

Zprávy z redakce

Něco na úvod	str. 4
Listárna	str. 4

Novinky a zajímavosti

Přesný zdroj a multimetr	str. 5
CADELEC – Software pro elektrotechnické aplikace	str. 6
Programovatelný oscilátor s kmitočtovým děličem	str. 7
Výkonový zesilovač 900 MHz	str. 8
Nejmenší napěťový invertor	str. 8
Zdrojový modul 1 a 2 kV	str. 8
Odborná literatura	str. 40

Začínáme

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

Teorie

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

Zajímavé obvody

Frekvenční komparátor	str. 20
Automatické odpojení vybité baterie	str. 20
Jednoduchý přípravek na odzkoušení IO 555	str. 21
Digitální třífázový generátor	str. 21
MAX 860/861 – nové „nábojové pumpy“ od MAXIMA	str. 22
Krystalový oscilátor s malou spotřebou	str. 23

Konstrukce

Programátor jednočipových procesorů PIC a sériových paměti EEPROM	str. 24
Zajištění vozidla proti odcizení podruhé	str. 27
Napájecí zdroj 2 až 30 V/1,5 A s proudovým omezením	str. 28
Bezkontaktní ovládání síťových spotřebičů	str. 32

KTE – magazín elektroniky

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

Sekretariát: Markéta Pelichová, tel./fax: 02 / 697 53 55 F **Šéfredaktor:** Jakub Hynek, **technický redaktor:** Lubomír Bláha

Layout & DTP: Redakce F **Fotografie na titulní straně:** Oldřich Petřina F Při tvorbě elektronických schémat je využíváno programu LSD 2000 F 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 25 Kč/29 Sk, předplatné 20 Kč/24 Sk. Objednávky inzerce přijímá redakce.

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

Osvět: 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. a soukromé distribuční firmy, **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

Předplatné zajišťuje: v ČR redakce, v SR: KTE, P.O. BOX 6, Školská 19, 900 24 Veľký Biel;

Abopress, s.r.o., Vajnorská 134, 831 04 Bratislava

Něco na úvod...

Jak jste si mohli na tomto místě přečíst již minulý měsíc, dochází od čísla 6/97 k určité změně ceny našeho časopisu. Čtenáři, kteří KTE magazín kupují u stánku, zaplatí od nynějška za výtisk 25 Kč, resp. 29 Sk (jsou-li ze Slovenska). Cena předplatného se ovšem nemění, takže kdo si časopis včas předplatil (nebo to rychle udělá), může do konce roku ještě nějakou tu korunu ušetřit. Předplatné v České republice lze objednat pomocí kupónu na straně 41 časopisu, čtenáři ze Slovenska se mohou obrátit na jednu

z adres, které jsou uvedeny jak na str. 41, tak v tiráži každého čísla. I pro slovenské předplatitele platí zvýhodněná cena – 24 Sk za číslo.

Další informace je určena zvláště těm čtenářům, kteří se zúčastnili (nebo chtějí zúčastnit) naší čtenářské soutěže. Její první kolo bude ukončeno koncem června (tedy někdy v době, kdy čtete tyto řádky). Předpokládáme, že již v příštím čísle vás budeme moci seznámit s výsledky. Váhavější konstruktéři ale nemusí mít strach, že už ztratili šanci se v soutěži umístit – ta totiž dále po-

kračuje v dalším pololetí a všechny příspěvky, došlé po 1. červenci, do ní budou automaticky zařazeny.

Jakub Hynek

OPRAVA

V minulém čísle ve článku Ultrazvukový dálkoměr došlo k chybě v popisu konstrukce. Rezistory R11 a R12 jsou navzájem zaměněny – R11 má mít správně hodnotu 27k, R12 2k7. Autor se čtenářům omlouvá.

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.

Prosím o zaslání složenky typu A, která je za potřebí k zaplacení objednaných výtisků Vašich časopisů KTE.

Dle informace na poště nelze vyzvedávat tam, ale nutno zaslat Vámi.

*Děkuji za kladné vyřízení a ochotu.
S pozdravem*

Beran Zdeněk, Česká Lípa

Složenku Vám samozřejmě rádi posíláme, ale informace, kterou Vám podali na poště, nebyla pravdivá. Jak jsme si telefonicky ověřili přímo na generálním ředitelství České pošty, poukázku typu A by Vám měli na poště normálně vydat. Jediný problém je údajně v tom, že někteří zákazníci vyplní bílou složenku špatně a jsou potom problémy s provedením platby. To je možná důvod, proč na některých poštách odmítají prázdné složenky vydávat, žádný jiný důvod k tomu mít nemohou a je tedy pouze

na Vás, jak vehementně ji budete vymáhat. Pokud Vám na některé poště skutečně složenku nevydají, napište nám o tom (uvedte adresu pošty).

KTE magazíne!

Upozorňuji Vás na to, že již delší dobu je napětí sítě ČR 230 V~ a ne 220 V.

Stále uvádíte staré napětí ve schematech.

přítel...

Za upozornění děkujeme. Jedná se samozřejmě o drobné opomenutí některých autorů, kteří ještě nemají změnu tak zažitou (byla provedena před nedávnem). Snažíme se o nápravu – viz konstrukce napájecího zdroje v tomto čísle.

Vážená redakce!

Dostalo se mi do rukou 4. číslo Vašeho časopisu, kde na straně 20 je popsáno zařízení zajišťující vozidlo proti odcizení. Protože tento obvod znám velmi dobře, přišlo mi na mysl při prohlížení schématu rčení: přání otcem myšlenky.

První chybou je velká hodnota rezistoru v anodě tyristoru. Každý tyristor má tzv. přídržný proud, který musí nut-

ně protékat tyristorem, aby zůstal otevřený. Podle katalogu jsou běžné hodnoty kolem 20 mA, jediný měl 12 mA. Když vezmeme v úvahu pokles napětí akumulátoru při startování, je nutno vybrat takový rezistor, který hodnotu tohoto proudu zaručí.

Druhou chybou je špatně chápaná funkce tohoto obvodu. Pokud je na vstupu RESET tj. vývod č. 4 napětí 0,7 V nebo větší, což je i v případě sepnutého tyristoru, chová se tento obvod tak, jako by vývod č. 4 byl připojen přímo na napájecí napětí, tj. bez omezení a bude vypínat zapalování i majiteli vozidla. Pokud na tomto vývodu bude napětí menší než 0,7 V, překlopí se výstup do takového stavu, kdy na něm bude nulový potenciál a relé bude trvale sepnuté, proto je tento vstup také označen výrazem RESET.

Protože se mi nechce s autorem tohoto návrhu polemizovat na dálku, nevádím ani svoji adresu. Nakonec si moje tvrzení můžete ověřit sami, konstrukce není tak nákladná, i když původní záměr autora je chválný.

S pozdravem (podpis nečitelný)

Děkujeme za upozornění na chybu. Připomínku předáme autorovi konstrukce, aby měl možnost se k ní vyjádřit. V rubrice konstrukce také otiskujeme jinou verzi zařízení, zaslano čtenářem.

Listárnu připravil – JHY –

Přesný zdroj a multimetr

Je jím Keithley 2410. Pracuje jako zdroj přesného napětí ve velmi širokém rozsahu od $\pm 5 \mu\text{V}$ do $\pm 1100 \text{ V}$.

Jako voltmetr měří napětí od $\pm 1 \mu\text{V}$ do $\pm 1100 \text{ V}$. Může rovněž generovat proud od $\pm 500 \text{ pA}$ ($\pm 5 \cdot 10^{-10} \text{ A}$) do $\pm 3 \text{ A}$ nebo měřit proud od $\pm 100 \text{ pA}$ do $\pm 3 \text{ A}$. Firma Keithley Instruments, USA nazvala proto svůj model 2410 příznačně sourcemetem (zdroj-měřič).

Přístroj kromě uvedených funkcí také měří odpor v rozsahu 1Ω až $200 \text{ M}\Omega$.

Přesnost zdroje se během 1 roku mění od $0,02 \%$ do $0,88 \%$ podle použitého rozsahu.

Přístroj provede při 4,5 místném zobrazení více než 1000 čtení za sekundu přes rozhraní IEEE-488 nebo 2000 čtení za sekundu do své paměti (1 čtení $500 \mu\text{s}$). Vyrovnávací paměť pojme až 5000 čtení s rozlišením 5,5 místa.

Sourcemet je vhodný pro automatizovaná měření elektronických součástek při jejich výrobě. Mohou to být rezistory, jejich sítě, polovodičové součástky, displeje, solární články nebo hybridní obvody aj. Použijeme jej ve všech případech, kde vyžadujeme přesný zdroj proudu, napětí a jejich přesné měření.

– Hav –

*Podle Industrial Products, 1997
Spring, s. 18.*



Inzerce

Reklamní plocha

Pro méně náročné uživatele existuje Cadelec LT, nadstavba AutoCADu LT. Je to v podstatě částečně okleštěná verze (samozřejmě mnohem levnější). Výkresy či projekty Cadelecu LT jsou plně kompatibilní s velkým Cadelecem, takže je v něm lze načíst a dále upravovat.

- křížové odkazy pro prvky: přístroj (relé, stykač) je umístěn jinde než jeho kontakty. Vzájemné odkazy jsou generovány automaticky s hlídáním projektantských chyb (např. příliš mnoho kontaktů k relé, stykače).
- práce v síti: současná práce více uživatelů na stejném projektu.
- Cadelec je plně lokalizován do češtiny.

[illegible]

Hardwarové a softwarové požadavky

Cadelec pro DOS:

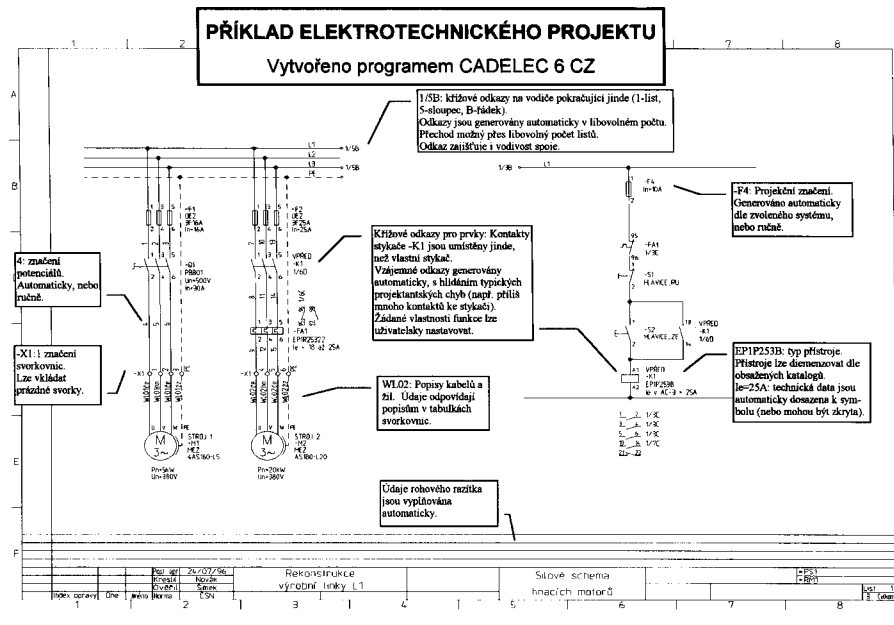
AutoCAD R 12 nebo 13
MS DOS 5.0 nebo vyšší
procesor 486
min. 12 MB RAM

Cadelec pro WIN NT:

AutoCAD R 13
WIN NT 4.0, WIN 95
procesor Pentium 120 MHz
32 MB RAM
mechanika CD-ROM

Cadelec LT:

AutoCAD LT
Windows 3.1, 95 (doporu-
čeny české Windows)
procesor 486
min. 8 MB RAM



Reklamní plocha

Programovatelný oscilátor s kmitočtovým děličem

Dallas Semiconductors, USA, nabízí integrovaný obvod s oscilátorem a programovatelným děličem kmitočtu, který nevyžaduje žádnou další vnější součástku. Obvod DS1075 obsahuje základní oscilátor, dělič kmitočtu a nevolatilní paměť, do které se ukládají potřebné hodnoty nastavení kmitočtu. Těmi může být řada diskretních kmitočtů od 0,2 do 100 MHz. Kmitočet je nastaven v toleranci $\pm 0,5\%$ a teplotní i napěťové změny jsou nejvýše $\pm 2\%$. Obvod má napájení 5 V. V případě potřeby je možné použít vnější hodinový kmitočet nebo krystal jako reference pro místní základní oscilátor. Integrovaný obvod DS 1075 se dodává v plastickém pouzdře s 8 vývody pro běžnou nebo povrchovou montáž. Umožňuje velmi ekonomické řešení zdroje kmitočtu.

— Hav —

Podle Electronic product news 1997, č. 2, s. 23

Reklamní plocha

Malá škola praktické elektroniky

(6. část)

Barevná světýlka

Už víme, jak se rozsvítí svítivá dioda. Zopakujeme si, že svítivá dioda při průchodu proudem I_F asi 10 až 20 mA svítí a že přitom je na diodě napětí U_F asi 2 V. Sami jste si spočítali, že pro připojení LED na $U_Z = 12$ V a proudem $I_F = 10$ mA je třeba připojit do série s LED rezistor $R = (U_Z - U_F) / I_F$ a po dosažení vyjde $R = (12 - 2) / 0,01 = 1000$ ohmů.

Z fyziky víme že 1000 m je 1 km a podobně 1000 ohmů je 1 kiloohm, píšeme že $1000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega$.

Co kdybychom zkusili použít rezistor 680 ohmů, který máme z předchozího pokusu?

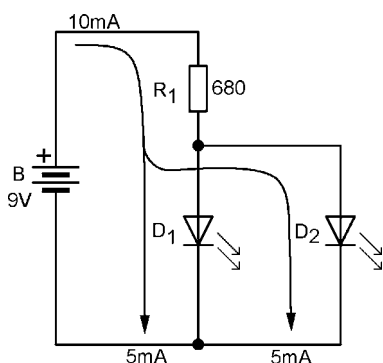
$$I_F = (U_Z - U_F) / R$$

$$I_F = (12 - 2) / 680 = 0,0147058824,$$

tedy asi 15 mA. Běžná LED má svůj obvyklý jas definovaný při proudě 20 mA, takže je všechno v pořádku. Takhle například je zapojené světýlko v autorádiu nebo přehrávači, nebo indikátor zatažené ruční brzdy.

2. Pokus

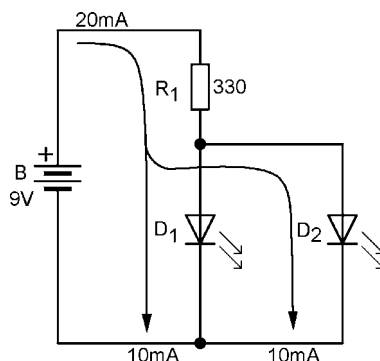
K LED podle minulého pokusu připojíme paralelně ještě jednu LED. Na nepájivém poli je to během okamžiku. Svítí obě? Pokud jsou stejné, asi ano, ale proud se musí rozdělit do dvou diod, takže svítí asi polovičním jasnem.



Podle Kirchhoffova zákona se proud tekoucí do uzlu rovná součtu proudů tekoucích z uzlu do obou větví. Napětí na obou diodách bude stejné, ale proud tekoucí rezistorem bude muset být dvojnásobný.

$$R = (U_Z - U_F) / 2 \cdot I_F$$

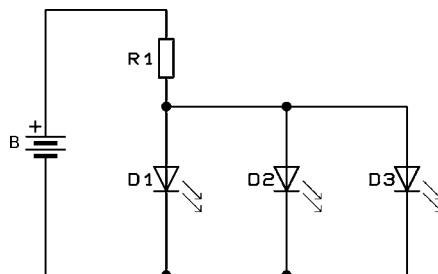
$R = (9 - 2) / 0,02 = 7 / 0,02 = 350$ ohmů. Použijeme například rezistor 330 ohmů.



Pokud bychom diody připojili k ploché baterii s napětím 4,5 V, použijeme rezistor 120 ohmů.

3. Pokus

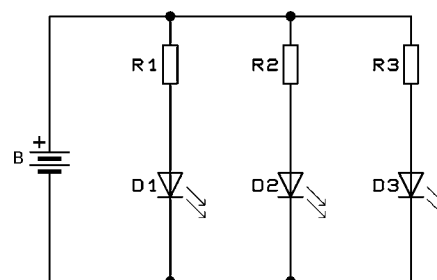
Podobně můžeme připojit ještě třetí LED. Pokud je i na ní při svitu stejné napětí, budou opět svítit všechny.



Pokud ale některá hladovější LED sežere proud těm, kteří potřebují pro proud na rozsvícení větší napětí, ty svítí málo nebo vůbec ne. Nejsou vadné, jenom trochu jiné. Když chceme, aby současně svítily různé LED s jiným napětím U_F při svitu,

budeme každou napájet přes vlastní rezistor.

Stejná koťátka mohou jíst ze stejné misky. Různě velcí psi mají každý svou misku.



Jak to, že jsou některé LED jiné?

Stačí se podívat do katalogového listu. Katalog je další věc, která je často zapotřebí a je dobré ho mít.

U některých LED se u různých barev napětí U_F liší, například:

typ	barva	I_F [mA]	U_F [V]
LQ1112	červená	20	$1,65 \leq 2$
LQ1412	žlutá	20	$2,5 \leq 3$
LQ1717	zelená	20	$3 \leq 3,5$

u jiného typu se liší málo, například:

L-HLMP-3300	červená	10	2,2
L-HLMP-3502	zelená	10	2,3
L-HLMP-3400	žlutá	10	2,2

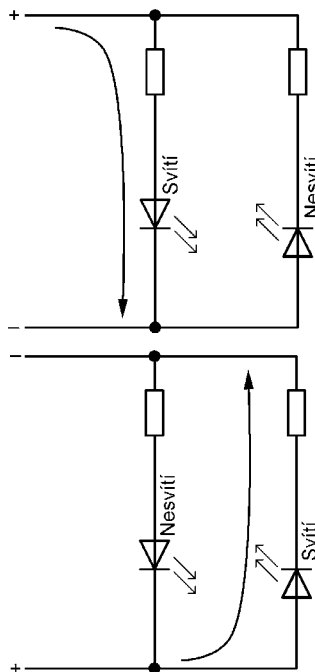
Když už se díváme do katalogu, vidíme, že v označování barev jsou používány cizí slova nebo zkratky.

barva	anglicky	německy
červená	red	rot
zelená	green	grün
žlutá	yellow	gelb

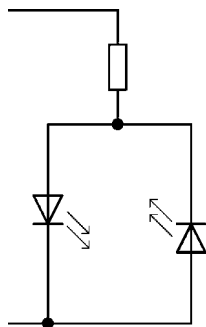
4. pokus

Co se stane, když LED zapojím obráceně, nezničí ji? LED je dioda, proud prochází jen ve směru od anody ke katodě, přitom LED svítí. Při obrácené polaritě proud neteče, LED nesví-

tí. Takhle můžete proti sobě zapojit dvě různobarevné LED. Vždy svítí jenom ta, kterou protéká proud. K čemu je to dobré? Například jako indikátor polarity napětí, indikátor přepnutí nějakého stavu, například klidového a poplašného atd.



Zase mohou mít každá svůj rezistor, nebo mohou mít jeden společný.



5. pokus

Stále pro jednoduchost počítáme s proudem 10 mA, který stačí k rozsvícení LED, ale v katalogu bývá u běžných LED pro plný jas uveden proud $I_F = 20$ mA.

Vrátíme se k 1. pokusu a k baterii připojíme přes rezistor jednu LED:

Při napětí 9 V a s rezistorem 680 ohmů je proud asi 10 mA

a s rezistorem 390 ohmů je proud asi 18 mA

nebo při napětí 4,5 V a s rezistorem 240 ohmů je proud asi 10 mA

a s rezistorem 150 ohmů je proud asi 18 mA.

Jaký je rozdíl ve svitu? O tom se přesvědčte sami.

Zvláštní svítivé diody

- vysoce svítivé
- samoblikající
- modré
- dvojbarevné

Vysoce svítivé LED

Už jste jistě viděli cyklistu s výrazným blikajícím zadním světlem. Nově to bývají vysoce svítivé LED. Údaj, který budeme hledat v katalogu, je svítivost, proud I_F a cena.

