

Zprávy z redakce

Několik zpráv pro naše milé čtenáře	str. 4
Listáma	str. 5

Novinky a zajímavosti

Inteligentní akumulátorové baterie VARTA	str. 6
Co všechno a jak dlouho někdy vydrží baterie	str. 6
Integrované pasivní součástky	str. 6
Ochrana proti elektrostatickému náboji	str. 7
Integrované obvody Philips pro TV Tunery	str. 7
ELTEC 97 – Elektrotechnický veletrh v Norimberku	str. 8
Zkoušečka – osciloskop	str. 8
Odborná literatura	str. 40

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky	str. 9
Kurs monolitických mikropočítačů	str. 11

Teorie

Filtre a aktivní filtry	str. 14
Elektromagnetická slučitelnost	str. 16

Zajímavé obvody

Jednoduchý blikáč	str. 19
Max 8862 – dva nízkoubytkové regulátory napětí v jednom pouzdře	str. 20
Generátor impulsové dvojice	str. 22
Ultrazvukový detektor přiblížení	str. 23
Impulsní zvyšovací regulátor poskytující i záporné napětí	str. 23
Přepínání napájecích zdrojů při výpadku sítě	str. 24
Bipolární referenční zdroj proudu	str. 24

Konstrukce

Zvonek pro sluchově postižené	str. 25
Digitální hodiny modulový systém pro každého – varianta B	str. 26
Ultrazvukový dálkoměr	str. 32
Zásuvka „master-slave“	str. 36

KTE – magazín elektroniky

Vydává: KTE Short market – Pavel Krátký * **Redakce:** Koněvova 62, 130 00 Praha 3

Sekretariát: Markéta Pelichová, tel./fax: 02 / 697 53 55 * **Šéfredaktor:** Jakub Hynek, **technický redaktor:** Lubomír Bláha
Layout & DTP: Redakce * **Fotografie na titulní straně:** Oldřich Petřina * Při tvorbě elektronických schémat je využíváno programu *LSD 2000* * V časopisu jsou použity obrázky Task Force Clipart, © New Vision Technologies Inc.

Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků z tohoto časopisu je možné jen s písemným povolením vydavatele.

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.

Osvit: Simba EMC Group s.r.o. **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, Pribinova 25; Mediaprint capa

Několik zpráv pro naše milé čtenáře

A ať to máme za sebou, začněme nejprve tou nepříjemnou: od června tohoto roku, tj. od čísla 6/97, bude KTE magazín o pět korun dražší. Pokud ho tedy kupujete u stánku, zaplatíte za něj místo dosavadních dvaceti rovných 25 korun českých. Jste-li ze Slovenské republiky, přijde vás časopis na 29 Sk. Jsme si vědomi, že zdražení časopisu je pro čtenáře věcí nepříjemnou, ale jsme bohužel nuceni respektovat všeobecný růst cen. Věříme, že vám zvýšení ceny dokážeme nahradit stále se zvyšující kvalitou časopisu. K té ostatně můžete sami přispět svými nápady a náměty, nebo ještě lépe vlastními články, které nám pošlete.

A teď už jen samé zprávy příjemné.

Za prvé: přestože se cena časopisu zvyšuje, výše předplatného zůstává

stejná, tedy 20 Kč za jedno číslo časopisu. To znamená, že kdo si KTE magazín od června předplatí, může do konce roku ušetřit 35 Kč. Kromě toho má jistotu (tedy téměř jistotu – záleží na tom, jak dobře se zná se svojí poštovní doručovatelkou), že časopis dostane každý měsíc až do schránky.

Za druhé: Od tohoto čísla se časopis rozšiřuje o další rubriku, nazvanou *Teorie*. Myslíme si totiž, že ačkoliv je zřejmě většina z vás zaměřena spíše prakticky, je občas dobré přiblížit si základní teoretické principy, z nichž praktické konstrukce vychází a bez jejichž znalosti nemůžete přesnou funkci zařízení beze zbytku pochopit. Budeme rádi, pokud nám pošlete svoje reakce nebo nápady, a to nejen k této, ale i k ostatním našim rubri-

kám. Zároveň tímto děkujeme všem čtenářům, kteří nám již své náměty nebo připomínky poslali – pomáhají nám tak náš časopis stále vylepšovat.

Za třetí zpráva, určená našim příspěvatelům: Pokud články píšete na počítači a máte v digitální podobě i všechny další náležitosti (obrázky, schemata apod.), nemusíte nutně posílat poštou disketu. Pro ty, kteří jsou vybaveni modemem, máme totiž další možnost, jak nám příspěvek poslat – spojit se s námi po telefonní lince. V redakci je modem s rychlostí 19 200 bps, než nám ale budete něco posílat, nejprve nám zavolejte – modem totiž není na linku připojen stále.

A to je pro dnešek vše. Přeji příjemné čtení...

Jakub Hynek

Reklamní plocha

Listárna



Vážení čtenáři, tato rubrika je určena pro vaše připomínky, dotazy a náměty, prostě pro všechny dopisy, které nám napíšete a jejichž obsah může zajímat i ostatní čtenáře. Rádi vám odpovíme na vše, co vás zajímá. Prosíme jen, pište maximálně čitelně. Redakce si vyhrazuje právo dlouhé dopisy zkrátit a uvést jen úryvky.

Brno 17. 4. 1997

Měli byste zveřejnit aktuální kompletní ceník zásilkové služby, nebo informaci zda existuje a kde si ho objednat poslední byl v prosincovém čísle 1995).

Jan Farkaš, Brno

Prozatím poslední existující ceník zásilkové služby je katalog z roku 1996, který byl vydán samostatně. Tento katalog má 68 stran a těžko by se tedy celý vešel do jednoho časopisu. Lze jej objednat na adrese zásilkové služby KTE, U kulturního domu 159, 533 12 Chvaletice. V současné době se připravuje katalog pro rok 1997 – až bude k dispozici, samozřejmě o tom budeme čtenáře informovat.

Vážené KTE,
po obdržení vaší stavebnice č. 308 – 13-ti pásmový ekvalizer jsem zjistil chybu na desce plošného spoje – viz obrázek. Víím, že se deska spoje dá snadno opravit, ale považuji za důležité na ni upozornit, aby se předešlo zklamání jiných zájemců o stavebnici.

Za brzké vyřízení děkuji.

S pozdravem

Jiří Möhwald ml., Vladislav

Děkujeme za oznámení chyby (na straně součástek) – vznikla někde v procesu výroby desky s plošnými spoji. Konkrétně došlo k posunutí jednoho prvku ve spoji, čímž se spoj přerušil (viz obrázek desky). Na obrázku desky v KTE magazínu 2/97 je spoj zobrazen správně, takže chybu lze snadno najít a propojit drátem. Výrobce desek jsme na chybu upozornili, takže další stavebnice by již měly být bezchybné.

7. 5. 97

Vážená redakce KTE,
váš časopis je super, ale mám k němu několik výhrad. Jednak uvádíte návody, které by šly určitě zkrátit na polovinu. Pořád mluvíte o tom samém. Mě

stačí mrknout se na schéma a už vím jak funguje, pouze stačí stručný popis zapojení, funkčnosti a popřípadně použití. Desky s plošnými spoji jsou moc velké, také by se určitě daly zmenšit.

Dále nedovedu pochopit, proč nepoužíváte moderní součástky jako jsou třeba PIC microcontroléry, GAL obvody, atd. Dovedu pochopit že mnoho lidí tomu nerozumí ale od toho je nějaký časopis, aby to laikům vysvětlil. Namítnete, že potřebujete drahé programátory a software. To uznávám jen tehdy, že na to použijete počítač PC. Ale pokud se poohlédnete po takovém ZX Spectru nebo Amize, to je už jiné kafe. Pro Amigu mám programátor PIC obvodu, který mě přišel na 300 Kč – to je cena hardveru, software je zadarmo, protože ho stáhnete na Internetu, kde je i popis hardveru.

... (zkráceno)

Váš téměř spokojený čtenář

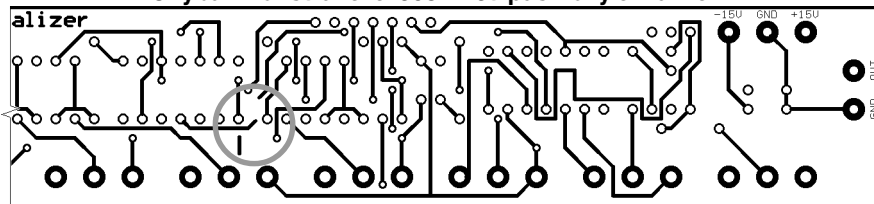
Pavel Procházka, Bučovice

Nejprve tedy k první výhradě – je zřejmé, že většina návodů by skutečně šla zkrátit, autoři ale musí pamatovat i na čtenáře, kterým nestačí jen „mrknout na schéma“. Každý text ke konstrukci by měl tedy kromě konkrétního popisu obsahovat i obecnější popis principů, které jsou použity a které třeba nejsou každému známy. A pokud jde o velikost desky, zde už záleží čistě na autorovi konstrukce, resp. programu, který desku vytváří.

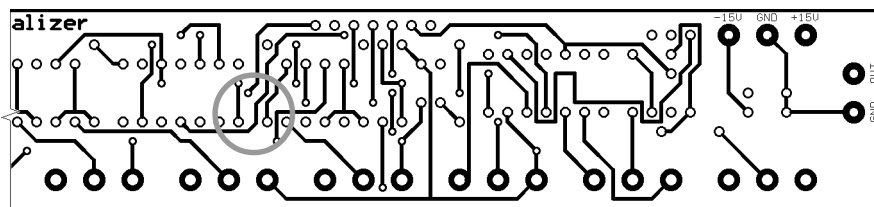
Druhá výhrada: použití mikrořadičů je samozřejmě v řadě případů výhodné, problém je ale právě v nutnosti jejich programování. Pořizovat si programátor kvůli stavbě jediné konstrukce se nevyplatí, byť by stál jen 300 korun. Kromě toho je způsob práce s mikrořadiči zcela odlišný od klasického „bastlení“ z běžných součástek – to by se řadě našich čtenářů nemuselo líbit. Abychom ale tuto techniku zcela neopomíjeli, přinášíme již v tomto čísle první díl kursu monolitických počítačů a doufáme, že to bude právě KTE magazín, který to „laikům vysvětlí“.

Listárnu připravil – JHy –

Chyba v konstrukci č. 308 – 13ti pásmový ekvalizer



1. Skutečná deska plošného spoje – vyznačeno přerušení



2. Takto má spoj správně vypadat (obrázek z KTE magazínu 2/97)

KTE Magazín. Každý měsíc čtyřicet stran, plných zajímavých informací. Informací, které potřebujete.

Inteligentní akumulátorové baterie

VARTA

Na mnichovské výstavě Electronica představila firma Varta novinku v oblasti bateriových energetických zdrojů – „inteligentní“ baterii. Tyto baterie obsahují elektronický obvod, s jehož pomocí jsou schopny komunikovat se systémem, který napájí a poskytovat mu aktuální přehled o svém momentálním stavu (o době provozu, zbývajících kapacitě, dosud proběhlých cyklech nabíjení a vybíjení a zbývajících životnosti). Při vhodném návrhu přístroje tak lze jeho funkci a tím i spotřebu ovlivňovat podle informací přicházejících z baterie a v případě potřeby pozastavit některé postradatelné funkce, jakou může být osvětlení displeje. U komunikačních přístrojů lze zase

snížit vysílaný výkon a tak prodloužit dobu provozu z nabití baterie. Takto vybavené komponenty, tedy nejen baterie, ale zvláště senzory schopné komunikovat s nadřazeným systémem a reagovat na jeho příkazy, se proto často označují anglickým termínem SMART (bystrý, chytrý).

I vlastní nabíjení baterií SMART je tím výrazně ovlivněno. Nabíječka, která je ovšem odpovídajícím způsobem konstruována, může na základě dat předaných baterií rozeznat, zdali se v daném případě jedná o baterii Ni-Cd, Ni-MH či Li-Ion, kolik energie je nutno doplnit a jaký způsob nabíjení zvolit, aby proběhlo v nejkratším čase. Údaje uchované v čipu baterie mohou obsa-

hovat i jiné důležité informace, jako např. jméno výrobce, typ baterie nebo třeba důležité stavy v jejím životě, jako jsou prodělané extrémní teploty a odebírané proudy.

SMART baterie Varta Ni-MH jsou v provedení pro napájení počítačů již k dispozici, pro ostatní přenosná zařízení je již výzkum ukončen a probíhají jednání výrobců o mezinárodní standardizaci. Varta není uzavřena ani speciálnímu zákaznický orientovanému vývoji.

– HH –

Neue Generation intelligenter Smart Batterien von Varta. Informace firmy VARTA AG/ VARTA Batterie AG, listopad 1996.

Co všechno a jak dlouho někdy vydrží baterie

Řada z čtenářů jistě zažila problémy spíše opačné, když jim baterie „vytekla“ v přístroji způsobila nepříjemnou škodu. Přesto existují případy zcela neobvyklé spolehlivosti, které, kdyby byly pravidlem, způsobovaly by vrásky výrobcům těchto zdrojů.

V časopise Automotive Industry se v říjnu 1996 psalo o 24V akumulátoru vyrobeném firmou Delco Remy Division (nyní Delphi Energy and Engine Management Systems), který strávil přes 50 let na dně jezera Michigan, kde se ocitl po havárii letadla SBD-5 Dauntless při cvičném letu v roce 1944. Když byl v prosinci 1995 vrak vydvížen, aby byl letoun restaurován, byla baterie vypláchnuta, naplněna elektrolytem, nabita a ukázalo se, že by mohla sloužit po dlouhém odpočinku dále. Tato pěkná historka jakoby potvrdila jednak setrvalou kvalitu automobilových baterií Delco, které i nyní vydrží o 30 % déle než průměr a o 13 % než nejbližší konkurenční vý-

robek na americkém trhu, jednak to, že nepřitelem baterií je i teplo. Autobaterie užívané na studeném americkém severovýchodě mají téměř dvakrát delší životnost než na jihu západě.

Podobné příhody uvádí i dopisy zákazníků, které došly dalšímu známému výrobcí, firmě Varta. Jeden z nich píše o dvou monočláncích Varta Pertrix 222, které mu v občas používané lepičce filmů slouží 32 let, jinému pak baterie v expozimetru filmové kamery 25 let. I autorovi těchto řádků sloužila po 20 let tužková baterie dnes již mu neznámého výrobce, koupená v roce 1969 v Anglii s miniaturním analogovým multimetrem, kde napájela zřídka užívaný ohmmetr.

Možná, že i vy máte podobné zkušenosti, lépe je však být připraven na ty s opačnými výsledky a baterii raději měnit mnohem dříve, než udávají uvedené historky.

– HH –

Integrované pasivní součástky

Pasivní integrované obvody R a C spolu s diodami vyrábí německá firma KOA. Nová generace integrovaných rezistorů a kondenzátorů je vyrobena křemíkovou technologií. Dosáhlo se již výrazného zmenšení rozměrů a hmotnosti součástek i zlepšení jejich elektrických vlastností. Integrované obvody obsahují rezistory, kondenzátory a diody v nejrůznějších uspořádáních. Hodnoty rezistorů jsou v rozmezí 10 Ω až 1 M Ω s tolerancí od $\pm 20\%$ do $\pm 0,1\%$ a tolerančním poměrem $\pm 2\%$ až 0,05 % (např. dvojice nebo čtveřice rezistorů). Teplotní koeficient může být od 100 do 25 ppm (part per milion). Kondenzátory mají hodnoty v rozmezí 20 až 500 pF. Integrované obvody najdou uplatnění v přenosných elektrických zařízeních (přenosné počítače, filtrační obvody), kde se klade důraz na spolehlivost.

– Hav –

Podle: Electronic Product News 1997, č. 2, s. 4.

Ochrana proti elektrostatickému náboji

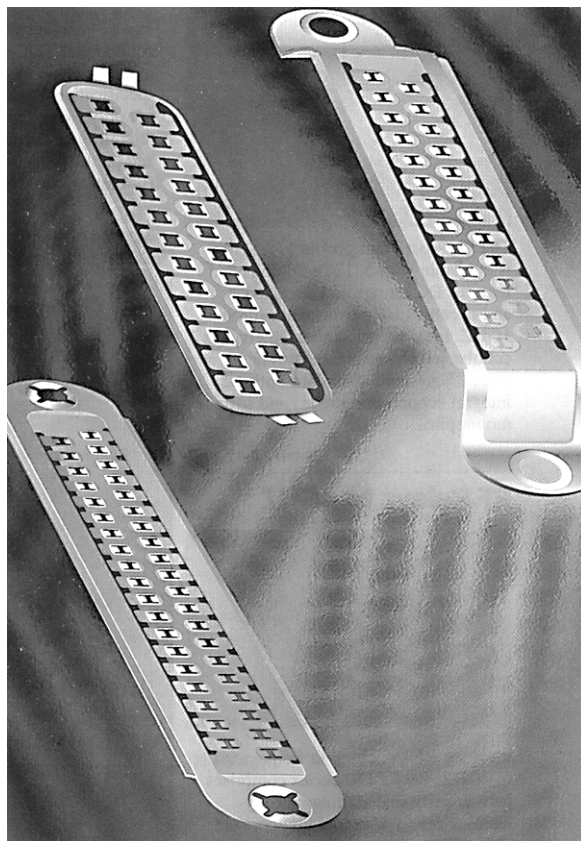
Americká firma Bourns Inc. vyrábí neobvyklý a velmi nápaditý prostředek, který působí jako ochrana proti elektrostatickému náboji. Funguje přímo na vstupech – propojovacích konektorech desek s tištěnými spoji a elektrostatický náboj tak nemá možnost proniknout do obvodů. Ochranu tvoří tenký a ohebný materiál v otvorech kontaktů, který odděluje kontakty od zemnicí plochy (viz obr.) přiložené ke konektoru. Ochranný materiál je za normálních okolností izolátor a v okamžiku připojení vyššího napětí (na kontakty konektoru) se stane vodivý. Materiál je tedy napěťově proměnný a proto je označován voltage variable materiál, ve zkratce vvm. Za normálních okolností se materiál na činnosti obvodů neuplatní, ale náhlé elektrostatické špičky a jiná přepětí svede do země. Firma Bourns tento materiál nazvala příznačně Chip Guard – strážce čipů. Chip Guard splňuje nejnovější požadavky ochrany zařízení a nabízí vysokou přizpůsobivost.

Ochrana nepotřebuje dodatečnou plochu na spojovacích deskách a nevyžaduje jejich přepracování či montáž dalších součástek. Cena vmontování ochrany je tak minimalizována. Vlast-

ní montáž ochrany je jednoduchá a lze ji použít u většiny existujících konektorů.

Současné elektronické polovodičové součástky využívají stále menších přechodů P-N a jsou vysoce miniaturizovány. Tím se stávají citlivější na přechodové jevy a přepětí. Mnoho elektronických součástek může trvale poškodit přechodový jev s energií pouhých 50 milijoulů nebo způsobit poruchu, která se projeví později (tzv. latentní porucha). Ochranný materiál, vyplňující otvor mezi párovým kontaktem konektoru a zemní plochou přílohy konektoru, nevytlačí přechodové jevy svede do této (se zemí spojené přílohy) během několika málo nanosekund. Po odeznění špičky se materiál vrátí do původního stavu a neovlivní tak další správnou činnost zařízení.

Ochrana Chip Guard začíná fungovat od 100 V a největší špičky mohou být až 15 kV velké. Pracovní napětí může být až 30 V, při něm má napěťo-



vě proměnný materiál ochrany odpor nejméně 0,5 MΩ. Kapacita kontaktu je maximálně 3 pF proti zemi při kmitočtu 1 kHz. Pracovní teplota může být v rozmezí -65° až +125 °C. Životnost byla vyzkoušena 10 000 operacemi na impulsní zatížení, aniž došlo ke změně funkce.

– Hav –

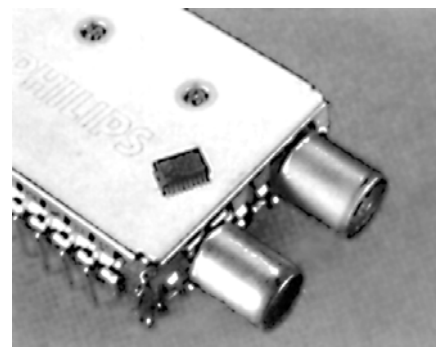
Podle: *What's new in Electronics Europe*, 1997, March, s. 7.

Integrované obvody Philips pro TV Tunery

Jejich použitím se výrazně zjednoduší konstrukce televizních tunerů, vzduchových i kabelových. IO je určen pro použití v televizních přijímačích i multimediálních počítačích. Řadu tvoří tři integrované obvody. Obvod TDA 6402 obsahuje kmitočtový synthesizer PLL (Phase locked loop = fázový závěs, zpětnovazební smyčka fázového závěsu), místní oscilátor, směšovač a nf zesilovač. Obvod TDA 6403 je totožný s TDA 6402, ale má zrcadlově přehozené vývody. Třetí obvod TSA 5523M je pouze kmitočtový synthesizer

pro kmitočtový rozsah 64 MHz až 1,4 GHz. Na čipu je také měnič ss/ss pro vytvoření ladícího napětí pro varicapy, a to až 33 V. Právě tento obvod je určen pro použití v multimediálních počítačích, kde obvykle není k dispozici napětí 33 V. Všechny tři integrované obvody mají napájecí napětí 5 V. S obvody lze navrhnout velmi kompaktní tunery s minimální plochou smyček tvořených spoji. Tím je příznivě ovlivněna velikost příjmu i vyzarování nežádoucích vf signálů.

– Hav –



Podle: *Electronic Product News* 1997, č. 2, s. 3.

ELTEC 97

Elektrotechnický veletrh v Norimberku



Zhruba týden před začátkem letních prázdnin se sjedou zájemci o elektrotechniku do německého Norimberka, kde se ve dnech 18. až 20. června uskuteční odborný veletrh ELTEC '97. Ten je již téměř dvacet let místem, kde se setkávají elektroodborníci nejen z Německa, ale i dalších okolních zemí – významná skupina návštěvníků pochází i z České republiky.

Na letošním ELTECu se návštěvníkům předvede zhruba 500 přímých vystavovatelů a asi 80 dalších firem, zastoupených zprostředkovateli. Jsou mezi nimi jak celosvětově proslulé značky, tak i firmy střední a menší, které podnikají v oblasti elektrotechnického průmyslu, velkoobchodu nebo maloobchodu. Nejvýznamněji zastoupenou skupinou výrobků jsou na ELTECu elektrické instalace, které tvoří téměř polovinu z celkové nabídky veletrhu. Dále zde naleznete oblast nízkonapěťových spínacích přístrojů a zařízení (asi 18 %), osvětlovací techniku (15 %) a další, méně zastoupené oblasti.

Veletrh ELTEC je doplněn doprovodnými akcemi, jako je třeba Fórum elektropraktiků, organizované (letos poprvé) Zemským cechovním svazem bavorských elektrotechniků. Jeho cílem je poskytnout formou diskusí a přednášek elektroodborníkům aktu-



Návštěvníky veletrhu ELTEC '97 bude hostit moderní areál norimberského výstaviště

ální informace nejen z oboru elektrotechniky, ale například i z oblasti marketingu.

Veletržní areál bude po všechny dny (od středy do pátku) otevřen od 9 do 17 hodin. Jednodenní vstupenka stojí 15 DM, k dispozici jsou i zlevněné vstupenky pro větší skupiny (od deseti osob) a pro školy. Veletrh je údajně koncipován tak, aby bylo možno celou

expozici obsáhnout v jediném dni. To jistě uvítají návštěvníci z ČR, kteří se chtějí na veletrh podívat, ale nemají možnost strávit v Norimberku dva nebo tři dny. Pro ně ostatně pořádá české zastoupení veletržní společnosti Nürnberg Messe jednodenní autobusové zájezdy na ELTEC '97.

