



ROČNÍK IV/2000 ČÍSLO 2

Stavebnice a konstrukce A Radio

Vydavatel: AMARO spol. s r. o.

Redakce:

šéfredaktor : Alan Kraus

Redakce: Na Beránce 2, 160 00 Praha 6

tel.: (02) 22 81 23 19

Ročně vychází 6 čísel. Cena výtisku 30 Kč.

Roční předplatné 156 Kč.

Rozšiřuje PNS a. s., Transpress spol s r. o.

Mediaprint & Kapa a soukromí distributoři.

Objednávky a předplatné v České republice
zajišťuje Amaro spol. s r. o. - Michaela

Jiráčková, Hana Merglová

(Radlická 2, 150 00 Praha 5

tel.: (02) 57 31 73 12, 57 31 73 13), PNS.

Distribúciu, predplatné a inzerciu pre

Slovenskú republiku zabezpečuje:

Magnet-Press Slovakia s.r.o., P.O.Box 169,
830 00 BRATISLAVA

tel./fax: 07/44 45 45 59 - predplatné

tel./fax: 07/44 45 46 28 - administratíva

tel./fax: 07/44 45 06 93 - inzercia

Sídlo firmy: Teslova 12, 821 02 Bratislava

Podávání novinových zásilek povoleno

Českou poštou - ředitelstvím OZ Praha

(č.j. nov 6280/97 ze dne 22.8.1997).

Inzerci v ČR přijímá Amaro s. r. o.

Radlická 2, 150 00 Praha 5

tel.: (02) 57 31 73 11

MKČR 7792

© AMARO spol. s r. o.

Obsah

Obsah	1
Modulový vývojový systém DIABOX	2
Práce s vývojovým systémem DIABOX	3
Použití vývojového systému DIABOX	5
Popis modulu vývojového systému DIABOX.	5
Invertující zapojení OZ	6
Neinvertující zapojení OZ.	7
Seřadící invertující zesilovač	8
Integrovaní zesilovač	10
Dvoucestný precisní usměrňovač	12
Dvojitý Schmittův klopný obvod	13
Astabilní klopný obvod.	14
Modul komparátoru s LM339	15
Monostabilní klopný obvod s NE555	15
Astabilní klopný obvod s NE555.	19
Výkonový triakový modul	20
Usměrňovací modul s filtrací	22
Symetrický stabilizovaný zdroj	23
Universální desky.	24
Nabídka stavebnic	30
Objednací lístek pro předplatitele	32
Nabídka stavebnic	30
Objednací lístek pro předplatitele	32

Modulový vývojový systém DIABOX

Při vývoji elektronických zařízení se málokdy podaří navrhnout fungující obvodové řešení na první pokus. I při využití moderních metod počítačové simulace existuje rozptýlený parametrů použitých součástek, který způsobuje odchylky od předpokládaných výsledků. Proto se většinou vyvíjené aplikace nebo jejich funkční bloky nejprve realizují formou experimentálních zapojení. V dnešní době existují v podstatě dva základní způsoby stavby prototypového zapojení. První je klasické zapojení obvodu na zkušebních deskách. Ty existují v mnoha podobách. Mohou být nevrtané s různě velkými pájecími ploškami, na kterých se realizují uzly zapojení a součástky jsou pájeny metodou „povrchové montáže“. Dalším typem experimentálních desek jsou desky s maticí vrtaných pájecích bodů, nejčastěji v rastru 2,54 mm, do kterých se součástky vkládají klasickým způsobem a na spodní straně se pak pomocí ohnutých vývodů a drátových propojek vzájemně propojují. Toto provedení je elegantnější a spolehlivější (osazené součástky jsou položeny na desce stejně jako na konečném provedení, nehrozí nebezpečí náhodného zkratu jako u první verze „vrabčího hnízda“) ale součástky použité na stavbu prototypu jsou již většinou dále nepoužitelné, protože mají zkrácené vývody, častější výměna některé součástky při hledání optimální hodnoty může mít za následek poškození pájecího bodu a i tak většinou deska včetně použitých součástek po ukončení vývoje skončí kdesi v krabici se „šrotem“.

Druhou novější metodou, která dozrává rozmachu zejména v poslední době, je používání kontaktních nepájivých polí. Jsou to plastové desky s maticí otvorů (opět typicky v rastru 2,54 mm), které jsou uvnitř vzájemně propojeny systémem pružných kontaktů. Je tak vytvořena síť, obsahující centrální napájecí a zemní vodiče a kratší bloky s několika propojenými body pro uzly obvodu.

Výhodou je poměrně rychlá realizace obvodu pouhým zastrkáním součástek a propojením pomocnými vodiči. Nevýhodou je problematické připojení součástek s vývody „mimo rastr“ nebo vývody příliš silnými. Dalším rizikem může být horší kontakt, ke kterému dochází oxidací kontaktní lišty nebo uvolněním pružiny po předchozí součástce se silnějším vývodem.

Obě výše uvedené techniky mají své skalní zastánce i odpůrce. Jestliže se podíváme podrobněji na zapojení většiny elektronických obvodů, zejména pokud jsou realizovány na bázi operačních zesilovačů nebo standardních číslicových obvodů, zjistíme, že je můžeme rozložit na jednotlivé bloky (stupně), odpovídající základním zapojením operačních zesilovačů nebo logických obvodů (např. invertující a neinvertující zesilovač, sledovač, komparátor, sčítací zesilovač, integrátor apod.). Dalšími typickými bloky jsou vstupní a výstupní obvody. Nedílnou součástí každého zařízení jsou i napájecí obvody, případně zdroje referenčního napětí. Složitější struktury pak jsou různé převodníky (například napětí/kmitočet, proud/napětí, napětí/proud apod.) nebo A/D a D/A převodníky. Všechny tyto obvody se vyznačují typickým obvodovým řešením, jehož vlastnosti ve většině případů určuje pouze několik vnějších součástek. Například napěťové zesílení invertujícího zesilovače je dáno poměrem odporu ve zpětné vazbě a odporu na vstupu zesilovače. Tak můžeme prakticky každý elektrický obvod rozložit na několik základních funkčních celků.

Tato úvaha nás vedla k myšlence vytvoření modulového vývojového systému, který by v sobě spojoval přednosti obou výše uvedených principů. Základní (typické) obvody jsou zhotoveny na modulech (deskách plošných spojů) o rozměrech 5 x 5 cm. Tento rozměr nebyl zvolen náhodně, je totiž identický s formátem rámečků pro diapozitivy. Jednotlivé hotové desky tak lze snadno ukládat do

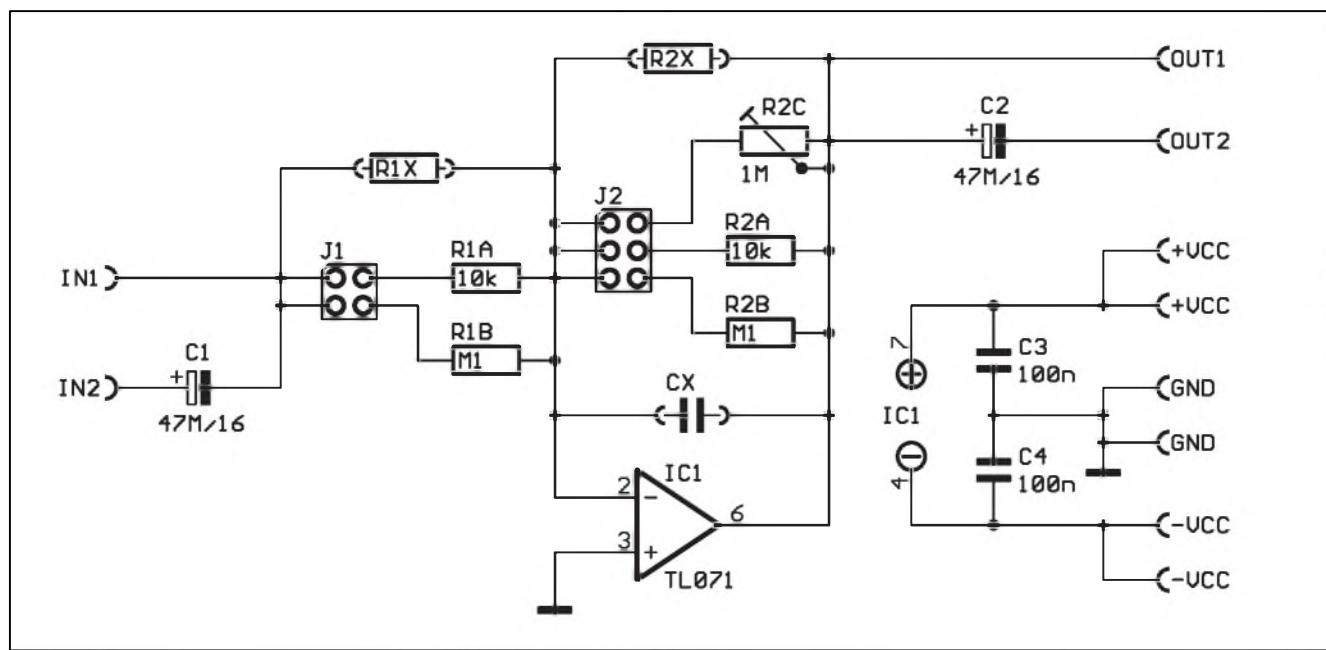
zásobníků na diapozitivy, které jsou v nejrůznějším provedení k dostání ve specializovaných prodejnách foto-kino. Proto také název celého systému - DIABOX.

Naší snahou při návrhu systému byla jeho maximální univerzálnost. Většina základních obvodů proto již na desce obsahuje několik typických hodnot součástek, které se volí zkratovacími propojkami, případně můžeme trimrem nastavit přesně požadovanou hodnotu. Tím pokryjeme asi 60 až 80 % možných požadavků na nastavení obvodu (například s ohledem na zisk, vstupní odpor, časové konstanty apod.). Pokud požadujeme takové parametry, které nemůžeme nastavit součástkami umístěnými na přímo na desce, jsou moduly osazeny konektory, do kterých zasuneme odpor nebo kondenzátor příslušné hodnoty.

Pro méně typické obvody, pro které zatím neexistuje příslušný modul, jsou v systému univerzální desky, které obsahují například objímky pro analogové dvojité a čtyřnásobné operační zesilovače, doplněné o napájecí obvody a blokování napájecího napětí. Zbytek obvodu je možné zhotovit klasickým způsobem na vrtaných pájecích bodech, umístěných okolo objímky. Obdobně jsou k dispozici univerzální vývojové desky pro typické obvody z číslicové techniky v pouzdech se 14, 16 a 18 vývody. Pro zcela nestandardní zapojení jsou k dispozici i normální univerzální vrtané desky s rastrem 2,54 mm o stejné velikosti (5 x 5 cm).

Systém je doplněn o vstupní a výstupní obvody s galvanickým oddělením optočleny a výstupy jak s relé, tak i výkonovým triakem. K napájení slouží zdrojová deska s usměrňovačem a deska stabilizátorů s nastavitelným výstupním napětím ± 5 až ± 20 V.

V dnešní úvodní části budou popsány základní moduly vývojového systému, orientované převážně na analogové aplikace (s operačními zesilovači). V dalších částech, které



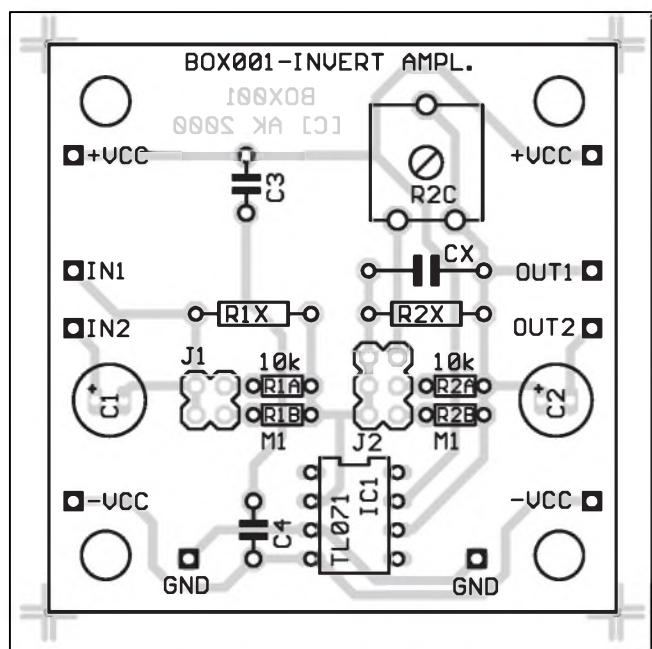
Obr. 1. Schéma zapojení modulu invertujícího zesilovače BOX 001

budou postupně uveřejňovány jak v SaK, tak i v Amatérském radiu, budou doplněny další analogové moduly (převodníky, indikátory) a moduly z číslicové techniky. Celý komplet by po dokončení měl čítat asi 150 až 200 modulů, z nichž půjde realizovat naprostou většinu aplikací jak z analogové, tak i číslicové techniky.

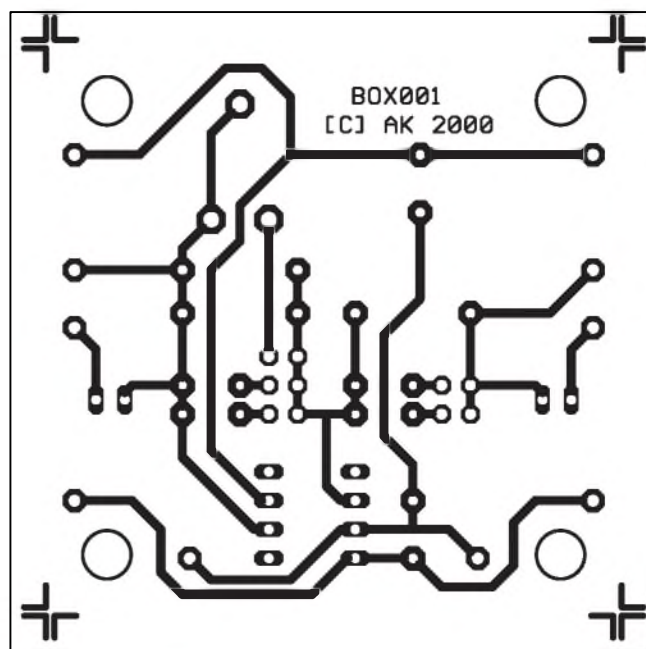
Práce s vývojovým systémem DIABOX

Hlavní předností systému DIABOX je výrazné zkrácení času nutného k realizaci ověřovaného zapojení. Většina funkčních bloků je kompletně hotová a pouhým nastavením jumperů, případně doplněním jedné nebo dvou externích

součástek zajistíme požadované vlastnosti. Moduly jsou osazeny typickými obvody dané řady (např. jako OZ jsou použity obvody TL071 až TL074), ale protože jsou uloženy v objímkách, je pouze otázkou několika vteřin, zaměnit je za jiný typ. Další výhodou je úspora finančních prostředků, protože moduly jsou použitelné opakovaně a i případné „odštěpení“ některého integrovaného obvodu znamená pouhou výměnu poškozené součástky v objímce.



Obr. 2. Rozložení součástí na desce modulu



Obr. 3. Obrázec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

Velkou předností systému je značné snížení rizika chybného zapojení obvodu (jak signálové, tak i napájecí větve), protože zapojení modulu je pevně dáno včetně vstupních i výstupních terminálů a napájecí vývody jsou logicky uspořádány shodně na všech modulech. Pokud použijeme k propojení barevně rozlišené vodiče, je opět minimalizována možnost chybného zapojení s následným zničením obvodu.

Protože většina spojů obvodu je pájena, je systém DIABOX mnohem spolehlivější proti obvodu řešenému na nepájivém kontaktním poli. Všechny moduly mají terminály (signálové i napájecí) zhotoveny z pájecích špiček o průměru 1,3 mm. Propojovací vodiče s různou délkou a v různém barevném provedení jsou opatřeny násuvnými konektory na pájecí špičky izolované smršťovací bužírkou.

Spojení konektor/špička je velmi pevné s malým přechodovým odpo-

rem i při mnohonásobném použití a přispívá též k vysoké spolehlivosti propojovacího systému.

Důležitou otázkou je bezpečné rozložení a fixace modulů při zapojování a testování. Proto byl vyvinut jednoduchý a efektivní způsob upevnění používaných modulů. Všechny moduly jsou shodného formátu 5 x 5 cm. V rozích mají upevňovací otvory o průměru 4 mm. Na základní podložce z tvarovaného plechu je síť otvorů odpovídající jednotlivým modulům, které mají mezi sebou odstup 5 mm. To je z bezpečnostních důvodů a pro snazší manipulaci s jednotlivými moduly. Po výběru modulů do podložky zasuneme samoupínací plastové distanční sloupky a moduly natlačením fixujeme nad podložkou. Pružné výstupky na distančních sloupcích znemožňují samovolné uvolnění modulu a současně moduly bezpečně oddělují jak od podložky, tak i mezi sebou navzájem. Při vyjímání modulu trubičkou postupně stlačíme aretační výstupky

Seznam součástek

BOX 001

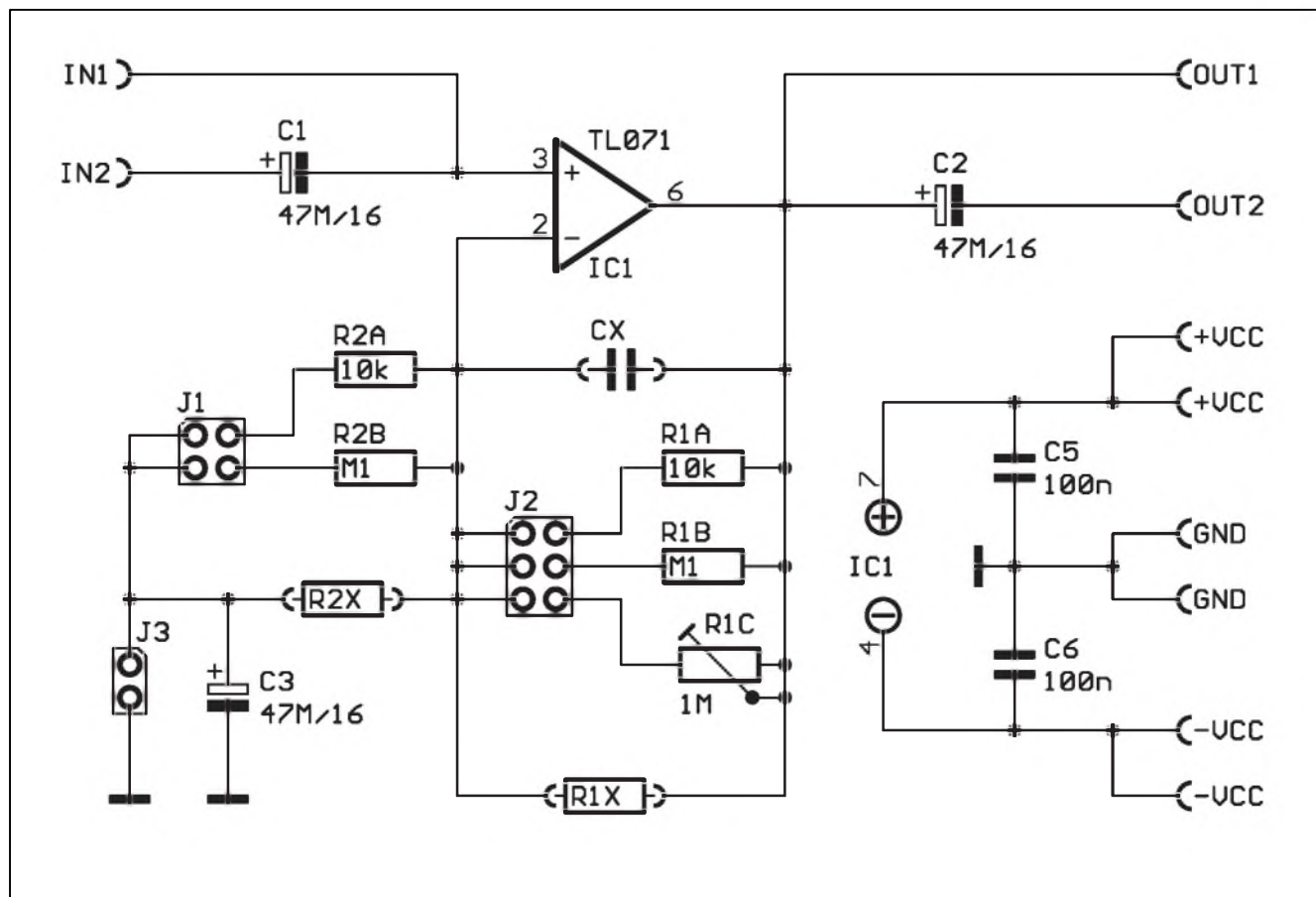
odpory 0204

R1A	10 k Ω
R1B	100 k Ω
R2A	10 k Ω
R2B	100 k Ω
R2C	PT10H-1 M Ω
C1	47 μ F/16 V
C2	47 μ F/16 V
C3	100 nF
C4	100 nF

