

Obsah

Konstrukce

- Automatické zalévání rostlin (č. 429, 430) str. 5
 Mixážní pult – dokončení (č. 422) str. 11
 Domácí zesilovač: Aktivní korekce
 s omezovačem šumu (č. 416) str. 19
 Alarm (soutěž konstruktérů) str. 22

Vybrali jsme pro vás

- Zajímavé IO v katalogu GM Electronic:
 6. LTC1062 – neobvyklá spínaná dolní propust
 5. řádu pro nízké kmitočty str. 25
 M4XX-BR00SH/12SH – baterie Zeropower
 a Timekeeper Snaphat str. 30

Teorie

- Osciloskop, 14. část (test TDS3032) str. 32

Začínáme

- Malá škola praktické elektroniky, 32. část str. 34

Zajímavosti a novinky

- “Inteligentní“ polovodičové spínače str. 4
 Čipová řada pro MP3 str. 4
 Sytě modré svítivé diody str. 4
 Tektronix K1297 – analyzátor protokolů str. 37

- Bezplatná soukromá inzerce str. 42

Vážení čtenáři,

v srpnovém čísle Vám předkládáme zejména konstrukci automatického zalévacího zařízení, kterou – jak věříme – mnozí z Vás využijí. Mixážní pult jsme nechtěli natahovat na tři čísla, a tak Vás prosíme o pochopení – zabral sice místo jiným stavebnicím, ale o ty rozhodně nepřijdete. Pokračujeme také v uveřejňování domácího zesilovače a stavebnic s ním souvisejícími: tentokrát se jedná o aktivní korekce s omezovačem šumu. A jako čtvrtou konstrukci Vám nabízáme alarm, který nám byl dodán do soutěže konstruktérů.

Její další kolo je tedy “roztočeno“ a my se těšíme na Vaše nové konstrukce. Nejúspěšnější z Vás se mohou zase těšit na zajímavé ceny, které pro soutěž konstruktérů poskytly společnosti GM Electronic, Diametral a BEN – technická literatura. A jsou to ceny vskutku hodnotné: GM Electronic nejúspěšnějšímu konstruktérovi věnuje naprostou novinku: univerzální čítač se signálním generátorem 1,6 GHz METEX MXG-9810. Konstrukce na druhém místě bude oceněna laboratorním zdrojem Diametral D-130-4. Třetí a minimálně ještě dvě další místa oceníme zajímavými knihami věnovanými nakladatelstvím BEN – technická literatura. Uvědomujeme si, že Vás vývoj a výroba elektronických konstrukcí baví již sama o sobě, bez naší soutěže a věnovaných cen, ale věříme, že Vás tato informace bude ještě více motivovat.

Přejeme Vám tedy mnoho zdaru a – užijte si srpnové dovolené a druhou část prázdnin co možná nejlépe.

Vaše redakce

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

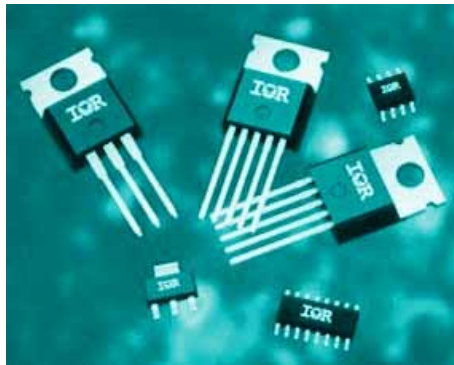
8/1999 • Vydává: **Rádio plus, s.r.o.** • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/2481 8885, tel./zázn./fax: 02/2481 8886 • E-mail: rplus@login.cz • URL: www.spinet.cz/radioplus • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Martin Trojan • Odborné konzultace: Vít Olmr, e-mail: volmr@iol.cz • Sekretariát: Markéta Pelichová • Stálí spolupracovníci: Ing. Ladislav Havlík, CSc., Ing. Jan Humlhans, Ladislav Havlíček, Ing. Hynek Střelka, Jiří Kadlec, Ing. Ivan Kunc • Layout & DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) - digitální fotoaparát Olympus 1400 Camedia • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Plošné spoje: SPOJ- J & V Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 02/781 3823, 472 8263 • HTML editor: HE!32 • Internet: SpiNet, a.s., Pod Smetankou 12, 190 00 Praha 9, tel.: 02/663 15727 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art, © New Vision Technologies Inc. • Osvět: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/2492 0232, tel./fax: 02/2491 4621 • Tisk: Mír, a.s., Přátelství 986, 104 00 Praha 10, tel.: 02/709 5118.

© 1999 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele.

Cena jednoho výtisku 25 Kč, roční předplatné 240 Kč. Objednávky inzerce přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzerátech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413. Rozšiřuje: ÚDT, a.s.; MEDIAPRINT KAPA PRESSEGGROSSO, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; 7 RX. Objednávky do zahraničí vyřizuje: ÚDT, a.s., Hvozdčanská 5 - 7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: PNS Bratislava, Pribinova 25, Bratislava; PressMedia s.r.o., Liběšická 1709, 155 00 Praha 5. Předplatné: v ČR: SEND Předplatné s.r.o., P.S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 02/61006272 - č. 12, fax: 02/61006563, e-mail: send@send.cz, http://www.send.cz. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/5260439, fax: 07/5260120; Abopress, s.r.o., Radlinského 27, 811 07 Bratislava, tel.: 07/52444979.

“Inteligentní“ polovodičové spínače pro průmysl a automobily

Mezi novou řadou výkonových spínacích součástek od firmy International Rectifier (<http://www.irf.com>) jsou spínače pro proudy zátěže od 2 A do 100 A v systémech s napájecím napětím 4,5 až 50 V. Poznají se podle typového označení začínajícího písmeny IPS od *Intelligent Power Switch* neboli inteligentní výkonový spínač. Nalezneme mezi nimi “horní” i “dolní” spínače, zátěž tedy může být jedním koncem uzemněná nebo spojená s kladným pólem napájecího napětím. Lze s nimi spínat i indukivní zátěž. Pouzdra odpovídající dovolenému zatížení obsahují vedle spínacího tranzistoru MOSFET obvody, které zjistí



mezni stavy a ochrání součástku proti přehřátí, přepětí a proudovému přetížení. Vyzařované elektromagnetické rušení je minimální. Systémy, v nichž budou aplikovány, mohou tedy být jednodušší, levnější a přitom spolehlivější. Hlavní oblastí použití bude patrně automobilová elektronika, kde nahradí elektro-

magnetická relé při spínání světlometů, čerpadel a žhavicích svíček, jako výkonový člen v systémech aktivního tlumení, ABS – tedy brzdění bez blokování kol, vstříkovaní paliva.

Maximální ochrana při minimálních rozměrech

V některých aplikacích je zásadním kritériem při výběru vhodné součástky její velikost. Pokud takový požadavek nastane při hledání výkonového polovodičového spínače, nabízí se jako řešení nová řada inteligentních výkonových spínačů IPS (*Intelligent Power Switch*) v miniaturním provedení v pouzdrech SO8, SO16 a SOT 223 od firmy International Rectifier (<http://www.irf.com>).



Podle typu s nimi lze spínat maximální proudy 1 A, 2 A, 5 A a 10 A při zátěži uzemněné i spojené s kladným pólem napájení o napětí do 50 V. Vedle výkonového tranzistoru MOSFET s malým odporem v sepnutém stavu $R_{DS(on)}$ je již na jejich čipu vše potřebné k ochraně proti proudovému a tepelnému přetížení a přepětí špičkám následkem indukivní zátěže. Řízenou rychlostí spínání a použitím nízkošumové nábojové pumpy (rovněž na čipu) se docílilo nízké úrovně vyzařovaného elektromagnetického rušení. Protože spínače IPS lze přímo řídit logickým signálem, jsou vhodné jako výkonový stupeň pro mikrořadiče. Předpokládá se zájem ze strany výrobců automobilové elektroniky pro systémy řízení činnosti motoru, stability jízdy a v protiblokovacích systémech. Jedním ze zajímavých použití v této oblasti jsou i “chytré” pojistky a řízení stejnosměrných motorů s využitím modulace šířky impulzu (PWM).

Čipová sada pro MP3

Stále častěji se v poslední době setkáváme s informacemi o zvukových souborech MP3, které poskytují hudebním fanouškům, především pak popmusic, velmi zajímavé možnosti. V zásadě lze říci, že s využitím nedokonalosti lidského sluchu, podobně jako tomu je u filmu a televize v případě zraku, není třeba při záznamu ukládat tolik vzorků signálu, jak odpovídá vzorkovacímu kritériu, a přesto je výsledná kvalita reprodukováného rekonstruovaného zvuku ještě velmi dobrá, zvláště např. pro přenosné a mobilní přehrávače. Takto aplikovaná redukce objemu dat je přitom dosti podstatná – 1:10 až 1:12. Pokud se tedy takto zkomprimovaná hudba uloží jako datové soubory MP3 na CD, vejde se jí tam asi 650 minut. Tím se současně otevírá možnost zbavit se nejen měničů CD, ale dokonce i zranitelné mechaniky a hudební soubory uložit do mžikové (flash) pevné paměti. Jako řada novinek i tato je založena na počítačové technice. Máte-li multimediální počítač připojený k internetu, kde již lze množství souborů MP3 a příslušný software pro přehrávání najít, můžete si již nyní vytvořit např. vlastní směsky oblíbených skladeb na zapisovatelném CD.



Roziřením této technologie umožní výrobcům spotřební elektroniky novinka prezentovaná na CeBIT'99, čipová sada firmy Micronas Intermetall (<http://www.micronas.com>) tvořená audiosignálovým procesorem MAS 3507D (postará se o dekódování v reálném čase) a Č/A převodníkem DAC 3550A, která je určena pro zpracování datových souborů MP3 z paměťových karet v hardwarových přehrávačích (MPman podle vzoru walkman, diskman?), CD nosičů a dalších paměťových médií. DAC 3550A obsahuje také nf výstupy pro sluchátka a pro výkonový zesilovač. Funkce sestavy těchto obvodů je řízena přes rozhraní I²C. Oba obvody jsou v 44-vývodovém pouzdře QFP a vyznačují se i nízkou spotřebou, což je zásadní právě v případě bateriového napájení. Urychlení vývoje pro nasazení sady umožňuje výrobcům multimediálních produktů aplikační balíček MP3 dodávaný výrobcem čipové sady obsahující desku osazenou vedle zmíněných obvodů řadičem, potřebným programovým vybavením, zesilovačem a vyčerpávající dokumentaci.

Sytě modré svítivé diody

Firma Vishay Semiconductor (<http://www.vishay.com>) přišla s novou rodinou modře svítících diod. Jsou určeny pro použití tam, kde se předpokládá masový odběr za únosnou cenu. Nové diody jsou vyrobeny z nitridu galia (GaN) a emitují záření o vlnové délce 466 nm, které působí jako sytě modrá barva. Nejrozsáhlejší použití se předpokládá v automobilech pro osvětlení interiéru, různá kontrolní světla a zadní osvětlení přístrojového panelu a displejů audiosystémů.

Zatím jsou k dispozici diody s průměrem 3 mm a vyzařovacím úhlem 44° a 60° a 5 mm s úhlem 8°, 18° a 60°. Verze pro plošnou montáž má vyzařovací úhel 120°. Typická svítivost při proudu 20 mA se pohybuje od 15 do 380 mcd. Sytě modré světlo nových diod je pro oko příjemnější než jasně tyrkysová barva, kterou vyzařují diody na bázi InGaN. Protože význačná část emitovaného spektra je v ultrafialové oblasti, mohou být nové diody použity pro vybuzení fosforeskujících barev nebo fólií, jaké jsou užívány např. pro červená varovná políčka v modře prosvětlovaných panelech. □



–připravil HH–



Automatické zalévání rostlin

stavebnice č. 429 a 430

Jsme přesvědčeni o tom, že stavebnici ocení každý zahrádkář a sadař. Na trhu je sice k dostání několik druhů řídicích automatů pro zalévání, mají však přes své nesporné výhody i mnohé nevýhody. V prodejní síti se prodávají zalévací automaty od nejjednodušších, v cenách od tisíce korun, až po složité, řízené mikroprocesory, v cenách několika tisíc korun. V praxi však nakonec zjistíte, že v letním období zaléváte pravidelně ráno a večer, na jaře a na podzim v cyklech několika dní. Nač tedy pořizovat drahý automat. Prodávané automaty mají většinou vestavěný ventil, celé zařízení je napájeno z baterií a tudíž bez možnosti sledování sítě. A právě zde vzniká problém: automat zalévá i při výpadku napájení. Pokud máte vlastní zdroj vody, dojde k absolutnímu vyčerpání natlakované místní vodárny a následně k jejímu zavzdušnění. Naše stavebnice některé problémy řeší, konkrétně právě ty, které se mohou vyskytnout, využíváme-li jako zdroj vody vlastní studnu s místní vodárnou: sleduje síť a v případě jejího výpadku zalévání přeruší. Po obnovení sítě zalévá po zbytek času, který byl nastaven uživatelem (který zbyl po jejím výpadku). A ještě jednu informaci úvodem: ve sklenicích je nevhodnější kapková závlaha ke kořenům; bohatě tedy postačí jeden ventil a doba zalévání 1 až 2 hodiny (dle použitého kapače; prodávají se většinou v průtocích 2 a 4 litry za hodinu).

Automat pro zalévání stavebnice č. 429

Zařízení je napájeno stejnosměrným malým a bezpečným napětím 12 V. Není však vhodné, aby bylo vystaveno vodním parám nebo prachu. Pokud jej budeme instalovat přímo do skleničku nebo do venkovního prostředí, je jej nutno opatřit utěsněnou krabicí, nejlépe s průhledným víkem a příslušným krytím (alespoň IP55), aby bylo možno sledovat stavy zařízení na LED.

K zalévacímu automatu lze připojit externí čidlo vlhkosti půdy. Automat nezalévá, pokud čidlo vyhodnotí vlhkost půdy vyšší, než jaká je nastavena. S výhodou lze využít senzoru vlhkosti GARDENA, které lze zakoupit v prodejnách se zahradní technikou. Jako jednu z našich dalších stavebnic se vám pokusíme předložit elektronické čidlo vlhkosti půdy.

Stavebnici může sestavit i začínající amatér, instalaci však musí provést alespoň osoba znalá (dle ČSN).

Technické parametry

napájení	12 V DC
záloha	9V baterie 6FF22
perioda zalévání	6 h, 12 h, 1 den, 2, 3, 4, 5, 6 a 7 dní
doba zalévání	nastavitelná v krocích po 2 min, od 2 min, do 126 min
vstupy	STOP – trvalé zastavení STOP S – zastavení od čidla vlhkosti půdy
výstup	kontakt relé 230V/1A AC/DC

Popis zapojení

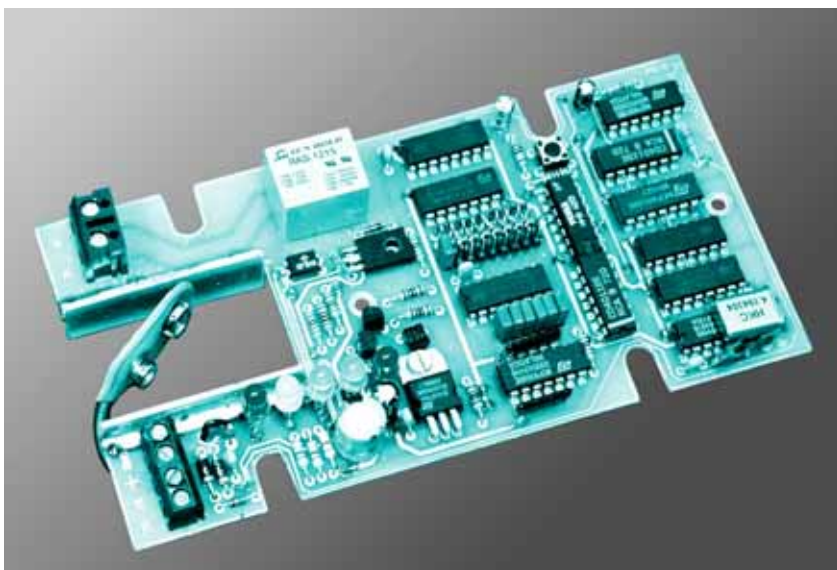
Celé zařízení je sestaveno z obvodů CMOS a má tedy nepatrný odběr z baterie při výpadku sítě. Lze je rozdělit do několika bloků:

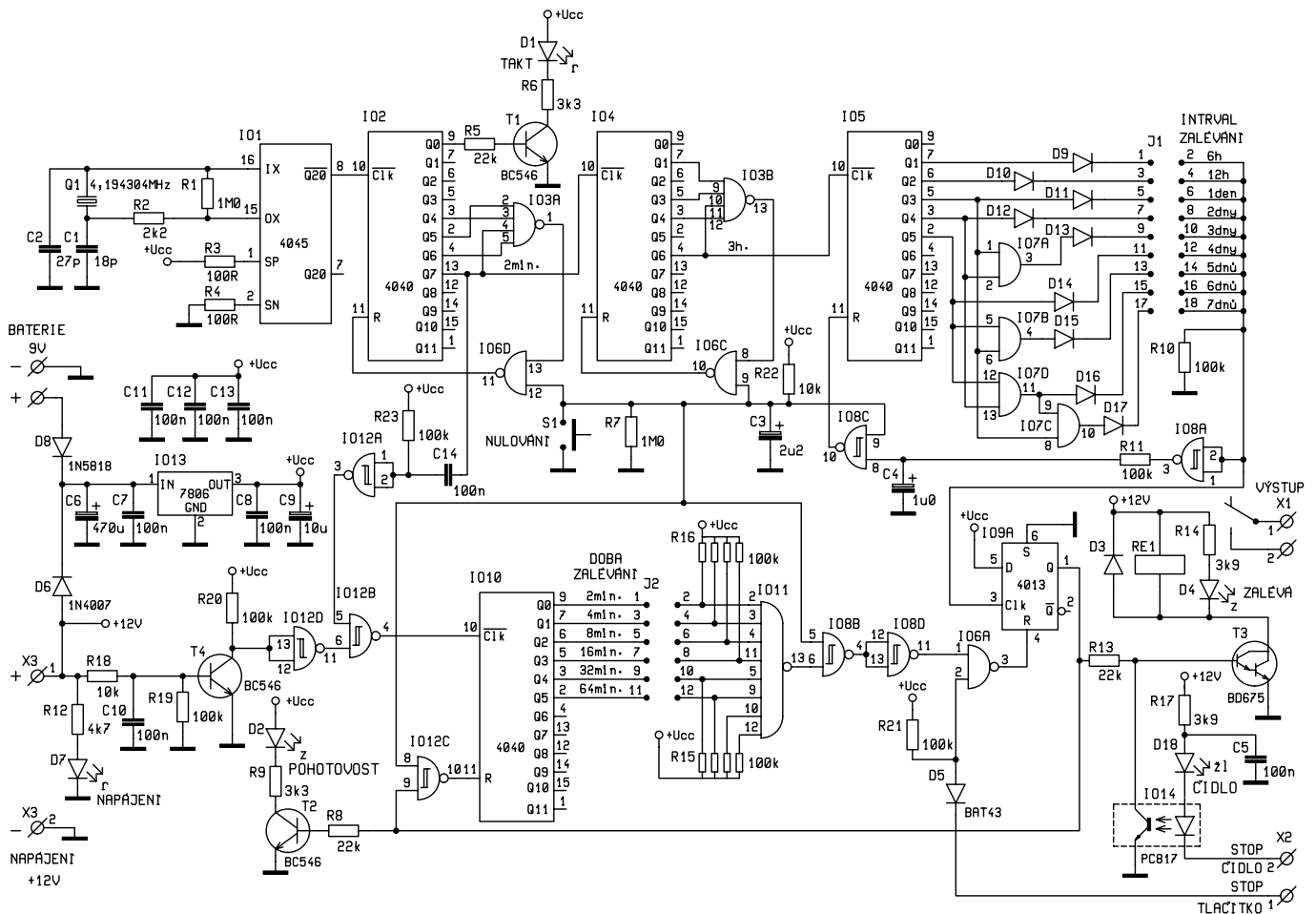
1. zdrojová část
2. generátor času

3. řídicí obvod start
4. řídicí obvod stop
5. výstupní obvod
6. obvod sledování napájení
7. signalizační prvky

Zdrojová část

Na vstup zdroje je přes svorku X3 přivedeno stejnosměrné napájecí napětí 12 V, jehož přítomnost indikuje LED D7. Dioda D6 zabraňuje poškození obvodů při náhodném přepólování vstupního napětí. Vstupní napětí je filtrováno kondenzátory C6 a C7 a stabilizováno IO13 na 6 V. Vnitřní napájení 6 V bylo zvoleno z důvodu, že základní oscilátor pracuje na zvoleném kmitočtu spolehlivěji, než při 5 V. Napětí ze zálohovací baterie je přivedeno přes diodu D8 na vstup stabilizátoru. V případě výpadku vstupního napájení dioda D6 zabráni sepnutí výstupního relé, pokud je zalévání aktivováno.





Obr. 1 - Schéma zapojení zalévacího automatu

Generátor času

Základním obvodem generátoru času je IO1 typu 4045, který obsahuje oscilátor (vpodstatě vnitřní invertor) a děličku. Oscilátor je řízen krystalem o kmitočtu 4,194304 MHz, na vývodu 8 jsou potom impulzy o kmitočtu 2 Hz. Obvod 4045 je 21-stupňový binární asynchronní čítač v před. Rezistory R3 a R4 snižují příkon a zmenšují vliv změn napájecího napětí.

Výstupní signál z IO1 je veden na vstup 12-stupňového čítače IO2. Vlivem sběru signálů z výstupů Q4, 5, 6 a 7 a následné funkce AND obvodem IO3A a nulováním přes IO6D je na výstupu Q7 sestupná hrana signálu po uplynutí každých dvou minut. Obdobným způsobem pracuje IO4, přičemž na jeho výstupu Q6 je sestupná hrana signálu každé 3 hodiny.

Řídicí obvod start

tvorí obvody IO5 a IO7. Na vstup IO5 typ 4040 přichází sestupná hrana signálu z IO4 každé 3h, log.1 se na výstupu Q1 objeví každých 6h a na dalších následujících výstupech je doba spuštění vždy násobena dvěma (viz schéma). Obvod IO7 vytváří součinové signály funkce AND sběrem signálů z příslušných

výstupů děličky IO5. Na J1 budou potom postupně log.1 v pořadí 6h, 12h a 1 den až 7 dní. Na J1 může být nasunuta pouze jedna propojka, která určí, v jaké periodě bude docházet k zalévání.

Diody D9 až D17 zabraňují spojení výstupů děličky a hradel, pokud by na J1 bylo vloženo více propojek. V tomto případě dojde k aktivaci v takové době, kterou určuje propojka s nejnižším váhovým výstupem.

Řídicí obvod stop

Log. 1 z výstupu IO9A je odblokováno nulováním obvodu IO10 a jsou čítány 2 minutové impulzy z obvodu IO2 přes hradla IO12A a IO12B. Na výstupech IO10 dojde ke stavům log. 1 postupně v intervalech 2, 4, 8, 16, 32 a 64 minut. Součinový obvod IO11 umožňuje nastavit dobu zalévání v rozsahu 2 min až 126 min (2 hodiny a 6 minut) v krocích po 2 minutách. Na J2 lze potom nastavit několik propojkami zvolenou dobu; po jejím uplynutí dojde k vynulování IO9A a ke skončení procesu zalévání.

Výstupní obvod

na trvale log.1. Je-li odblokováno jeho nulování, na výstupu Q se objeví

log.1 nástupnou hranou hodinového signálu. Přes tranzistor T3 sepne relé. Diody D3 omezuje napěťové špičky, vznikající přerušením napájení do cívky relé.

Obvod sledování napětí

Pokud dojde k výpadku napájení, jsou vnitřní obvody napájeny z 9V baterie přes diodu D8. Výpadkem napájení se přes tranzistor T4 a hradlo IO12D zablokuje čítání 2 min. impulzů do obvodu IO10, který dokončí činnost až po obnovení napájení, pokud je spuštěn.

Zároveň při výpadku odpadne kontakt relé RE1, protože napájení z baterie pro relé je přerušeno závěrně polarizovanou diodou D6.

Signalizační prvky

Stavy, ve kterých se zařízení nachází, signalizují příslušné LED.

D1 signalizuje činnost základního oscilátoru blikáním v taktu 2 Hz. D7 svítí v případě přítomnosti externího napájecího napětí. D2 signalizuje stav, že je aktivováno zalévání i v případě, dojde-li k výpadku napájení. D4 potom oznamuje, zda zalévání skutečně probíhá či nikoli. D18 signalizuje stav od externího čidla vlhkosti půdy.

Popis funkce

Po připojení napájecího napětí je vlivem nabíjení kondenzátoru C3 celé zařízení vynulováno. Rozsvítí se D7 a D1 blíká v taktu 2 Hz. Nulovat lze kdykoli stiskem tlačítka S1.

Pokud dojde k výpadku napájení během zalévání, je zablokováno čítání doby a k jeho opětovnému spuštění dojde až po obnovení napájení. Po nastavení doby na J1 dojde k sepnutí výstupního relé, rozsvítí se D2. Pokud je přítomno externí napájecí napětí, sepne relé RE1 a rozsvítí se D4.

Spojením svorky "STOP ČIDLO" ("SC") 6V se svorkou "-" dojde k přerušení zalévání. Tato svorka je určena pro připojení čidel vlhkosti půdy. Pokud je zalévání nastartováno, výstupní relé zůstává v klidu, i když je odpočítávána doba zalévání. Pokud čidlo vlhkosti oznámí nutnost zalévání a proces je nastartován, výstupní relé sepne po dobu, která je zbytkem doby odpočítané obvodem IO10. Stav čidla signalizuje D18.

Spojením svorky "STOP TLAČÍTKO" ("ST") se svorkou "-" dojde k trvalému přerušení zalévání. Svorka je určena pro připojení externího tlačítka STOP.

Stavba

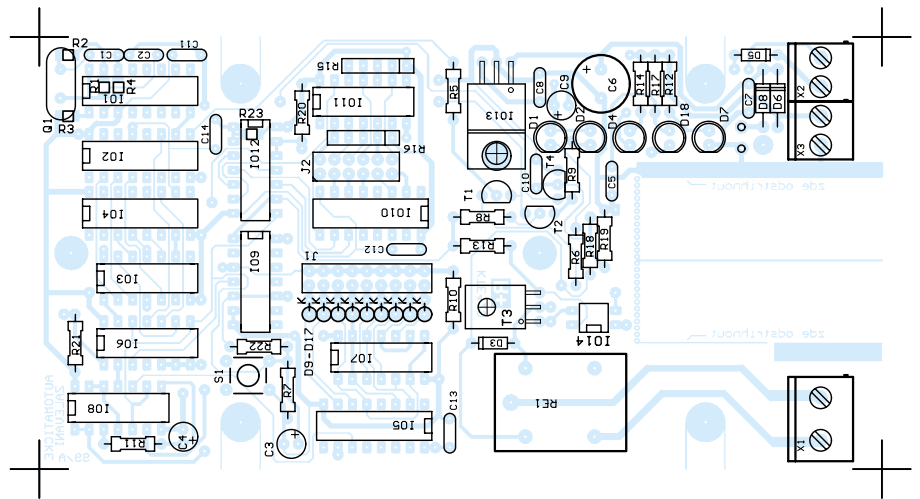
Rozhodneme-li se vložit plošný spoj do dvouzásuvkovkové instalační krabice, zakoupíme ji v prodejnách elektroinstalačního materiálu. Její rozměry jsou 82×164×16 mm a je standardně dodávána jen s vrchním vysokým víkem (horní díl bývá volný pro instalaci zásuvky). Je proto nutno zakoupit i víko nízké, protože standardně zůstává horní díl volný.

Nejprve upravíme plošný spoj. Čtyři plošky po okrajích desky (označeny písmeny 1 až 4) vyvrtáme vrtákem 6,5 mm a nůžkami na plech prostříháme otvory k okrajům desky (naznačeno čarami na plošném spoji). Hrany po stříhání začistíme pilníkem.

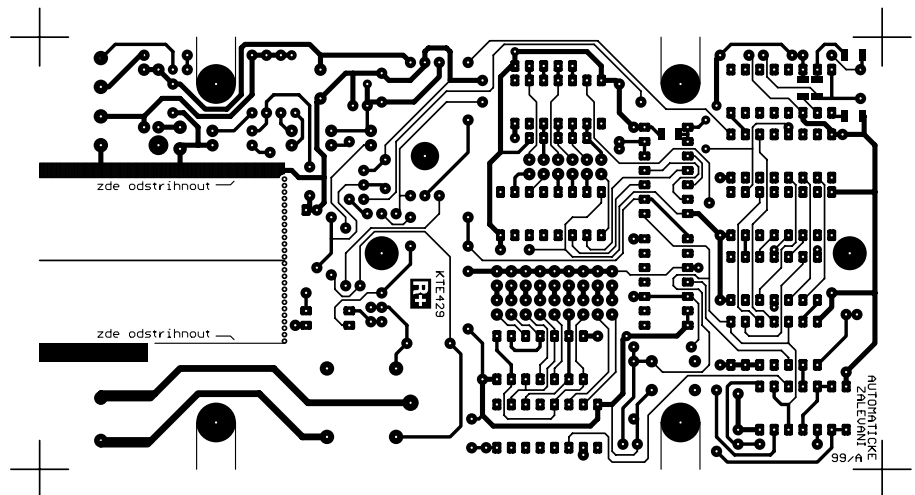
Vrtákem 3,2 mm vyvrtáme dva otvory pro uchycení do krabičky a otvory pro přichycení stabilizátoru IO13. Plošný spoj vložíme zkusmo do krabičky a zkontrolujeme, zda středové připevňovací otvory sedí. Pochopitelně u všech otvorů srazíme hrany.

Ze strany spojů vidíme naznačené čary pro odstřížení boků krytu pro baterii (označeno "zde odstříhnout"). Dle těchto naznačených čar odstříháme boky a vnitřní díl vylomíme. Pilníkem začistíme hrany jak na plošném spoji, tak na vylomeném díle. Vylomený díl rozstříháme napůl dle středové čary. Plošný spoj vložíme do krabičky a do vystřiženého otvoru vložíme baterii a boky, které z vrchní stany zapájíme s plošným spojem. Po vyjmutí plošného spoje z krabičky zapájíme boky i ze strany spojů.