– JHy –

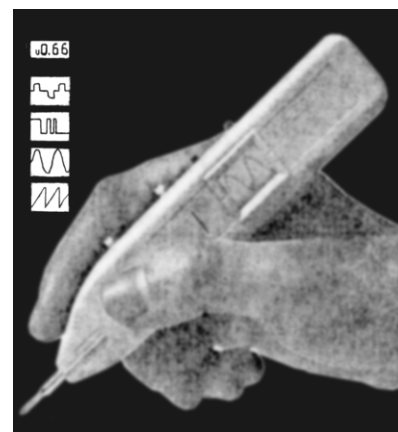
Zkoušečka – osciloskop

Z produkce německé firmy WTT (Wittig Test Technology) pochází miniaturní digitální paměťový osciloskop ne nepodobný běžné hrotové zkoušečce. Je určen převážně pro amatérskou potřebu; i když jeho vlastnosti vzhledem k velikosti přístroje jsou velmi zajímavé. Vzorovací osciloskop má malý displej LCD 16x32 bodů, na kterém zobrazí signály s maximální amplitudou 100 V. Napěťové rozsahy (bez

udání jejich velikosti) jsou tři. Přístroj může měnit hustotu vzorků – od 20 MS/s (50 ns) do 1 kS (1 ms). Pomocí kabelu z příslušenství může spolupracovat s osobním počítačem pod MS-DOS a Windows. Software je v ceně přístroje, která nemá být vyšší než 200 marek (cca 3 500 Kč).

– Hav –

Podle: Funkamateurl 1997, č. 3, str. 258

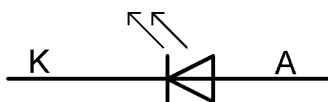


Malá škola praktické elektroniky

(5. část)

Červené světýlko

V mnoha přístrojích je funce indikována barevným světýlkem. Je menší než žárovka, má menší odběr proudu a může být barevné. Zopakujeme si, že součástka se jmenuje LED a mezi techniky se jí říká „ledka“, aby se to lépe vyslovovalo. Tato zkratka znamená Light Emitting Diode, tedy světlo emitující dioda. Zase cizí slovo. Emitující = vyzařující, vydávající světlo. Prostě je to SVÍTIVÁ DIODA.



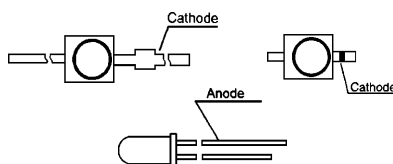
Schematická značka naznačuje, že součástka má dva přívody, proud teče ve směru naznačeném hrotem trojúhelníčku a malé šipečky naznačují, že dioda vyzařuje světlo. Jsou totiž i jiné diody. Slovo dioda znamená, že tato součástka má dvě elektrody – kladnou anodu a zápornou katodu. Pamatuje se to snadno: ANO – souhlas, DA – je rusky také ano, a katoda je to druhé. Na rozdíl od žárovky, kde je jedno, jak je zapojena, má LED plus a minus, jako většina spotřebičů na baterie. Aby dioda svítila, připojuje se anodou směrem ke kladnému pólu zdroje.

Kupujeme LED

Svítivá dioda ve skutečnosti vypadá jako barevná součástka se dvěma vývody. Můžeme si vybrat:

- podle **barvy** – červenou (red), zelenou (green), žlutou (yellow)
- podle **tvaru** – kulatou, hranatou
- podle **velikosti** – malou, velkou, prostřední a také podle toho, co na první pohled na diodě není vidět. Je to její **svítivost** – normální, vysoce svítivá, nebo supersvítivá; její **směr vyzařování** – bodová, v plastu svítí jen malý bod, nebo plošná – svítí celou plochou. To,

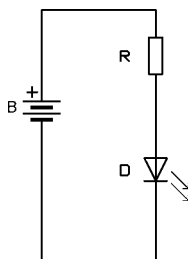
co nás bude zajímat až při zapojování je **proud** potřebný pro svit. Obvykle všechny údaje najdeme v katalogu. Tam si také všimneme obrázku a zjistíme kde je katoda. Proč zrovna ta? Na schematu je katoda označena čárkou a na diodě je někde označena proužkem, kratším vývodem, ploškou na krytu nebo jinak.



Připojení LED

Na jak velké napětí mohou LED připojit? Na žárovkách je napsáno, na jak velké napětí jsou. U žárovky je jedno, jestli je připojena na střídavé (~), nebo stejnosměrné napětí (=). Ale musí se dodržet velikost napětí. Žárovky v bytech jsou připojené na 220 V, žárovky v autech jsou na 12 V, žárovka v baterce je na 3,5 nebo 2,5 V. Žárovka do auta na plochou baterii 4,5 V svítit nebude, napětí je malé a při připojení na větší napětí by se rychle přepálila. U LED je potřebné napětí pro rozsvícení asi 2 V.

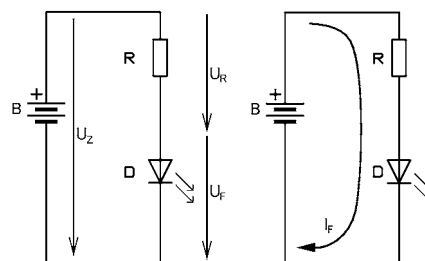
Jak tedy svítivou diodu připojíme třeba na plochou baterii? Plochá baterie má napětí 4,5 V a pro rozsvícení LED stačí napětí asi 2 V. Přebývajícím napětím zadržíme na rezistoru.



Nejjednodušší zapojení diody

Na schematu vidíme baterii B, rezistor R (protože součástka, která klade odpor se jmenuje rezistor) a LED D.

Do schematu doplníme napětí U a proud I, šipka ukazuje uvažovaný směr proudu. Vidíme, že napětí baterie je 4,5 V a napětí na diodě je asi 2 V. Jak velké napětí musí zůstat na odporu? Je to vidět z obrázku a snadno vypočítáme, že to je $4,5 - 2$ a to je 2,5 V.



Schematické naznačení velikosti napětí a směru proudu

Abychom mohli provést zápis, označíme si napětí na diodě U_F , kde nám písmenko F označuje, že to je napětí na diodě propustným směrem, F znamená frontální. Napětí na rezistoru si označíme U_R , kde R znamená že to je napětí na rezistoru. A pro úplnost napětí na baterii označíme U_Z kde Z znamená zdroj.

Podle obrázku můžeme napsat že $U_Z = U_F + U_R$ a matematicky si můžeme také napsat to, co jsem uhodil, že napětí na rezistoru je $U_R = U_Z - U_F$. Když do vzorce dosadíme, $U_R = 4,5 - 2 = 2,5$ a doplníme jednotky. Pro napětí to jsou volty. Napětí na rezistoru je asi 2,5 V.

Kdybychom chtěli použít 9V baterii, museli bychom zadržet napětí $U_R = 9 - 2 = 7$ [V]

Proč se to tak zdlouhavě vysvětluje? Nestačí říct, jaký tam má být odpor? Ten kdo spěchá, připojí zkusmo jakýkoliv odpor, zřejmě nějaký vhodný najde, ale také zřejmě svou LED zničí a pak se stejně vrátí k popisu výpočtu. Je to snadné, potřebujeme vypočítat

hodnotu rezistoru. Zopakujeme si, že podle ohmova zákona $R=U/I$. Napětí na srážecím rezistoru už víme, teď jen dosadit proud. Proud potřebný pro rozsvícení LED je v katalogu označen I_F . K rozsvícení LED obvykle stačí proud asi 10 mA (čteme miliampér). Pro jednoduchost budeme zatím počítat s tímto proudem. Většina LED mívá pro svůj obvyklý jas proud 20 mA, který bývá maximální a neměl by se překročit. Větším proudem se LED podobně jako žárovka rozzáří víc, nebo se velkým proudem přepálí a už se nikdy nerozsvítí. Ale jako jsou i maličké nebo velké diody, jsou i diody s potřebným proudem jenom 5 mA nebo i jen 2 mA a naopak i diody s maximálním proudem 30, 40 a některé i s proudem 70 mA. Tento údaj najdeme v katalogu.

Vraťme se k předchozímu schématu. K výpočtu použijeme napětí na rezistoru R , tedy napětí U_R a velikost proudu. Aby proud mohl rozsvítit LED, musí protéct rezistorem i diodou, je to tedy proud I_F . Po doplnění označení vypadá vzoreček takto: $R=U_R/I_F$. Víme, že $U_R=U_Z-U_F$ a tak si tento vzoreček dosadíme do prvního a máme $R=(U_Z-U_F)/I_F$.

Když budeme chtít do vzorečku dosadit, budeme muset proud převést také na základní jednotky. Vzpomeneme si na převody jednotek, kde mili znamená tisícinu, tedy 0,001. Pro jednoduchost budeme chtít proud 10 mA, který LED rozsvítí a nepřetíží ji; 10 mA = 0,010 A a ve výpočtu tedy místo 10 mA napíšeme že $I_F=0,01$ [A].

A teď budeme počítat: použijeme plochu baterii s $U_Z=4,5$ [V], napětí na svítící LED je asi $U_F=2$ [V]. LED necháme téci proud $I_F=10$ mA, tedy 0,01 [A]. Dosadíme do vzorečku: $R=(U_Z-U_R)/I_F$ $I_F=(4,5-2)/0,01=2,5/0,01=250$. Potřebný rezistor má hodnotu 250Ω. Prodavač nám nabídne rezistor 240 nebo 270 Ω. Proč ne přesně 250Ω? Stejně jako jsou šrouby odstupňovány M3, M4, M5, M6, M8, M10 atd., jsou i rezistory vyráběné v určité číselné řadě. Řada rezistorů je také uvedena v katalogu součástek.

Teď můžeme vypočítat rezistor pro jakékoliv napětí jakékoliv diody! Vyzkoušíme si to: stejnou LED chceme připojit na 9V baterii.

$$R=(9-2)/0,01=7/0,01=700 \Omega$$

Domácí úkol: sami si zkuste vypočítat odpor rezistoru pro stejnou diodu napájenou z autobaterie.

A teď obráceně. Máme LED připojenou přes rezistor 680 ohmů na 9V baterii. Jak velký proud poteče? Nebude LED svítit moc? Nezničí se? Podle ohmova zákona $I=U/R$. Opět vzoreček upřesníme: $I_F=(U_Z-U_F)/R$. A počítáme $I_F=(9-2)/680=7/680$ a na kalkulačce vypočítáme proud 0,010294 A, což je asi 10,2 mA. LED tedy bude svítit.

A co když se baterie vybijí na polovinu? Jak velký bude proud, bude LED ještě svítit? Opět dosadíme do vzorečku: $I_F=(4,5-2)/680=2,5/680=0,0037$. Proud tedy bude asi 3,7 mA. Bude svítit? Dost teorie, tohle si už musíme zkusit prakticky.

Co budeme potřebovat

K pokusům si koupíme svítivou diodu, nebo pro radost červenou, žlutou i zelenou a rezistory s hodnotami 240 ohmů, 330 ohmů a 680 ohmů. Budou stačit tak zvané „miniaturní“. Dříve se rezistory označovaly čísly, nověji barevným kódem. Jak se tedy pozná jakou mají hodnotu? Máme dvě možnosti – buď si hodnoty změřit ohmmetrem nebo si je přečíst. Tabulku hodnot pro čárový kód si můžete udělat sami a vybarvit fixkami. Vypadá takto:

Docela dobře se to pamatuje. Na

0	černá	
1	hnědá	
2	červená	
3	oranžová	
4	žlutá	
5	zelená	
6	modrá	
7	fialová	
8	šedá	
9	bílá	

počátku byla tma – ČERNÁ. Pak Bůh stvořil zemi – HNĚDÁ a pak se objevila duha. Barvy duhy naučil učitel fyziky Čihák své žáky vzkazem, který nechal na tabuli: Čihák Oznamuje Že Zítra Máme Fyziku. A abychom měli celý barevný kód odporů, doplníme, že v Šesté Bě. Čihák – Č – Červená

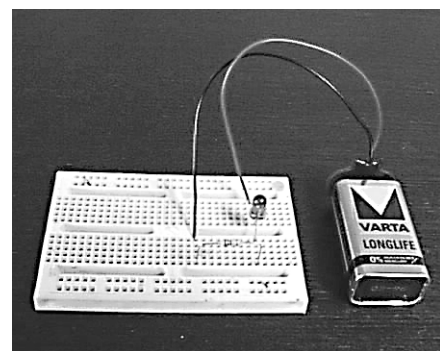
Oznamuje – O – Oranžová a tak dále.

První dva proužky na rezistorech označují dvě číslice hodnoty a třetí proužek počet nul. Hodnota 390 ohmů je tedy označena: oranžová-bílá a hnědá. Kdybychom se na rezistor dívali z druhé strany, znamenalo by to číslo 19000, což je nepravděpodobné.

Pozor! Některé přesné rezistory mají pro označení hodnot tři proužky a čtvrtý proužek pro počet dalších nul. Hodnota 390 ohmů je tedy oranžová-bílá-černá a černá (žádná další nula už za hodnotou není). Teď si sami zkuste zjistit barvy vašich rezistorů 240 Ω, 390 Ω a 680 Ω.

Také budeme potřebovat asi půl metru tenkého izolovaného drátu, čepičku na kontakty 9V baterie, označovanou v katalogu jako klip, nebo dvě kovové kancelářské svorky a plochou baterii.

Tak, součástky bychom měli, teď si povíme něco o mechanickém provedení.



S výhodou lze použít nepájivé kontaktní pole

Mechanické provedení

Na pokusné propojení součástek je nejjednodušší **nepájivé kontaktní pole**, kde jsou dírký s kontakty uvnitř v řádcích nebo sloupcích propojené. Není třeba nic pájet, stačí vývody spojovaných součástek zasunout do sousedních dírek v jednom sloupci. Vývody součástek není třeba zkracovat, je to zbytečné, rychleji se pracuje a až si vyzkoušíte jedno zapojení, můžete ho velmi rychle doplnit, upravit, změnit nebo rozpojit.

Nebo je místo nepájivého kontaktního pole možno použít elektrická lámací „lustr svorky“, kterým se proto, že dřív bývaly jenom hnědé a daly se



Stranové kleště

odlamovat, říká „čokoláda“. Pro nás jsou lepší ty menší, aby šroubek v dutince udržel i tenký drátek, nebo vývody součástek.

Kdo má **páječku**, může pájet, zatím

jen tak „ve vzduchu“, pouhým přiložením pájených přívodů k sobě a zakápnutím pájkou. Pro začátek úplně postačí pistolová páječka. Hřeje jen v okamžiku, kdy je stisknuté tlačítko spínače. Během několika vteřin se hrot rozežře, můžeme jím roztavit kousek trubičkové pájky a horkou kapku přenést na pájené místo. Po prohřátí a rozlítí pájky na pájeném spoji stačí páječku vzdálit, povolit stisk spínače a během krátké chvíle přestane pájený spoj i hrot pálit. Při pájení si můžeme pomoci pinzetou, nebo kleštěmi s tenkými čelistmi. Napoprvé to nejde nikomu, chce to zkoušet znovu. Zatím stačí, že je spoj aspoň vodivý a drží. Dokonalé spoje se

dají naučit jenom trpělivým opakováním.

Také budeme potřebovat stípací kleště. Nejlépe elektrikářské stranové (viz obrázek), pro začátek by stačily i „štípačky“ na vytahování hřebíků. Ať vás ani nenapadne zkoušet použít nůžky! Ty byste zničili a nakonec byste si stejně dobré stranové kleště koupili. Izolaci můžeme z vodičů stáhnout.

Teď již stačí jen pospojovat vývody dle schématu a připojit napájení...

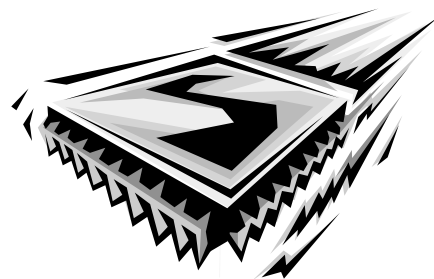
Svítlí? Určitě ano.

Tím pro dnešek skončíme. Příště si ukážeme o trochu složitější zapojení a povíme si ještě něco málo o diodách.

Připravil – Hvl –

Kurs monolitických mikropočítačů

1. část – Úvod do problematiky



Ing. Radomír Matulík

Technický vývoj v oblasti elektroniky je velmi dynamický. Řada klasických součástek jako jsou rezistory, kondenzátory, diody a tranzistory jsou sice zdokonalovány, ale většinou pouze z technologického hlediska, což vede ke zlepšení jejich parametrů, zejména přesnosti a stability. Princip a praktické využití těchto součástek však zůstává v podstatě stejný a elektronik, který jednou pochopí jejich podstatu a naučí se s těmito součástkami pracovat, vystačí se svými znalostmi po dlouhou dobu. Naproti tomu oblast vývoje integrovaných obvodů přináší každodenní změny, kdy mezi dnes již nesčetná množství typů integrovaných obvodů přibývají další s novými funkcemi, nižší spotřebou a vyšší spolehlivostí. Tento trend je patrný i u integrovaných obvodů s velkou a velmi velkou integrací (LSI a VLSI). Tyto obvody obsahují od tisíce až asi do miliónu tranzistorů integrovaných na jediném křemíkovém čipu. Mezi tyto obvody patří vedle pa-

měťových součástek zejména monolitické mikropočítače.

Obor mikropočítačů je v nepřetržitém vývoji podmíněném pokroky výrobní technologie obvodů LSI, rozvojem teorie i techniky programování a rozšiřováním aplikačních oblastí. V důsledku toho ještě není zcela ustálené názvosloví a definice některých pojmů. Mezi nejznámější pojmy užívané v mikroprocesorové technice patří beze sporu *mikroprocesor*, který je základní součástí v počítači. Jedná se o velmi složitý integrovaný obvod, který má poměrně univerzální strukturu a umožňuje provádět především aritmetické a logické operace. Pro svou činnost musí být mikroprocesor doplněn dalšími součástkami. Každý výrobce mikroprocesorů nabízí i ucelené soubory součástek, určené pro konstrukci zařízení s určitým mikroprocesorem. Jsou to tzv. mikropočítačové sady, které obsahují především paměťové součástky, generátory hodinových signálů, budiče sběrnic, registry

a další obvody. Mezi dnes již klasické mikropočítačové sady patří např. sada MCS-86 s mikroprocesorem 8086.

Dalším pojmem je *mikropočítač*. Je to sekvenční automat s jedním nebo několika mikroprocesory, s pamětí a obvody pro vstup a výstup. Tato definice ovšem nemá univerzální platnost. Jako mikropočítače jsou někdy označovány i malé počítače, kde část slova mikro- vyjadřuje relativně malé rozměry. Je nutné si uvědomit, že mikroprocesor ani mikropočítač v naznačeném pojetí není ideálem mikropočítačové techniky. Tím je *monolitický mikropočítač*. Označujeme tak integrovaný obvod LSI, který na jednom čipu sdružuje přinejmenším mikroprocesor, generátor hodinového signálu a také paměť i V/V brány v rozsahu umožňujícím alespoň v malé míře samostatnou činnost. Jedním z prvních monolitických mikropočítačů byl již v roce 1977 osmibitový typ 8048. Jeho koncepce byla natolik zdařilá, že se stal jakýmsi standardem, ze kterého

byla odvozena řada typů osmibitových monolitických mikropočítačů. Jedná se zejména o řadu 8051, která i dnes patří k nejrozšířenějším mikroprocesorům u nás i ve světě. Z této řady vychází i skupina mikropočítačů známých jako ATME1, kterým se budeme podrobněji věnovat v dalších pokračováních našeho kursu. V literatuře se často objevuje označení *mikrořadič*, protože monolitické mikropočítače se často používají ve funkci řadiče v zařízeních, která řídí. Název mikrořadič budeme spolu s názvem monolitický mikropočítač používat pro označení této univerzální součástky i my.

Výrobou monolitických mikropočítačů se dnes zabývá celá řada světových výrobců. V současnosti jsou k dispozici jak klasické 8-bitové, tak i 16-ti a 32bitové mikrořadiče. Počet bitů zde vyjadřuje šířku toku dat nebo-li šířku sběrnice. Jedná se tedy o počet bitů, které se po datové sběrnici přenášejí současně. Základní vlastností mikrořadičů je jejich programovatelnost. To umožňuje realizaci zařízení, které se při shodném obvodovém zapojení mohou využívat pro různé účely podle programu, který jejich činnost řídí. Program je vždy uložen v paměti, která může být součástí čipu, ale velmi často je umístěna mimo čip v samostatném paměťovém obvodu. Výkon mikrořadiče ovlivňují výraznou měrou jeho integrované periferie. Běžné jsou časovací systémy, které jsou vybaveny několika čítači/časovači

a mohou např. měřit dobu trvání vnějších událostí, počítat impulsy, spouštět vnější i vnitřní procesy, generovat šířkově modulované signály či spouštěcí impulsy pro polovodičový měnič a to vše bez účasti centrální procesorové jednotky (CPU) mikrořadiče.

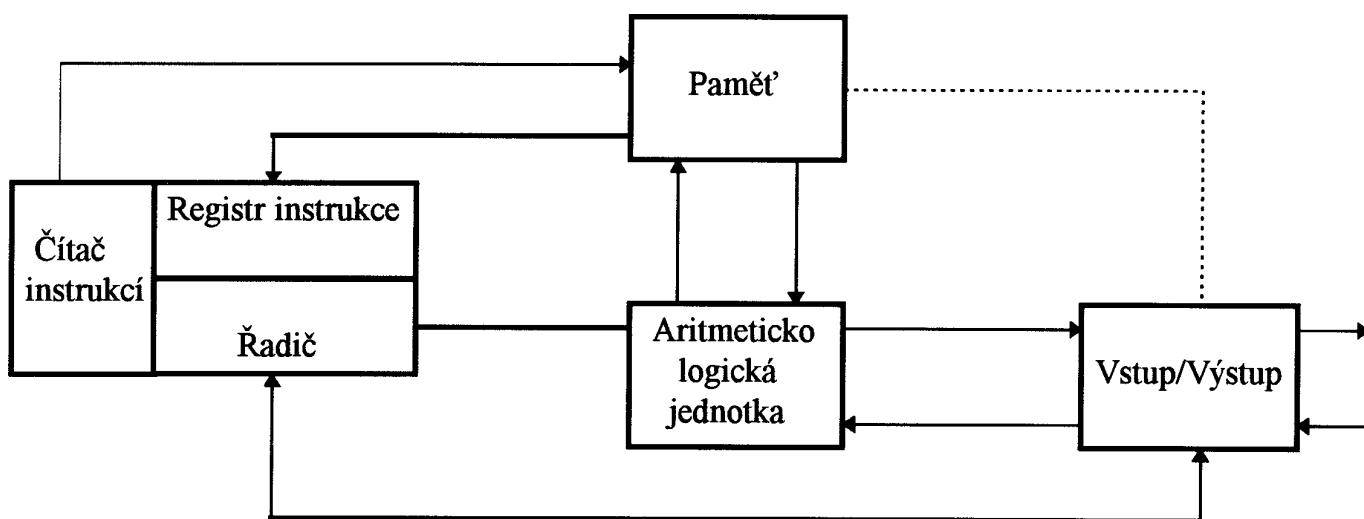
Pro měření analogových signálů jsou mikropočítače vybavovány převodníky A/D a D/A. Standardem je osmi až dvanáctibitový A/D převodník s postupnou aproximací a s osmi až šestnácti multiplexovanými vstupy. Doba převodu se pohybuje od 5 do 15 μ s. Pro řízení v reálném čase je nezbytný výkonný systém obsluhy přerušení. Mikropočítače dnes mohou přijímat žádosti o přerušení od desítek interních a externích zdrojů a programátor může jednotlivým zdrojům žádostí o přerušení přiřazovat různou prioritu.