Svítivost

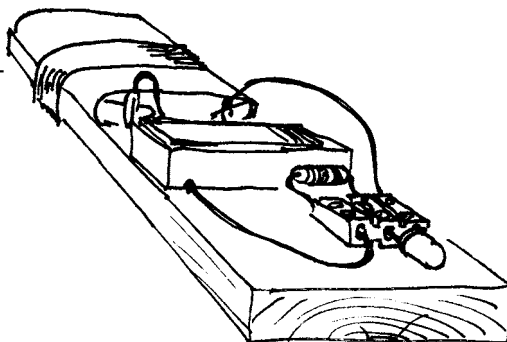
Svítivost LED se uvádí v mcd – milikandelách. Obvykle bývá 1 až 5 mcd. Vysoce svítivé mají svítivost až 3000 mcd. Proud pro rozsvícení takové diody je také asi 20 mA, u některých je to ale až 70 mA. To vše bývá uvedeno v katalogu. Velkou svítivost mohou mít LED s průměrem 10 mm, ale i menší.

Čísla nám asi moc neřeknou, zase si to můžeme zkusit sami.

V létě venku večer si můžete zkusit, na jakou vzdálenost uvidíte různé LED svítit. Zkuste si i vysoce svítivou LED.

Praktický pokus pro úplné začátečníky:

Na prkénko široké asi 6 cm a dlouhé asi 10 cm přišroubujeme lustrsvorku, zvonkové tlačítko a plochou gumou do trenýrek přivážeme plochou baterii. Do lustrsvorky připojíme LED s vysokou svítivostí a rezistor a propojíme přes tlačítko s baterií. A můžeme si ve tmě vysílat s kamarádem Morseovou abecedou.



Samoblikající LED

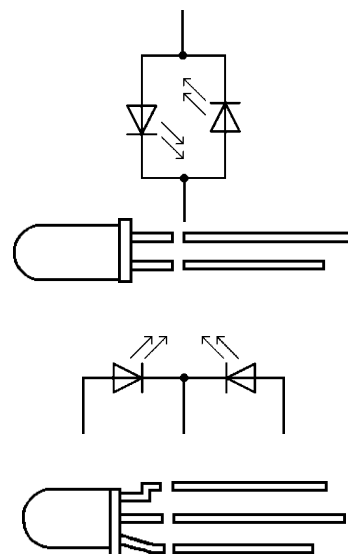
Samoblikající LED stačí připojit na stejnosměrné napětí a pak sama bliká. V katalogu bývá uvedeno potřebné napětí, u některých je to 3 až 15 V. K čemu to je dobré? Například k indikaci, že v autě je zapnuté zabezpečovací zařízení, k různým výstrahám a podobně.

Modré LED

Kromě červené, zelené a žluté jsou i jiné barvy – oranžová (orange), jantarová (amber) i modrá (blue). Modré jsou vzácné jako modré růže, protože jejich výroba je náročnější, než u jiných barev. V katalogu bývá barva uvedena slovně, nebo její vlnová délka v nm (nanometrech), ale to je spíš pro úplnost údajů.

Dvojbarevné LED

Sloučením dvou svítivých diod do jednoho pouzdra nabízejí výrobci dvojbarevnou svítivou diodu. Některé mají dvě diody zapojené antiparalelně, tedy paralelně ale proti sobě, nebo mají dvě diody se společnou katodou, nebo (méně často) anodou. K čemu je to dobré? Například v televizi vám červené světýlko na předním panelu signalizuje, že televize je v pohotovostním (stand by – čti stend baj) stavu, odebírá jen malý proud (spí) a jen přijímač dálkového ovládání čeká na spuštění. Po něm se svítí též LED změní z červené barvy na zelenou.



Shrnutí

aneb co všechno k pokusům potřebujeme

nářadí:

- stranové elektrikařské štípací kleště
- pinzetu
- kapesní nůž na odizolování konců vodičů
- nepájivé kontaktní pole nebo (kdo ho nemá)
 - elektrikařskou lustrsvorku
- nebo
 - pájecí lištu s pájecími očky, páječku a pájku.

součástky:

- LED červená, zelená, žlutá a vysoce svítivá
- Baterii 9 V s kontaktní čepičkou a přívody a rezistory 680, 390 a 330 Ω nebo
- Plochou baterii 4,5 V s přívodními dráty a kontakty a rezistory 240, 150 a 120 Ω

- asi půl metru měděného izolovaného drátu o průměru 0,6 mm (nejvhodnější)

a také

- sešit na poznámky
- katalog, nebo katalogové listy z časopisu
- kalkulačku.

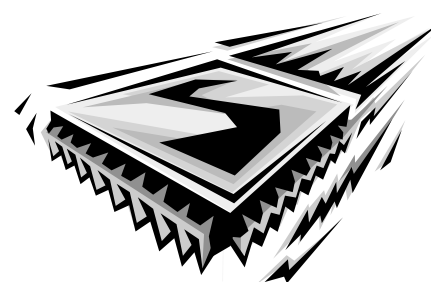
Domácí úkol:

1. v katalogu je víc údajů. Zjistěte si sami, co to asi je vyzařovací úhel a co to pro vás znamená při kupování součástky.
2. Jakou barvou svítí LED, která má v katalogu napsáno, že je „čirá“?

A příště nás čeká tranzistor...

Připravil – Hvl –

Kurs monolitických mikropočítačů



2. část – Struktura monolitického mikropočítače

Ing. Radomír Matulík

Základní strukturu monolitického mikropočítače lze rozdělit na tři části – paměť, procesorovou část a obvody vstupu/výstupu. Tyto části jsou spolu propojeny sběrnicemi, které dělíme na adresovou, datovou a řídicí. Adresová a datová sběrnice bývají někdy zčásti či úplně multiplexní. Dále je zde řada menších bloků, které bývají propojeny

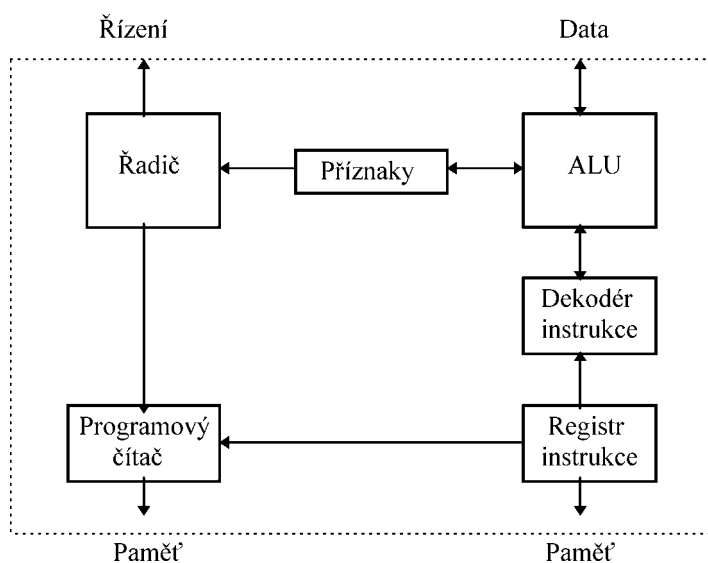
různým způsobem v závislosti na typu mikropočítače.

Jádem monolitického mikropočítače je **procesorová jednotka** (obr. 3), která obsahuje řadič, aritmeticko-logickou jednotku (ALU), programový čítač a další části.

Řadič řídí vykonávání operací a chod celého procesoru podle in-

strukcí programu. Názvem řadič se také označuje libovolný automat, který řídí činnost i některých jiných částí než je procesor, pokud je řídí dostatečně samostatně. Příkladem je autonomní řadič diskové paměti. Řadič potřebuje pro svou činnost několik dalších částí. Především je to **registru instrukcí**, který uchovává operační kód právě vykonávané instrukce po dobu jejího provádění. Výstupy registru jsou připojeny do **dekodéru instrukce**, který obsah registru dekoduje a generuje řídicí signály pro řadič a ALU. Blok ALU tvoří kombinační logické obvody, které může řadič aktivovat pro některou z logických funkcí dostupných v daném instrukčním souboru příslušného mikrořadiče. Tyto funkce jsou prováděny s jedním nebo dvěma (i více) operandy. Přivedení správných operandů na vstup ALU a uložení výsledku zajišťuje podle dekodované instrukce řadič.

Programový čítač obsahuje adresu právě prováděné instrukce, která je uložena v paměti programu. Při běžné činnosti programu je obsah programového čítače vždy o jednu adresu



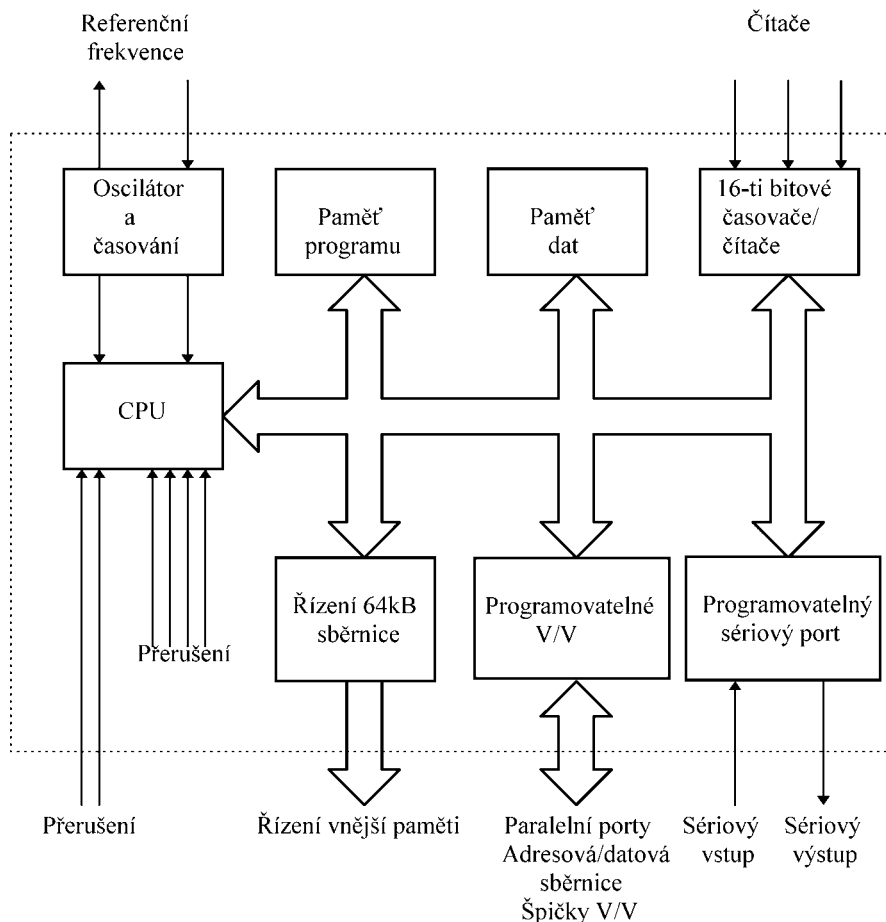
Obr. 3 – Blokové schéma procesorové části mikropočítače

vyšší než předcházející adresa. Výjimkou jsou skokové instrukce, pro které signály z řadiče neinkrementují čítač, ale dojde k přenesení nové adresy do programového čítače.

Podle výsledku ukončené operace se mohou nastavit tzv. **příznakové bity**, seskupené do příznakového registru. Tyto bity signalizují např. zda při provedené operaci došlo ve výsledku k přenosu přes rozsah registru nebo zda je výsledek roven nule apod. Nastavené příznakové bity jsou pak nejčastěji využívány instrukcemi pro větvení programu.

Paměťový podsystém je další důležitou součástí monolitického mikroprocesoru. Slouží jednak pro uložení programu a rovněž pro uchování zpracovávaných dat. Paměť mikroprocesorů řady 51 má harvardskou koncepci, protože paměť programu je oddělena od paměti dat. Paměť programu má obvykle velikost v jednotkách až desítkách KB (kilobyte) a může být umístěna jak přímo na čipu, tak i mimo mikrořadič. Tato paměť je energeticky nezávislá a po naprogramování uchovává trvale svůj obsah.

Mezi nepoužívané typy paměti programu patří zejména paměť označovaná ROM (Read Only Memory), která je naprogramována přímo ve výrobě pomocí masky. Pozdější změna obsahu paměti není možná a proto se používá zejména při sériové produkci. Paměť typu EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) je mazatelná pomocí ultrafialového světla. Její programování se provádí na jednoduchých programátorech určených pro daný typ mikrořadiče. Vzhledem k vyšší ceně se mikropočítače s těmito paměťmi používají pro vývoj nebo výrobu malých sérií. Pro střední sérii výroby jsou vhodné paměti OTP (One Time Programmable), které jsou zapouzdřeny do plastového pouzdra a nelze je po naprogramování smazat. Vývojově nejmladší je elektricky mazatelná paměť EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory). Obsah této paměti se maže elektrickými impulsy. Na rozdíl od paměti EPROM není nutné při mazání zrušit obsah celé paměti. U monolitických mikropočítačů zatím nedosahují paměti EEPROM takových kapacit jako



Obr. 4 – Přehledné blokové schéma mikropočítačů řady 51

paměti EPROM (max. jednotky KB) a proto se většinou používají pro ukládání kalibračních konstant, bezpečnostních kódů apod. U mikrořadičů řady Atmel je použita paměť typu Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory).

Obvody vytvářející rozhraní mezi mikropočítačovým jádrem (tj. procesorem a pamětmi) a jeho okolím se nazývají **obvody vstupu a výstupu** nebo **periferní obvody**. Nejjednodušší a nejčastěji používané rozhraní pro vstup a výstup informací je u monolitických mikropočítačů **paralelní brána (port)**. Brána má obvykle osm jednotkových vývodů, ze kterých lze současně číst nebo na ně zapsat informaci s logickou úrovní 0 nebo 1. S bránou je možné pracovat jako s celkem, tzn. číst nebo zapisovat všech osm bitů nebo pracovat s jednotlivými bity samostatně, pokud to struktura daného mikrořadiče umožňuje. U mnoha mikrořadičů je možné nastavit samostatně směr přenosu jednotlivých bitových vývodů a tak může brána mít

například 3 vstupní a 5 výstupních vývodů. Některé vývody mívají i více funkcí a uživatel pak při psaní programu určí, jakým způsobem se bude vývod používat. Nejčastěji jsou používány funkce pro vstup externích přerušení, funkce čítačů nebo funkce sériového rozhraní. Obvody vstupu a výstupu mívají různé zapojení a proto jej výrobci často uveřejňují spolu s elektrickými parametry, aby návrhář mohl propojit mikrořadič nejvhodnějším způsobem s dalšími elektrickými obvody.

Další popis již bude vycházet ze struktury mikropočítačů řady 51, do které patří i mikropočítače Atmel. Ty jsou s řadou 51 vývodově i programově kompatibilní a umožňují tím převzetí všech zkušeností získaných s řadou 51. Ani vývojáři, kteří se doposud zabývali pouze mikropočítači řady 48 nepřijdou zkrátka. Řada 51 je totiž vývojovým pokračováním řady 48 a základní struktury mikropočítačů obou řad i jejich instrukční soubory jsou velmi podobné.

Přehledné **blokové schéma** mikro-počítačů řady 51 je znázorněno na obr. 4. **Blok CPU** (Central Procesor Unit) je procesorová jednotka, se kterou jsme se blíže seznámili v předchozích odstavcích. **Blok oscilátoru a časování** zajišťuje především základní časovou základnu pro synchronizované provádění všech operací v mikro-počítači. Pro zajištění minimálního počtu vnějších součástek připojovaných k mikro-počítači je obvod časovacího generátoru integrován přímo na čip. Ke dvěma vývodům mikro-počítače se pak připojuje krystal s dvojicí keramických kondenzátorů. Rezonanční kmitočet krystalu musí vyhovovat hodnotám povoleným výrobcem mikro-počítače. U obvodů vyrobených technologií CMOS, mezi které patří i mikro-počítače Atmel, je proudová spotřeba závislá na taktovacím kmitočtu a roste se vzrůstajícím kmitočtem.

Paměť programu je oddělena od paměti dat a může mít rozsah až 64 KB. Nejnižší 4KB (8 KB pro typ 8052) mohou být umístěny na čipu, zbývající pak musí být umístěny mimo mikro-řadič. **Paměť dat** je typu RWM – RAM a její rozsah vně čipu může být až 64 KB. Přímou na čipu je 128 Bytů (256 Bytů pro 8052) vnitřní paměti dat a navíc určitý počet **registřů speciálních funkcí** (SFR – Special Function Registers).

Blok 16-ti bitových **časovačů/čítačů** obsahuje dva šestnáctibitové registry s funkcí časovačů/čítačů (obvody 8052 mají tři tyto registry). Každý z těchto registrů může pracovat jako časovač nebo jako čítač vnějších událostí. Ve funkci časovače se obsah registru zvyšuje při každém strojovém cyklu, lze tedy o něm hovořit jako o čítači strojových cyklů. Protože jeden strojový cyklus obsahuje 12 period oscilátoru, je rychlost přičítání rovna 1/12 frekvence oscilátoru. Ve funkci čítače vnějších událostí se obsah registru zvyšuje při přechodu signálu z logické hodnoty 1 do logické hodnoty 0 na odpovídající vnější špičce T0, T1 anebo u obvodu 8052 i na špičce T2.

Blok řízení 64 KB sběrnice zajišťuje styk s vnější pamětí a to buď s vnější pamětí programu nebo vnější pamětí dat. K tomuto účelu pak slouží vývody PSEN, RD a WR. Pro běžné aplikace

však vystačí paměť programu a dat na čipu mikro-počítače.

Blok programovatelných vstupů/výstupů zahrnuje pro mikro-řadiče 8051 a 8052 celkem čtyři obousměrné porty. Každý port tvoří záchytné klopné registry, výstupní budiče a vstupní vyrovnávací paměť. Porty 1, 2 a 3 mají vnitřní posilovací obvody. Port 0 má výstupy s otevřeným kolektorem. Každá linka V/V může být nezávisle použita jako vstup nebo výstup. Při vstupní funkci portu musí být tento port nastaven na logickou 1. Pokud port používáme pouze jako vstupní, tak se o toto nastavení nemusíme starat, protože k němu dojde automaticky při resetu (úvodní inicializaci po zapnutí napájení) mikro-řadiče. Pokud port používáme střídavě jako vstupní i výstupní, musíme na něj před použitím pro vstup zapsat logickou 1.

Programovatelný sériový port je plně duplexní, takže může vysílat a přijímat současně. Má příjem s vyrovnávacími vlastnostmi, to znamená, že s příjmem druhého bytu se může začít dříve než byl odebrán právě přijatý byte z přijímacího registru. Přijímací a vysílací registry sériového portu jsou dostupné jako registr speciálních funkcí SBUF. Zápisem do SBUF se plní vysílací registr a čtením SBUF se čte fyzicky oddělený přijímací registr. Sériový port může pracovat celkem ve čtyřech různých režimech. Nejpoužívanější je režim 1, kdy se vysílá deset bitů (přes špičku TxD) a přijímá se deset bitů (přes špičku RxD). Formát přenášeného bytu je jeden start bit (logická hodnota 0), osm datových bitů (nejméně významné bity jako první) a stop bit (logická hodnota 1). Přenosová rychlost je závislá na frekvenci oscilátoru a na hodnotě konstanty generátoru přenosové rychlosti.

Přerušení je velmi důležitou součástí struktury monolitických mikro-počítačů. Aplikace zpracovávající úlohy v reálném čase vyžadují velmi rychlé odezvy na asynchronně vznikající události. Toto zajišťuje přerušovací podsystém, který detekuje vznik požadavku na obsluhu přerušení a provede předání programového řízení na speciální podprogram zajišťující programové obslužení vzniklé události. Po ukončení obslužného podprogramu se řízení vrátí do původního programu na místo, kde byl tento program přerušen. Obvody 8051 mají pět zdrojů přerušení, obvody 8052 pak o jeden více. **Vnější přerušení** INT0 a INT1 se mohou vyvolat buď logickou úrovní nebo změnou logické úrovně. **Přerušení od časovače 0 a časovače 1** se vyvolávají signály TF0 a TF1, které se nastaví do logické úrovně 1, když přetečou odpovídající registry časovačů/čítačů. **Přerušení od sériového portu** se nastavuje při příjmu uprostřed intervalu stop bitu nebo při vysílání na začátku stop bitu. Obvody 8052 mají navíc ještě přerušení od časovače 2.