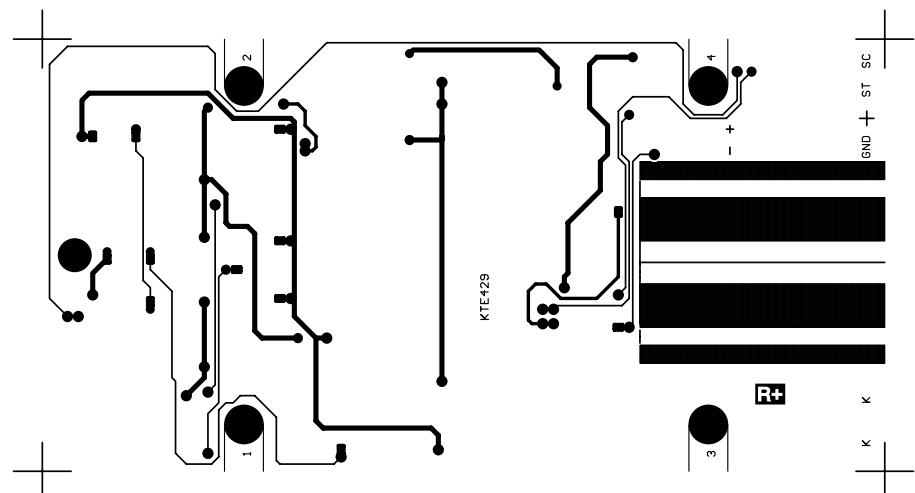
Pokračujeme osazením plošného spoje. Nejprve osadíme SMD rezistory



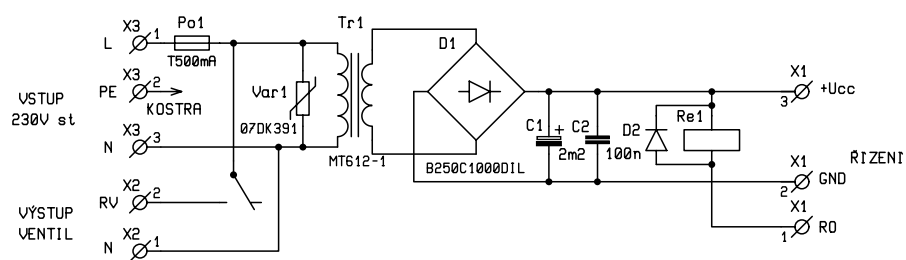
Obr. 2 - Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji zalévacího automatu (měřítko 75 % skutečné velikosti)



Obr. 3 - Plošné spoje zalévacího automatu, strana A (měřítko 75 % skutečné velikosti)



Obr. 4 - Plošné spoje zalévacího automatu, strana B (měřítko 75 % skutečné velikosti)



Obr. 4 - Schéma zapojení zdroje

R1 až R4 a R23. Přitom dáváme pozor, abychom cínem nezalili sousední plošky integrovaných obvodů. Potom vodiči propojíme průchody spojů obou stran plošného spoje a osadíme všechny zbylé rezistory R5 až R24.

Pokračujeme diodami D3, D5, D6, D8 a D9 až D17. Katody diod D9 až D17 jsou orientovány směrem k J1. Osadíme stabilizátor IO13, tranzistor T3 a tlačítko S1. Stabilizátor i tranzistor leží na destičce s plošnými spoji, ale stabilizátor je k ní přišroubován tak, že šroub je zajištěn matiči ze strany spojů.

Osadíme J1 a J2 (jsou vyrobeny rozlomením jednoho konektoru), integrované obvody IO1 až IO12 a optočlen IO14.

Osadíme všechny kondenzátory C1 až C14 a tranzistory T1, T2 a T4, relé a šroubovací svorky X1 až X3.

Krystal při osazování nepoložíme těsně na plošný spoj, aby nedošlo ke zkratům spojů na vrchní straně plošného spoje, nebo jej podložíme nevodivou fólií.

LED osadíme tak, aby procházely čelním víkem, a zapájíme je z obou stran plošného spoje.

Nakonec otvorem pod ploškami pro připojení baterie provlékneme vodiče klipsu pro baterii a připájíme je. Na vodiče klipsu je předtím vhodné navléknout bužírku.

Oživení

Plošný spoj zkontrolujeme, zda nedošlo k cínovým můstkům mezi jednotlivými spoji při pájení. Zkontrolujeme, zda máme propojeny všechny průchody spojů obou stran plošného spoje.

Na klips baterie připojíme 9V baterii, přičemž musí začít blikat D1. Připojením stejnosměrného napájecího napětí na svorky konektoru X3 se musí rozsvítit D7. Spojením svorky, označené jako SC se signálem "-" se musí rozsvítit D18.

Na napájecích vývodech integrovaných obvodů změříme, zda je na nich napájecí napětí 6 V.

Zkratováním kolektoru a emitoru tranzistoru T3 musí sepnout relé a rozsvítit se D3.

Do J1 a J2 vložíme po jedné propojce, přičemž nezáleží, na které pozice. Na kterýkoli vývod J1 přivedeme log. 1 z výstupu stabilizátoru IO13 (pozor, pokud

vnutíme napájecí napětí ze vstupu IO13, může dojít k poškození obvodů), přičemž musí sepnout relé. Odstraněním propojky z J2 musí relé odpadnout.

Úpravou hodnot kondenzátorů C1 a C2 v obvodu oscilátoru s krystalem je vhodné nastavit na výstupu IO1 takovou periodu signálu, aby se co nejvíce blížila hodnotě 500 ms.

Nakonec vyzkoušíme činnost zařízení v reálném čase. Vložíme baterii a přivedeme napájecí napětí. Na J1 vložíme propojku do pozice 6 h, na J2 vložíme propojku do pozice 64 min. Stiskneme tlačítko RESET a vyčkáme (bohužel 6 h) do sepnutí relé. Odpojením napájecího napětí musí kontakty relé rozepnout, opětovným připojením musí sepnout. Propojením svorky označené jako "SC" se signálem "-" musí kotva odpadnout, při odstranění propojky musí opět sepnout. Propojením svorky označené jako ST se signálem "-" musí relé trvale odpadnout.

Znovu stiskneme tlačítko RESET a vyčkáme 6 hodin do jeho sepnutí. Kontrolujeme, zda po 64 minutách opět odpadne. Tímto způsobem zkontrolujeme základní činnosti zařízení. Kontrola spínání v delších dobách je náročná na čas. Jediným řešením je rozpojit spoj výstupu IO1 a do vstupu IO2 zavést signál vyššího kmitočtu z pulzního generátoru.

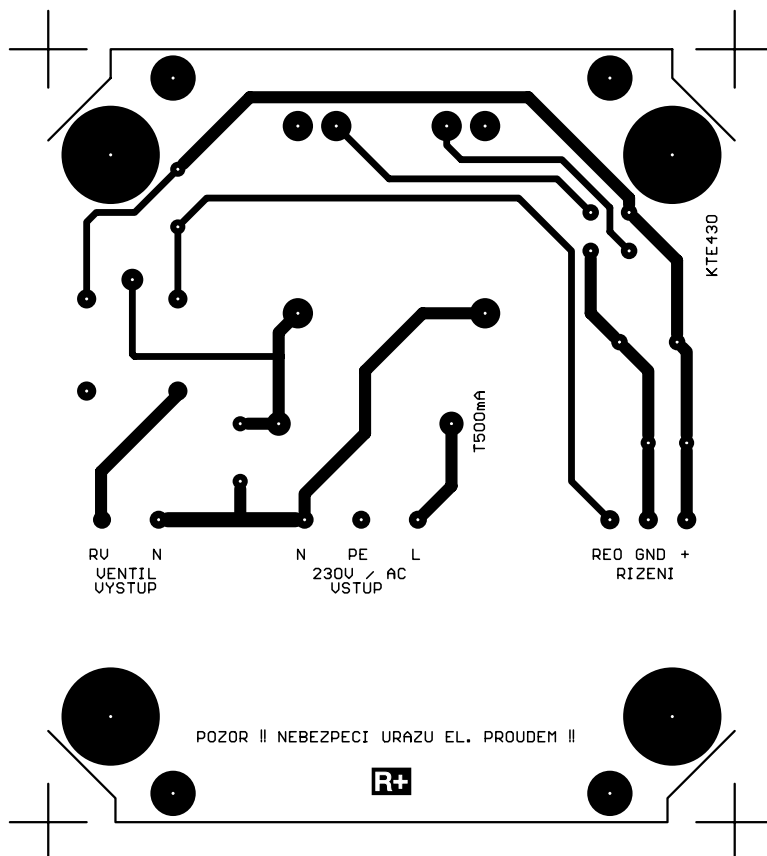
Závěrečná montáž

Distanční sloupky v instalační krabici snížíme o 1 mm. Čelní štítek si můžeme vytvořit s pomocí návrhu v časopisu nebo stáhnout z naší internetové stránky. Šablonu přiložíme na vysoké víko, obkreslíme středy otvorů pro LED a vyvrtáme pro ně pět otvorů vrtákem 5,1 mm. Plošný spoj vložíme do instalační krabice a přišroubojeme ho dvěma samořeznými šrouby k rozpěrkám. Popis předního panelu nalepíme chemoprénem na víko a obě víka (nízké a vysoké) přišroubojeme.

Instalace

Zařízení je možno umístit spodním dílem krabice do zdi jako obyčejnou krabici pro zásuvku.

Mezi svorky K připojíme pomocné relé. Nedoporučujeme je připojovat k síti, raději využijeme pomocného relé, které lze ovládat malým napětím 12 V.



Obr. 5 - Plošné spoje zdroje

Ke svorkám K můžeme paralelně připojit spínač, kterým je možno manuálně ovládat zalévání.

Mezi svorky "ST" a "GND" můžeme připojit externí tlačítko STOP.

Mezi svorky "ST" a "GND" můžeme připojit čidlo vlhkosti půdy. Pokud tato svorka zůstane nepřipojena, nemá tento stav na funkci vliv.

Na konektoru J1 navolíme pouze jednou propojkou periodu zalévání.

Na konektoru J2 navolíme jednou, nebo několika propojkami dobu zalévání. Doba je daná součtem časů vložených propojek na jednotlivé pozice.

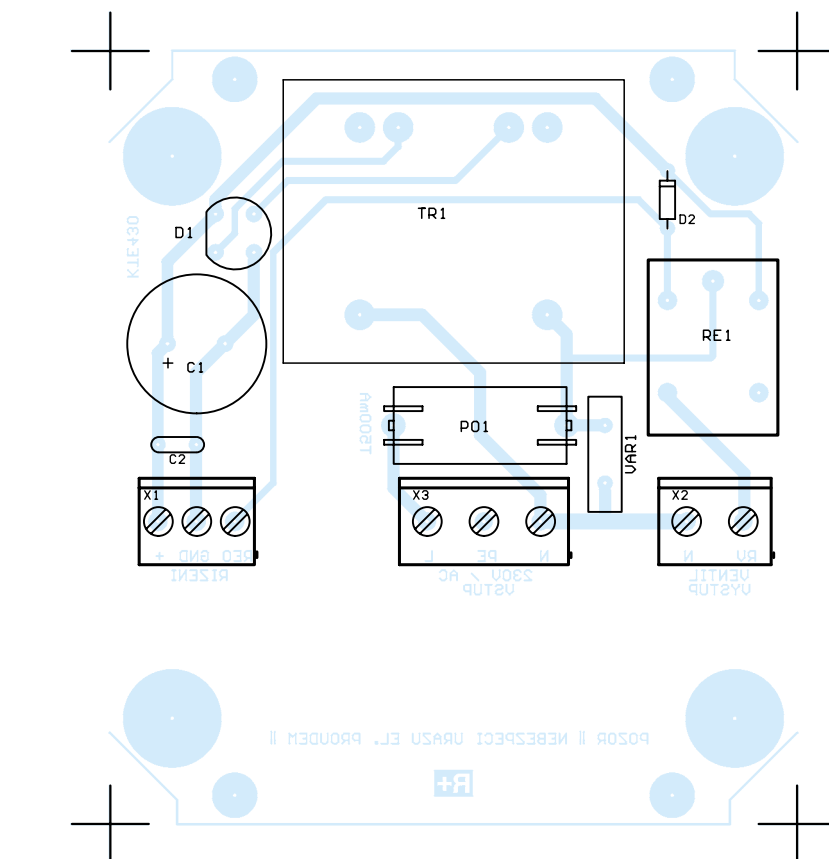
Na svorkovnici X3 připojíme stejnosměrné napájecí napětí 12 V za dodržení polaritu.

Připojíme 9V baterii. Baterii používáme výhradně alkalickou.

Stiskneme tlačítko RESET. Po době nastavené na J1 dojde k sepnutí relé po dobu nastavenou na J2.

Seznam součástek

R1	1M0 SMD 1206
R2	2k2 SMD 1206
R3, R4	100R SMD 1206
R5, R8, R13	22k
R6, R9	3k3
R7	1M0
R10, R11, R15, R16,	
R19, R20, R21	100k
R12	4k7
R14, R17	3k9
R18, R22	10k
R23	100k SMD 1206
C1	18p
C2	27p
C3	2μ2/63V mini
C4	1μ0/63V mini
C5, C7, C8, C10, C11,	
C12, C13, C14	100n
C6	470μ/25V
C9	10μ/35V
D1, D7	5mm 2mA rudá
D2, D4	5mm 2mA zelená
D3, D9 – D17	1N4148
D5	BAT43
D6	1N4007
D8	1N5818
D18	LED 5mm žlutá
IO1	4045
IO2, IO4, IO5, IO10	4040
IO3	4012
IO6	4011
IO7	4081
IO8, IO12	4093
IO9	4013
IO11	4068
IO13	7806
IO14	PC817
T1, T2, T4	BC546C
T3	BD675
J1, J2	S2G34
Q1	QM4,194304MHz



Obr. 6 - Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji zdroje

RE1	RELAS1210
S1	P-B1720B
X1	ARK110/2
X2, X3	ARK500/2
7x propojka	JUMP-RT
1x klips	006-PI

Zdroj pro automatické zalévací zařízení

stavebnice č. 430

Stavebnici č. 429 lze napájet stejnosměrným napětím 12 V. K napájení lze využít jakýkoli síťový zdroj, včetně kompaktních zdrojů určených k zasunutí přímo do zásuvky. Musí však dodat proud okolo 200 mA. Takové zdroje také nemívají ochranu varistorem na vstupu a při jejich použití je nutno do krabičky zavlažovacího automatu přivést střídavé napětí 230 V na relé. Použitím našeho zdroje relé v zavlažovacím automatu spíná pouze pomocné malé napětí a výkonová část, která musí být napájena ze sítě, je umístěna na plošném spoji zdroje včetně síťového relé.

Schéma stavebnice

Střídavé síťové napájení je přivedeno přes konektor X3 a pojistku PO1 na varistor VAR1, který chrání zdroj před přepětím v síti. Napětí je dále transformováno TR1 na 12 V, usměrněno diodovým

můstkem D1 a filtrováno kondenzátory C1 a C2.

Výstupní napětí je přivedeno na konektor X1, na kterém je kromě výstupu napájení (+12V a GND) zároveň svorka RD pro řízení spínání výkonového relé RE1. Pokud je tato svorka spojena se zemí (signálem GND), relé sepne.

Kontakt relé spíná fázi 230 V na výstupní svorku RV konektoru X2. Relé může spínat až 3 A při napětí 230 V AC a při odporové zátěži. Pokud bude spínat na indukční zátěži, je nutno spínat menší proudy a k cívice zátěže připojit paralelně vhodný kondenzátor, aby nedocházelo zbytečně k opalování kontaktu relé a šíření rušivých impulzů přívodním vedením.

Stavba a oživení

Stavbu a oživení by měla provádět alespoň osoba znalá (opět dle ČSN). Zdroj je určen pro vestavbu do krabice LUCA, která není dodávána se stavebnicí a je k dostání v prodejnách s elektroinstalačním materiálem. Má krytí IP55 a rozměry 100 x 110 x 58 mm. Přichytné otvory v plošném spoji jsou této krabici přizpůsobeny.

Nejprve vyvrtáme do plošného spoje čtyři otvory pro přichycení vrtákem Ø 3,5 mm a čtyři 12 mm po obvodu plošného spoje. Rohy zastříháme nůžkami na plech dle naznačených čar. Plošný spoj



Obr. 7, 8 - Pohled na ovládací panel zařízení a do krabičky s ventilem

vložíme do krabice a orýsujeme do ní středy přichytných otvorů.

Potom osadíme diodový můstek D1 a diodu D2. Pokračujeme osazením varistoru, pojistkového držáku, relé, kondenzátorů C1 a C2 a šroubovacích svorek X1 až X3. Nakonec osadíme transformátor, do pojistkového držáku vložíme pojistku a nasuneme na něj krytku. Do krabice vyvrtáme přichytné otvory a přes distance přišroubujeme plošný spoj do krabice. Na konektor X3 přivedeme napájení ze střídavé sítě tak, že fázi připojíme na svorku L a nulový vodič na svorku N. Svorka PE slouží pro připojení ochranného vodiče.

POZOR! Nyní musíme pracovat opatrně za dodržení všech bezpečnostních předpisů!

Na konektoru X1 musíme mezi svorkami +12V a GND naměřit stejnosměrné napětí vyšší než 12 V. Spojením svorky RD se svorkou GND musí relé sepnout, přičemž na konektoru X2 se musí objevit střídavých 230 V.

Před další manipulací nezapomene- me odpojit zařízení od sítě.

Seznam součástek

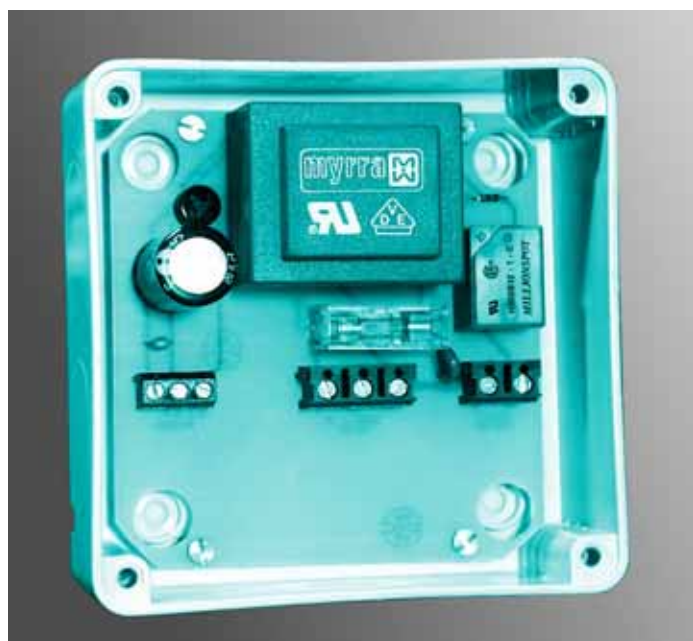
C1	220μ/35V
C2	100n
D1	B250C1500
D2	1N4148
PO1	KS20SW
RE1	RELEH500SD12
TR1	MT612-1
VAR1	ERZC07DK391
X1	ARK210/3

X2	ARK110/2
X3	ARK110/3
4x	rozpěrka DI5M3x10
1x	krytka KS20WW-H
1x	pojistka FST00.5

Cena stavebnice č. 429 je 595 Kč, cena zdroje (č. 430) 470 Kč a celá sestava stojí tedy 1 065 Kč.

Ventil

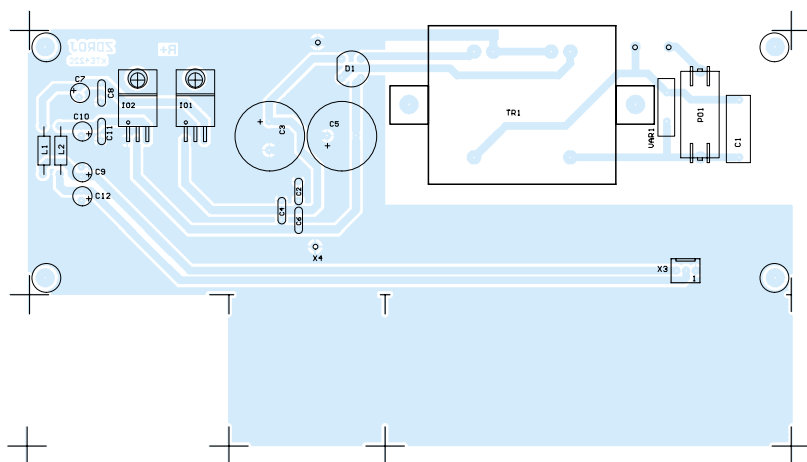
Jako ventil lze využít ventil z automatických praček Tatramat, který je spínán síťovým napětím 230 V, má malý odběr cca 25 mA, je spolehlivý a levný. Jeho průtok je 7 lmin⁻¹. V případě potřeby většího průtoku do několika zalévacích větví je možno zapojit několik těchto ventilů paralelně. □



Obr. 9, 10 - A ještě dvakrát zdroj: osazená deska s plošnými spoji samostatná a vložená do krabičky

Mixážní pult

stavebnice č. 422 – dokončení



Obr. 3 - Osazení zdroje (1 : 2)

Zdroj

Vstupní síťové napětí je přivedeno přes pojistku PO1 na primární stranu transformátoru TR1. Varistor VAR1 chrání vnitřní obvody mixážního pultu před nebezpečným zvýšením napětí sítě. Kondenzátor C1 je základní odrušovací kondenzátor. Střídavé napětí z výstupu transformátoru je usměrněno diodovým můstkem D1 a filtrováno kondenzátory C2 až C6. Kladnou větev stabilizuje IO1 na výstupní napětí 9 V, zápornou IO2 na -9 V. Na výstupu je zařazen filtrační člen, tvořený kondenzátory C7 až C12 s cívkami L1 a L2.

Postup stavby

Na první pohled by se zdálo logické, že nejprve se budeme věnovat stavbě a oživení čtyř vstupních jednotek a potom bude následovat stavba základové desky a ostatních komponentů. V praxi je však nutno nejdříve opravit plastovou krabici, na kterou bude mechanicky napasována základová deska. Vstupní jednotky budou potom ožívovány se základovou deskou, ze které jsou napájeny. Potom bude následovat výroba zdroje a nakonec mechanická a elektrická sestava celého mixážního pultu.

Při výrobě zdroje postupujeme pečlivě, vzdálenosti mezi fázovým vodičem, nulou a stíněním mixážního pultu musí být nejméně 5 mm!

Postup je tedy následující:

1. mechanické opracování čela a horního dílu krabice;
2. mechanické opracování spodního dílu;
3. mechanické opracování zadního panelu;
4. opracování a osazení základové desky MUT1 včetně základního oživení;
5. opracování a osazení čtyř vstupních jednotek MVS1 včetně oživení;
6. výroba zdroje;
7. kompletace základové desky se vstupními jednotkami a oživení celku;

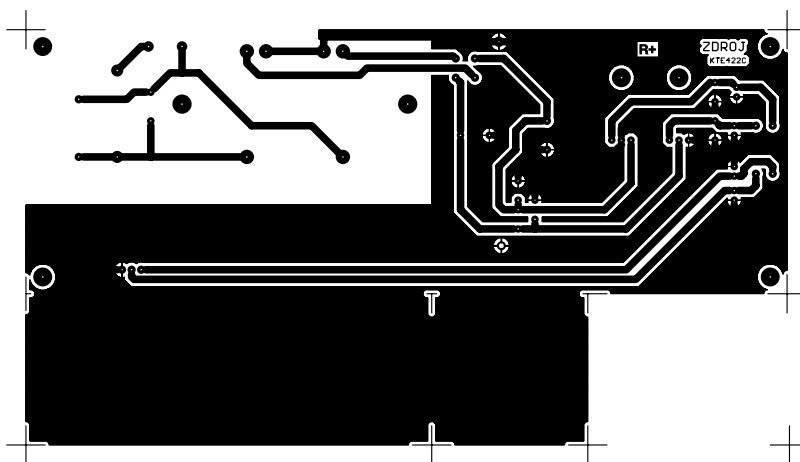
8. montáž zdroje do krabice;
9. celková mechanická a elektrická sestava.

Použité nástroje a materiál

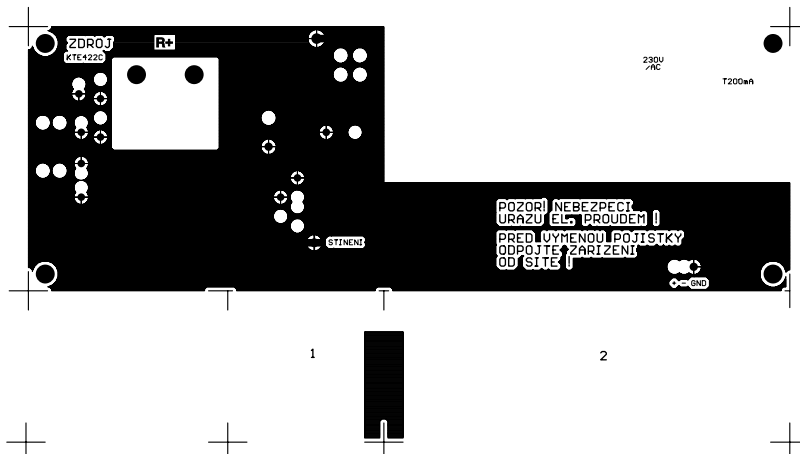
K tomu, abychom zdárně mohli uskutečnit stavbu mixážního pultu, budeme potřebovat

mimo seznam součástek následující vybavení a materiál, který není dodáván se stavebnicí: hrotovou pájku s ostrým hrotem, zahluovací hvězdici nebo nůž, vrtačku, vrtáky 1/1, 1/1, 3/2, 2/2, 5/3, 2/3, 5/4, 5/5, 2/6, 5 mm a plochý 10mm vrták na plech se středovým výstupkem, dále vrták 7 mm také se středovým výstupkem, pilku (může být lupínková), sadu jehlových pilníků (hlavně plochý a kulatý), štípací kleště, pinzetu, zaoblené nůžtičky, závitníky M3 s vratidlem, rýsovací jehlu, důlčič, kontaktní lepidlo, arch tvrdého papíru A4, alobal. Z měřících přístrojů pak: multimetr (ohmmetr, voltmetr, ampérmetr), laboratorní zdroj symetrického napětí ± 9 V minimálně 500 mA, nízkofrekvenční generátor (20 Hz – 20 kHz) a osciloskop.

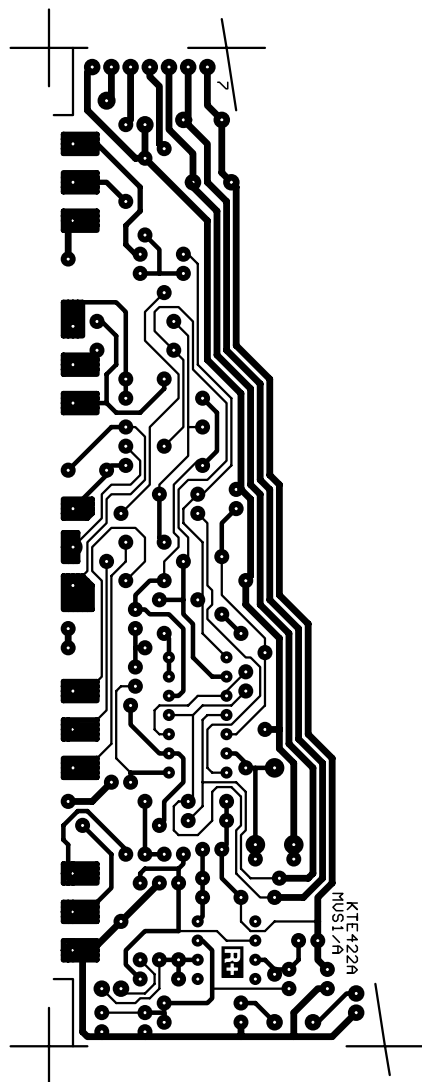
Ostatní materiál: 4x velkoplošné papírové podložky 3,1 mm (je možno vyrobit je z tvrdšího papíru nebo prešpánu, které mají \varnothing 8 mm s otvorem 3,2 mm); 4x truhlářské ocelové podložky 3,1 mm (běžně k zakoupení např. v OBI ap.); 4x papírové podložky z tvrdého papíru nebo prešpánu, které vyrobíme jedno-



Obr. 4 - Spoje A zdroje (1 : 2)

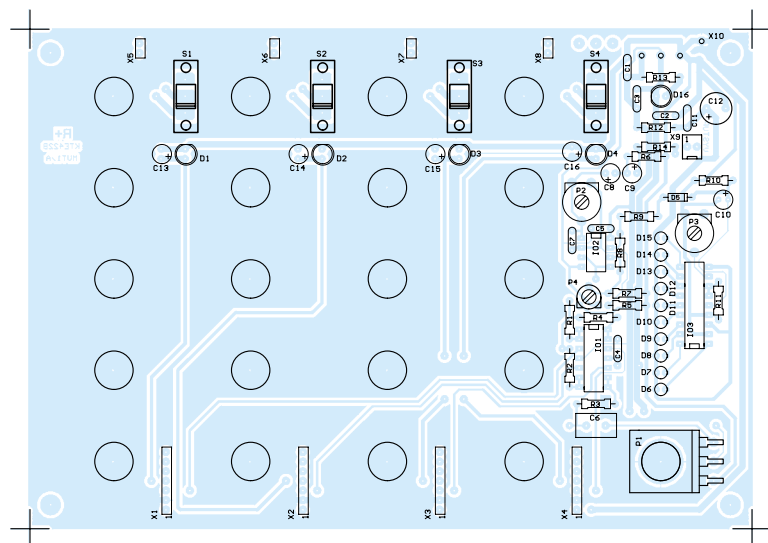


Obr. 5 - Spoje B zdroje (1 : 2)

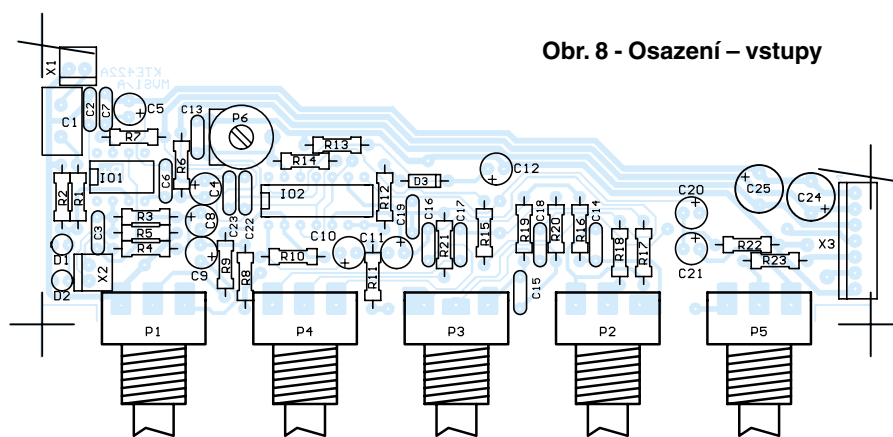


Obr. 6 - Spoje B – vstupy

duše okopírováním ocelových podložek pro potenciometry (jsou dodávány jako montážní materiál k potenciometrům). Dále pak 25 cm neizolovaného drátového vodiče o \varnothing 1 mm; 50 cm páskového vodiče 0,15 – 0,25 mm² (nebo jednotlivé vodiče); 1 m jednožilového stíněného vodiče; 30 cm páskového napáje-



Obr. 9 - Osazení základní desky (1 : 2)



Obr. 8 - Osazení – vstupy

cího vodiče (viz text); bužírky různých průměrů; síťovou dvoužilovou flexošňuru; šrouby M3x15 s válcovou hlavou; šroub M3x5 s válcovou hlavou; a nakonec samořezné šrouby 3x5 mm s čoučkovou nebo válcovou hlavou; podložky 3,1 mm; pérové podložky 3,1 mm; matice M3. Všechny šrouby, matice a kovové podložky používáme zásadně povrchově upravené, např. pozinkované.