Velmi důležité je vybavení mikropočítačů sériovým rozhraním s možností synchronní i asynchronní plně duplexní sériové komunikace. Sériová komunikace se používá k propojení více mikropočítačových systémů vzájemně, kdy většinou je jeden ze systémů řídící (Master) a ostatní jsou podřízené (Slave). Velmi časté je také připojení mikropočítačového systému k běžnému počítači přes sériové rozhraní RS232 a nebo RS485 v případě vyšších nároků na vzdálenost a spolehlivost komunikace. Mikroprocesorový systém pak může být ovládán přímo z počítače

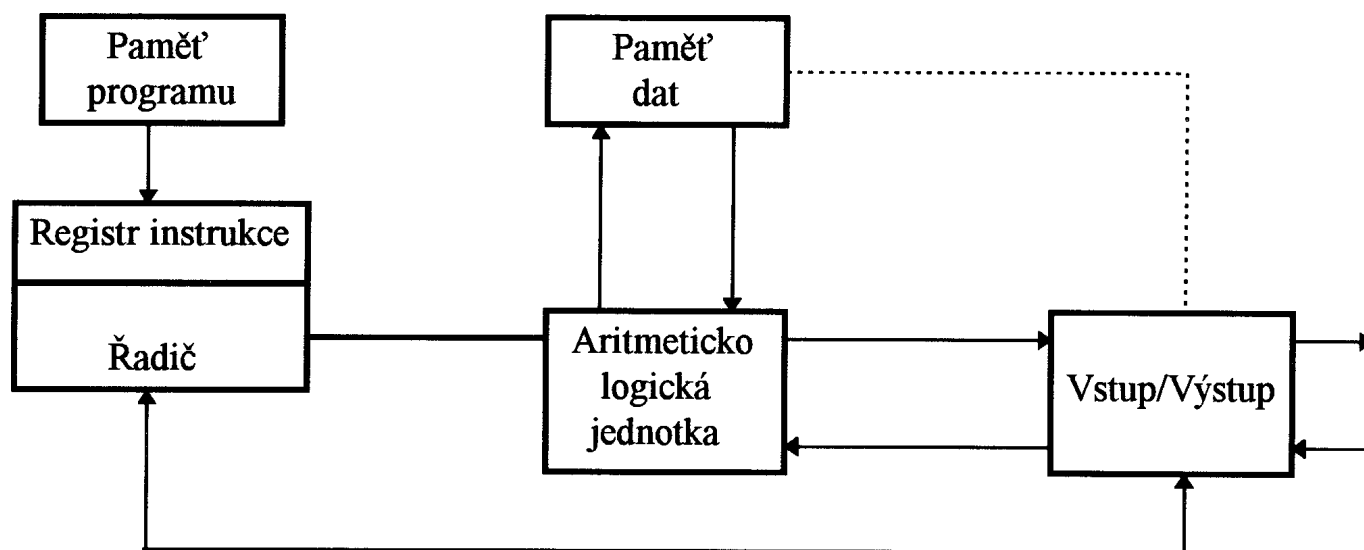
a rovněž přenášet naměřená data do počítače k dalšímu zpracování.

V dnešní době jsou v průmyslu často zaváděny systémy pro monitorování a řízení technologických procesů. Běžné je použití samostatných (distribuovaných) mikropočítačových systémů, které jsou umístěny přímo na požadovaných místech v technologickém procesu, kde probíhá měření teplot, tlaků, odběru energie a dalších veličin. Distribuované systémy mohou také řídit dílčí technologické procesy. Všechny mikroprocesorové systémy jsou pak propojeny vhodnou průmyslovou sběrnici (RS485, CAN apod.) s centrálním počítačem, kterému posílají naměřená data. Na počítači pak probíhá vizualizace celého technologického procesu nejčastěji pod operačním systémem Windows.

Další vstupy a výstupy mikrořadiče představují paralelní brány se zachytnými a udržovacími registry. Obvykle je možné individuálně zapisovat a číst jednotlivé bity těchto bran. Některé typy mikrořadičů dovolují zatížit jejich výstupy proudem až 20 mA a umožňují tak i přímé připojení diod nebo zobrazovačů typu LED. Mezi používané části mikrořadičů patří také vnitřní paměti dat typu EEPROM, hlídací obvody typu WDOG, obvody reálného času, obvody pro generování PWM signálů atd. Mikropočítače jsou dnes až na výjimky vyráběny technologií CMOS a mohou přecházet do úsporných režimů. V klidovém stavu (Idle) je CPU odpojena od sběrnice



Obr. 1 – Zjednodušené schéma procesoru podle J. von Neumanna



Obr. 2 – Zjednodušené schéma procesoru podle harwardské koncepce

a spotřeba klesá na jednotky mA. V záložním režimu (Power down) se zastaví hodinový kmitočet a udržuje se pouze obsah paměti dat. Spotřeba klesne na jednotky μA .

Monolitické mikropočítače se dnes používají pro velké množství výrobků spotřební i průmyslové elektrotechniky. Najdeme je v televizoru, fotoaparátu, počítačové tiskárně, telefaxu, v měřících a regulačních přístrojích, v automobilovém průmyslu a v řadě dalších aplikací. Mezi nejznámější výrobce mikropočítačů patří Intel s řadou MCS-48, MCS-51 a MCS-96, dále je to Motorola s řadami 68HC05, 68HC11 a 68HC16. Velmi populární jsou mikropočítače řady PIC od firmy Microchip a rovněž mikropočítače výrobce Atmel, kterým budou věnovány další části tohoto kursu. Mikropočítače Atmel vychází z řady 8051 a jejich hlavní předností je nový druh programové paměti typu Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory). Tato paměť je umístěna přímo na čipu a programuje se elektricky bez pomoci ultrafialového světla na rozdíl od předchozích typů obvodů řady 51 s pamětí EEPROM.

Konstrukteři elektronických zařízení pro domácnosti i pro průmysl se v dnešní době již musí velmi dobře orientovat v oblasti mikropočítačů a mít základní přehled o tom, co tyto prvky umožňují. Zvládnutí problematiky mikropočítačů vyžaduje nejen dů-

kladnou znalost analogové a číslicové techniky, ale i dobrou úroveň znalostí z oblasti programování. Dnes již klasické programování monolitických mikropočítačů na úrovni jazyka symbolických adres (někdy nazývaným též assembler), ustupuje trendu využívání integrovaných vývojových prostředí s překladači jazyků Pascal a C.

Monolitické mikropočítače můžeme dělit podle jejich koncepce na dvě skupiny. *Koncepce podle von Neumana* (obr.1) předpokládá umístění programu i dat v jednom společném paměťovém prostoru. Používá se především u univerzálních výpočetních systémů, u kterých není dán pevný poměr mezi rozsahem programu a dat. Procesor má k dispozici pouze jednu množinu adres a programátor může vytvořit program, který se sám modifikuje v průběhu výpočetního procesu. Podle Von Neumannovy koncepce se stavějí téměř všechny větší počítače a také univerzální mikropočítače a mikropočítače. Nenechme se zmást tím, že v mnoha mikropočítačích jsou programy uloženy v pevné paměti, do které procesor nemůže zapisovat. V těchto případech není dělení paměti na část ROM a část RWM předurčeno procesorem, ale uživatelem počítače. Ten obvykle volí paměť ROM pro program jen pro dosažení energetické nezávislosti, ale má možnost nahradit ROM na těchto adresách pamětí RWM a naopak.

Harwardská koncepce (obr.2) naopak předpokládá existenci dvou oddělených pamětí – jedné jen pro uložení programu a druhé jen pro proměnná data, přičemž je strukturou procesoru i charakterem jeho instrukčního souboru vyloučeno využívat obě paměti jinak. Oddělené paměti umožňují použít rozdílnou délku slova pro zpracovávaná data a pro program.

Zvláštní pozici mezi předešlými koncepcemi zaujímá princip tzv. *zásobníkově orientovaného procesoru*. V mikropočítačové technice se takto koncipují zejména matematické koprocesory a monolitické mikropočítače navrhované speciálně pro stavbu procesorových polí.

Monolitické mikropočítače představují perspektivní odvětví číslicové techniky, které v souvislosti s obrovským technickým rozvojem nabývá na významu. I když řada složitých aplikací vyžaduje nasazení 32bitových rychlých mikrořadičů a návrh mikropočítačových systémů s těmito mikrořadiči je záležitostí týmu profesionálů, tak lze najít celou řadu oblastí, kde zcela postačí i 8bitové mikrořadiče. S nízkými cenovými náklady a na profesionální úrovni tak mohou i jednotlivci navrhovat inteligentní elektronická zařízení.

Příští díl tohoto kursu bude zaměřen na strukturu monolitického mikropočítače a popis funkce jeho jednotlivých částí.

Milí čtenáři,

ačkoliv je značná část našeho časopisu orientována zejména na praktické aspekty elektroniky, tedy konkrétní konstrukce nebo jednotlivé obvody, není občas na škodu podívat se na některý problém z opačné strany. Tímto směrem hodláme zaměřit tuto novou rubriku, ve které budete pravidelně nacházet teoretické články, jejichž obsah možná nevyužijete okamžitě v praxi, jistě vám ale pomůže rozšířit vaše odborné vědomosti.

Ing. Jan Humlhans

část první



Úvod

Všechny elektrické signály obsahují ve svém kmitočtovém spektru nejen složky užitečné, ale i kmitočty odpovídající spolupůsobícím veličinám a prakticky vždy určitý podíl šumu. Jedná-li se o signály periodické, tvoří jejich spektrum jednotlivé harmonické, jejichž kmitočty jsou celistvými násobky základního kmitočtu, není-li děj periodický, ale např. impuls, je jeho frekvenční spektrum spojitě.

Tak je tomu i při přenosu a zpracování elektrických signálů obsahujících nějakou informaci v radiotechnice, sdělovací technice, měřicí a automatické technice, kde jsou užitečné signály doprovázeny nejen kmitočtově rozdílnými a rušivými signály, ale i pomocnými, které užitečný signál po určitou část jeho zpracování doprovází, aby jej bylo možno snáze zesilovat nebo přenášet a poté je třeba se jich, stejně jako těch rušivých, zbavit.

Právě filtry, jejichž vlastnosti jsou kmitočtově závislé, umožňují souhrnný signál takto složený rozdělit na část užitečnou a nepotřebnou, prvou propustit a druhou zadržet. Pro příklad rozsáhlého využití filtrů a kmitočtově podmíněného zpracování signálu není třeba chodit příliš daleko. Touto obvodovou technikou hýří např. i běžný rozhlasový přijímač obsahující laděné obvody, selektivní mezifrekvenční zesilovače, tónové korektory zdůrazňující či potlačující vyšší anebo nízké kmitočty, výhybky reprosou-

stav a nakonec i vyhlazovací filtr v síťovém napájecím zdroji.

Stále rostoucí význam mají filtry z hlediska přibývajících množství aplikací číslicového zpracování analogových signálů pomocí mikropočítačů a digitálních signálových procesorů v měřicí technice a autoelektronice. Při převodu měřeného analogového signálu do číslicové formy jsou z původně spojitého signálu periodicky „vzobavány“ vzorky signálu, které jej poté při číslicovém zpracování nahrazují. Není třeba velké představivosti k tomu, abychom si uvědomili, že příliš málo odebraných vzorků z rychle proměnného děje znamená, že zpracování se bude týkat něčeho jiného. Tímto problémem se zabýval H. Nyquist, který dospěl k výsledku nazývanému Nyquistův vzorkovací teorém, který říká, že kmitočet odběru vzorků musí být alespoň dvojnásobkem nejvyššího kmitočtu, v složeném signálu obsaženého. Jinak dojde k jevu zvanému kmitočtové překrývání (anglicky „aliasing“), kdy odebrané vzorky, představíme-li si je spojeny, jakoby odpovídaly signálu s nižším kmitočtem, v původním ději vůbec neobsaženému. A to je další úloha filtrů – omezit spektrum signálu pouze na užitečnou část, čímž pak při správné volbě kmitočtu vzorkování dle zmíněného kritéria k překrývání nedojde.

Návrh obvodu filtru tak, aby splňoval na něj kladené požadavky, nazýváme též syntézou filtru. Původními stavebními kameny filtračních ob-

vodů byly indukčnosti a kondenzátory, případně i rezistory – i když jsou známy a užívány i filtry piezoelektrické a elektromechanické. Již řadu let jsou však klasické LC filtry, alespoň pro nižší frekvence (zhruba do 1 MHz), díky operačním zesilovačům zastíněny filtry aktivními, které pro realizaci požadované přenosové funkce užívají operační zesilovače, doplněné sítí složenou z kondenzátorů a rezistorů. Nyní jsou i ty dále integrovány a obsahují na čipu např. i potřebné kondenzátory a některé rezistory. Tyto monolitické obvody, které jsou ve výrobním programu některých světových výrobců, se nazývají univerzální, protože umožní jedním obvodem realizovat různé druhy filtrů. Stále většího významu nabývají filtry s přepínanými kondenzátory, které umožňují mimo vnější obvodyvé jednoduchosti – téměř vše potřebné obsahuje pouzdro integrovaného obvodu – snadno filtr přeladit.

V tomto malém „filtračním“ seriálu se postupně seznámíme s terminologií tohoto oboru, jen letmo historickým a více současným stavem a konečně tím, jak prakticky navrhnout aktivní filtr podle vlastních požadavků. Též se zmíníme o programech pro návrh filtrů, které k aplikaci integrovaných obvodů pro filtry poskytují některé výrobní firmy.

Nejprve ale uvedeme základní termíny, které budeme dále používat. Ti čtenáři, pro které jsou běžné, patrně tuto část přeskočí a počkají, zdali jim přinesou něco nového ty další.

Typy filtrů podle kmitočtového chování

Předpokládáme, že do filtru vstupuje signál U_1 a vystupuje signál U_2 . Podle chování filtru v závislosti na kmitočtu f vstupního signálu, graficky vyjádřeném frekvenční charakteristikou, tedy závislostí přenosu filtru $F = U_2 / U_1$ na kmitočtu, dělíme filtry na:

- dolní propusti (DP), které propouští signály s kmitočty nižšími než kmitočet mezní a potlačují kmitočty vyšší. Jak bychom si přáli, aby přenos filtru tohoto typu vypadal, je znázorněno na obr. 1a. Ostatní průběhy na obrázku ukazují, čeho se můžeme nadít v praxi.

- horní propusti (HP) potlačují elektrické signály s kmitočty pod kmitočtem mezním a propouštějí signály s kmitočtem vyšším. Na obr. 2a vidíme, jaká by byla charakteristika ideální horní propusti a na ostatních průbězích, jaká je praxe.

Podobně:

- pásmové propusti (PP) propouští kmitočty signálu mezi dolní a horní mezní hodnotou a potlačují ostatní kmitočtové složky

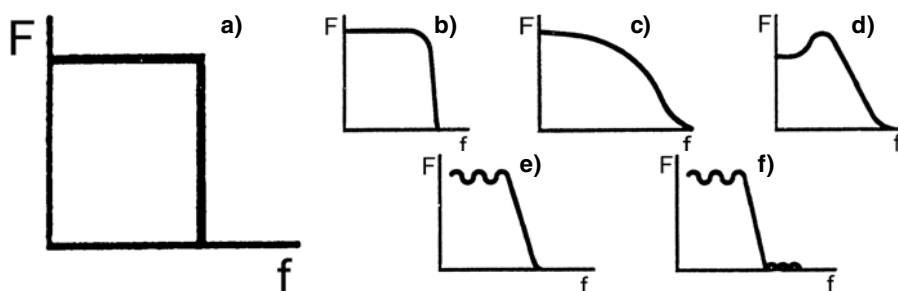
- pásmové zadržky (PZ) se chovají opačně, kmitočty signálu uvnitř mezí potlačují a vně propouští.

Podobně jako u předchozích filtrů, jsou ideální a praktické průběhy odlišné a jsou pro PP uvedeny v obr. 3 a pro PZ v obr. 4.

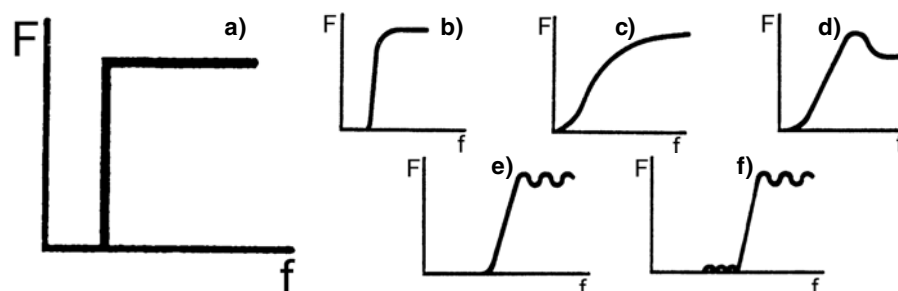
Hranice propustného a zadržovaného pásma je v ideálním případě ostrá, určená mezním kmitočtem f_m . V případě reálné DP je, jak ukazuje obr. 5, mezním kmitočtem ten, při kterém přenos $F = U_2 / U_1$ klesne o 3 dB. Zadržovanému (potlačovanému) pásmu však tentokrát ještě předchází přechodová oblast. Ta končí na kmitočtu f_n , kde přenos filtru klesl o požadovaných n dB.

Podobně, rozdílem 3 dB v hodnotě přenosu, je určen mezní kmitočet u HP a dolní a horní mezní kmitočty (f_n , f_d) v případě pásmové propusti a zadržky.

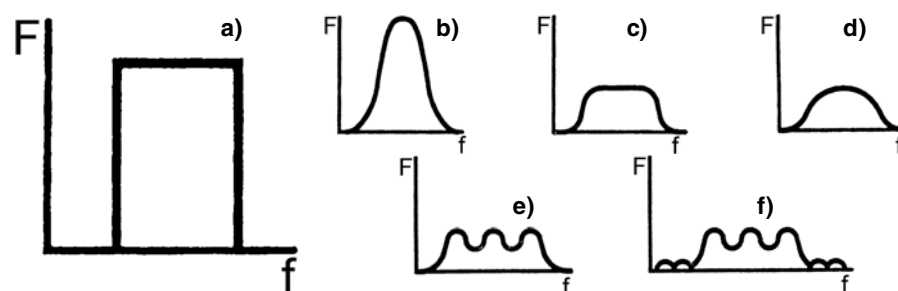
Příště si, mimo jiné, řekneme, jak se liší filtry s průběhy amplitudových frekvenčních charakteristik naznačenými v obrázcích 1 až 4, co je to řád filtru a ukážeme si již praktická zapojení aktivních filtrů.



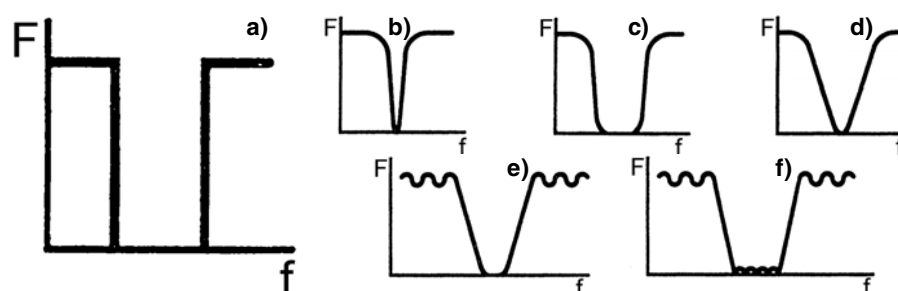
Obr. 1 – Ideální a skutečné průběhy frekvenční charakteristiky dolní propusti



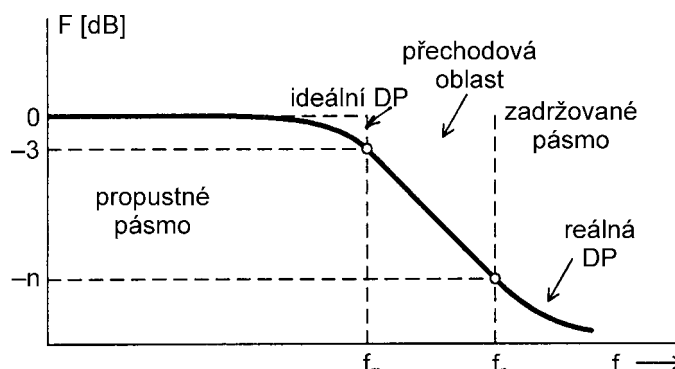
Obr. 2 – Ideální a skutečné frekvenční charakteristiky horní propusti



Obr. 3 – Ideální a skutečné průběhy charakteristiky pásmové propusti



Obr. 4 – Charakteristiky ideální a reálné pásmové zadržky



Obr. 5 – Různé oblasti charakteristiky filtru

Elektromagnetická slučitelnost

■ Ing. Ladislav Havlík, CSc. ■ část první ■

Elektromagnetická slučitelnost je vlastnost elektrických a elektronických zařízení, která umožňuje, aby taková zařízení bezchybně pracovala v různém prostředí, aniž by se navzájem ovlivňovala, byla rušena prostředím s elektromagnetickými signály nebo sama do prostředí vysílala rušivé signály. Pro uživatele elektromagneticky slučitelných zařízení to znamená, že mohou bez rušení sledovat rozhlasové nebo televizní pořady, i když soused v tu dobu použije elektrické ruční nářadí nebo sousedka zapne mixer a v blízkém okolí budou projíždět vozidla se spalovacími motory. Přistávací systém letadla doveďe stroj k bezpečnému přistání i přes atmosférické poruchy. Z počítače se nevysvětlitelně neztratí údaje ani nedojde k jeho zhroucení. Řeč v domácím i mobilním telefonu nebude zamaskována hučením, praskáním nebo dokonce cizím hovorem. Elektromagneticky slučitelné musí být i hutní válcovací stolice, elektrické a dieselelektrické lokomotivy, strážní, varovné a naváděcí systémy, zapalovací a regulační obvody spalovacích motorů nebo automatizované měřicí systémy a domovní výtahy.

Elektromagneticky slučitelná zařízení vysílají do prostoru rušivé signály ve stanovené míře a sama jsou na rušivé signály necitlivá. Elektromagnetická slučitelnost (Electromagnetic

compatibility – **EMC**) je vlastnost nebo souhrn vlastností dosažených konstrukcí zařízení. Z hlediska elektromagnetické slučitelnosti posuzujeme elektrická a elektronická zařízení jednak jako zdroje rušivých signálů, jednak jako přijímače rušení (viz tabulka na této straně).

Elektromagnetickou slučitelnost (kompatibilitu – **EMC**) jsme definovali na začátku našeho článku, zbývá ještě vymezit elektromagnetické rušení a odolnost proti rušení: Elektromagnetické rušení (Electromagnetic interference – **EMI**) je elektromagnetická energie z elektrického či elektronického zařízení, která působí degradaci vlastností jiného zařízení.

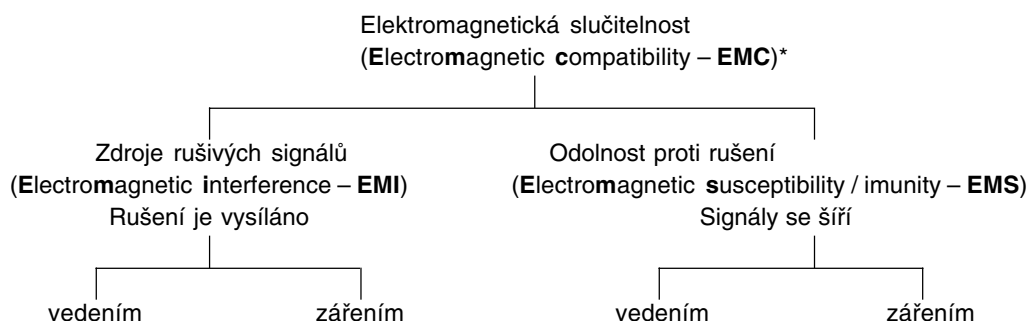
Elektromagnetická odolnost (Electromagnetic susceptibility – **EMS**) je odolnost či tolerance vůči přítomné elektromagnetické energii, která ještě neovlivní nepříznivě, nedegraduje vlastnosti zařízení.