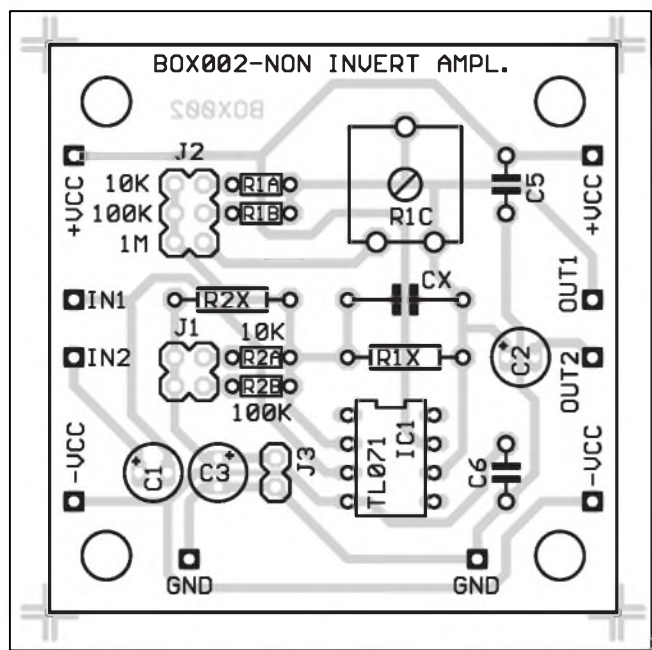
IC1	TL071
J1	JUM2
J2	JUM3

deska spojů B001-DPS

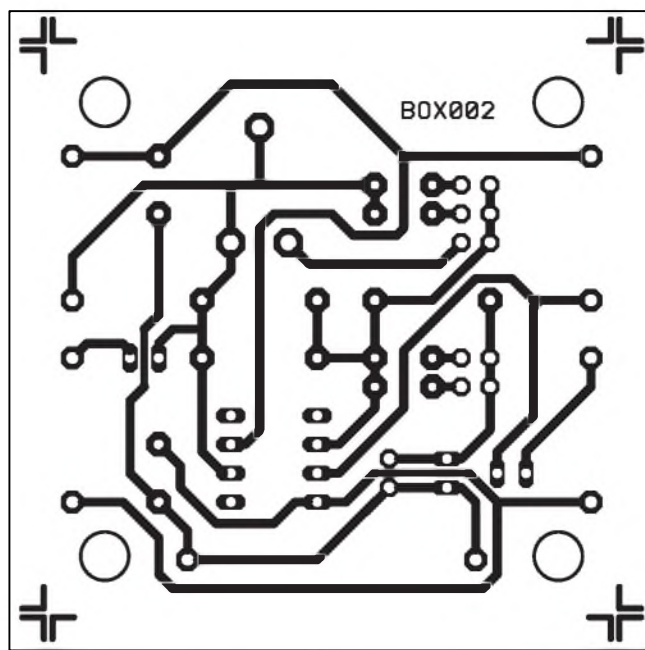
na distančních sloupcích a modul sejmem. Základní desky existují v několika velikostech pro různý počet modulů (6x, 12x a 24x).



Obr. 4. Schéma zapojení modulu neinvertujícího zesilovače BOX 002



Obr. 5. Rozložení součástek na desce BOX 002



Obr. 6. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

Použití vývojového systému DIABOX

Hlavní předností systému DIABOX je jeho univerzálnost. Díky příznivé ceně je v základní sestavě vhodný pro začátečníky, kteří se při sestavování jednotlivých modulů naučí základní dovednosti v elektronice, přičemž minimum použitých součástek, profesionálně provedený vrtaný plošný spoj s nepájivou maskou a cínovanými pájecími ploškami zaručují optimální zapájení i následnou bezchybnou funkci modulu. Relativně jednoduché funkční bloky se nechají snadno proměřit a jejich činnost je snadno pochopitelná. Uživatel tak již od počátku snadněji pochopí funkci jednotlivých částí zapojení a tím i zařízení jako celek. Z tohoto důvodu je systém DIABOX ideální učební pomůckou nejen pro zájmové kroužky mladých elektroniků, ale v rozšířené

verzi je vhodný i pro odbornou výuku na středních odborných školách nebo učebních oborech se zaměřením na elektroniku.

Modulový vývojový systém DIABOX je však výborným pomocníkem i pro profesionálního návrháře elektronických obvodů, kde výrazně snižuje materiálové i časové nároky na stavbu prototypu, když většinu zapojení je možné realizovat z hotových modulů a pouze nestandardní obvodová řešení vytvořit na univerzálních deskách nebo připojeném kontaktním nepájivém poli. Pro tyto účely budou v budoucnosti dodávány moduly též jako hotové, osazené a oživené desky. V současnosti se však vzhledem k rozběhu celého projektu dodávají pouze desky s plošnými spoji a stavebnice jednotlivých modulů.

Seznam součástek

BOX 002

odpory 0204

R1A	10 kΩ
R1B	100 kΩ
R1C	PT10H-1 MΩ
R2A	10 kΩ
R2B	100 kΩ
C1	47 μF/16 V
C2	47 μF/16 V
C3	47 μF/16 V
C5	100 nF
C6	100 nF

IC1

J1	JUM2
J2	JUM3
J3	JUM1
deska spojů	B002-DPS

Popis modulů vývojového systému DIABOX

Jak již bylo řečeno v úvodu, systém DIABOX se skládá z modulů různých skupin. K základním patří:

- a) analogové obvody s operačními zesilovači
- b) číslicové obvody

- c) vstupní a výstupní obvody
- d) napájecí obvody
- e) převodníky
- f) speciální funkce
- g) univerzální desky

V dnešní úvodní části si popíšeme některé základní moduly. Tento úvod však nezahrnuje všechny uvedené kategorie. Další moduly budou postupně uveřejňovány v SaK i AR.

I. Analogové obvody s operačními zesilovači

Invertující zapojení OZ

BOX 001

Jedním z nejčastějších zapojení operačního zesilovače je invertující zapojení. Schéma zapojení modulu invertujícího zesilovače BOX 001 je na obr. 1. V zásadě se jedná o dva odpory, jeden je zapojen do invertujícího vstupu OZ (vývod 2 IC1) a druhý z výstupu IC1 (vývod 6) zpět do invertujícího vstupu IC1. Neinvertující vstup (vývod 3 IC1) je zapojen na zem. Zisk (napěťové zesílení) takto zapojeného zesilovače (platí pro ideální OZ) je určen výrazem:

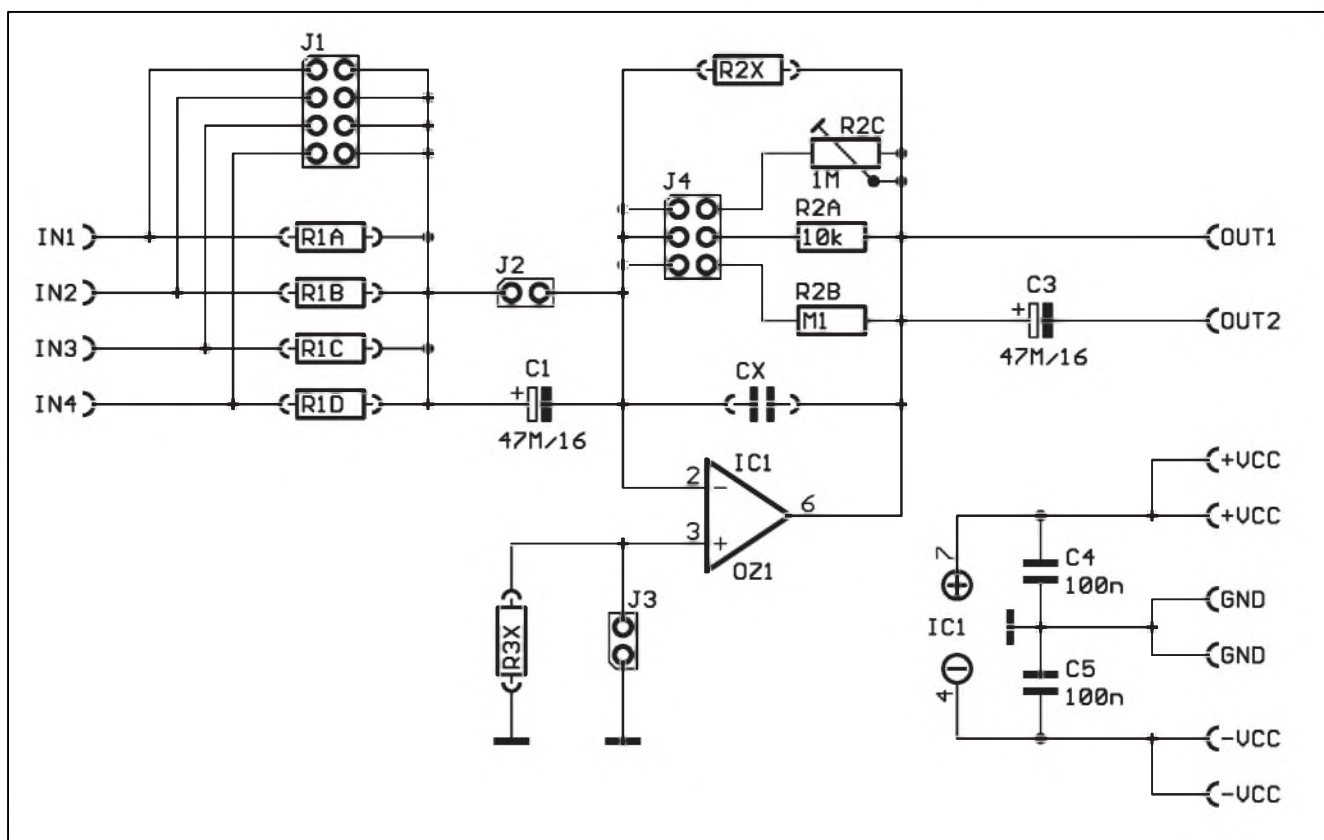
$$A_u = -R_2 / R_1$$

Vstupní impedance je přibližně rovna odporu R_1 .

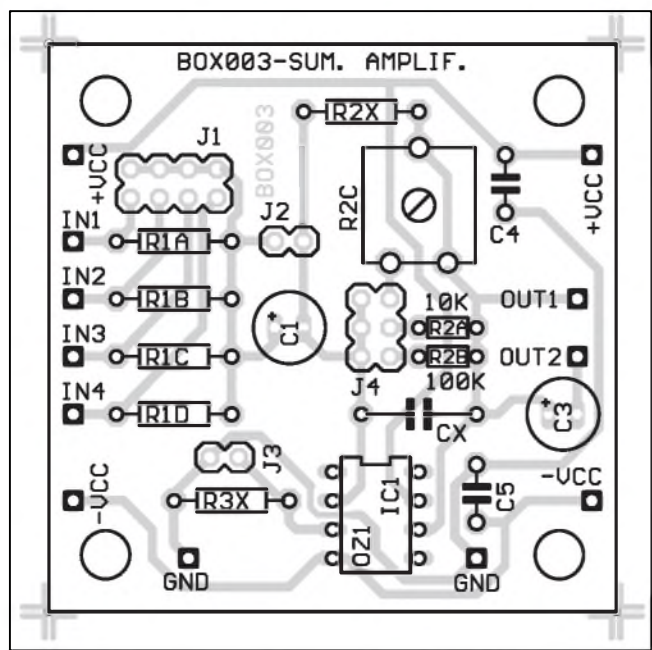
Protože požadavek na vstupní impedanci se často pohybuje v rozmezí 10 kohm až 100 kohm, jsou na desce připraveny odpory $R1A$ a $R1B$. Na

vstup zesilovače je připojíme propojkou J1. Při požadavku na jiný vstupní odpor necháme propojku J1 nezapojenu a požadovaný odpor vložíme do objímky R1X. Poměrně často se vyskytuje požadavek na jednotkový zisk ($A_u = -1$). Proto jsou na desce opět připraveny odpory $R2A$ a $R2B$. Pokud zvolíme $R1 = R2$, je napěťové zesílení obvodu $A_u = -1$ (přitom je jedno, jsou-li oba odpory 10 kohm nebo 100 kohm). V případě požadavku na jiné zesílení kombinací J1 a J2 dosáhneme fixního zisku $A_u = -0,1$ až -100 , případně libovolné hodnoty v tomto rozsahu, pokud použijeme nastavení trimrem R2C. Vzhledem k použití běžného trimru by se ale obtížně nastavovali hodnoty pod 1/10 maximální hodnoty trimru, tj. pod $A_u = -1$ při zapojeném R1B (100 kohm). Pro tyto případy je vhodnější použít externí odpor, zapojený do zdílek R2X. Protože invertující zesilovač může být použit

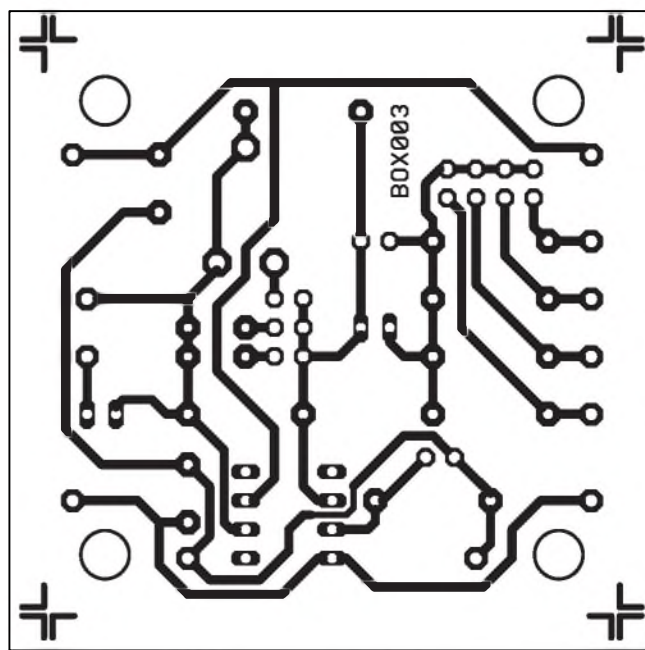
jak pro obvody stejnosměrně vázané, tak i v obvodech se střídavým signálem, jsou vstupy i výstupy modulu zdvojeny. Jeden je zapojen přímo (IN1, OUT1), druhý přes vazební kondenzátor C1, C2 (IN2, OUT2), který umožňuje oddělit případnou stejnosměrnou složku. Kapacita $47 \mu F$ je dostatečná pro většinu aplikací a dolní mezní frekvence je s rezervou pod akustickým pásmem. V zapojení invertujícího zesilovače se často omezuje horní přenášené pásmo pro zabránění oscilacím přenosu v rušení paralelním zapojením kondenzátoru ke zpětnovazebnímu odporu R2. Protože hodnota tohoto kondenzátoru je v širokých mezích závislá na velikosti odporu R2 a požadované horní mezní frekvenci, není kondenzátor umístěn na desce, ale je pro něj připraven terminál CX. To má své výhody při testování zapojení, kdy můžeme velmi snadno experimentovat s různými hodnotami a sledovat vliv



Obr. 7. Schéma zapojení sčítacího invertujícího zesilovače BOX 003



Obr. 8. Rozložení součástek na desce BOX 003



Obr. 9. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

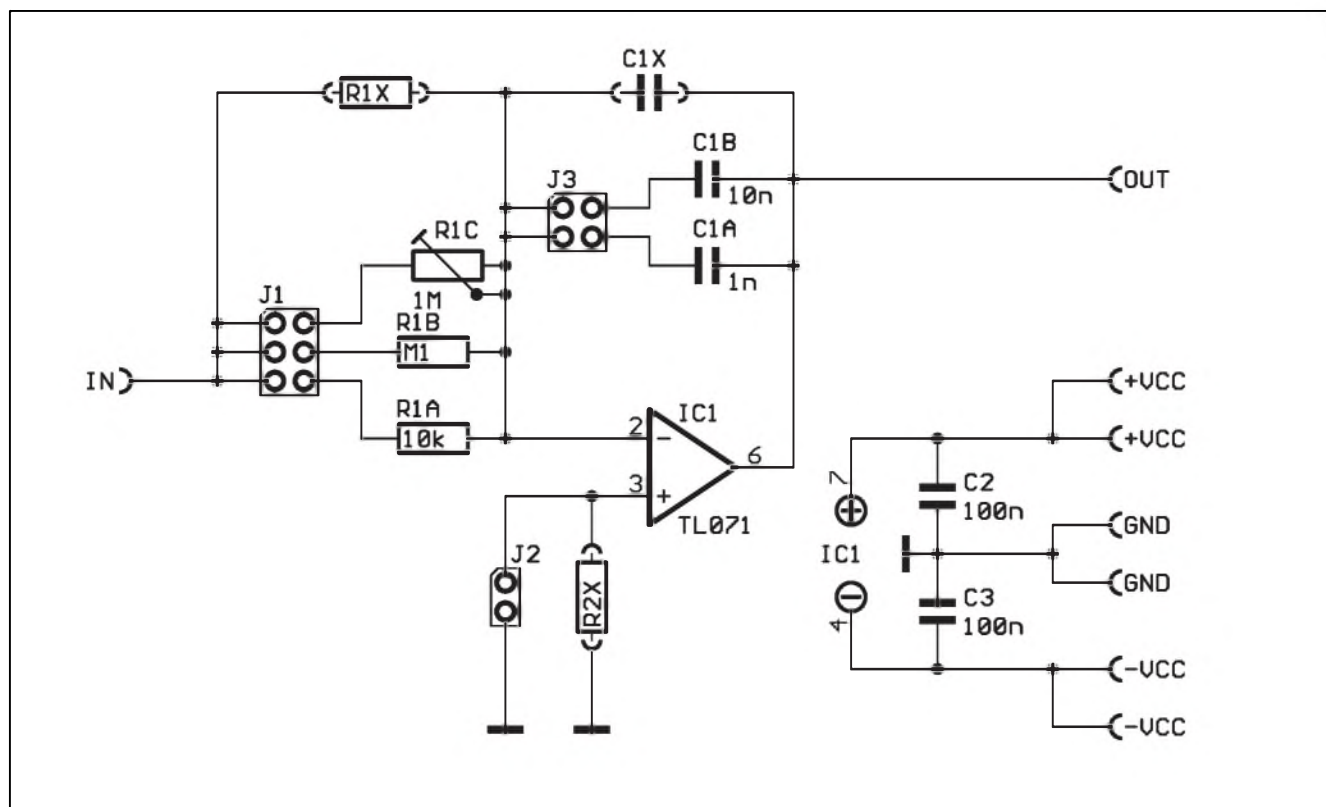
změny na chování (stabilitu) celého systému. Napájecí napětí je přímo na modulu blokováno kondenzátory C3 a C4. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 3.