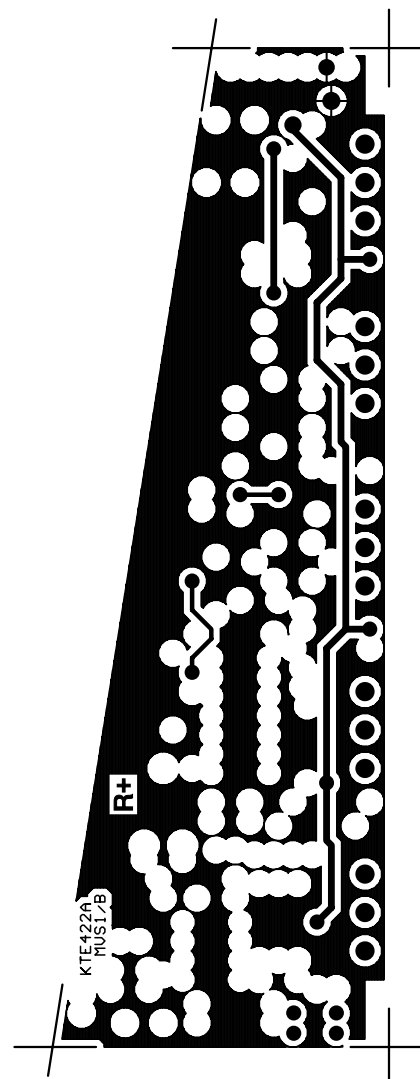
Mechanické opracování čela a horního dílu krabice

Čelem krabice rozumíme umělohmotný panel, přes který budou procházet potenciometry. Čelo je součástí dodávané krabice.

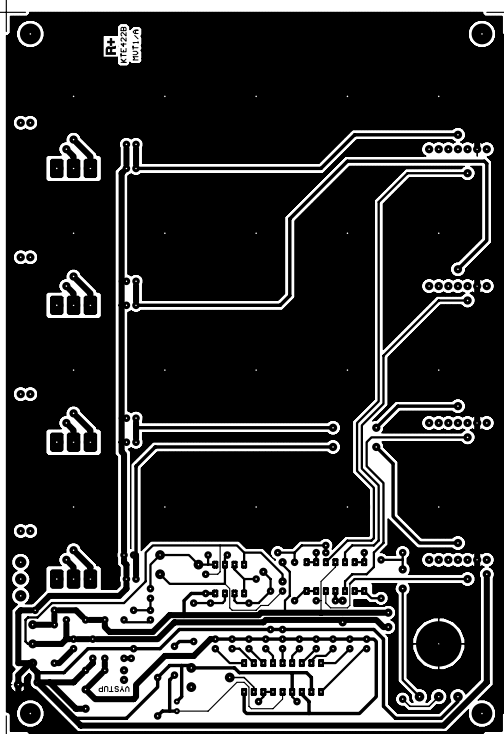
Čelo vsadíme do horního dílu a vrtákem 2,2 mm provrtáme čtyři úchytné otvory přes rozpěrky v horním dílu. Ty budou proto zároveň vyvrtány i do rozpěrných sloupků v horním dílu. Potom čelo přisadíme těsně k hornímu dílu a do všech čtyř otvorů vyrobíme závit M3. Závit v rozpěrkách horního dílu krabice a čela musí navazovat vzájemně na sebe.

Vyvrtáme čtyři otvory v rozích plošného spoje MUT1 pro přichycení do krabice. Vrtáme vrtákem o průměru 4,5 mm. Otvory odhrotíme, plošný spoj zkusmo přisadíme k hornímu dílu a zkontrolujeme, zda přichycovací díry sedí. Pokud ne, jehlovým kulatým pilníkem zvětšíme uchycovací otvory základové desky MUT1 na potřebný průměr.

Čtyřmi šrouby M3x15 s podložkami sešroubujeme přes plošný spoj čelo s horním dílem. Nyní se můžeme rozhodnout, zda použijeme tolik podložek, aby závit šroubů nevyčnívaly přes čelo, nebo šrouby zkrátíme. Náběhy závitů po zkrácení šroubů musí být provedeny pečlivě. Síla stěny čela je pouze 2,5 mm a šrouby musí v takto malé tloušťce materiálu a ještě k tomu z plastické hmoty držet. Doporučujeme raději použít vymežovací podložky. Takto nazkoušenou sestavu rozebereme.



Obr. 7 - Spoje A – vstupy



Obr. 10 - Spoje A základní desky (1 : 2)

Podle časopisu vytvoříme motiv popisu horního panelu 1:1, přiložíme jej přesně k čelu krabice a přes tento motiv naznačíme všechny středy otvorů a čtyřhranných otvorů do čela krabice. K naznačení středů použijeme rýsovací jehlu nebo důlčík.

Vrtákem 7 mm vyvrtáme 21 otvorů pro potenciometry, vrtákem 5,2 mm vyvrtáme 5 otvorů pro LED 5 mm, vrtákem 3,2 mm 10 otvorů pro LED 3 mm a nakonec odvrtáme a jehlovým pilníkem vypilujeme čtyři obdélníkové otvory pro přepínače. Přepínače zkusmo přiložíme a zkusíme, zda jdou volně přepínat v celém rozsahu.

Vpravo, vedle otvoru pro LED signalizující napájení, vyvrtáme otvor 2,2 mm a do ní vyrobíme závit M3. Tento závit bude sloužit k přichycení vodiče, spojovacího stínění čela a základové desky. Umístění závitu v čele není předepsáno na výkresu, pouze dáváme pozor na to, aby hlava šroubu, který bude zašroubován do tohoto závitu, nekolidovala se součástkami na základové desce.

Do motivu popisu horního panelu vystříháme všechny potřebné otvory; malé pro LED 3 mm je vhodné prostříhnout kleštěmi na kůži.



Pokud je nemáme, musíme je vystříhnout zaoblenými nůžkami (např. na nehty). Kontaktním lepidlem nalepíme motiv popisu na čelo krabice, na zadní stranu nalepíme hliníkovou fólii (alobal) a po zaschnutí lepidla do fólie ostrým nožem vyřízneme všechny otvory.

Silnější lankový vodič délky cca 10 cm opatříme na jednom konci pájecím očkem RL04470 a na druhém konektorem RF7769 (dutinka 1,3 mm). Přes pájecí očko přišroubujeme vodič do vyrobeného závitu v čele tak, aby byl zajištěn kontakt se stínící fólií.

Mechanické opracování spodního dílu krabice

spočívá v připevnění vypínače a vývodky pro napájecí dvou vodičovou flexošňůru.

Vypínač je umístěn v pravém zadním rohu spodního dílu krabice mezi spojovací distancí a drážkou pro zadní panel. Musí být umístěn co nejvýše, aby jeho vývody nezasahovaly do desky plošného spoje zdroje při pozdější montáži. Vypínač je umístěn svisle, otvor pro jeho průchod je obdélníkový 13x19 mm (vrtáme vrtákem 2,2 mm a vypilujeme plochým jehlovým pilníkem).

Vývodka pro napájecí flexošňůru je umístěna v pravém boku krabice a je umístěna 45 mm dozadu a 10 mm od horního okraje. Nejprve je nutné vyvrtat pro ni otvor 10/11 mm a ten pak kulatým jehlovým pilníkem zvětšit, aby se průchodka neatáčela, šla nasunout těsně do krabice a vývod kabelu byl směrem dozadu. Způsob umístění vypínače a průchodky je patrný z fotografie.

Mechanické opracování zadního panelu krabice

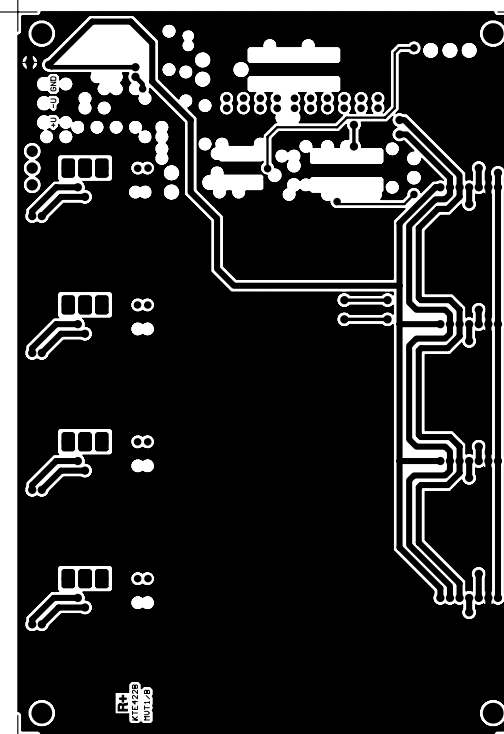
Podle časopisu si vytvoříme popis zadního panelu po obvodu a zatím do něj nevystříháme otvory. Přiložíme jej na zadní plastový panel krabice (pozor, přiložíme na tu stranu, kde nejsou výstupky) a důlčíkem naznačíme 5 středů otvorů pro konektory cinch.

Vrtákem 6,5 mm vyvrtáme 6 otvorů pro konektory a srazíme hrany.

Na motivu popisu zaoblenými nůžkami vystříháme 6 naznačených otvorů.

Zředěným lepidlem chemoprén nalepíme popis na panel tak, aby otvory panelu a popisu navzájem seděly, na zadní stranu nalepíme hliníkovou fólii.

Po zaschnutí lepidla zastříháme rohy popisu podle rohů panelu a nožem prořízneme otvory v hliníkové fólii.

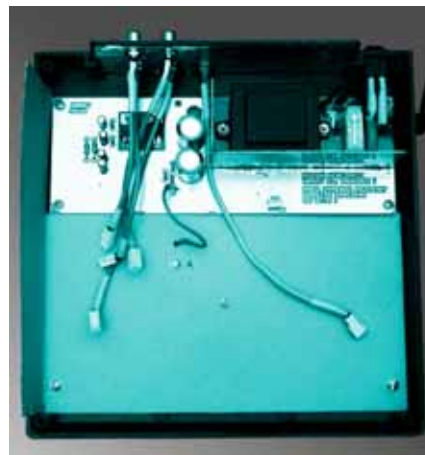


Obr. 11 - Spoje B základní desky (1 : 2)

Opracování a osazení základové desky MUT1 včetně základního oživení

Nejprve je zapotřebí desku opracovat mechanicky. Přichytné otvory v rozích plošného spoje byly již vyrobeny při postupu opracování čela krabice. Do středů všech potenciometrů vyvrtáme celkem 21 otvorů o průměru 10 mm. Otvory jsou potom přesné a bez větších otřepů. Vrták lze zakoupit běžně v prodejnách s náradím. Nakonec u všech otvorů srazíme hrany (nejlépe zahlabovací hvězdičkou).

Dále pokračujeme: osazováním od nižších součástek. Odstrizenými vývody z rezistorů propojíme průchody obou stran plošného spoje. Tyto průchody jsou zřejmě ze spojů při pohledu na horní stranu desky. Je jich celkem 32 včetně zemnicího průchodu v horním pravém rohu desky. Vodiče zapá-



jíme z obou stran desky. Při pájení dáváme pozor na to, abychom cínem nezalili sousední plošky. Vyčnívající vodiče na obou stranách plošného spoje zaštípíme těsně nad cínovými nálitky.

Osadíme keramické kondenzátory C1 až C5, C7 a C11. Pokud mají kondenzátory z výroby ohnuté vývody z rozteče 2,5 mm na rozteč 5 mm, dáváme při pájení pozor, aby se vývody nedotýkaly stínící vrstvy na vrchní straně plošného spoje. Osadíme diodu D5 a pak trimry P2 až P4. Před tím je nutno pro jejich vývody vyvrtat do plošného spoje otvory o průměru 1,1 mm. Následují rezistory a kondenzátory C6, C8, C9, C10 a C12 tak, že C8 a C9 jsou sklopeny těsně na R9, C12 je sklopen těsně na desku směrem k R10 a C10 k R11. Kondenzátor C6 je sklopen dolů, směrem k potenciometru P1. C13 až C15 opět sklopíme na desku. Osadíme integrované obvody IO1 až IO3, přičemž IO1 a IO2 mají vývod 1 směrem k hornímu okraji desky, IO3 je orientován obráceně (ke spodnímu okraji desky, jak vidno z obrázku rozmístění součástek).

Osu potenciometru P1 (logaritmický 100k) zkrátíme na 16 mm od konce závitu (nebo 25 mm od paty závitu) a pilníkem nebo smirkovým papírem zaoblíme hrany po řezání. Potenciometr vložíme do plošného spoje ze strany spojů a ze strany součástek navlékneme podložku a zajistíme maticí tak, aby jeho vývody byly nad ploškami spojů. Třemi odstříženými vývody z rezistorů propojíme vývody potenciometru s ploškami spojů a drátky zapájíme z obou stran desky s plošnými spoji.

Uhlopříčně, do opačného rohu desky, vložíme zkusmo jeden z potenciometrů a přichytíme maticí. Celek vložíme do horního dílu krabice s nasazeným vyvrtaným a opracovaným čelem a zkontrolujeme, zda při procházejících potenciometrech přes čelo sedí uchycovací otvory distancemi v horním dílu krabice. Pohledem zjistíme, zda bude možno přišroubovat plošný spoj šrouby M3 k distancím. Pokud ne, musí zapracovat kulatý jehlový pilník.

Do plošného spoje ze strany součástek vložíme LED D1, 2, 3, 4 a 16 tak, aby jejich katody byly na správných pozicích, znovu sesadíme zkusmo horní díl krabice, čelo a plošný spoj a LED vysuneme tak, aby vyčnívaly stejně z čela krabice (aby byly výškově srovnány). Jejich vývody zapájíme ze strany spojů, celek rozebereme a vývody zapájíme i ze strany součástek. Tím jsme definovali polohu LED v tištěném spoji vzhledem k čelu krabice. Ač ze strany součástek nejsou k ploškám LED přivedeny žádné spoje, je nutno je i z této strany zapájet, protože při častější manipulaci a zkoušení by mohlo dojít k vytržení spojů na desce.

Obdobným způsobem přistoupíme k osazení D6 až D15. Nejprve vložíme

do desky první zelenou D6 a poslední červenou D15 tak, že jejich katody směřují k IO3. Tyto dvě LED zapájíme, nazkoušený celek rozebereme a zkontrolujeme, zda vyčnívají z desky stejně. Pokud ne, provedeme mírnou úpravu. Pak osadíme zbylé LED (D7 až D14) tak, aby všechny vyčnívaly stejně jako již osazené, srovnáme je do přímky a všechny LED zapájíme do desky ze strany spojů i součástek. Před pájením ze strany součástek můžeme provést ještě korekci jejich polohy. Nutno podotknout, že D6 až D12 jsou zelené, zatímco D13 až D15 jsou červené. Všechny jejich katody směřují k IO3.

Přepínače S1 až S4 nejsou do plošného spoje zapájeny přímo. K tomuto účelu potřebujeme neizolovaný drátový vodič o průměru 1 mm, který ocínujeme. Z tohoto vodiče štípačkami oddělíme 12 ks po 15 mm. Jednotlivé vodiče připájíme zespodu k vývodům přepínačů tak, aby ležely těsně na vývodech přepínačů. Taktéž zespodu ocínujeme plošky okolo otvorů pro přichycení přepínače na jeho kovovém těle. Před pájením je vhodné kovové plošky přepínače odmastit, např. toluenem, popř. mechanicky smirkovým papírem nebo pilníkem očistit. Vrtákem 1,1 mm vyvrtáme plošky na desce plošných spojů pod jednotlivými přepínači, přepínače vložíme do plošného spoje ze strany součástek a stejným způsobem, jako jsme postupovali u LED, složíme horní víko krabice s čelem a deskou s plošnými spoji, přepínače vystředíme tak, aby na obě strany měly volný chod, a zapájíme prostřední vodiče. Znovu je vystředíme, aby jejich chod byl volný, přičemž jejich ovládací plastové páčky nevyčnívají z čela krabice zcela, ale jdou přepínat, např. tužkou nebo nehtem. Tím je zabráněno nechtěnému přepnutí při manipulaci s potenciometry za provozu. Potom všechny vodiče přepínačů zapájíme z obou stran plošného spoje. Pájení je mírně náročné, protože dráty mají tendenci na přepínačích nedržet. Při troše trpělivosti se to však dá zvládnout. Nakonec provedeme stínění těla přepínače tak, že vodičem (např. z odstříženého rezistoru) spojíme stínící plochu horní strany plošného spoje s již ocínovanou ploškou okolo otvoru přepínače pro jeho přichycení. Pájíme tak, aby na horní straně těla přepínače nebyly žádné cínové nálitky; tělo bude ležet těsně na čele krabice.

Nyní můžeme odstranit nezapájený potenciometr, který sloužil k usazování prvků. S deskou nyní manipulujeme opatrně, aby nedošlo k ohnutí LED nebo přepínačů.

Plošky pod konektory X1 až X9 vyvrtáme vrtákem o průměru 1 mm. Konektor S1G40 rozdělíme na tyto díly: 4x po sedmi vývodech a 5x po dvou vývodech. Tímto vložíme do desky na pozici jednotlivých konektorů tak, aby plastická hmota držící hřebínek byla ze strany spojů a kratší vývod byl zasazen do desky. Všechny vý-

vody zapájíme ze strany součástek. Pájíme tak, aby nedošlo k deformaci plastových hřebínek a spoje byly zároveň dobře propájeny. Z konektorů X1 až X4 hřebínky odstraníme stažením za pomoci nože a ze strany spojů zapájíme vývody stínění (jak patrně z plošného spoje).

Nakonec přistoupíme k výrobě spojovacích vodičů. K tomu budeme potřebovat vodič (nejlépe páskový) a bužírku, která bude přes jednotlivé vodiče těsně převlečitelná. Z páskového vodiče vyrobíme 4 ks po sedmi vodičích o délce 60 mm a 4 ks po dvou vodičích délky 60 mm. Každý takto vyrobený kus vodiče opatříme na jednom konci příslušným konektorem (dutinky typu PFH02-02P a PFH02-07P s dutinkami PFF02-01F). Pokud máme vhodné krimpovací kleště, máme vyhráno – výroba bude o to jednodušší. Druhé konce vodičů opatříme bužírkami a připájíme je k vývodům na pozici konektorů. Na spoje nakonec navlečeme bužírky. POZOR! Orientace konektoru po spojení s deskami MVS1 musí být souhlasná! O tom se nejlépe přesvědčíme měřením ohmmetrem. Orientace konektorů na vstupních jednotkách je patrná z fotografií a je jí možno zjistit v popisu osazení vstupních jednotek. Ještě je nutné se zmínit o tom, že "živé" vodiče by bylo vhodné provést vodiči se stíněním.

Posledním vodičem je třížilový napájecí vodič. Nad přepínačem S4 na desce plošných spojů vidíme tři plošky, ke kterým nevedou žádné spoje. Tyto plošky vyvrtáme vrtákem 2,5 mm. Skrze tyto otvory provlečeme jednotlivé napájecí vodiče a připájíme je do desky na pozice +U, -U a GND. Vodiče je vhodné použít co nejsilnější, lankové s barevným rozlišením, avšak takové tloušťky, aby na volné konce šly nasadit špičky konektoru PFH. Volné konce odizolujeme a opatříme třídutinkovým konektorem PFH02-03P stejně jako u konektorů PFH02-02P. Orientaci klíče stanovíme náhodně, podle toho bude orientován protikus na zdroji.

Tímto způsobem jsme provedli výrobu a osazení základové desky MUT1 a můžeme přistoupit k její elektrické kontrole. Prohlédneme plošný spoj, zda nedošlo k cínovým můstkům mezi jednotlivými spoji při pájení. Zkontrolujeme orientaci diod, integrovaných obvodů a elektrolytických kondenzátorů. Rovněž prohlédneme, zda se pájené spoje napájecích vodičů nedotýkají stínící plochy na desce. Trimry P2 a P3 vytočíme do střední polohy.

Ohmmetrem zkontrolujeme, zda jsou stínící plochy na obou stranách plošného spoje elektricky propojeny. Všimněme si, že signálová, napájecí a stínící zem jsou navzájem odděleny a jsou spojeny až u napájecího bodu GND. Další spojení v jakémkoli jiném bodě může mít za následek nestabilitu zařízení, kmitání nebo se mohou vyskytovat rušivé signály v signálové cestě.

Připojíme napájecí napětí $\pm 9\text{ V}$ a GND na vodiče napájení za dodržení polaritu. Musí se rozsvítit zelená LED D16. Voltmetrem změříme napájecí napětí oproti zemi (GND) na napájecích vývodech integrovaných obvodů. Tímto způsobem musíme naměřit $+9\text{ V}$ na vývodu 4 u IO1, na vývodu 8 u IO2 a na vývodu 3 a 9 u IO3. Obdobným způsobem změříme přítomnost -9 V na vývodu 11 u IO1 a na vývodu 4 u IO2.

Signální generátor s kmitočtem 1 kHz připojíme mezi vývody VSTUP a GNDS na konektoru X1 a otáčením trimru P3 a P4 zkontrolujeme funkčnost LED metru s obvodem IO3. Přitom potenciometr P1 nesmí být v nulové poloze (vytočen zcela vlevo). Obdobným způsobem zkontrolujeme signálové cesty na konektorech X2, X3 a X4.

Potenciometr P1 vytočíme zcela vpravo, signální generátor s kmitočtem 1 kHz připojíme na konektor X1 stejným způsobem jako v předešlém případě, na výstup (konektor X9) připojíme osciloskop, na generátoru nastavíme úroveň 2 V_{SS} a sledujeme úroveň výstupního signálu, která se musí dát regulovat trimrem P2. Tímto trimrem nastavíme na výstupu úroveň signálu 6 V_{SS} a zkontrolujeme přenos v celém akustickém pásmu (20 Hz – 20 kHz).

Odpojíme signální generátor, osciloskop a zdroj. Nyní jsme provedli základní oživení desky, ne však její nastavení, které bude popsáno v následujících odstavcích.

Opracování, osazení a oživení vstupních jednotek MVS1

Všechny čtyři jednotky, které je zapotřebí vyrobit, jsou identické a postup při jejich osazování a oživování je stejný. Výrobní a osazovací postup je následující:

V rozích plošného spoje na straně potenciometrů jsou naznačeny dvě obdélníkové plošky $7 \times 2,5\text{ mm}$ a na vrchní straně není stínící měď. Plochým jehlovým pilníkem je vypilujeme; slouží k lepší manipulaci při vkládání celku do krabice (v jejich blízkosti u desky první vstupní jednotky jsou úchytné šrouby).

Otvory pro potenciometry na plošném spoji vyvrtáme vrtákem $\varnothing 1,1\text{ mm}$. Osy všech potenciometrů P1 až P5 zkrátíme na 16 mm od konce závitů (nebo 25 mm od paty závitů) a pilníkem nebo smirkovým papírem zaoblíme hrany po řezání.

Otvory pro konektory X1 až X3 na plošném spoji vyvrtáme vrtákem 1 mm.

Otvory pro trimr P6 na plošném spoji vyvrtáme vrtákem 1,1 mm.

Odstříženými vývody z rezistorů propojíme plošky průchodů obou stran plošného spoje. Tyto plošky jsou zřejmé ze spoju při pohledu na horní stranu desky – vedou k nim spoje. Je jich celkem 12 včetně zemního průchodu, který je umístěn u konektoru X3. Vodiče zapájíme z obou stran desky. Při pájení dáváme pozor na

to, abychom cínem nezalili sousední plošky. Vyčnívající vodiče na obou stranách plošného spoje zaštipneme štípačkami těsně nad cínovými nálitky.

Při osazování začínáme jako u základové desky, od nejnižších součástek. Takže nejprve osadíme všechny rezistory R1 až R23. Osadíme trimr P6 a pokračujeme všemi kondenzátory C1 až C25. Pokud mají elektrolytické nebo keramické z výroby ohnuté vývody z rozteče 2,5 mm na rozteč 5 mm, dáváme při osazování pozor, aby se vývody nedotýkaly stínící vrstvy na vrchní straně plošného spoje. Nejprve je vhodné osadit keramické a potom elektrolytické kondenzátory.

Osadíme LED D1 a D2 a diodu D3. Dále konektory X1 až X3. Konektor X1 má svůj zámek u C1, konektor X2 u LED a konektor X3 směrem dovnitř desky ke kondenzátorům C24 a C25. POZOR! Správné osazení konektoru X3 zkontrolujeme s konektory na základové desce. Jejich orientace musí být správná, příslušné napájecí a signálové vodiče musí být vzájemně souhlasně propojeny. Přitom dáváme pozor na zámký konektorů. Všechny konektory jsou doraženy těsně na plošný spoj.

Osadíme integrované obvody IO1 a IO2. Potenciometry vložíme do plošného spoje ze strany spojů a zapájíme je. Nyní musíme s deskou manipulovat opatrně, abychom vývody potenciometrů neulomili.

Stejným způsobem osadíme zbývající tři desky MVS1.

Oživování, včetně nastavení, provedeme ve spojení se základovou deskou, přičemž postupujeme následovně:

Prohlédneme plošný spoj, zda nedošlo k cínovým můstkům mezi jednotlivými spoji při pájení. Zkontrolujeme orientaci diod, integrovaných obvodů a elektrolytických kondenzátorů.

Ohmmetrem zkontrolujeme, zda jsou stínící plochy na obou stranách plošného spoje navzájem elektricky propojeny. Trimr a všechny potenciometry vytočíme do středních poloh.

Desku vstupní jednotky vložíme svými pěti potenciometry do základové desky na první pozici (vlevo). POZOR! Ačkoli nezáleží, kam desku vložíme, 2. až 4. pozice vyžadují podložení matic některých potenciometrů papírovými nebo přepánovými izolačními podložkami! Orientace je taková, že širší konec desky je u přepínačů na základové desce. Přitom konektor X3 je u příslušného konektoru na základové desce. Horní a spodní potenciometr zajistíme maticí (rukou).

Propojíme konektory X2 a X3 s konektory základové desky. Znovu zkontrolujeme souhlasnost napájecích a signálových vodičů se základovou deskou měřením ohmmetrem. Přepínač citlivosti S1 na základové desce přepneme do spodní polohy (menší citlivost vstupu). Na základovou desku připojíme souměrně

napájecí napětí $\pm 9\text{ V}$ dle polaritu. Na konektor X1 vstupní jednotky přivedeme z ní generátoru sinusový signál o kmitočtu 1 kHz s amplitudou $200\text{ mV}_{\text{SS}}$ tak, aby signálový vodič byl připojen na kondenzátor C1 a stínění na zem. Potenciometrem P1 nastavíme na výstupu IO2A (vývod 1) napětí 1 V_{SS} . Signál sledujeme na osciloskopu a musí být nezkraslený. Potom regulujeme trimrem P6 (postupně vlevo a vpravo) tak, aby se právě rozsvítila LED vstupní citlivosti D1 na základové desce. Potom potenciometr P1 vytočíme zcela vlevo a zvýšíme úroveň signálu z generátoru na $1,5\text{ V}_{\text{SS}}$. Potenciometrem P1 otáčíme vpravo, v určité poloze se musí rozsvítit LED vstupní citlivosti. Trimr P6 zakápneme barvou, např. červeným lakem na nehty.

Přepínač citlivosti S1 na základové desce přepneme do horní polohy (větší citlivost vstupu), amplitudu signálu z generátoru snížíme na 5 mV a potenciometrem P1 otáčíme vpravo, až se rozsvítí LED vstupní citlivosti D1 na základové desce. Tím jsme zkontrolovali, zda vstupní jednotka je schopna zesílit malý vstupní signál na potřebnou úroveň.

Potenciometry basů, středů a výšek (P2 až P4) vytočíme do střední polohy, potenciometr výstupu P5 vytočíme zcela vpravo (maximum), přepínač citlivosti přepneme znovu do spodní polohy a na vstup přivedeme signál o amplitudě $200\text{ mV}_{\text{SS}}$ z generátoru. Potenciometrem P1 otáčíme tak, aby se právě rozsvítila LED citlivosti. Kontrolujeme přenos signálů v celém akustickém pásmu na výstupu ze vstupní jednotky (na rezistoru R23). Amplituda tohoto signálu musí být úroveň okolo 1 V_{SS} a kmitočtová charakteristika musí být téměř rovná. Regulaci potenciometry P2 až P4 zkontrolujeme regulaci basů, středů a výšek. Stejným způsobem oživíme zbylé tři vstupní jednotky.