Každý zdroj přerušení se může samostatně programovat do jedné ze dvou úrovní priority. Přerušení s nízkou prioritou může být samo přerušeno přerušením s vysokou prioritou, ale ne přerušením s nízkou prioritou. Přerušení s vysokou prioritou nemůže být přerušeno žádným jiným zdrojem přerušení. Každé z přerušení se může programově povolit nebo zakázat. Navíc je možno povolit nebo zakázat všechna povolená přerušení současně.

V příštím díle tohoto kursu se budeme věnovat podrobnému technickému popisu mikro-řadiče AT89C2051.

Počítačová paměť – základní jednotky:

Bit [b] – zkratka anglického binary digit, neboli dvojková číslice. Jedná se o nejmenší částku počítačové paměti, která může obsahovat právě jen jednu dvojkovou číslici 0 nebo 1.

Byte nebo Bajt [B] – osm bitů. Jedním bajtem lze vyjádřit číslo v rozsahu 0 – 255 nebo (obvykle) jeden znak textu. Je to základní jednotka pro měření velikosti paměti počítače.

Kilobyte [KB] – pokud je paměti více a bajt nestačí, používá se tato jednotka. Pozor! Jeden kilobajt není 1000, ale 1024 bajtů. 1024 je totiž číslo nejbližší tisícovce, které je celočíselnou mocninou dvou ($2^{10}=1024$ – tento počet kombinací tedy vyjádříme právě deseti bity). Proto je také ve značce velké K, ne malé.

Megabajt [MB] – ještě větší jednotka: 1024 KB, tedy 1 048 576 B.

Ing. Jan Humlhans

část druhá

Filtrace a aktivní filtry

Typy a řád filtrů

K pokračování našeho miniseriálu o aktivních filtrech budeme nyní potřebovat jeho 1. část, proto se omlouváme těm, kteří pravidelnými čtenáři nejsou. Tam jsme si na obrázcích ukázali, jak vypadají ideální a skutečné průběhy amplitudových frekvenčních charakteristik pro různé druhy filtrů rozdělené podle toho, zda některé kmitočtové pásmo propouští či potlačují. Aniž se budeme zabývat teorií, rozdělíme si filtry ještě dále, a doplníme pojmy, se kterými se zcela jistě – pokud se o filtry budeme chtít či muset zajímat – setkáme. K popisu použijeme jen dolnoproputný filtr (DP), jehož možné charakteristiky uvádí obr. 1 b–f i obr. 5 a poznatky analogicky aplikujeme i na hornoproputný filtr (HP) a pásmové propusti a zadržky.

Typy filtrů podle způsobu přiblížení se ideální charakteristice

Podle průběhů amplitudových frekvenčních charakteristik a toho jak a v čem se blíží ideálnímu průběhu, neboli jak jej aproximují, a konečně i dle jmen těch, kteří s nimi přišli první, se filtry (hovoříme zatím konkrétně o DP) rozlišují na:

Butterworthovy – amplitudová frekvenční charakteristika má velmi plochý průběh v propustném pásmu, který začíná klesat teprve v blízkosti mezní frekvence. Za mezním kmitočtem, kdy přenos F poklesl o 3 dB (přesně o 3,01 dB, neboli na 0,707 hodnoty přenosu při stejnosměrném vstupním signálu), charakteristika strmě klesá. Přechodová charakteristika, o níž jsme se zatím nezmínili – jde o závislost výstupního napětí filtru (obecně jakéhokoli obvodu se vstupem a výstupem) na čase, když

se napětí na jeho vstupu změnilo skokem např. z 0 na 1 V – překmitne a po několika zákmitech se ustálí. Na obr. 1 v 1. části tohoto filtru odpovídá ten, který je označen b).

Na obr. 1c je amplitudová frekvenční charakteristika dolní propusti, která se nazývá *Besselova* nebo *Thomsonova*. Na první pohled je patrná menší strmost její přechodové oblasti. Její výhodou je přechodová charakteristika bez překmitu, což v praxi znamená minimální zkreslení signálu.

Na dalších dvou obrázcích 1d, 1e jsou již varianty filtrů *Čebyševových*. Za cenu zvlnění v propustném pásmu následuje za mezním kmitočtem strmější přechodová oblast než u dosud uvedených typů. Jeho přechodová charakteristika má značné překmity.

Na posledním obrázku (1f) je amplitudová frekvenční charakteristika, která je zvlněná i v zadržovaném pásmu. Ta patří tzv. filtru *eliptickému*, který vyniká úzkou a strmou přechodovou oblastí.

Poslední dva typy filtrů nacházejí použití např. v telekomunikacích, pro měřicí techniku vhodné nejsou.

Řád filtru

Důležitý je ještě jeden pojem a sice *řád* filtru označovaný n , který je společný všem uvedeným typům filtrů. Zjednodušeně řečeno, čím vyšší řád, tím se lze více přiblížit ideální amplitudové frekvenční charakteristice, je užší přechodová oblast a tedy větší selektivita filtru, strmost charakteristiky v přechodovém pásmu, ale i větší překmity přechodové charakteristiky, větší počet součástek a vyšší nároky na přesnost jejich hodnot. Bez dalšího rozebírání je vhodné doplnit, že n je řád (nejvyšší mocnitol) mnohočlenu

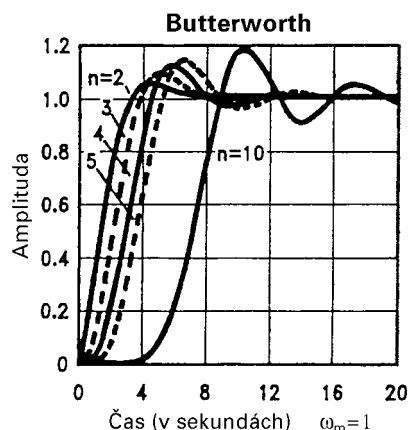
v matematickém popisu přenosové funkce filtru $F(j\Omega)$.

Pro přiblížení zatím jen slovně popsaného se můžeme podívat na obr. 6, kde vidíme přechodovou charakteristiku neboli odezvu Butterworthových dolních propustí různých řádů na tzv. jednotkový skok napětí na vstupu, podobně je tomu pro Besselovu dolní propust na obr. 7 a Čebyševovu DP se zvlněním (ripple) 0,5 dB v propustném pásmu na obr. 8. Je zřejmé, že se odezva s rostoucím řádem prodlužuje u všech, mimo Besselovy DP roste s řádem i zvlnění výstupu. V obrázcích uvedené filtry mají mezní kruhovou frekvenci $\omega_m = 2\pi f_m = 1$ rad/s.

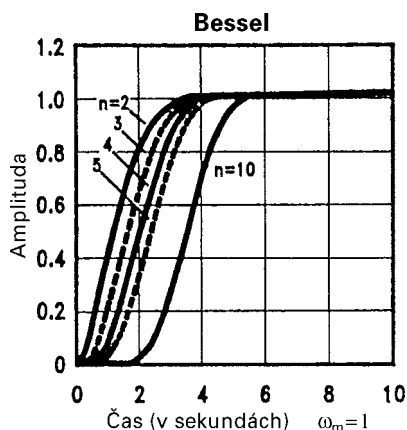
Aktivní filtry 1. řádu

Již v první části bylo zdůrazněno, že se budeme věnovat převážně filtrům aktivním, tvořeným operačními zesilovači, rezistory a kondenzátory, které se obejdou bez problematických indukčností.

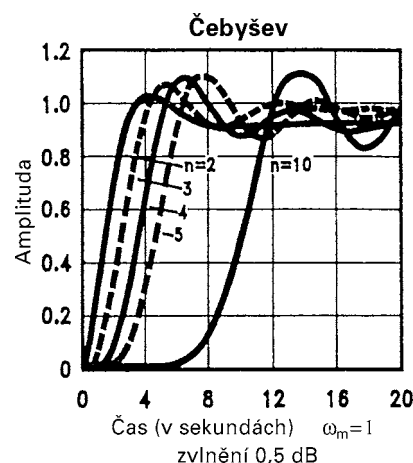
Obr. 9 ukazuje, jak může vypadat zapojení těch nejjednodušších filtrů, pasivní i aktivní dolní (9a) a horní propusti (9b) 1. řádu. Pasivní část tvoří rezistor R_1 a kondenzátor C_1 , zapojené jako běžné RC články. Doplnění o operační zesilovač v neinvertujícím zapojení zajistí mimo zesílení signálu i nízkou výstupní impedanci vzniklého aktivního filtru, což zabrání ovlivňování vlastností pasivního filtru zátěží na připojenou na výstup. Mezní frekvence filtrů na obr. 9 je dána vztahem $f_m = 1/2\pi R_1 C_1$. Jedná-li se o DP, je při tomto kmitočtu přenos o 3 dB menší než při stejnosměrném vstupním napětí. Čím dále se budeme od mezního kmitočtu vzdalovat, tím více se bude charakteristika v logaritmických souřadnicích blížit přímce se sklonem -20 dB na dekádu



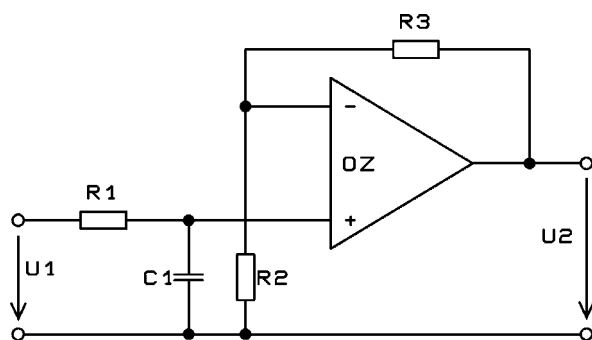
Obr. 6 – Přechodová char. Butterworthovy DP pro různé řady filtru



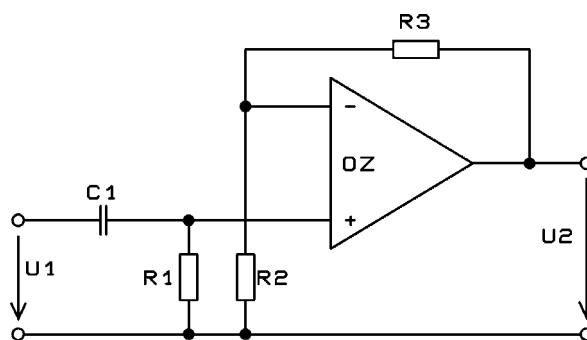
Obr. 7 – Přechodová charakteristika Besselovy DP pro různé řady filtru



Obr. 8 – Přechodová charakteristika Čebyševovy DP pro různé řady filtru



Obr. 9a – Aktivní dolní propust 1. řádu



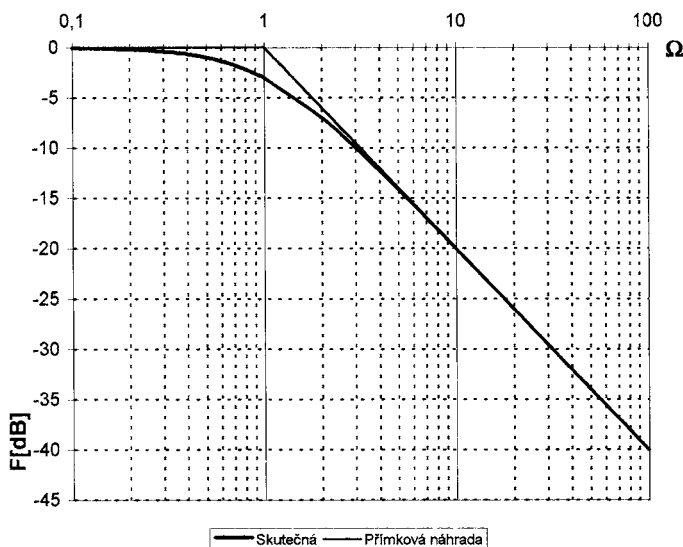
Obr. 9b – Aktivní horní propust 1. řádu

(úsek na ose frekvence, pro který platí $f_2/f_1 = 10$). Graficky znázorněno to vidíme v obr. 10, kde je naznačeno i užívané zjednodušení charakteristiky náhradou přímkovými úseky s bodem zlomu v místě *normalizované kruhové frekvence* $\Omega = 1$, odpovídajícím v tomto případě skutečné mezní kruhové frekvenci $\omega_m = 1/R_1C_1$ a mezní frekvenci $f_m = 1/2\pi R_1C_1$. Veličina $\Omega = \omega/\omega_m = f/f_m$ je *normalizovaná kruhová frekvence*, která nabývá pro kruhovou frekvenci ω a tedy i frekvenci f rovnou mezním hodnotám ω_m a f_m , nezávisle na jejich konkrétní velikosti, hodnotu 1. To umožňuje hledět na filtr i navrhnout jej nejprve obecněji a teprve na závěr vypočtené hodnoty upravit pro jakýkoli aktuální frekvenční požadavek.

Bod zlomu je rovněž místo, kde se aproximace křivky charakteristiky přímkami nejvíce, o 3 dB, liší od skutečnosti. V případě horní propusti 1. řádu bude naopak od nekonečného útlumu pro stejnosměrný vstupní signál při nárůstu kmitočtu charakteristika se stejnou strmostí 20 dB/dek. počátku růst. Při uvedeném mezním

kmitočtu bude opět rozdíl 3 dB vůči hodnotě přenosu pro kmitočty mnohem vyšší než mezní a tedy i vzhledem k zlomovému bodu náhradní přímkové charakteristiky. Hodnota přenosu v propustném pásmu je pro oba filtry dána zesílením neinvertujícího zesilovače, tedy poměrem $(R_2 + R_3)/R_2$. Aktivní filtry 1. řádu mohou mít i invertující přenos. Protože

však jedním z důvodů, proč se o aktivní filtry zajímáme, je možnost dosáhnout vyšší selektivity než umožňují tyto jednoduché filtry, což vede na filtry vyšších řádů, tímto s těmito nejjednoduššími aktivními filtry skončíme. Současně uzavřeme i toto pokračování, protože by nebylo vhodné příliš tříštit popis návrhu aktivních filtrů vyšších řádů.



Obr. 10 – Amplitudová charakteristika DP 1. řádu a její náhrada přímkovými úseky

Elektromagnetická slučitelnost

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

Měření elektromagnetického rušení

Každé elektrické a elektronické zařízení, prodávané v současné době na trzích Evropské unie, musí vyhovovat předpisům, omezujícím elektromagnetické rušení. Předpisy stanovily mezinárodní komise IEC a CISPR a neustále je zpřesňují. Těmto předpisům budou muset vyhovovat i české výrobky, mají-li být prodejné i v zahraničí. Proto je nutné zařízení kontrolovat tak, aby vyhovovala předpisům a tím také mohla vedle sebe nerušeně pracovat.

Snižování úrovně rušivých signálů a zvyšování odolnosti proti rušení je nutné provádět již od počátku návrhu až po prototyp. Je to mnohem levnější, nežli dodatečné úpravy již vyráběného zařízení, u kterého bylo zjištěno, že nevyhovuje požadavkům EMC. Proto je nutné zařízení měřit. Zkušební pracovníci a ekonomové velkých výrobců elektronických zařízení souhlasně tvrdí, že měření EMC je **vždy** levnější, nežli dodatečné použití právníků pro obhajobu firmy.

Předcertifikační a certifikační zkoušky

Na vyvíjeném zařízení se provádějí předběžné, takzvané předcertifikační zkoušky. Hotové zařízení, např. prototyp, prochází certifikační zkouškou. Konečnou certifikační zkoušku provádí buď sám výrobce nebo nezávislá národní zkušebna. Na základě certifikačního testu je vydáno prohlášení o způsobilosti výrobku (declaration of conformity). Výrobek tedy vyhovuje předpisům EMC ve své třídě a může být opatřen znakem CE (Certified Europe). Takto označený výrobek je pak možno volně prodávat po celé Evropě i jinde. Během výroby zařízení je ale nutno stále sledovat, zda nedošlo k jeho zhoršení z hlediska rušení. K tomu může dojít při náhradě některých součástí za jiné, ne zcela shodné s předchozími.

Testování každého kusu výrobku na EMC neprovádí ani nejbohatší firmy. Ty

dělají kontrolní měření náhodných vzorků. U malých firem se většinou měří jeden kus zařízení a jen v případě provedení výrazných výrobních změn se provede další test. Měření EMC vlastními prostředky si mohou dovolit jen finančně silné firmy. Malí výrobci se obvykle obrátí na autorizované zkušebny a jen jednoduchá předcertifikační měření provedou sami. Pro získání názoru na cenu některých zařízení pro úplný certifikační test nechť poslouží tabulka 3. Informace byly získány na semináři firmy Hewlett Packard o měření EMC v lednu 1997 v Praze.

Některé firmy u svých výrobků měření EMC neprovádějí. Stačí jejich písemné prohlášení, že zařízení příslušné

Zařízení	Cena v dolarech
Na test rušení po vedení	30 000 až 50 000
Na test rušení ve volném prostoru: polohovač a věž na anténu	80 000
vlastní zařízení	80 000
Na test odolnosti proti rušení	150 000
Bezodrazová komora	150 000

Tabulka 3

normy splňuje. Většinou to mohou skutečně doložit na základě detailního popisu svého výrobku (technické filé). U takových výrobců se uplatňuje presumce neviny a pokud je se zařízením vše v pořádku, nic se nestane. Zjistí-li však někdo, obvykle spotřebitel, že výrobek není elektromagneticky slučitelný a nesplňuje tedy příslušné normy, uplatňuje nárok na garanční opravy. Současně se výrobek stane neprodejný, což je nejtvrdší postih a výrobce musí zjednat nápravu. S tím souvisí obvykle drahá rekonstrukce výrobku a měření rušení i odolnosti proti rušení. Pro úplnost dodejme, že právně je postižitelný výrobce závadného zařízení a nikoliv pracovník firmy, který podepsal prohlášení o způsobilosti výrobku.

Normy stanovující závazné předpisy

EMC vydává mezinárodní organizace IEC a CISPR. Národní normy, pokud existují, musí být v souladu s normami IEC a COSPR. Evropská unie chce dosáhnout neplatnosti národních norem, které mají ochranný charakter a brání konkurenci kvalitnějšího zboží z jiných států unie. Citace důležitých norem najde zájemce v práci lit. [1] a [2]. V práci [2] jsou také uvedeny důležité evropské normy EN (European norm).

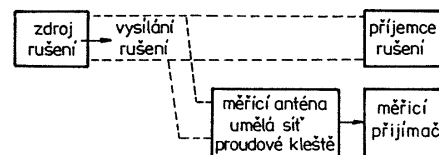
Měření rušivých signálů

Elektromagnetické rušení není přímo měřitelné. Proto byly určeny takové veličiny, které rušení charakterizují a kvantifikují. Měří se úroveň vysílaných a přijímaných rušivých napětí **vždy za stejných a přesně stanovených podmínek**. Jen tak lze zajistit reprodukovatelnost měření.

Každé elektrické a elektronické zařízení lze posuzovat jako zdroj rušivých signálů, ale také jako příjemce rušivých signálů. V prvním případě měříme velikost vysílaných rušivých signálů šířených po vedení a vyzařovaných do prostoru z testovaného zařízení. Rušený objekt – příjemce rušení je tu nahrazen měřicím přijímačem, obr. 3.

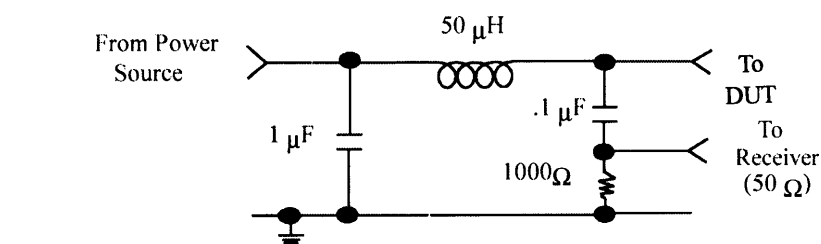
Umělá síť je normalizovaný síťový filtr, zajišťující konstantní, reprodukovatelnou impedanci sítě (Line Impedance Stabilization Network – LISN), obr. 4.