Zdroje rušivých signálů

Zdroji jednorázových rušivých signálů jsou nejčastěji vypínače, relé, stykače a blesky. Spínání stejnosměrných obvodů zpravidla probíhá bez velkých výbojů. Výjimkou je obvod s paralelním kondenzátorem, kde dochází při sepnutí k velké proudové špičce při jeho nabíjení nebo vybíjení. Větší potíže vznikají při rozpínání

obvodů s induktivním charakterem. Magnetická energie nahromaděná v magnetickém poli se snaží udržet proud tím, že na indukčnosti zvyšuje napětí – to se projeví jiskřením kontaktů. Horší je spínání a rozpínání obvodů se střídavým proudem, hlavně v elektrovodné síti. Zapnutí nebo vypnutí obvodu v okamžiku maxima napětí způsobí výrazné jiskření.

Zdroji trvalých poruch jsou kolektorové motory, zejména střídavé, u nichž nelze odstranit jiskření (jde o přepínání induktivních zátěží) – patří sem elektrické ruční nářadí, kuchyňské stroje (roboty). Dále jsou to obvody tyristorových regulací motorů, zářivky, výbojky, průmyslové vysokofrekvenční generátory, elektrické svářečky. Také sem patří nejrůznější sinusové a tvarové generátory nebo zdroje hodinových signálů – např. současné procesory pracují s hodinovým kmitočtem až 200 MHz a pro výrobu jsou připraveny 300MHz. Mnohé z generátorů vytvářejí užitečný signál, který lze potlačit jen na nezbytnou míru a snížit tak jejich vyzařování. Takové generátory najdeme v počítačích, kalkulačkách, televizních přijímačích, videorekordérech, videokamerách, obvodech průmyslové televize, obvodech digitálního zpracování nf signálů a obrazů, v osciloskopech, hlídacích a signalizačních zařízeních. Výrazným zdrojem trva-



*) Pozn. **EMC** je v německé literatuře označována **Elektromagnetische verträglichkeit EMV**.

lých poruch jsou rozhlasové a televizní přijímače, připojení na kabelový rozvod. Na příklad do amatérského pásma 139 až 146 MHz zasahují televizní signály, jejichž rušení se projevuje zejména při vysílání hodně sledovaných pořadů.

Mezi zdroje rušení patří rozptylové pole transformátorů, ale i elektromagnetické bouře. Rušení jedné velké elektromagnetické bouře v březnu 1989 bylo registrováno po celém světě. Nejvíce se projevilo v Kanadě a tehdy ještě Sovětském Svazu; oba státy leží poblíž magnetického pólu Země. V Kanadě bylo po 42 hodin 6 milionů obyvatel bez elektrického proudu, protože došlo k přepětí v jističím systému jedné elektrárny. V téže době byl přerušen kontakt s 1500 satelity. Proti elektromagnetickým bouřím neexistují účinné ochranné prostředky, ale jejich předpověď zajistí včasné varování a tím omezení škod (lit. [1]).

Elektromagnetické rušení (**Electromagnetic interference – EMI**) se šíří jednak přímo galvanicky – vedením, jednak zářením elektromagnetickými vlnami. Rušivé signály se šíří po napájecí síti, propojovacími vodiči a sběrnicemi, které jsou na zdroje rušení navázány přímo galvanicky, nebo kapacitně a induktivně. Vzájemná vazba dlouhých, vedle sebe položených vodičů nebo vodičů tvořících smyčky může být velmi těsná. Rušivé signály po takových vodičích snadno pronikají právě na místa, kde je nechceme mít.

Elektronická zařízení jsou také vybavena rozličnými nežádoucími vysílacími a přijímacími anténami. Z těch se rušivé signály šíří do prostoru, tedy do prostředí, ve kterém pracují jiná elektronická a elektrická zařízení. Jsou to veškeré přívody, podlouhlé konstrukční díly zařízení i dlouhé vodiče nebo proudové smyčky, vymezující zbytečně velkou plochu na deskách s tištěnými spoji. Desky s plošnými spoji mohou obsahovat obvody s dobou sepnutí jen několik desítek pikosekund (10^{-11} s). Proudové impulzy takových spínačů pak vyzařují signály se spektrem až v oblasti gigahertz. Kmitočtové rozsahy některých zdrojů rušivých signálů jsou v tabulce 1 (lit. [1]).

Přijímače rušivých signálů

K přijímačům rušivých signálů patří především různé rozhlasové, komunikační, měřicí a televizní přijímače. Jejich antény i síťové napájecí šňůry zachycují a přivádějí kromě signálů žádaných a očekávaných i signály rušivé, které mohou žádané signály výrazně rušit nebo jejich přímým zcela znemožnit. Přijímači poruch, šířených elektromagnetickými vlnami prostorem nebo i napájecími přívody, jsou nejrůznější elektroakustická zařízení, zejména citlivé mikrofonní zesilovače. Jsou to například nejrůznější měřicí přístroje a počítače, připojené na datové sběrnice. Mnohem větší citlivost na rušivé signály mají zařízení pracující s analogovými signály, než zařízení digitální techniky. Připomeňme, jak špatně snáší rozhlasový přijímač na pásmu AM blízkost zapnutého televizního přijímače. Rušivé signály se mohou projevit i nečekaným způsobem. Může to být na příklad u lidí, jejichž nohy jsou vyztuženy ocelovými podpěrami. Takoví lidé trpí v blízkosti vysílačů silnými bolestmi v podepřených končetinách, které se staly nechtěnými přijímači. Délka jejich podpěr může být doslova naladěna na kmitočet vysílače. Pomůže jim prosté uzemnění vyztuží nebo lépe použití nevodivých podpěr.

Snížení úrovně rušivých signálů

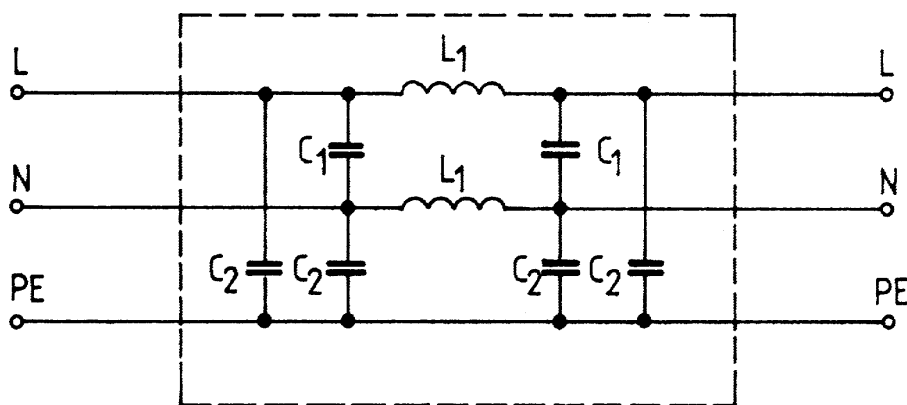
Elektromagnetické sluchatelnosti se dosáhne výrazným snížením úrovně rušivých signálů a omezením cest, kterými se poruchy ze zařízení šíří na předem normou stanovenou úroveň. Spínací kontakty přemosťujeme kondenzátory nebo sériovými členy RC (z bezpečnostních důvodů to nelze u síťových vypínačů), nebo jim předřazujeme síťový filtr. Síťový filtr současně brání pronikání rušivých signálů ze sítě do zařízení. Zapojení síťového filtru pro spotřebič napájený jednofázově, třífázově a širokopásmového jednofázového filtru je na obr. 1.

Tlumivky L1 jsou vinuty na jednom toroidním feritovém jádře tak, aby se účinky proudů navzájem rušily. Tlumivky L2 jsou obvykle každá na vlastním jádře. Jádra jsou dimenzována na takový proud, aby nedocházelo k jejich přesycení. Síťový filtr se vkládá bezprostředně za síťový přívod či zásuvku a teprve za ním je síťový vypínač. Kolektory seriových motorů přemosťujeme kondenzátory. Statorové vinutí, obvykle dělené na dvě části, spolu s blokovacími kondenzátory kolektoru působí jako účinný filtr, obr. 2.

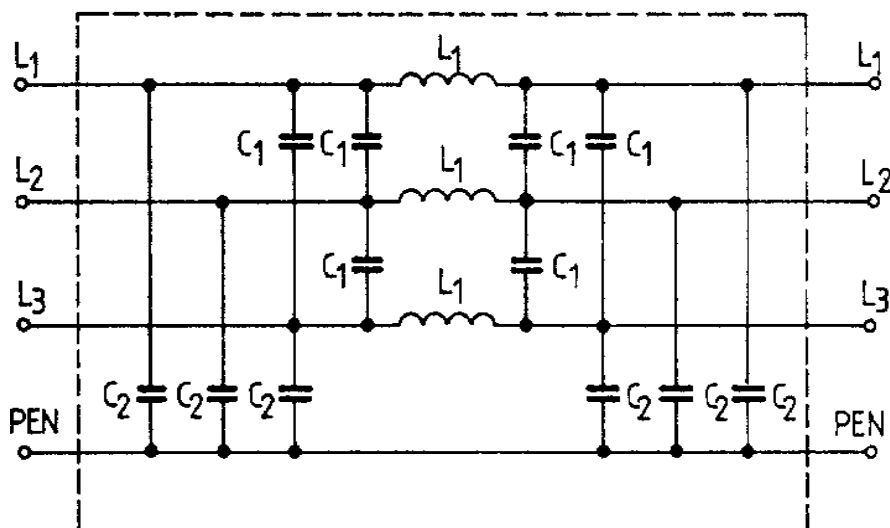
Startéry zářivek jsou přemostěny odrušovacími kondenzátory. Rušení se dá omezit použitím bezkontaktních spínačů, triaků, které vypínají,

Zdroj	Kmitočtový rozsah poruch, šířících se	
	po vedení	prostorem
Zářivka	0,1 Hz až 3 MHz	100 Hz až 3 MHz
Rtuťová výbojka	0,1 Hz až 1 MHz	
Kolektorové motory	2 Hz až 4 MHz	10 Hz až 400 kHz
Síťové vypínače	0,5 Hz až 25 MHz	
Výkonové spínače	0,1 Hz až 20 MHz	10 Hz až 20 MHz
Spínané zdroje	0,1 Hz až 30 MHz	10 Hz až 30 MHz
Koronový výboj	0,1 Hz až 10 MHz	
Klopné obvody		15 kHz až 500 MHz
Kontakty termostátů		30 Hz až 1000 MHz
Neuzemněné kovové skříně přístrojů		10 Hz až 10 MHz

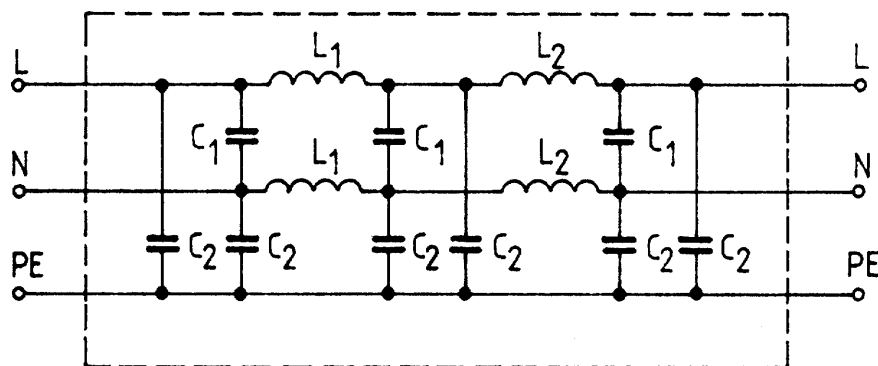
Tab. 1 – Kmitočtové rozsahy zdrojů rušivých signálů



Obr. 1a – Jednofázový odrušovací filtr



Obr. 1b – Třífázový odrušovací filtr

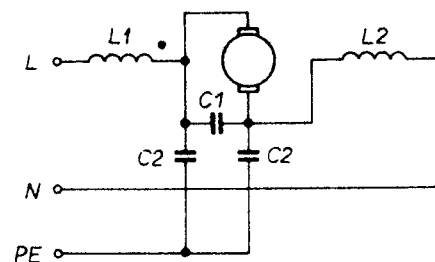


Obr. 1c – Jednofázový širokopásmový odrušovací filtr

Přibližné hodnoty součástek jsou:
 $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$; $C_2 = 2,5 \text{ nF}$; $L_1 = 1 \text{ mH}$; $L_2 = 0,1 \text{ mH}$

když proud prochází nulou (spínání v nule – zero cross switching). Je to řešení účinné, ale také dražší. Také tyristorové regulační obvody vyžadují blokování kondenzátory, které omezí vysokofrekvenční složku proudu vzniklou spínáním. Rozptylové pole síťových transformátorů a tlumivek se účinně potlačí použitím toroidních jader a magnetickým stíněním. K magnetickému stínění jsou na nízkých kmitočtech do 10^4 Hz vhodné feromagnetické materiály s velkou permeabilitou. Pro vysoké kmitočty je spíše vhodné stínění materiály s velkou vodivostí, jako je měď a hliník. Průniku v magnetického pole je zabráněno tím, že se ve vodivém materiálu indukují vířivé proudy. Nejdokonalejší stínění magnetického pole zajistí vícenásobné stínění sestavené z vrstev střídavě feromagnetických a vodivých.

Nejlépeší a méně snadná cesta k výraznému snížení úrovně rušivých signálů je cesta promyšlené konstrukce. Patří sem podstatné snížení příkonu zařízení (zapínáme a vypínáme malé napájecí proudy), snížení napájecího napětí, výkonu oscilátorů a spínacích obvodů. Důležitý je pečlivý návrh desek s plošnými spoji. Napájecí vodiče se navrhují co nejširší a vedou se planoparalelně (takže tvoří filtrující vlnovod) nebo těsně vedle sebe a jejich součástí jsou filtrační kondenzátory. Obvody oscilátorů nebo digitální obvody by měly zaujímat minimální plochu a propojovací síť musí být co nejkratší, bez smyček nebo se smyčkami s minimální plochou. Zdroje rušivých



Obr. 2 – Kolektorový motor s děleným statorem a odrušovacími kondenzátory $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$; $C_2 = 2,5 \text{ nF}$

Objekty		Ničivá energie → [J]						
		10^{-6}	10^{-4}	10^{-2}	1	10^2	10^4	10^6
Velké stroje: generátory, motory, transformátory	Velké stroje: generátory, motory, transformátory							
	Malé stroje							
	Přístroje, relé							
	Zapalovací syst., detonátory							
	Počítače							
Drátové a hmotové rezistory	Drátové a hmotové rezistory							
	Vrstvové rezistory							
	Kondenzátory							
	Tantalové kondenzátory pro malá napětí							
	Cívky							
Elektronky	Elektronky							
	Výkonové tranzistory							
	Tranzistory pro malé výkony							
	Zenerovy diody							
	Usměrňovací diody							
	Hrotové diody							
	Integrované obvody							

Tab. 2 – Rozmezí ničivé energie pro různé objekty

signálů nesmí mít společné napájení s jinými obvody ani do sebe plošně zasahovat. Uspořádání nesmí tvořit vazební smyčky nebo zbytečné kapacitní vazby.

Konstrukcí výrobku je vhodné zařízení rozdělit na část s velkou úrovní rušení umístěnou do stínícího krytu a na části, kde se rušivé signály nevyskytují. Rozdělení zařízení na zóny s různou úrovní rušení umožňuje počítačovou simulaci i složitých systémů, usnadňuje návrh propojení a může zlevnit i vývoj zařízení. Odolnost proti rušení výrazně ovlivňuje parametry použitých součástek. Jedním z významných parametrů je energie vyvolaná bleskovým výbojem, která součástku trvale poškodí nebo zničí. V tabulce 2 jsou uvedeny příklady rozmezí ničivé energie různých zařízení a součástek, (lit. [1]). Dodejme, že 1 Joule se rovná 1 Watt-sekundě.

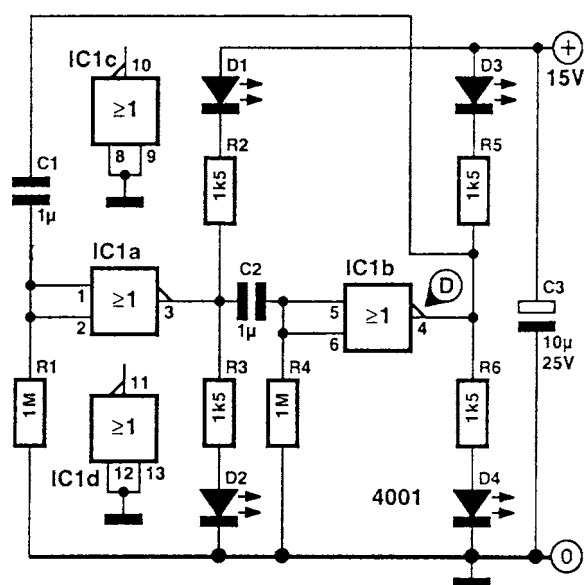
Pokračováním této práce bude stať o měření elektromagnetického rušení.

Zajímavé obvody

Jednoduchý blikáč

Zapojení jednoduchého blikáče, který střídavě rozsvěcuje dvě dvojice svítivých diod je na obrázku 1. K jeho realizaci postačí dvě CMOS hradla NOR z pouzdra 4001, 4 svítivé diody s omezovacími rezistory R2 až R5 a dva RC členy, které určují kmitočet blikání. Pro uvedené hodnoty součástek je délka impulsu 1 s. V jedné půlperiodě svítí po tuto dobu diody D1 a D4, v druhé D2 a D3. Obvod lze napájet zdrojem s napětím 5 až 15 V, z něhož odebírá proud nejvýše 20 mA.

– HH –



Obr. 1 – Jednoduchý blikáč se střídavě svítícími dvojicemi LED

[1] Wechselblinker. Elektor 27, 1996, č. 7/8, s. 50

Max 8862 – dva nízkoúbytkové regulátory napětí v jednom pouzdře

Tato novinka firmy MAXIM v oblasti integrovaných obvodů pro napájecí zdroje elektronických systémů je zvláště vhodná pro bateriově napájené a přenosné přístroje. 16-vývodové pouzdro Narrow SO obsahuje dva oddělené a poněkud se lišící nízkoúbytkové regulátory napětí tvořené celkem 457 tranzistory. Regulátory mohou pracovat v dvojím módu (Dual Mode™ je chráněná značka firmy Maxim) a sice s pevným výstupním napětím 4,95 V (verze označena L), 3,175 V (verze T), 2,85 V (verze R) nebo s výstupním napětím zvnějšku individuálně nastavitelným v rozmezí 2 V až 11 V.

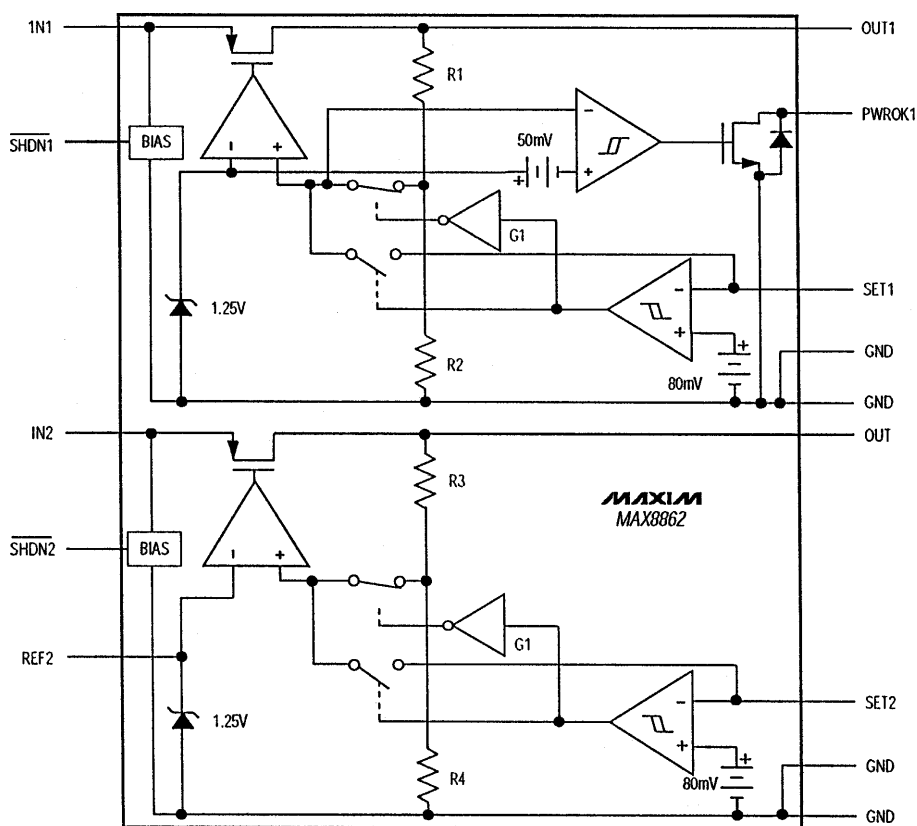
Vlastnosti regulátorů jsou definovány v teplotním rozsahu -40°C až $+85^{\circ}\text{C}$.

Funkční schéma zapojení, které pomůže při objasnění funkce, je na obr. 1. Z výstupu OUT1 lze odebírat až 250 mA, z OUT2 100 mA. Velikost úbytků na regulátorech pro různé proudy zátěže je zřejmá z obr. 2, závislost výstupních napětí na výstupním proudu ukazuje obr. 3 a na vstupním napětí obr. 4. Výkonnější regulátor má navíc funkci kontroly dostatečné velikosti vstupního napětí (PWROK) pomocí komparátoru, který je aktivován při poklesu výstupu OUT1 o 4 % (50 mV) pod nominální hodnotu. Z je-

ho výstupu je buzen MOSFET, z jehož kolektoru lze (po připojení zdvihadího rezistoru 100 k Ω) odvést logický signál PWROK1, využitelný např. jako nastavovací signál (RESET) mikrokontroléru nebo pouze pro sepnutí signalizační svítivé diody. Druhý regulátor má zase vyvedeno referenční napětí 1,25 V. Tento výstup (REF2) je vhodné kvůli snížení šumu blokovat kondenzátorem 0,1 μF . Zdroje referenčního napětí se zakázanou šířkou pásma (band-gap) jsou spojeny s invertujícími vstupy zesilovačů regulační odchylky, na jejichž druhé vstupy jsou přivedena, dle zvoleného režimu, napětí úměrná výstupním napětím vnitřního (R_1/R_2) nebo externího děliče s výstupem připojeným na SET1/2. Volba mezi nimi je automatická, zajištěná komparátory sledujícími stav na vstupech SET1/2 v porovnání s vnitřní referencí 80 mV. Je-li SET1/2 spojen se zemí (GND), je zpětnovazební signál o hodnotě výstupního napětí odebrán z vnitřního děliče. Nastavitelné výstupní napětí 2 V až 11 V získáme prostřednictvím vnějšího děliče z rezistorů, pro jejichž odpory platí $R_1 = R_2(V_{\text{OUT}} / 1,25 - 1)$ podle obr. 5. Odpor rezistoru R_2 by měl být mezi 10 k Ω až 400 k Ω . Sériový regulační člen – p-kanálový MOSFET – je buzen z výstupu zesilovače regulační odchylky tak, aby rozdíl napětí mezi jeho vstupy byl minimální. Ovládání hradla polem řízeného tranzistoru, na rozdíl od jinak užívaného bipolárního PNP tranzistoru, není výkonné a tak je vlastní spotřeba regulátoru zanedbatelná a nezávislá na výstupním proudu.

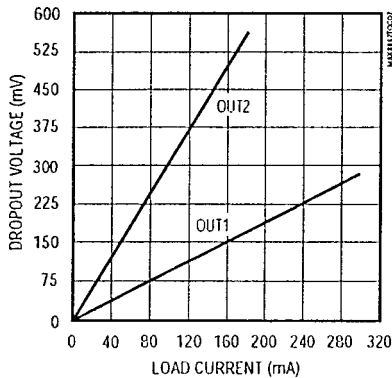
Prostřednictvím vstupů /SHDN1 a /SHDN2 lze oba regulátory nezávisle uvést do stavu SHUTDOWN bez výstupního napětí a s nízkou vlastní spotřebou asi 1 μA .