Výroba zdroje

Vrtákem 3,5 mm vyvrtáme čtyři přichycovací otvory v rozích plošného spoje pro jeho přichycení ke spodnímu dílu krabice. Stejným vrtákem vyvrtáme dva otvory pro přichycení transformátoru.

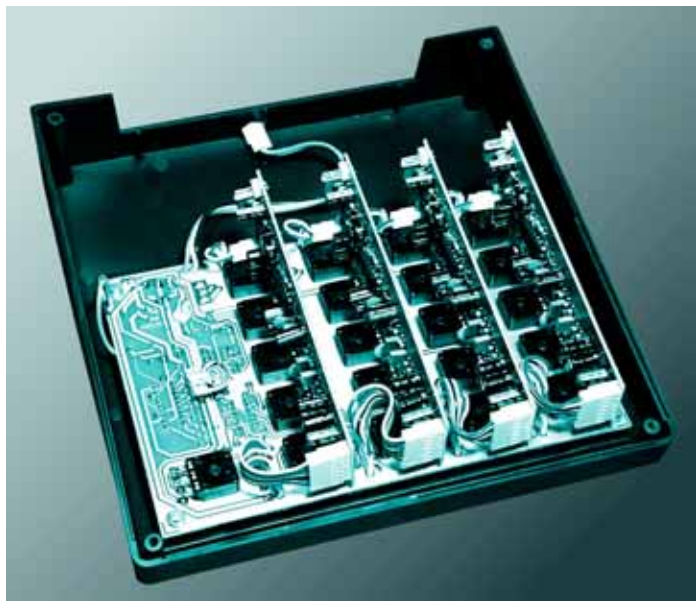
Vrtákem 3,2 mm vyvrtáme dva otvory pro přichycení stabilizátorů IO1 a IO2.

Vrtákem 1,3 mm vyvrtáme dva otvory konektoru pro připojení sítě 230 V, dva otvory pro pojistkový držák a šest otvorů pro vývody transformátoru.

Vrtákem 1,1 mm vyvrtáme šest otvorů pro vývody stabilizátorů IO1 a IO2 a čtyři otvory pro diodový můstek D1.

Osadíme, přišroubujeme a zapájíme transformátor TR1. Přitom šrouby M3 s válcovými hlavami vkládáme ze strany spojů a zajišťujeme maticemi s obyčejnou a pérovou podložkou ze strany součástek.

Z odstřížených dílů 1 a 2 plošného spoje vyrobíme komůrku pro oddělení síťové části. Díl 2 přiložíme těsně na stěnu transformátoru a kolmo k plošnému



Obr. 11 - Základová deska v krabici; spodní pohled

spoji zdroje tak, aby kratší okraj lícoval s okrajem plošného spoje zdroje, měď byla směrem k popisu "POZOR" a proužek mědi na druhé straně dílu 2 v horním rohu a u transformátoru. V rozích připájíme díl 2 malými nálitky (kapkami) cínu tak, aby bylo možno s tímto dílem ještě v malých mezích příčně pohybovat. Díl 1 přiložíme do pravého úhlu rovnoběžně s kratší stěnou transformátoru tak, aby plná plocha mědi byla od transformátoru opět jej malými nálitky cínu připájíme k plošnému spoji zdroje. Oba díly mírnými ohyby přisadíme k sobě do pravého úhlu a proužky mědi ze strany transformátoru připájíme k sobě. Nakonec provedeme pájení po celých plochách mědi, čímž díly 1 a 2 s plošným spojem zdroje zpevníme.

Do konektoru vstupního síťového napětí vložíme dvě špičky RTM1, 3-12 a zapájíme je. Osadíme a zapájíme pojistkový držák, do něj vložíme pojistku a nasuneme umělohmotnou krytku. Osadíme varistor a kondenzátor C1.

stabilizátor zapájíme. Zkontrolujeme, zda se hlavy šroubů nedotýkají stínění na plošném spoji. Následuje diodový můstek D1 (pozor na dodržení polarit) a pak osadíme všechny kondenzátory (u elektrolytických pozor na polaritu). Drátkem z odstříženého vývodu diodového můstku propojíme zemní plochy na obou stranách plošného spoje. K tomuto účelu slouží ploška, která je vlevo nahoře u diodového můstku D1. Osadíme a zapájíme výstupní konektor. Přitom musíme dávat pozor na orientaci zámku, aby při spojení se základovou deskou byla dodržena polarita!

Oživení zdroje

je jednoduchou záležitostí, avšak musíme zachovat značnou opatrnost, protože budeme pracovat se síťovým napětím! Vlastníte-li oddělovací transformátor, doporučujeme jej k oddělení sítě použít. Nejprve ale znovu zkontrolujeme plošný spoj, zda jsou dodrženy všechny

izolační vzdálenosti a zda nedošlo k cínovým můstkům. Na pojistkovém držáku musí být nasunuta krytka.

Zdroj položíme na nehořlavou izolační podložku a přivedeme napájecí napětí 230V/50Hz. Na výstupu změříme napětí ± 9 V proti zemi. Pak zdroj odpojíme od sítě.

Kompletace základové desky se vstupními jednotkami a oživení celku

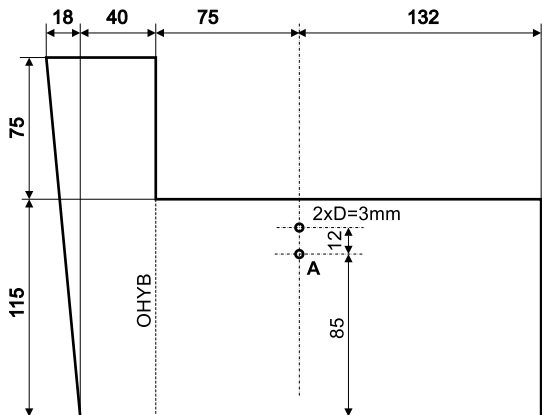
Po základním oživení základové desky MUT1 a celkovém oživení všech čtyř vstupních jednotek MVS1 přistoupíme k mechanické a elektrické kompletaci těchto jednotek.

Všechny čtyři vstupní jednotky vsuneme svými potenciometry postupně do základové desky a potenciometry zajistíme maticemi s kovovými podložkami. Začínáme od poslední čtvrté pozice což znamená, že první vstupní jednotka, kterou budeme osazovat, bude vsazena do základové desky vpravo u IO1 (na základové desce). Přitom všechny potenciometry výstupní úrovně (P5 na vstupních jednotkách) musí být mezi desku a kovovou podložku vložena izolační papírová nebo přešpánová podložka tak, aby nedošlo ke zkratu spojů na vrchní straně základové desky. Po dotažení matic propojíme všech osm konektorů spojení mezi základovou deskou a vstupními jednotkami. Desky vstupních jednotek srovnáme tak, aby byly kolmo k základové.

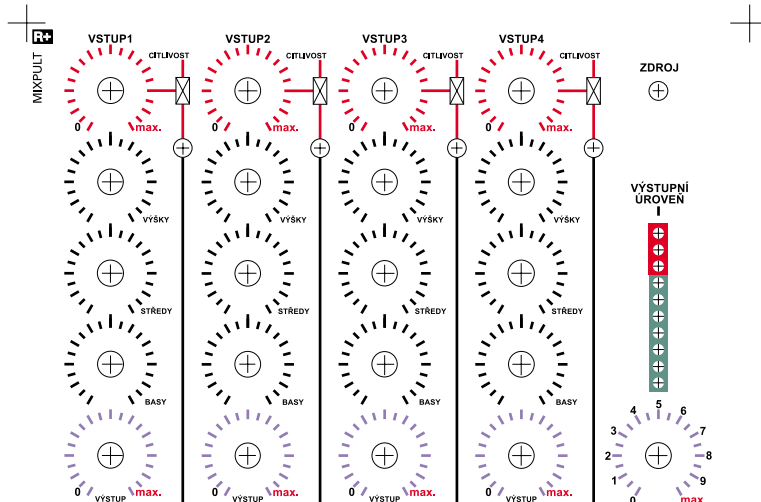
Nyní přistoupíme k oživení celku:

Potenciometry hlasitosti a vstupní citlivosti vstupních jednotek vytočíme zcela vlevo, potenciometry korekcí do středních poloh. Přepínače vstupních citlivostí přesuneme do spodní polohy (menší citlivost vstupů). Trimry P3 a P4 vytočíme do levé polohy.

Přivedeme souměrné napájecí napětí ± 9 V dle polarit na základovou desku. Trimrem P4 otáčíme vpravo tak, až se rozsvítí první zelená LED indikace výstupní



Obr. 12, 13 - Tvar stínícího krytu z tvrdého papíru a motiv popisu čelního panelu (je též na internetu)



úrovně. Potom pomalu trimrem P4 otáčíme vlevo tak, aby LED právě zhasla. Tím jsme přednastavili stejnosměrnou složku na výstupu IO2B.

Na vstup první vstupní jednotky (umístěné vlevo) přivedeme sinusový signál 1 kHz o amplitudě 200 mV_{šš}. Potenciometr vstupní citlivosti otáčíme tak, aby se právě rozsvítila LED indikace vybuzení. Na výstup mixážního pultu (konektor X9) připojíme osciloskop.

Potenciometr výstupní úrovně na první vstupní jednotce (P5) vytočíme zcela vpravo na maximum, stejným způsobem vytočíme potenciometr celkové výstupní úrovně (P1 na základové desce).

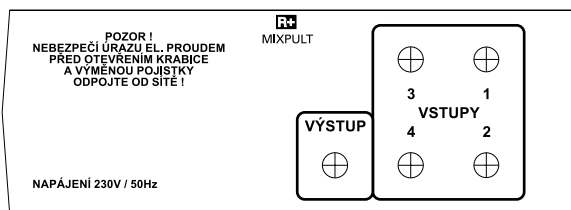
Trimrem P2 na základové desce nastavíme výstupní úroveň signálu 2 V_{šš}.

Potenciometr P1 na základové desce nastavíme výstupní úroveň signálu 1,5 V_{šš}. Trimrem P3 otáčíme tak, aby svítily všechny zelené LED indikace výstupní úrovně. Trimry zakápneme lakem.

Ověříme funkčnost všech vstupních jednotek a zkontrolujeme funkci LED indikátoru výstupní úrovně.

Montáž zdroje do spodního dílu krabice

Nejprve vyrobíme stínící kryt a potom provedeme celkovou montáž. Stínící kryt je vyroben z tvrdého papíru, na který je z jedné strany nalepena hliníková fólie (alobal). Z tvrdého papíru vystříháme požadovaný tvar. Na spodní stranu nalepíme lepidlem (chemoprénem) hliníkovou fólii. Chemoprén je vhodné před lepením zředit toluenem. Odstříháme hliníkovou fólii po obvodu stínícího krytu tak, aby nikde nepřesahovala. Prostříháme dva otvory dle výkresu a levou stranu ohneme do pravého úhlu dle naznačené čáry směrem nahoru tak, aby hliníková fólie byla zesponu. Do otvoru, označené jako A, vložíme shora šroub M3x5 mm s podložkou a z druhé strany připevníme vodič s napájeným kabelovým očkem RL04470. Délka tohoto vodiče je 60 mm, šroub zajistíme maticí s pérovou a obyčejnou podložkou tak, aby vodič měl s fólií kontakt. Vodič potom protáhneme druhým otvorem směrem nahoru. Volný konec opatříme konektorem RF7769 (1,3 mm dutinka) a přetáhneme bužírkou.



Obr. - Návrh motivu popisu zadního panelu – také je ke stažení na internetu



Obr. 14 - Základová deska; horní pohled

Do spodního dílu krabice vložíme oživený zdroj transformátorem směrem dozadu (viz foto) a přišroubujeme jej čtyřmi samořeznými šrouby 3x5 mm s válcovou nebo čochovou hlavou. Vložíme vypínač a síťovou flexošňuru s průchodkou, volné konce flexošňury opatříme bužírkami, připájíme je ke spodním vývodům vypínače a bužírky přetáhneme přes spoje. Vypínač vložíme tak, že symbol "1" je nahoře.

Vodiče černé barvy opatříme na jednom konci fastony (nepájíme, pouze je stiskneme), na které opět navlékneme bužírky. Druhé volné konce vodičů připájíme na síťový vstup zdroje a fastony nasuneme na horní vývody vypínače.

Papírový stínící kryt vložíme do spodního dílu krabice. Podsuneme jej pod tištěný spoj zdroje a posuneme dopředu tak, aby se dotýkal předních distancí, přičemž ohnuté křídélko bude vlevo a stínící kabel nahoru. Naznačíme tři úchytné díry (dle distancí ve spodním dílu krabice), stínící kryt vyjmeme, naznačené otvory vystříháme, opět vložíme do krabice a přišroubujeme samořeznými šrouby s podložkami. Volný konec vodiče nasuneme na konektor "stínění".

Zkontrolujeme, zda vzdálenosti síťových vodičů jsou od země (GND) vzdáleny min. 5 mm a zda se fólie stínícího krytu nikde nedotýká spojů zdroje. Taktéž stínící papírový kryt musí být vzdálen min. 5 mm od síťové části zdroje!

Při dodržení všech bezpečnostních opatření vsuneme vidlici flexošňury do sítě a doutnavkovou zkoušečkou zkontrolujeme, zda nikde na stínícím krytu není napětí i při obrácení vidli-

ce v síťové zásuvce. Voltmetrem zkontrolujeme napětí ±9 V na výstupních svorkách zdroje. Zdroj odpojíme od sítě.

Celková mechanická a elektrická sestava

Pokud máme vyrobené všechny předcházející díly, můžeme přistoupit k závěrečné montáži. Nejprve musíme vyrobit spojovací nízkofrekvenční kabely, sestavit horní díl krabice, provést závěrečnou montáž a odzkoušení celku.

Vyrobíme pět nf kabelů tak, že stíněné vodiče potřebných délek opatříme konektory PFF02-02P s dutinkami PFF02-01F. Čtyři kabely budou jako vstupní, jeden výstupní. Způsob připevnění konektorů na kabely byl již popsán v kapitole výroby základové desky. Pouze si musíme dávat pozor na to, aby stínění bylo připojeno na země GND po spojení konektorů. Protože u konektorů vznikne odizolované stínění, převlečeme kabely u konektorů bužírkami. S výhodou lze využít smršťovatelných bužírek za tepla. Na stínící vodiče volných konců kabelů napájíme oka konektorů cinch.

Do zadního panelu vložíme konektory cinch, přišroubujeme je přes napájená oka s kabely a připájíme živé vodiče. Všechny konektory musí mít kontakt se stínící fólií. Smontovaný zadní panel s konektory a kabely vložíme do spodního dílu krabice (se zdrojem a stínícím papírovým krytem).

Horní díl krabice sesadíme se základovou deskou a čelem. Na čele musí být nalepen motiv popisu čela a základová deska musí být sesazena se čtyřmi vstupními jednotkami. Zkontrolujeme volnost chodu potenciometrů a přepínačů. Spojíme vodič stínění čela se zemnicím konektorem X10 na základové desce.

Spojíme konektory vstupů, výstupu a napájecí konektor. Sešroubujeme horní díl krabice se spodním dílem. Přitom je vhodné dodržet, aby vstupní stíněné kabely byly umístěny co nejdál od výstupního kabelu. Zároveň stínění kabelů se nikde nesmí dotýkat plošného spoje zdroje.

Na potenciometry nasadíme a přišroubujeme knoflíky tak, že všechny potenciometry vytočíme zcela do levé polohy a knoflíky svými ryskami nastavíme na poslední čáru stupnice vlevo. Montáž knoflíků začínáme spodním knoflíkem vlevo, postupujeme přes celé vstupní jednotky a končíme horním knoflíkem vpravo. Pokud tak neučiníme, nebude možno některé střední knoflíky přišroubovat. Tím máme závěrečnou montáž hotovou a můžeme přistoupit k poslednímu úkonu – kontrole funkčnosti.

Ohmmetrem změříme, zda kolíky napájecí flexošňury nejsou spojeny se stíněním (na konektorech cinch). Potenciometry basů, středů a výšek vytočíme do střední polohy, ostatní potenciometry vytočíme zcela vlevo. Přivedeme napájení 230 V ze sítě a zařízení zapneme. Osciloskopem změříme výstup, zda se neobjevuje brum.

Stejně jako u oživování základové desky se vstupními jednotkami provedeme kontrolu průchodnosti signálů nízkofrekvenčním generátorem a osciloskopem u všech vstupních jednotek a regulaci tónových korekcí.

Několik rad při práci s mixážním pultem

Před otevřením krabice mixážního pultu jej vždy odpojte od sítě. Dodržujte veškerá bezpečnostní opatření. Zdroje signálů připojujte se staženými potenciometry vstupní citlivosti. Na vstupy připojujte signál pouze stíněnými vodiči. Nepřipojujte signály s vyšší úrovní, jak 2 V_{řs}. Pokud mají zdroje signálů (např. magnetofony) regulaci výstupní úrovně, nastavujte je na maximum nebo na takovou hodnotu, aby nepřesáhly úroveň 1,5 V_{řs}. Čím slabší signál budete zesilovat, tím větší šum a rušivé signály budou na výstupu.

Regulaci vstupní citlivosti jednotlivých vstupů (potenciometr P1 na vstupní jednotce) nastavujte tak, aby se právě rozsvěcovala (blikala) příslušná LED indikace vybuzení. Potom tímto potenciometrem mírně snižte vstupní úroveň tak, aby se tato LED nerozsvěcovala.

Nejsou-li některé vstupy využity, stáhněte jejich regulace vstupních a výstupních úrovní příslušnými potenciometry na minimum. Přitom přepínač vstupní úrovně přesuňte do spodní polohy (menší vstupní citlivost).

Vyvarujte se zkratů na výstupu mixážního pultu. Nezkoušejte funkčnost vstupních jednotek přiložením prstu na vstupy mixážního pultu. Elektrostatický náboj by mohl poškodit vstupní operační zesilo-

vače. Nepřibližujte mixážní pult zbytečně ke zdrojům rušení, jako jsou transformátory, televizory a podobně. Nevystavujte mixážní pult vysokým teplotám, neponechávejte jej na slunci.

Názvy desek s plošnými spoji: KTE422A je vstupní jednotka, KTE422B základová deska a KTE422C zdroj.

Seznam součástek na jednu vstupní jednotku MVS1 – KTE422A

(vše je zapotřebí 4x)

R1, R5	1k
R2	470k
R3	22k
R4	10R
R6, R7	47R
R8	1M
R9, R13, R16, R17,	
R18, R21, R23	10k
R10	180k
R11, R22	1M5
R12	100R
R14	220k
R15	4k7
R19, R20	3k3
P1 – P4	100k/N PC16ML
P5	100k/G PC16MG
P6	25k PT10V
C1	1μ0 CF1
C2	470p
C3	27p
C4, C5, C8, C9, C10,	
C11, C20, C21	47μ/35V
C6, C7, C13, C22, C23	100n
C12	10μ/35V
C14	47n CF1
C15	5n6
C16, C17	4n7 CF2
C18	22n CF1
C19	10p
C24, C25	100μ/16V
D1, D2	LED 3mm r
D3	BAT43
IO1	OP27
IO2	TL074
X1, X2	PSH02-02P
X3	PSH02-07P
1x plošný spoj KTE422A	

Seznam součástek základové desky MUT1 – KTE422B

R1, R2, R3,	
R4, R8, R11	47k
R5, R7, R9	1k0
R6	1M5
R10	100k
R12	22R
R13	3k3
R14	47R
P1	100k/G PC16MG
P2	25k PT10V
P3	100k PT10V
P4	1M0 PT6V
C1, C2, C3,	
C4, C5, C11	100n
C6	1μ0 CF1
C7	27p
C8, C9	47μ/35V

C10	1μ0/50V
C12	220μ/16V
C13, C14,	
C15, C16	1μ/63VM miniaturní
D1 – D4	LED 5mm rudá nízkop.
D5	BAT43
D6 – 12	LED 3mm zelená
D13 – 15	LED 3mm rudá
D16	LED 5mm zelená nízkop.
IO1	TL074
IO2	TL082
IO3	LM3914N
S1 – 4	P-S3P
1x	S1G40
1x	RTM1,3-12
X9	PSH02-02P
4x	PFH02-02P
1x	PFH02-03P
4x	PFH02-07P
40x	PFF02-01F
1x plošný spoj KTE422B	
Konektory X1 - X8 se vyrobí rozlomením konektoru S1G40 na příslušné díly.	

Seznam součástek zdroje – KTE422C

C1	100n CFAC
C2, C4, C6,	
C8, C11	100n
C3, C5	2200μ/25V
C7, C9, C10, C12	47μ/25V
D1	B250C1500
PO1	FST00.2
IO1	7809
IO2	7909
L1, L2	TL.220μH
VAR1	ERZC07DK391
TR1	WL712-2
X1, X2, X4	RTM1,3-12
X3	PSH02-03P
1x	KS20SW
1x	KS20SW-H
1x plošný spoj KTE422C	

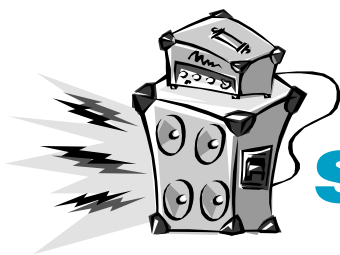
Ostatní součástky – KTE422

konektory pro stíněné spojovací vodiče vstupních jednotek a materiál pro krabici	
5x	PFH02-02P
10x	PFF02-01F
1x	vypínač P-H8550VB01
4x	CINCH SCJ-0363
1x	CINCH SCJ-0363R
21x	knoflík P-S8859
4x	nožička samolepicí GF5
2x	konektor RF7769
2x	pájecí očko RL04470
1x	kabelová vývodka F0709-F42L
2x	faston FH48X08M1
1x	krabice U-KP15

Stavebnici mixážního pultu si můžete objednat v naší redakci telefonicky na čísle 02/24 81 88 85, faxem 24 81 88 86 nebo e-mailem rplus@login.cz, případně můžete k objednavce využít naši internetovou stránku, kde zároveň naleznete motivy popisů čelního i zadního panelu v měřítku 1:1.

Cena mixážního pultu je 3 990 Kč (základová deska 650 Kč, čtyři vstupní jednotky 1 950 Kč, zdroj 610 Kč a ostatní součástky 780 Kč).

Pozn. red.: Zdroj na fotografii plně neodpovídá osazovacímu plánu. Kvůli místu byly do datečně jinak umístěny kondenzátory C3 a C5.



Aktivní korekce s omezovačem šumu

stavebnice č. 416

Korekční obvody, či spíše regulace hloubek a výšek, jsou nezbytnou součástí každého zesilovače. V návaznosti na řadu stavebnic pro milovníky poslouchu dobré muziky nyní opět přinášíme stavebnici korekčního zesilovače, navíc vybaveného dynamickým omezovačem šumu a zesilovačem pro sluchátka.

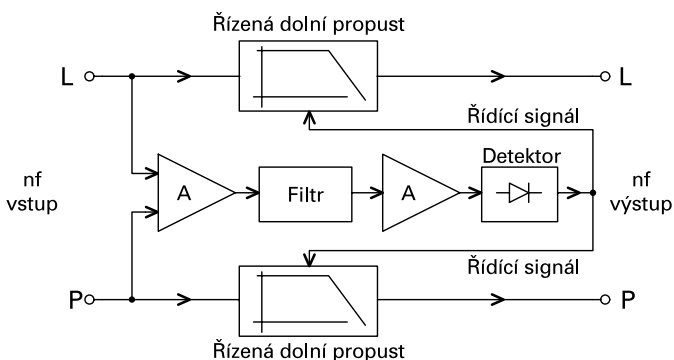
Deska korekčního zesilovače je vybavena dvojicí stereofonních vstupů se stejnosměrným přepínáním, systémem dynamického omezovače šumu (DNR – Dynamic Noise Reduction), aktivním monolitickým korektorem hloubek, výšek, hlasitosti a stereováhy (balance) se stejnosměrným ovládáním a jednoduchým koncovým zesilovačem pro sluchátka. Stereofonní vstupy jsou určeny především pro připojení desky vstupních zesilovačů č. 413 a předzesilovače s plynulou regulací zesílení č. 415, uveřejněného v minulém čísle. Samozřejmě není podmínkou připojit pouze tyto stavebnice, ale lze využít jakékoli zařízení s výstupní úrovní 300 mV. Zesilovač pro sluchátka je určen pro buzení zátěže s impedancí vyšší než 4 Ω a výkonem do 1 W.

Vstupní signál se přivádí na vstupy X1 a X2 vybavené tranzistory FET pro přepínání signálu. Výběr vstupu X2 se provádí přivedením kladného napájecího napětí na vstup X7. Tranzistor T5 slouží jen jako invertor pro odpojení signálu ze vstupu X1 po přivedení kladného napětí na vstup X7. Dále signál putuje rov-

nou do omezovače šumu, který zaslouží více pozornosti.

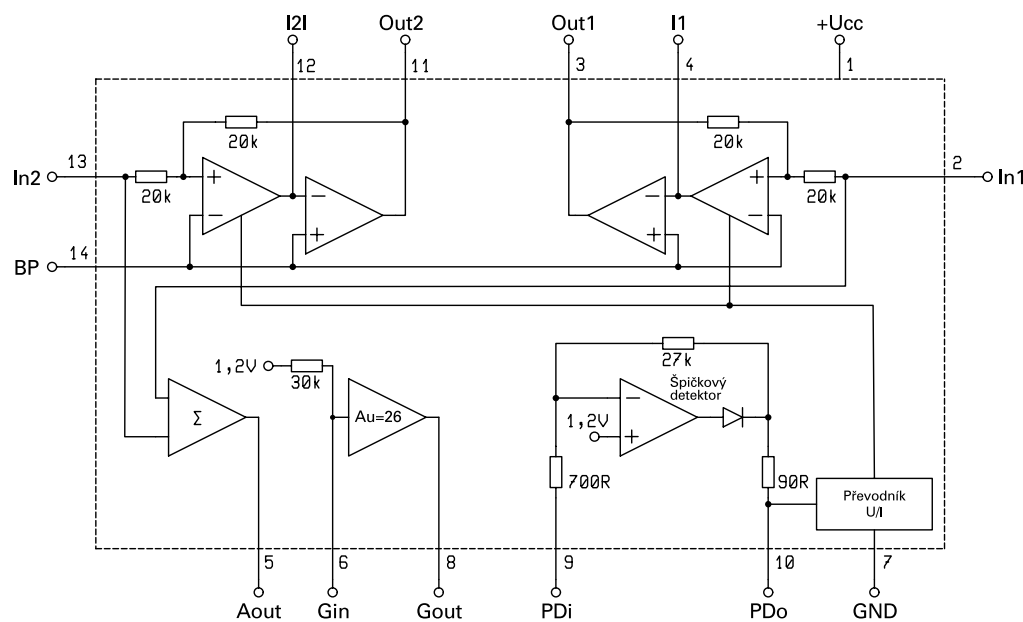
K omezení šumu lze použít dva principy. Jeden se používá při nahrávání a následném přehrávání jako známé DOLBY či méně známé systémy dbx či Hi-Com. Druhý a stále více používaný je systém DNR – Dynamic Noise Reduction od firmy National Semiconductors (firma Philips nabízí prakticky totéž pod označením DNL – Dynamic Noise Limited), který je využit i v naší stavebnici. V obou případech se používá pásmová propust s přeladitelnou šířkou pásma.