Zařazuje se mezi napájecí síť a testované zařízení. Současně zabraňuje



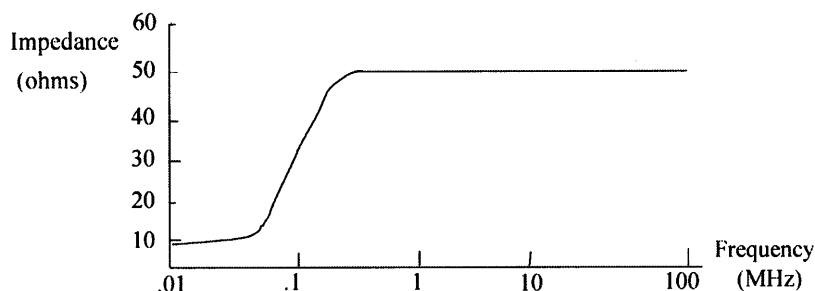
Obr. 3 – Měření elektromagnetického rušení – EMI

pronikání poruch ze sítě do měřeného zařízení a naopak. Umělá síť má také padesátiohmový výstup pro přijímač, měřící poruchy ze zařízení, šířící se vedením. Průběh impedance na vstupu pro přijímač v závislosti na kmitočtu je na obr. 4b.



From power source Vstup od napájecího zdroje (sítě)
To DUT K měřenému zařízení (Device Under Test)

Obr. 4a – Umělá síť



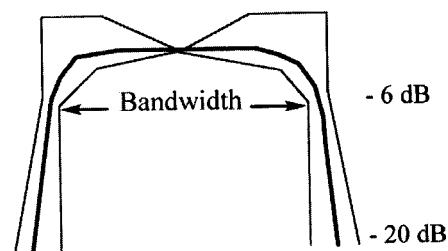
Obr. 4b – Kmitočtová závislost impedance výstupu pro přijímač

Jednotlivé prvky filtru musí být v měřicím rozsahu prosté rezonance. Tuto podmínku není jednoduché splnit, neboť indukčnost 50 µH musí být dimenzována na poměrně velké proudy – například 25 A, měříme-li zařízení s příkonem zhruba 5 kW.

Kmitočtové rozsahy měření určují normy podle tabulky 4. Požadavky kladené na vojenská zařízení jsou mnohem přísnější, nežli na zařízení občanská. Pásmo 150 kHz až 30 MHz se používá pro testování rušení vedením nejčastěji, neboť se týká domácích kuchyňských a audiovizuálních zařízení a ručního nářadí. V tabulce 5 jsou horní kmitočty měření rušivých napětí číslicových zařízení [2]. Sem patří nejen počítače nebo automatizované měřicí systémy, ale i digitální zařízení v nízkofrekvenční technice. Nároky na měřicí

zařízení stoupají úměrně s hodinovým kmitočtem.

Zařízení vystavená rušivým signálům – příjemci rušení – jsou obvykle kmitočtově selektivní. Proto se měření rušivých signálů provádí selektivně s šířkou pásma, jakou můžeme očekávat v praxi. Charakter rušivých signálů je někdy širokopásmový a proto máme-li se doměřit srovnatelných a reprodukovatelných hodnot, je třeba měřit selektivně. Bylo tedy nutné definovat nejen šířku pásma propustnosti pro dané kmitočtové rozsahy měření – viz tab. 6, ale také tvar křivek propustnosti – obr. 5. Na rušení jinak reaguje například počítač a jinak rádiový přijímač. Počítač může zablokovat jediný rušivý impuls, zatímco rádiový přijímač reprodukuje rušivé signály jako praskot nebo brum s nízkým kmitočtem, které posluchač snáší dost



Bandwidth Šířka pásma

Obr. 5 – Normalizovaný tvar křivky propustnosti

tolerantně. Daleko méně je odolný posluchač proti tichému pískání nebo televizní divák proti moaré na televizním signálu. Povšimněme si, že tato rušení jsou způsobena harmonickým signálem. Proto je nutné měřit různá zařízení různým způsobem detekce. Technická zařízení jako počítače, automatizované měřicí systémy nebo radiolokační zařízení se měří vrcholovými (peak) nebo kvazivrcholovými detektory. U domácích zařízení a rádiových přijímačů se měří kvazivrcholové (quasi-peak) nebo průměrné (average) hodnoty rušení. Kvazivrcholový detektor má filtr s charakteristikou podle normy CISPR 16 (Měřicí přístroje a metody), obr. 6.

Výstupní signál kvazivrcholového detektoru se mění v závislosti na opakovacím kmitočtu poruch – obr. 7.

Údaj detektoru (čárkovaná úsečka) je tím větší, čím jsou poruchy hustší, čím častěji se opakují. To souhlasí se způsobem našeho vnímání: často opakované poruchy nás ruší daleko více, nežli poruchy řídké. Tak je do jisté míry v normě zahrnuto působení rušení na člověka.

Nejvyšší přípustné úrovně kvazivrcholových (quasi – peak limit) a průměrných (average limit) hodnot rušivých signálů u přístrojů informační technologie (počítače) vymezuje norma CISPR 22 a také norma EN 5022, třída B (European norm) křivkami podle obr. 8. Obdobné křivky se používají pro přístroje v domácnosti a nářadí. Jsou-li naměřené hodnoty rušivých napětí pod průměrnými hodnotami při použití kvazivrcholového detektoru, není

Rušení	Běžné spotřebiče a zařízení [MHz]	Vojenská zařízení [MHz]
Vedením	9 kHz až 30 MHz	30 Hz až 10 MHz
Zářením	9 kHz až 1 GHz	30 Hz až 40 GHz

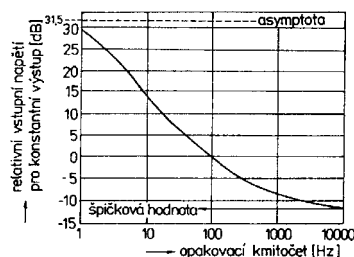
Tabulka 4

Hodinový kmitočet [MHz]	Horní kmitočet měření EMC [MHz]
< 1,705	30 (jen vedením)
1,705 až 108	1 000
108 až 500	2 000
500 až 1 000	5 000
> 1 000	nižší z f – 5harmonická – 40 GHz

Tabulka 5

Kmitočtový rozsah	Pásmo CISPR	Šířka pásma (-6 dB)
9 kHz až 150 kHz	A	200 Hz
150 kHz	B	9 kHz
30 MHz	C/D	120 kHz

Tabulka 6



Obr. 6 – Kmitočtová charakteristika kvazivrcholového detektoru přístroje na měření rušení podle normy CISPR 16

již třeba provádět měření s průměrovaným signálem, lit. [2].

Pracoviště na měření rušivých signálů šířících se po vedení u malých domácích spotřebičů je na obr. 9.

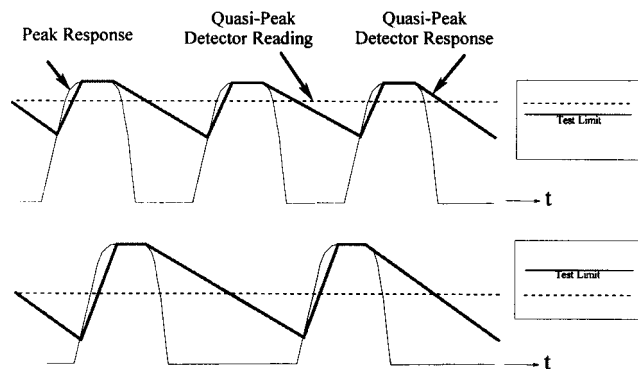
Čtenář si jistě povšimne podrobně uvedených vzdáleností a vzájemné polohy částí zařízení. Je definována i poloha přívodní šňůry, jejíž náhodné smyčky – při každém měření různé – mohou měnit výstedy testu. Přijímač poruch je připojen na výstup pro měřicí zařízení ve skřínce umělé sítě koaxiálním kabelem. Důležitá je i okolnost, že stůl nesoucí celé zařízení je dřevěný a podlaha je vodivá.

Měření rušivých signálů vyzařovaných do prostoru

Pracoviště na měření rušivých signálů šířících se vyzařováním je na obrázku 10.

Vazebním členem mezi měřeným objektem a měřícím přijímačem je měřicí anténa. Anténa je otočná a vertikálně posuvná. Výška na zemní vodivou plochou je nastavitelná od 1 do 4 m. Stolek s testovaným zařízením a anténa se stojanem jsou na vodivé ploše ve vzdálenosti X rovné nejvýše 10 m. Kovová (vodivá) zemnicí plocha nesmí být menší nežli elipsa určená normou CISPR 16 – obr. 11.

Hlavní osa elipsy je rovna $2X$, vedlejší $\sqrt{3}X$. Měření rušení zářením je třeba provádět v prostoru, kde se šíří jenom rušivý signál nebo alespoň v takovém pásmu, kde se nešíří jiné signály. Nejlépe je provádět takové měření v bezodrazové stíněné skříni nebo hale, což je bohužel také nejdražší řešení. S bezodrazovou komo-



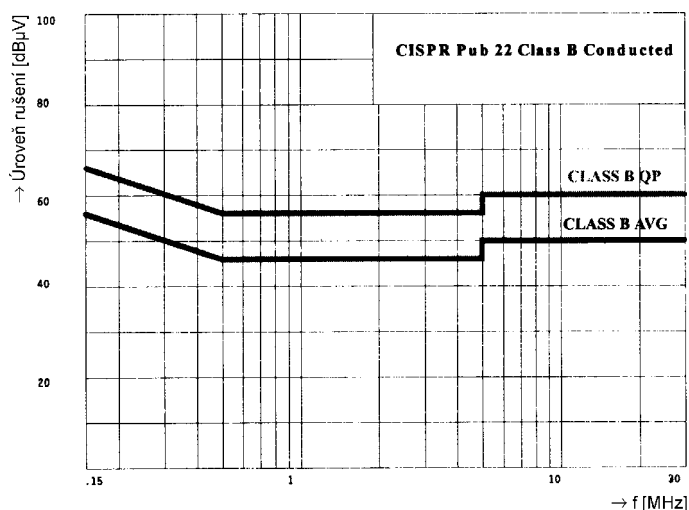
Peak response	Odezva špiček
Quasi-peak Detector Reading	Údaj kvazivrcholového detektoru
Quasi-peak Detector Response	Odezva kvazivrcholového detektoru
Test Limit	Mezní měřená hodnota

Obr. 7 – Průběh napětí na výstupu kvazivrcholového detektoru pro impulzy s vyšším (nahore) a nižším opakovacím kmitočtem (dole). Údaj detektoru vyznačuje čárkovaná přímka

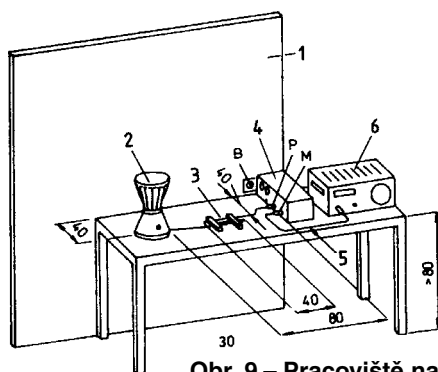
rou se setkáme podrobněji v testech odolnosti (imunity) proti rušení.

Při vývoji zařízení je důležité sledovat vyzařování i z jednotlivých jeho komponent, jako jsou například desky tištěných spojů, ba i její součásti – např. transformátory, zapouzdržené oscilátory, integrované obvody a aktivní prvky. K tomu se dobře hodí měřicí sonda, kterou můžeme v nouzi i improvizovat. Koaxiální kabel na konci s obnaženým středním vodičem o délce 6 až 10 mm může detekovat elektrické pole. Malá smyčka o průměru několika centimetrů z koaxiálního kabelu s vnitřním vodičem připojeným na stíněný kabel na začátku smyčky je zas

citlivá na magnetické pole. Reprodukovatelnost takových měření je však malá. Výrazného zlepšení dosáhneme použitím dvou smyček v protifázi, připojených na vf transformátor převádějící symetrickou impedanci smyček na nesymetrickou, tzv. balun (balanced / unbalanced transformer). Elektrické pole je smyčkami zachyceno v protifázi a vyruší se, takže je indikováno jen magnetické pole. Schematické znázornění takové sondy a vzhled továrních výrobků Hewlett Packard HP 11940A (30 MHz až 1 GHz) a HP 11941A (9 kHz až 30 MHz) je na obr. 12. Sondami můžeme určovat poměrně přesně i místo, kudy ze skříně mě-



Obr. 8 – Nejvyšší přípustné hodnoty kvazivrcholových a průměrovaných hodnot rušivých signálů šířících se po vedení u počítačů v rozsahu kmitočtů 150 kHz až 30 MHz, norma CISPR 22, třída B



Obr. 9 – Pracoviště na měření rušivých signálů po vedení malých domácích spotřebičů

- 1 – Kovová stěna min 2 x 2
 - 2 – Měřený spotřebič
 - 3 – Přívodní šňůra meandrovitě uspořádaná
 - 4 – Umělá síť
 - 5 – Stíněné vedení k přijímači
 - 6 – přijímač na měření rušivých signálů
 - B – Síťová zásuvka
 - M – konektor pro připojení zkoušeného spotřebiče.
- Rozměry jsou v cm.

ného zařízení uniká nejvíce elektromagnetické energie. Jsou vhodné i na ověření kvality stínění koaxiálního kabelu, kterým ovšem prochází vf signál. Použití sond obvykle vyžaduje zvětšení citlivosti měřicího zařízení, většinou analyzátoru spektra pomocí předzesilovače.

Měření rušivých signálů zejména impulsního charakteru klade na měřící zařízení náročné požadavky. Na kmitočtech nad 30 MHz se měří při šířce pásma 120 kHz (tabulka 6) a vyžaduje se přebuditelnost až 43 dB, jak lze odečíst z grafu na obr. 6.

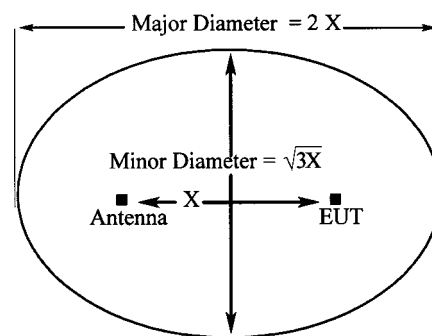
Přitom měřící přístroj musí pracovat stále lineárně. Analyzátor spektra se hodí spíše ke kvalitativnímu posouzení rušivých signálů, protože při poměrně velké šířce pásma vstupních obvodů (např. 1,8; 5 nebo 26 GHz) nemohou splnit požadavak velkého přebuzení.

Rozdíl úrovně přenášených signálů je ve vstupních obvodech analyzátoru spektra mnohem vyšší než u přijímače. Nelze u něj proto dosáhnout potřebné přebuditelnosti. Kromě toho moderní přijímače EMC, řízené procesory, kontrolují úroveň signálu za směšovače a po překročení lineárního rozsahu snižují změnou zeslabení úroveň vstupních signálů. Přijímače jsou ovládané ručně nebo automaticky programy vloženými přímo do přístrojů nebo vnějším počítačem. Přijímač EMC může rychle proladit celé pásmo a nalezne kmitočty, na kterých se vyskytují rušivé signály. Kmitočty uloží do paměti a provede na nich přesné měření s dostatečnými prodlévami pro správné určení kvazivrcholových hodnot. Rušivé signály šířené vedením se musí měřit s přesností 2 dB, signály šířené zářením s přesností

3 dB. Moderní přijímače dosahují přesnosti lepší než 1 dB. Příkladem takového přijímače pro rozsah 5 Hz až 1 GHz je přístroj firmy Rohde & Schwarz typ ESS (EMI test receiver), který splňuje požadavky mnoha norem – obr. 13.

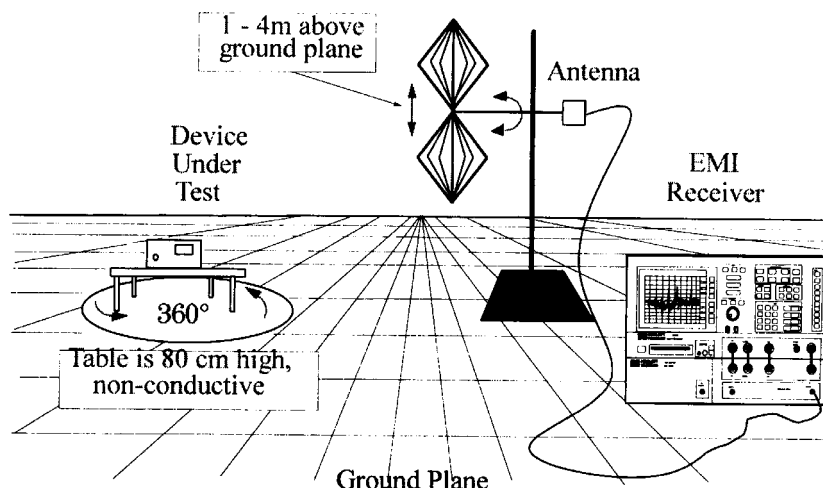
Přebuzení vstupních obvodů přijímače nebo analyzátoru spektra zabráníme prostým testem pomocí útlumu. Nejprve změříme úroveň rušivých signálů jen měřícím zařízením a pak s útlumem zařazeným na vstupu. Druhý údaj měřicího zařízení musí být menší o tolik decibelů, kolik činí útlum předřazeného zeslabovače.

V příštím KTE Magazínu náš seriál dokončíme statí o měření odolnosti proti rušení.



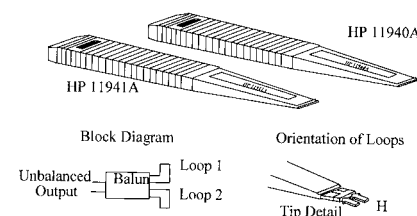
The CISPR ellipse Elipsa CISPR
Major diameter Velký průměr
Minor diameter Malý průměr
EUT – Equipment Under Test
..... Měřené zařízení

Obr. 11 – Zemnicí plocha ve tvaru elipsy pro určení ruš. signálů zářením



- 1 – 4 m above ground plane 1 až 4 m nad vodivou základnou – zemí
- Table is 80 cm high non conductive 80 cm vysoký nevodivý stůl
- EMI receiver přijímač rušivých signálů

Obr. 10 – Měření rušivých signálů vyzařováním elektromagnetické energie. Měřené zařízení (zářič) je na nevodivém otočném stole o výšce 80 cm



- Unbalanced output Nesymetrický výstup
- Loop Smyčka
- Orientation of loops Orientace smyček
- Tip detail Detail sondy

Obr. 12 – Sonda se symetrickými smyčkami na vymezení zdroje rušení na malý prostor při jeho hledání

Frekvenční komparátor

Rychlé frekvenční porovnání dvou asynchronních periodických impulsních průběhů, jehož výsledek reprezentuje logický stav výstupu U_2 , je na obr. 1. Je v něm využito skutečnosti, že musí nastat stav, kdy se vyskytnou dva následné impulsy děje s větší frekvencí, aniž mezi nimi přijde impuls děje pomalejšího. Monostabilní obvody vytvořené pomocí IO_1 reagují na náběžné hrany v obou vstupních průbězích výstupními impulsy o délce asi 100 ns, které jsou přivedeny na hodinové vstupy dvojitého klopných ob-

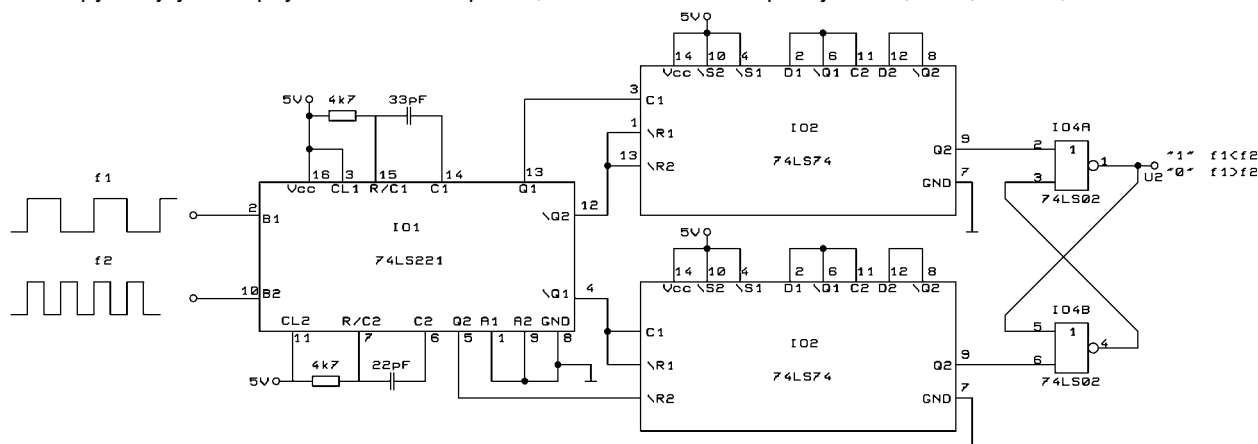
vodů typu D – $IO_{2,3}$, zapojených jako dvoubitové čítače. Komplementární výstupy IO_1 jsou spojeny vždy s nastavovacím vstupem druhého z klopných obvodů než s kterým je spojen výstup $Q_{1,2}$. Předpokládáme-li, že frekvence f_2 signálu na vstupu B_2 IO_1 je vyšší než na B_1 a mezi dvěma impulsy f_2 tedy nepřišel žádný impuls s frekvencí f_1 , na vstupu 6 hradla NOR, které spolu-vytváří R-S klopný obvod, se objeví log 1 a dojde k přepnutí obvodu do jednotkového stavu na výstupu. Tento stav potrvá, dokud nenastane opačný

vztah frekvencí $f_{1,2}$ a výstup přejde do log 0. Na změnu do stavu $f_2 > f_1$ reaguje obvod nejdéle za dobu $T_{MAX} = (1/f_1) \cdot f_2 / (f_2 - f_1)$.