Neinvertující zapojení OZ

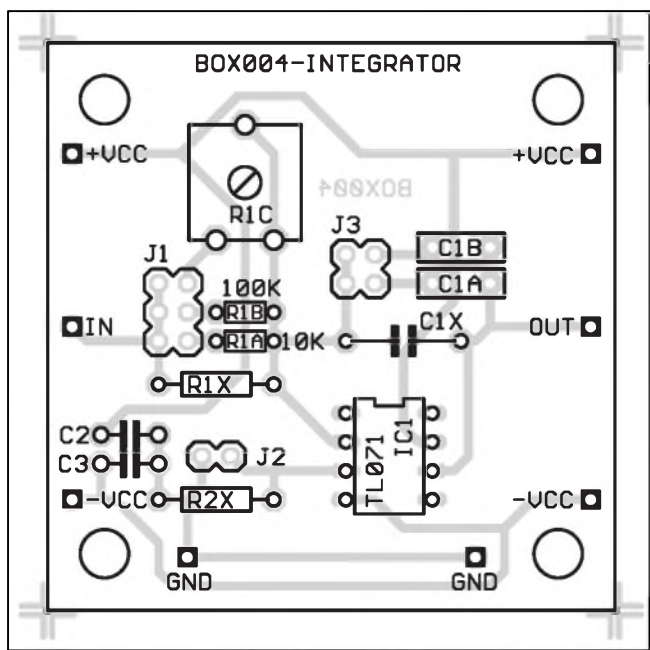
BOX 002

Druhým nejtypičtějším zapojením OZ je neinvertující zapojení. Vstupní

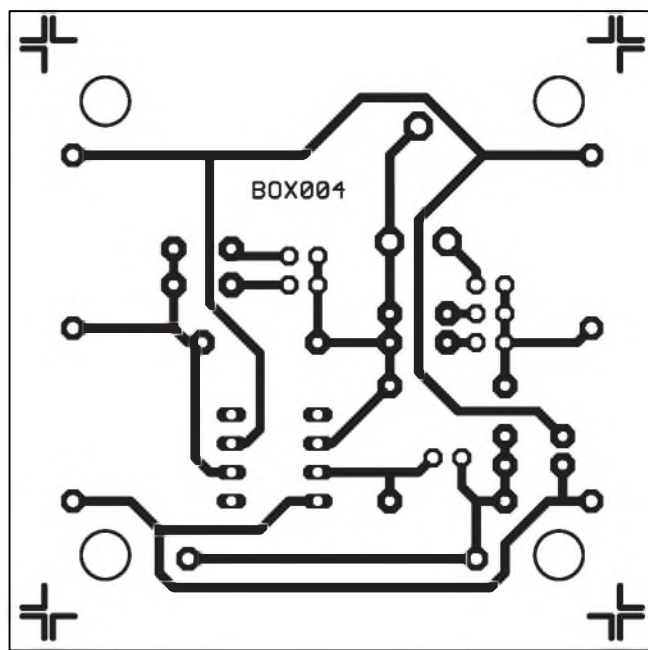
signál je přiveden přímo na neinvertující vstup OZ. Invertující vstup je připojen na odporový dělič $R1/R2$, zapojený mezi výstup a zem. Napěťové zesílení je pak pro ideální OZ dáno výtřezem:



Obr. 10. Schéma zapojení integračního zesilovače BOX 004



Obr. 11. Rozložení součástek na desce BOX 004



Obr. 12. Obrazec desky spojů (zvětšeno an 150 %)

$$A_u = 1 + R_1 / R_2$$

Vidíme tedy, že na rozdíl od invertujícího zapojení, kde může být napěťové zesílení < 1 , u neinvertujícího zapojení může být nejméně 1 (pro $R_1 = 0$) a vyšší. Zapojení s nulovým odporem ve zpětné vazbě (a tudíž s napěťovým zesílením $+ 1$) nazýváme též sledovač.

Zapojení modulu neinvertujícího zesilovače je na obr. 4. Propojkami J1 a J2 volíme pevné kombinace odporů R_1 a R_2 podle požadovaného zesílení. Plynule můžeme zisk měnit trimrem R_1C . Pokud nám nevyhovuje rozsah nastavení daný odpory na desce, můžeme k terminálům R_1X , případně R_2X , připojit vnější odpory s potřebnou hodnotou. Kondenzátor CX slouží k omezení kmitočtového pásma na horním rozsahu. Někdy je výhod-

né, aby zesilovač měl zvolené zesílení pouze pro střídavou složku signálu, kdežto stejnosměrné zesílení aby bylo jednotkové. Toho se docílí zapojením výstupního děliče R_1/R_2 na zem přes kondenzátor C_3 . Pro stejnosměrné napětí je pak zesílení $A_u = 1$, kdežto pro střídavé napětí dané vztahem uvedeným výše. Stejnosměrnou nebo střídavou vazbu volíme přemostěním kondenzátoru C_3 propojkou J_3 . Také neinvertující zesilovač má vstupy i výstupy jak stejnosměrně vázané ($IN1$, $OUT1$), tak s vazebním kondenzátorem ($IN2$, $OUT2$). Kondenzátory C_5 a C_6 blokují napájecí napětí. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 5, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 6.

Seznam součástek

BOX 003

odpory 0204

R_{2A} 10 k Ω
 R_{2B} 100 k Ω
 R_{2C} PT10H-1 M Ω

C_1 47 μ F/16 V
 C_3 47 μ F/16 V
 C_4 100 nF
 C_5 100 nF

IC_1 TL071

J_1 JUM4
 J_2 JUM1
 J_3 JUM1
 J_4 JUM3

deska spojů B003-DPS

Seznam součástek

BOX 004

odpory 0204

R_{1A} 10 k Ω
 R_{1B} 100 k Ω
 R_{1C} PT10H-1 M Ω
 C_{1A} 1 nF
 C_{1B} 10 nF
 C_2 100 nF
 C_3 100 nF

IC_1 TL071

J_1 JUM3
 J_2 JUM1
 J_3 JUM2

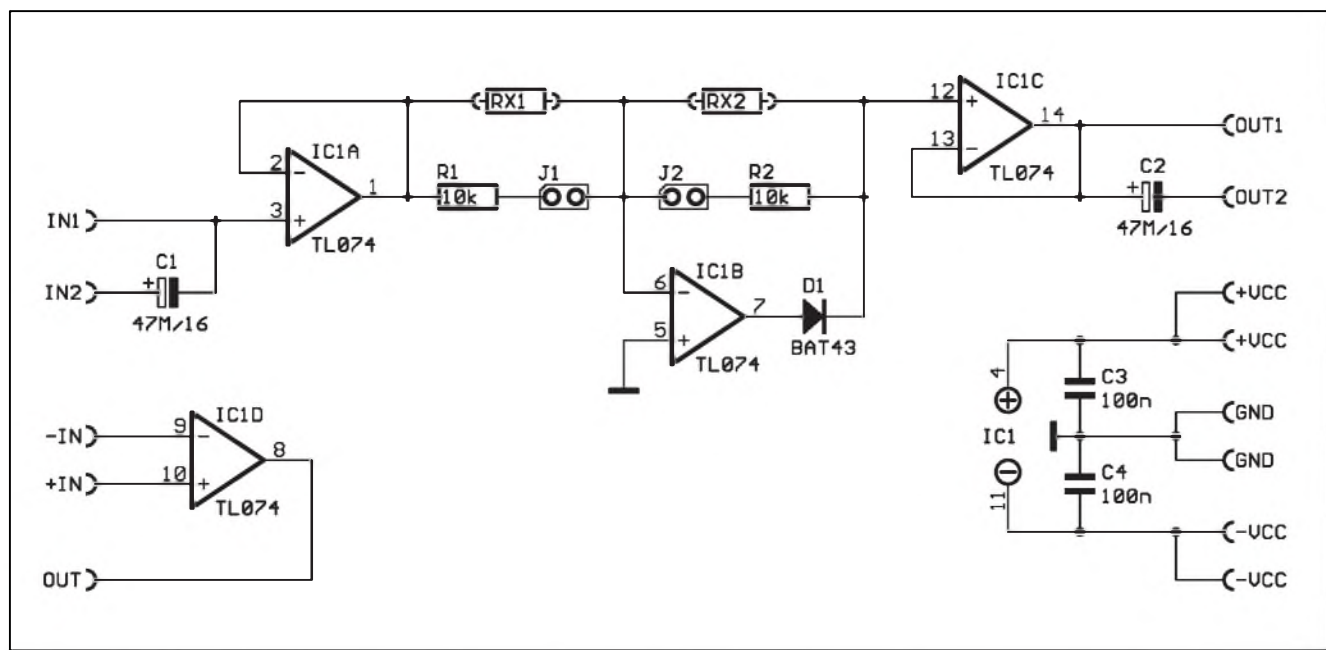
deska spojů B004-DPS

Sčítací invertující zesilovač

BOX 003

Často potřebujeme sečíst několik vstupních napětí. K tomu je nevhodnější sčítací zesilovač v invertujícím zapojení podle obr. 7.

Protože pro ideální OZ musí být součet proudů protékajících přes vstupní odpory R_{1A} až R_{1D} stejný



Obr. 13. Schéma zapojení celovlnného usměrňovače se čtyřnásobným operačním zesilovačem TL074

jako proud, protékající do výstupu OZ přes odpor R2, platí pro

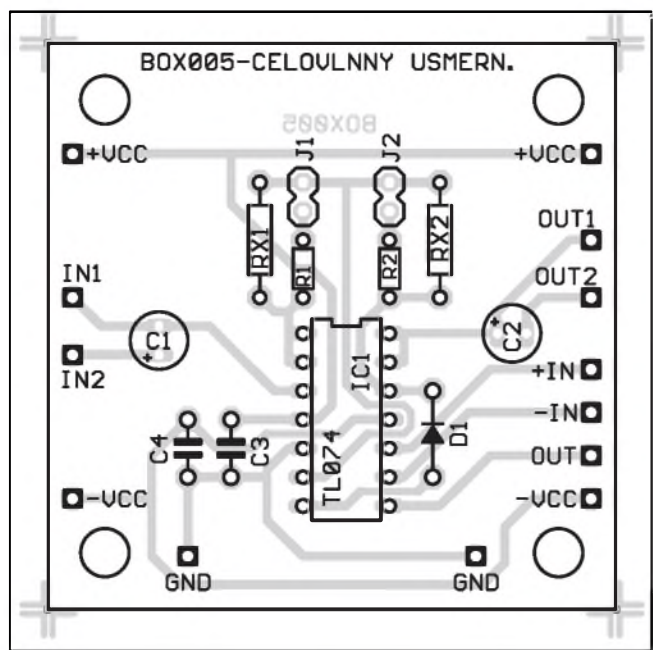
$$R1A \text{ až } R1D = R2$$

$$u_1 + u_2 + u_3 + u_4 = -u_{\text{výst}}$$

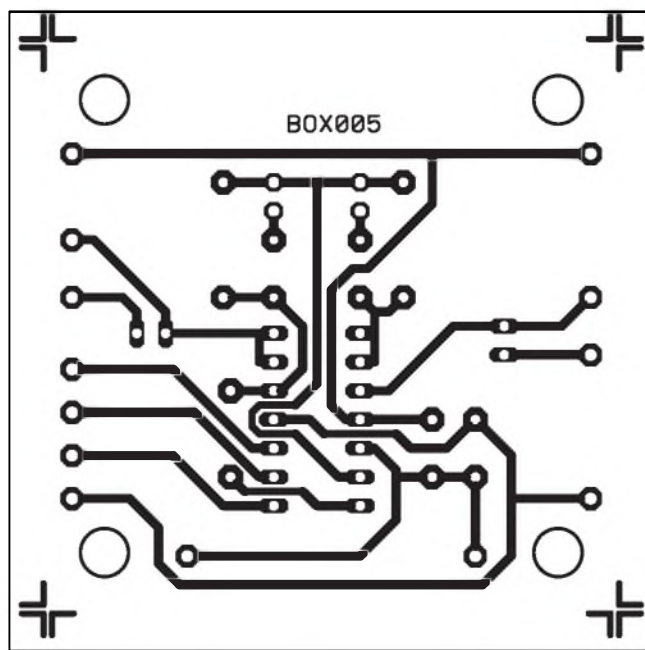
Vstupní odpory mohou být umístěny na modulu v terminálech R1A až R1D, případně externě při použití propojek J1. Propojka J2 volí stejnosměrnou nebo střídavou vazbu

na vstupní obvody. Zpětnovazební odpor R2, který určuje celkové napěťové zesílení součtového zesilovače, můžeme volit propojkou J4, nastavit plynule trimrem R2C případně osadit externím odporem do terminálu R2X. Neinvertující vstup OZ by měl být na zem připojen přes odpor odpovídající paralelní kombinaci vstupních odporů (R1A až R1D) a zpětnovazebního R2. Tuto hodnotu

umístíme do terminálu R3X. Pokud R3X nepoužijeme, zkratujeme vstup OZ na zem propojkou J3. Výstup modulu je buďto stejnosměrně vázaný OUT1, nebo pro střídavý signál s vazebním kondenzátorem C3. Kondenzátory C4 a C5 blokují napájecí napětí. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 8, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 9.



Obr. 14. Rozložení součástek na desce BOX 005



Obr. 15. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150%)

Integrační zesilovač

BOX 004

Integrační zesilovač patří k jedné z nejčastějších aplikací operačních zesilovačů. Schéma modulu integračního zesilovače je na obr. 10. Po připojení vstupního napětí na svorku IN teče do kondenzátoru C1 proud daný velikostí vstupního napětí a vstupního odporu R1. Kondenzátor

Seznam součástek

BOX 005

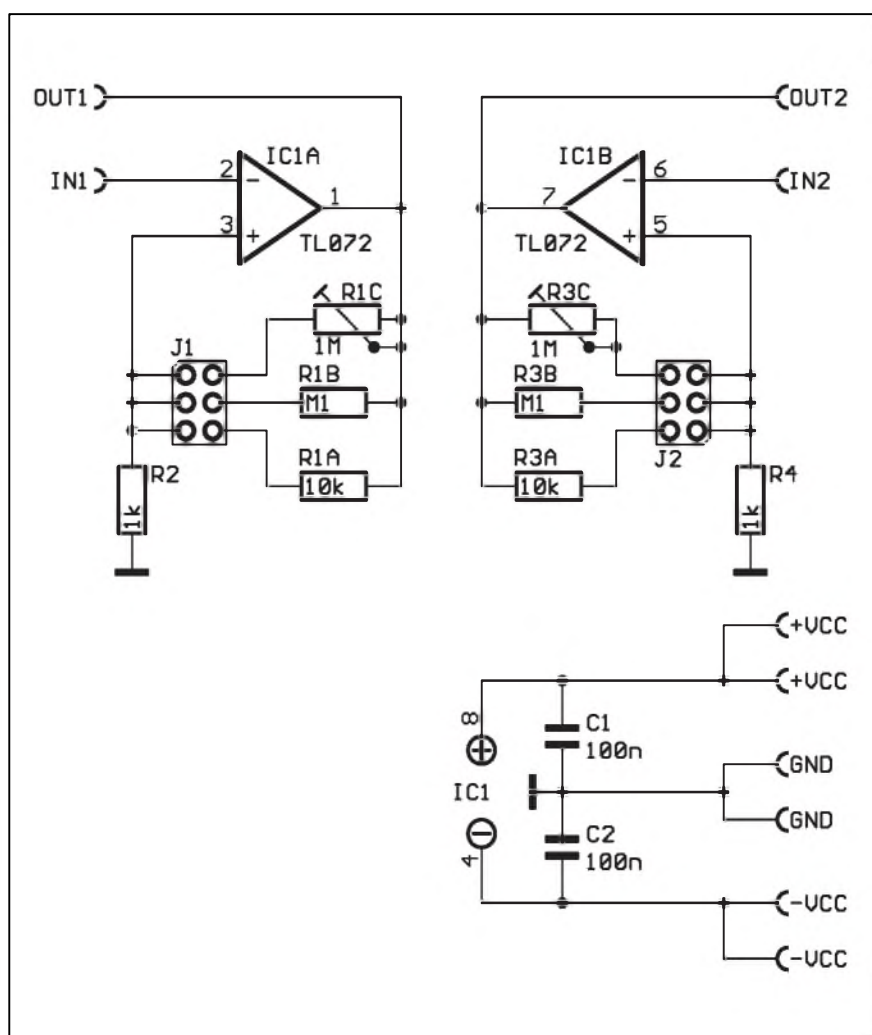
odpory 0204

R1..... 10 k
R2..... 10 k
C1..... 47 μ F/16 V
C2..... 47 μ F/16 V
C3..... 100 nF
C4..... 100 nF

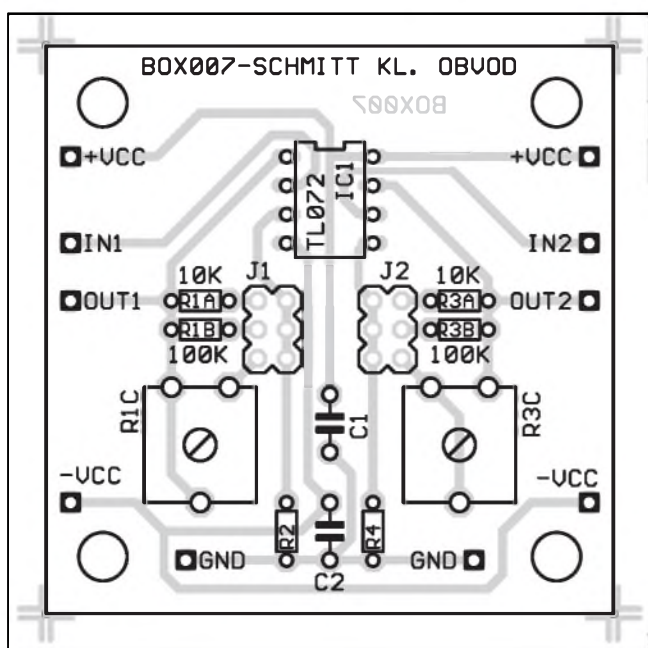
D1..... BAT43
IC1..... TL074

J1..... JUM1
J2..... JUM1

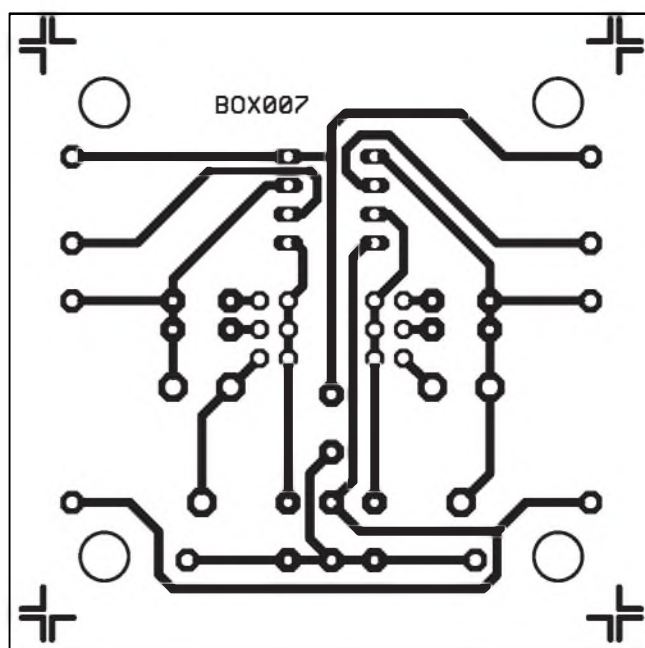
desak spojů B005-DPS



Obr. 16. Schéma zapojení Schmittova klopného obvodu BOX 007



Obr. 17. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 18. Obrázec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