Obvod je též v obou částech vybaven proudovým omezením, v případě hlavního regulátoru OUT1 na 580 mA

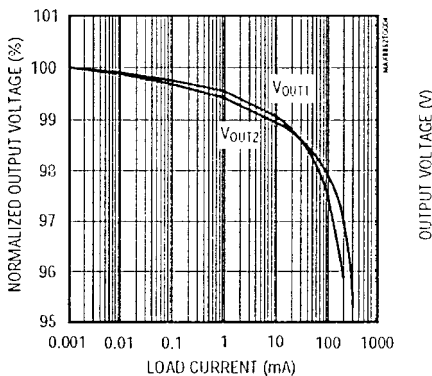


Obr. 1 – Funkční schéma obvodu MAX8862

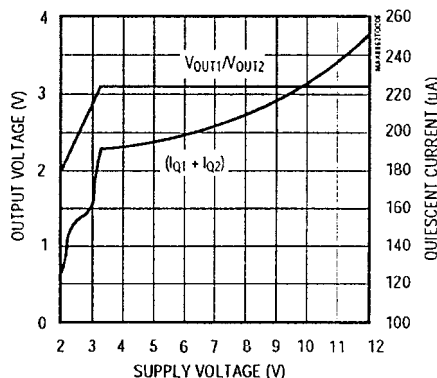
(I_{LIM1}), pro druhý na 250 mA (I_{LIM2}). Každý výstup může být i libovolnou dobu zkratován, pokud následkem celkového ztrátového výkonu ($V_{IN1} \cdot I_{LIM1} + V_{IN2} \cdot I_{LIM2}$) nedojde k překročení teploty přechodu $T_j = +150^\circ\text{C}$. Pokud k němu přesto dojde, teplotní sen-



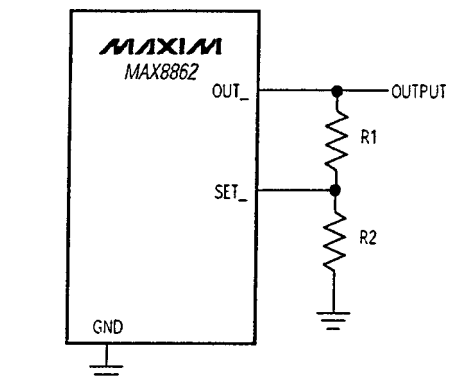
Obr. 2 – Úbytek na regulátorech v závislosti na proudu zátěže



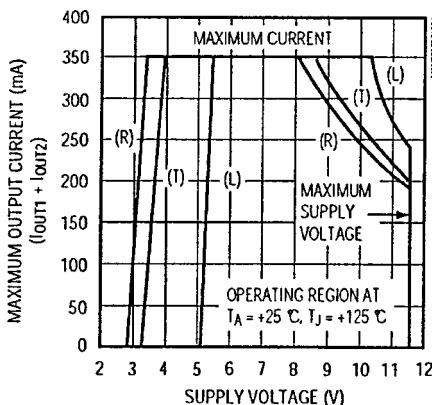
Obr. 3 – Závislost normalizovaných výstupních napětí na proudu zátěže



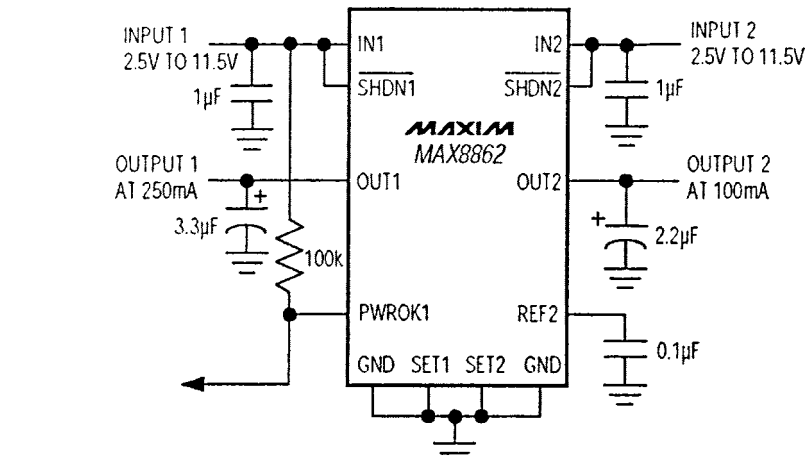
Obr. 4 – Výstupní napětí regulátorů a klidový proud při změnách vstupního napětí



Obr. 5 – Nastavení výstupního napětí externími rezistory



Obr. 6 – Meze bezpečné pracovní oblasti pro varianty obvodu



Obr. 7 – Typické aplikační zapojení s MAX8862

vodu na obr. 7. Na přívodech vstupního napětí postačí keramické kondenzátory s kapacitou 1 µF, na výstupu OUT1 kondenzátor alespoň 3,3 µF, OUT2 pak 2,2 µF. Kondenzátory mají mít ekvivalentní sériový odpor (ESR) menší než 0,5 Ω a je třeba je připojit co nejbližší k vývodům pouzdra obvodu. Při problémech s velikostí ESR kondenzátorů na výstupech lze úměrně zvýšit jejich kapacitu, případně zapojit více kondenzátorů paralelně. Vyšší kapacita je vhodná i pro rychlou odezvu při změně zátěže. Regulátory MAX8862 se nepoškodí ani přepólováním na vstupní straně, pokud vstupní napětí nepřekročí 12 V. Výstupy regulátoru v takovém případě zůstávají na potenciálu jako zemní vývod GND.

– Pokračování na další straně –

Důvodem obliby nízkoubytkových napěťových regulátorů mezi návrháři elektronických systémů, napájených z baterií, je dobré využití kapacity baterií dané malým potřebným rozdílem vstupního a výstupního napětí. V případě MAX8862 k dobré energetické bilanci přispívá i nízká spotřeba regulačního obvodu. Při užití jiných zdrojů

vstupního napětí než baterií, je pro správnou funkci třeba zajistit, aby zvlnění vstupního napětí nepřevýšilo na 100 kHz 200 mV.

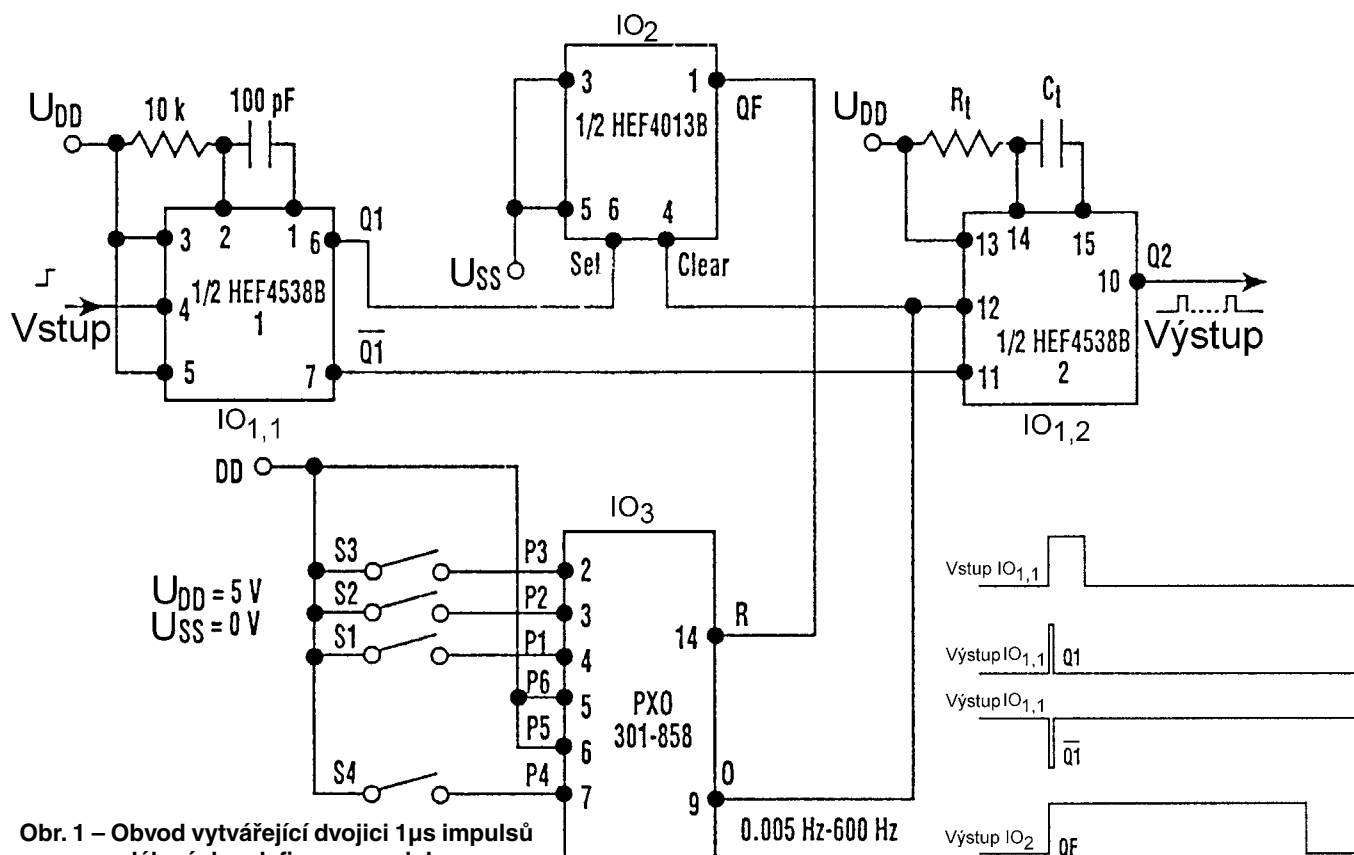
Na závěr je vhodné uvést typické oblasti použití nových regulátorů – bezdrátové a celulární telefony, modemy, karty PCMCIA, elektronické diáře a všeobecně přenosné bateriové na-

pájené elektronické přístroje. Nezanebatelnou předností těchto regulátorů je i jejich příznivá cena.

– HH –

Low-Cost, Low-Dropout, Dual Linear Regulator MAX8862. Katalogový list firmy Maxim Integrated Products 4. 19-1117; Rev. 0; 8/96

Generátor impulsové dvojice

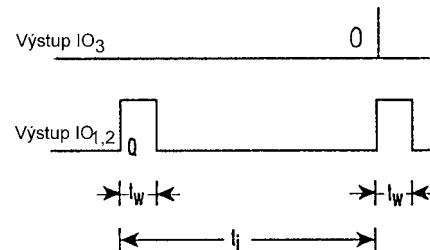


Obr. 1 – Obvod vytvářející dvojici 1 μ s impulsů vzdálených o definovanou dobu

Obvod na obr. 1 generuje po příchodu náběžné hrany vstupního impulsu na svém výstupu dvojici impulsů úrovně TTL o šířce t_w vzdálené o definovaný čas t_i . Na náběžnou hranu vstupního impulsu reaguje monostabilní klopný obvod IO_{1,1} výstupním impulsem trvajícím 1 μ s. Druhý monostabilní multivibrátor z IO_{1,2} je v této době konfigurován tak, že reaguje na závěrnou hranu na výstupu /Q₁ impulsem trvajícím dobu t_w , určenou hodnotami odporu rezistoru R₁ a kapacity kondenzátoru C₁. Současně dochází k překlopení výstupu D klopného obvodu IO₂ do stavu log 1 na

výstupu Q_F, čímž dojde k uvolnění funkce programovatelného oscilátoru IO₃. Jeho výstup O přejde po době určené polovinou periody výstupního průběhu (dané nastavením spínačů S₁ – S₄) do stavu log 1. To způsobí opětné překlopení monostabilního klopného obvodu IO_{1,2}, (který v tomto případě reaguje na náběžnou hranu) vynulování klopného obvodu IO₂ a následně i oscilátoru IO₃. Vzhledem k tomu, že kmitočet oscilátoru lze nastavit v rozsahu 0,005 Hz až 600 Hz, lze interval t_i měnit od 833 μ s do 100 s.

– HH –



Časové průběhy vstupů a výstupů

[1] Barnett T. G., George M. J.: A simple Double Pulse Generator. *Electronic Design* 42, 1994, 7. listopadu, s. 120.

Ultrazvukový detektor přiblížení

Obvody zapojené na obr. 1 a,b umožňují monitorovat pohyb osob nebo předmětů v kontrolovaném prostoru pomocí odrazu trvale vysílaného ultrazvukového signálu zpět na detektor. Pracuje tedy na stejném principu jako radar. Piezokeramický měnič ve vysílači (obr. 1a) je napájen z komplementárního výkonového stupně buzeného z astabilního multivibrátoru vytvořeného z CMOS verze časovače 555. Nastavení frekvence na pro tento ultrazvukový měnič optimálních

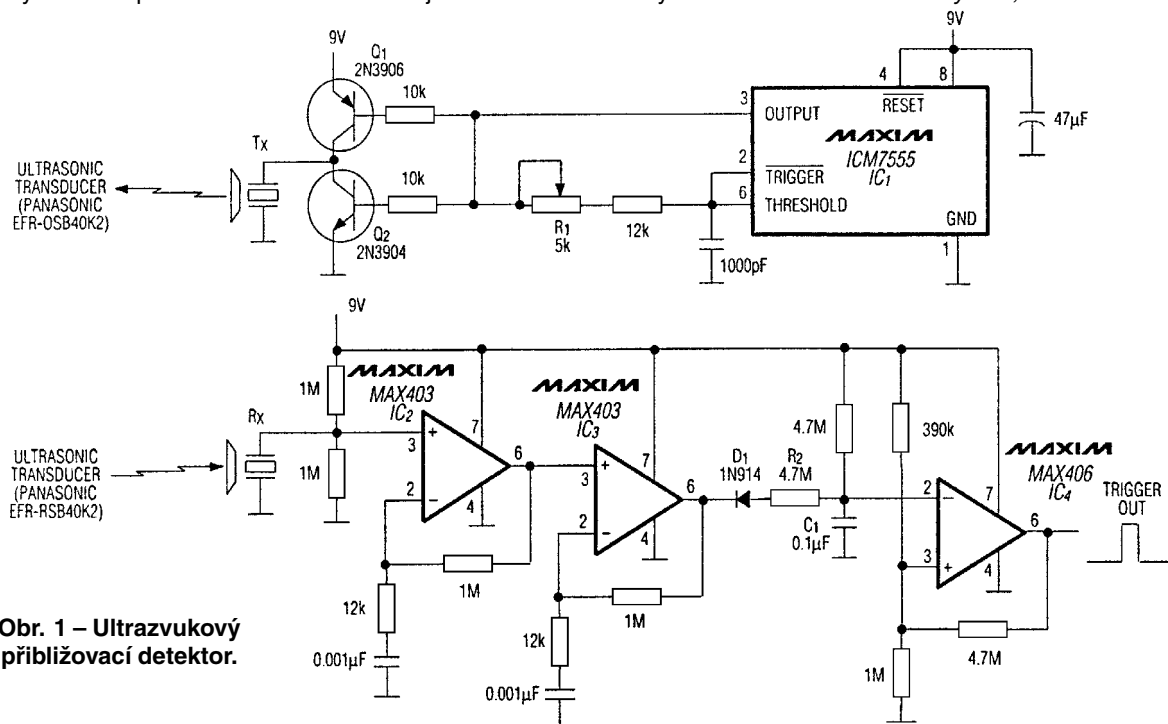
40 kHz umožňuje trimr R_1 . Signál odražený od objektu na ultrazvukový senzor přijímače (obr. 1b) je v něm převeden na elektrický signál. Po jeho zesílení neinverujícími zesilovači vytvořenými pomocí $IO_{2,3}$, usměrnění diodou D_1 a filtrací pomocí R_2 , C_1 dojde k překlopení komparátor IO_4 do úrovně H na výstupu.

Jako typická aplikace je v [1] uvedeno spuštění reklamního videopořadu ve výkladní skříni pro nahlížejícího, kolemjdoucího chodce. Aby nedochá-

zelo ke spuštění při běžném míjení, případně náhodnými rušivými ultrazvukovými impulsy, použije se vhodné velikosti časové konstanty $R_2 \cdot C_1$. Dobu trvání výstupního impulsu přijímače lze využít k vyhodnocování zájmu o nabízený produkt.

– HH –

[1] Näherungsdetektor mit Ultraschall-Sensoren. Maxim Engineering Journal 7. vydání, s. 13.



Obr. 1 – Ultrazvukový přiblížovací detektor.

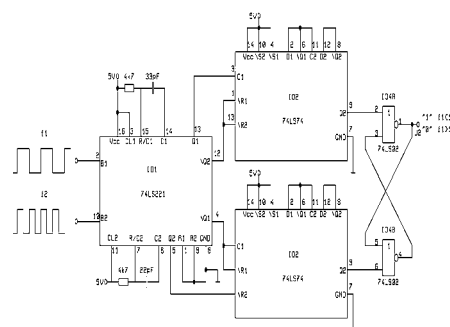
Impulsní zvyšovací regulátor poskytující i záporné napětí

Obvod zapojený podle obr. 1 poskytuje při slušné stabilitě i účinnosti (80 – 90 %) výstupní napětí ± 12 V, při vstupním napětí v rozsahu 2 až 12 V, většinou však patrně 5 V. Za těchto podmínek lze oba výstupy zatížit proudem až 100 mA. Při běžném použití MAX 761, který je určen pro zdroje s kladným výstupním napětím chybí v zapojení Schottkyho diody $D_{1,3}$ a kondenzátor C_5 , které v souměrném zdroji pracují jako nábojová pumpa vytvářející záporné napětí. Ačkoli toto napětí není, jako napětí kladné, přímo stabilizováno řídicí funkcí IO_1 , přesto

velikost z něho odebíraného proudu prostřednictvím kondenzátoru C_3 ovlivňuje frekvenci spínání interního spínacího MOSFETu obdobně, jako je tomu v kladné větvi. Výsledek této pseudoregulace je překvapivě dobrý – při změně odebíraného proudu z 10 na 100 mA, poklesne velikost záporného napětí z $-11,36$ V na $-10,96$ V, tedy jen asi o 4 %.

– HH –

[1] PFM control improves dual-output step-up converter. Maxim Engineering Journal č. 23, s. 12.

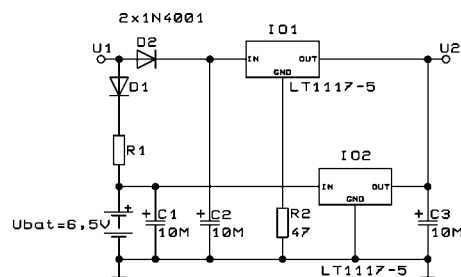


Obr. 1 – Zdroj souměrného napětí využívající funkce spínaného zdroje kladného napětí

Přepínání napájecích zdrojů při výpadku sítě

Některé elektronické přístroje je třeba chránit před následky výpadku síťového napájení rychlým přepnutím na nezávislý zdroj, kterým může být buď baterie nebo akumulátor. Pochoptitelně je žádoucí, aby tato funkce probíhala automaticky. V obvodu na obr. 1, jsou k tomuto účelu využity dva standardní 5V třísvorkové nízkovýtkové lineární regulátory napětí, které jsou na své výstupní straně spojeny. Pokud je na vstupu U_1 napětí 7 V ze síťového zdroje, je aktivní zdroj IO_1 . Jeho pracovní proud způsobí na rezistoru R_2 napěťový úbytek 0,2 V, takže

výstupní napětí tohoto regulátoru je 5,2 V. To má za následek, že regulátor IO_2 není funkční, přičemž záložní baterii či akumulátor prakticky nezatěžuje. Rezistor R_1 a diody $D_{1,2}$ použijeme v případě akumulátoru, přičemž odpor rezistoru R_1 volíme tak, aby akumulátor byl nabíjen udržovacím proudem. V případě výpadku sítě nastoupí do funkce regulátor IO_2 , který upraví napětí zálohovací baterie na výstupních 5 V. Rozdíl napětí při obou variantách funkce zdroje nebude ve většině aplikací na závadu.



Obr. 1 – Jednoduchým zapojením je zajištěno napájení ze záložní baterie

[1] 1994 Linear Databook, Volume 3
Linear Technology Corp.

– HH –

Bipolární referenční zdroj proudu

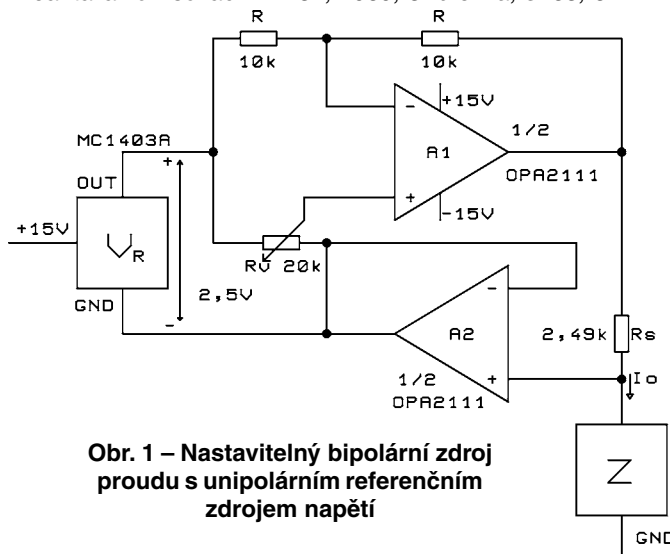
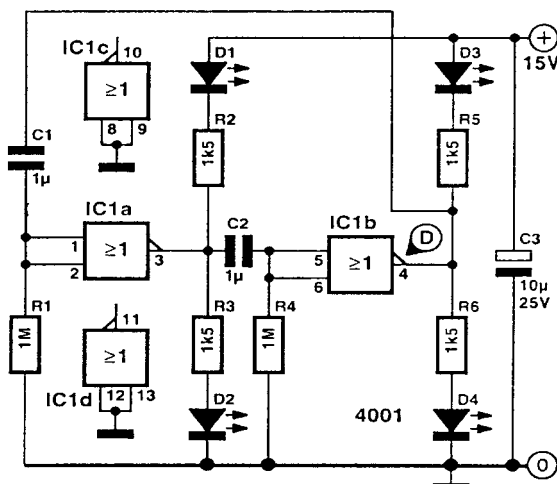
Obvyklá zapojení bipolárních proudových zdrojů potřebují většinou i bipolární napěťový referenční zdroj a mají horší vlastnosti při malých proudech. Značnou část publikovaných zapojení přitom lze použít jen pro napájení plovoucích, neuzemněných zátěží. Obvod na obr. 1 tato omezení nemá. Tvoří jej referenční zdroj napětí V_R , napěťový zesilovač A_1 a sledovač A_2 , zavádějící funkci vlečného sledování, nazývanou „bootstrap“. Právě díky tomu se obvod chová jako zdroj proudu a dovoluje přitom použití uzemněné zátěže. Na zátěži vzniklé napětí se vrací prostřednictvím sledovače A_1 zpět současně na referenční zdroj i chybový zesilovač, takže jejich

funkce na něm nezávisí. V podstatě se tak místo zátěže stal plovoucím samotný zdroj proudu. Pro objasnění jeho funkce uvažujeme dočasně, že obvod pracuje do zkratu a napětí na vstupech a výstupu A_2 je tedy nulové. Je-li poloha jezdce potenciometru R_V směrem od konce spojeného s výstupem sledovače charakterizována koeficientem x proměnným od 0 do 1, je mezi neinvertujícím vstupem a dočasnou zemí odpor $x \cdot R_V$. Podle polohy jezdce a tedy hodnoty x se mění zesílení obvodu s A_1 od -1 při $x = 0$ (kdy na snímacím rezistoru R_s je napětí $-U_R = -2,5$ V a teče jím tedy proud 1 mA) do $+1$ při $x = 1$ (kdy je výstupní proud $+1$ mA). Linearita a rozlišovací

schopnost je dána vlastnostmi potenciometru. Pro přesné víceotáčkové potenciometry může být v oblasti 0,1 %. Chybu zisku danou tolerancemi odporů rezistorů R lze eliminovat vložením 500 Ω trimru do jejich spoje s invertujícím vstupem a nastavením jednotkového zisku A_1 při $x = 0$. Výstupní odpor proudového zdroje je přibližně 30 M Ω . Pro správnou funkci obvodu musí být napájecí napětí obvodu nejméně $\pm 6,5$ V.