Při vzniku rozdílu 1% na frekvenci 1 kHz obvod odpoví do 100 ms. Obvod nelze užít v případě, když je jedna frekvence synchronní a je celistvým násobkem druhé.

– HH –

[1] J. Kirschenbaum: *Frequency comparer produces binary results*. EDN 39, 1994, 29. září, s. 78



Obr. 1 – Obvod pro porovnání frekvence dvou asynchronních impulsních signálů

Automatické odpojení vybité baterie

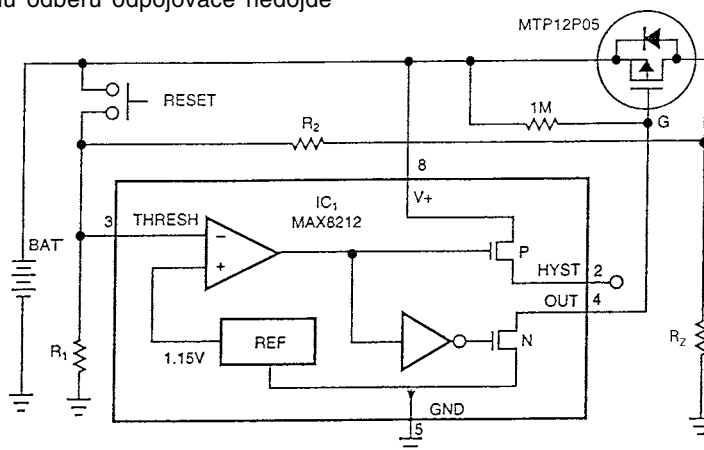
Obvod na obr. 1 odpojí napájecí baterii od její zátěže R_2 , pokud napětí na ní poklesne pod zvolenou mez. Využívá programovatelného napěťového detektoru firmy MAXIM 8212. Vzhledem k tomu, že se jedná o obvod vyrobený technologií CMOS, který sám odebírá při napájení v rozsahu 2 V až 16,5 V typicky 5 μ A (nejvýše 20 μ A), navíc s vysokou přesností a malou teplotní závislostí interní napěťové reference a tedy i nastavené napěťové hladiny, je pro tento účel obzvláště vhodný. Pokud je napětí baterie při zatížení dostatečné, tedy je-li na zátěži napětí vyšší než hodnota $1,15 \cdot (R_1 + R_2) / R_1$, zůstane zátěž připojena k baterii i po uvolnění tlačítka RESET a to až do poklesu napětí baterie na uvedenou mez. Autor [1] nedoporučuje automatickou funkci odpojovače při zapnutí, protože u vybité baterie často dojde při odpojení zátěže k znač-

nému nárůstu jejího napětí a obvod by mohl kmitat. Pomocí by sice mohlo zavedení hystereze, která by však mohla naopak způsobit, že po nabití či výměně baterie by zase nemuselo dojít k spolehlivému zapnutí. Vzhledem k malému odběru odpojovače nedojde

ani po dlouhé době k nadměrnému vybití od zátěže odpojené baterie.

– HH –

[1] M. Keagy: *Simple circuit disconnects load from battery*. EDN 41 (1996), 14. března, s. 90, 92



Obr. 1 – Jednoduchý odpojovač vybité baterie

MAX 860/861

nové „nábojové pumpy“ od MAXIMA

Označení spínaný zdroj je většinou spojováno pouze s měniči stejnosměrného napětí, užívajícími pro svou funkci přechodných dějů, vznikajících při spínání a přerušování proudu v obvodech s indukčnostmi či transformátory. Pro případy, kdy vystačíme s nižšími výstupními proudy, jsou však výhodné spínané zdroje s kondenzátory, jejichž princip bývá vzhledem k využívání přenosu náboje mezi kondenzátory nazýván též nábojová pumpa. Hlavní výhodou těchto zdrojů, pracujících při optimální zátěži s účinností okolo 90 %, je jak minimální vyzařování elektromagnetického rušení, tak i odolnost vůči tomuto rušení přicházejícímu z okolí. Příjemné je též vyloučení potřeby nepopulárních induktorů a tím i menší rozměry. Jsou využívány pro inverzi polaritu a získání dvojnásobku napětí základního zdroje elektronického zařízení. Od známých obvodů tohoto typu MAX660 nebo ICL7660 se nové obvody MAX 860/861 liší především možností volit ze tří spínacích frekvencí a použít vyšší frekvenci spínání.

Napěťový invertor vstupního napětí +1,5 až +5,5 V, jehož zapojení je v horní části obr. 1, pracuje při zátěži 50 mA s 87% účinností. Vlastní spotřeba zapojení naprázdno je okolo 200 μ A. Jak je zřejmé, postačí připojit pouze dva kondenzátory C1 a C2 se stejnou kapacitou a příslušně zapojit vývody LV a FC pro určení požadované spínací frekvence. Pin LV je v případě použití jako invertor spojen se zemí pro $V_{DD} < 3$ V, pro $V_{DD} > 3$ V může zůstat spojen se zemí nebo nezapojen. Při zapojení obvodu jako zdvojovač je třeba spojit LV s vývodem OUT.

Zásady pro volbu spínací frekvence f_s , platné i pro zapojení zdvojovače, jsou následující:

a) vysokou frekvenci f_s volíme při požadavku na malé rozměry (a cenu) kondenzátorů a malé zvlnění výstupního napětí

b) nízká frekvence f_s znamená nižší vlastní spotřebu obvodu a větší účinnost, ale větší zvlnění výstupního napětí

c) je-li v systému důležitá velikost základní frekvence šumu pocházejícího ze spínání, volíme f_s tak, aby ležela nad horní mezní frekvencí spektra zpracovávaného analogového signálu.

Následující tabulka uvádí potřebné zapojení pinu FC pro spínací frekvenci f_s :

FC	f_s [kHz]	
	MAX860	MAX861
FC = V_{DD}	6	13
FC = GND	50	100
FC = OUT	130	250

* vývod FC může být rovněž naprázdno

Tabulka 1

Poté lze v další tabulce najít výrobcem doporučenou hodnoty kapacit kondenzátorů C1 a C2, zaručující optimální výstupní odpor. Další zvyšování kapacity má již jen malý vliv.

f_s [Hz]	C1, C2 [μ F]
6	68
13	47
50	10
100	4,7
130	4,7
250	2,2

Tabulka 2

Důležité však je, aby použité kondenzátory měly malý ekvivalentní sériový odpor (ESR), což kondenzátory tantalové většinou splňují. Hodnota ESR by měla být menší než 0,25 Ω . Pro výstupní odpor měniče (invertoru i zdvojovače) platí vztah:

$$R_{out} = R_o + 4 \cdot (ESR_{C1} + ESR_{C2}) + 1 / (f_s \cdot C1) \quad [\Omega; \Omega, \text{Hz}, \text{F}]$$

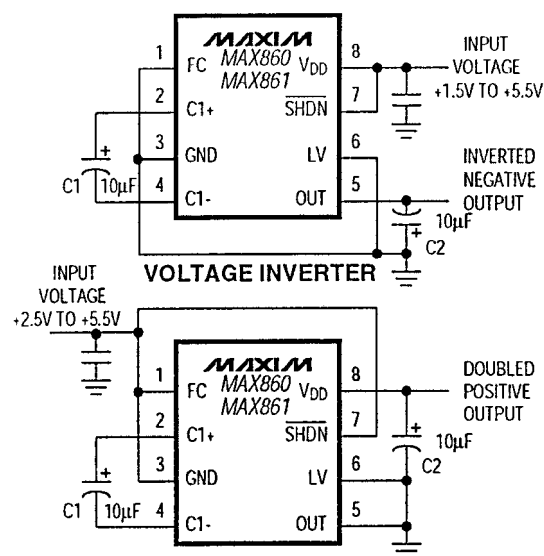
kde efektivní odpor vnitřních spínačů R_o je pro MAX860/861 přibližně 8 Ω .

Při použití hodnot frekvencí a kapacit dle tab. 2, je výstupní odpor měniče přibližně 12 Ω .

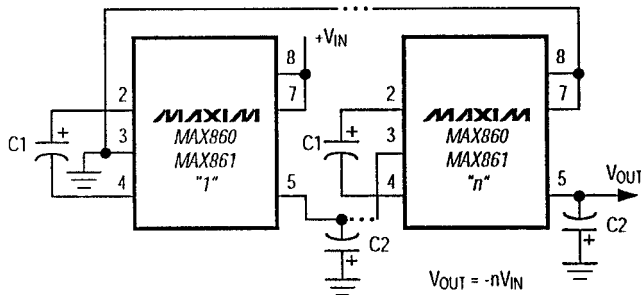
Z toho vyplývá, že i když není výstupní napětí invertoru +5 V/-5 V regulováno, je poměrně málo závislé na zátěži, protože při odběru 50 mA klesne z napětí naprázdno -5 V na -4,4 V.

Další častá aplikace MAX860/861 je zdvojovač vstupního kladného napětí zapojený podle obr. 1, který má naprázdno na výstupu napětí rovné dvojnásobku vstupního napětí. Elektrické parametry zdvojovače jsou obdobné invertoru, až na vstupní napětí, které musí být minimálně 2,5 V a vlastní spotřebu naprázdno přesahující při maximálním vstupním napětí 400 μ A.

Obvody jsou vybaveny rovněž vstupem /SHDN aktivním v logické 0, kterým lze zablokovat funkci obvodu, který pak odebírá asi 1 μ A. V tomto stavu není na zátěži invertoru připojené na OUT a GND výstupní napětí, je-li však zátěž zapojena mezi V_{DD} a OUT, existuje v tomto případě ve struktuře obvodu vodivá dráha na vstupní napětí. Zátěž zdvojovače mezi V_{DD} a GND je zcela odpojena, je-li mezi V_{DD} a OUT,



Obr. 1 – Zapojení invertoru a zdvojovače vstupního napětí s MAX860/861



Obr. 2 – Kaskádním zapojením lze získat i vyšší záporné napětí

protéká jí proud ze vstupního napětí ze stejného důvodu jako tomu bylo u invertoru. Není-li tato funkce požadována, je třeba /SHDN spojit při invertujícím zapojení s přívodem V_{DD} , u zdvojovače se zemí GND.

Vstupní napětí obvodu je vhodné pro snížení střídavé vnitřní impedance jeho zdroje při zátěži invertoru mezi OUT a GND a zdvojovače mezi V_{DD} a GND blokovat kondenzátorem shodným kapacitou s C1, při zátěži invertoru a zdvojovače zapojené mezi V_{DD} a OUT postačí kapacita 0,1 μ F.

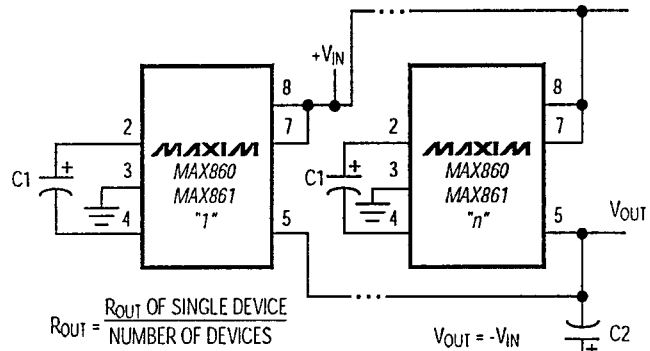
Pokud je napětí získané jediným invertorem nedostatečné, pomůže kaskáda dvou invertorů zapojená podle obr. 2. Nevýhodou je však téměř pětinásobný výstupní odpor proti invertoru z obr. 1. Lze sice vytvořit i kaskádu delší, ale nárůst výstupního odporu je příliš velký a tak je lepším řešením tohoto požadavku použití invertujícího spínacího regulátoru s indukčností.

Snížení výstupního odporu invertorů lze docílit paralelním spojením více

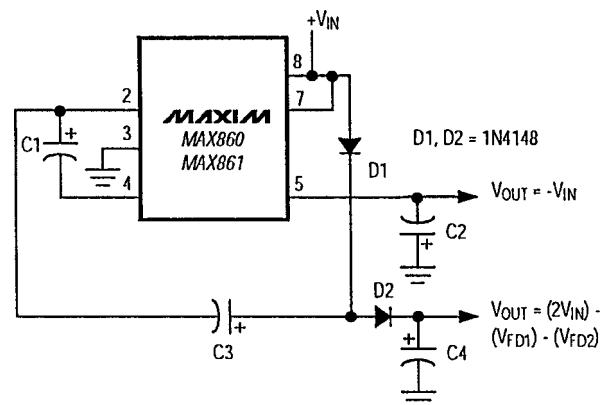
(n) obvodů podle obr. 3, které pracují do společného akumulárního kondenzátoru C2. Jeho kapacita by měla být n-násobkem hodnoty pro jediný invertor. Výstupní odpor je naopak n-krát menší.

V některých případech se může hodit zapojení z obr. 4, které má funkci invertoru, kdy se uplatní kondenzátory C1, C2 i zdvojovače s C3, C4. Celkový odebíraný proud nesmí překročit 60 mA.

Obvody MAX860/861 jsou k dispozici v 8-vývodových pouzdrech SO a μ MAX (5,03 $\times$ 3,05 $\times$ 1,11 mm i s vývody!) po dohodě i Cerdip, kdy je možný rozsah pracovních teplot -55°C až $+125^\circ\text{C}$. Aplikace těchto zajímavých obvodů se předpokládá především ve zdrojové části přenosných počítačů a v přístrojích včetně lékař-



Obr. 3 – Paralelním zapojením se snižuje úměrně výstupní odpor



Obr. 4 – Možná je i kombinace invertoru a násobiče

ské elektroniky, při napájení komunikačních rozhraní a operačních zesilovačů.

– HH –

[1] 50mA, Frequency-Selectable, Switched-Capacitor Voltage Converter. Katalogový list 19-0295; Rev 0; 7/94 firmy Maxim.

Krystalový oscilátor s malou spotřebou

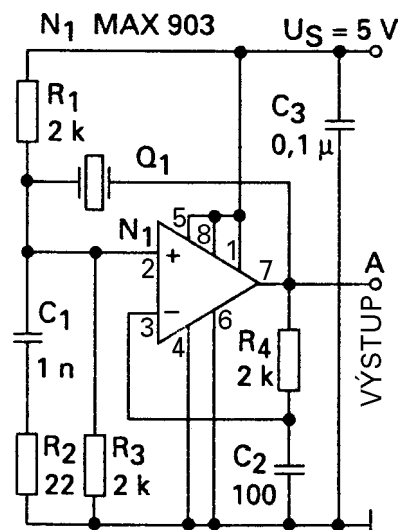
Pro číslicové nebo smíšené elektronické systémy občas potřebujeme stabilní krystalový zdroj kmitočtu, který se běžně nevyrábí, není-li požadovaný kmitočet v běžné řadě. Malé zpoždění a velké zesílení naprázdno činí komparátor MAX 903 velmi vhodným prvkem pro konstrukci krystalového oscilátoru. Řešení je na obrázku 1. Je to zdroj hodinového kmitočtu pro kmitočtový rozsah 10 až 25 MHz (podle krystalu), který je možné zatížit na výstupu až 500 Ω impedancí. Obvod R_2 C₁ lze pro kmitočty pod 10 MHz vypustit. Omezuje zesílení na vyšších kmito-

čtech a zabraňuje, aby se oscilátor nerozkmital na násobcích základního kmitočtu krystalu. Člen R_4 C₂ omezuje zesílení na nižších kmitočtech a potlačuje rozkmitání oscilátorů na základním kmitočtu, je-li krystal určen, aby kmital na násobku základního kmitočtu. Spotřeba oscilátoru při napájení 5 V je asi 2 mA.

– Hav –

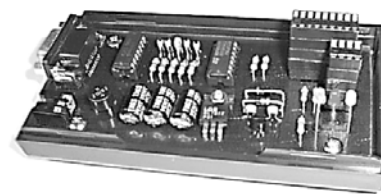
Podle RFE 1996, č. 10, s. 70

Obr. 1 – Krystalový oscilátor s malou spotřebou pro kmitočty 10 až 25 MHz



Programátor

jednočipových procesorů PIC a sériových paměti EEPROM



Ľuboš Mikulec
stavebnice č. 318

Vzhledem k dostupnosti a ceně jednočipových procesorů PIC se přímo nabízí jejich použití v současných elektronických konstrukcích. Kromě úspory místa a zvýšení spolehlivosti zařízení dosáhneme také nesrovnatelného zvýšení komfortu obsluhy. To je na druhé straně vyvážené nutností zvládnout problematiku jejich programování. Toto zařízení umožní přenést váš program do paměti procesoru a případně naprogramovat sériovou paměť EEPROM.

Popis zapojení

Zapojení vychází ze známého zapojení Davida Taita z důvodu kompatibility s již hotovým programovým vybavením na obsluhu a komunikaci s programátorem. Je doplněn usměrňovací můstek, místo spínacích tranzistorů jsou použita spínací hradla CMOS 4066. Navíc je doplněna možnost programovat paměti typu EEPROM.

Po usměrnění napájecího napětí získáme pomocí stabilizátoru U1 a diod D1 a D2 napětí 13,2 V, potřebné k programování EEPROM PIC. Pomocí stabilizátoru U2 získáme napájecí napětí 5 V pro ostatní obvody. Invertory s otevřeným kolektorem obvodu 74LS07 slouží k oddělení obvodu od PC a zabezpečení příslušných napěťových úrovní. Pomocí spínacích hradel U4A a U4B připojujeme napájecí a programovací napětí na obvod

Základní technické údaje programátoru:

Napájecí napětí stejnosměrné i střídavé: 17–24 V

Způsob připojení k PC: paralelní port pro připojení tiskárny (CENTRONICS)

Typy programovatelných procesorů PIC: 16C84 a příbuzných se sériovým programovacím protokolem (pouzdro DIP 18)

Typy programovatelných pamětí EEPROM: 2401 až 2465 (pouzdro DIP 8)

Signalizace: stav zapnuto, aktivní programovací napětí, aktivní napájecí napětí programovaného obvodu

PIC. Rezistory R1 až R7 plní funkci Pull-up. LED Dioda D3 signalizuje napájení celého programátoru, D4 připojení programovacího napětí 13,2 V a D5 připojení napájecího napětí 5 V na obvod PIC.

Oživení

Zapojení je jednoduché, neobsahuje žádné nastavovací prvky, po důkladném přeměření součástek a pečlivém osazení plošného spoje pracuje na první zapojení. Kvůli dosažení potřebné výšky jsou kondenzátory C6, C7, C8 zapájeny na ležato.