C1 se nabíjí až do dosažení saturace výstupního napětí OZ. Pro konstantní napětí na vstupu platí vztah pro výstupní napětí (napětí na C1)

$$u_o(t) = -(1/RC) \cdot U_i \cdot t$$

Vstupní odpor volíme propojkou J1 (10 kohm nebo 100 kohm),

Seznam součástek

BOX 007

odpory 0204

R1A	10 kΩ
R1B	100 kΩ
R1C	PT10H-1 MΩ
R2	1 kΩ
R3A	10 kΩ
R3B	100 kΩ
R3C	PT10H-1 MΩ
R4	1 kΩ

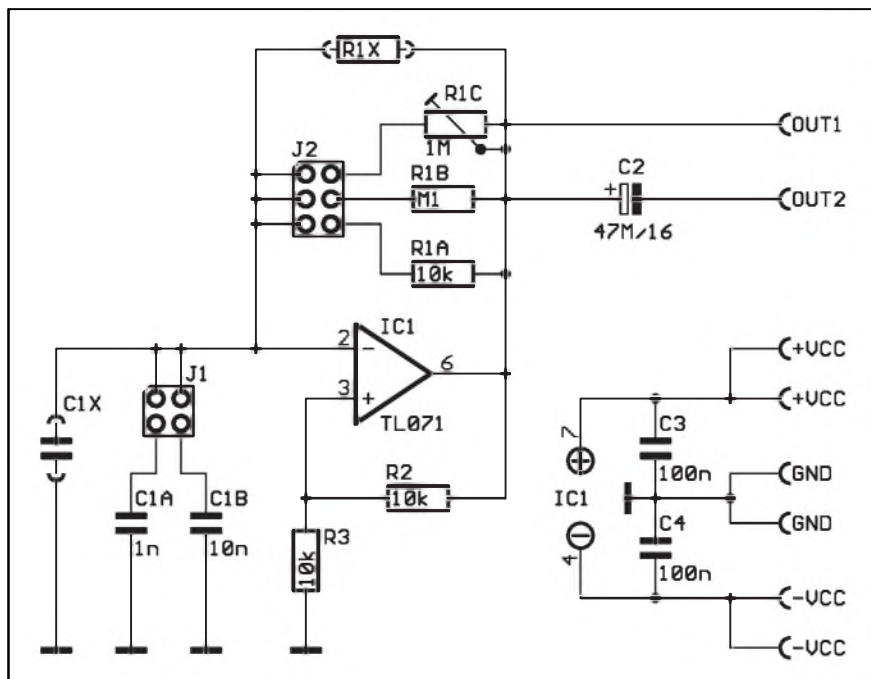
C1	100 nF
C2	100 nF

IC1

J1

J2

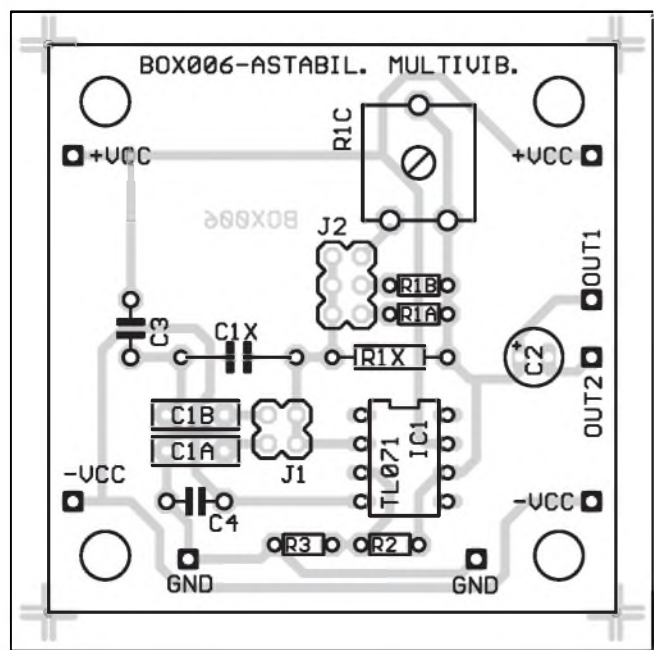
deska spojů



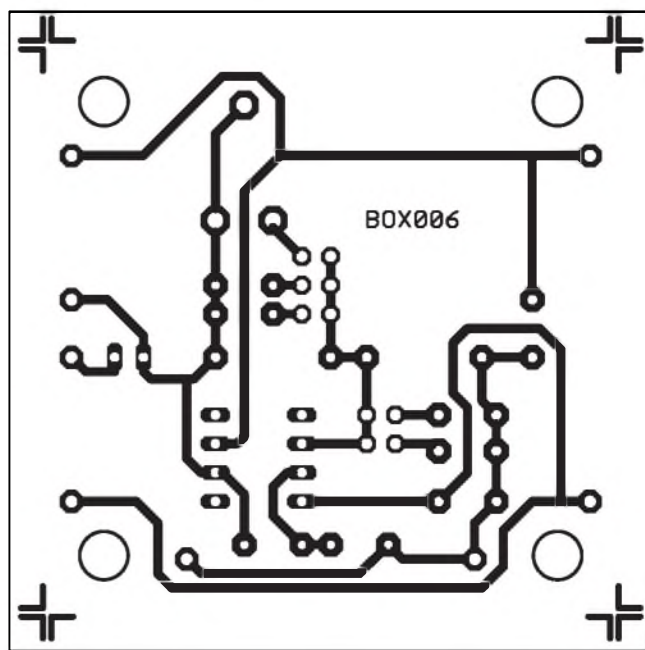
Obr. 19. Schéma zapojení astabilního klopného obvodu BOX 006

případně ho můžeme nastavit trimrem R1C. Pokud potřebujeme jinou hodnotu, použijeme externí odpor připojený k terminálu R1X. Jako integrační kapacitu můžeme propojkou J3 zvolit 1 nF nebo 10 nF. Jinou hodnotu připojujeme k terminálu C1X. Výstup integrátoru je na vývodu OUT. Neinvertující vstup OZ (vývod 3) by měl být zapojen na zem

přes odpor odpovídající vstupnímu odporu R1. Ten připojíme přes terminál R2X, případně ho můžeme vynechat a vstup OZ připojit na zem přímo propojkou J2. Napájecí napětí pro integrátor je blokováno kondenzátory C2 a C3. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 11, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 12.



Obr. 20. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 21. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

Dvoucestný precisní usměrňovač

BOX 005

Operační zesilovače obvykle pracují se symetrickým napájecím napětím a také zpracovávaný signál nabývá obou polarit napětí. V některých případech potřebujeme střídavé napětí usměrnit nebo zjistit jeho absolutní hodnotu. K tomu slouží usměrňovače. Nejběžnější usměrňovač s diodou obvykle nevyhovuje, protože P-N přechod diody se podle typu otevírá teprve při napětí 0,3 až 0,7 V. Proto se dioda umísťuje do obvodu operačního zesilovače, aby její nelineární VA charakteristika byla potlačena. Usměrňovače se dále dělí na půlvlnné a celovlnné. Jak již sám název napovídá, půlvlnné zpracovávají pouze jednu polaritu vstupního napětí (je jedno kterou), druhou nevedou. Proto je jejich použití omezeno na aplikace, kde tato vlastnost nevadí (informativní kontrola úrovně signálu apod.). Pro přesnější měření na náhodném signálu nebo pro určení absolutní hodnoty sledovaného napětí potřebujeme usměrňovač, který je schopen pracovat při obou polaritách vstupního napětí. Takové zapojení je na obr. 13. první OZ IC1A pracuje jako impedanční

převodník a zajišťuje, aby se odpor zdroje signálu neuplatňoval na výsledku měření. IC1B pak převádí střídavý signál na stejnosměrný. Je-li na vstupu usměrňovače kladné napětí $u_i > 0$, je výstup IC1B záporný, dioda D1 nevede a vstupní napětí se přivádí přímo přes odpory R1 a R2 na vstup IC1C, zapojeného také jako sledovač. Platí tedy, že $u_o = u_i$ (pro $u_i > 0$).

Pokud na vstup usměrňovače přivedeme záporné napětí ($u_i < 0$), výstup IC1B je kladný, dioda D1 se otevře a výstupní napětí za diodou D1 musí být stejně velké jako vstupní napětí s opačnou polaritou: $u_o = -u_i$ (pro $u_i < 0$). Výstupní napětí je tedy vždy kladné a jeho velikost odpovídá absolutní hodnotě vstupního napětí.

I když tento obvod vypadá relativně jednoduše, jeho nevýhodou jsou relativně špatné dynamické vlastnosti a omezená kmitočtová charakteristika. Pro zlepšení se doporučuje použít rychlejší OZ a diody s krátkými spínacími časy. Velikost odporů R1 a R2 musí být shodná. Jako implicitní hodnota je v zapojení zvoleno 10 kohm, které do obvodu připojíme propojkami J1 a J2. Pokud z nějakého důvodu potřebujeme jiné hodnoty, použijeme externí odpory připojené k terminálům RX1 a RX2. Na vstup usměrňovače můžeme připojit jak stejnosměrné napětí přímo vstupem IN1, tak i střídavé napětí bez stejnosměrné složky, kterou odstraníme kondenzátorem C1. Výstup je

Seznam součástek

BOX 006

odpory 0204

R1A 10 k Ω

R1B 100 k Ω

R1C PT10H-1 M Ω

C1A 1 nF

C1B 10 nF

C2 47 μ F/16 V

C3 100 nF

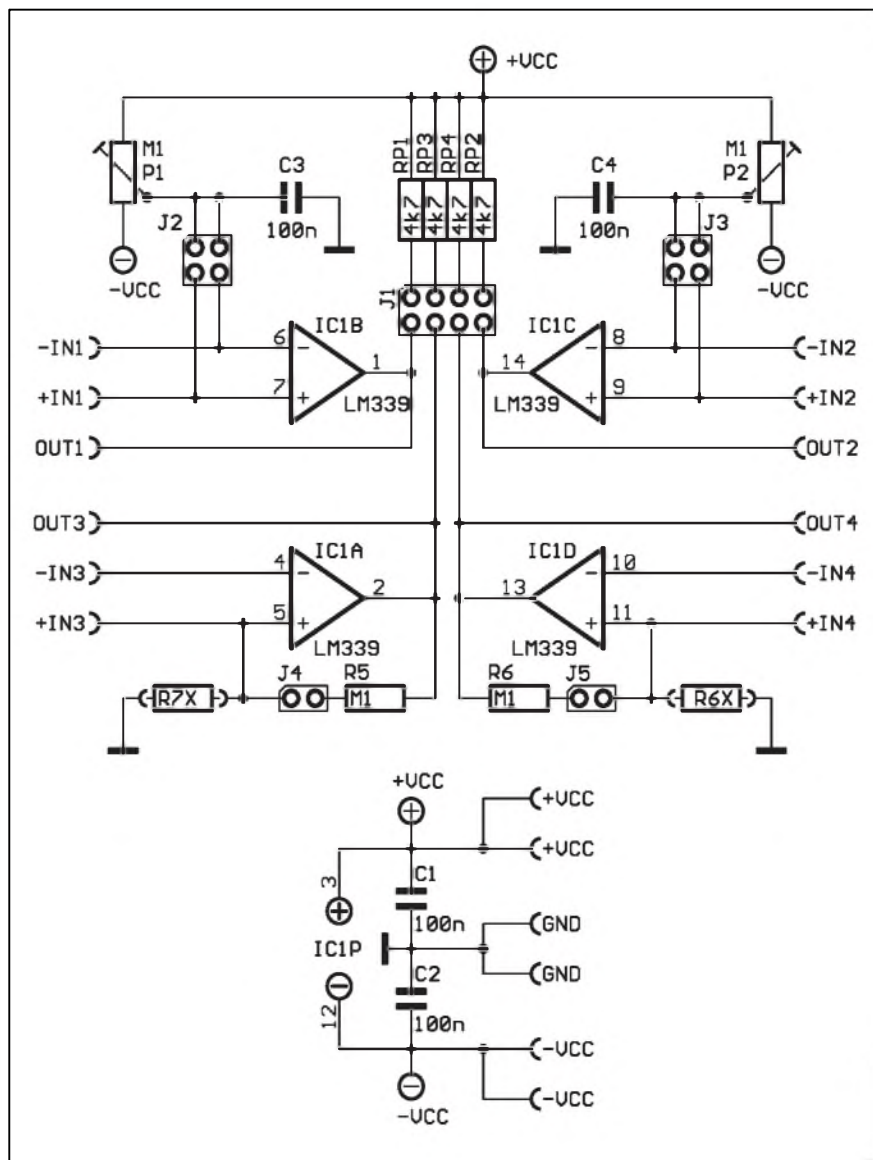
C4 100 nF

IC1 TL071

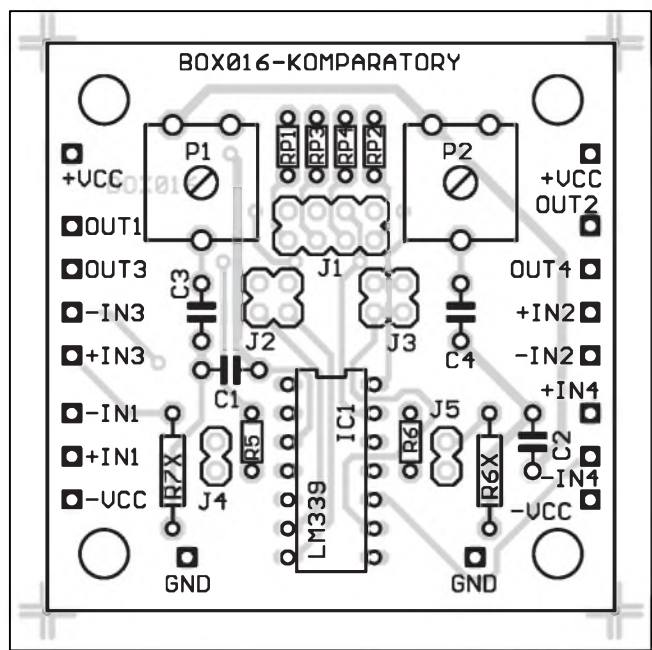
J1 JUM2

J2 JUM3

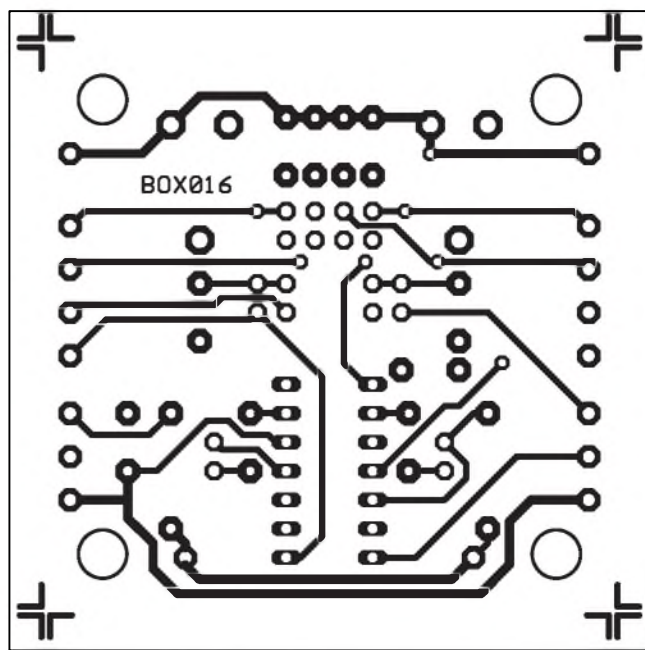
deska spojů B006-DPS



Obr. 22. Schéma zapojení čtyřnásobného komparátoru BOX 016



Obr. 23. Rozložení součástí na desce modulu



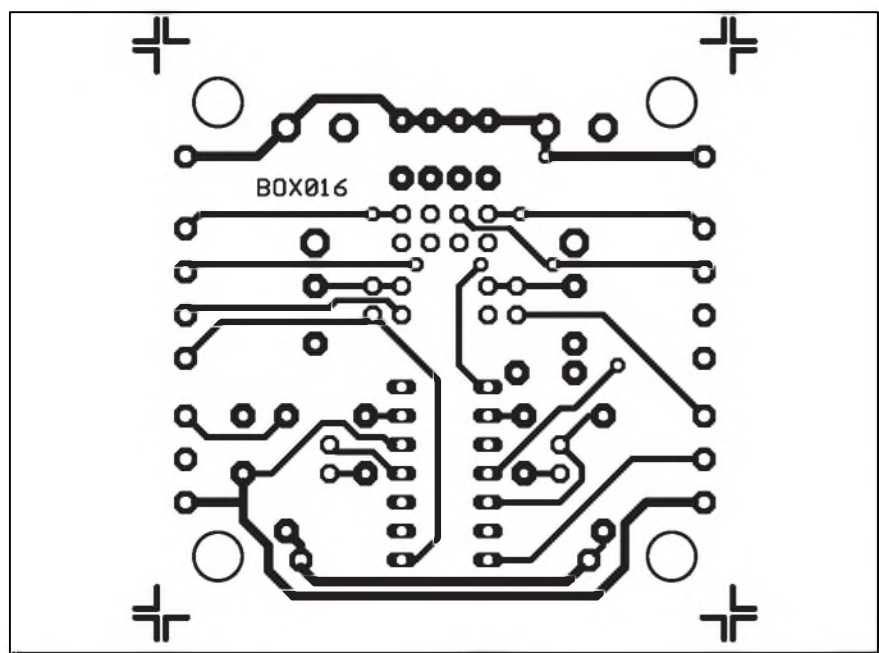
Obr. 24. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

také buď přímo vázaný z OUT1, nebo pouze střídavá složka usměrněného signálu za C2 (tento výstup ale využijeme pouze v některých specifických aplikacích). Protože v usměrňovači je použit čtyřnásobný operační zesilovač, jsou vývody posledního nezapojeného OZ vyvedeny na terminály pro další použití. Napájecí napětí je blokováno kondenzátory C3 a C4. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 14, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 15.