Na obr. 1 je uvedeno základní blokové schéma obvodu LM1894. Jde o dvoukanálový (stereo) systém, kde každý z kanálů obsahuje dolnofrekvenční propust, jejíž mezní kmitočet je říditelný. Tento mezní kmitočet (považujeme za něj

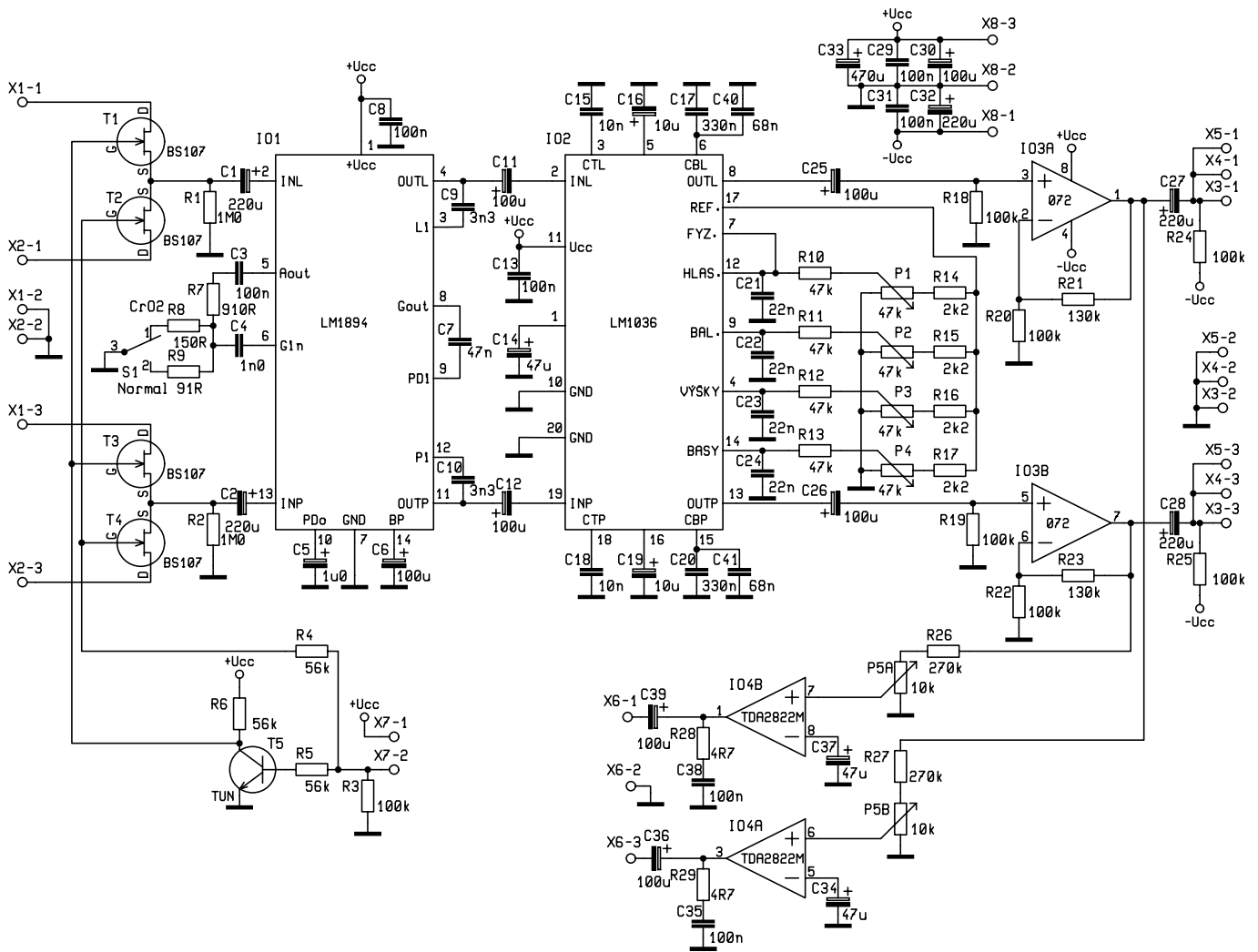


Obr. 1 - Základní blokové schéma zapojení

kmitočet, na němž pokles amplitudy signálu dosahuje právě -3 dB), je možno plynule automaticky řídit v rozmezí 800 Hz až 35 kHz řídicím napětím, odvozeným z akustických signálů v obou kanálech. Signál z obou vstupů je sloučen, filtrován a po průchodu špičkovým detektorem využit pro řízení šířky pásma obou kanálů. Aby byl udržen stálý prostorový dojem reprodukce, jsou oba kanály řízeny synchronně, tj. tímtež napětím. Přeladění je závislé na velikosti vstupního signálu od jednoho kmitočtu, protože lidské ucho je nejcitlivější v kmitočtovém rozmezí 1 kHz – 10 kHz. Jednostranný systém, schopný zmenšit šum se vyhýbá omezením, daných sluchitelností i záznamových norem. Nabízený DNR obvod umožňuje snížit šum stereo programu o 10 až 14 dB. Využívá se principů přímé úměry úrovně šumu k šířce pásma systému a požadavku programu "maskovat" šum v okamžicích, kdy je odstup signálu k šumu dostatečně velký. Systém DNR automaticky nepřetržitě mění šířku pásma systému podle amplitudy a kmitočtu složek signálu. Omezení šířky pásma na méně než 1 kHz zmenšuje slyšitelný šum a speciální spektrálně "váhovaný" filtr v ovládací cestě zaručuje, že je akustická šířka pásma sig-



Obr. 2 - Blokové schéma 2



Obr. 3 - Schéma zapojení stavebnice

nálové cesty vždy dostatečně velká, aby jí prošly veškeré hudební složky, které mohou být v signálu obsaženy.

Mezi výstup součtového zesilovače (vývod 5 Auot) a vstup oddělovacího zesilovače (vývod 6 Gin) lze zařadit obvod pro nastavení vstupní úrovně signálu. Protože hladina šumu obsažená v signálu se liší podle použitého zdroje – např. kazetové pásky obsahují hladinu šumu

mezi 50 dB a 65 dB (podle použití kódování Dolby B a druhu použitého páska) a FM vysílání od 45 dB do více než 75 dB (závisející na síle signálu) – lze nastavním ziskem optimálně nastavit rozsah přeladování. Vzhledem k praktické složitosti ručního nastavování šířky přeladitelného pásma, byl ve stavebnici použit pouze přepínač pro volbu druhu magnetofonového páska.

V případě používání signálu z FM radiopřijímačů lze zařadit mezi výstup oddělovacího zesilovače (vývod 8 Gout) a vstup špičkového detektoru (vývod 9 PDi) LC filtr pro odstranění pilotního kmitočtu 19 kHz, který indikuje přítomnost stereofonního vysílání. Protože však většina dnes používaných přijímačů obsahuje tento obvod již ve své základní konstrukci, není ve stavebnici tento filtr

Reklamní plocha

Od 1. června platí vyhláška ministerstva financí Slovenské republiky o zvýšení dovozní přírážky a DPH... Chcete-li ušetřit, milí slovenští čtenáři, předplatte si měsíčník **Rádio plus-KTE** u bratislavské firmy

GM Electronic Slovakia, s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava; tel.: 07/55960439, fax: 07/55960120. Banka Hana, číslo účtu: 103507-314/7200.

Společnost GM Electronic Slovakia Vám zajistí také starší čísla našeho měsíčníku. S platností od 1. července 1999 platí tyto ceny: předplatné á 27 Sk (poštovné se neplatí), prodej samostatných čísel á 31,80 Sk (při zaslání poštou počítejte plus poštovné: 1 až 5 kusů – 25 Sk, 6 a více kusů – 60 Sk).

Důležité upozornění pro čtenáře na Slovensku

zařazen, čímž se také zjednodušuje konstrukce a oživení omezovače šumu.

K nastavení rozsahu šířky přeladovaného pásma slouží kondenzátory C3 a C12 ve zpětné vazbě z výstupu (mezi vývody OUTL a Li; OUTR a Ri). Protože šířka pásma je nepřímo úměrná kapacitě, změna hodnot 3n9 na 3n3 přinese změnu typické šíře pásma z 965 Hz ÷ 34 kHz / 1,1 kHz ÷ 40 kHz. Maximální šíře pásma lze dosáhnout právě použitím hodnoty 3n3.

Z omezovače šumu je signál veden do obvodu aktivních korekcí. Pro obvod korekcí je použit monolitický integrovaný obvod LM1036 firmy National Semiconductors. Obvod byl vyvinut pro použití v jakostních nf zesilovačích se vstupy pro gramo, CD, tuner, magnetofon a podobně. Obvod má v jednom pouzdře oba stereofonní kanály. Relativní zesílení na nízkých a vysokých kmitočtech může být samočinně nastaveno tak, aby bylo možné snižovat hlasitost poslechu bez znatelné změny barvy zvuku (tzv. fyziologická regulace hlasitosti). Navíc malou změnou hodnot součástek lze podle potřeb ve značném rozsahu upravovat útlumové charakteristiky. K řízení se používá stejnosměrné napětí 5,2 až 5,4 V dodávané z vnitřního referenčního zdroje tvořeného Zenerovou diodou. Tento zdroj je schopen dodávat proud až do hodnoty 5 mA.

Rozsah regulace hlasitosti a stereo- váhy je 75 dB, hloubek a výšek ±15 dB s odstupem signál-šum 80 dB. Pro regulaci stačí proudy okolo 1 µA, takže ovládací součástky mohou mít vysokou hodnotu. Obvod splňuje nejnáročnější podmínky pro třídu HI-FI.

Kondenzátory C11 a C12 slouží jen jako oddělovací. Kondenzátory C15

a C18 nastavují dolní mezní kmitočet pro regulaci výšek, kondenzátory C17 a C20 poté horní mezní kmitočet korekcí hloubek. Protože ideální hodnota kondenzátorů C17 a C20 je 390n, která není ve svitkovém provedení běžně dostupná, jsou tyto kapacity tvořené dvojicemi kondenzátorů C17 a C40, C20 a C41. Aby nedocházelo k náhodnému zakmitávání obvodu při vytočení potenciometru do maximální polohy, jsou v sérii s potenciometry zařazeny rezistory 2k2.

Za korekčními obvody následuje neinvertující zesilovač tvořený IO3, který slouží jednak pro oddělení signálu, a jednak k jeho zesílení na normaliz. úroveň 0,707 V_{ef}.

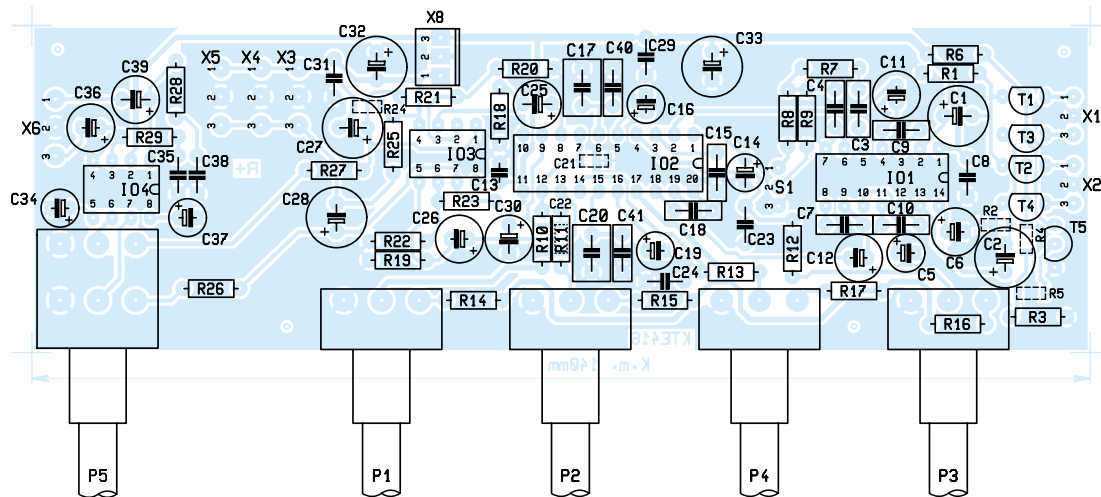
Zesilovač pro sluchátka je tvořen obvodem IO4 typu TDA2822M, který sdružuje dvojici monolitických výkonových operačních zesilovačů. Hlasitost ve sluchátkách lze samostatně nastavit dvojitým potenciometrem P5. Přestože obvod je schopen dodávat výkon až 2 W do zátěže 4 Ω, není vhodné využívat těchto mezních hodnot, aby nedocházelo k pronikání rušivých signálů do ostatních obvodů na desce po napájecích cestách. Protože většina sluchátek má impedanci vyšší než 16 Ω, a tento výstup je určen právě pro sluchátka, neměly by nastat žádné potíže. Bude-li to pře-

sto nutné, lze omezit výstupní úroveň při nastavení maximální hlasitosti zvýšením hodnot rezistorů R26 a R27.

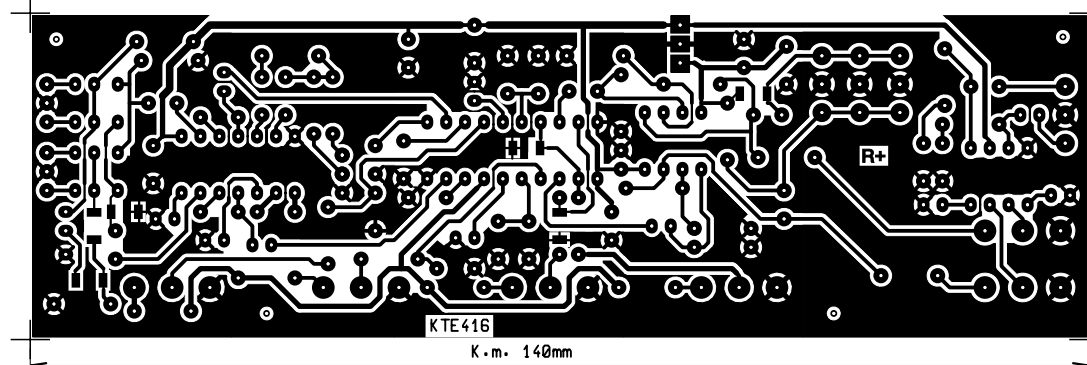
Celé zapojení aktivních korekcí, omezovače šumu a sluchátkového zesilovače je umístěno na jedné jednostranné desce plošných spojů. Vzhledem k potřebě krátkých spojů u integrovaných obvodů a zejména pak v okolí IO1 LM1894, je při osazování postup poněkud neobvyklý. Samozřejmě osadíme nejprve SMD součástky a rezistory. Poté osadíme keramické filtrační kondenzátory a tranzistory. Dále je však třeba zapájet všechny integrované obvody dokud je v jejich okolí dostatek místa pro ruce. Po jejich zapájení je možné dokončit osazování obvyklým způsobem. Hřídelky potenciometrů je nutné podle potřeby zkrátit ještě před zapájením. I na této desce je pro napájení použit konektor PSH (PFH) 02-03P. Výstupní, ale především vstupní vodiče by měly být stíněné, aby nedocházelo k pronikání rušivých signálů po vedení. Na plošném spoji jsou vyvedeny tři sady pájecích bodů pro připojení koncového zesilovacího stupně, indikátoru vybuzení a případně i linkového výstupu.

Při oživování postupujeme obdobně jako v případě stavebnice vstupních zesilovačů. Máme-li k dispozici generátor

s osciloskopem, můžeme zkontrolovat průběhy signálů v jednotlivých místech signálové cesty. Přestože deska je napájena symetrickým napětím, limitujícím prvkem pro napájení jsou IO1 a IO2. Proto se napětí především kladné větve musí pohybovat v rozmezí +9 ÷ +16 V.



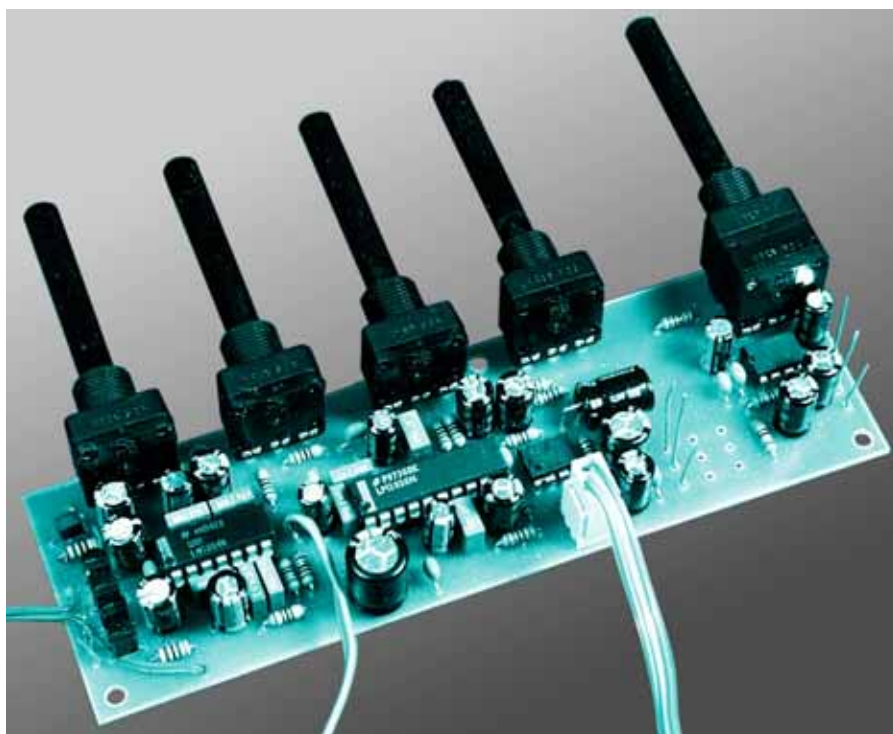
Obr. 4 - Osazení součástek



Obr. 5 - Deska s plošnými spoji

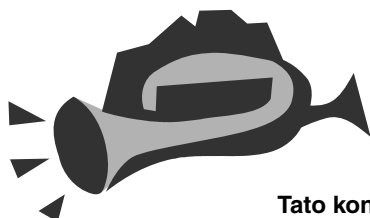
Seznam součástek

R1	1M0
R2	1M0 SMD 1206
R3, R18 – R20,	
R22, R25	100k
R4, R5	56k SMD 1206
R6	56k
R7	910R
R8	150R
R9	91R
R10, R11	47k
R12, R13	47k
R14 – 17	2k2
R21, R23	130k
R24	100k SMD 1206
R26, R27	270k
R28 R29	4R7
C1, C2, C27,	
C28, C32	220μ/16V
C3	100n CF1
C8, C13, C29,	
C31, C35, C38	100n/50V
C4	1n0 CF2
C5	1μ0/50V
C6, C11, C12, C25, C26,	
C30, C36, C39	100μ/16V
C7	47n CF2
C9, C10	3n3 CF2
C14, C34, C37	47μ/16V
C15, C18	10n CF2
C16, C19	10μ/16V
C17, C20	330n CF2
C21, C22	22n SMD 1206
C23, C24	22n



C33	470μ/16V	IO4	TDA2822M
C40, C41	68n CF2	S1	B070B
P1 – P4	47k PC16ML	X8	PSH02-03P
P5	10k PC16SL		PFH02-03P
T1 – T4	BS107		1× Přepínač B070B
T5	TUN SS216, 218		1× Plošný spoj KTE416
IO1	LM1894		
IO2	LM1036		
IO3	072		

Cena stovebnice je 880 Kč. Objednat si ji můžete jako všechny ostatní.



Alarm

Ing. Václav Vacek a Ing. Jiří Vlček

Tato konstrukce splňuje všechny požadavky běžného uživatele na tyto zařízení při maximální jednoduchosti zapojení a ne příliš složitém programu

Požadovaná funkce zařízení

Obvod při odchodu z objektu uvedeme do chodu stiskem tlačítka ENTER. Poté je nutno do jedné minuty objekt opustit. Do té doby může být spínač poplachu (dveřní spínač, spínač s čidlem PIR) libovolněkrát sepnut. Tento stav je indikován pískáním a střídavým blikáním obou LED. Potom následuje aktivní stav – hlídání. To indikuje D3 trvalým svitem.

Při vstupu do objektu je obvod spínačem poplachu aktivován. Příchozí je pískáním a blikáním jedné LED (D2) upozorněn, že musí na klávesnici zvolit správný kód (potvrdit stisknutím ENTER). Pokud se mu to nepodaří do 30 s bude siréna houkat 3 minuty. Zvolením správného kódu je i během této doby možné poplach zrušit.

V zájmu jednoduchosti není obvod vybaven displejem. Proto musí být stisknutí každého tlačítka indikováno krátkým pípnutím a musí být programem ošetřeny případné zákmity tlačítek. Zvolení správného kódu a jeho potvrzení tlačítkem ENTER je indikováno vyšším tónem.

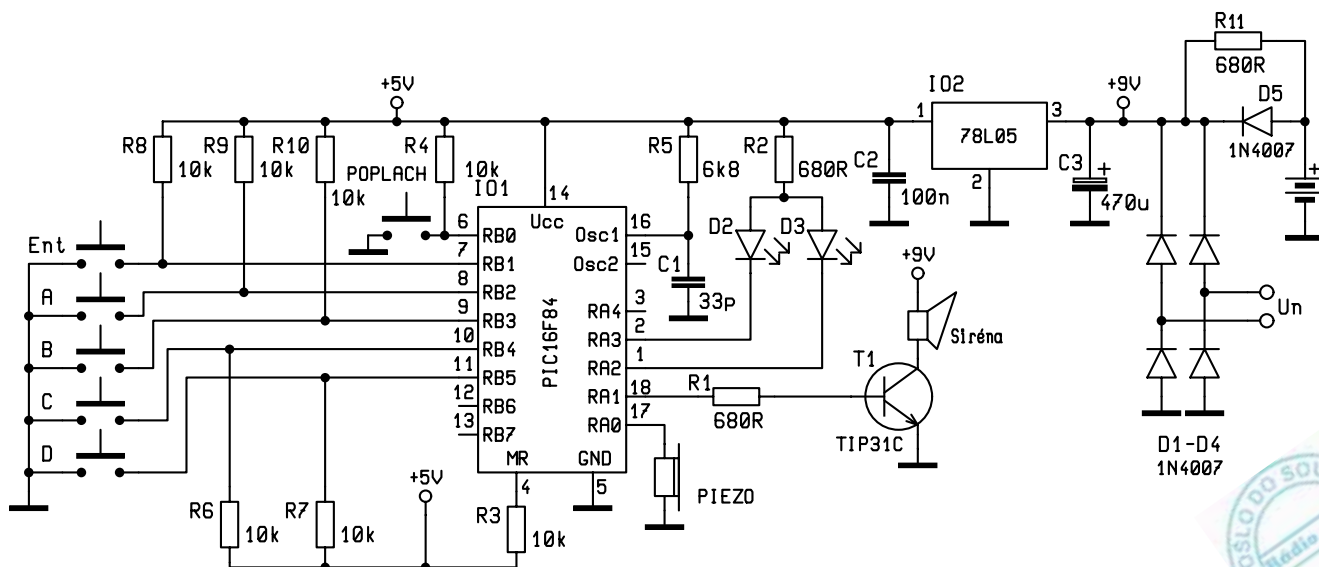
Zápis nového kódu je možné provést pouze v klidovém stavu (nikoliv ihned po vstupu do objektu nebo při poplachu). Při programování musí být nejprve 3 sekundy stisknuto tlačítko ENTER. Potom je obvod nastaven do režimu programování, což je indikováno blikáním LED D2 a D3. Tak je zajištěno, aby nemohlo dojít k náhodné změně kódu. Ten je uložen v paměti EEPROM, aby jej nebylo možné vymazat při přerušení napájení.

K zadání kódu je možné využít pouze 4 tlačítka. Kód má 4 čísla, počet možných kombinací je $4^4 = 256$. Komu by tento počet připadal malý, může do klávesnice umístit ještě několik nezapojených tlačítek.

K poplachu dojde přivedením log. 1 na vstup RB0. Může být např. použit bezkontaktní dveřní spínač, který pracuje na magnetickém principu a který se otevřením dveří rozpoj. Pokud by se použitý typ spínače naopak při poplachu spínal, zaměníme jej s R4.

Po přerušení napájecího napětí se obvod musí nastavit do režimu hlídání.

Celý přístroj by měl být umístěn tak, aby jej nezvaný návštěvník nemohl v krátké době vyřadit z činnosti, např. v kovové uzamykatelné skřínce. To znamená mimo



Obr. 1 - Schéma zapojení alarmu

jiné zálohovat napětí baterií nebo akumulátorem. Obvod je vhodné napájet ze zdroje střídavého napětí, např. ze zvonkového transformátoru 8 V. Proto je součástí zapojení i usměrňovač, který připojíme dle potřeby k ostatním obvodům drátovou propojkou na desce s plošnými spoji. Baterii nebo akumulátor, kterými obvod zálohujeme, trvale dobíjíme malým proudem přes rezistor R11. V případě potřeby musíme z náhradního zdroje získat dostatečný proud pro rozhoukání sirény.

Všechna tlačítka i obě LED jsou na zvláštní desce, která musí být umístěna na přístupném místě a je s přístrojem spojena vícežilovým vodičem. Její případné poškození nezruší vyvolaný poplach.

Vzhledem k tomu, požadovaná přesnost všech výše uvedených časů je minimální, použijeme z úsporných důvodů oscilátor RC.

Odběr sirény může být až 1 A, optimální velikost U_n je 12 V (dle typu sirény). Tranzistor T1 musí být na tento odběr

dimenzován a případně může být přišroubován k malému chladiči.

S ohledem na své okolí doporučujeme při oživování místo tranzistoru a sirény zapojit LED.

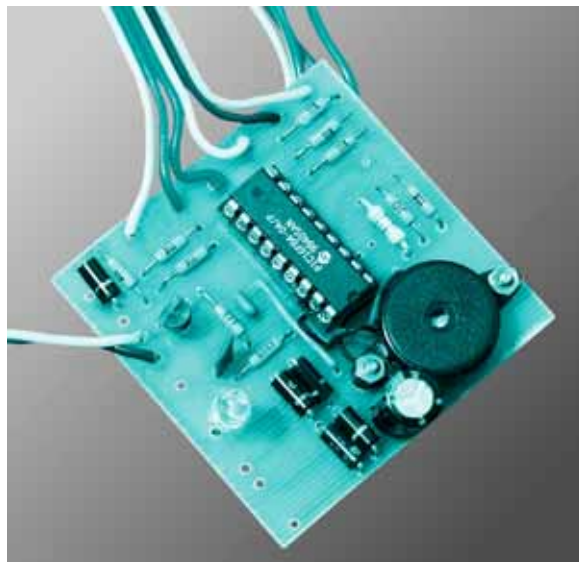
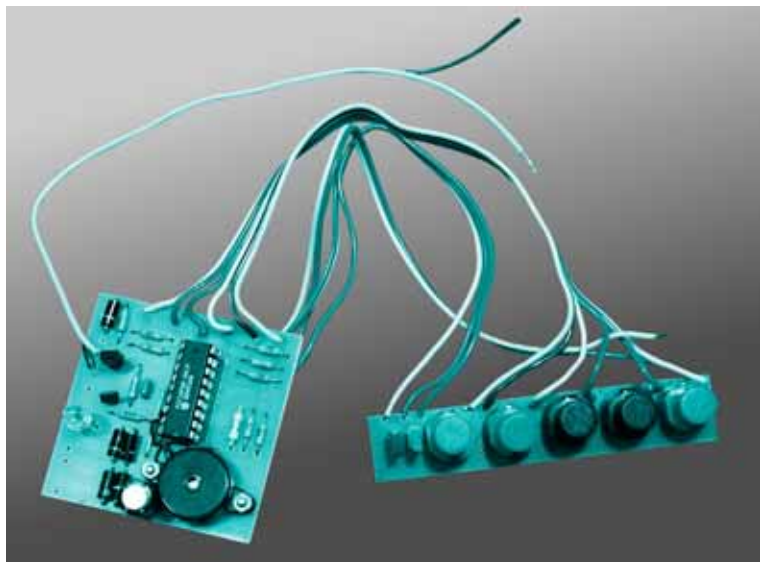
Seznam součástek

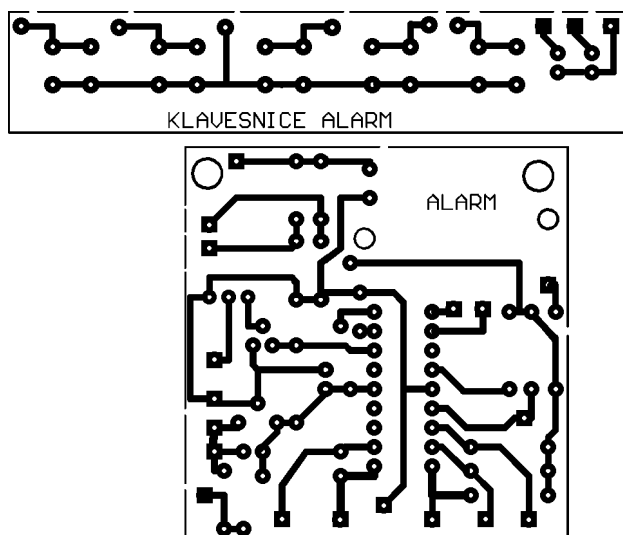
IO1	PIC 16F84 4MHz
IO2	78L05
T1	Tip 31 (výkonový NPN)
D1	1N4007
D2, D3	LED
R1, R2, R6	680R
R3, R4, R6, R7,	
R8, R9, R10	10k
R5, R11	6k8
C1	33p
C2	100n
C3	470µ/16V
D1 – D5	1N4007
1x piezo	KPT154 0W
5x tlačítko	P-DT6

Podrobný popis tohoto programu bohužel z důvodu nedostatku místa není možné uveřejnit. Pro zájemce, kteří se programování procesorů PIC naučit, připravujeme publikaci *Programujeme PIC*. Bude jí možné koupit v prodejnách Nakladatelství technické literatury BEN koncem srpna tohoto roku. Kromě dalších konstrukcí s programy (měřič rychlosti reakce a čítač) v ní čtenář najde i tento program důkladně komentovaný.

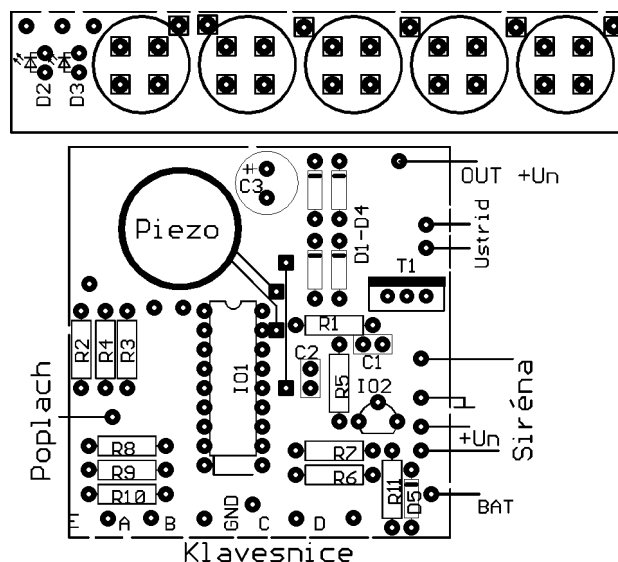
Na ukázkou se podíváme na základní princip tvorby tohoto programu.

Do hlavní smyčky programu vkládáme rozhodovací bloky pomocí proměnné *ProcOn* a *DirProc*. Jednotlivé její bity nastavujeme na základě výsledků matematických a logických operací a na základě stavu vstupů – stisknutí tlačítek. V jiných částech programu jsou tyto bity testovány a dochází k větvení programu. Program trvale prochází hlavní smyčkou a k rozhodování dochází až tehdy, projde-li příslušnými místy této smyčky. Po-





Obr. 2 - Plošné spoje alarmu



Obr. 3 - Rozložení součástek

kud bychom chtěli, aby obvod na určitý podnět reagoval co možná nejrychleji, musel by podnět (např. stisknutí tlačítka) vyvolat přerušeni chodu hlavní smyčky. Přerušeni je potom ve zvláštní části programu zpracováno. V programu je obsluha tlačítek provedena v hlavní smyčce, přerušeni se využívá k měření času.

Chod programu bude řízen tzn. vnitřními hodinami. Ty tvoří čítač/časovač, který se inkrementuje. Po jeho přetečení se generuje impuls přerušeni.

Kmitočet vnitřních hodin programu odvodíme z hodinového kmitočtu (P. Jeho přesnost není u RC oscilátorů velká (asi 10 %), kmitočet je teplotně závislý, což v této aplikaci nevadí. Výše uvedené požadované časy jsou pouze informativní a není třeba je přesně dodržet.