Programování

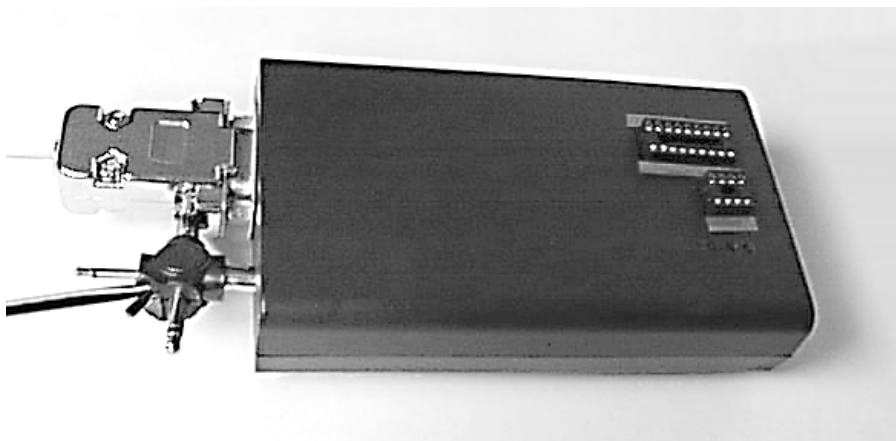
Je využito již hotové programové vybavení, a to z důvodu, že je šířeno volně, většinou obsahuje zdrojové texty a podporuje více operačních systémů.

Postup programování je jednoduchý. Ukažme si ho pro program PIP 02 firmy SiStudio. Po zadání následujících příkazů na příkazové řádce MS-DOS:

`dtait.exe 7407`

`pip02.exe`

se spustí program PIP02, v menu si pomocí Select a pak Device vybereme obvod 16C84 (obr. 1), dále pak pomocí File / Load nahrajeme HEX soubor s již zkompilevaným programem a po zadání Device / Program je váš PIC naprogramován. Postup u paměti EEPROM je obdobný.



Plastová krabička dává programátoru pěkný design

Programovací algoritmus PIC a komunikace s PC

Kompletní programovací algoritmus je uveden v [2], zabírá 12 stran a vzhledem k tomu, že obslužný pro-

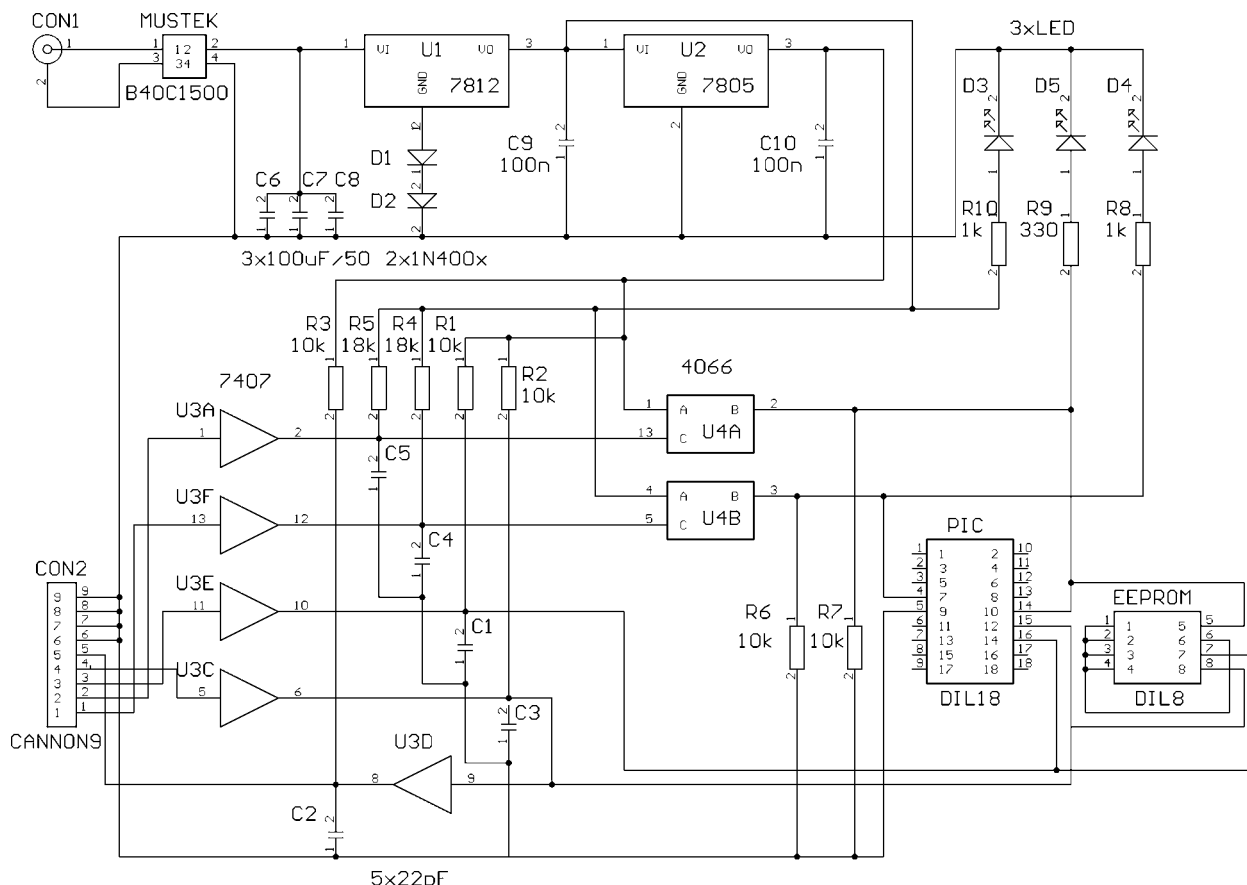
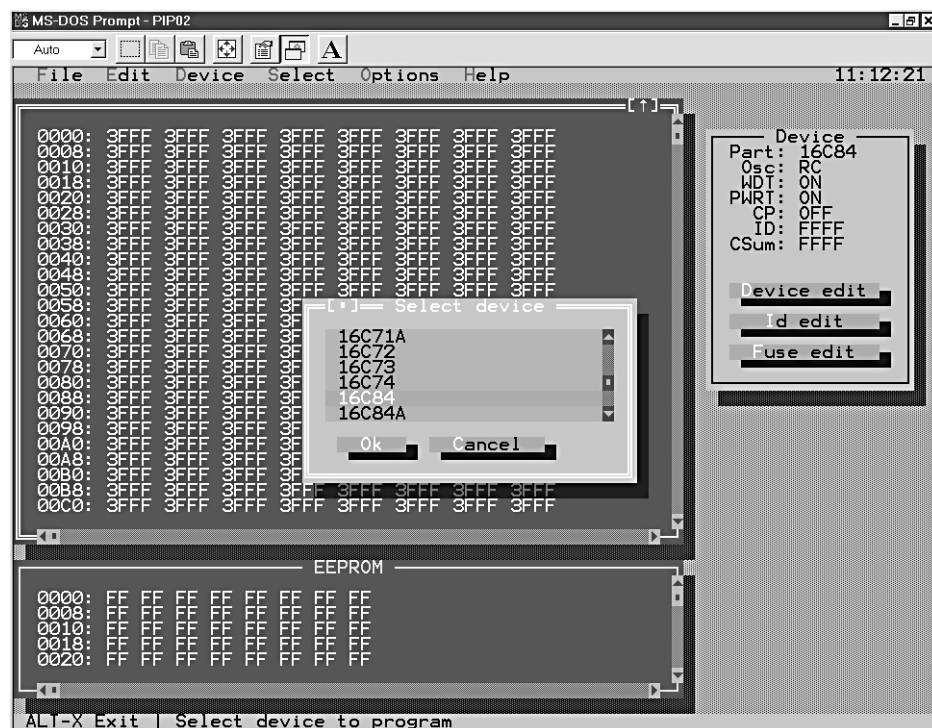


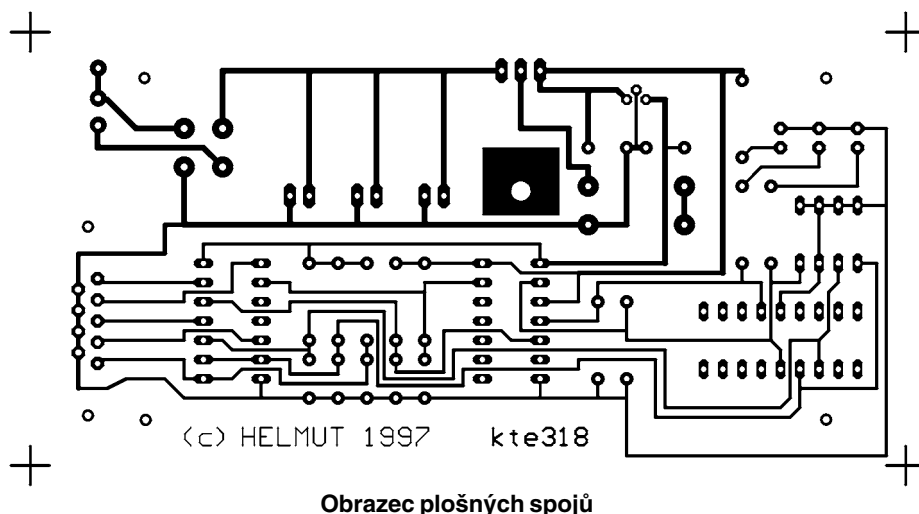
Schéma zapojení programátoru obvodů PIC

gram je šířen volně a obsahuje zdrojové texty, předpokládám, že jenom člověk, který má hodně volného času, půjde vlastní cestou při jeho psaní. Na konci článku jsou uvedeny Internetové adresy a spojení na BBS, kde je možnost uvedené programy bezplatně stáhnout. Program PIP 02 je také součástí stavebnice této konstrukce.

Na Internetu u výrobce obvodu PIC Microchip Technology Inc. je také ke stažení kompletní vývojové prostředí MPLAB, které obsahuje assembler, kompilátor, debugger a simulátor zmíněných obvodů. Jeho WWW stránky také obsahují kompletní technickou dokumentaci a příklady aplikací, které se mimochodem dají koupit knižně. V dnešní době, kdy je poskytovatelů Internetu jako hub po dešti a je běžný čtrnáctidenní provoz zdarma, vám nejbližší provider pravděpodobně zmíněné věci pomůže stáhnout zdarma v rámci ukázky.



Součástí dodávané stavebnice je volně šiřitelný program PIP02, který umožňuje pohodlné naprogramování obvodu



Obrazec plošných spojů

Popis obvodu PIC 16C84

Výrobce: Microchip Technology Inc.

Architektura: RISC

Napájecí napětí: 4–6 V

Napájecí proud: 400 μ A až 10 mA
dle typu oscilátoru

Taktovací frekvence: až 10 MHz

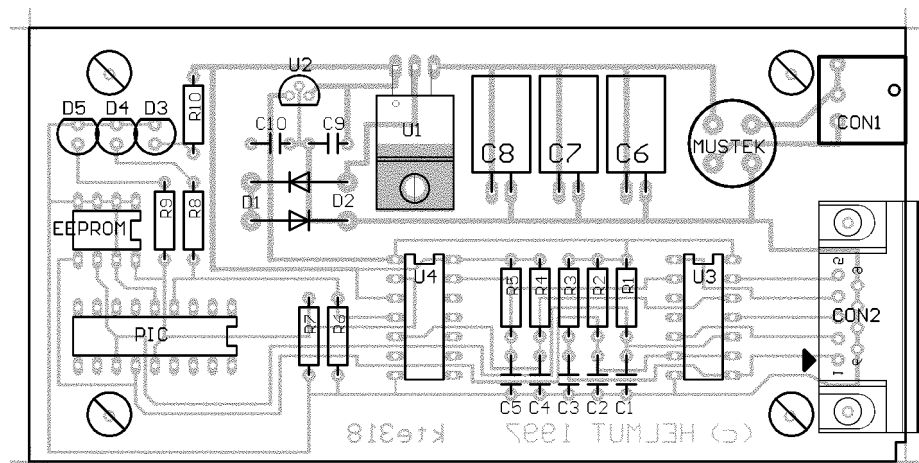
Instrukční soubor: 35 jednoslovných instrukcí o délce 14 bitů, zpracování jedné instrukce trvá 4 taktů

Paměť programu: 1024 $\times$ 14 bitů, EEPROM, 1 000 programovacích cyklů

Paměť RAM: 36 Bytů

Datové paměť EEPROM: 64 Bytů paměti (přístupná programově, 1 000 000 programovacích cyklů)

Porty: 13 vstupně/výstupných portů.



Osazovací plán

Další vnitřní příslušenství

- **Prescaler** – 8 bitový programovatelný čítač použitelný jako předdělička
- **WDT (Watch dog timer)** – hlídací časovač
- **RTTC (Real Time Clock/Counter)** – hodiny/čítač reálného času
- **Systém přerušení se čtyřmi zdroji** – vnější, od RTCC, při ukončení zápisu do EEPROM, změnou stavu na portu RB7/4
- **Ochrana programu procesoru proti přechtení**

Veřejně přístupné Internetové zdroje:

David Tait:

<http://www.man.ac.uk/~mbhstdj/SiStudio™>:

<http://www.sistudio.com/sistudio/download.html>

Software PP pro programátor:

<http://www.man.ac.uk/~mbhstdj/files/pic84v04.zip> (32kB)

Software PIP pro programátor:

<http://www.sistudio.com/sc/pip02.zip> (168kB)

Microchip Technology Inc.:

<http://www.microchip.com>

CANNON 9 Programátor	CANNON 25 PC	Název signálu	Směr z PC
1	5	D3	OUT
2	4	D2	OUT
3	3	D1	OUT
4	2	D0	OUT
5	10	ACK	IN
6	25	GND	–
7	25	GND	–
8	25	GND	–
9	25	GND	–

*Poznámka: Piny 6, 7, 8, 9 jsou již propojeny na desce plošných spojů, takže na propojení s pinem 25 CANNON 25 stačí jeden vodič. Celkově na propojení stačí šestižilový kabel (např. telefonní).

Tab. 1 – Zapojení propojovacího kabelu programátor – PC

BBS v ČR, kde je možné software pro programátor volně stáhnout:

TERRA BBS (Brno) tel. 05 / 45215145

soubory pic84v04.zip a pip02.zip

BAID BBS (Praha) tel. 02 / 83005441

soubory pic84v04.zip a pip02.zip

Napájecí zdroj 2 až 30 V/1,5 A s proudovým omezením

Ing. Pavel Mašika
stavebnice č. 317

Napájecí zdroj je první věcí, kterou pro svou práci potřebuje jak začínající bastlíř, tak profesionální konstruktér. Skvělou možností, jak jej získat, je sám si jej zhotovit, zejména musíme-li při rozhodování brát v úvahu i momentální obsah peněženky. Tento návod může pomoci těm méně pokročilým při stavbě zdroje, který jim bude sloužit ještě dlouhou dobu i při rostoucích zkušenostech a nárocích. Zkušeným zase může ušetřit čas při vývoji zdroje přesně „na míru“.

Dnešní nabídka speciálních integrovaných obvodů pro napájecí zdroj je víc než široká. Přesto byl po zevrubném průzkumu sortimentu mnoha výrobců pro realizaci zdroje zvolen „historický“ obvod 723. To, že se tento obvod vyrábí již více než 25 let, mu může sloužit pouze ke cti – byl prostě tak dobře vymyšlen, že na něm do dnešní doby nebylo nutné nic podstatného měnit (podobným evergreenem je ještě známější časovač 555). I dnes je pro náš účel 723 ideálním obvodem a kromě toho i jeho cena je velice příznivá.

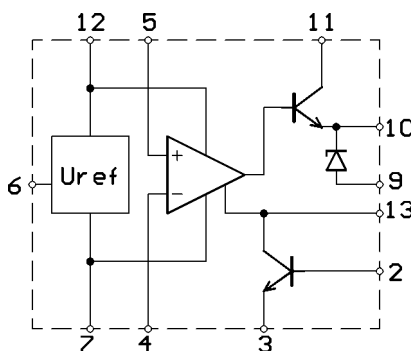
Jedním z požadavků na zdroj byla možnost omezení výstupního proudu již od poměrně malých hodnot pro vývojové nebo oživovací účely. Proto byly zvoleny meze omezení proudu od 15 mA do 1,5 A. Pro konkrétní účel je možné tyto hodnoty snadno posunout (jedním nebo druhým směrem) pouhou změnou hodnot součástek. Spínačem je možno zvolit dva různé režimy proudového omezovače. V prvním režimu dochází ke klasickému proudovému omezení – viz zatěžovací charakteristiky (obr. 3), ve druhém režimu zdroj po překročení nastaveného proudu vypne a výstupní napětí se obnoví až po ručním stlačení spínače.

Popis zapojení

V zájmu lepšího pochopení celého zapojení nejdříve stručně popíšeme „vnitřek“ obvodu 723 – viz obr. 1.

Na jednom čipu obvod obsahuje teplotně kompenzovaný zdroj referenčního napětí, operační zesilovač, tranzistor pro proudové omezení, vý-

konový tranzistor a Zenerovu diodu. Tranzistor proudového omezovače při svém otevření odvádí část proudu proudového zdroje, který je zátěží jedné větve diferenciálního stupně na vstupu operačního zesilovače, což má za následek snížení napětí na výstupu OZ. Maximální proud výkonového tranzistoru je 150 mA, maximální vstupní napětí 40 V, teplotní stabilita výstupního napětí od 0 °C do 70 °C je 0,015 % / °C.



Obr. 1 – Funkční schéma obvodu 723

Z referenčního napětí (typicky 7,15 V) je děličem R3 / (R2 + R3) získáno napětí cca 2 V a to je přivedeno na neinvertující vstup (pin 5) operačního zesilovače. Kondenzátor C2 snižuje vliv vstupního brumu na referenční napětí. Invertující vstup (pin 4) je na potenciálu daném děličem R7 / (P2 + R7) a operační zesilovač se díky velkému napěťovému zesílení a záporné zpětné vazbě postará o to, aby rozdíl napětí mezi jeho vstupy byl zanedbatelný. Na rezistoru R7 je tedy totéž napětí, jaké jsme získali pomocí R2 a R3 z napětí referenčního (2 V) a na celém děliči R7 / (P2 + R7) musí

Základní technické údaje:

Rozsah výstupních napětí: 2 až 30 V
Rozsah omezení výstupního proudu: cca 15 mA až 1,5 A

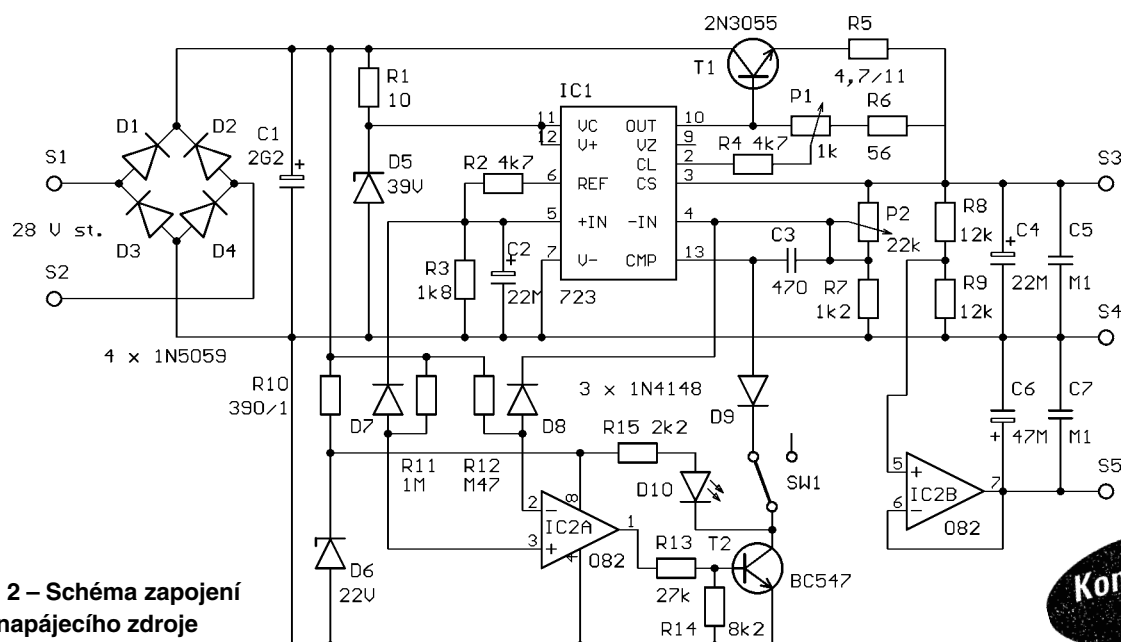
Výstupní odpor (10 V / 1 A): 20 mΩ

Zvlnění 100 Hz (10 V / 1 A): rozkmit 50 mV

Optická indikace proudového omezení
Dva režimy proudového omezení

být napětí $U_2 = 2 / 1,2 \cdot (P2 + 1,2)$. V jedné krajní poloze potenciometru ($P2 = 0$) je $U_2 = 2$ V, ve druhé krajní poloze ($P2 = 22$) je teoreticky $U_2 = 38,6$ V. Maximální napětí samozřejmě nemůže být vyšší, než napětí vstupní snížené o příslušné úbytky na T1 a R5.