– HH –

J. Graeme: Bipolar source uses unipolar reference, *Electronic Design* 37, 1989, 3. března, s. 83, 84



Obr. 1 – Nastavitelný bipolární zdroj proudu s unipolárním referenčním zdrojem napětí

Zvonek pro sluchově postižené

Nenáročné zapojení, které prokáže nemalou službu

Kamil Novák

Předpokládám, že většina zvonků je napájena přes transformátor. Je zde odstraněn efekt naindukovaného napětí z jiných spotřebičů a tím i nechtěného „samospouštění“. Střídavé napětí ze sekundárního vinutí kolem 8 V jde jedním koncem přímo do původního zvonku, druhý konec vinutí jde přes tlačítko. Zde umístíme diodu 1N4001 (KY130/80), která jednoduše usměrní sekundární napětí transformátoru. Usměrněné napětí filtruje elektrolyt a přes odpor a LED v optočlenu se uzavře sekundární obvod. Elektrolytický kondenzátor napomáhá překlenout dobu, kdy dioda 1N4001 nevede a svým nábojem udrží diodu LED v optočlenu rozsvícenu.

Když sepneme zvonkové tlačítko, diodu 1N4001 jím překleneme, čímž na optočlenu bude střídavé napětí a LED dioda začne blikat v rytmu 50 Hz. Fototranzistor v optočlenu dává popud pro MKO zhotovený z časovače 555. Doba „zvonění“ a tím i čas překlopení monostabilního klopného obvodu je možno měnit pomocí R2 a C1 – po tuto dobu je odblokován i astabilní klopný obvod AKO (555), jenž svým výstupem spíná optotriak. Kmitočet opět v lze širokých mezích měnit pomocí R4 a C3. Optotriakem

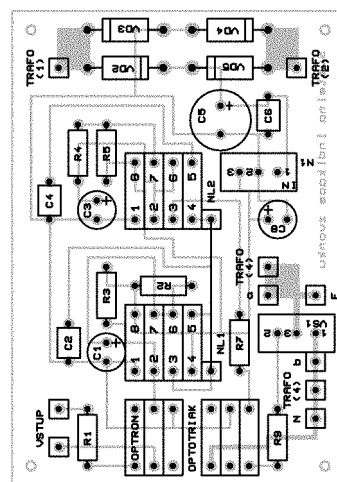
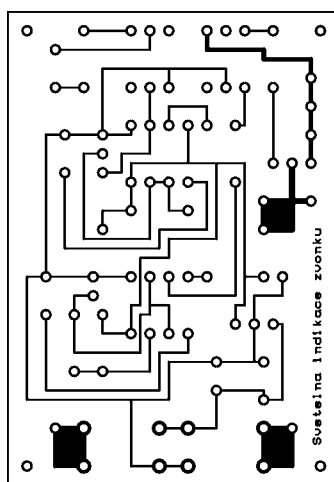
je spínán triak v sérii se žárovkou. Podle odběru je nutno i triak chladit.

Výstup AKO pin 3 může spínat i přes tranzistor relé. Neopomenout paralelně zapojit diodu 1N4148 (KY130/80, 1N4001...), která vyruší zpětné elektromotorické napětí z cívk relé.

Celý obvod je napájen z pomocného transformátoru s výstupním napětím kolem 10 V, diodami usměrně-

no, stabilizátorem dáno napětí 12 V. Napětí je filtrováno před i za stabilizátorem. Proti rozkmitání jsou paralelně k filtračním kondenzátorům přičleny polštářkové kondenzátorky.

Rád bych ještě upozornil na skutečnost, že ať triakem nebo přes relé spínáme síťové napětí, které je při nesprávné manipulaci či dotyku životu nebezpečné, proto pracujte v tomto úseku zvlášť opatrně.



Obrazec plošných spojů a rozmístění součástek

PŘIŠLO DO SOUTĚŽE

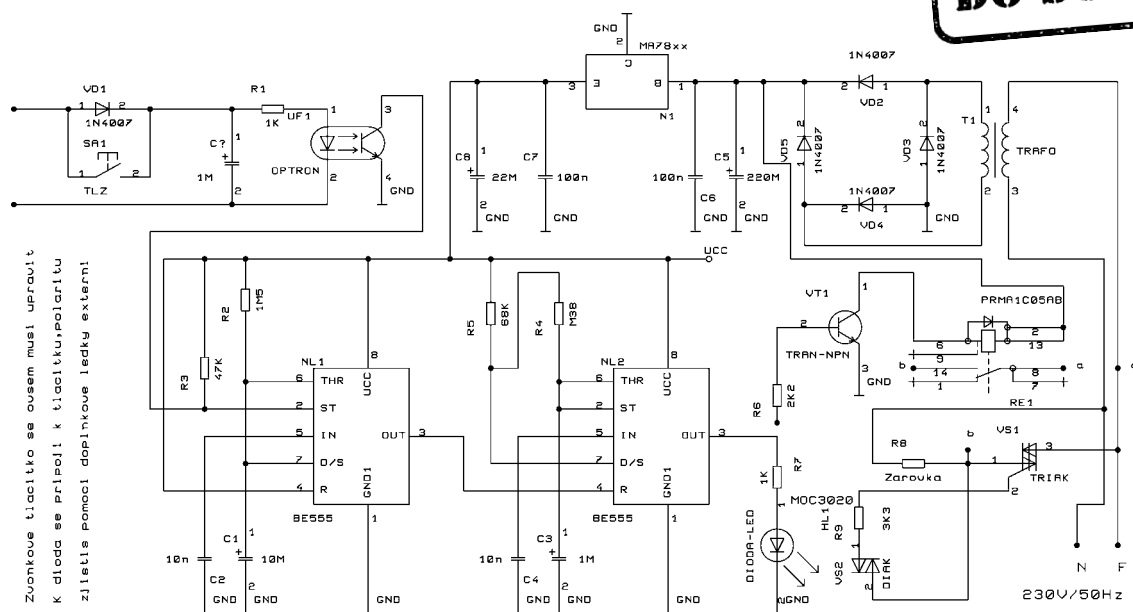


Schéma zapojení

Digitální hodiny

modulový systém pro každého

Varianta B – multiplexní provoz

František Borýsek

Tento modul digitálních hodin, využívající obvodů CMOS a paměti EPROM, je navržen pro všestranné použití. K základnímu modulu lze připojit moduly s displejem LED se společnou anodou s výškou číslic 7, 10, 13, 14, 20, 25, 30 a 38mm, barva displeje červená, žlutá, zelená a hyper červená. Nevylučuje se však ani možnost použít displej individuální výroby sestavený z LED diod libovolné barvy a velikosti. Displej pracuje v multiplexním režimu, čímž se dosáhne minimálního odběru ze zdroje. Samozřejmostí je také vybavení záložním zdrojem, čímž je zajištěn chod hodin i při výpadku energie ze sítě. Při pečlivé práci a dobrých součástkách hodiny pracují na první zapojení.

Popis zapojení

Schéma zapojení modulu je na obr. 1. Součástky R1, R2, C6, C7, C8 a X tvořící oscilátor jehož pracovní kmitočet je 32,768 kHz tvoří spolu s děličkou IO6 4060 přesný zdroj kmitočtu, na jehož výstupu Q13 jsou impulsy o kmitočtu 2 Hz. Výstup Q7 tohoto obvodu je využit pro nastavení hodin tlačítky S1 a S2, výstupy Q5 a Q6 pro multiplex displeje. Dále tento signál pokračuje do děličky IO3 4040, v níž je signál s pomocí IO5b 4082 vydělen stovrací – výsledkem je signál s periodou 1 minuty. Tento dále pokračuje přes odpor R4, který spolu s R3 a C9 oddělují signál při nastavování hodin a omezují zákmity tlačítek, na vstup IO4 4040, který je nastaven pomocí IO5a jako čítač do 1440, což je 24 hodin. Signál z tohoto čítače je pak přiveden na adresové vstupy A0 až A10 paměti EPROM 27C64 (IO1), což je elektricky programovatelná a ultrafialovým zářením mazatelná paměť, do níž se data zapisují krátkým elektrickým impulsem zvýšeným napětím přivedeným na vývod Vpp. K programování EPROM se používají speciální

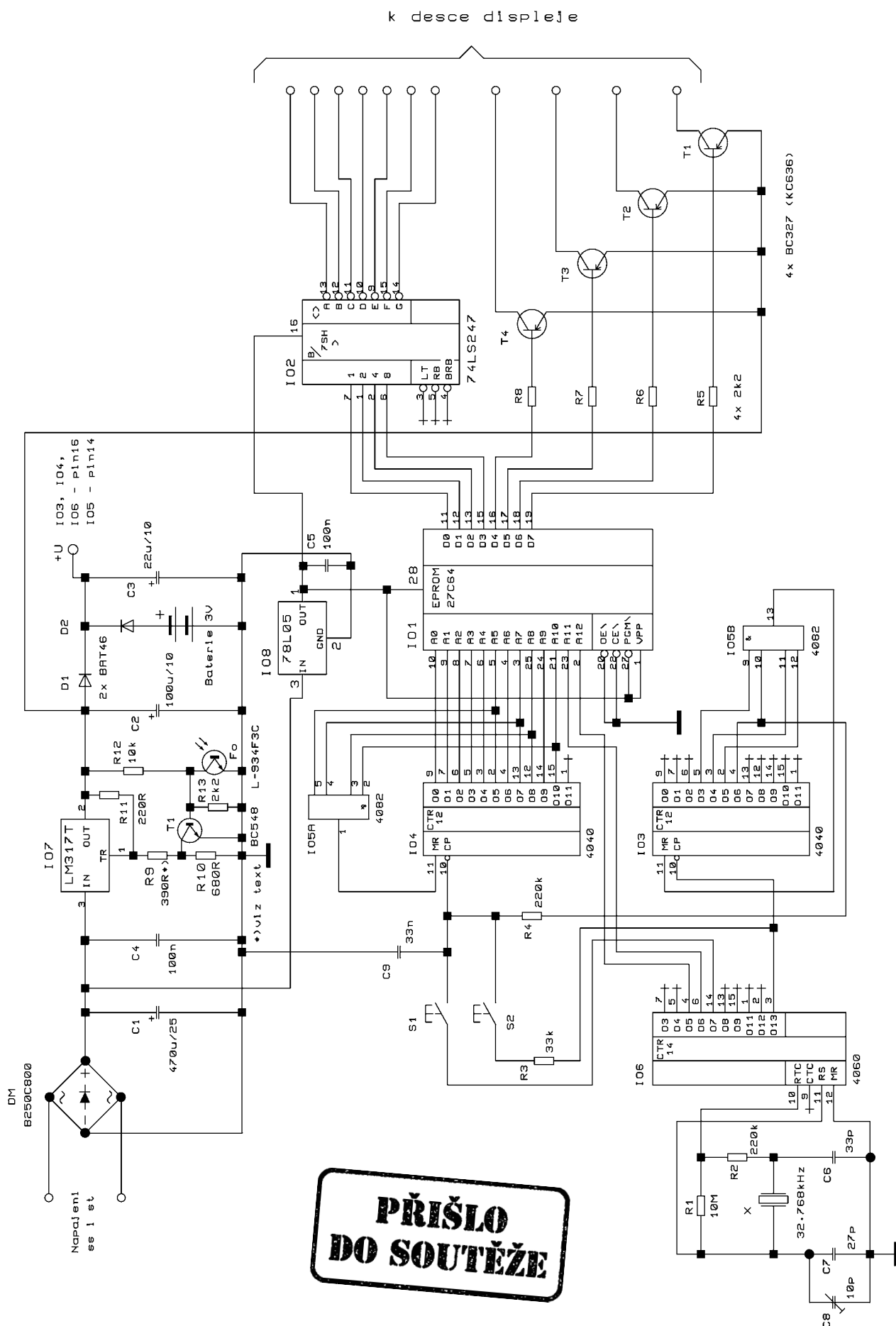
programátory ve spojení s osobním počítačem. Program zůstane v paměti uložen i bez přítomnosti napájení. Budeme-li však chtít obsah paměti změnit, musíme nejdříve EPROM vymazat, což je možné pouze s mazačkou – přístrojem, kde se UV zářením program z paměti vymaže. K tomuto účelu slouží okénko, které se nachází na keramickém pouzdru EPROM.

Program vytváří na datových výstupech D0 až D3 signál v kódu BCD pro sedmisegmentový dekodér IO2 a datové výstupy D4 až D7 přepínají přes R5 až R8 a T1 až T4 anody jednotlivých číslicovek LED. Adresové vstupy A11 a A12 jsou využity pro multiplex. Samotný program v EPROM je rozdělen na čtyři části. První část – od adresy 0000H po 059FH je vyhrazena pro ovládání číslice jednotek minut. Druhá část pokračující od adresy 0800H po 0D9FH ovládá číslici desítek hodin. V další části od adresy 1000H do 159FH je uložen program pro číslici desítek minut a poslední části od adresy 1800H po adresu 1D9FH je vyhrazena pro číslici jednotek hodin. Číslice tedy spínají v pořadí: 4, 1, 3, 2, 4, 1 atd.

Základní technické údaje:

Napájecí napětí:	
stejnoseměrné	10 až 25 V
střídavé	8 až 16 V
Napětí záložního zdroje:	
stejnoseměrné	3 V
(např. dva kusy baterií AA nebo AAA)	
Proud odebíraný displejem:	
30 až 140 mA	
(dle nastavení jasu a typu použitého displeje)	
Proud záložního zdroje:	cca 0,7 mA
Kmitočet oscilátoru:	32,768 kHz

Fototranzistor Fo spolu s odpory R9, R10, R12, R13 a T1 zajišťují automatickou regulaci jasu displeje v závislosti na okolním osvětlení. Při osvětlení Fo se tranzistor T1 uzavře a napětí na IO7 se zvýší, čímž se jas displeje zvětší. Při snížení intenzity světla se T1 otevře a „zkratuje“ rezistor R10, napětí na IO7 se sníží a tím se zmenší i jas displeje. Rozsah regulace lze ovlivňovat změnou hodnot rezistorů R9 a R10. Napájení modulu je rozděleno na dvě části. První část je tvořena diodovým můstkem DM, filtračními kondenzátory C1, C2, C4, C5 a stabilizátory IO7 a IO8. Tato část přímo napájí obvody displeje (IO7), EPROM a dekodér IO2 je napájen stabilizátorem IO8. Dioda D1 znemožňuje napájení displeje při výpadku síťového napětí, obvody oscilátoru a čítačů. Druhá část – záložní zdroj 3 V napájí při výpadku síťového napětí přes diodu D2 pouze obvody čítačů a oscilátor. Tato dioda zabraňuje nabíjení suchých článků baterie z obvodů stabilizátoru.



Postup při sestavování modulu a oživení

Nejdříve si připravíme desku plošných spojů a všechny součástky. Desku vyvrtáme vrtákem o průměru 0,8 mm, pro součástky se silnějšími vývody 1 mm. Pak osadíme a zapájíme všechny drátové propojky (6 ks), odpory, kondenzátory, diody, tranzistory, diodový můstek, objímky pro IO a stabilizátory IO7 a IO8. Jelikož jsou spoje dosti jemné s větší hustotou, doporučujeme k pájení použít mikropáječku. Máme-li laboratorní regulovatelný zdroj, můžeme připojit na svorky „napájení“ napětí 10 V v jakékoli polaritě a změřit napětí na vývodu č. 3 IO7. Napětí se musí měnit v závislosti na osvětlení fototranzistoru Fo a to v rozsahu cca 3,7 až 6,5 V (platí při hodnotách rezistorů R9 a R10 uvedených ve schématu). Na výstupu IO8 musí být 5 V. Odběr proudu by neměl přesáhnout 10 mA. Je-li vše v pořádku, odpojíme zdroj a pokračujeme v osazování IO2, všechny IO CMOS a nakonec EPROM, kterou v každém případě umístíme do objímky (doporučujeme i pro všechny IO CMOS zejména mladým a méně zkušeným konstruktérům).

Při manipulaci s obvody je nutno dodržovat zásady při práci s IO CMOS !

Pak si připravíme desku s displejem a tyto spojíme např. pomocí konektoru, plochého kabelu či pouhými odstřížky z odporů, které zapájíme k DPS displeje ze strany spojů, se základní deskou. Poté můžeme připojit na svorky „napájení“ opět laboratorní zdroj a na displeji se již musí zobrazit nějaký časový údaj. Pak vyzkoušíme pouhým dotykem na dva sousední kontakty (např. šroubovákem, kovovým hrotem propisovací tužky) konektoru JP nastavit požadovaný časový údaj na displeji. Máme-li měřič kmitočtu, můžeme změřit kmitočet oscilátoru na pinu č. 9 IO1, kde bychom měli naměřit 32,768 kHz. Případné odchylky dostavíme trimrem C8. Při vestavění hodin do vhodné skříňky vyvedeme signál od jumperu tenkým třížilovým kablíkem na tlačítka, která umístíme na vhodné místo krabičky. Taktéž fototranzistor umístíme na vhodné místo krabičky a propojíme jej s modulem dvoužilovým kablíkem.

Na svorky „záložní zdroj“ připojíme baterii 3 V ve správné polaritě a můžeme na chvíli vypnout napájení. Po chvilce napětí opět připojíme a jestliže hodiny ukazují správný čas (nevynulovaly se nebo se jinak výrazně nezměnil časový údaj), tak je vše v pořádku. Tímto je modul oživen.

Seznam součástek

Rezistory typ RR, SMA 0207, 0204 apod.

R1	10M
R2	220k
R3	33k
R4	220k
R5 až R8	2k2
R9	390W (270 – 560W)
R10	680W
R11	220W
R12	10k
R13	2k2

Kondenzátory

C1	470µ/25V elyt
C2	100µ/10V elyt
C3	22µ/10V
C4, C5	100n kerko
C6	33p kerko
C7	27p kerko
C8	10p trimr
C9	33n

Polovodiče

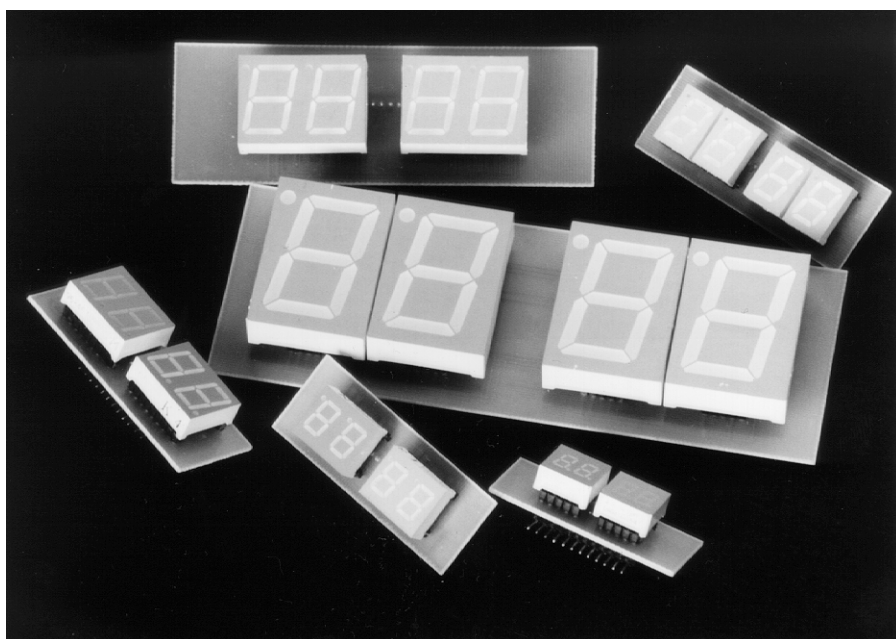
DM	B250C800 diodový můstek kulatý
D1, D2	BAT 43 (KAS21, BAT46)
T1 až T4	BC327 (KC636)
T5	BC548 (KC238)
Fo	L-934F3C, L-53F3C

Integrované obvody

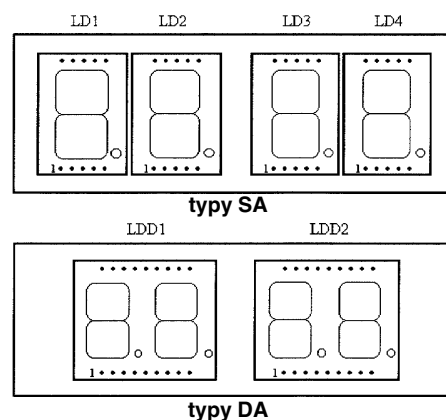
IO1	27C64 naprogr.
IO2	74LS247 (74LS47)
IO3, IO4	4040
IO5	4082
IO6	4060
IO7	LM317T stabil.
IO8	78L05 stabil.