Kmitočet vnitřních hodin zvolíme např. 10 Hz, každých 100 ms bude generováno přerušeni. Abychom toho dosáhli, musíme vhodným způsobem nastavit předděličku pomocí OPTION registru. Kmitočet oscilátoru odhadneme na 2 MHz (str. 10 v [1]). Po vydělení čtyřmi bude na výstupu OSC 2 (vývod 15) kmitočet 500 kHz, který je přiveden od dvou děliček v kaskádě. Pro získání frekvence 10 Hz musí být dělicí poměr 50 000. Dělicí poměr předdělič-

ky nastavíme pomocí bitů PS2, PS1, PS0 v OPTION registru na 1 : 256 (111). Druhá dělička, kterou tvoří registr TMR0, musí mít dělicí poměr $50\ 000 : 256 = 195$. K tomu musíme instrukcemi registr vždy na začátku periody nastavit na hodnotu 60 ($255 - 60 = 195$). Čítání probíhá od 60 do 255, kdy dojde k přetečení a generování přerušeni.

Každé přerušeni začíná na adrese 4 (pevně "zadrátováno" v (P). Z této adresy skočíme (ORG 4, GOTO INTER) na největší INTER, kde začíná obsluha přerušeni. Každé přerušeni musí skončit instrukcí RETFIE, aby se program vrátil do hlavní smyčky přesně na to místo, kde byl přerušeni a aby byl ve stejném stavu jako před přerušením. Na začátku přerušeni se proto musí uschovat obsah stíradce W a stavového slova (příznaky) SWR do proměnných Mem W a Mem Status. Před ukončením přerušeni dojde k obnovení statusu a W. K tomu se používá instrukce SWAPF, která zajistí obnovu W tak, aby se nezměnil Status.

V obsluze přerušeni jsou inkrementovány příslušné čítače na základě plynutí reálného času v kterémkoli místě programu. Pro vytvoření potřebných časových konstant není důležitá doba průchodu pro-

gramu hlavní smyčkou, která je v našem případě proměnná.

V hlavní smyčce programu jsme vytvořili generátor tónu. V hlavní smyčce se proměnná TmrBeep, což je vlastně 8bitový registr inkrementuje. Trvá-li průchod programu smyčkou přibližně 14 μ s, bude z nejnižšího bitu možné odebrat obdélníkový signál s periodou $2 \times 14 \mu$ s, což odpovídá kmitočtu 35 kHz. Z bitu 1 můžeme vzít kmitočet poloviční atd. Registr v tomto programu pracuje jako binární dělička kmitočtu. Pro piezoměnič potřebujeme kmitočet zhruba 1 kHz, který bereme z 5. bitu. Kmitočet o oktávu vyšší vezmeme ze 4. bitu, který do 5. bitu posuneme rotací vlevo.

Pokud bychom do Smyčky přidávali další instrukce např. čekání po určitou dobu, snížil by se generovaný kmitočet. V následujícím programu toto ale není použito. Při každém desátém průchodu programu smyčkou testujeme stisknutí tlačítka a provádíme obsluhu procesů.

Cena destičky s plošnými spoji alarmu je 28 Kč, klávesnice 15 Kč. Celou sadu součástek včetně naprogramovaného mikroprocesoru získáte za 460 Kč. Jiří Vlček, Tehov 122, 251 01 Říčany u Prahy. □

Komunikace mikrokontroléru s okolím, 2. díl

Kniha volně navazuje na první díl. Témata budou následující:
DALLAS komunikace po jednovodičové sběrnici
 – obvody automatické identifikace (DS1990a, DS2401)
 – adresovatelné spínače (DS2405)
 – digitální teploměr (DS1820)
 – programovatelný termostat (DS1821)
 – vícefunkční klíč (DS1991)
 – dotykové paměti (DS1992, DS1993 a DS1994)
DALLAS komunikace po třívodičové sběrnici SPI
 – digitální teploměr a termostat (DS1620)
 – digitální potenciometry (DS1267, DS1667)
Bezdrátová komunikace UHF
 – vysílače/přijímače BiM, Tx2 a Rx2

– IR komunikace
 – akustická komunikace
Snímače polohy
 – absolutní / relativní (inkrementální)
Obvody reálného času
 – moduly reálného času DCF77
 – řízení krokových motorů
Komunikace s myši – jednoduchá komunikace
Klávesnice telefonních přístrojů
 – DTMF
 – realizace pulzní volby
Různé typy vstupních obvodů: kapacitní spínač, dotykový spínač, fotospínač, ultrazvukový spínač, čidlo s Hallovou sondou, snímač chvění
Výstupní obvody: polovodičová relé, IR vysílač, řízení modelářských servo motorů, různé aplikace

Realizace kombinačních a sekvenčních logických obvodů, softwarová kalibrace, ohmmetr/teplotní senzor, teplotní senzor SMT16-30, D/A převodník, probuzení PIC16C54 při stisku tlačítka, podprogramy pro matematické operace

rozsah: cca 200 stran B5 + disketa
 autor: Ing. Jiří Hrbáček
 vydal: BEN - technická literatura
 datum vydání: zima 1999/2000
 ISBN: 80-86056-73-2
 EAN: 9788086056739
 objednácní č.: 120983
 MC: 199 Kč

http://www.ped.muni.cz/winf/staff/Hrbacek_Jiri/Vlastni/Hrbacek.htm

Zajímavé integrované obvody v katalogu GM

Ing. Jan Humlhans

6. LTC1062 – neobvyklá spínaná dolní propust 5. řádu pro nízké kmitočty

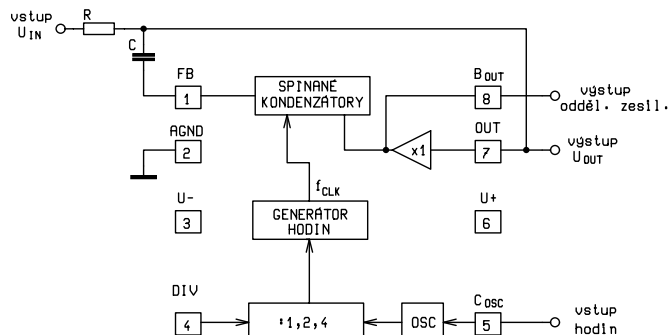
Filtry se spínanými kondenzátory (SCF – Switched Capacitor Filter) jsou užívány již téměř 30 let. Zjednodušeně řečeno, v těchto filtrech jsou rezistory nahrazeny periodicky přepínanými kondenzátory, které se v takovém případě chovají jako odpor. To umožní realizovat i velké hodnoty odporů, problematicky vytvářené monolitickou technologií. I když byly původně určeny pro použití v telekomunikacích, došlo samozřejmě i v této oblasti k značnému pokroku a jejich využití je mnohem širší. Zmenšily se nepříznivé efekty plynoucí z principu funkce a projevující se vyšším šumem pocházejícím ze spínání, snížilo se celkové harmonické zkreslení a lze docílit i vyšších mezních kmitočtů. K hlavním přednostem patří snadná přeladitelnost změnou spínacího kmitočtu. V řadě aplikací již jsou dobrou alternativou analogových aktivních RC filtrů, jejichž návrh je stále poněkud delší procedurou, potřebují více externích součástí a proto se obtížně přeladují. Jeden zajímavý monolitický spínaný filtr nalezneme i v nabídce GM. Jedná se o součástku z produkce firmy Linear Technology typově označenou LTC1062. V dalším textu popíšeme několik aplikačních zapojení tohoto obvodu. Co se týče vlastního principu SCF, doporučujeme literaturu s touto tematikou, např. [1] a tam uvedené prameny.

Popis LTC1062

Jedná se o integrovaný obvod, který po doplnění jediným externím rezistorem a kondenzátorem vytvoří "stejnoseměrně přesnou" dolní propust 5. řádu s maximálně plochým průběhem kmitočtové charakteristiky označovanou také jako Butterworthovu. To znamená, že kmitočtová charakteristika se v propustném pásmu nevlíná a za bodem mezního kmitočtu f_C , kde klesá o 3 dB, se asymptoticky blíží k přímce s poklesem 100 dB/dekádu, tedy při vstupním signálu s amplitudou A_0 a kmitočtu $10 \times f_C$ bude amplituda signálu na výstupu filtru teoreticky pouze $10^{-5} A_0$. Architektura LTC1062, která se výrazně liší od obvyklých spínaných dolních propustí, má obvod se spínanými kondenzátory oddělen od cesty stejnosměrného signálu, čímž byly eliminovány problémy nízkofrekvenčního šumu a stejnosměrného offsetu. To je užitečné právě tehdy, když je důležitá přesnost stejnosměrné složky filtrovaného signálu.

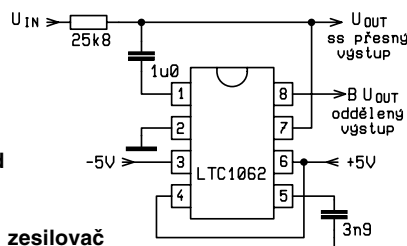
Blokové schéma

Funkční blokové schéma na obr. 1a spolu s typickým zapojením dolní propusti s $f_C = 10$ Hz na obr. 1b pomůže k pochopení některých funkcí obvodu. Mezní kmitočet filtru f_C , při kterém přenos filtru klesne proti hodnotě v propustném pásmu o 3 dB je dán kmitočtem taktovacích (hodinových) impulsů f_{CLK} , při-



Obr. 1a
- Funkční
blokové schéma
obvodu LTC1062

Obr. 1b - Zkušební obvod
je v podstatě základním
zapojením LTC1062
doplněným o oddělovací zesilovač



čemž platí $f_C = f_{CLK}/100$. Tento vztah platí s tolerancí $\pm 1\%$ a má teplotní koeficient $10^{-5}/^\circ\text{C}$. Navíc lze hodinový kmitočet a tím i mezní kmitočet obvodu jednoduše ovládat ve třech stupních pomocí vývodu 4 (DIV, Divider ratio – dělicí poměr). Je-li vývod 4 spojen s 6 (U^+), je kmitočet f_{CLK} dán kmitočtem vnitřního oscilátoru osc nebo kmitočtem přivedeným z vnějšího oscilátoru. Spojí-li se 4 se zemí AGND (2), bude kmitočet f_{CLK} poloviční a konečně spojením 4 a 3 (U^-) čtvrtinový. Zdrojem hodinového signálu může být buď do $f_{CLK} = 130$ kHz oscilátor, který je přímo na čipu, pokud jsou požadavky na mezní kmitočet, jeho přesnost a teplotní závislost vyšší, přivádí se na vývod C_{osc} externí hodinový signál. Jeho maximální kmitočet může být 4 MHz.

Technické parametry LTC1062

Mezní hodnoty:

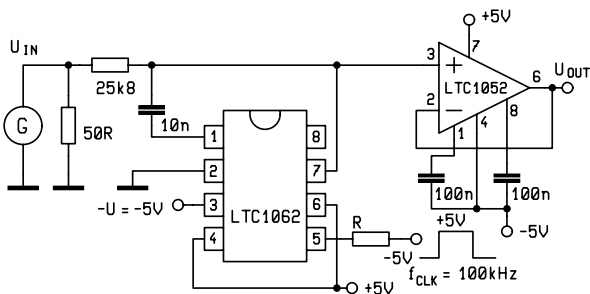
Celkové napájecí napětí (mezi U^+ a U^-) 18 V
Vstupní napětí na všech vývodech $U^- - 0,3\text{V} \leq U_{IN} \leq U^+ + 0,3\text{V}$
Rozsah pracovních teplot LTC1062M $-55^\circ\text{C} \leq T_a \leq 125^\circ\text{C}$
LTC1062C $-40^\circ\text{C} \leq T_a \leq 85^\circ\text{C}$

parametr	podmínky	min.	typ.	max.	jednotka	
napájecí proud	C_{osc} (z 5 na U) = 100 pF	•	4,5	7	mA	
				10	mA	
vstupní kmitočet signálu			0 – 20		kHz	
zesílení při $f_N = 0$	$f_{CLK} = 100$ kHz, pin 4 na U^+ $C = 10$ nF, $R = 25,78$ kΩ		0,00		dB	
		$f_N = 0,5f_C^*$	-0,02	-0,03	dB	
		$f_N = f_C$	•	-2	-3,00	dB
		$f_N = 2f_C$	•	-28	30,00	dB
	$f_N = 4f_C$	•	-52	60,00	dB	
f_{CLK}/f_C	viz výše		100±1		%	
teplotní koeficient f_{CLK}/f_C			10		$10^{-5}/^\circ\text{C}$	
rozsah ss napětí na výst. pinu 7		±3,5	±3,8		V	
průnik hodinového signálu			1		mV _{ss}	
interní oddělovací zesilovač						
napětový offset			2	20	mV	
rozkmít výstupního mapětí	$R_L = 20$ kΩ	±3,5	±3,8		V	
proud nakrátko zdroj / odvaděč			40/3		mA	
hodiny						
kmitočet vnitřního oscilátoru	$C_{osc} = 100$ pF (pin 5 na U)		25	32	60	kHz
	$C_{osc} = 100$ pF (pin 5 na U)	•	15		65	kHz
maximální f_{CLK}			4		MHz	
výstupní (vstupní) proud pinu 5			•	40	60	μA

Tab. 1 - Některé charakteristické hodnoty; podmínky: $U^+ = 5$ V, $U^- = -5$ V, $T_a = 25^\circ\text{C}$, střídavý výstup je měřen na výstupu 7 ve zkušebním zapojení na obr. 2; * ... pozn. 1 – f_C je kmitočet, při kterém výstupní signál klesne vůči vstupnímu o 3 dB; • ... platí pro celý rozsah pracovních teplot

Informace k aplikaci Jak zvolit hodnoty externích R a C

Funkční filtr vznikne z LTC1062 jeho zařazením do střídavé smyčky článku z komponent R a C podle obr. 1a, b. Proto je hodnota R.C velmi těsně spjata s chováním filtru v propustném

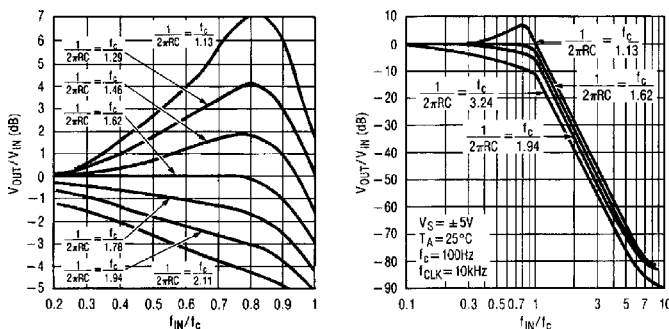


Obr. 2 - Zkušební obvod je v podstatě základním zapojením LTC1062 doplněným o oddělovací zesilovač

pásmu a s jeho stabilitou. Mezní kmitočet filtru f_c (kdy výstup klesne vůči vstupu o 3 dB) určují vnitřní obvody LTC1062 a kmitočet hodinového signálu f_{CLK} . Pro maximálně plochý průběh kmitočtové charakteristiky v propustném pásmu musí platit:

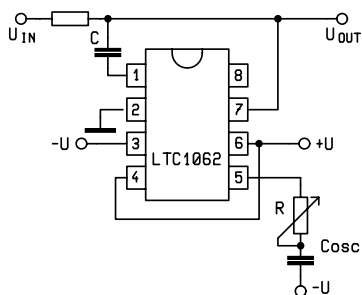
$$\frac{f_c}{1,63} \leq \frac{1}{2\pi RC} \leq \frac{f_c}{1,62} \quad f_{CLK} = 100f_c \quad (1)$$

To ukazují i obrázky 3a a 3b s charakteristikami filtru pro různé hodnoty $1/2\pi RC$. Pokud by se mezní kmitočet vnějšího RC článku blížil meznímu kmitočtu filtru mohou nastat oscilace. Právě z tohoto důvodu nejsou pro tento účel vhodné kera-



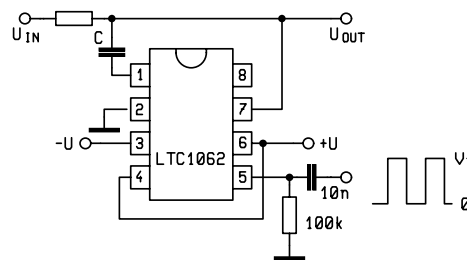
Obr. 3 - Vliv hodnoty RC na průběh charakteristiky filtru
a) v propustném pásmu;
b) přechodu do zadržované oblasti

mické kondenzátory. Pokud mají velký záporný teplotní koeficient, může při zvyšování teploty dojít ke vzniku výrazného maxima na charakteristice v propustném pásmu nebo dokonce oscilacím. Při velkém kladném teplotním koeficientu se s rostoucí

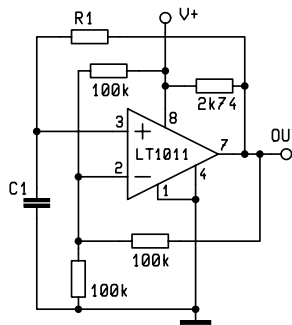


Obr. 4 - Odporovým trimrem v sérii s C_{osc} lze doladit kmitočet interního hodinového osilátoru

Obr. 5 - Střídavá vazba pro hodinový signál z CMOS generátoru napájeného z U^+



teplotou charakteristika filtru v propustném pásmu stále více sklání. Současně na obr. 3b vidíme, že v přechodu charakteristiky do zadržované oblasti již její strmost na hodnotách RC prakticky nezávisí.



Obr. 6 - Poměrně přesný hodinový kmitočet poskytné i astabilní multivibrátor vytvořený z komparátoru

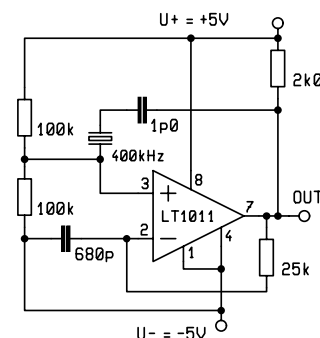
Příklad:

Pro filtr s maximálně plochým průběhem kmitočtové charakteristiky v propustném pásmu a mezním kmitočtem 10 Hz potřebujeme, aby vnitřní nebo vnější hodinový signál měl kmitočet 100×10 Hz, tedy 1 kHz, a aby:

$$\frac{1}{2\pi RC} = \frac{10}{1,62} = 6,17$$

Minimální hodnotu odporu R odvodíme z maximálního napětí vstupního signálu v daném případě a proudu, který je schopen odvést vývod 1, který je typicky 1 mA. Bude-li špičková hodnota vstupního signálu 1 V, bude minimální hodnota odporu R 1 kΩ.

Pozn.: maximálně plochý průběh kmitočtové charakteristiky je však na druhé straně zaplacen zámky v odezvě na jednotkový skok, tedy přechodové charakteristice. Je-li $1/RC = f_c/2,11$, zámky prakticky zmizí, byť přechod z propustného pásma do



Obr. 7 - Oscilátor řízený krystalem se střídou 50 %

přechodové oblasti bude méně strmý. Záleží tedy na charakteru signálu, který chceme filtrem zpracovat, a co je v konkrétním případě žádáno.

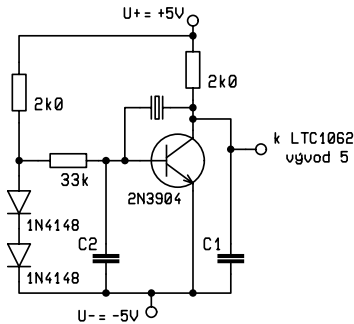
Požadavky LTC na hodinový signál

Vnitřní oscilátor – volba kapacity C_{osc} (5)

S vnitřním oscilátorem lze počítat pro kmitočty f_{CLK} do 130 kHz. Pokud zůstane vývod C_{osc} (5) nezapojen, je kmitočet interního

f_{CRYSTAL}	C1	C2
3,58 MHz	150 pF	150 pF
1 MHz	150 pF	680 pF
400 kHz	390 pF	2 000 pF

Obr. 8 - Levné provedení krystalem řízeného oscilátoru s tranzistorem



oscilátoru určen vnitřním kondenzátorem 33 pF spolu s mezi-vývodovými kapacitami a je při napájení ± 5 V právě 130 kHz. Kondenzátorem připojeným mezi vývod C_{OSC} a zem; případně U^- (je-li kondenzátor polarizovaný), lze tuto hodnotu snížit v poměru $33/(33 + C_{\text{OSC}})$ – vše v pF. Hodinový kmitočet tedy vypočítáme podle vztahu:

$$f_{\text{CLK}} = 130 \cdot \left(\frac{33}{33 + C_{\text{OSC}}} \right) \quad [\text{kHz}; \text{pF}] \quad (2)$$

Pozn.:

Kmitočet vnitřního oscilátoru měříme přímo na vývodu 5 pomocí sondy s malou kapacitou.

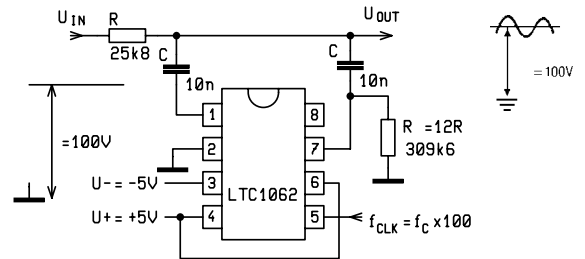
Abychom, vzhledem k tolerancím, docílili požadovanou hodnotu tohoto kmitočtu, můžeme buď pokusně upravit vypoč-

Příklad:

Pro hodinový kmitočet 1 kHz vyjde z (2) $C_{\text{OSC}} = 4\,250$ pF. Použitím kondenzátoru 8 500 pF a potenciometru 50 kΩ lze hodinový kmitočet nastavit v rozsahu 500 Hz až 3,3 kHz.

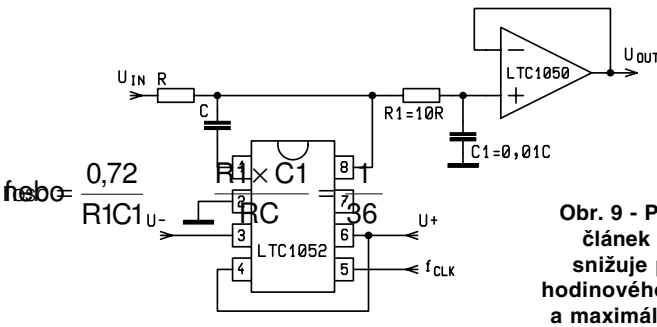
Externí zdroj hodinového signálu

Kmitočet vnitřního oscilátoru ovlivňuje nejen teplota, ale i velikost napájecího napětí. V jeho možném rozmezí dojde ke změně kmitočtu až o 30 %. Pokud je to na závadu, je vhodné



Obr. 11 - Pomocí filtru s LTC1062 lze odfiltrovat i střídavou složku superponovanou na ss napětí 100 V

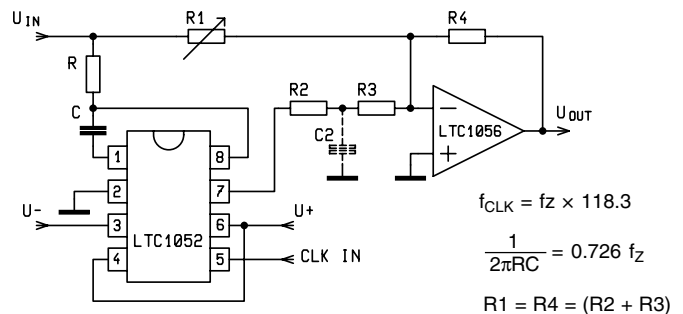
použit vnější zdroj hodinového kmitočtu. Signál o kmitočtu $100f_C$ se přivádí také na vývod 5. Postačí, je-li jeho rozkmit blízký napájecím napětím; přesné údaje jsou [2]. V případě výstupu z CMOS obvodu, musí tento obsahovat oddělovací stupeň (jejich typové označení je zakončeno písmenem B). Při napájení těchto obvodů z napětí mezi U^+ a GND, se použije střídavá



Obr. 9 - Přídavný článek R1C1 snižuje průnik hodinového signálu a maximální útlum

tenou hodnotu C_{OSC} , nebo použít způsob znázorněný na obr. 4, kde je do série s C_{OSC} zapojen potenciometr R. Nová hodnota kmitočtu f'_{CLK} bude

$$f'_{\text{CLK}} \approx \frac{f_{\text{CLK}}}{(1 - 4 \cdot R \cdot C_{\text{OSC}} \cdot f_{\text{CLK}})} \quad (3)$$



Obr. 12 - Úzkopásmová zadrž s LTC1062

vazba podle obr. 5. Nezapomeneme přitom na již popsanou možnost ovlivnit hodinový kmitočet interním děličem 1:2, případně 1:4 podle zapojení vývodu 4 na GND nebo U^- .

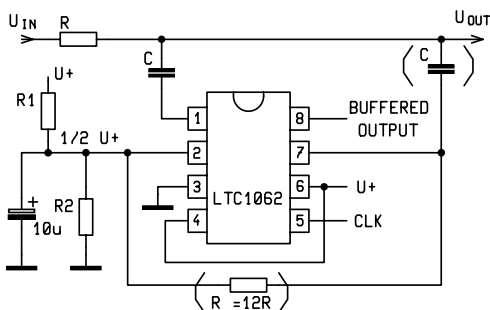
Několik generátorů hodinového signálu

Pro mezní kmitočty filtru do zhruba 30 Hz lze použít multivibrátor vytvořený z komparátoru LT1011 zapojený podle obr. 6. Kondenzátor C1 se nabíjí a vybíjí mezi hladinami napětí $2U^+/3$ a $U^+/3$. Kmitočet prakticky nezávisí na napájecím napětí a při $R4 \gg R3$ je:

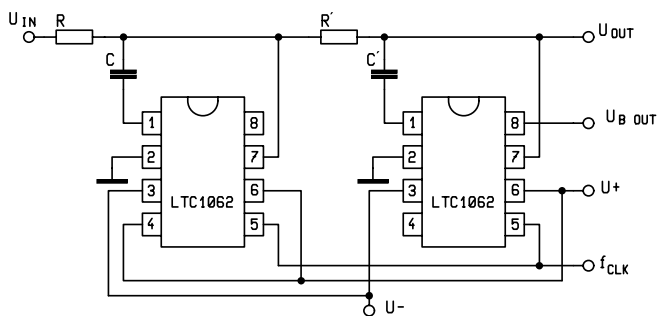
Při bipolárním napájení filtru se zem obvodu spojí s U^- . Pokud budou mít vstupní prvky filtru R, C a R1, C1 oscilátoru stejný teplotní koeficient, může sice dojít k posunu mezního kmitočtu, ale chyba v propustném pásmu by měla být teplotně stálá. Platí totiž:

$$\frac{1}{2\pi RC} \approx \frac{f_c}{1,63} = \frac{0,72}{163 \times R1 \times C1} \quad \frac{R1 \times C1}{RC} = \frac{1}{36}$$

Obr. 10 - Napájení filtru s LTC1062 z jediného zdroje a umělé země



kde f_{CLK} je hodnota hodinového kmitočtu při $R = 0$ z (2). Při tomto způsobu ladění bude nová hodnota kmitočtu vždy vyšší než ta vypočtená z (2). Vhodnou taktikou je vypočíst C_{OSC} z (2) a použít kombinaci kondenzátoru s kapacitou $2C_{\text{OSC}}$ a potenciometru 50 kΩ pro nastavení f'_{CLK} .



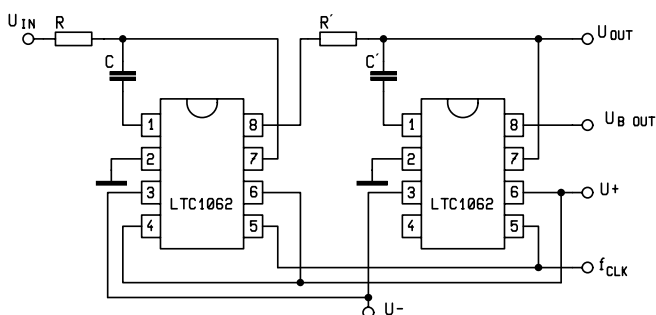
Obr. 13a - Kaskáda ze dvou LTC1062 vytvoří filtr 10. řádu

Pro $C = 10 \times C_1$ se tedy použije $R = 3,6 \times R_1$.

Je-li požadována stabilita mezního a tím tedy i hodinového kmitočtu, lze použít krystalem řízený oscilátor na obr. 7. Je vhodný pro kmitočty řádu stovek kHz. Nenáročný, krystalem řízený oscilátor s tranzistorem je na obr. 8 (výbrus AT). Protože jeho výstup nemá střidu 50 %, je třeba aktivovat vnitřní dělič 2 nebo 4 a počítat s odpovídajícím zvýšením při volbě kmitočtu oscilátoru. Další vhodné oscilátory lze najít v [4], ale hojně i v domácí literatuře.

Průnik hodinového signálu

Tímto pojmem se rozumí velikost signálu s kmitočtem f_{CLK} , který pronikl na výstup filtru. Při napájení ± 5 V lze naměřit průnik ve velikosti asi 420 μ V, který při $\pm 7,5$ V stoupne na 520 μ V. Průnik lze eliminovat jednoduchým RC filtrem zapojeným např. na výstup interního oddělovacího zesilovače 8. Použijeme-li "přesný" výstup 7, je třeba použít externí oddělovací zesilovač a zapojit filtr podle obr. 9. Vedle snížení rušivého signálu o hodinovém kmitočtu pronikajícího na výstup filtru dojde i ke



Obr. 13b - Modifikace odstraňující ovlivňování RC obvodů

zvýšení maximálního dosažitelného útlumu. V obrázku jsou uvedeny vhodné velikosti přídavných součástek R_1 , C_1 vzhledem k velikosti hodnot vstupních R a C . Signál zbařený horní částí svého spektra je odebírán z výstupu sledovače, který zároveň článkem R_1C_1 impedančně oddělí od vstupu obvodu, pro který je filtrace žádána.