Část úbytku napětí na R5, zvětšeného o napětí báze-emitor T1, je vedena na tranzistor proudového omezovače (piny 2 a 3). Rezistor R4 chrání bázi tohoto tranzistoru při případných proudových špičkách, např. při zapnutí zdroje zatíženého velkou kapacitou. Při vytočení P1 do levé krajní polohy (běžec u báze T1) je na omezující tranzistor vedeno celé toto napětí a k proudovému omezení dochází již od cca 15 mA. V opačné poloze potenciometru dojde k omezení při mnohem větší hodnotě proudu. Ta je dána hodnotou rezistoru R6 a v našem případě je cca 1,5 až 1,6 A. Změnou rezistoru R6 můžeme maximální proud ovlivnit oběma směry, při jeho zkratování k omezování proudu v pravé poloze P1 vůbec nedojde, je však třeba pamatovat na maximální emitorový proud tranzistoru T1 a na jeho přípustnou výkonovou ztrátu. Na obr. 3 jsou zatěžovací charakteristiky zdroje při výstupním napětí nastaveném na 10 V ve třech různých polohách potenciometru P1 – v levé krajní poloze, uprostřed a v pravé krajní poloze.



**Obr. 2 – Schéma zapojení
napájecího zdroje**

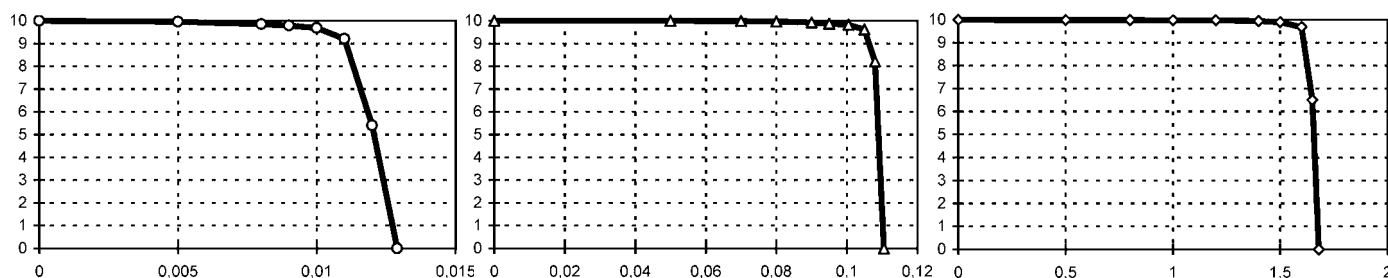
Vlastním oscilacím stabilizátoru, ke kterým by mohlo dojít kvůli velkému zesílení ve smyčce zpětné vazby, zabráňuje kondenzátor C3 připojený mezi invertující vstup OZ a výstup kmitočtové kompenzace (pin 13). Součástky R1 a D5 chrání vstup IC1 před napětím převyšujícím 40 V. Jejich dovolené výkonové zatížení vylučuje, aby jimi tekla proud trvale, není tedy možné na vstup zdroje připojit transformátor, který by po usměrnění a vyhlazení dával více, než je Zenerovo napětí diody D5. Tyto součástky jsou určeny pouze pro eliminaci napěťových špiček, ke kterým dochází při zapnutí transformátoru, a které mohou několikanásobně převyšovat jmenovité napětí transformátoru. Přivedení takového, byť i krátkodobé, napěťové špičky přímo na vstup IC1 by mělo za následek zničení tohoto obvodu a případně i další škody na zařízeních v daném okamžiku zdrojem napájených.

Část zapojení popsaná do tohoto

okamžiku je základním funkčním celkem zdroje a může fungovat nezávisle na zbylých částech. Obvody okolo OZ IC2A slouží pro optickou indikaci proudového omezení a pro volbu jednoho ze dvou režimů zdroje. IC2A pracuje jako komparátor, který porovnává napětí na vstupech OZ obsaženého v IC1. Nárůst rozdílu těchto napětí (neinvertující vstup kladnější) znamená začátek činnosti proudového omezovače. Na vstupy IC2A jsou tato napětí přivedena přes diody D7 a D8, jež zajišťují stejnosměrné posunutí obou napětí směrem ke kladným hodnotám. To je nutné pro zajištění správného pracovního bodu vstupů IC2A a zároveň můžeme volbou různých proudů diodami D7 a D8 ovlivňovat napětí, při kterém dojde k překlopení komparátoru. Toto napětí je ovlivněno i vstupním offsetem OZ IC2A a při použitých hodnotách rezistorů R11 a R12 se může pohybovat řádově okolo 0,1 V. Znamená to, že

pokud nastavíme potenciometrem P2 např. 20 V na výstupu (desetkrát víc než na R7), k indikaci proudového omezení dojde až když výstupní napětí díky proudovému omezovači poklesne o asi 1 V oproti napětí na prázdku. Pokud by pro určité aplikace nastal požadavek přesnější registrace omezení, bylo by nutné dostavit mez překlopení IC2A změnou poměru odporů R11 a R12.

Výstup komparátoru napájí přes dělič R13, R14 bázi tranzistoru T2, který rozsvěcuje svítivou diodu D10 (optická indikace proudového omezení) a při sepnutém spínači SW1 zároveň odvede přes diodu D9 všechny proud proudové zátěže diferenčního stupně v IC1 a tím sníží výstupní napětí IC1 na nulu. K nule klesne i výstupní napětí celého zdroje, rozdíl napětí mezi vstupy komparátoru dále vzroste a tím je tento stav stabilní. Do normálního stavu se zdroj dostane po odpojení nadměrné zátěže nebo zvýšení maximálního proudu

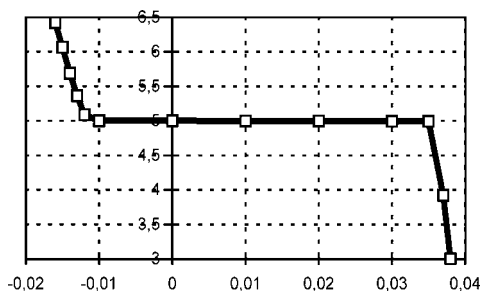


Obr. 3 – Zatěžovací voltampérové charakteristiky naměřené na vzorku

zdroje rozepnutím spínače SW1. Tento spínač je na desce s plošnými spoji záměrně zapojen tak, že v zatlačeném stavu je rozpojen. K „resetování“ zdroje tedy není nutné SW1 rozepnout a zapnout, ale můžeme jej neúplným zatlačením využít jako tlačítko bez aretace ke krátkému rozpojení obvodu.

Druhá polovina IC2 je využita jako napěťový sledovač pro uměle vytvořenou polovinu výstupního napětí, kterou lze využít v určitých případech, např. pro aplikace s operačními zesilovači. Výstup IC2B samozřejmě nelze zatěžovat příliš velkými proudy, předpokládá se, že hlavní proudový odběr probíhá mezi kladnou a zápornou svorkou, umělým středem teče pouze rozdílový proud. Pokud nevíme jistě, zda určité zapojení tento požadavek splňuje, je lepší vytvořit umělý střed jinak (případně připojit na S5 výkonnější sledovač) nebo použít pravý symetrický zdroj. Pro alespoň přibližnou představu o zatížitelnosti umělého středu uvádíme na obr. 4 zatěžovací charakteristiku tohoto výstupu, naměřenou na zkušebním vzorku při výstupním napětí 10 V.

Upozornění: Umělý střed lze využít až od výstupních napětí větších



Obr. 4 – Zatěžovací charakteristika umělého středu

než 6 V. Při nižších napětích není toto napětí přesně polovinou výstupního a může se chovat různě, v závislosti na konkrétním obvodu použitém na místě IC2.

Napájecí napětí pro obvod IC2 je sníženo a stabilizováno Zenerovo diodou D6. Při vstupním napětí např. 40 V by tento obvod takto vysoké napájecí napětí už nemusel přežít.

Konstrukce

Zdroj je umístěn na jednostranné

desce s plošnými spoji *kte317* se čtyřmi drátovými propojkami. Při osazování je třeba dávat pozor na správnou orientaci diod a integrovaných obvodů, jinak konstrukce neobsahuje žádné záludnosti ani pro začátečníka.

Nejdůležitější součástí zdroje je samozřejmě síťový transformátor. Vzhledem k možnosti výhodně zakoupit nejrůznější transformátory ve výprodejích není transformátor součástí stavebnice. Podle požadavků, které chceme na zdroj v praxi klást, si musíme opatřit transformátor, jehož sekundár bude vyhovovat svým napětím i proudem. Pro výstupní proudy do 1,5 A by mělo být sekundární vinutí dimenzováno alespoň na 2 A. Při použití slabšího transformátoru je vhodné zvětšením hodnoty rezistoru R6 zmenšit maximální proud, aby při náhodném zkratu nedocházelo k přetěžování transformátoru. Maximální proud je možné i zvýšit, ale při trvalém proudu přes 1,5 A by již výkonovou zatížitelností nevyhovoval rezistor R5. Tuto úpravu lze doporučit pouze pro zvláštní účely, když lze od zátěže očekávat pouze nárazový zvýšený odběr, se střední hodnotou do 1,5 A. Jinou možností je zmenšit hodnotu R6, což posune nastavení proudového omezení směrem k vyšším hodnotám a tím přijdeme o možnost omezit proud už od 15 mA. Rozdělení rezistoru R5 na dvě části s možností volby jedné ze dvou hodnot přepínačem vyřeší i tento problém. Transistor 2N3055 má pro zvyšování výkonu zdroje dostatečnou rezervu (15 A, 115 W), usměrňovací diody 1N5059 jsou dvouampérové, ale střední hodnota proudu tekoucí jednou diodou v můstku je pouze polovinou celkového proudu.

Napětí transformátoru by mělo být v ideálním případě 28 V (39 V po usměrnění). Pak je zdroj schopen dát na výstupu 30 V i při maximálním odběru. Pokud by vstupní napětí mělo překročit Zenerovo napětí diody D5, museli bychom patřičně výkonově dimenzovat R1 a D5. Podstatné zvyšování vstupního napětí ale nemá velký smysl, protože napětí na emitoru T1 bude vždy asi o 3 V menší, než napájecí napětí IC1. Při použití transformátoru s nižším sekundárním napětím

(např. 24 V) se sníží i maximální dosažitelné výstupní napětí. Pokud bychom chtěli, aby byla dráha potenciometru P2 optimálně využita pro snadnější nastavení požadovaného napětí, docílíme toho přesným nastavením hodnoty R7, např. sériovým spojením s druhým rezistorem o menší hodnotě. Při požadavku opravdu přesného nastavení výstupního napětí je vhodnější zapojit do série s P2 druhý potenciometr (např. 2k2) a napětí pak nastavovat dvěma potenciometry – hrubě a jemně.

Mechanické provedení celého zdroje záleží na konkrétním transformátoru a přirozeně na fantazii a možnostech každého konstruktéra. Důležitým momentem je dostatečné chlazení tranzistoru T1. V extrémním případě při napájecím napětí 40 V a zkratovém proudu 1,5 A se musí na chladiči rozptýlit asi 50 W. Samotný chladič dodávaný se stavebnicí má podle výrobce tepelný odpor 6 K/W, což dovoluje trvalé zatížení asi polovičním výkonem. Počítá se ale s tím, že tranzistor bude umístěn na zadním panelu plechové skříňky zdroje a ten bude tvořit další přídatný chladič s dostatečnou plochou. Při nároku na co nejmenší rozměry celého přístroje není vyloučeno ani použití malého ventilátoru. Výkonový tranzistor by měl být galvanicky odizolován od chladiče a od kostry přístroje, ale zároveň musí mít dobrý tepelný kontakt s těmito kovovými částmi. Pouzdro tranzistoru přitáhneme k chladiči přes izolační slídovou podložku, šrouby ochráníme pomocí kousků teflonové bužírky a podložek.

Síťový přívod musí být třížilový, dobře zajištěný proti mechanickému poškození (vytržení, proříznutí bužírky) a kostra přístroje se musí spojit s ochranným (žlutozeleným) vodičem. Primár transformátoru připojíme přes síťový vypínač a pojistkové pouzdro, které by mělo být přístupné bez nutnosti rozmontovat skříňku. Vhodné je začlenit tavnou pojistku i do obvodu sekundáru, pro uvedené hodnoty proudů vyhoví pomalá pojistka 2,5 A, na síťové straně 0,4 A.

Na závěr připomínáme ještě ne dostatečně známý fakt, že jmenovitá hodnota napětí v naší síti je v současné době 230 V. S tím je třeba počítat, použijeme-li transformátor staršího data výroby s primárním napětím 220 V. Takový transformátor lze bez potíží použít, musíme ale počítat s tím, že se ve stejném poměru zvýší i napětí na sekundáru.

Seznam součástek

Rezistory

R1	10
R2,R4	4k7 – 2ks
R8	1k8
R5	4,7 / 11W
R6	56
R7	1k2
R8,R9	12k 1% – 2ks
R10	390 / 1W
R11	1M
R12	M47
R13	27k
R14	8k2
R15	2k2

Potenciometry

P1	1k LIN
P2	22k LIN

Kondenzátory

C1	2G2 / 40 AX
C2,C4	22M / 35 RAD – 2ks
C3	470KFKO
C5,C7	M1 KERKO – 2ks
C6	47M / 16 RAD

Diody

D1 až D4	1N5059 – 4ks
D5	ZF39
D6	ZD22
D7, D8, D9	1N4148 – 3ks
D10	LED 5mm červená

Tranzistory

T1	2N3055
T2	BC547C

Integrované obvody

IC1	LM723
IC2	TL082

Spínač

SW1	PS22F02
-----	---------

Svorkovnice

S1, S2	ARK210-2
S3, S4, S5	ARK210-3

Patice pro integrované obvody

14 pinů
8 pinů

Chladič pro T1

Slídová podložka

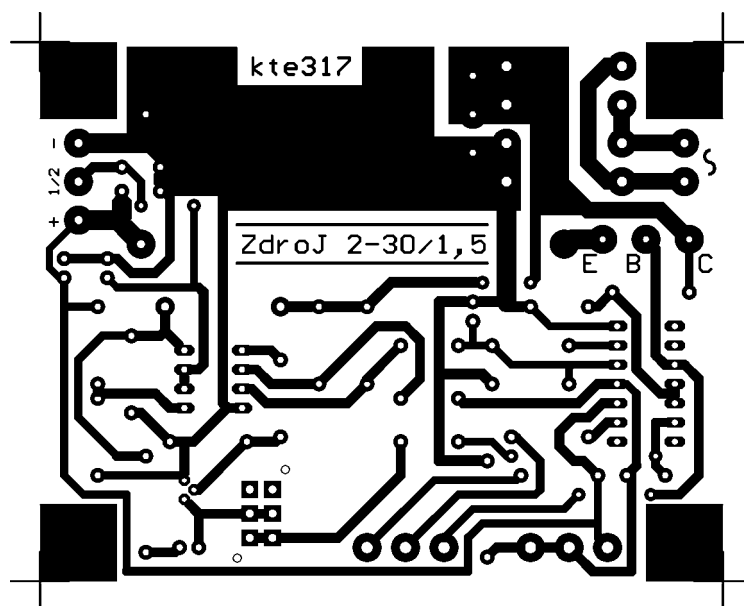
Plošný spoj

V4554D

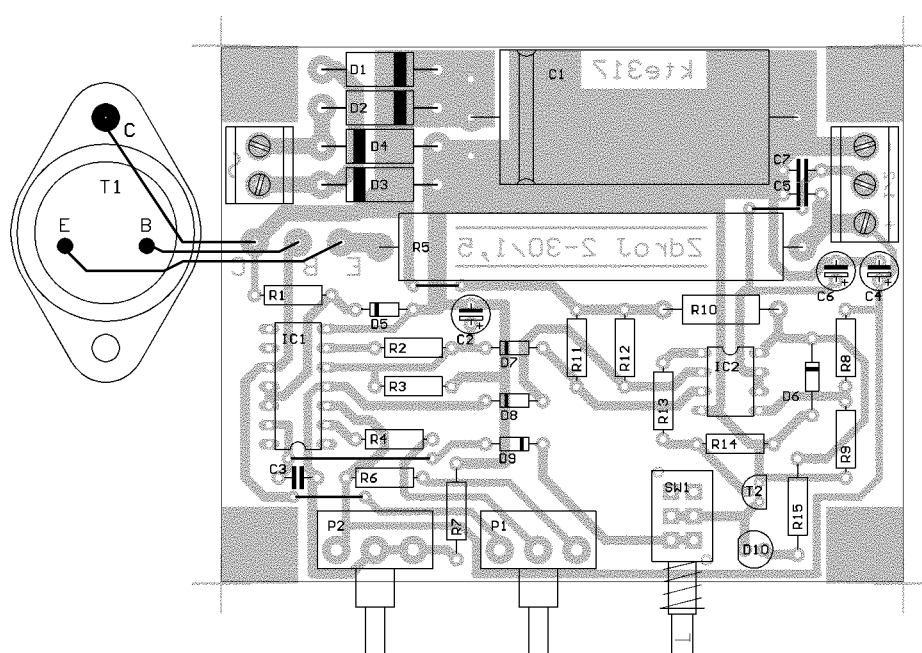
Glimmer TO3

kte317

Stavebnici si můžete objednat u zásilkové služby KTE ve Chvaleticích za 430 Kč.



Obr. 5 – Obrazec plošných spojů



Obr. 6 – Plán rozmístění součástek



Bezkontaktní ovládání síťových spotřebičů

V tomto článku najdete návod na stavbu jednoduchého bezkontaktního ovladače síťových spotřebičů, který využívá specifický způsob aktivace vlastního výkonového spínače (triaku). Výhodnost zde použitého magnetického způsobu ovládání triaku spočívá (při správném provedení a vhodné aplikaci vlastního spínače) především v tom, že si i v těžkých provozních podmínkách zachovává nejen velkou spolehlivost a trvanlivost, ale zejména bezpečnost.

Jiří Zuska
stavebnice č. 319

Popis použití a zapojení spínače

Prvotní impuls ke konstrukci spínače byl vlastně náhodný, ale jak čtenář sám uvidí, přišel přímo „ze života“. Před časem mi jeden přítel popsal potíže, které má se spínačem u ponorného čerpadla na chatě. Toto čerpadlo (známý Malyš), spuštěné do studny, bylo napájeno kabelem uloženým v zemi, vedeným ke studni od chaty. Samotný spínač čerpadla byl kvůli pohotovosti umístěn přímo v hlavici litinového tělesa ruční pumpy, která již dosloužila, byla zbavena všech „vnitřností“ a její těleso zůstalo stát na záklopné desce studny. Do výtokového ramene tělesa pak byla zavedena výtláčná hadice z Malyše, takže voda z pumpy teče, ačkoliv se zdá, že by vlastně neměla (když s tou pákou nikdo necloumá).

Životnost takto exponovaného spínače (asi si dovedete představit to prostředí) do úplného rozpadnutí

byla přibližně jeden rok. Takže je tu problém. Spínače pro takové prostředí jsou těžko dostupné a drahé. Hermeticky uzavřené relé se sehnat dá, ale také není nejlevnější a hlavně potřebuje napájení. Zapojení s triakem se přímo vnucuje, už jen zbývá zajistit jeho buzení. Technicky čisté řešení nabízí výkonové optotriaky, ale jsou velmi drahé a potřeba napájení vstupního ovládacího okruhu (LED) stejně zůstává. A tak přišly ke cti jazyčkové kontakty (vlastní spínací systém jazyčkových relátek), které jsou naštěstí běžné a dosti levně dostupné i jako samostatná součástka.