Ostatní

jumperová lámací lišta S1G 3 piny
deska s displejem
svorkovnice ARK550-2 2 kusy
držák bareří
objímky pro IO: 4x DIL16, 1x DIL14, 1x DIL28



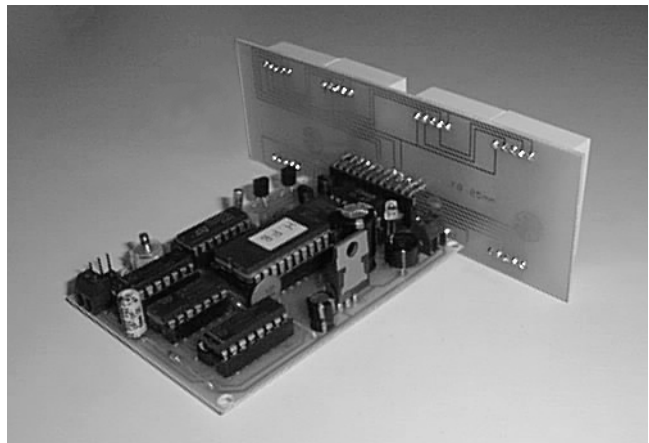
Výhodou modulového systému je možnost připojení různě velkých displejů k jednotné základní desce



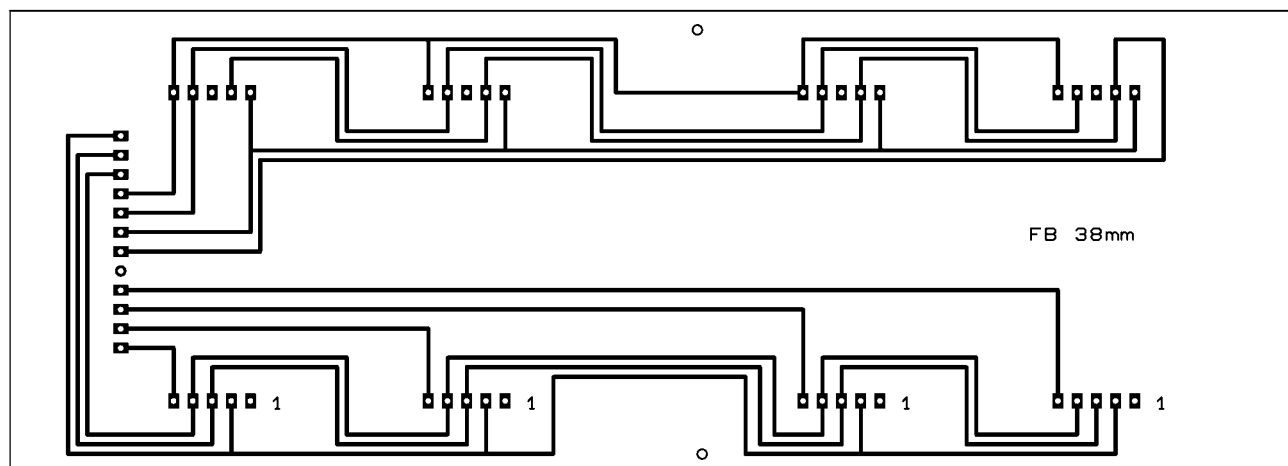
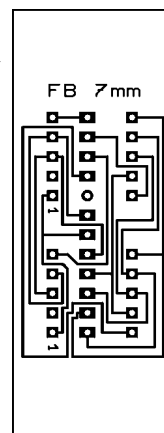
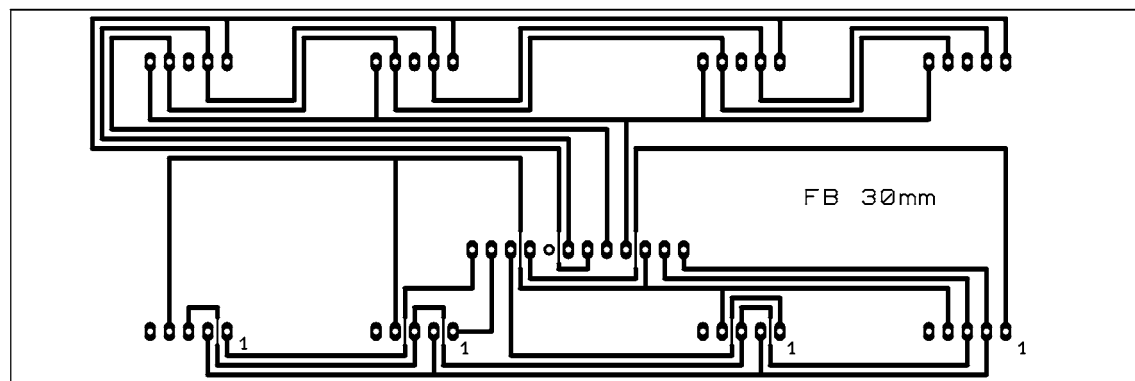
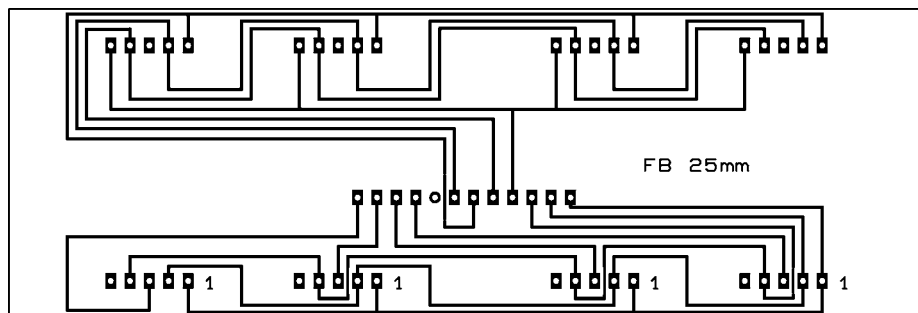
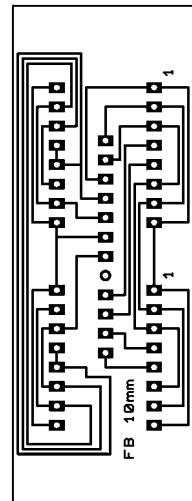
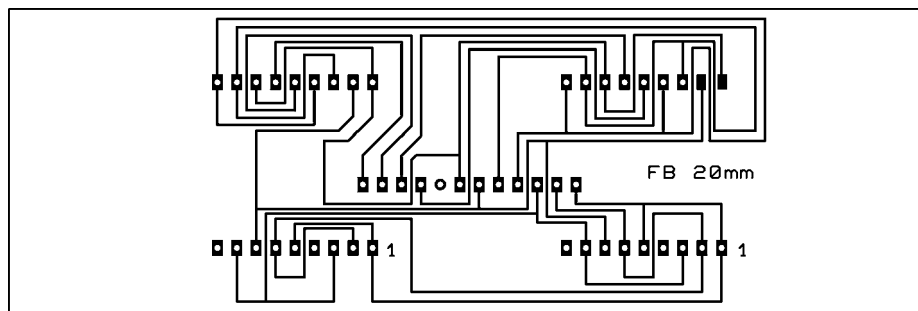
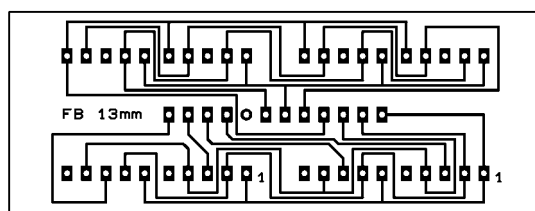
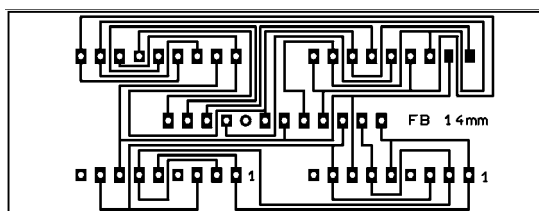
Pin č. 1 – při pohledu na displej zepředu jako u IO

[illegible]

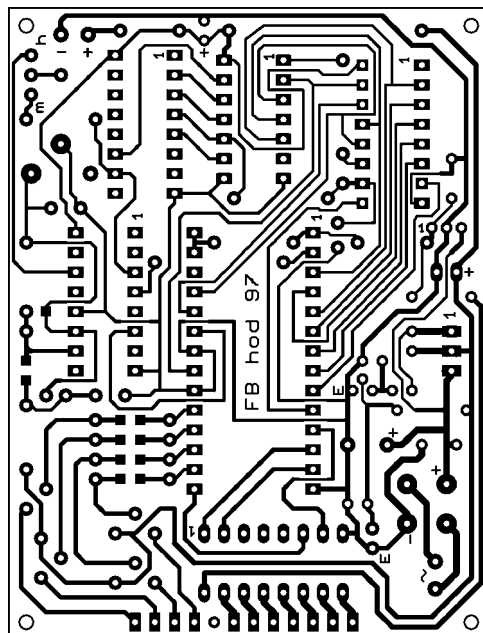
Výpis obsahu EPROM ve formátu INTEL HEX.
Tři tečky znamenají opakování předchozího bytu
do konce řádky.



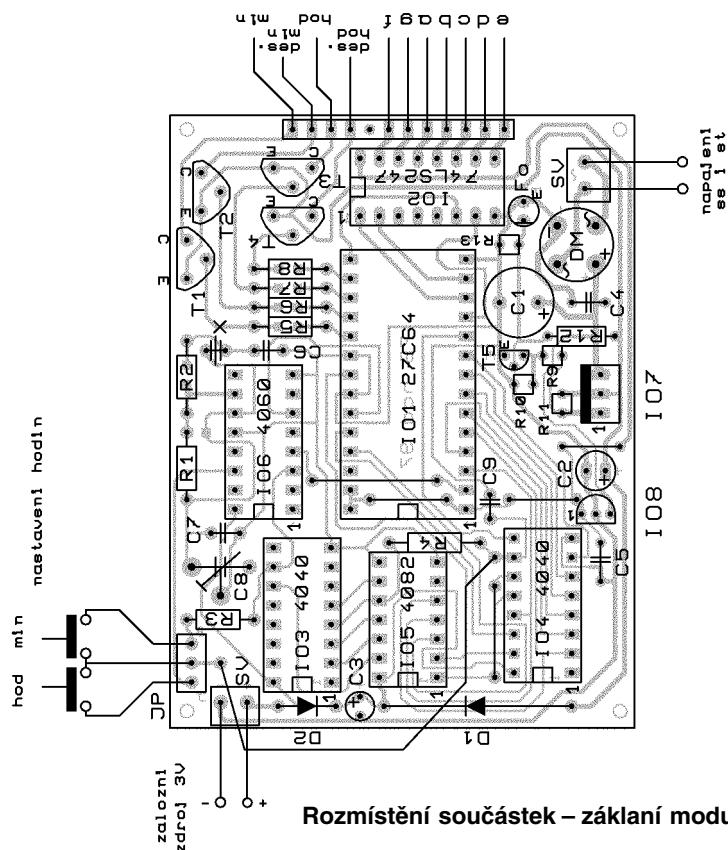
Dispelej je se základní deskou propojen pomocí jednoduchého konektoru



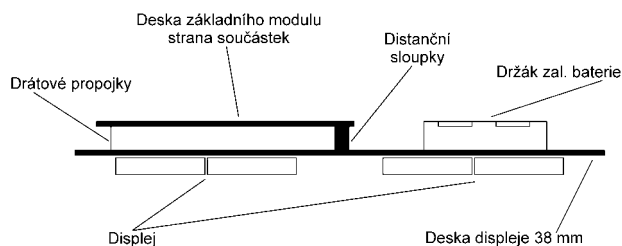
Výkresy plošných spojů modulů 7 mm, 10 mm, 13 mm, 14 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm a 38 mm.



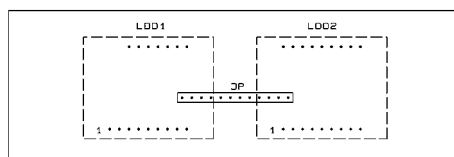
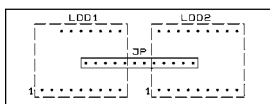
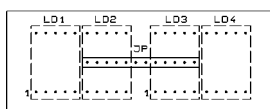
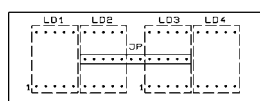
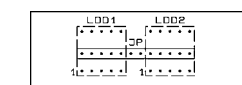
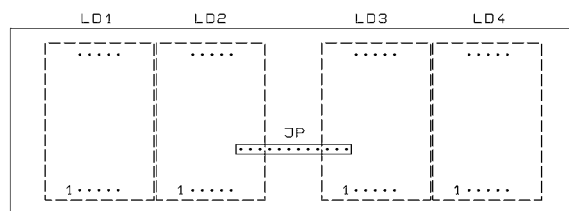
Výkres pl. spojů – základní modul



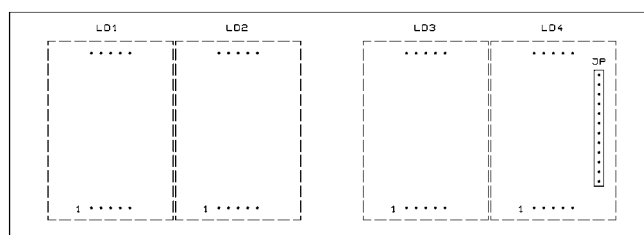
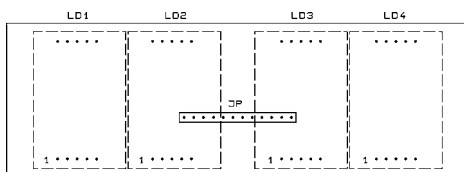
Rozmístění součástek – základní modul



Příklad sestavení modulu displeje 38 mm se základním modulem (desky spojeny k sobě stranami spojů)



Osazovací plány pro jednotlivé moduly (všechny 2x zmenšeny)



Ultrazvukový dálkoměr

Toto zařízení využívá známý jev – konečnou rychlost šíření zvuku ve vzduchu – k určování vzdálenosti odrazivých ploch. Je možné jej využít při měření vzdáleností v nepřístupných místech nebo si ulehčit měření rozměrů místnosti. Výsledek v centimetrech ukazuje třímístný LED displej, maximální dosah je tedy 9,99 m.

V praxi bohužel vzniká při větších vzdálenostech (u zkušebního vzorku 5 m a více) problém se zachycením ultrazvukového signálu díky silně směrové vyzařovací charakteristice ultrazvukových měničů a proto lze toto zařízení doporučit zejména k určování rozměrů místností. Spíše než o dálkoměr se tedy jedná o blízkoměr.

Popis zapojení

Nejdříve pro přehlednost stručně popíšeme průběh měření. Ultrazvukový vysílač vyšle krátký akustický impuls, který se zpožděním daným vzdáleností odrazové plochy dopadne na ultrazvukový přijímač. V okamžiku vyslání impulsu je spuštěn čítač. Z odraženého impulsu je získán logický signál, jehož náběžná hrana ovládá latch, která zachytí okamžitý stav čítače a zobrazuje jej až do zachycení příštího impulsu.

Na obr. 1 je schema zapojení celého přístroje. Hlavní součástí je integrovaný obvod IC5 – třímístný dekadický čítač 4553. BCD kód z jeho výstupů Q0 až Q3 je veden do dekodéru a budiče IC6 (4543), který budí tři sedmisegmentové LED displeje O1, O2 a O3. Čítač IC5 zároveň generuje tři signály DS1, DS2 a DS3, které prostřednictvím tranzistorů T2, T3 a T4 zajišťují časový multiplex jednotlivých cifr. Signály přivedené na vstupy MR (Master Reset) a LE (Latch Enable) IC5 zajišťují správné spuštění čítače a zobrazování měřených údajů. Hodinový vstup čítače je buzen signálem z výstupu multivibrátoru IC1B (556C), jehož kmitočet lze nastavit trimrem P2. Tento kmitočet musí být nastaven tak, aby údaj displeje odpovídal vzdálenosti, kterou musel urazit zvuk od vysílače ke stěně a zpátky k přijímači.

Předpokládáme rychlost zvuku ve vzduchu 340 m/s (tabulková hodnota je 337,8 m/s při 10 °C). Při vzdálenosti stěny 1 m musí zvuk urazit 2 m, což mu trvá $2/340=5,882353$ ms. Za tuto dobu musí čítač načítat 100 impulsů (údaj displeje 1.00). Kmitočet multivibrátoru by tedy měl být $100/5,882353=17$ kHz. Tento kmitočet můžeme nastavit i bez použití čítače tak, že měříme vzdálenost stěny, kterou jsme předem určili např. pásmem. Trimrem pak nastavíme kmitočet multivibrátoru tak, aby údaj na displeji odpovídal skutečnosti.



První polovina IC1 tvoří podobný multivibrátor, jehož výstupní napětí je použito k buzení ultrazvukového vysílače US1, a proto jsou poměry odporů zvoleny tak, aby střída výstupního signálu byla blízko 1:1. Jeho kmitočet musí být nastaven trimrem P1 na 40 kHz, kde se nachází maximum rezonanční křivky obou ultrazvukových čidel. I tento kmitočet lze nastavit bez čítače, jednoduše tak, že najdeme polohu, kde lze nejsnáze zachytit odražený signál při větší vzdálenosti odrazové plochy. Tento multivibrátor nekmítá stále, ale pouze tehdy, je-li na resetovacím vstupu napětí log.1.

Napětí z ultrazvukového přijímače US2 je zesíleno operačním zesilovačem IC2A a usměrněno usměrňova-

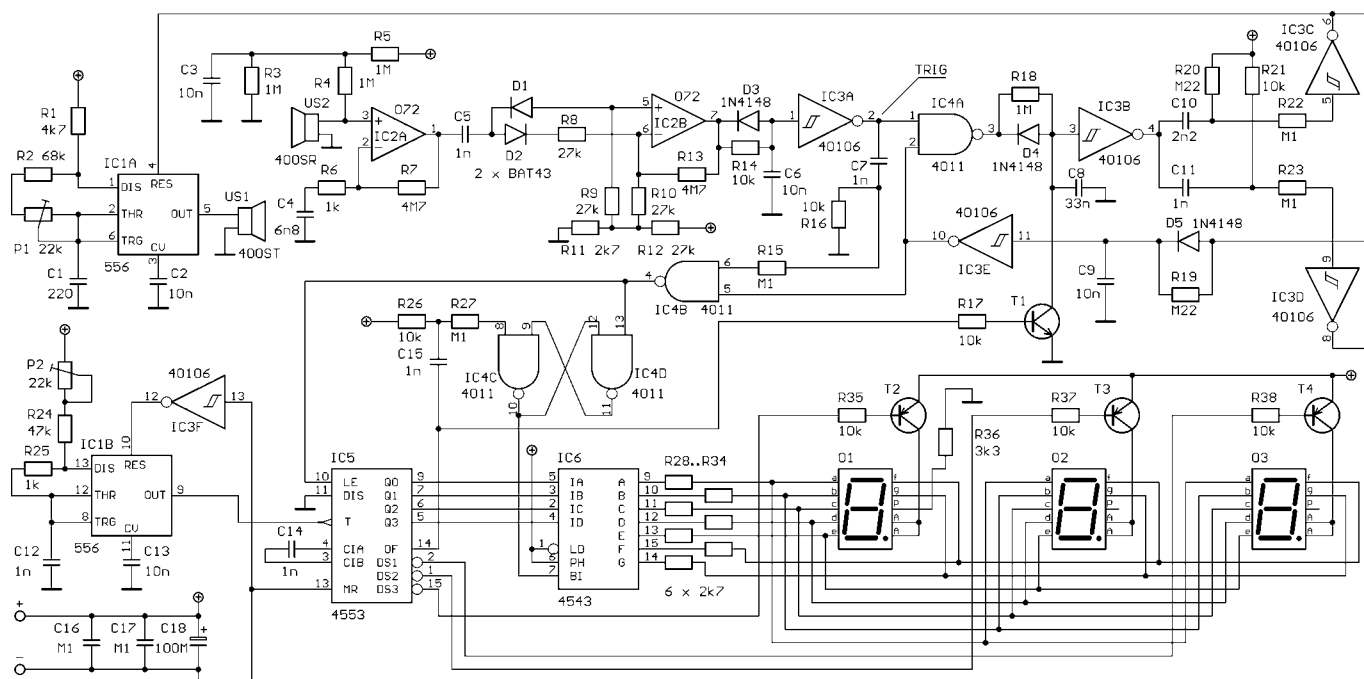
Ing. Pavel Mašika
stavebnice č. 316

Základní technické údaje:

Napájecí napětí:	9 až 18 V
Proudový odběr:	v klidu cca 6 mA (9 V), při indikaci do 40 mA
Maximální dosah:	9,99 m
Přesnost:	do 5 m lepší než 1 %

čem s IC2B. Dále je vyhlazeno RC členem R14C6, jehož nabíjecí konstanta je diodou D3 zkrácena na hodnotu zanedbatelnou vzhledem k měřeným intervalům. Na výstupu IC3A se tedy objeví log. jednička ihned po zachycení akustického signálu čidlem a jednotlivé půlvlny 40 kHz sinusovky jsou vyhlazeny pomalým vybíjením C6. Výstup IC3A (TRIG) můžeme považovat za signál, jehož náběžná hrana časově odpovídá dopadu odražené zvukové vlny na čidlo. Z tohoto signálu je derivací získán krátký impuls, jenž se po negaci hradlem IC4B objeví na vstupu LE IC5 a způsobí, že latch v IC5 „vyzobne“ okamžitý stav čítače a tento údaj zobrazuje až do příchodu dalšího impulsu. Funkce čítače není tímto vstupem nijak ovlivněna.

Výstup klopného obvodu RS z hradel IC4C a IC4D řídí vstup BL (Blank) dekodéru IC6. Log. jednička na tomto vstupu způsobí zhasnutí všech sedmi segmentů, v našem případě zhasnou všechny tři cifry. Tento stav nastane, je-li RS klopný obvod nastaven impulsem z výstupu OF (Overflow) IC5. Znamená to, že došlo k přetečení čítače dříve, než byl zachycen odražený akustický impuls. Na nulovací vstup tohoto klopného obvodu je přiveden stejný signál, jako na vstup LE IC5. Přejde-li tedy při dalším měřicím cyklu akustický impuls včas (před signálem overflow), výstup klopného obvodu jde do log. nuly a IC6 opět zobrazuje správný údaj.



Obr. 1 – Schema zapojení

Signál TRIG v log. jedničce po negaci hradlem IC4A způsobí vybití C8 přes diodu D4 a změnu stavu výstupu IC3B do log. jedničky. K návratu do původního stavu dojde až určitou dobu po návratu signálu TRIG do nuly, díky pomalému nabíjení C8 přes R18. Závěrná hrana na výstupu IC3B generuje přes derivační RC články dva různě dlouhé impulsy. Jeden na výstupu IC3C dlouhý asi 3 ms, spouštějící 40 kHz multivibrátor a druhý na výstupu IC3D dlouhý asi 5 μ s, resetující čítač IC5. Tyto dva impulsy spouštějí začátek nového měřicího cyklu. Mechanismus zpoždění článkem R18C8 zajišťuje překlenutí případné doby dozvuku, po kterou by mohly na čidlo dopadat další zpožděné akustické impulsy, odražené od vzdálenějších překážek. Způsobila-li by první závěrná hrana signálu TRIG spuštění dalšího měřicího cyklu, tyto zpožděné impulsy z předchozího měření by vyvolaly zobrazení falešného výsledku. Vybití kondenzátoru C8 a následné spuštění nového měřicího cyklu je v případě přetečení čítače zajištěno jiným mechanismem – sepnutím tranzistoru T1 na základě signálu OF.

Impuls spouštějící 40 kHz multivibrátor nabije přes diodu D5 kondenzátor C9 a výstup hradla IC3E přejde

do log. nuly. Po dobu, než se C9 vybije přes R19, je postup signálu TRIG zablokován hradlem IC4A a impuls získaný z náběžné hrany signálu TRIG hradlem IC4B. Po tuto dobu jsou ignorovány odražené akustické impulsy i impuls, který přichází na čidlo přímou cestou bez odrazu. Důsledkem toho je omezení minimální měřitelné vzdálenosti na cca 40 cm.

Konstrukce a oživení

Obrazce oboustranné desky plošných spojů jsou na obr. 2. Desku osazujeme podle obr. 3 nejdříve pasivními součástkami, nakonec integrovanými obvody. Ultrazvukové měniče připájíme naležato na okraj desky zatím pouze za jeden vývod, ke druhému vývodu přivedeme signál kouskem ohebného drátku. Zapojení by mělo fungovat na první pokus, připojení napájecího napětí je indikováno svítící desetinnou tečkou za první cifrou. Pomocí trimrů nastavíme kmitočty obou multivibrátorů – viz předchozí odstavce.

Při potížích zkontrolujeme postupně funkce všech dílčích součástí zapojení. Na výstupu IC2A by mělo být stejnosměrné napětí o velikosti poloviny napájecího napětí. Na výstupu IC2B má být v klidovém stavu (čidlo

US2 zakryjeme např. prstem, aby nepřijímalo odražený akustický signál) napětí asi $0,9 \times U_{\text{nap}}$. Výstup IC3A v log. nule, IC4A v log. jedničce, kondenzátor C8 je pravidelně vybitý přes T1 a nabíjen přes R18. Pokud čidlo nepřijímá žádný signál, IC4C je v log. jedničce a displej nezobrazuje žádnou cifru. Při zachycení odraženého impulsu se objeví na displeji údaj – to signalizuje správnou funkci čítače IC5 a dekodéru IC6. Při ožívání pomocí osciloskopu je třeba mít na paměti, že impulsy získané derivačními logickými signály jsou velmi krátké vzhledem ke své opakovací periodě, a proto je obtížné je na obyčejném osciloskopu s jednou časovou základnou sledovat.

Nejkritičtější fází ožívání je nastavení geometrické polohy obou ultrazvukových měničů – jejich směrové charakteristika by se měly co nejlépe krýt. Bohužel se nedá spolehnout na shodnost os akustických a os



geometrických, a tak nezbývá než dlouho experimentovat a jemným ohýbáním měničů na připájeném přívodu se postupně přibližovat optimálnímu stavu. Nakonec jejich polohu zajistíme připájením i druhého přívodu.

Poznámky

Výkon, vyzařovaný ultrazvukovým vysílačem (a tím i dosah) je možné zlepšit zvýšením napájecího napětí až na 18 V (např. dvě devítivoltové baterie). Většina použitých integrovaných obvodů toto napětí snese, jedinou výjimkou by mohl být obvod 4011, který má od některých výrobců zaručené maximální napájecí napětí pouze 15 V. Dá se ale předpokládat, že i tyto kousky snesou určité přetížení.