Dvojitý Schmittův klopný obvod

BOX 007

Je-li OZ zapojen jako komparátor, může v okamžiku dosažení prahové úrovně docházet k nestabilitě výstupu, zakmitávání a dalším nežádoucím jevům. Proto se z výstupu OZ zavádí slabá kladná zpětná vazba, která zajišťuje, že obvod se může vrátit do původního stavu až po částečném



Seznam součástí

BOX 016

odpory 0204

R5	100 k Ω
R6	100 k Ω
RP1	4.7 k Ω
RP2	4.7 k Ω
RP3	4.7 k Ω
RP4	4.7 k Ω

C1.....	100 nF
C2.....	100 nF
C3.....	100 nF
C4.....	100 nF

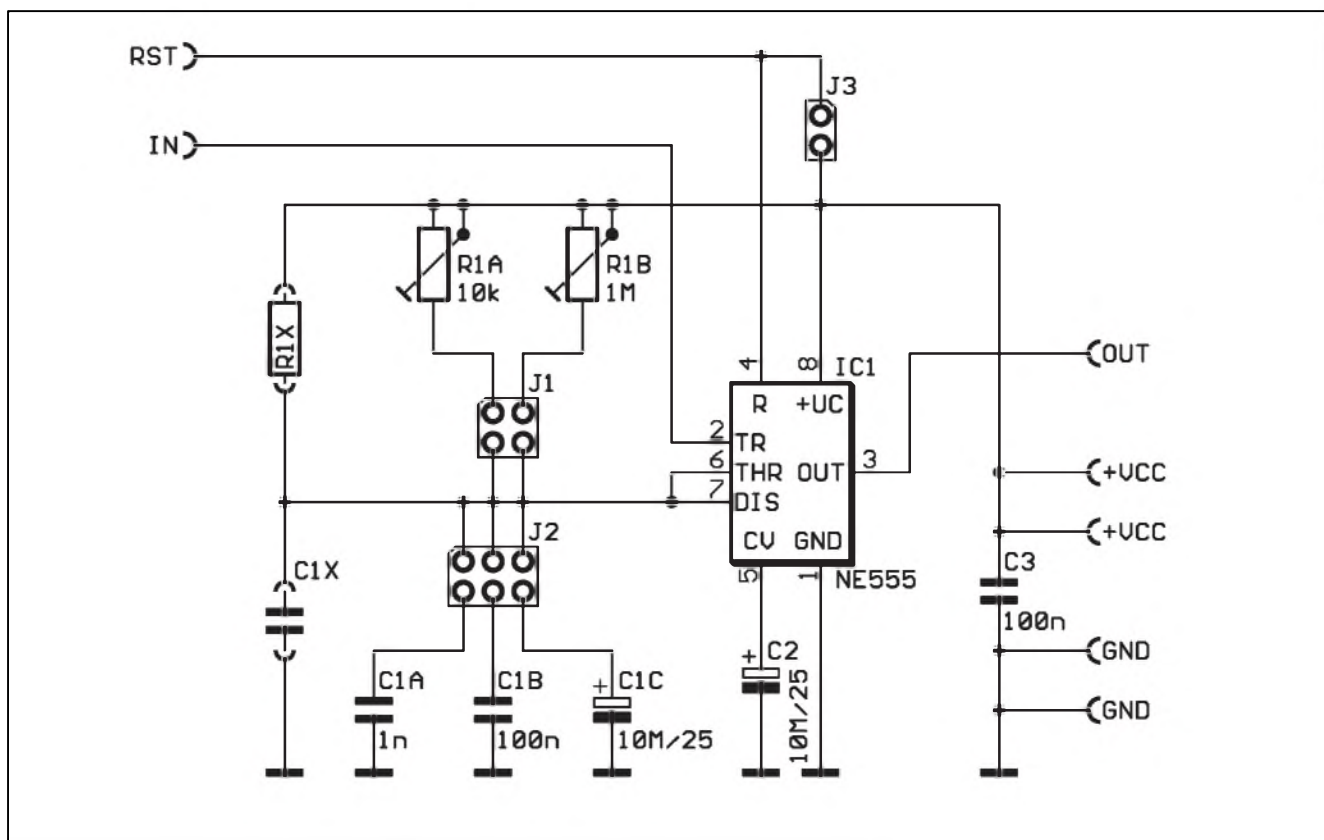
IC1 LM339

J1	JUM4
J2	JUM2
J3	JUM2
J4	JUM1
J5	JUM1

P1 PT10L M1
P2 PT10L M1

deska spoju B016-DPS

**Obr. 25. Obrazec desky spoju
(zvětšeno na 150 %)**



Obr. 26. Schéma zapojení monostabilního klopného obvodu BOX 009

poklesu vstupního napětí. Tato hystereze (rozdíl mezi vstupními napětíovými úrovněmi nutnými pro překlopení) je typická pro tzv. Schmittův klopný obvod. V zapojení modulu na obr. 16 je dvojitý operační zesilovač, zapojený jako Schmittův klopný obvod se spínáním okolo nuly. Hystereze je volitelná propojkami J1 a J2. Trimrem R1C (R3C) můžeme práh hystereze nastavit velmi jemně okolo nulového napětí. Pro nejmenší odpor ve zpětné vazbě ($R1A = 10 \text{ kohm}$), napájecí napětí $\pm 15 \text{ V}$ a rozkmit výstupního napětí $\pm 13 \text{ V}$ je hystereze:

$$U_H = (U_{sat+} - U_{sat-}) R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$U_H = (13 - (-13)) \cdot 10^3 / 11 \cdot 10^3$$

$$U_H = 26 \cdot 0,09 = 2,36 \text{ V}$$

V tomto zapojení je klopňý obvod omezen pouze na rozhodovací úroveň nastavitelnou kolem nuly. V některém z dalších pokračování bude zapojení Schmittova klopňého obvodu s libo-

volným nastavením prahové úrovně. Toho docílíme připojením odporu R2 (R4) na stejnosměrný potenciál různý od nuly. Kolem tohoto potenciálu se pak pohybuje pásmo hystereze vstupního napětí. Napájecí napětí je blokováno kondenzátory C1 a C2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 17, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 18.

Astabilní klopný obvod

BOX 006

Při konstrukci generátorů signálu se často používá astabilní klopný obvod, realizovaný s operačním zesilovačem. Schéma tohoto klopného obvodu je na obr. 19. Funkce obvodu je poměrně jednoduchá. Po připojení napájecího napětí se vlivem nesy-
metrie vstupních obvodů výstup OZ překlopí do některého saturevaného stavu (předpokládáme, že na výstupu je téměř plné kladné výstupní napětí.

Přes odpor R1 se nabíjí kondenzátor C1. Protože obvod má odpory R2 a R3 zavedenu kladnou zpětnou vazbu (hysterezi - Schmittův klopný obvod), dojde při překročení horního prahového napětí na invertujícím vstupu (vývod 2) k překlopení výstupu do záporné úrovně. Kondenzátor C1 se začíná nabíjet záporným napětím. Po dosažení záporného napětí odpovídajícího dolnímu prahovému napětí Schmittova klopného obvodu se výstup opět překlopí do kladné úrovně a celý děj se tak periodicky opakuje. Obvod tedy kmitá s výstupním napětím odpovídajícím maximálnímu rozkmitu OZ. Pro hodnoty $R2 = R3$ platí následující vztah:

$$f = 1 / (2 R_1 \cdot C_1 \cdot \ln 3)$$

Modul astabilního klopného obvodu umožňuje nastavení kmitočtu generátoru v širokých mezích propojkami J1 a J2 (45 Hz až 45 kHz). Pokud je rozsah nastavení nedostatečný (zejména při požadavku velmi nízkých nebo vysokých frekvencí), můžeme požadovaný kmitočet dosáhnout připojením externích součástek k terminálům C1X nebo R1X.

Výstupní signál je stejnosměrně vázán na výstupu OUT1, na OUT2 je oddělen vazebním kondenzátorem C2. Kondenzátory C3 a C4 blokují napájecí napětí. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 20, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 21.

Modul komparátorů

BOX 016

Obvod LM339 obsahuje čtyřici precizních nízkopříkonových komparátorů s širokým spektrem použití. Proti komparátoru vytvořenému z operačního zesilovače má LM339 výhodu v rychlosti, nižší spotřebě

a výhodnější ceně. Na výstupu komparátoru je tranzistor v zapojení s otevřeným kolektorem, proto musí být vždy proti kladnému napájecímu napětí připojen externí zatěžovací odpor nebo zátěž. Schéma zapojení modulu komparátorů je na obr. 22. Obvod je řešen s ohledem na co neuniverzálnější použití. Všechny čtyři komparátory mohou mít na výstupu připojen zatěžovací odpor 4,7 kohm propojkami J1. První dvojice komparátorů IC1A a IC1D může mít nastavenou libovolnou referenční úroveň na jednom ze vstupů propojkami J2 (J3). Trimry P1 (P2) se nastaví rozhodovací úroveň v mezích napájecího napětí. Jinak můžeme připojit referenční napětí také z externího zdroje - oba vstupy

komparátoru jsou volně přístupné na přípojných terminálech. Interní referenční napětí je filtrováno kondenzátory C3 a C4.

Druhé dva komparátory nemají interní nastavení prahové úrovně, ale na desce je připraven obvod hystereze (kladná zpětná vazba z výstupu komparátoru). Odpor 100 kohm se zapojuje přes propojky J4 (J5), míru hystereze určíme odporem připojeným k terminálu R7 (R8). Kondenzátory C1 a C2 blokují napájecí napětí. Modul je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 23, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 24, ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 25.

II. Speciální funkce

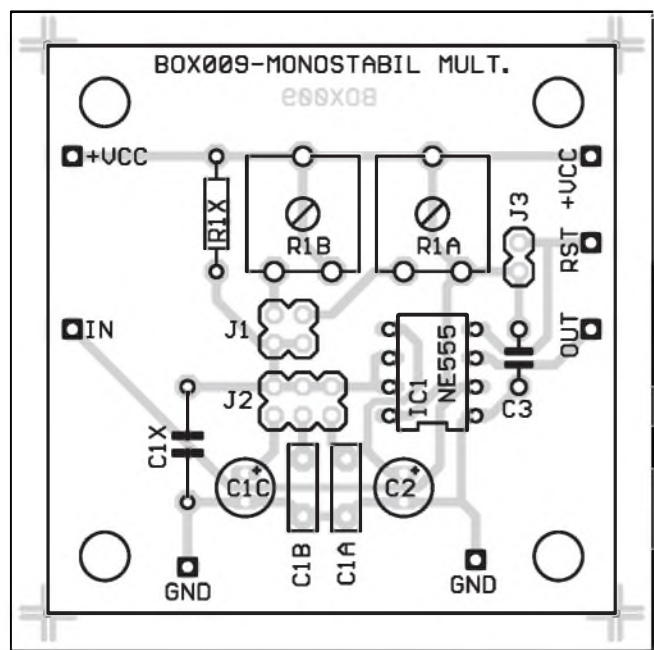
Jedním z nejrozšířenějších a nejčastěji používaných speciálních obvodů je precizní časovač NE555. Proto nemůže zapojení s tímto obvodem chybět ani v úvodní části našeho seriálu o systému DIABOX. NE555 je zde použita v obou základních variantách, a to jako monostabilní klopný obvod i jako astabilní klopný obvod - generátor pulsů.

Monostabilní klopný obvod s NE555

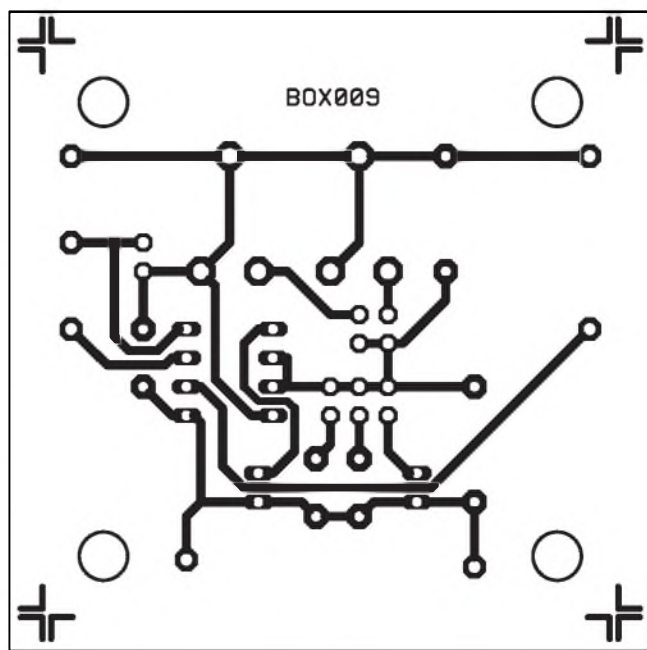
BOX 009

Základní zapojení monostabilního klopného obvodu s NE555 je na obr. 26. Zapojení vychází z katalogového listu NE555 firmy Texas

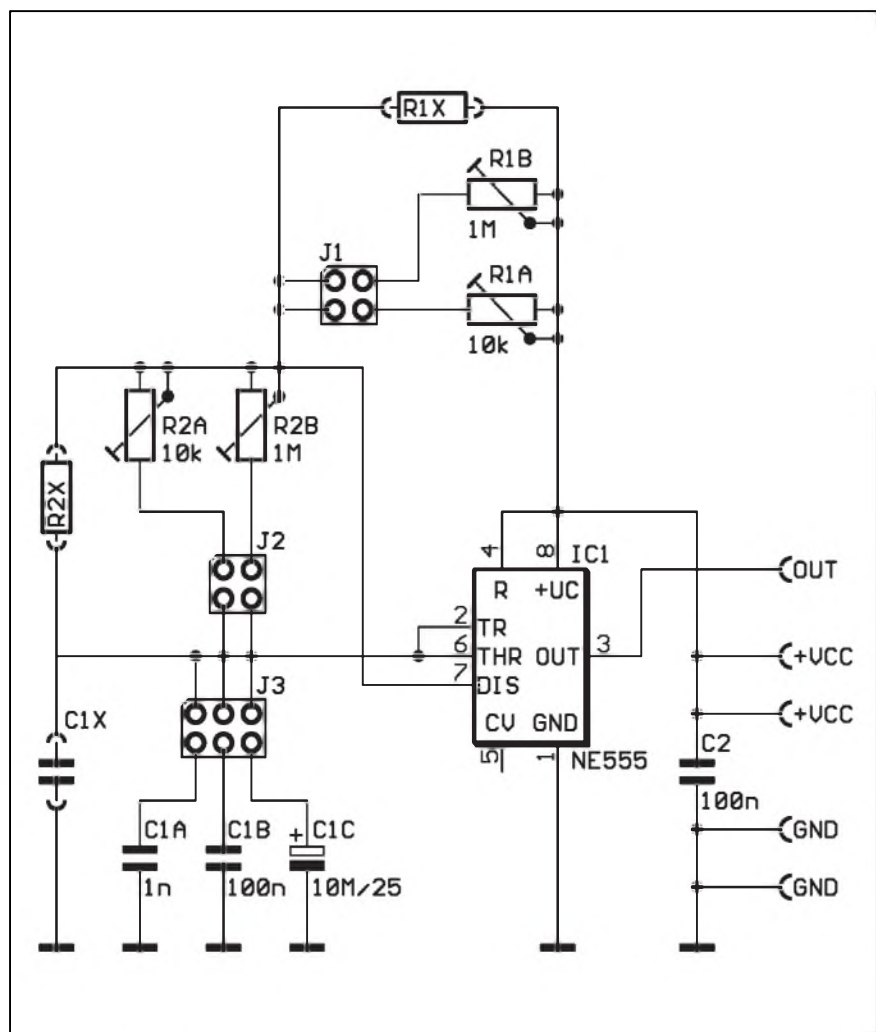
Instruments. Obvod je spouštěn sestupnou hranou signálu přivedeného na vstup TRIG (vývod 2). Tímto signálem se nastaví interní klopný obvod R-S. Jeho výstupem je jednak uzavřen tranzistor na výstupu DISCH (vývod 7), který doposud udržoval kondenzátor C1 ve vybitém stavu (byl zkratován na zem) a současně se na výstupu (vývod 3) objeví jednotkový



Obr. 27. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 28. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)



signál (úroveň HI). Kondenzátor C1 se začíná nabíjet přes odpor R1, až napětí na C1 dosáhne úrovně 2/3 napájecího napětí. To je totiž vnitřní rozhodovací úroveň na vstupu THRES (vývod 6). Interní klopný obvod R-S se vrátí do klidového stavu, výstup se přepne na úroveň LO a tranzistor na výstupu DISCH zkratuje kondenzátor C1 na zem. Ten se vybije a obvod setrvá v klidovém

Seznam součástek

BOX 009

odpory 0204

R1A..... PT10H-10 kΩ

R1B..... PT10H-1 MΩ

C1A 1 nF

C1B..... 100 nF

C1C..... 10 μF/25 V

C2..... 10 μF/25 V

C3..... 100 nF

IC1 NE555

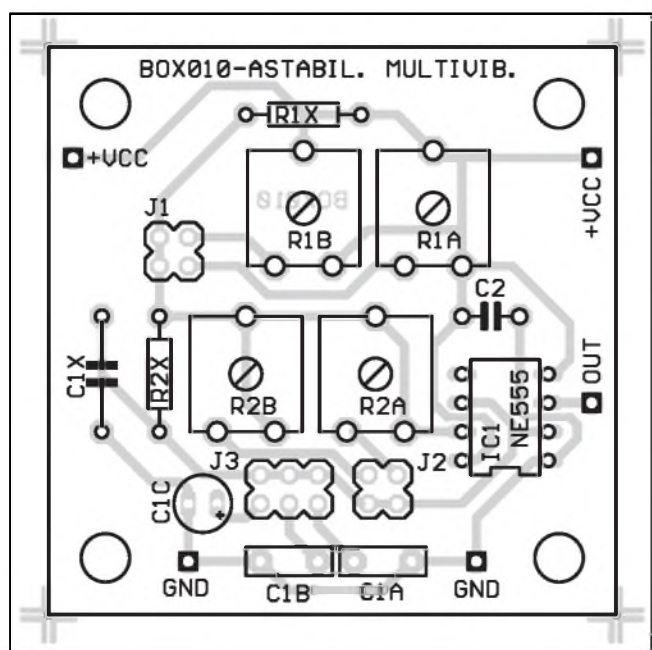
J1..... JUM2

J2..... JUM3

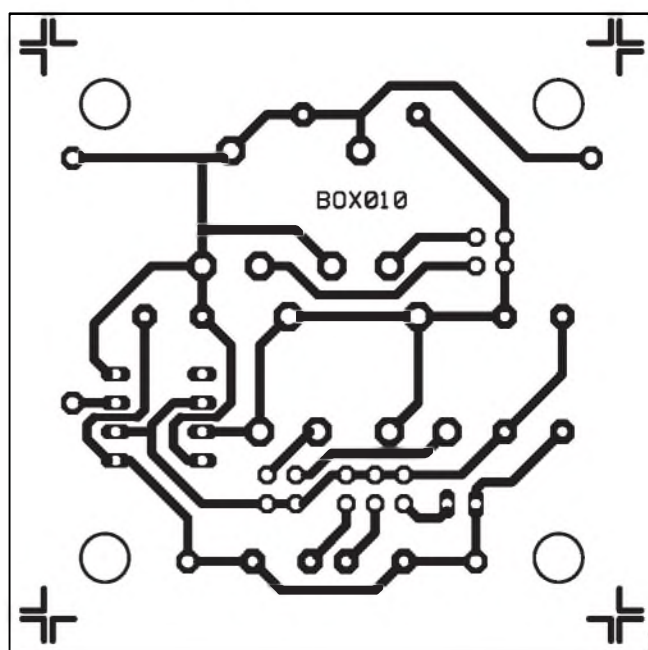
J3..... JUM1

deska spojů B009-DPS

Obr. 29. Schéma zapojení astabilního klopného obvodu BOX 010



Obr. 30. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 31. Obrázek desky spojů (zvětšeno na 150 %)

stavu až do příchodu dalšího startovacího impulsu. Pro délku výstupního impulsu platí přibližný vztah

$$t_{on} = 1,1 R C$$

Přímo na modulu máme k dispozici několik hodnot kondenzátorů od 1 nF do 10 μ F, které volíme propoj-