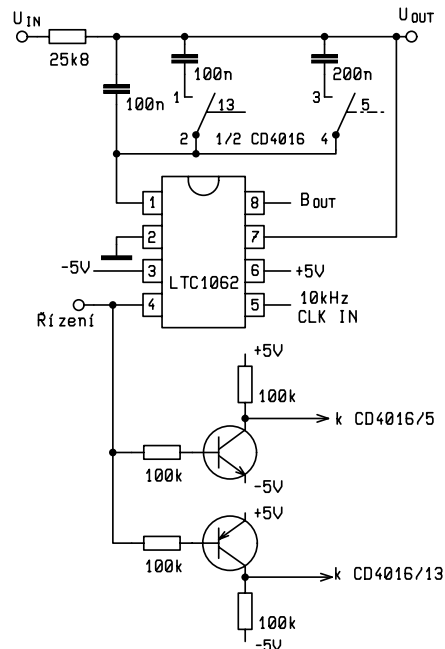
Vnitřní oddělovací stupeň (buffer)

Výstup tohoto zesilovače (8) je na cestě střídavé složky signálu a jeho přílišná kapacitní zátěž způsobí chybu v propustném pásmu. Lze jej užít jako výstup filtru, je však třeba počítat s několika mV stejnosměrného offsetu. Některé parametry výstupu tohoto zesilovače jsou v tab. 1.

Útlum filtru

Typický útlum filtru v přechodové oblasti mezi propustnou a zadržovanou částí kmitočtové charakteristiky je 30 ($= 5 \times 20$

$\times \log 2$) dB / oktávu ≈ 100 ($= 20 \times 5 \times \log 10$) dB / dekádu. S rostoucím kmitočtem f_{CLK} (a tedy f_C) však v důsledku interních přídavných zpětnovazebních smyček na čipu maximální útlum filtru klesá. Např. při $f_{CLK} = 100$ kHz ($f_C = 100$ Hz) je maximální dosažitelný útlum filtru asi 64 dB. Zatímco ještě signál o kmitočtu 4 kHz bude mít útlum očekávaných 60 dB, na 6 kHz bude již

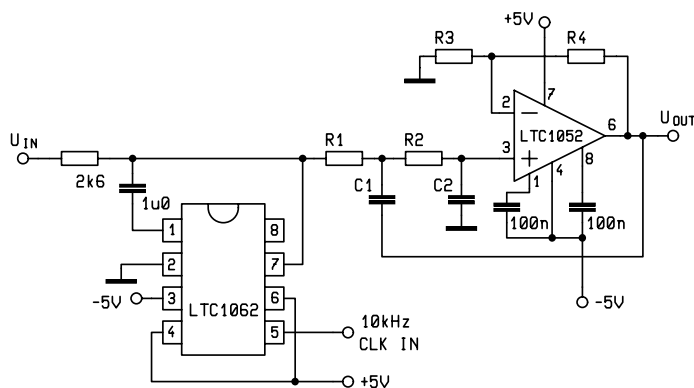


Obr. 14 - Dolní propust 5. řádu s přepínatelným mezním kmitočtem 100 Hz, 50 Hz a 5 Hz

útlum oněch maximálních 64 dB, a nikoli 78 dB, odpovídajících ideálnímu Butterworthovu filtru 5. řádu.

Šum filtru

Napětí širokopásmového šumu má při napájení ± 5 V v pásmu 0 až $2 \times f_C$ typickou efektivní hodnotu 100 μ V a na mezním kmitočtu téměř nezávisí. V případě jediného napájecího zdroje je to asi 80 μ V. Zhruba 62 % šumu je obsaženo v propustném



Obr. 15 - Kaskádu může SCF tvořit i s analogovým filtrem Sallen-Key – vznikl filtr 7. řádu

pásmu, tedy od $f = 0$ do f_C . V pásmu $0 \div 0,1 \times f_C$ je šumové napětí asi 2 μ V, tedy prakticky zanedbatelné.

Další typické aplikace LTC1062

Filtr s jediným napájecím napětím

Pokud chceme filtr použít v systému s jediným napájecím napětím, můžeme se inspirovat obvodem na obr. 10. Zem je vytvořena uměle, děličem ze stejných odporů blokováným tantalovým elektrolytem. Odpory děliče by měly umožnit, aby příč-

ný proud děličem byl větší než 100 µA. Rezistor R' = 12R přivádí stejnosměrné předpětí pro vnitřní oddělovací zesilovač a C' = C toto předpětí stejnosměrně odděluje od výstupu. Vhodné hodnoty součástek pro mezní kmitočet 10 Hz (f_{CLK} = 10 kHz) jsou v tomto případě R = 28,4 kΩ a C = 1 µF. Pro maximálně plochý průběh v propustné části musí (kvůli zatížení obvodu RC) platit:

$$\frac{1}{2\pi RC} = \frac{f_c}{1,84}$$

Má-li vstupní signál již stejnosměrnou složku okolo 1/2 napájecího napětí, lze R' a C' vynechat.

Filtrace při vysoké stejnosměrné složce

Architektura LTC1062 umožňuje také vyloučit střídavou složku, která je superponována na poměrně vysokém stejnosměrném napětí. Jednoduchý obvod, který to dokáže a má mezní kmitočet 1 kHz, je na obr. 11. Hodnoty součástek zajišťují maximálně plochou charakteristiku v propustném pásmu, platí pro ně vztah $2\pi f_c RC = 1,62$.

Úzkopásmová zadrž

Častým požadavkem bývá potlačení části spektra signálu ohraničené z obou stran. Je-li navíc třeba takový kmitočtový výběr ve spektru posouvat, je dobrou volbou úzkopásmová zadrž na obr. 12. Využívá se přitom faktu, že kmitočet, na němž dochází k fázovému posuvu výstupu vůči vstupu o 180°, je u LTC1062 v propustném pásmu. Sečte-li se tedy vstupní signál filtru s jeho výstupem, bude tento kmitočet v součtovém signálu potlačen o 32 až 50 dB. K zmíněnému fázovému posuvu dochází při kmitočtu vstupního signálu $f_{CLK}/118,3$ – neboli $0,845 \times f_c$.

Příklad:

Potřebujeme-li zadrž pro kmitočet $f_z = 60$ Hz, je třeba přivést hodinový kmitočet $60 \times 118,3 = 7098$ Hz a R, C volit tak, aby platilo $1/2\pi RC = 70,98/1,63$. Pro nepovinné R2, C2, které odstraňují průnik hodinového kmitočtu, je vhodné, aby $1/(2\pi R2 \times C2)$ bylo asi 12 až 15-ti násobkem zadržovaného kmitočtu.

Kaskáda z LTC1062

Pokud má filtr, vytvořený pomocí jednoho obvodu, malou selektivitu, je možné vytvořit kaskádu ze dvou LTC1062, a tak získat dolní propust 10. řádu. Vzhledem k dvěma výstupům LTC1062, lze filtr zapojit jednak podle obr. 13a, kde je druhá část kaskády navázána na "stejnosměrně přesný" výstup 7, nebo na výstup vnitřního oddělovacího zesilovače, jak je tomu na obr. 13b. Protože v prvním případě je obvod RC zatížen obvodem R'C', doporučuje se volit poměr R'/R = 117/1; větší poměr však již žádný efekt nepřináší. Při splnění tohoto požadavku je třeba splnit podmínky:

$$(1/2\pi RC) = f_c/1,57 \text{ a } (1/2\pi R'C') = f_c/1,6.$$

Příklad:

Pro filtr 10. řádu s mezním kmitočtem $f_c = 4,16$ kHz je třeba hodinový kmitočet $f_{CLK} = 416$ kHz a součástky s hodnotami R = 909 Ω, R' = 107 kΩ, C = 66 nF a C' = 574 pF. Největší chyba amplitudy v propustném pásmu (asi -0,6 dB) nastane okolo kmitočtu $0,5 \times f_c$.

U varianty obvodu na obr. 13b volba R' již na R nezávisí a doporučené vztahy pro prvky R, C jsou $(1/2\pi RC) = f_c/1,59$ a $(1/2\pi R'C') = f_c/1,64$. Pro dolní propust s $f_c = 4$ kHz jsou vhod-

né hodnoty R = 93 kΩ, C = 680 pF a R' = 128 kΩ, C' = 510 pF. Širokopásmový šum tohoto zapojení je asi 140 µV, odstup výstupního signálu 1 V od šumu je tedy okolo 77 dB.

Pokud se má při úpravě mezního kmitočtu filtru z původního f_{C1} na f_{C2} změnou hodinového kmitočtu zachovat plochý průběh charakteristiky, který byl kritériem při návrhu původního filtru, je třeba volit u obou částí kaskády nové hodnoty R, C obecně tak, aby platilo $f_{C1} \times R1 \times C1 = f_{C2} \times R2 \times C2$.

Tento požadavek je uplatněn i v přesné dolní propusti na obr. 14, jejíž mezní kmitočet se přepíná mezi hodnotami 100 Hz, 50 Hz a 25 Hz uvedením řídicího vstupu na úroveň U⁺, GND, případně U⁻. Analogové spínače obsažené v obvodu CD4016 zajistí výše zmíněnou podmínku postupným paralelním připojením kondenzátorů.

Spínaný filtr lze s výhodou kombinovat s analogovým aktivním RC filtrem. Na obr. 15 je na místě analogového filtru, který spolu se spínaným filtrem tvoří dolní propust 7. řádu s mezním kmitočtem 100 Hz, použit obvod označovaný jako dolní propust Sallen - Key se stejným mezním kmitočtem.

Tato kombinace odstraní do značné míry zbytky produktů plynoucích ze spínání hodinovým kmitočtem 10 kHz a zmenší

hodnoty součástek pro výstupní filtr na obr. 15						
ss zesílení	R3	R4	R1	R2	C1	C2
1	∞	0	14,3 kΩ	53,6 kΩ	0,1 µF	0,033 µF
10	3,57 kΩ	32,4 kΩ	46 kΩ	274 kΩ	0,0 µF	0,02 µF

Tab. 2

širokopásmový šum asi na 60 µV (při jednotkovém zesílení). Navíc existuje možnost např. 10-násobného zesílení signálu v propustném pásmu, pokud se zvolí odpovídající hodnoty součástek pro analogový filtr z tab. 2.

Závěr

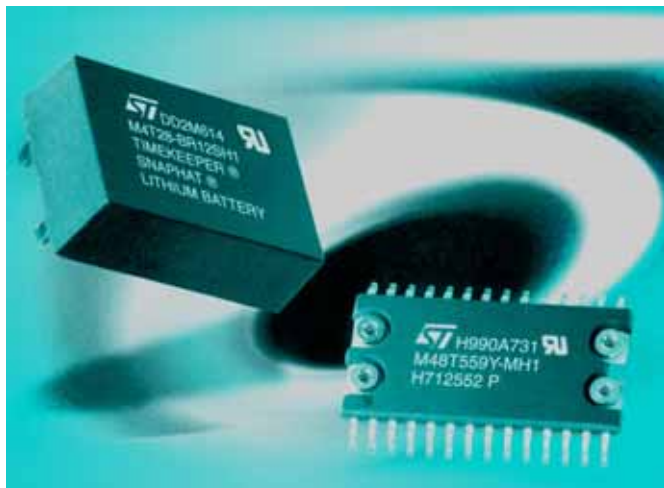
Obvod LTC1062, který jsme chtěli čtenářům přiblížit, nalezne řadu zajímavých použití, chceme-li ze složeného signálu eliminovat neužitečnou složku, která se odlišuje kmitočtem. Velká strmost s ním realizovaného filtru umožní vysokou kmitočtovou selektivitu.

Z aplikací, pro které je vhodné s ním počítat, lze uvést např. zpracování měřených signálů s malou úrovní při tenzometrických měřeních, odstranění zřetelně neužitečných složek signálu o vyšším kmitočtu, které by následkem vzorkování v A/Č převodníku mohly způsobit kmitočtovou nejednoznačnost (aliasing – překrývání; pozn. red.: zrcadlení, překrývání spekter, několikeré promítání obrazu), nebo odstranění střídavé složky ze signálu o vysoké ss úrovni. □

Prameny:

- [1] Ing. Jan Humlhans: *Filtry se spínanými kondenzátory Rádio plus-KTE č. 10/97*
- [2] N. Sevastopoulos: *Application Considerations for an Instrumentation Lowpass Filter; Application Note 20. Linear Technology*
- [3] *LTC1062 5th Order Lowpass Filter; katalogový list Linear Technology.*
- [4] J. Williams: *Circuit Techniques for Clock Sources; Application Note 12. Linear Technology*
- [5] R. Markell: *Také the Mystery Out of the Switched Capacitor Filter: The System Designer's Filter Compendium; Application Note 40. Linear Technology*

Baterie M4XX-BR00SH Zeropower Snaphat



Tyto velmi zajímavé baterie (a další potřebné součástky) firma SGS-Thomson představuje v aplikačním katalogu Zeropower and Timekeeper Non-Volatile RAM. Stručná charakteristika: poskytují v pouzdru SNAPHAT SOIC energii pro zálohování nesmazatelných pamětí řady ZEROPOWER (paměti typu SRAM od 16 kbitů do 16 Mbitů) a pro ovladače. Baterie lze vyjmout a vyhnout se tak jejich přehřátí při povrchové montáži součástek. Zapadají přesně do pouzdra SNAPHAT SOIC určeného pro povrchovou montáž.

Je možno volit mezi dvěma různými kapacitami:

- a) M4Z28-BR00SH = 49 mAh;
- b) M4Z32-BR00SH = 130 mAh.

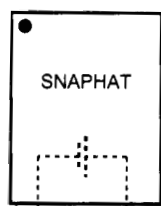
Správná poloha (a tím polarita) je zajištěna nezáměnnými vývody. Možností vyjmutí je zajištěna snadná náhrada a řádná likvidace staré baterie. Dodávají se v trubcích, nebo na pásku v kotoučích (pro automatické osazování).

Obvod je vhodný pro použití s verzemi SOIC výrobních řad M48Z18, M40Z111, M48Z58, M40Z300 a M48Z35.

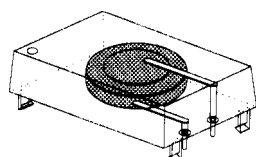
Popis

Součástka M4Zxx-BR00SH SNAPHAT je shora vyjímatelný lithiový napájecí zdroj, určený pro nesmazatelné paměťové obvody firmy ST řady ZEROPOWER v pouzdech SOIC (MH) (s 28 vývody), určených pro povrchovou montáž.

SNAPHAT obsahuje lithiovou baterii a je určen pro zasunutí shora ("zaklapnutí") do obvodu SOIC až poté, kdy je tento obvod usazen na svém místě na desce pomocí některého



VBAT- VBAT+



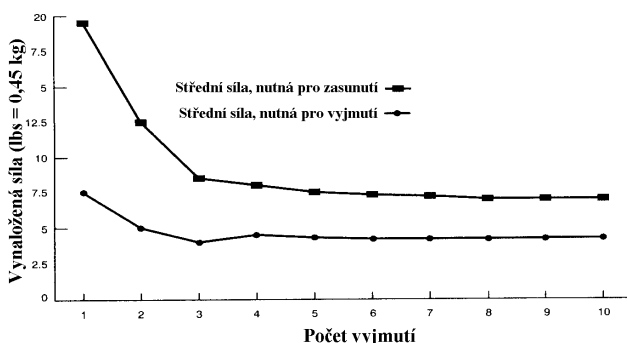
SNAPHAT (SH)
Baterie

Obr. 1 - Pólování kontaktů a náčrsek baterie v pouzdru

z postupů povrchové montáže. Rozdělení celého obvodu na dvě části umožňuje chránit baterii před působením vysoké teploty v průběhu povrchové montáže (pájení přetavením).

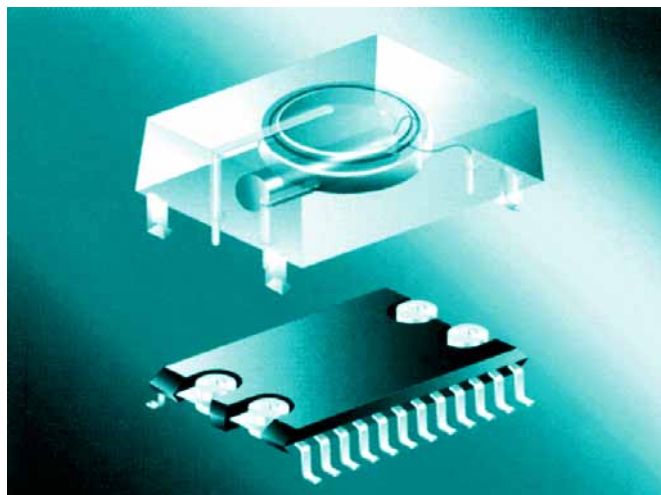
Mechanické údaje

Elektrické připojení k pouzdru SOIC je provedeno pomocí dvou vývodů, které se zasouvají do pružných objímek na jednom konci pouzdra SOIC. Kontaktní plošky obou stran jsou před oxidací chráněny pozlacením. Každý vývod (kontaktní místo) je vnitřně tvořen šesti nezávislými doteky, jež vytvářejí mezi oběma částmi několikanásobná propojení zvyšující spolehlivost kontaktu. Tyto objímky jsou zkonstruovány tak, aby vytvářely velkou přitlačnou sílu v kontaktním místě a tím co nejnižší možný elektrický odpor kontaktu. SNAPHAT je též opatřen čtyřmi tvarovanými úchyty držícími za okraje pouzdra SOIC a zajišťujícími tak elektrické a mechanické spojení obou částí i při mechanických nárazech a vibracích. Spojené díly SNAPHAT a SOIC snesou úroveň otřesů až 100 g aniž by došlo k jejich rozpadu. Toto spojení rovněž vyhovělo vibračnímu testu při různých kmitočtech podle normy MIL-STD-883 (metoda 2007.2, podmínka A).



Obr. 2

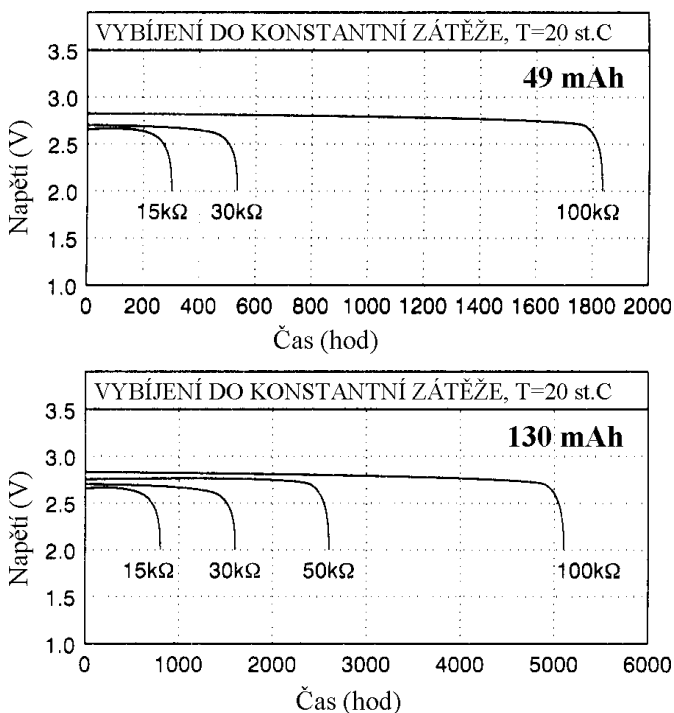
Obr. 2 znázorňuje výsledek opakovaného zasouvání a vyjímání obvodu SNAPHAT z objímky SOIC. Síla, kterou je nutno vynaložit na vyjmutí a na opětné vložení obvodu SNAPHAT, se



s počtem těchto vyjmutí postupně zmenšuje. Avšak již po třech, čtyřech vyjmutích je další pokles neznatelný a síla pro zasunutí zůstává již prakticky konstantní. Při typickém využití však bude obvod SNAPHAT nutno vyjmout a zasunout pouze jednou za celou dobu jeho životnosti.

parametr	hodnota
provozní teplota	1 = 0 až 70 °C M4Z28 6 = -40 až 85 °C M4Z32
skladovací teplota	-40 až 85 °C
jmenovité napětí	2,8 V
jmenovitá kapacita	49 mAh M4Z28 130 mAh M4Z32
chemický základ	Li (CF) x

Tab. 1 - Popis



Obr. 3

Technická data baterií

Na obr. 3 je znázorněno vybíjení lithiových článků do dané odporové zátěže. Je patrný plochý průběh napětí, poskytovaného baterií, prakticky až do konce její životnosti. Uvedená měření byla provedena zrychleně, při mnohem větším zatížení, než při použití v normální praxi.

Schválení UL

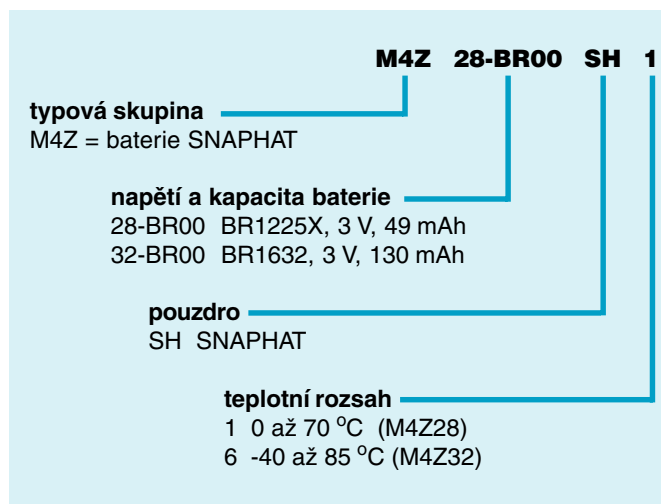
Obvod M4Zxx-BR00SH byl schválen *Underwriters Laboratories* a zařazen do programu schválených součástek (*Component Recognition Program*) pod označením E89556.

Životnost baterií

Informace o době života a době skladování těchto baterií jsou uvedeny v aplikační poznámce (*Application Note*) AN1012 (propagační materiál firmy ST udává životnost 7 až 11 let).

Pozor: aby nedošlo k vybíjení baterie, nesmí se zasouvat do vodivého materiálu (papír, do vodivého polyetylénu, běžně používaného pro ukládání obvodů CMOS).

A ještě důležitá informace: jak lze tyto baterie likvidovat si můžete přečíst na internetu (www.rayovac.com).



Tab. 2 - Označení obvodu při objednávce (příklad)

M4TXX-BR12SH – baterie a krystal Timekeeper Snaphat

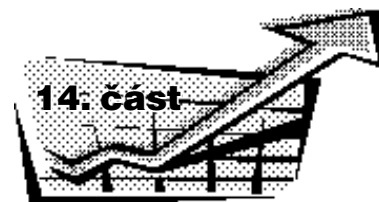
Tento obvod obsahuje kromě baterie navíc krystal (o kmitočtu 32,768 kHz) pro časovací nebo časem řízené aplikace. Řada TIMEKEEPER se používá pro udržování obsahu paměti typu SRAM od 512 bitů do 4 Mbitů. Použití je zcela stejné jako u obvodu se samotnou baterií, tj. zasouvá se až po provedení povrchové montáže pouzdra SOIC. Tím se chrání baterie i krystal před vlivem vysoké teploty použité pro pájení. Ostatní parametry jsou identické s řadou ZEROPOWER.

Poznámka redakce: Jde o zcela nově pojaté technologické provedení baterie, jež udržuje v daných paměťových obvodech nezbytné informace i tehdy, je-li celý přístroj vypnut (známé je např. použití baterie v počítačích PC pro udržení obsahu základní paměti C-MOS). Ani současné moderní baterie ne-

snášejí vysoké teploty a nelze je ve výrobním procesu vkládat na desku spolu s ostatními součástkami a automaticky připájet. Proto je tato baterie opět konstruována jako zásuvná (vyjímatelná), avšak v miniaturizovaném provedení, v zásuvce o velikosti 15 x 22 mm (nebo 18 x 22 mm) s výškou 7 mm (nebo 8,2 mm) a "sedí" přímo na pouzdrů paměti, kterou napájí. Druhé provedení, určené pro obvody časování či různé oscilátory, obsahuje kromě baterie i hodinový krystal 32,768 kHz, jenž rovněž nesnáší vysoké teploty při pájení a zasouvá se proto do objímky obvodu až na hotové desce. Povšimněme si, že po "skončení života" baterie (nelze dobít) se vyhazuje celé pouzdro (tj. u tohoto typu vybitá baterie s dosud funkčním krystalem). Lze z toho usoudit, že výrobní cena krystalu je velmi malá.

Test osciloskopu Tektronix TDS 3032

– dokončení



Ing. Ladislav Havlík, CSc.

Osciloskop Tektronix TDS 3032 poskytuje rozsáhlé měřicí možnosti, které jsme již alespoň z části poznali při popisu jeho vlastností z našich oscilogramů. V testu jsme také změřili většinu rozhodujících parametrů, jako například vertikální zesílení, časovou základnu nebo citlivost spouštění. Test jsme prováděli v obvyklých laboratorních podmínkách při teplotě okolí 21 až 24 °C a relativní vlhkosti asi 70 %. Osciloskop jsme zapínali nejméně 30 minut před měřením, aby se jeho tepelné podmínky ustálily.

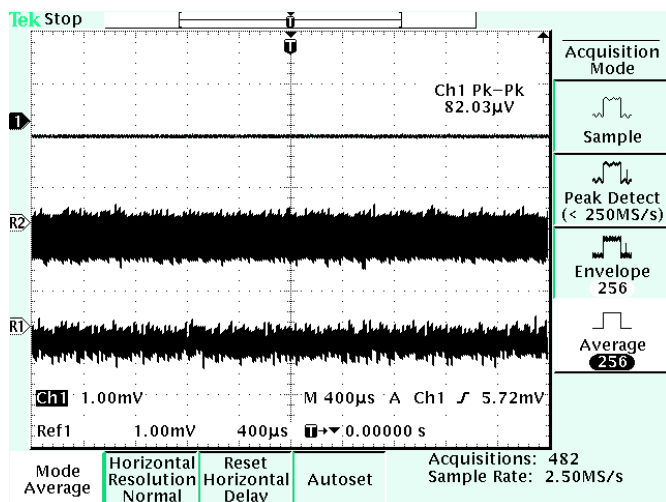
Vertikální zesilovače

Kmitočtový rozsah jsme změřili u obou kanálů při několika vertikálních citlivostech, při nichž se kmitočtový rozsah odlišuje. Měření bylo provedeno v padesáti-ohmovém systému. Jeho výsledky jsou

Dolní mezní kmitočet při kapacitní vazbě se vstupním odporem 1 MΩ		
kanál	naměřená hodnota [Hz]	údaj výrobce [Hz]
1	7,5	7
2	7,8	7

Tab. 4

porovnány s katalogovými údaji firmy Tektronix v tab. 3. Dolní mezní kmitočet daný zařazením kapacitní vazby na vstupu jsme měřili při vstupním odporu 1 MΩ. Naměřené a udávané hodnoty jsou v tab. 4.



Obr. 15 - Stopy kanálu 1 při vertikální citlivosti Y = 1 mV/díl (X = 400 µs/díl), při plném kmitočtovém rozsahu, vstupním odporu 1 MΩ a bez signálu; shora při vzorkování 256x, obálce 256x a vzorkování

Odezvy osciloskopu a vypočtený kmitočtový rozsah			
kanál	naměřená odezva t_m [ps]	kmitočtový rozsah odpovídající odezvě t_m [MHz]	odezva – údaj výrobce [ps]
1	884,7	395,6	1200
2	846,1	413,7	1200

Tab. 5

Odezvy osciloskopu na strmý impuls (ten náš má čelo 25 ps) byly změřeny při vertikální citlivosti 50mV/díl a jsou uvedeny v tab. 5. Tabulku jsme doplnili o kmitočtový rozsah B_o vypočtený z naměřených odezev t_o ($B_o = 0,35/t_o$). Vypočtené hodnoty velmi dobře odpovídají naměřeným, jak se čtenář může přesvědčit porovnáním tab. 3 a 5. Výsledky měření v grafické podobě najdeme na obr. 14. Odezvy jsou hladké a bez překmitů. Měření kanálu 1 je uloženo v paměti R_{ef1} , kanál 2 je živý. Úroveň spouštění 124 mV je zhruba v polovině amplitudy měřícího impulsu. Zpoždění mezi kanály bylo možné stanovit i při použití nejrychlejší časové základny 1 ns/díl (pomocí časové lupy) jen přibližně a činí zhruba 150 ps. Měření bylo provedeno signálem s kmitočtem 100 MHz pomocí šestidecibelového děliče výkonu a dvou koaxiálních kabelů stejné elektrické (i fyzické) délky.

Odstup mezi kanály jsme změřili sinusovým signálem o kmitočtu 300 MHz při vertikální citlivosti obou kanálů 20 mV/díl. Změřená hodnota je 1 : 67 (kanál 1 : 8 dílků, kanál 2 : 0,12 dílku). Tektronix pro tentýž signál udává odstup $\geq 1 : 50$.

Šum kanálů byl určen při maximální vertikální citlivosti 1 mV/díl a časové základně 400 µs na díl v režimu 256 násobného průměrování, vzorkování a obálce. Výsledky jsou v tab. 6. Šum kanálů se obvykle měří jen v režimu vzorkování. Uvádíme zde také měře-

ní šumu při průměrování a obálce jako doklad různých vlastností zobrazení při odlišném zpracování signálu. Pohled na stopu kanálu 1 při tomto měření na obr. 15 je jistě názornější než suchá čísla tab. 6. Stopy bez signálu shora při 256 násobném průměrování, obálce (256x) a vzorkování jsou při největší vertikální citlivosti 1 mV/díl a plném kmitočtovém rozsahu.

Vertikální citlivost obou kanálů jsme změřili stejným signálem na všech rozsazích vertikální citlivosti. V tab. 7 jsou největší záporné i kladné odchylky od nastavené citlivosti. Posun nulové polohy stopy byl změřen pro změny vertikální citlivosti z 10 na 5 mV/díl a z 5 na 1 mV/díl,

Šum kanálů při citlivosti 1 mV/díl a plném kmitočtovém rozsahu		
režim	šum kanálu 1	šum kanálu 2
průměrování 256x	82 µV	80 µV
vzorkování	1,014 mV	1,08 mV
obálka	1,26 mV	1,24 mV

Tab. 6

neboť na konci rozsahu je výrazně horší – viz tab. 8.

