možností je použít závěrně polarizovanou Zenerovu diodu se Zenerovým napětím menším než 9 V. Bylo však shledáno, že Zenerovy diody, ač obecně šumí víc, nedosahují kvalit špičkových jedinců tranzistorových.

Selekci nejvhodnějších šumových tranzistorů můžeme provádět s pomocí nízkofrekvenčního zesilovače s velkou vstupní citlivostí, na jehož



Obr. 2 – Obrázek plošných spojů a plán rozmístění součástek





vstup přivedeme signál z kondenzátoru C1 (deska osazena zatím jen R1, C1 a zkoušeným T1). Abychom předešli poškození plošného spoje opakovaným pájením, můžeme součástky R1, C1 a T1 instalovat na pomocné zkušební desce, nejlépe s R1 nahrazeným potenciometrem 250 k. Pokud není citlivost zesilovače dost velká, je možné šumový signál předzesílit tranzistorem T2 (nutno osadit T2, R2, R3, R4, R5, P1, C3). Šumové vlastnosti tranzistoru hodnotíme subjektivně podle hlasitosti šumu vycházejícího z reproduktoru. Ten, kdo má osciloskop, může velikost šumového napětí sledovat přímo na zkoušeném tranzistoru, bez pomocného zesilovače. Za vyhovující lze považovat šum s rozkmitem 50 mV a více.

Další postup při osazování je již jednoduchý, plán rozmístění součástek je na obr. 2. Nejdříve zapájíme do desky 4 drátové propojky, CINCH

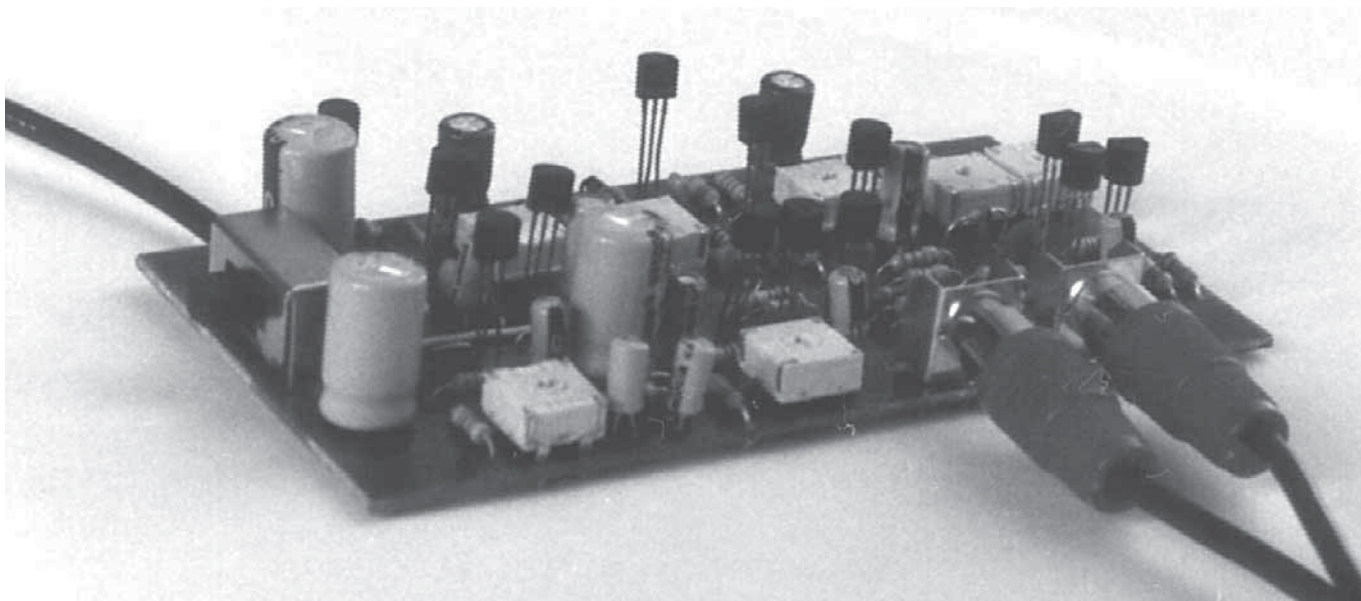
konektory, přepínač, rezistory, trimry a keramické kondenzátory, potom součástky citlivější na tepelné namáhání – elektrolytické kondenzátory, diody a tranzistory. Při osazování elektrolytických kondenzátorů a diod dbáme na správnou polarizaci vývodů. Připojíme napájecí zdroj (např. malý síťový adaptér) a kabel spojující přístroj se vstupem nf zesilovače.

Pokud generátor nešumí, zkontrolujeme pracovní body jednotlivých tranzistorů – T2, T4, T6, T12 a T14 musí mít na kolektorech přibližně polovinu napájecího napětí ($\pm 1,5$ V), T3, T5, T13 a T15 o 0,6 V menší napětí na emitorech. Při kontrole pracovního bodu tranzistoru T6 je vhodné odpojit kondenzátor C10, aby oscilátor přestal kmitat. Pokud potíže trvají, musíme sledovat signál postupně od šumových tranzistorů až po výstupy, při pochybnostech o funkci amplitudového modulátoru spojíme kolektor

a emitor T7 resp. T8, čímž otevřeme modulátor na maximum. Ke sledování signálu není nutný osciloskop, stačí na testovaná místa připojit vstup nf zesilovače s dostatečnou citlivostí a posoudit úroveň signálu sluchem.