Seznam součástek

BOX 010

odpory 0204

R1A..... PT10H-10 k Ω

R1B..... PT10H-1 M Ω

R2A..... PT10H-10 k Ω

R2B..... PT10H-1 M Ω

C1A..... 1 nF

C1B..... 100 nF

C1C..... 10 μ F/25 V

C2..... 100 nF

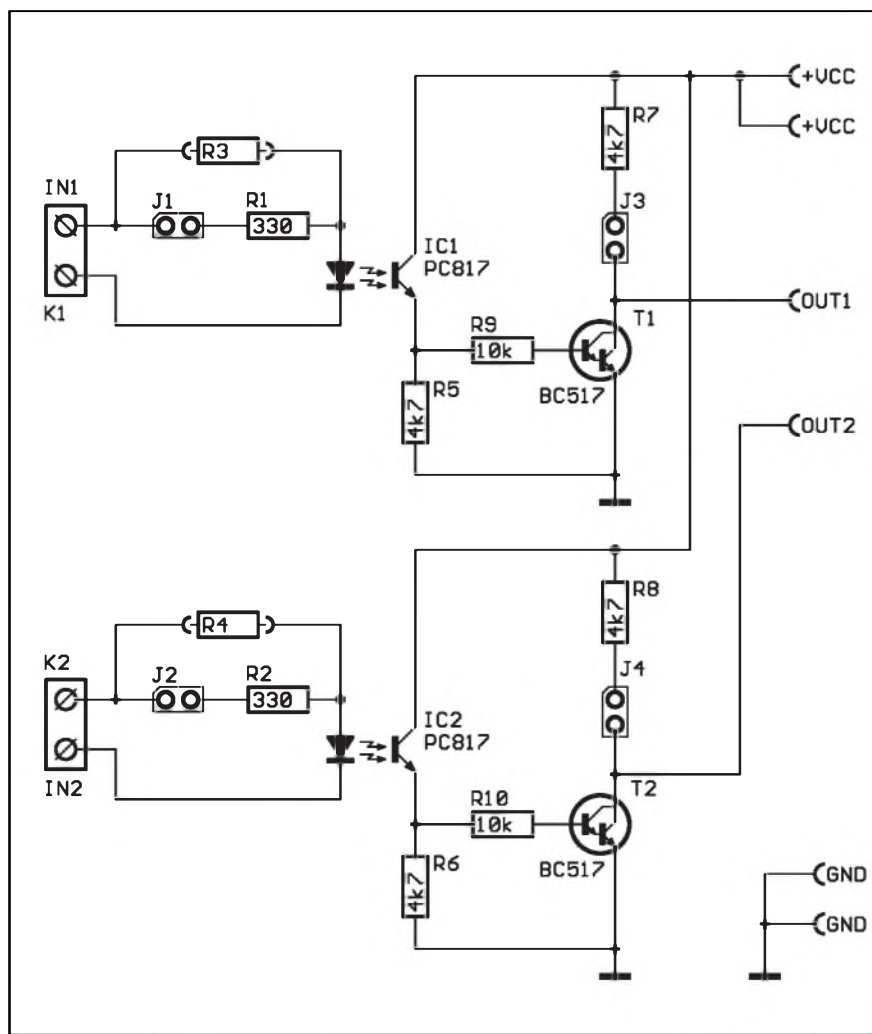
IC1..... NE555

J1..... JUM2

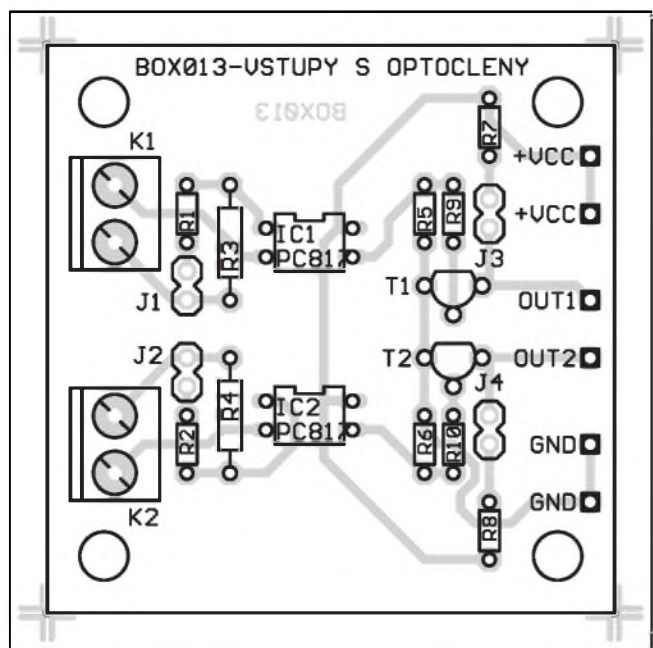
J2..... JUM2

J3..... JUM3

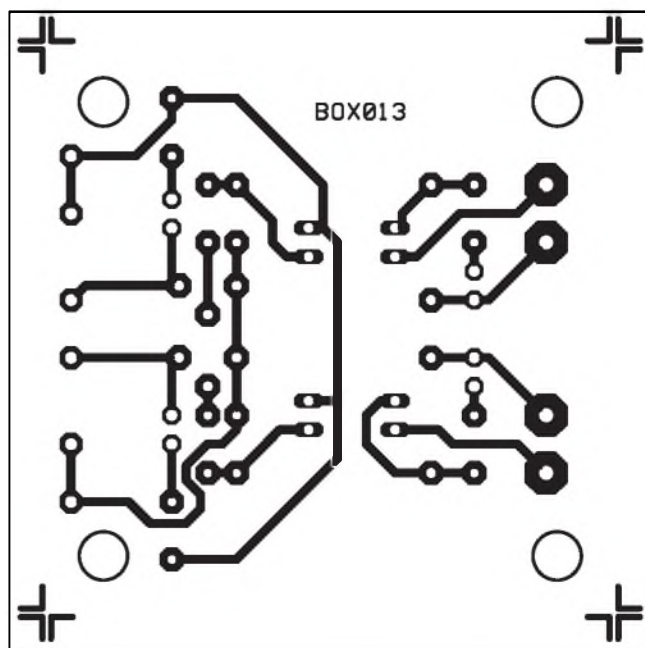
deska spojů..... B010-DPS



Obr. 32. Schéma zapojení dvojitého vstupu s optočleny BOX 013



Obr. 33. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 34. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

Astabilní klopný obvod s NE555

BOX 010

Obvod NE555 se hodí také ke stavbě jednoduchého generátoru - astabilního klopného obvodu. Předností zapojení je relativně malá závislost kmitočtu na napájecím napětí, daná principem činnosti obvodu a široký rozsah generovaných frekvencí. Schéma zapojení astabilního klopného obvodu je na obr. 29. Princip činnosti spočívá v tom, že jsou propojeny vstupy TRIGGER a THRESHOLD. Jejich interní rozhodovací úrovně jsou 1/3 (TRIG), případně 2/3 (THRESH) napájecího napětí. Oba vstupy jsou připojeny na časovací kondenzátor C1, který se nabíjí přes odpor R1 a R2. V okamžiku, kdy napětí na C1 dosáhne úrovně THRESHOLD (2/3 nap. napětí), dojde ke zkratování výstupu DISCH na zem a kondenzátor C1 se vybíjí, tentokrát ale pouze přes R2. Při poklesu napětí na kondenzátoru C1 na úroveň TRIGGER (1/3 nap. napětí) se výstup DISCH odpojí a kondenzátor C1 se začne opět nabíjet přes R1 a R2. Délka výstupních impulsů je opět nezávislá na napájecím napětí a je pro kladný impuls

$$t_H = 0,693 (R_1 + R_2) \cdot C_1$$

$$t_L = 0,693 R_2 \cdot C_1$$

Seznam součástek

BOX 012

odpory 0204

R1 10 kΩ

R2 2,2 kΩ

R3 4,7 kΩ

D1 1N4007

LD1 LED 2 mA

T1 BC548

K1 ARK3

RE1 RAS12V

deska spojů B012-DPS

$$f = 1,44 / ((R_1 + 2 R_2) \cdot C_1)$$

Modul opět poskytuje nastavení kmitočtu i střídý signálu v širokých mezích pomocí součástek, umístěných přímo na desce. Propojkami J3 volíme časovací kapacitu 1 nF až 10 μF, odpory R1 a R2 nastavujeme plynule trimry 10 kohm nebo 1 Mohm. Také tento modul umožňuje připojení

externího časovacího kondenzátoru a obou odporů - R1X a R2X. Výstupní signál je připojen ke konektoru OUT. Nesymetrické napájecí napětí +5 V až +15 V je blokováno kondenzátorem C2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 30, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 31.

III. Vstupní a výstupní obvody

Téměř každé zařízení, aby nebylo pouhou samoúčelnou spleť součástek, musí obsahovat nějaké rozhraní pro komunikaci s okolím. To mohou být jak vstupy - ovládací prvky, snímače apod., tak i výstupy - signalizace, spínače, regulátory. Proto ani v naší stovebnici nemohou tyto moduly chybět.

Dvojitý vstupní optický oddělovač

BOX 013

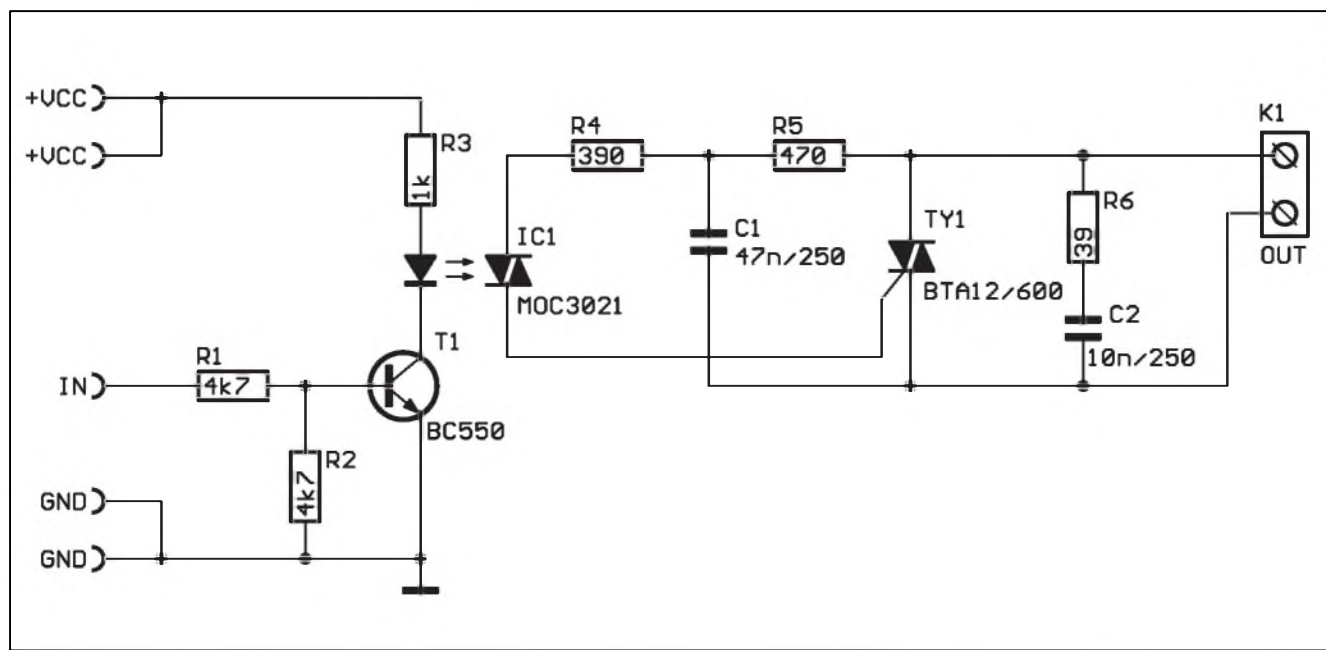
V měřicí a regulační technice se často pohybujeme v prostředí s různým elektrickým potenciálem. Protože elektronické obvody jsou citlivé na jakékoliv překročení jejich mezních elektrických parametrů, musíme zajistit přenos informace mezi galvanicky oddělenými systémy. K tomu se nejčastěji používají optoizolátory. Primární a sekundární obvod je galvanicky oddělen a přenos se děje prostřednictvím světla emitovaného LED na straně vysílací a fototranzistorem na straně přijímací. Přijímací strana může být doplněna o další obvody, jako například triak pro přímé spínání výkonových součástek nebo detektor průchodu nulou, který zjednodušuje konstrukci spínačů se sníženým rušením do okolí apod. Modul vstupů na obr. 32 umožňuje připojení dvou nezávislých zdrojů, které jsou galvanicky odděleny jak od sebe navzájem, tak i od ostatních obvodů. Vstupní signál se připojuje na svorkovnice K1 a K2. Odpor R1 (R2) je dimenzován tak, aby při vstupním

napětí 5 V (logické 1) tekl optočlenem proud asi 10 mA, což by mělo stačit k sepnutí výstupního tranzistoru. Pokud budeme pracovat s vyšším vstupním napětím, rozpojíme propojku J1 (J2) a do terminálu R3 (R4) vložíme odpor s vyšší hodnotou tak, aby byl zachován proud optočlenem asi 10 mA. Výstupní tranzistor je darlingtonova typu pro spolehlivější sepnutí i při případné nižší citlivosti optočlenu. Výstup pracuje s otevřeným kolektorem, proto je možné propojkou J3 (J4) připojit náhradní zatěžovací odpor R7 (R8). Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 33, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 34.

Spínací reléový modul

BOX 012

Jedním z nejčastějších způsobů připojení výkonových obvodů na výstupy elektronických regulačních systémů je použití relé. Hlavní předností je jednoduchost, relativní spolehlivost, nízká cena a 100% galvanické oddělení řídicích obvodů od výkonových. Pro odběry do 10 A v síti 230 V (tedy do příkonu spotřebiče okolo 2300 VA), vystačíme s běžným relé v cenové relaci od 50 do 100 Kč. Přitom typický proud cívkou na 12 V se pohybuje okolo 40 až 50 mA, což představuje spínací výkon asi 500 až 600 mW. Takový proud můžeme snadno spínat i nejběžnějším tranzistorem z řady BC54x nebo BC55x. Schéma zapojení spínacího



Obr. 38. Schéma zapojení modulu triakového výstupu BOX 014

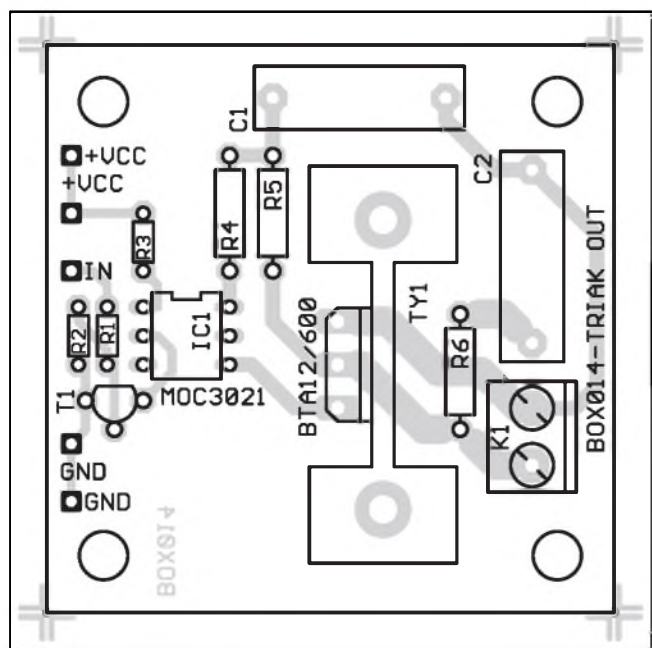
Výkonový triakový modul

BOX 014

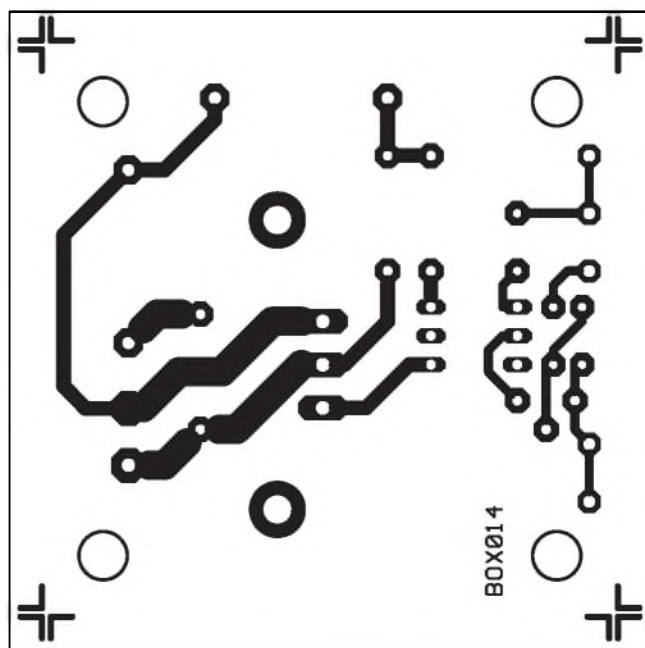
reléového modulu je na obr. 35. Vstupní signál můžeme podle potřeby připojit přímo na bázi spínacího tranzistoru T1 ze vstupu IN1, nebo přes odporový dělič R1/R2 ze vstupu IN2. V kolektoru tranzistoru T1 je zapojena cívka relé RE1. Dioda D1 se běžně zapojuje přes cívku relé, protože napěťové špičky, indukované na cívce v okamžiku rozepnutí tranzistoru, by mohly tranzistor zničit (prorazit).

Stav výstupu (rozepnuto-sepnuto) je opticky indikován LED LD1. Výstupní kontakty relé jsou připojeny ke svorkovnici K1. Protože použité relé má jeden přepínací kontakt, můžeme podle potřeby relé použít jak ke spínání, tak i k rozpínání výkonového obvodu. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 36, obrazec jednostranné desky spoju na obr. 37.

Polovodičové spínací prvky mají proti mechanickým (relé) prakticky neomezenou životnost pokud jde o počet spínacích cyklů. Na druhé straně jsou ovšem podstatně citlivější na překročení (byť krátkodobé) svých mezních parametrů. Například zkrat v obvodu sice přeruší tavné pojistky



Obr. 39. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 40. Obrazec desky spoju (zvětšeno na 150 %)

(případně vyhodí jističe), ale za tuto dobu je již spínací prvek většinou bezpečně odpraven. Zapojení výstupního spínače s galvanicky odděleným výstupem a výkonovým triakem je na obr. 38. Vstupní signál je přes odporový dělič R1/R2 přiveden na bázi spínacího tranzistoru T1. V jeho kolektoru je zapojena LED optočlenu MOC3021. Maximální proud opto-