Hodnoty vstupního odporu z kapacity byly změřeny na kmitočtu 1 kHz. Odchylky vstupního odporu od nominálních hodnot 1 MΩ a 50 Ω jsou se vstupními kapacitami seřazeny v tab. 9. Přesnost vstupního odporu 1 MΩ nám zajistí správný dělicí poměr při použití odporové sondy. Je to tedy důležitý parametr, stejně jako přesnost vstupního odporu 50 Ω, která určuje správnost přizpůsobení měřicí trasy. Údaj vstupní kapacity zase poslouží pro výběr odporové pasivní sondy s odpovídajícím rozsahem nastavení kompenzace.

Přesnost vertikální citlivosti		
kanál	změřená přesnost [%]	údaj výrobce [%]
1	-0,33 až +0,6	± 2
2	-0,3 až +0,47	± 2

Tab. 7

Posun nulové polohy stopy		
změna vertikální citlivosti	posun stopy [díl]	
	kanál 1	kanál 2
z 10 V/díl na 5 mV/díl	-0,1	-0,1
z 5 mV/díl na 1 mV/díl	-0,4	-0,4

Tab. 8

Časová základna a spouštění

Časová základna byla kontrolována na všech 10 dílcích horizontálního dělení rastru. V celém rozsahu od 2 ns/díl do 10 s/díl jsme nenalezli odchylku od nastavených hodnot. Může nás o tom přesvědčit také obr. 2, kde časové značky 10 ns a 10 s kontrolují časovou základnu na rozsahu 10 ns/díl a 10 s/díl.

Odchylka vstupního odporu a vstupní kapacita				
kanál	1	2	vnější spouštění	údaj výrobce
1 MΩ	+0,3 %	+0,2 %	-0,3 %	±1 %
50 Ω	-0,44 %	-0,5 %	–	±1 %
C	10,1 pF	10,3 pF	12,7 pF	13 pF ±2 pF

Tab. 9

Na pomalých rozsazích od 40 ms/díl pracuje časová základna v režimu *roll* – posunuje se jak přibývá průběhu zleva doprava.

V tab. 10 je kmitočtová závislost vnitřního spouštění srovnána s údajem výrobce. Měření citlivosti vnějšího spouštění shrnuje tab. 11. K měření byl použit generátor s přesně úroveňovaným signálem (Rohde & Schwarz SHM).

Pro zajímavost také uvádíme, jak se osciloskop TDS 3032 zachoval při vnitřním spouštění impulzem o šířce jen 2 ns

Citlivost vnitřního spouštění, Y = 50 mV/díl					
kmitočet [MHz]	0 až 50	100	200	300	400
amplituda signálu [díl]	0,35	0,37	0,38	0,38	0,39
údaj výrobce [díl]	0,35 dále výchylka roste na 1 díl při 300 MHz				

Tab. 10

při několika vertikálních citlivostech. Měření je v tab. 12 a účastnil se ho generátor impulzů Hewlett-Packard HP 8082 ($t_r = t_f = 900$ ps). Impulz je na obr. 13 a jeho amplitudu 480 mV měří horizontální kurzory (první hodnota tab. 12). Osciloskop

Citlivost vnitřního spouštění impulzem šířky 2 ns				
vertikální citlivost [díl]	100 mV	200 mV	500 mV	1 V
amplituda impulzu [díl]	4,8	2,4	1	0,8

Tab. 12

spouští časovou základnu spolehlivě v nejrůznějších režimech, jak jsme ukázali pro příklad v obrázcích:

3 – spouštění modulovaným signálem na hranu;

4 – jednorázové spouštění na hranu;

5 – spouštění se zadrží;

6 – pokročilé spouštění na šířku impulzu (modul TDS3TRG).

Fázová nestabilita spouštění byla kontrolována sinusovým signálem 100 MHz při časové základně 1 ns/díl, zjištěná hodnota je zhruba 200 ps.

Kurzory, automatické měření, autoset, kalibrátor

V osciloskopu jsou použity dne s neobvyklejší úsečkové kurzory. Aktivní je vždy kurzor plná úsečka. Vertikální kurzory jsme použili v obr. 3 a 4, horizontální v obr. 13. Nejmenší krok vertikálního kurzoru je 2 %, na dílek tedy 0,2 % na celé obrazové pole. Například při časové základně 1 μs/díl je krok kurzoru 20 ns. Horizontální kurzory mají nejmenší krok 2 % na dílek a 0,25 % na 8 vertikálních dílků.

Z automatického měření jsme zkontrolovali měření kmitočtu v rozsahu od 100 MHz do 200 MHz. Přesnost změřených

hodnot je omezena počtem zobrazených 4 míst a je lepší než 0,1 %.

Automatické nastavení osciloskopu pracuje bleskurychle. Signály s kmitočtem ≥ 50 Hz a střídou ≤ 1 : 100 zobrazí za méně než jednu sekundu. Autoset u impulzů s kmitočtem 5 Hz a střídou 1 : 5 nastavil alespoň jejich čelo.

Po zapnutí je osciloskop připraven k měření za pouhých 14 sekund. Po této době, kdy proběhne základní autokalibrace, se na displeji objeví údaje o konfiguraci přístroje.

Kalibrátor má signál obvyklý obdélník 1 kHz střídou 1 – 1 a amplitudy 1 V / 10 MΩ. Výstup je na dvou očkách na předním panelu dole.

V příslušenství osciloskopu je přední ochranný kryt, návod a dvě pasivní odporové sondy. Návod je zpracován přehledně a pomocí abecedního rejstříku a obsahu jsme

v něm našli vše potřebné. Odporové sondy jsou typu P6139A, 500 MHz. S osciloskopem 300 MHz vytvoří systém s kmitočtovým rozsahem 260 MHz. Údaj o zeslabení 1 : 10 předá osciloskopu zvláštní kontakt v tělese přepojovacího konektoru BNC.

Zhodnocení

Příznivé naměření hodnoty parametrů a celkové vlastnosti osciloskopu z něj činí ve své třídě výborný přístroj s vysokou užžitnou hodnotou. Téměř všechny naměřené veličiny jsou daleko lepší než udává firma Tektronix. Jde zejména o kmitočtový rozsah, přesnost vertikálního zesílení a citlivost spouštění, tedy parametry nejpodstatnější. Také pokud jde o vzhled a zpracování, je u přístroje zachován vysoký standard osciloskopů Tektronix. Mrzí nás poměrně vysoký šum kanálů (mají ale rozlišení 9 místo obvyklých 8 bitů), který přístroji poněkud ubírá na kráse. U příštích přístrojů Tektronix řady TDS bychom uvítali, aby pro nastavení vertikálního zesílení měl každý kanál

Citlivost vnějšího spouštění									
kmitočet [MHz]	10	20	50	100	200	250	300	350	400
amplituda signálu [mV _{eff}]	16	17	18	18	19	50	120	140	250
údaj výrobce [mV _{eff}]	0 – 50 MHz; 100 mV; roste na 500 mV na 300 MHz								

Tab. 11

vlastní knoflík. Místo čtyřkových rozsahů časové základny by podle naší zkušenosti byly příhodnější rozsahy pětkové (i dílky rastru mají dělení na pět malých dílků).

Osciloskop jsme testovali se zájmem a chutí. Pro snadné ovládání a výborné vlastnosti šla práce dobře od ruky. Test jsme mohli realizovat díky vstřícnosti

Vlastnosti kalibrátoru		
	naměřené hodnoty	údaj výrobce
výstupní napětí	5,17 V mv	5 V mv
kmitočet	1,006 kHz	1 kHz
střída	1 – 1	–
čelo / 1 MΩ, 8 pF	396 ns	–
týl / 1 MΩ, 8 pF	313 ns	–

Tab. 13

a ochotě pracovníků mikrovláknového oddělení Českého metrologického institutu. Velmi jim děkujeme. □

CENY REKLAM A INZERCE V ČASOPISU RÁDIO PLUS-KTE
 jsou dlouhodobě nastaveny velmi příznivě a standardně je nabízena řada zvýhodnění.
 Poskytujeme však také nadstandardní služby – od úpravy formátů Vašich inzerátů až po přesné umístění.
 Navíc – pokud zadáte celoroční barevnou reklamu, získáte 20% slevu a jedno opakování zdarma
 (tj. při zadání 1/2 strany – 1x 1/2 strany zdarma, při zadání 1/1 strany – 1x 1/1 strany zdarma).
 Podrobnosti a termíny s Vámi rádi domluvíme. Vyžádejte si náš ceník reklamy a inzerce.
 Kontaktujte nás: tel.: 02/2481 8885, tel./fax: 2481 8886; případně e-mail: rplus@login.cz;
 nebo pište na adresu: Rádio plus s. r. o., Šaldova 17, 186 00 Praha 8.

Malá škola praktické elektroniky

(32. část)

“Takový šikovní zesilovač“

Nová slova: vstupní citlivost, vstupní úroveň.

V č. 2/99 na str. 7 a 8 (viz [1]) je zesilovač – **stavebnice č. 396**, který báječně pomůže k dalším experimentům s dobrým koncem, neboť je plně prakticky využitelný jako přídavný zesilovač pro

- ❖ walkmana
- ❖ CD přehrávač
- ❖ CD-ROM
- ❖ zvukovou kartu PC
- ❖ tape deck
- ❖ gramofon atd.

POZOR!

Před jakýmkoli připojováním čehokoli na výstup vašeho domácího zařízení si to stokrát rozmyslete a raději stejně nic nepřipojujete, abyste si nezkratovali výstup. Zničili byste si drahé zařízení. Pokud přesto chcete pokračovat, používejte originální konektory, nespěte do konektorů žádné drátky!!!

K začátečnickým pokusům raději použijte nějaký vyřazený walkman a přesto dbejte, abyste někde drátky na druhém konci kablíku nezkratovali.

TDA2822M

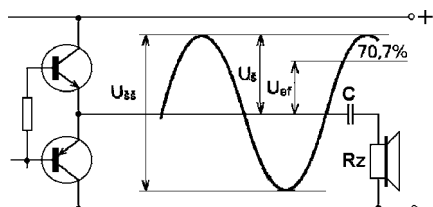
Podle popisu z minulého čísla si zesilovač změříme a přizpůsobíme.

Můžeme postupovat:

- a) ryze prakticky
- b) bádavě.

Výstupní výkon

a) Zesilovač připojíme k walkmanu, CD přehrávači – diskmanu, zvukové kartě počítače atd.



Nastavíme takovou hlasitost, aby zvuk byl co nejsilnější a ještě nezkraslený. Změříme výstupní napětí na reproduktoru a vypočítáme výstupní výkon. Impedance reproduktoru na něm bývá napsaná, nebo budeme počítat se 4Ω .

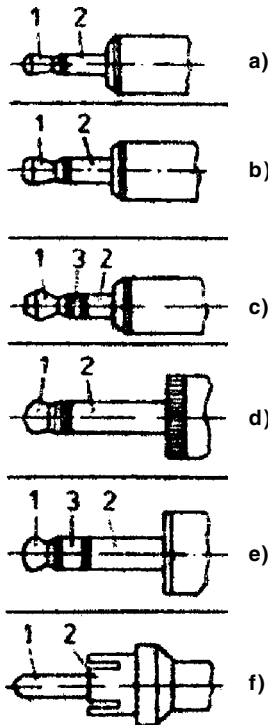
Případně můžeme použít jiné napájecí napětí, ale pozor: jen takové, aby ho

zesilovač vydržel. A znovu vypočítáme výstupní výkon. Praktika mnohdy ani víc nezajímá a zesilovač prostě používá.

b) Zesilovač a měřicí přístroje zapojíme podle popisu z minulého čísla, připojíme napájecí napětí 6 V. Zjistíme kdy začíná limitace a změříme

- maximální výstupní napětí $U_{výst.}$
 - maximální vstupní napětí $U_{vst.}$
 - maximální odběr proudu $I_{max.}$
- Měření můžeme provést
- nejdříve naprázdno bez reproduktoru
 - s reproduktorem 4Ω
 - s reproduktorem 8Ω
 - nebo “co dům dal”

- 1 - L
- 2 - zem
- 3 - P



konektory

- a) průměr 2,5 mm mono
- b) průměr 3,5 mm mono
- c) průměr 3,5 mm stereo
- d) průměr 6,3 mm mono
- e) průměr 6,3 mm stereo
- f) cinch

Měření provedeme s napájecím zdrojem, který budeme chtít pro zesilovač používat; kdo má nastavitelný zdroj, může měřit při napětí:

- 6 V
- 9 V

nebo si zkusit, při jakém nejmenším napětí ještě zesilovač pracuje. To pro případ, kdy se zesilovač napájí z baterie, která se postupně vybíjí, abychom vě-



děli, do jakého napětí ještě bude zesilovač pracovat.

Nemáte pro pokusy reproduktor 8Ω ? Stavíte stereofonní zesilovač a tak máte přeci dva 4Ω . Zapojíte je do série. Máte dva 8Ω ? Zapojte je paralelně, výsledná impedance bude 4Ω .

Zkušební vzorek pro měření byl zapojen podle aplikačního firemního schématu (viz obr. 1) uvedeného v katalogu Philips nebo v katalogu GM Elekronic [3]. Pro pokus stačí zapojení na nepájivém kontaktním poli.

U zkušební vzorku byly naměřeny tyto hodnoty:

U_{zdroje} [V]	U_{vst} [mV]	$U_{výst}$ [V]	$P_{výst}$ [W]
naprázdno (bez reproduktoru)			
6 V	17	1,75	
9 V	32	2,8	
8 Ω			
6 V	11	1,2	0,18
9 V	20	2,2	0,605
4 Ω			
6 V	11	1,2	0,36
9 V	17	2,0	1,0

Výkon jsme samozřejmě neměřili, ale vypočítali podle vzorečku $P=U \cdot I$, kde I sice neznáme, ale víme, že $I=U/R$, a tak si to U/R dosadíme do původního vzorečku místo I a máme vzoreček $P=U \cdot U/R$ což je $P=U^2/R$.

Poučení:

1. *Maximální rozkmit napětí, tedy amplituda špička-špička, je vždy o trochu menší než napájecí napětí.* Při menším napájecím napětí je menší a při větším napětí větší. Logické, že? Jesliže tedy chceme zesilovač s větším výkonem, musíme použít větší napájecí napětí. Ale jenom takové, aby ho zesilovač vydržel.

2. *Jestliže použijeme reproduktor s větší impedancí, bude výkon nižší, a naopak, jestliže použijeme reproduktor s nižší impedancí, bude výstupní výkon vyšší.*

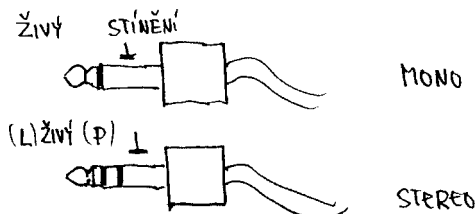
Ale pozor, výstupní impedance se nesmí snižovat na menší hodnotu, snež je určená, protože by se zesilovač přetížil a zničil. Každý zesilovač je obvykle



navržen pro určitou zatěžovací impedanci a je dobré ji dodržet.

Zesílení

Zesilovač má určité zesílení. U našeho zesilovače jsme naměřili vstupní i výstupní napětí, a tak můžeme vypočítat zesílení, například při 9 V a zatížení 4 Ω;



vstupní bylo napětí $U_{vst} = 11$ mV a výstupní napětí $U_{výst} = 1,2$ V. Při výpočtu převedeme výstupní napětí také na milivolty a vypočteme zesílení

$$A = U_{výst}/U_{vst}$$

$$A = 1200/11$$

$$A = 109,09,$$

tedy asi 100. Toto číslo je nám prakticky téměř k ničemu, nás hlavně zajímá to, proč se při zapojení tohoto zesilovače k walkmanu ozývá příšerný zkreslený zvuk, ze zvukové karty PC je to stejné. Jenom při zeslabení na minimum je to v pořádku. Co to je?



Vstupní citlivost

Zkusíme změřit výstupní napětí z walkmana. Ejhle, při běžné hlasitosti je napětí na výstupu pro sluchátka asi 100 až 150 mV, naplno téměř až 400 mV. Z kazetového přehrávače nazývaného *tape deck* je výstupní napětí při nejhlasitějších pasážích také až 200 mV. Ze zvukové karty PC při plném zesílení až asi 800 mV. Z mixážního pultu až 1,55 V.

Náš zkušební zesilovač má ale maximální vstupní napětí pro plné vybuzení až do limitace pouze asi 11 – 20 mV (podle zvoleného napájecího napětí a zatěžovací impedance reproduktoru). Zesilovač je třeba zdroji signálu přizpůsobit.

Vstupní dělič napětí

Celou problematiku si zjednodušíme pro náš případ – chceme připojit zdroj signálu s úrovní až do 200 mV ke vstupu zesilovače s citlivostí pro plné vybuzení 20 mV. Náš zesilovač je příliš citlivý, vstupní napětí je očividně 10x větší, než je zapotřebí. V [1] Rádio plus-KTE č. 2 je vtipně na vstupu zapojen ještě rezistor 100k, který s rezistorem 10k tvoří dělič napětí. Je to jakoby pevně nastavený potenciometr (viz obr. 2). Bystré hlavy vypočítají maximální vstupní napětí podle vzorečku, ostatní mohou uvažovat logicky. Na rezistoru 10k je maximální vstupní napětí 20 mV. Na rezistoru 100k je napětí

200 mV, takže na tento vstup zesilovače lze přivést maximální vstupní napětí $200 + 20 = 220$ mV. Pokud chcete citlivost snížit ještě víc, například pro vstupní napětí až 800 mV, použijete rezistor 390k.

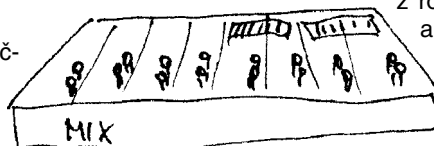
Takže *citlivost zesilovače je vstupní napětí pro určitý výkon*, vstupní napětí pro plné vybuzení koncového zesilovače, vstupní napětí předzesilovače pro určité standardní výstupní napětí atd.

Ryze prakticky

bez jakéhokoli měření docela jednoduše na vstup připojíte trimr nebo potenciometr a nastavíte ho tak, až ani při plném vybuzení nedochází ke slyšitelnému zkreslení. Odpojte ho, změřte a nahraďte rezistorem nejbližší hodnoty.

Závěr?

Zesilovač se báječně hodí ke zvukové kartě PC, můžete použít jakékoli reproduktory, třeba i "bedny", které máte doma. Hodí se k diskmanu – přehrávači CD, nebo k přehrávání na mechanice CD-ROM. Tu stačí připojit na napájecí napětí, vpředu má sluchátkový výstup a máte přehrávač CD. Dnešní CD-ROM jsou označeny 40x. To je pro počítačová data. Pro přehrávání zvukového CD na této rychlosti nezáleží. Můžete si velmi lacino koupit starší, pomalejší, které mnohdy leží někde vyřazené, nepoužívané. Nebojte se experimentovat.



LM386

Z pokusů ve 12. části Malé školy [2] máte LM386, je také použitý ve **stavebnici č. 385** v [5]. Schéma je na obr. 3. Pro porovnání uvádíme naměřené hodnoty vzorku:

U_{zdroje}	U_{vst}	$U_{výst}$	I_{max}	$P_{výst}$
[V]	[mV]	[V]	[mA]	[mW]
naprázdno (bez reproduktoru)				
6 V	80	1,7		
9 V	130	2,6		
12 V	370	3,6		
8 Ω				
6 V	115	1,3	70	210
9 V	200	2,2	110	605
12 V	280	2,9	150	1050
4 Ω				
6 V	130	1,3	130	420
9 V	180	1,8	140	810
12 V	190	2,1	200	1100

Takto zapojený zesilovač má menší vstupní citlivost, lze ho připojit přímo k walkmanu, diskmanu atd.

Vidíme, že při větším napájecím napětí dává větší výkon.

Jak to, že výstupní napětí nemůže být větší? Proč dochází k limitaci? Podívejte se na obr. 4. Rozkmit, amplituda, napětí mezi oběma vrcholy sinusovky musí být menší, než je napájecí napětí, protože ještě nějaké napětí zůstává na koncových tranzistorech v integrovaném obvodu. A efektivní napětí, které měříme, vidíte na obrázku.

Pro jak velkou úroveň má být zesilovač postaven?

1 až 5 mV dynamický mikrofon

200 mV výstup z gramofonu, magnetofonu "cívkového" i tzv. "tape decku" – kazetového přehrávače bez koncového zesilovače, tzv. "diodový výstup" z rozhlasového přijímače a další.

0,775V je norma-

vaná úroveň tzv. "nula decibelů", což si zaslouží další vysvětlí, mnohdy se jí používá u výstupu ze zvukové karty PC, u mixážních pultů a zvláště v telefonii atd.

1,55 V je dvojnásobek, čili +6 dB; je to tzv. linkový výstup pro rozvody signálu.

0,2 až 1 V různé výstupy pro sluchátka (s různou impedancí)

20 až 200 mV snímač na kytáře, někdy mívá i vlastní předzesilovač na normovanou úroveň.

Zvláštní je možnost připojit se na sluchátkový výstup z walkmana, diskmana – přehrávače CD, na CD-ROM v počítači, televizor, televizní hry, malé klávesy CASIO atd.

Domácí úkol:

a) Zkuste si vypočítat, jaké je výstupní napětí do 16Ω sluchátek walkmana při výkonu 1 mW

b) Zkuste si vypočítat, jaký

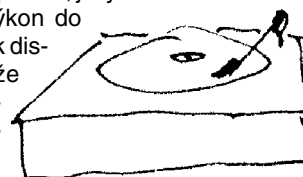
je výstupní výkon do

16Ω sluchátek dis-

kmana, jestliže

na výstupu naměříte napří-

klad 300 mV.



Stejným způsobem můžete postupovat u různých koncových zesilovačů i předzesilovačů. Tento výklad se vám hodí například při stavbě zesilovačů z Rádio plus-KTE [4], [5], [6], [7], [8], [9].

V katalogu nebo literatuře [10] se obvykle uvádějí typické parametry, které vám obvykle dostatečně napoví, ale někdy je vhodné změřit si zesilovač sami.

Praktické rady:

Kdo má osciloskop, může vidět i jiné zajímavosti:

1. Nepodceňujte kondenzátor připojený jenom mezi + a - napájení. Když ho nahodou vynecháte, nebo ho úmyslně vyn-

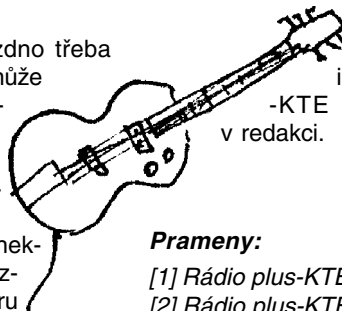
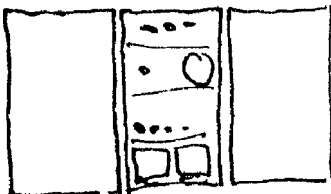
dáte, zjistíte, že zvuk je jiný, zkreslený a na osciloskopu uvidíte rušení v kmitáním.

2. Nějak divně zakmitává? Čára na osciloskopu není rovná, hladká, ale roztrpěná? Boucherotův člen na výstupu – kondenzátor asi 100 nF s malým odporem asi 10 Ω by měl toto v zakmitávání odstranit. Buď bývá zapomenutý, nebo je možno velikost rezistoru změnit na hodnotu mezi 1 – 10 Ω. U LM386 by nemusel být, ale při zapojení na nepájivém kontaktním poli s delšími drátky nebo nevhodně navrženým plošným spojem může k takovému zakmitávání dojít.

3. Nevěřte tak docela různým adaptérům. Máte ho přepnutý například na na-

pětí 9 V, ale on dává naprázdno třeba i 15 V! A naopak, při zatížení může jeho napětí klesnout třeba jenom na 7 V. Všimněte si: pro jaké proudy je dimenzovaný. Proto si u zesilovače také měříte odběr proudu.

4. Pro připojení používejte konektory. Na výstup se používají různé jacky (čtyři džeky) o průměru 2,5; 3,5 a 6,3 mm. Jsou v provedení MONO i STEREO. Špička bývá živá, u stereofonního i vedlejší kroužek. Zbytek je připojen na stínění kablíku (viz obr. 4). Hotový kablík s konektorem si raději dvakrát zkontrolujte, než byste si zkratovali a zničili výstup nějakého vašeho



zařízení. Stavebnice i časopisy Rádio plus-KTE si můžete objednat v redakci.

Prameny:

- [1] Rádio plus-KTE 2/99, str. 7 a 8
- [2] Rádio plus-KTE 12/97, str. 25 – 27
- [3] katalog GM Electronic
- [4] Rádio plus-KTE 1/99, str. 9
- [5] Rádio plus-KTE 1/99, str. 10
- [6] Rádio plus-KTE 4/99, str. 18 – 19
- [7] Rádio plus-KTE 6/99, str. 24
- [8] Rádio plus-KTE 1/99, str. 9
- [9] Rádio plus-KTE 7/98, str. 8 a 9
- [10] 269 integrovaných obvodů, HEL, Ostrava 1996, str. 86 – 87

– Hvl –

Reklamní plocha

Reklamní plocha

Analyzátor protokolů K1297 společnosti Tektronix

– podpora datových služeb GPRS pro celulární sítě GSM

Datové služby GPRS nyní obsahují vyspělé technologie pro přenos dat, mezi které patří služby sítě internet, multimédia a videokonference, a umožňují tak přechod ke třetí generaci bezdrátového přenosu.

Společnost Tektronix představila novou verzi softwarového balíku analyzátoru protokolů K1297, který obsahuje podporu datových služeb GPRS (*General Packet Radio Service*) pro celulární sítě GSM. Pomocí tohoto balíku je nyní možné implementovat sadu protokolů rozhraní GPRS pro testování uživatelských funkcí prostřednictvím simulací síťových prvků GPRS.

Služby GPRS představují první krok při přechodu od služeb datového přenosu s přepojováním okruhů k vysoce výkonným službám datového přenosu s přepínáním paketů, s jejichž implementací v celulárních sítích GSM je počítáno v průběhu příštích dvou let. Díky datovým přenosům prováděným pomocí paketů dojde k zefektivnění poskytované služby redukcí nákladů a zvýšením rychlosti přenosu dat v rámci celulárních sítí ze současných 9,6 kB/s na více než 100 kB/s. Rychlejší datové přenosy umožní využití aplikací elektronické pošty, přístupu k internetu, multimédií a videokonferencí.

Služby GPRS byly vyvinuty evropským institutem pro standardizaci v oblasti telekomunikací (*European Telecommunications Standards Institute*) a jsou novou verzí služeb GSM, které v současnosti představují nejpokrokovější a nejpoužívanější standard pro celulární sítě. Vzhledem k tomu, že technologie GPRS poskytuje i mnoho služeb pro velké přenosové kapacity, představuje základní krok při přechodu ke třetí generaci celulárních sítí, jejichž rozšíření se očekává v průběhu příštích pěti let.

„Přechod ke službám GPRS představuje mezikrok, který umožní realizaci mnoha aplikací třetí generace,“ řekl Richard Duvall, ředitel vývojového oddělení společnosti Tektronix. „Podpora služeb GPRS je přirozeným krokem v naší snaze poskytovat úplné služby pro testování všech částí sítí GSM a podporovat naše zákazníky na jejich cestě ke třetí generaci celulárních sítí“.

Testování pokročilých služeb datových přenosů

Technologie celulárních sítí používané v současnosti nejsou příliš vhodné k vysílání a přijímání velkého množství dat, což je ale nutné při práci se sítí internet nebo při přenosu multimediálních souborů. Zapojení technologií přenášení paketů umožňuje službám GPRS zvýšit integritu dat a současně dosahovat vyšších přenosových rychlostí.

Služby GPRS prostřednictvím datového přenosu s přepínáním paketů zvyšují rychlost přenosu v existujících rádiových kanálech GSM a snižují náklady na přenos. Uživatel platí za množství přenesených dat, a ne za dobu trvání spojení. Data mohou být přenášena až v osmi datových proudcích, takže přenosová kapacita je zvýšena na více než 100 kB/s. V případě, kdy není taková kapacita třeba, může rádiový prostředek sdílet několik uživatelů, což vede k většímu využití dostupné přenosové kapacity a zvýšení maximální rychlosti bitového přenosu pro jednotlivé uživatele.



Pro rozšíření služeb GPRS se očekává významné zvýšení počtu uživatelů a efektivnější využívání dostupné kapacity a služeb. V důsledku rostoucího zatížení existujících rádiových prostředků pro bezdrátový přenos se vytvoří dynamické prostředí, v němž bude třeba důkladným testováním určovat problematické oblasti. S podporou standardu GSM vyvinula společnost Tektronix řadu produktů, které umožňují provádět úplné testy bezdrátového přenosu GSM, signálních funkcí a služeb datového přenosu.

Systém K1297 pro testování protokolů

Analyzátor protokolů K1297 představuje přenosný testovací systém s podporou více protokolů a více rozhraní, který obsahuje všechny nástroje pasivního sledování a interaktivního testování protokolů. Systém K1297 mohou používat jak technici v laboratořích při testování během vývoje, tak pracovníci provádějící obtížná měření v terénu během instalace a údržby.

Analyzátor protokolů K1297 zajišťuje tři základní režimy testování, které zahrnují sledování, simulaci či emulaci a testy shody signálních protokolů druhé až sedmé vrstvy modelu ISO/OSI (sedm vrstev). Kombinace hardwaru a softwaru umožňuje simulaci práce uživatelů či provozu sítě a provádění testu vytížení sítě. Analyzátor protokolů K1297 může být použit v systémech, které využívají kanály s velkou přenosovou kapacitou, přenosové kanály umožňující přizpůsobení bitové rychlosti a podporující vnořené přenosové protokoly a v prostředích s extrémně složitými signálními protokoly. □

Další informace o analyzátoru protokolů Tektronix K1297 jsou dostupné v elektronické podobě na adrese:

<http://www.tek.com/Measurement/Products/catalog/k1297/hw/index.html>;

případně také:

e-mail: vojtiskova@exmise.cz

petra.quaedvlieg@exgate.tek.com

T&M Direct, ing. Petr Navrátil,

Technická 2, 166 27 Praha 6

tel.: 02/2435 5808, fax: 02/24355809;

e-mail: navratil@tmdirect.cz

Reklamní plocha