Zapojení je možné snadno upravit pro regulaci jasu displeje. Na emitory tranzistorů T2 až T4 musíme přivést proměnné napětí z regulovatelného stabilizátoru (nesmí být ovšem vyšší než napájecí napětí). Pokud ne-

chceme jas displeje regulovat, ale např. pouze zvýšit pro použití v silně osvětlených prostorách, docílíme toho zmenšením odporů R28 až R34.

Pro ty, kteří rádi experimentují, se nabízí pár možností, jak si s tímto přístrojkem pohrát. Jednak je možné měnit zesílení vstupního zesilovače – pro podstatné zvýšení bude patrně nutné nahradit IC2 nějakým jakostnějším operačním zesilovačem s větším ziskem otevřené smyčky. Dále můžeme nahradit rezistor R19 potenciometrem, jenž bude ovlivňovat minimální měřitelnou vzdálenost. Při odrazu od členitější překážky tak lze odblokováním prvních odrazů změřit více vzdáleností z jednoho místa.

Při používání dálkoměru např. v bytě, kde jsou plochy „rozbity“ nábytkem a spoustou různých předmětů, nelze očekávat příliš skvělé výsledky. Uplatnění najde spíše v novostavbách (např. pro kontrolu souběžnosti zdí) nebo v situacích, kdy je potřeba neustále kontrolovat polohu určitého předmětu.

Seznam součástek

Rezistory

R1	4k7
R2	68k
R3,R4,R5,R18	1M – 4ks
R6,R25	1k – 2ks
R7,R13	4M7 – 2ks
R8,R9,R10,R12	27k – 4ks
R11,R28 až R34	2k7 – 8ks
R14,R16,R17,R21, R26,R35,R37,R38	10k – 8ks
R15,R22,R23,R27	M1 – 4ks
R19,R20	M22 – 2ks
R24	47k
R36	3k3

Trimry

P1,P2	22k PT10-L – 2ks
-------	------------------

Kondenzátory

C1	220 FKS-2
C2,C3,C6,C9,C13	10n KERKO – 5ks
C4	6n8 KERKO
C5,C7,C11,C14,C15	1n KERKO – 5ks
C8	33n KERKO
C10	2n2 KERKO
C12	1n FKS-2
C16,C17	M1 KERKO – 2ks
C18	100M/25 RAD

Diody

D1,D2	BAT43 – 2ks
D3,D4,D5	1N4148 – 3ks

Tranzistory

T1	BC237B
T2,T3,T4	BC559C – 3ks

Integrované obvody

IC1	556C
IC2	TL072
IC3	40106
IC4	4011
IC5	4553
IC6	4543

Displeje

O1,O2,O3	SA56-11 EWA – 3ks
----------	-------------------

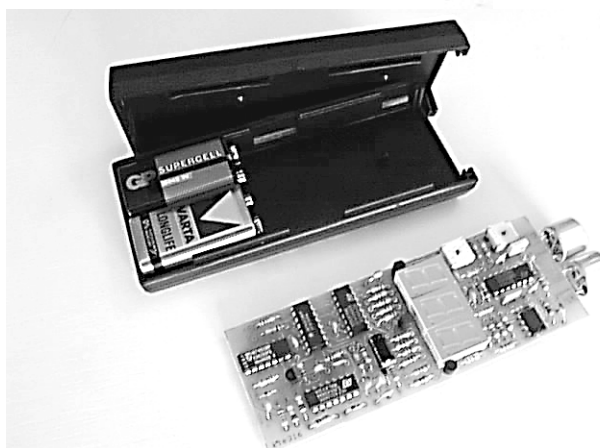
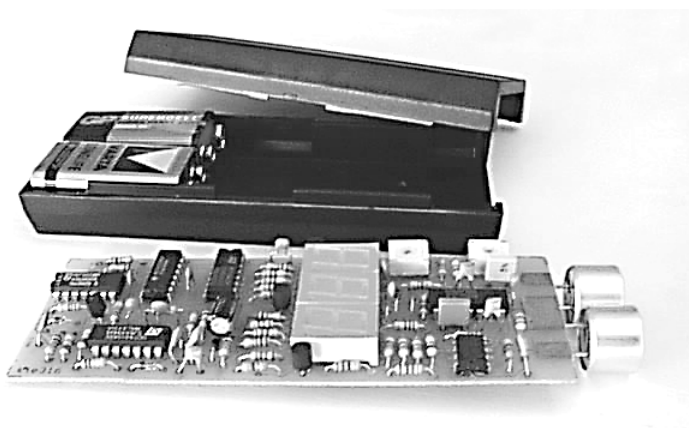
Ultrazvuková čidla

US1	400ST
US2	400SR

Plošný spoj

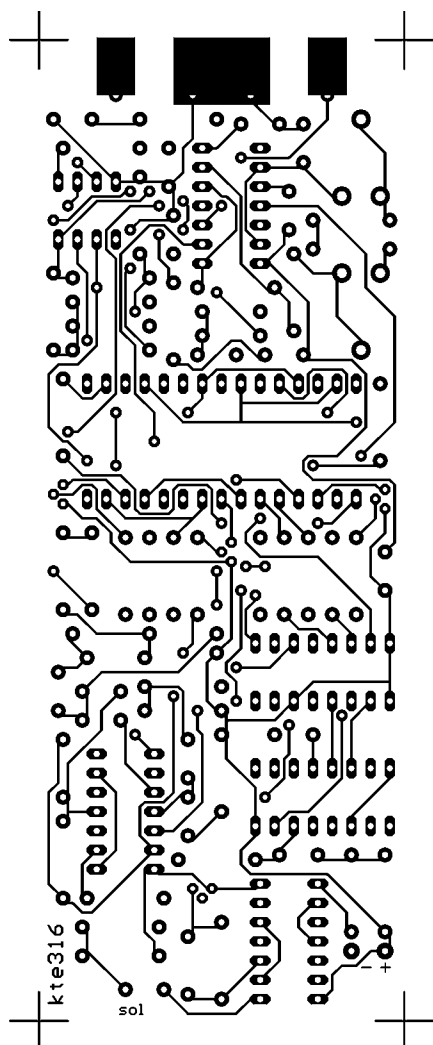
kte316

Cena sady součástek včetně plošného spoje: 747 Kč.

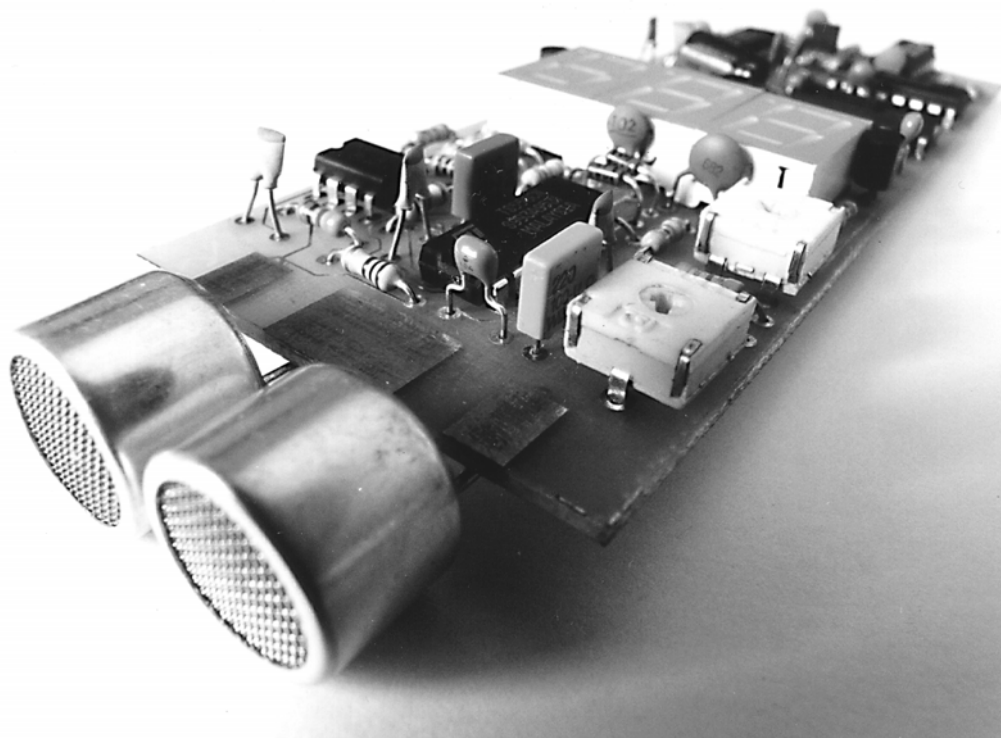
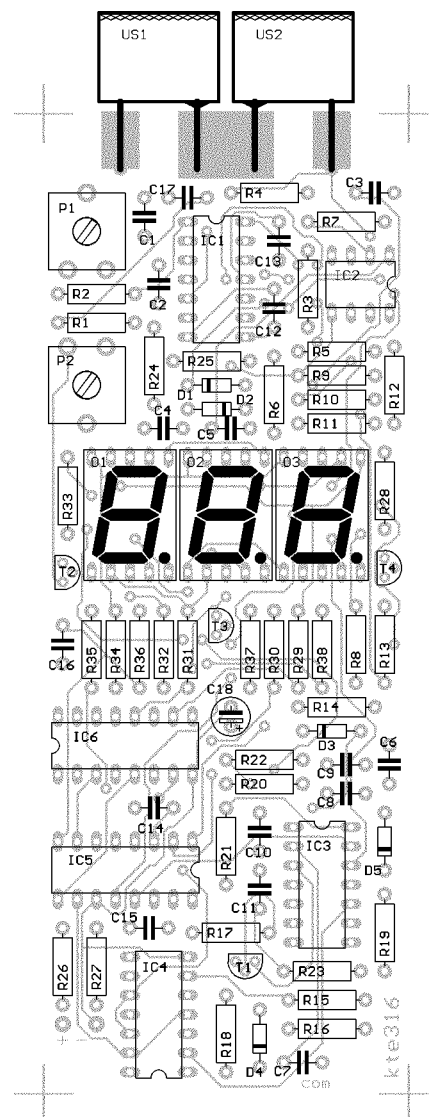
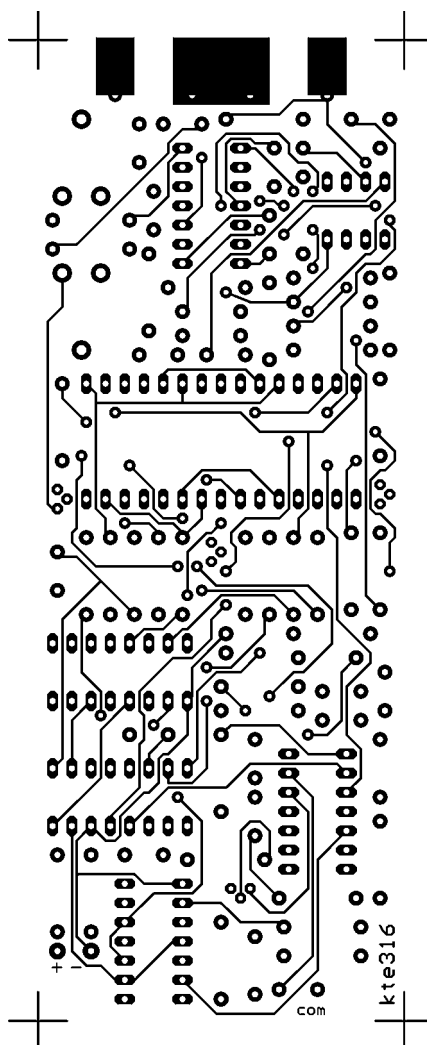


Obr. 4 – Plošný spoj lze umístit i s bateriemi do plastové krabičky typu RAK

Obr. 2 – Plošné spoje ↓



Obr. 3 – Rozmístění součástek →



TRI 1 musíme při proudu 1 A „uchladit“ asi 2 W, na TRI 2 při proudu 2,5 A dokonce více než 4 W. Tomu musí odpovídat velikost chladicí plochy a s tím spojené celkové konstrukční uspořádání. Protože jsem umístil celé zařízení do plastové krabice U-VATRON, kde není na velké chladíče dost místa, musel jsem omezit příkony spotřebičů na 220 W pro hlavní a 550 W pro podřízené spotřebiče. Při lepším chlazení triaků můžeme využívat jejich maximálního jmenovitého proudu 5 A, nebo použít triaky s větším jmenovitým proudem (a patřičným chlazením). Pro „nepřátele polovodičového spínání“ a hlavně pro zvětšení příkonu podřízených spotřebičů, uvádím na obr. 2 zapojení, které spíná proud podřízených zásuvek pomocí relé. Princip snímání proudu je stejný jako ve výše popsaném obvodu na obr. 1 s tím rozdílem, že místo optotriaku je spínán optočlen s tranzistorem. Ten potom následně spíná tranzistor T1, který

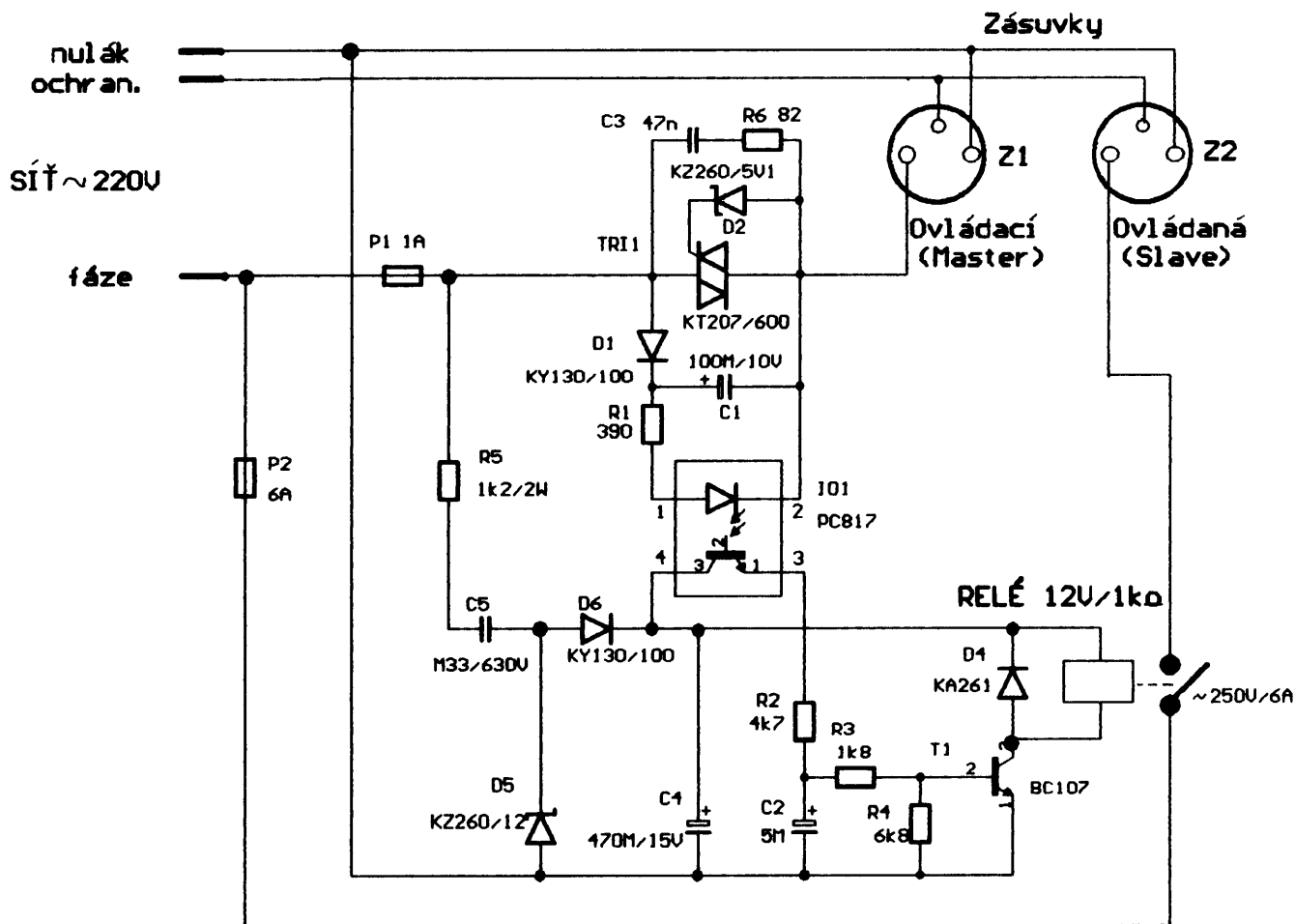
ovládá relé. Snímaný úbytek napětí nemusí být tak dobře filtrován jako v zapojení s triakem, protože ve druhé půlperiodě přidrží relé náboj kondenzátoru C2. Tento kondenzátor zároveň zpožďuje okamžik zapnutí a vypnutí proudu v podřízených zásuvkách (asi o 1–2 sec. oproti zásuvce hlavní) a tím snižuje proudové rázy v síti. Celý obvod tranzistoru T1 a relé je napájen jednoduchým jednobodovým zdrojem, tvořeným součástmi R5, C5, D5, D6 a C4. Jmenovitou hodnotou zenerova napětí diody D5 je dáno výstupní napětí, výstupní proud je dán velikostí kondenzátoru C5. Použijeme-li relé s jiným pracovním napětím a jiným odběrem, změníme hodnoty těchto součástí. Při uvádění do chodu nejsou žádné potíže, obě zapojení pracují bez problémů. Je vhodné zkontrolovat proud tekoucí do diod optotriaku a optočlenu (měření napětí na předřazených rezistorech R2, R1) a popřípadě upravit správný pracovní proud změnou

hodnot těchto rezistorů. Protože snímací triak TRI 1 „řeže“ síťovou sinusovku k vytvoření potřebného ovládacího napětí, hrozí určité nebezpečí vzniku rušení. Vzhledem k tomu, že oříznutí je blízko průchodu síťové sinusovky nulou a díky paralelním členům C3R5 a C3R6, je rušení velmi malé.

Výše popsané obvody nemají být přímo stavebním návodem, spíše podmětem k řešení podobných obvodů s moderními součástkami. **Při jejich realizaci je nutno mít neustále na mysli, že jde o obvody spojené se sítí a zachovávat při práci a hlavně při oživování dostatečnou opatrnost!**

Použitá literatura:

- [1] Automatický síťový spínač – Amatérské radio A9/93
- [2] Řídící a podřízená síťová zásuvka – Amatérské radio B6/93
- [3] Kolektiv autorů – Radioamatérské konstrukce 2 SNTL – populární elektronika svazek 5 – 1983



Obr. 1 – Schéma zapojení zásuvky spínané pomocí relé

Odborná literatura

Vymýšlet již jednou vymyšlené je ztráta času, to ví každý. Skeptický konstruktér často nabývá dojmu, že už se nic nového vymyslet prostě nedá. (Murphyho zákon: „Přihlášku tvého vynálezu vždy o týden předejde někdo jiný.“) Každopádně informace mají obrovskou hodnotu a kdo ví, kde hledat, většinou bývá mnohem schopnější, než nabíflovaný génius. Často je nejdůležitější jenom vědět o existenci toho kterého pramenu.

Proto na stránkách našeho časopisu budeme přinášet informace o knihách, které některým čtenářům mohou ušetřit mnoho času a trablů, jiným zase mohou přinést mnoho „hezkých chvil“. Zejména se budeme věnovat knihám zahraničním, protože pro obvyčejného člověka jsou informace o nich podstatně utajenější, než informace o tuzemské produkci.

E. W. Greeneich:

Analog Integrated Circuits

Kniha je přehledným souhrnem problematiky návrhu a analýzy moderních analogových obvodů využívajících integrované technologie bipolárních i polem řízených tranzistorů. V textu jsou zahrnuty i nejnovější poznatky z oboru a přitom je kladen důraz na důkladné pochopení základních „stavebních kamenů“ společných většině analogových obvodů. Užitečná kniha pro studenty i profesionály.

Březen 1997 Chapman & Hall, 250 stran, 52 ilustrací, ISBN 0-412-08521-6, cena cca 55 liber.

A. Dabrowski:

Multirate and Multiphase Switched-capacitor Circuits

Obvody se spínanými kondenzátory (SC) lze využít zejména ve filtrech, převodnicích, oscilátorech, fázových závěsech, modulátorech, komparátorech a dalších příbuzných obvodech. Tato kniha, určená pro pokročilejší studenty i pro profesionální vývojáře, je zaměřena na filtry FIR a IIR realizované technikou SC, simulující klasické bezztrátové obvody. Zvláštní pozornost je věnována analýze multifrekvenčních a multifázových SC obvodů.

Kniha kompaktní formou shrnuje mnoho informací o daném problému, které lze jinak nalézt pouze ve výzkumných zprávách, protokolech z konferencí apod.

Leden 1997 Chapman & Hall, 312 stran, 128 ilustrací, ISBN 0-412-72490-1, cena 60 liber.

T. J. Stonham:

Digital Logic Techniques

Nové vydání úspěšné knihy zabývající se reprezentacemi dat, kombinačními i sekvenčními logickými obvody a počítačovou architekturou je rozšířeno o kapitulu o návrhu aritmetických procesorů. Text je také obohacen o další množství praktických příkladů a cvičení.

Červenec 1996 Chapman & Hall, 216 stran, 181 ilustrací, ISBN 0-412-54970-0, cena 14,99 liber.

J. Crowe, B. Hayes-Gill:

Introduction to Digital Electronics

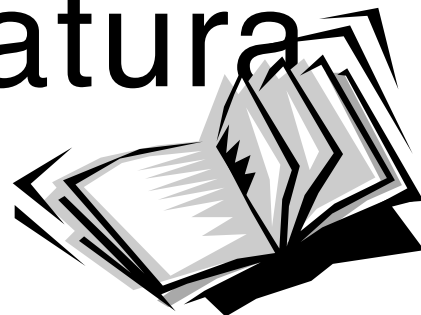
Tato kniha čtenáře provází od úplných základů digitálních obvodů až k velmi pokročilým technikám používaným v této oblasti. Je ideální pro inženýrské i vědecké studium, pro ty, kteří potřebují problematiku důkladně studovat od základních principů až po velmi náročná témata. Text je stručný a přístupný, nepředpokládá se žádné hlubší předchozí znalosti. S pomocí testů a cvičení si může každý zvolit své tempo studia a pro pokročilé může kniha zároveň sloužit jako užitečný průvodce po komplikovanějších problémech.

Květen 1997 Arnold, 288 stran, ISBN 0-340-64570-9, cena 10,99 liber.

A. J. Rogers:

Essentials of Optoelectronics

Tato kniha přináší kompletní a zároveň detailní pohled na problematiku optoelektroniky. Autor, dlouholetý výzkumný pracovník a učitel z Londýnské King's College, umožňuje čtenáři nahlédnout do hloubky fyzikálních procesů nenásilnou a čtivou formou.



Z konkrétních aplikací, zde rozebíraných, lze jmenovat lasery, vlnovody, detektory, nelineární optiku, zpracování optických signálů a optické výpočetní systémy.

Leden 1997 Chapman & Hall, 480 stran, ISBN 0-412-40890-2, cena 35 liber.

W. Buchanan:

Microelectronic Systems

Celkový pohled na návrh, modelování a testování mikroeletronických systémů. Obsahuje souhrnné informace o materiálech včetně nových poznatků, zvláštní pozornost je věnována jazykům VHDL a PSPICE používaným při modelování. Softwarová prezentace a podpůrné programy jsou přístupné na Internetu.

Únor 1997 Arnold, 288 stran, ISBN 0-340-67771-6, cena 19,99 liber.

(Pozn.: ISBN je desetimístné číslo, mezinárodně a jednoznačně identifikující danou knihu, čili takové „rodné číslo knihy“.)

Reklamní plocha