Seznam součástek

BOX 014

odpory 0204

R1 4,7 k Ω

R2 4,7 k Ω

R3 1 k Ω

odpory 0207

R4 390 Ω

R5 470 Ω

R6 39 Ω

C1 47 nF/250 V

C2 10 nF/250 V

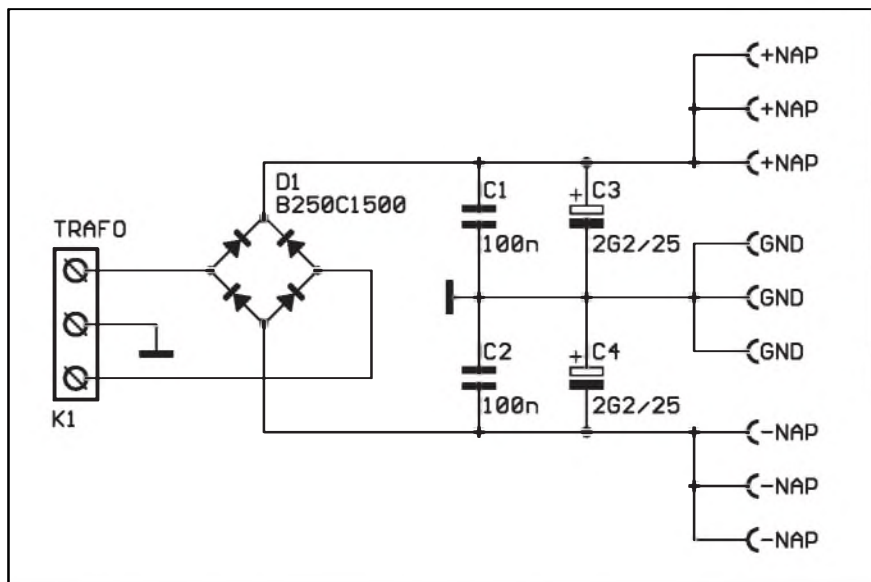
IC1 MOC3021

T1 BC550

TY1 BTA12/600

K1 ARK2

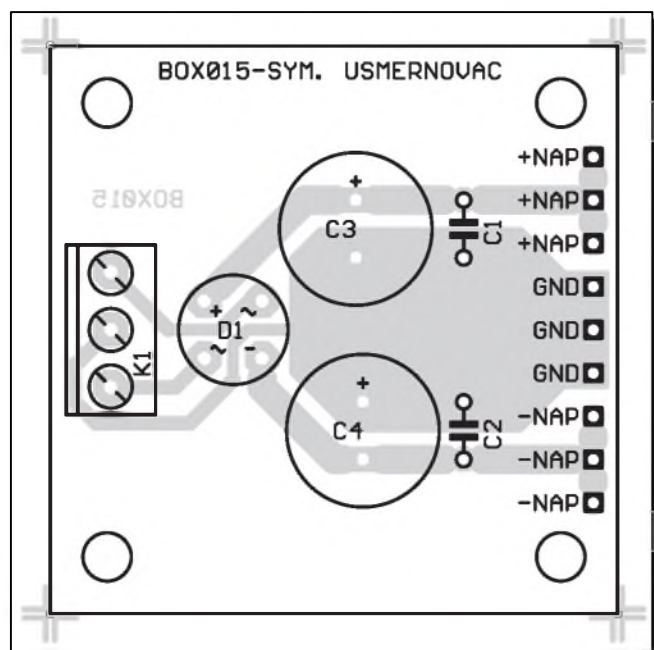
deska spojů B014-DPS



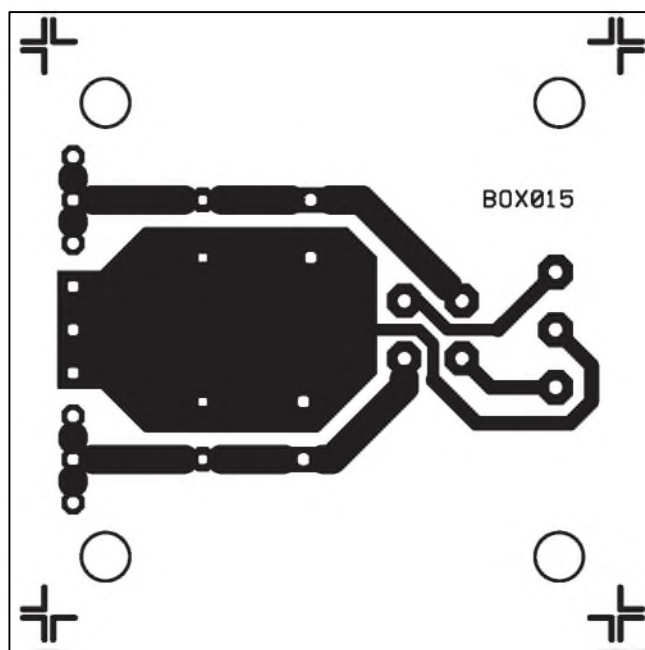
Obr. 41. Schéma zapojení usměrňovače BOX 015

členem omezuje odpor R3. Pro napájecí napětí 12 až 15 V je tak maximální proud LED 10 až 12 mA. Na výstupu optočlenu je zapojen triakový spínač, schopný přímo spínat výkonové triaky v síti 230 V. Spínací obvod triaku vychází z doporučeného zapojení výrobce MOC3021 (Texas Instruments). Zátěž se připojuje ke svorkovnici K1 tak, že spínač je připojen mezi fází a spotřebič (stejně, jako kdyby se spotřebič připojoval obyčejným vypínačem). Použité

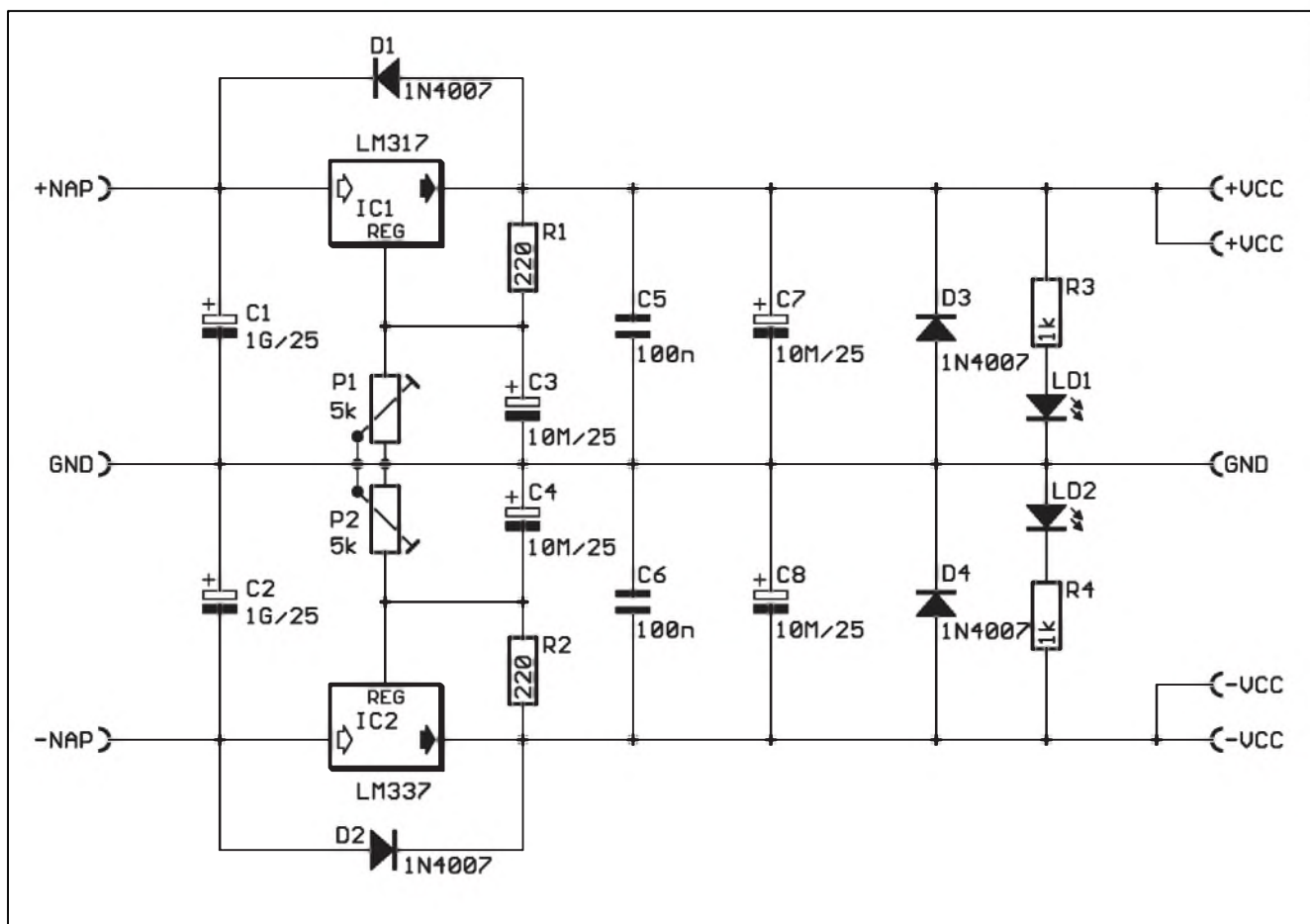
kondenzátory musí být dimenzovány na síťové napětí (250 V AC), odpory R4 a R5 stačí miniaturní, protože pokud je výstup optotriaku rozpojen, neprotéká jím žádný proud a na odporech tudíž není žádná výkonová ztráta, pokud výstup optotriaku sepne, sepne se i triak TY1, úbytek napětí na něm je pouze několik V a tudíž i proud odpory R4 a R5 je zanedbatelný. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 39, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 40.



Obr. 42. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 43. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)



Obr. 44. Schéma zapojení symetrického stabilizátoru BOX 011

IV. Napájecí obvody

Téměř každé elektronické zařízení obsahuje napájecí obvody. Dokonce mnohé současné přístroje, napájené z baterií, obsahují velmi propracované napájecí systémy, zajišťující jak optimální využití energie článků (ať se

jedná o jednorázové nebo akumulátory), tak i případnou ochranu systému proti přílišnému poklesu napájení vlivem vyčerpání kapacity včetně inteligentních systémů dobíjení.

My se zatím budeme zabývat podstatně jednoduššími částmi zdrojů (i když se v dalších částech nechceme vyhnout ani těm modernějším), jako jsou usměrňovače a stabilizátory. Modulový vývojový systém DIABOX může být v zásadě napájen z libovolného zdroje s vhodným výstupním napětím. Pokud je k dispozici, můžeme použít například běžný laboratorní zdroj. Protože je systém určen i pro začínající elektroniky, kteří podobným vybavením nedisponují, je součástí základní řady modulů usměrňovač s filtrací a symetrický stabilizovaný napájecí zdroj s nastavitelným výstupním napětím +5 V až +20 V. Pro bezpečnou práci zejména mladších ročníků je tedy

vhodné síťový transformátor vestavět do bezpečného izolovaného pouzdra a ven vytáhnout pouze střídavé napětí, které se připojí na vstup usměrňovacího modulu.

Usměrňovací modul s filtrem

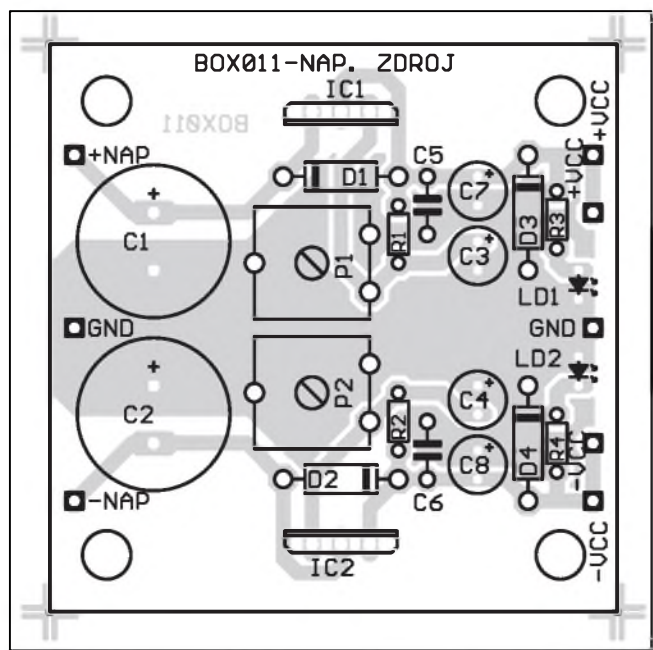
BOX 015

Schéma zapojení usměrňovače je na obr. 41. Střídavé napětí z dvojitěho sekundárního vinutí síťového transformátoru se připojuje na svorkovnici K1. Pokud máme síťový transformátor s dvěma samostatnými vinutími (což je běžné například u toroidních transformátorů), spojíme obě vinutí na střední svorce konektoru K1. Střídavé napětí je následně usměrněno diodovým můstkem D1. Protože v základní řadě systému DIABOX nepředpokládáme žádné výkonové aplikace (pokud se týká odběru modulů, ne zařízení připojených například k reléovému nebo triako-

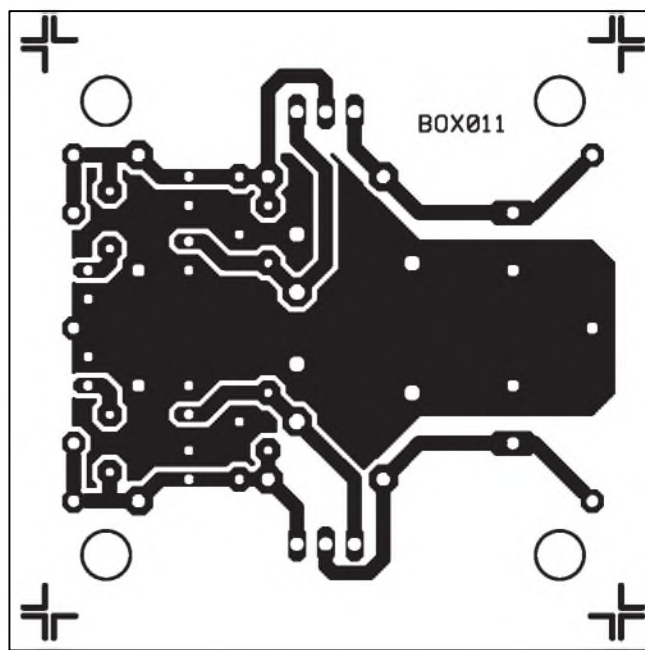
Seznam součástek

BOX 015

C1.....	100 nF
C2.....	100 nF
C3.....	2,2 mF/25 V
C4.....	2,2 mF/25 V
D1.....	B250C1500
K1.....	ARK3
deska spojů.....	B015-DPS



Obr. 45. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 46. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

Seznam součástek

BOX 011

odpory 0204

R1 220 Ω
 R2 220 Ω
 R3 1 k Ω
 R4 1 k Ω

P1 PT10H-5 k Ω
 P2 PT10H-5 k Ω

C1 1 mF/25 V
 C2 1 mF/25 V
 C3 10 μ F/25 V
 C4 10 μ F/25 V
 C5 100 nF
 C6 100 nF
 C7 10 μ F/25 V
 C8 10 μ F/25 V

D1 1N4007
 D2 1N4007
 D3 1N4007
 D4 1N4007
 IC1 LM317
 IC2 LM337

LD1 LED 2 mA
 LD2 LED 2 mA

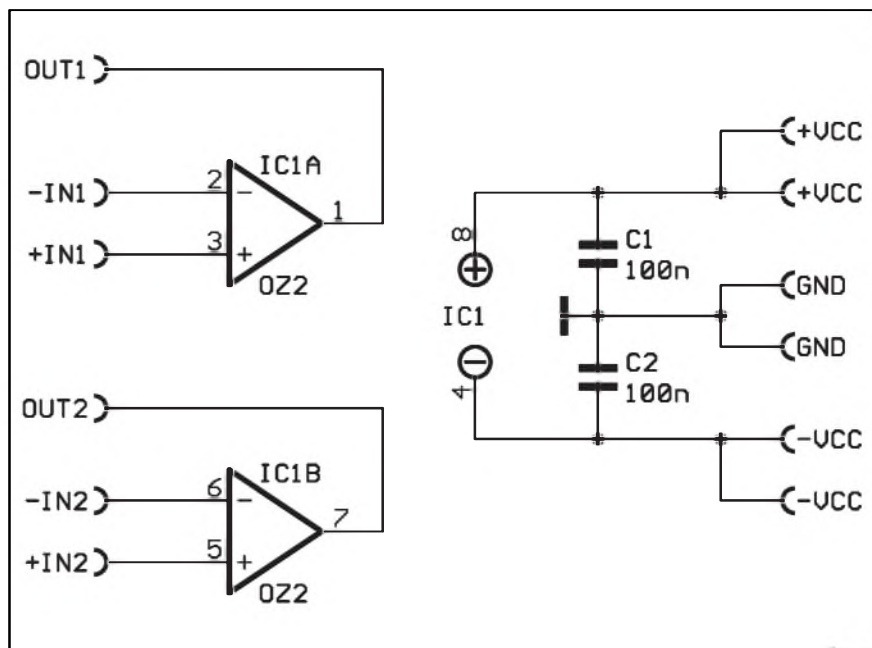
deska spojů B011-DPS

vému spínacímu modulu), stačí zdroj schopný dodat proud do 1 A. Proto je v usměrňovači použit běžný kulatý diodový můstek s maximálním proudem 1500 mA. Filtrační kondenzátory 100 nF C1 a C2 omezují průnik vřrušení ze sítě, filtrační kondenzátory C3 a C4 pak filtrují napájecí napětí. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 42, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 43.

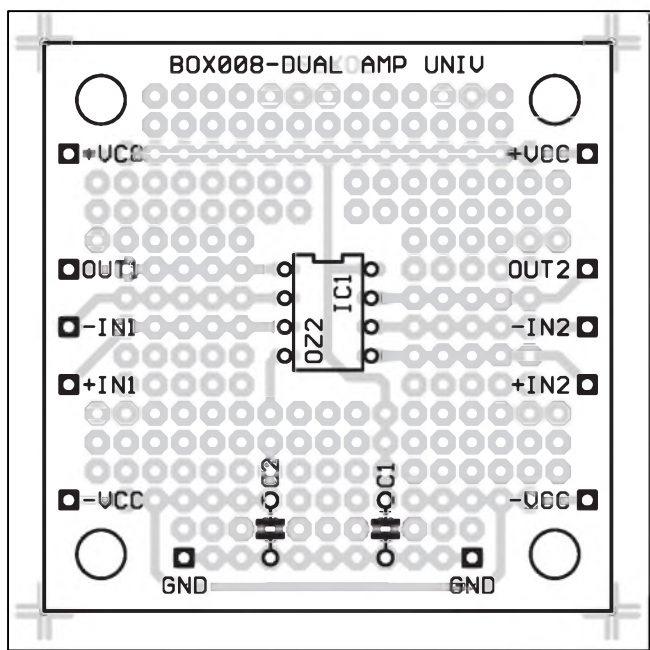
Symetrický stabilizovaný zdroj

BOX 011

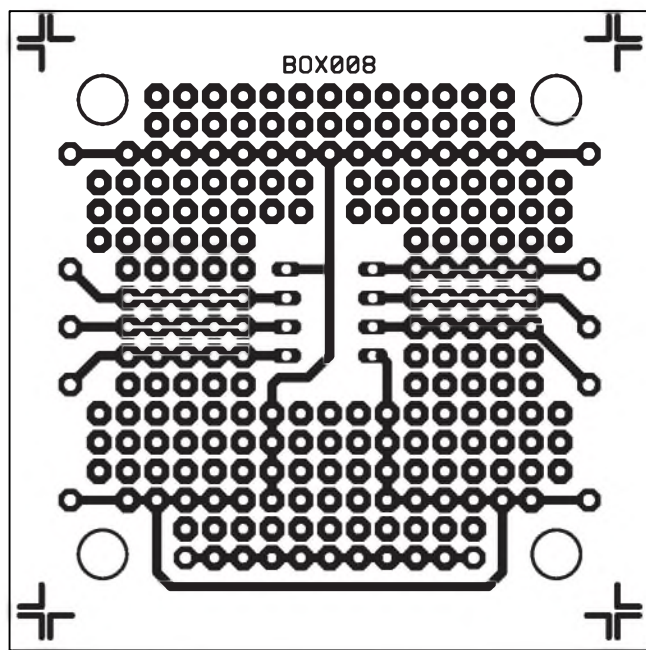
Některé obvody, zejména z oblasti audiotechniky, jsou náročné na kvalitu filtrace napájecího napětí. Napájecí napětí s nedostatečně odstraněnou střídavou složkou může být příčinou



Obr. 47. Schéma zapojení univerzální desky BOX 008



Obr. 48. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 49. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

výrazně horšího odstupu rušivých napětí a mnoha dalších nepříjemností. Proto je vhodné hrubě filtrované napájení z bloku usměrňovačů zpracovat v symetrickém regulovatelném napájecím zdroji podle obr. 44. Protože se typická napájecí napětí elektronických obvodů pohybují od +5 V do ± 15 V (nejnovější systémy s napájením 3,3 V a menším zatím neuvažujeme, ale ani to není omezeno), je výstupní napětí tohoto modulu nastavitelné zhruba od $\pm 1,25$ V do ± 20 V. Vstupní napětí je filtrováno kondenzátory C1 a C2. Jako regulátory jsou použity monolitické stabilizátory LM317/LM337. Výstupní napětí je možné nastavit v uvedeném rozsahu trimrem P1 (P2). Napětí na referenčním vstupu stabilizátorů je filtrováno pomocnou kapacitou C3 (C4). Výstupní napětí obou polarit je ještě filtrováno

kondenzátory C5 až C8. LED LD1 a LD2 souží pro indikaci výstupního napětí. Protože proud LED je silně závislý na výstupním napětí, můžeme hodnotu R3 (R4) případně upravit. Pokud na místě LD1 a LD2 použije nízkopříkonový typ, je viditelný pro celý rozsah napájecích napětí (od 5 do 15 V). Diody D1 a D2 chrání stabilizátory proti poškození při výpadku napájecího napětí, kdy by vstupní napětí mohlo poklesnout rychleji než výstupní - pokud je na výstupu stabilizátoru například větší filtrační kapacita. Diody D3 a D4

naopak chrání připojené obvody. Pokud by došlo někde ke zkratu obou větví napájecího napětí, je pravděpodobné, že společné napájecí napětí se zhoupne na jednu či druhou stranu (do plusu či mínusu). Pokud není výstup chráněn proti přepólování diodami (jako jsou D3 a D4), hrozí zničení zapojených polovodičových součástek, protože většina z nich nesnáší přepólování napájecího napětí. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji stabilizovaného zdroje je na obr. 45, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 46.