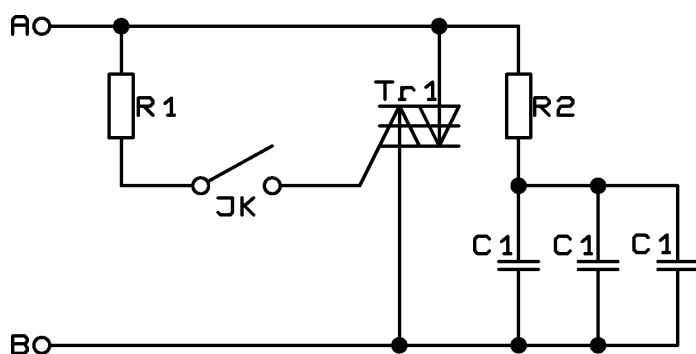
A tím je také (jak je patrné ze schématu zapojení na obrázku 1) problém vyřešen. Samotný spínač je po stránce elektronické až trapně jednoduchý. To nevadí – oč je v něm méně elektroniky, o to je v provozu spolehlivější a v realizaci jednodušší. Přímé funkce spínače se účastní jen tři součástky. Je to především samotný spínací prvek, tedy triak Tr1 a dále už jen rezistor

R1 a jazyčkový kontakt JK, které jsou zapojeny v sérii v obvodu řídicí elektrody triaku. Zbylé součástky (rezistor R2 a kondenzátory C1) jsou potřebné hlavně při spínání indukivní zátěže (což třeba uvedené čerpadlo bezpochyby je). Přesto bych doporučil tyto prvky použít i při spínání proudu do odporové zátěže (třeba žárovky nebo topná tělesa), protože potlačují rovněž napěťové špičky, přicházející do obvodů spínače jako rušení zvnějšku.

Princip spínání je známý a také jednoduchý. Při přiblížení trvalého magnetu dojde k sepnutí jazyčkových kontaktů a proud tekoucí přes zátěž spínače a rezistor R1 do řídicí elektrody triaku způsobí jeho sepnutí – poprvé ihned po sepnutí jazyčkových kontaktů a dále pak vždy na začátku každé půlperiody síťového napětí. K rozpojení dojde na konci půlperiody síťového napětí, při níž došlo k opětovnému rozpojení jazyčkových kontaktů (po oddálení magnetu).

Z popisu principu spínání se dostáváme zpět k vlastnostem tohoto typu spínače (již jsme se o nich zmínili v záhlaví stavebního návodu). Je zřejmé, že při dodržení dříve uvedených podmínek zaručuje použitý princip velkou bezpečnost i ve velmi nepříznivých podmínkách, na příklad ve vlhkém sklepě a podobných objektech. Pokud se postaráme o opravdu dokonale vodotěsné zapouzdření spínače do krabičky z umělé hmoty s použitím dobře těsnících kabelových průchodků, můžeme vytvořit spínač, který nám bude spolehlivě sloužit nejen v prostředí vlhkém, ale i tam, kde na jeho povrch bude kapat nebo stříkat voda, případně i když bude ve vodě ponořený.

Další vlastnosti, které jsou jakýmsi vedlejším produktem použitého prin-



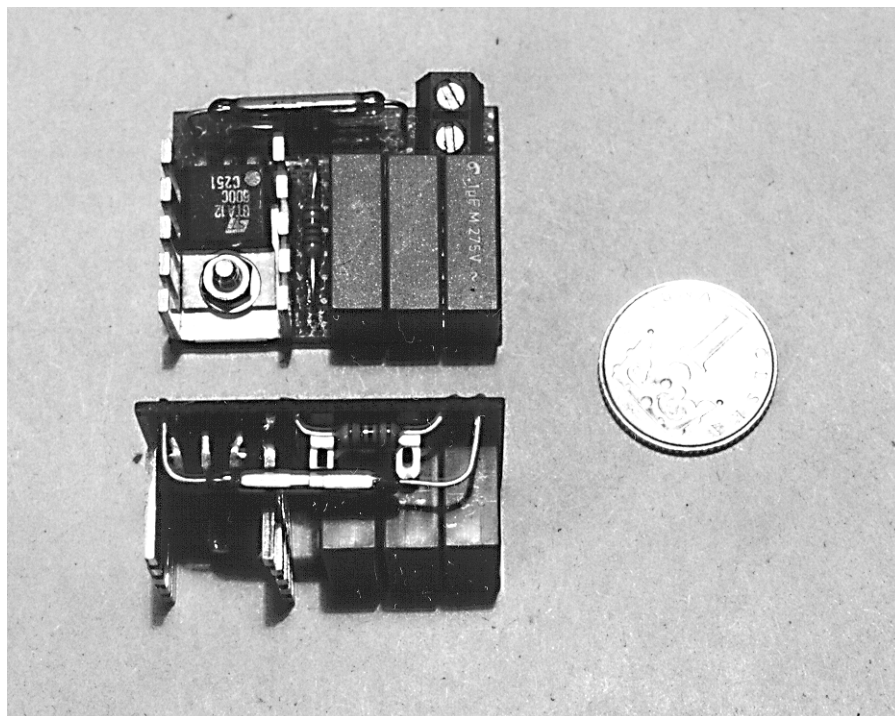
Obr. 1 – Schéma zapojení spínače

cipu spínání, mohou být rovněž velmi užitečné a vítané. Patří sem možnost snadného utajení spínače před nepovolanými „manipulátory“ – a nemusí to být jenom děti. Jsme si jisti, že čtenáři sami objeví mnoho dalších možností, jak výhodně využít specifické vlastnosti tohoto spínače a budeme velmi rádi, pokud nás na ně upozorní, třeba v rámci soutěže, vyhlášené na začátku tohoto roku redakcí našeho časopisu.

Jak již bylo uvedeno, k aktivaci spínače potřebujeme jen obyčejný trvalý magnet. Vzdálenost mezi jazýčkovým kontaktem a magnetem, při které již spínač zareaguje (tedy jakási citlivost) je závislá na „síle“ magnetu. Při použití feritových magnetů, které se používají na fixování papírů na magnetických tabulích, se jazýčky spínají při přiblížení magnetu na vzdálenost asi 12 mm. Při použití magnetu z rotoru krokového motoru (ze staré floppy diskové mechaniky) byla citlivost 25 až 30 mm. Podobnou citlivost také dosáhneme, když použijeme statorové magnety z vadného motorku větráku do auta. Tyto údaje použijeme při instalaci spínače, protože musíme mít možnost dostatečného přiblížení ovládacího magnetu tak, aby bylo zajištěno spolehlivé spínání.

Čtenáře bude jistě především zajímat jaké spotřebiče mohou popsaným spínačem ovládat. Při zkouškách jsme zjistili následující: spínač bez krabičky může bez časového omezení spínat zátěž až 800 W, je-li umístěn v těsné krabičce (viz dále), pak se spínaný výkon sníží zhruba na polovinu (400 až 500 W). Nestačili jsme vyzkoušet výkonové schopnosti spínače, zalitého silikonovým kaučukem, ale předpokládáme, že to bude (vzhledem k poměrně velké tepelné vodivosti tohoto materiálu) lepší než v případě předchozím, zhruba kolem 600 W. Pokud se tedy někdo bude při ovládání spotřebičů blížit k uvedeným výkonovým hranicím, měl by otázku odvodu uvolněného tepla důkladně zvážit a případně vykonat patřičné provozní zkoušky.

Připomeňme si ještě, že použití spínače není omezeno jen na ovládání spotřebičů, zapojených v síťovém rozvodu. Prakticky stejným zařízením



Rozměry zařízení jsou minimalizovány...

můžeme řídit i spotřebiče v okruhu střídavého napětí 24 nebo 12 V. Zmenšení napájecího napětí se projeví příznivě na bezpečnosti, nepříznivě na dosažitelné velikosti spínaného výkonu. Musíme si uvědomit, že velikost ztrátového výkonu triaku (tedy i množství tepla) je úměrné jen protékajícímu proudu, protože úbytek napětí na sepnutém triaku na velikosti napětí na spotřebiči nezávisí. Při zmenšení napětí je vhodné úměrně zmenšit i velikost rezistoru R1, aby budicí proud řídící elektrody triaku byl dostatečný.

Velmi jednoduché, elegantní a levné se jeví využití popsaného principu při ovládání třífázových spotřebičů, ale o tom až někdy příště.

Stavba spínače, součástky

Destička plošného spoje spínače je malá, aby se celý spínač vešel do malé krabičky. Proto je montáž poměrně stěsnaná, ale nezpůsobuje to žádné potíže, protože součástky pěkně sedí jedna vedle druhé. Rozměry jsou přesně uzpůsobeny pro plastovou krabičku, označovanou KM (krabička malá – 42 × 32 × 20 mm). Můžeme pochopitelně použít i jinou, pokud bude

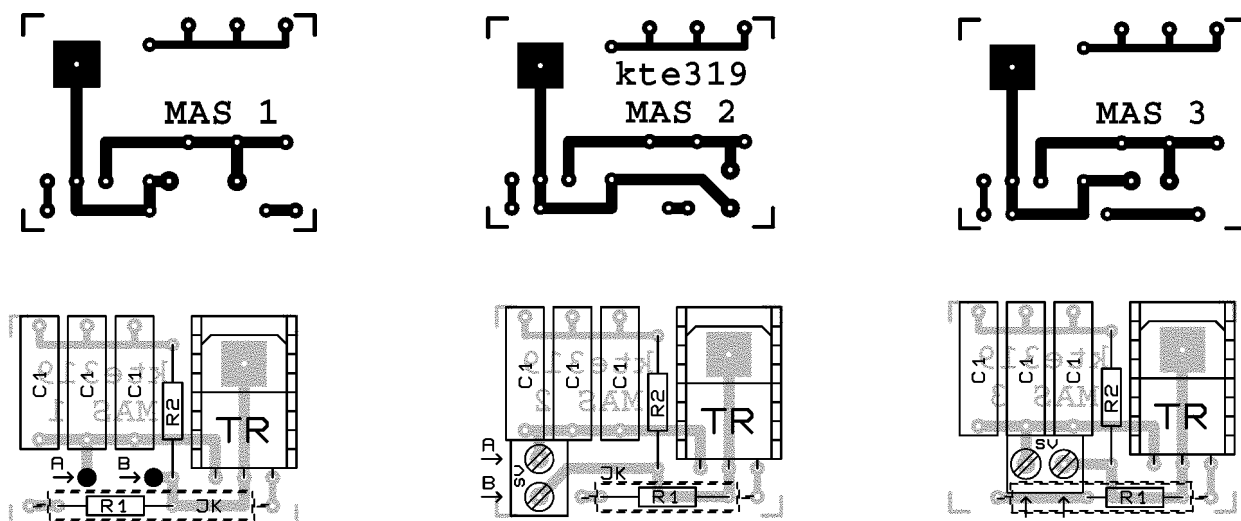
vyhovovat rozměrově a bude mít i požadované izolační vlastnosti. Vhodná (i tím, že je zadarmo) je například kulatá krabička od pásky do psacího stroje. Jediná úprava krabičky spočívá v tom, že uděláme otvory pro připojení kabel.

Seznam součástek

R1	470Ω
R2	150Ω
C1	100nF typ CF100N 275V – 3ks
JK	BV272
Tr1	BTA 12/600 apod. – viz text
chladič triaku	typ DO 1
plastová krabička	typ KM (SEB)
svorkovnice	ARK5002
plošný spoj	kle319

Cena sady součástek včetně plošného spoje: 176 Kč. Stavebnice obsahuje plošný spoj ve verzi MAS 2 (varianta se svorkovnicí), ale podle tohoto návodu si můžete zhotovit i další dvě varianty zařízení.

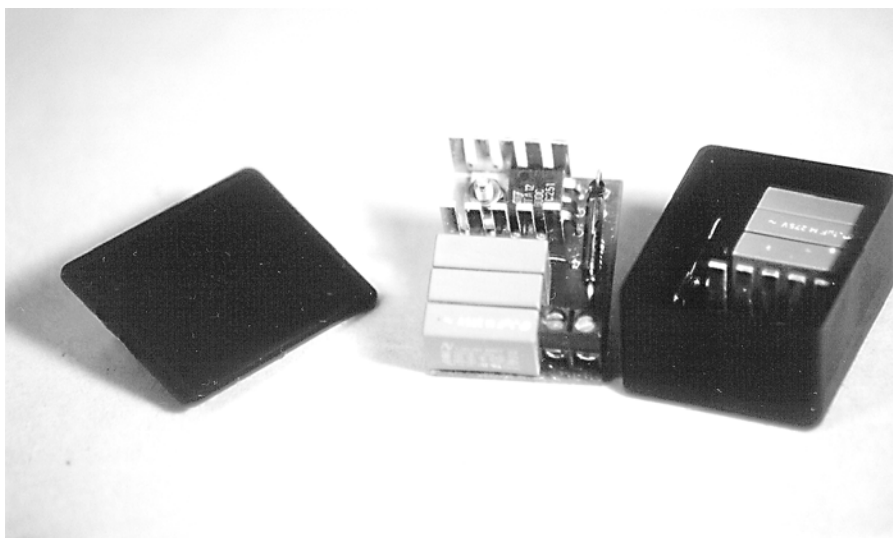
Použité součástky jsou běžně dostupné. Na místě kondenzátoru C1 musíme použít předepsaný typ, nebo jiný se shodnými rozměry, jinak se nám tam nemusí vejít. Právě



Obr. 2 – Obrazce plošných spojů a schémata rozmístění součástek pro tři různé varianty zařízení

z rozměrových důvodů tvoří kapacitu odrušovacího členu celkem tři paralelně zapojené kondenzátory, abychom spínač mohli uzavřít do malé krabičky. Kondenzátor s potřebnou velikostí kapacity má příliš velké rozměry, především výšku. Jazyčkový kontakt pracuje se síťovým napětím a proto musíme použít jen takový, který je k tomu určen. Triak je bohatě proudově předimenzován, což zlepšuje jeho šance na přežití při mimořádných událostech a i poněkud zmenšuje ztrátový výkon při sepnutí (triaky určené pro větší proudy mají větší plochu polovodičového přechodu a při stejném proudu je na nich trochu menší úbytek napětí, než na typech pro malé proudy).

Ke stavbě ještě jedno důležité upozornění: siločáry magnetického pole musí procházet prostorem, v němž se nachází jazyčkový kontakt kolmo k rovině ploché strany vlastních kontaktů, zatavených ve skleněné kapsli. To musíme mít na paměti při osazování jazyčkového kontaktu do destičky, respektive při ohýbání jeho vývodů. Záleží na tom, jak bude nakonec celý spínač namontován a z které strany se bude přikládat ovládací magnet. Pokud budeme magnet přikládat shora, jako na součástky, musíme vývody jazyčkového kontaktu ohnout tak, aby rovina plochých stran jazyčků byla (leží-li spínač na destičce plošného spoje) svisle. Naopak budeme-li přikládat ovládací magnet ze strany



...takže se pohodlně vejde do malé plastové krabičky.

(když bude vlastní spínač vložen do štěrbin), pak musí být rovina plochých stran jazyčků rovnoběžná s rovinou destičky plošného spoje.

Velmi účinným opatřením pro zvýšení odolnosti spínače vůči působení okolního prostředí je dodatečné zalití

destičky obvodů spínače silikonovým kaučukem. Nezapomeňte však ještě před aplikací kaučuku k destičce připojit přírodní vodiče.

Do obvodu s ovládaným spotřebičem náš spínač zapojíme stejně, jako každý jiný kontaktní, tedy do série.

Na závěr ještě jedno důležité upozornění:

Stavba, instalace a provoz zařízení, pracujících pod síťovým napětím, podléhají daným bezpečnostním předpisům, které definují mimo jiné i odbornou způsobilost osob, které na těchto zařízeních pracují. Proto doporučujeme, aby zájemci o popsání spínače ve vlastním zájmu objektivně posoudili své znalosti i možná rizika a požádali případně (zejména při instalaci či zkouškách postaveného spínače) o pomoc kvalifikovaného odborníka.

Odborná literatura



K. Kano:

Semiconductor Devices

V knize, jejíž název dostatečně vystihuje její obsah, naleznete jak popis fyzikálních principů, tak i čistě aplikační přístupy k problematice. Poměrně malý důraz je kladen na obtížnější oblasti např. z kvantové mechaniky nebo komplexní matematiky, které jsou používány při popisu některých mechanismů. Velmi podrobně je pojednána problematika MOSFET, zejména pro jejich univerzální použití v číslicových obvodech. Velký prostor je věnován tematice speciálních diod (tunelové diody, fotodiody, Schottkyho diody). Jedna celá kapitola je věnována optoelektronice a optickým vláknům. Dodatky obsahují charakteristiky a parametry různých součástek probíraných v knize.

Leden 1997 Prentice Hall, 600 stran, ISBN 0-02-361938-4, cena 45,50 dolarů.

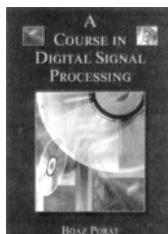
B. Porat:

A Course in Digital Signal

Processing

Autor nám předkládá velmi přehledný a přístupný text, určený pro druhý a třetí rok studia DSP. Jako odezva na požadavky, aby v textu bylo méně abstrakce a více techniky, jsou zde začleněny i konkrétní fyzikální a technické aplikace ve spojení s příslušnými matematickými vývody, nutnými pro důkladné pochopení principů. Detailně jsou zde rozebírány problémy spektrální analýzy, včetně užití oken, analýzy sinusového signálu, vlivu šumu a prezentace diskrétní kosinové transformace. Rozbor problematiky vzorkování zahrnuje i fyzikální aspekty vzorkování a tematiku A/D a D/A převodníků. Důkladně jsou pojednány filtry FIR a IIR a jejich návrh s pomocí nástrojů programu Matlab. Jedna kapitola se zabývá zpracováním multifrekvenčních diskrétních signálů.

1997 Wiley, 600 stran, ISBN 0-471-14961-6, cena 24,50 liber.



R. G. Lyons:

Understanding Digital Signal

Processing

Kniha obsahuje jak teorii, tak praktické aplikace DSP, obojí v přístupné formě. Tematika je hojně doplňována příklady a přehlednými grafickými ilustracemi. Na konci každé kapitoly je souhrnný rejstřík pojmů a seznam odkazů.

1997 Addison-Wesley, 544 stran, ISBN 0-201-63467-8, cena 42,95 liber.

V. P. Heuring, H. F. Jordan:

Computer Systems Design and Architecture

Tato kniha je praktickým úvodem a přehledným zmapováním obecných principů počítačové architektury. Díky tomu, že je napsána z úzce elektronického a počítačově-návrhářského pohledu, může být v praxi velmi užitečným pomocníkem.

1997 Benjamin/Cummings, 600 stran, ISBN 0-8053-4330-X, cena 26,95 liber.

P. Skalický:

Mikroprocesory řady 8051

Příručka postupně prochází jádro procesoru 8051 (organizaci paměti, registry speciálních funkcí, čítače, časovače, přerušení, sériový kanál, ...), dále popisuje zapojení vývodů procesoru včetně struktury a činnosti vstupně/výstupních bran, časování centrální procesorové jednotky a přístupu do vnější paměti. Za zmínku též stojí kapitola o vývoji procesorů s jádrem 8051 a jejich klonů. Nechybí ani informace o instrukčním souboru spolu s popisem jednotlivých instrukcí. V další části je uvedeno celkem devět příkladů programů. Protože autorovy zkušenosti zahrnují i mikroprocesor 8xC251SB, tvoří další kapitola informace o tomto obvodu (organizace paměti, přerušovací systém, periférie, konfigurace procesoru, instrukční soubor). Ačkoliv publikaci nelze považovat za vyčerpávající v řadě procesorů typu 8051, přináší ucelený pohled na jádro těchto procesorů.

Březen 1997 BEN, 112 stran A5, ISBN 80-86056-13-9, cena 99 Kč.

P. C. Sen:

Principles of Electric Machines and Power Electronics

Ve druhém vydání této knihy autor reaguje na poslední změny v oblasti technologií a text je proto velmi aktuální. Je psán pro jedno- nebo dvousemestrové studium předmětu elektrických strojů. Jednotlivé části i celé kapitoly mohou být přeskakovány bez ztráty návaznosti nebo studovány nezávisle na sobě. Nové vydání zahrnuje kromě tradičních oblastí o elektrických strojích i části zabývající se nejmodernějšími principy silové elektroniky. Také obsahuje větší množství praktických příkladů a téměř dvojnásobek otázek a problémů na konci jednotlivých kapitol.

1997 Wiley, 672 stran, ISBN 0-471-02295-0, cena 23,50 liber.

Inzerce

Reklamní plocha