Nastavení a tipy k experimentování

Zvuk generátoru můžeme přizpůsobovat individuální představě pomocí trimrů P1 až P7. P1 a P6 ovlivňují zesílení vstupních zesilovačů. Tím jednak eliminujeme případné rozdíly mezi šumovým napětím tranzistorů T1 a T11, dále jimi vyrovnáváme rozdíly v nastavení amplitudových modulátorů (trimry P4 a P5 – viz dále) a také jimi můžeme nastavit požadovanou úroveň na výstupech. Trimry P2 a P7 ovlivňují rozkmit obálek a tím intenzitu „příboje“. Nastavení je možné zvolit libovolně, podle individuálního vkusu. (Např. obě obálky přibližně stejně, nebo naopak jednu na maximum a druhou jen mírně se vlnící.) Trimr P2 má větší hodnotu, protože na kolektoru T6 je rozkmit sinusovky větší, než za prvním fázovacím RC článkem. Pomocí trimrů P4 a P5 ovlivňujeme stejnosměrnou polohu obálkových křivek. Je možné nastavit obálku tak, že generátor zašumí jen ve vrcholu obálky a mezi vrcholy mlčí, nebo tak, že šumí pořád s různou intenzitou. Při velkém modulačním napětí je



citlivost na změny modulace malá, dochází k „přebuzení“ modulatoru modulačním napětím. Díky tomu můžeme nastavit obálku jako téměř neměnnou, pouze s malými poklesy v minimech modulačního napětí. Trimrem P3 nastavíme kmitočet obálky, např. podle kmitočtu dechu uspávaného člověka, nebo opět podle vlastního uvážení. Při nastavování trimrů je třeba mít na zřeteli, že časové konstanty v generátoru jsou řádově v sekundách, a proto i ustálení stavu po změně natočení trimru trvá déle, někdy i 10 sekund.

Při větším odporu trimru P3 může dojít k tomu, že od určitého stupně nabití C15 je RC oscilátor přes diodu D5 tak zatlumen, že přestane kmitat. V praxi to znamená, že šum příboje po určitém zeslabení (např. po 20 minutách) přejde v neměnný šum moře bez příboje, který dále slábne. Pro uspávací účely je to velice zajímavý efekt. Bohužel přesné nalezení meze stability oscilátoru je ztíženo rozptylem hodnot součástek, závisí např. i na poměru hodnot (v rámci tolerance) kondenzátorů C10, C11 a C12, nebo na hodnotě C9.

Jak bylo uvedeno výše, dalším místem pro experimentování jsou hodnoty kondenzátorů C2, C17, C7 a C21, odporu R24, dále odpory R25

nebo R26. Při vyřazení kondenzátoru C13 resp. C14 nedochází vůbec k modulaci obálky, šum je neměnný s hlasitostí nastavitelnou trimrem P4 resp. P5. Další varianty zapojení ovlivňující výsledný zvuk jsou omezeny jen fantazií konstruktéra.

Při využití domácí Hi-Fi soustavy můžeme dle libosti zkoušet různá nastavení tónových korektorů (basy, výšky) příp. equalizeru a přizpůsobovat tak barvu šumění vlastním představám. Výsledný efekt dosahovaný s tímto generátorem je překvapivě věrný, i když samozřejmě nemůžeme čekat stoprocentní kopii přírodních zvuků. Toho by bylo možné dosáhnout například zasmyčkováním nahrávky pořízené v terénu, případně ještě složitěji simulací v počítači apod.

Tato konstrukce je vhodná pro úplné začátečníky, kteří se zde mohou vhodnou formou seznámit se základy tranzistorové techniky.

Seznam součástek

R1,R5,R7,R8,R9,R15,R18,R20, R24,R27,R31,R33,R34,R35,R41	27k
R2,R10,R22,R23,R28,R36	1M
R3,R29	M22
R4,R12,R30,R38	M1
R6,R32	6k8
R11,R37	82k
R13,R14,R39,R40	3k9
R16	M33
R17	39k

R19	2k7
R21	4k7
R25	1M5
R26	M68
P1,P6	2k5PT10-L
P2	2M5PT10-L
P3	M1PT10-L
P4,P5	4M7PT10-L
P7	1MPT10-L
C1,C6,C16,C20	M1KERKO
C2	1n8KERKO
C3,C18	100M/16
RAD	
C4,C19	1M/16RAD
C5,C9,C15	1G/16RAD
C7	180KERKO
C8,C10,C11,C12,C22	22M/16RAD
C13,C14	4M7/16RAD
C17	5n6KERKO
C21	120KERKO
D1,D2,D4,D5,D7,D8	1N4148
D3,D6	ZF2,7
T1 až T8, T11 až T15	BC548C
T9, T10	BC558C
SW1	SK-23E01
K1,K2	CP560
deska s plošnými spoji	kte306

Cena sady součástek včetně desky s plošnými spoji je **297 Kč**.