V. Universální desky

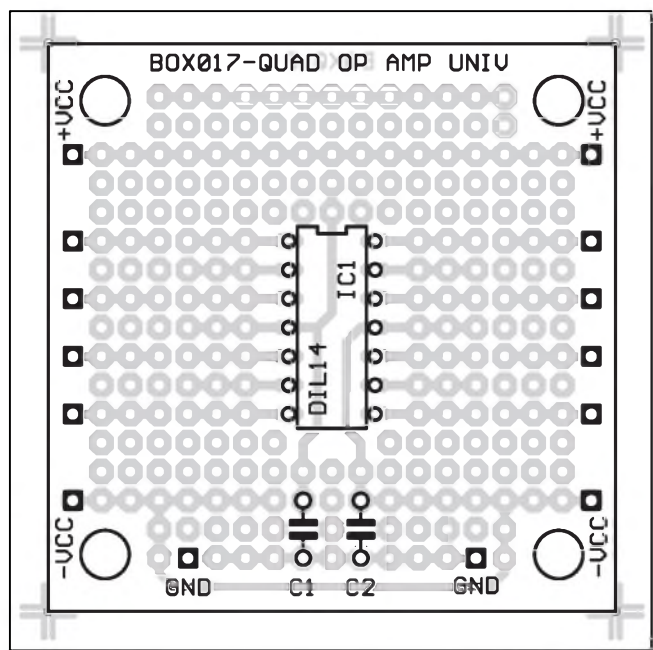
Přes veškerou snahu o unifikaci není možné (a asi by to ani nebylo efektivní) obsáhnout všechny možné obvodové struktury formou hotových modulů. Proto stále zůstanou aplikace, nebo jejich části, které bude nutno realizovat na universálních deskách. Protože opět značná část integrovaných obvodů má standardní zapojení vývodů (dvojnásobné nebo čtyřnásobné operační zesilovače, číslicové obvody apod.) snažili jsme se alespoň pro typické představitele připravit universální desky tak, aby

obvod sám byl pokud možno ošetřen (napájení včetně blokovacích kondenzátorů, vstupní a výstupní konektory atd.) Pro snadnější manipulaci s obvodem jsou všude použity objímky. Dostatek volných pájecích bodů okolo obvodu umožňuje i na relativně malé ploše navrhnout i poměrně složitá zapojení. A i v případě nedostatku plochy se nechá na základní desku usadit vedle sebe větší počet universálních desek. Některé z připravených universálních desek si zde popíšeme.

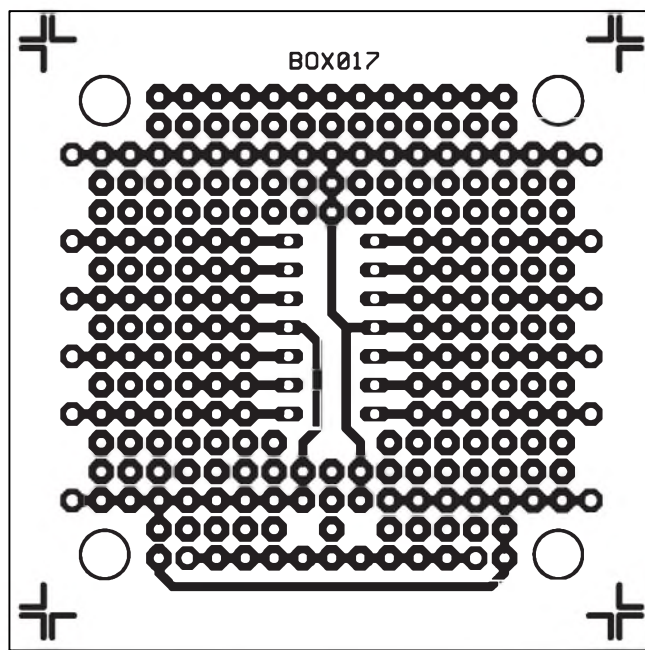
Seznam součástek

BOX 008

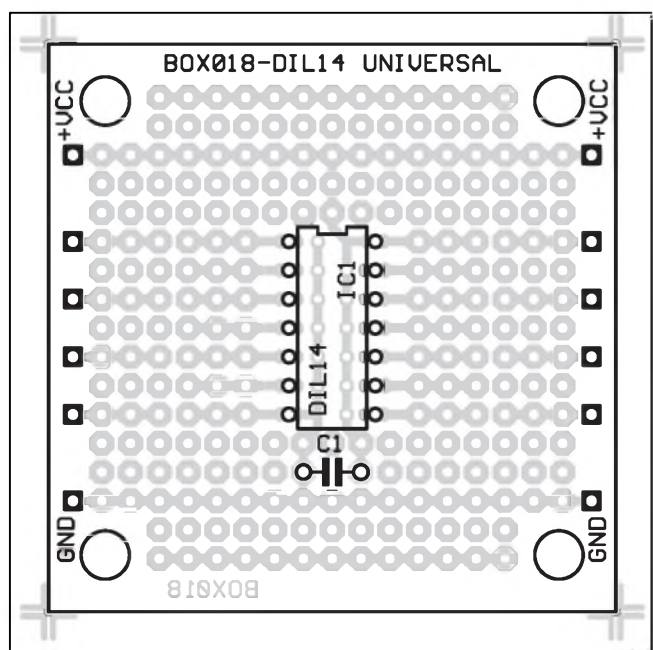
C1.....	100 nF
C2.....	100 nF
IC1.....	TL072
deska spojů	B008-DPS



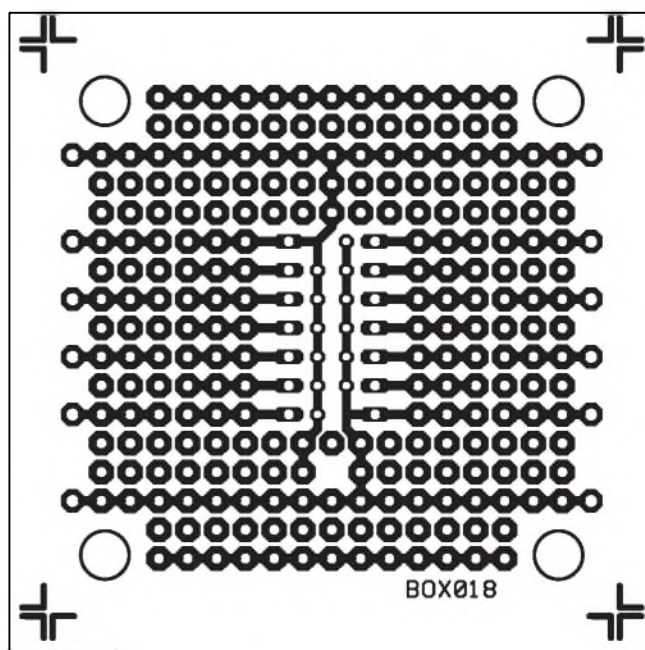
Obr. 50. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 51. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)



Obr. 52. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 53. Obrazec desky spojů (zvětšeno na 150 %)

Universální deska pro dvojité OZ

BOX 008

Tato universální vývojová deska obsahuje standardní zapojení dvojitého operačního zesilovače podle

obr. 47. Vstupy i výstupy jsou vyvedeny na připojovací konektory. Také napájecí špičky jsou na typickém místě. Další součástky je možné zapojit na zbývajících pájecích ploškách. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 48, obrazec jednostranné desky spojů na obr. 49.

Universální deska pro čtyřnásobný OZ

BOX 017

Protože i naprostá většina čtyřnásobných operačních zesilovačů má shodně zapojeny vývody, je tato deska

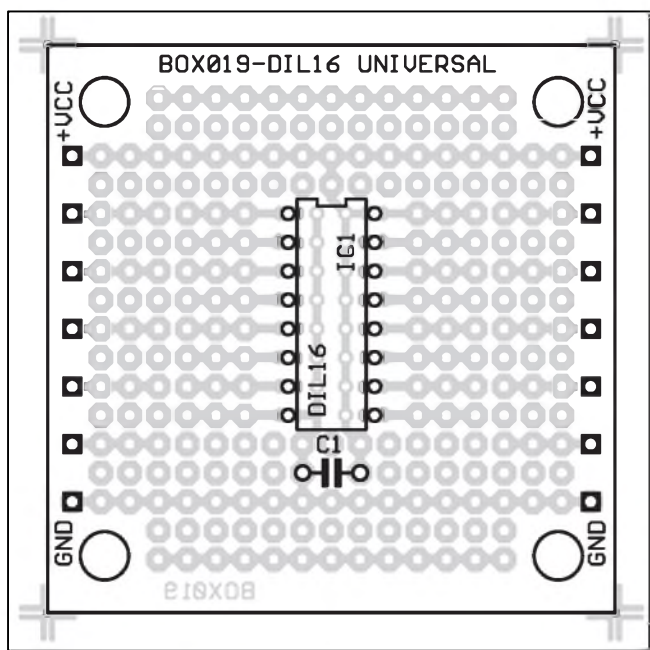
všestranně využitelná pro analogové obvody. Napájecí napětí jsou rozvedeny po desce a k vývodům OZ, napájení je blokováno kondenzátory C1 a C2. K volnému použití je celkem 8 konektorů na okrajích desky. Kombinace samostatných i propojených pájecích bodů usnadňuje zapojení dalších součástek. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 50, obrazec jednostranné desky spoji na obr. 51.

Universální deska pro číslicové obvody DIL14

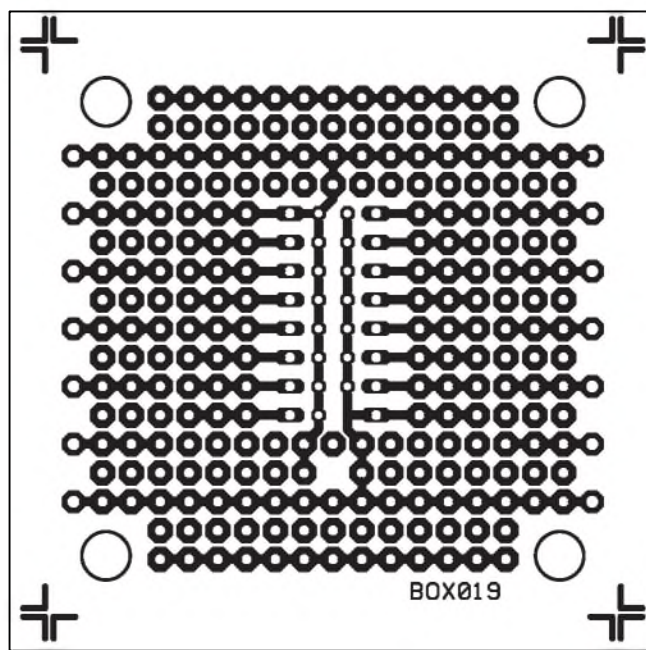
BOX 018

Naprostá většina běžných číslicových obvodů jak řady 74, tak i CMOS, má napájecí napětí přivedeno na diagonálně protilehlé vývody (7/14,

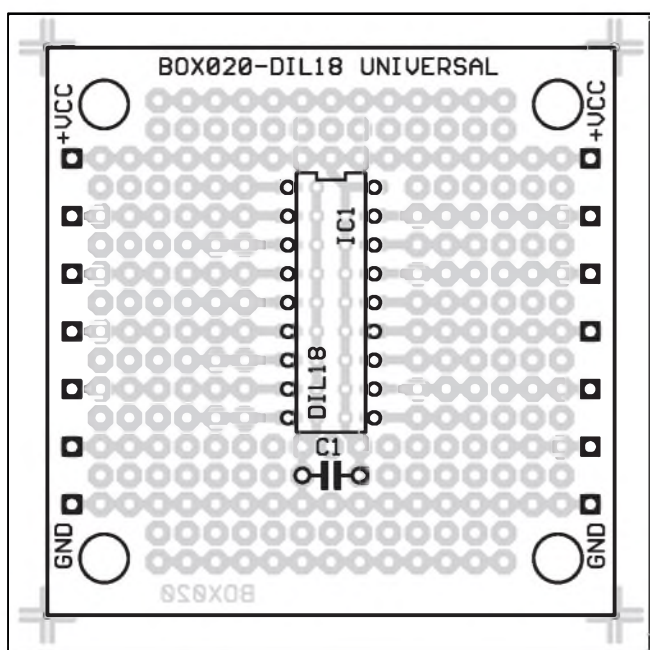
8/16 a 9/18). Pro obvody v pouzdru DIL14 je navržena univerzální deska podle obr. 52 a 53. Napájecí napětí a zem je rozvedeno po desce, u objímky pro obvod je i blokovací kondenzátor. Na okrajích desky je také 8 konektorů pro vstupy/výstupy. Kombinace volných i propojených pájecích bodů usnadňuje zapojení dalších součástek.



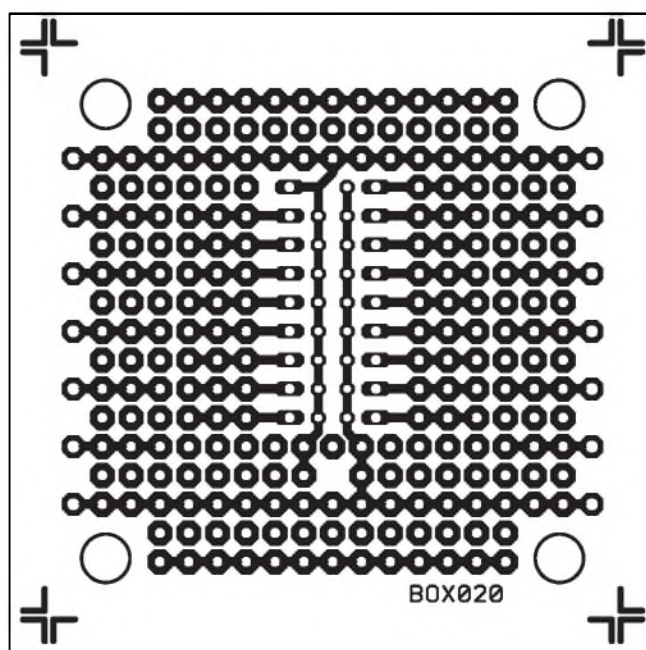
Obr. 54. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 55. Obrazec desky spoji (zvětšeno na 150 %)



Obr. 56. Rozložení součástek na desce modulu



Obr. 57. Obrazec desky spoji (zvětšeno na 150 %)

Universální deska pro číslicové obvody DIL16

BOX 019

Tato deska je obdobná jako v předchozím případě, pouze předpokládá pouzdro DIL16. Napájecí, zemnicí a vstupně-výstupní konektory jsou shodné jako u ostatních desek. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 54, obrazec jednostranné desky spoju na obr. 55.

Universální deska pro číslicové obvody DIL18

BOX 020

Poslední „zadrátovaná“ universální vývojová deska je pro obvody v pouzdru DIL18. Napájecí a zemnicí konektory jsou shodné jako u předchozích desek, pouze vstupních/výstupních konektorů je na desce 10. Přestože většina číslicových obvodů dodržuje standardní zapojení napájecích vývodů, existují i výjimky. Pro tyto případy je na všech „digitálních“ deskách upraven motiv napájecího a zemnicího vodiče tak, aby

se v případě alternativního připojení napájecího napětí původní spoje přeškrábaly a příslušný vývod obvodu se spojil s napájecím nebo zemnicím vodičem, taženým středem po obvodem. Protože desky jsou dodávány v provedení s nepájivou maskou, jsou pomocné otvory pro alternativní napájení pod obvodem vrtané a cínované. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 56, obrazec jednostranné desky spoju na obr. 57.

Universální vývojová deska

BOX 021

Poslední ze současně dodávaných universálních desek je na obr. 58. Deska má pouze rozvedené napájecí napětí (+VCC a GND) a 10 vstupně/výstupních konektorů. Je určena k propojení obvodů s vyšším počtem vývodů, realizaci obvodových struktur s diskrétními součástkami apod.

Závěr

O vývoji modulového systému DIABOX jsme v redakci přemýšleli již

dlouho dobu. S podobným systémem, založeným ale pouze na universálních deskách, na kterých se realizuje část obvodu a které si po rozebrání sestavy můžeme uložit pro příští použití, má již delší dobu dobré zkušenosti bývalý šéfredaktor Amatérského radia Ondřej Lukavský. My jsme tuto myšlenku rozšířili o návrh hotových modulů, které budou schopny samostatné funkce s použitím „on board“ součástek při zachování možnosti snadného připojení externích součástek při požadavku na přesnou hodnotu nebo rozsah ležící mimo oblast nastavitelnou přímo na desce.

Počet modulů se bude s každým následujícím číslem obou časopisů zvyšovat. V tomto směru rádi přivítáme jakékoliv vaše náměty, týkající se dalších připravovaných modulů, tj. jaké obvody se domníváte, že by v tomto systému neměly scházet. Svoje připomínky a návrhy zasílejte nejlépe e-mailem na naši adresu kraus@jmtronic.cz

Seznam součástek

BOX 018

C1..... 100 nF
IC1..... DIL14

Deska spoju..... B018-DPS

Seznam součástek

BOX 019

C1..... 100 nF
IC1..... DIL16

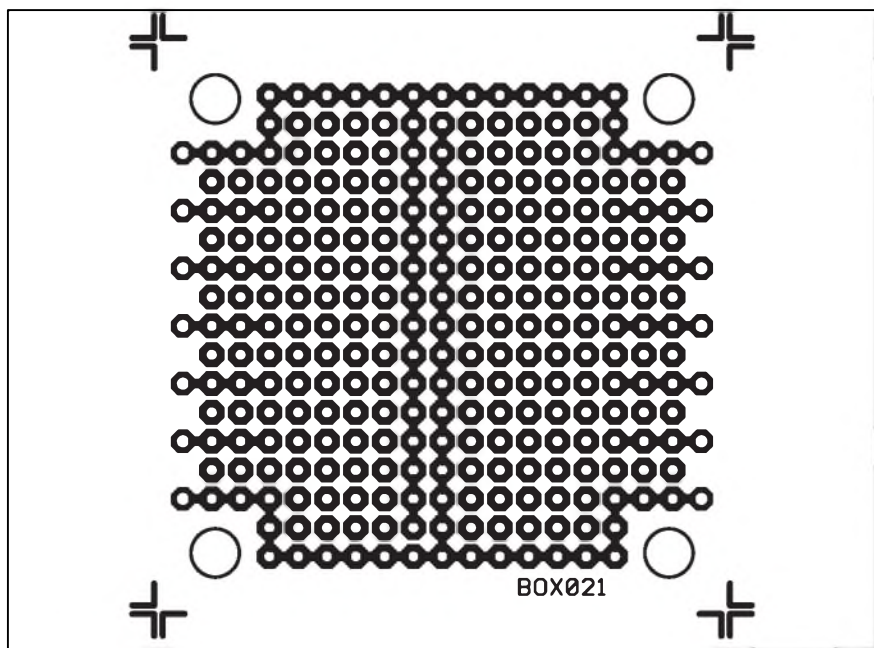
deska spoju..... B019-DPS

Seznam součástek

BOX 020

C1..... 100 nF
IC1..... DIL18

deska spoju..... B020-DPS



Obr. 58. Obrazec desky spoju (zvětšeno na 150 %)