

## Obsah

## Konstrukce

Funkční generátor s XR2206 (č. 435) .....	str. 5
Čítač 1 MHz (soutěž) .....	str. 13
Zálohovaný zdroj 1 + 1 A (č. 445) .....	str. 15
Teplotní rozdílový spínač (č. 452) .....	str. 17
Omezovač malých signálů (č. 453) .....	str. 18

## Vybrali jsme pro vás

Zajímavé IO v katalogu GM Electronic:	
11. Převodníky napětí na kmitočet I .....	str. 20
Výrobky firmy Schurter .....	str. 24
Zajímavé obvody firmy SGS-Thomson:	
VIPer20 – nový svislý inteligentní regulátor se zvýšeným výkonem .....	str. 31
LNBP – regulátory napájecího a ovládacího napětí pro satelitní anténní jednotky .....	str. 32

## Teorie

Test osciloskopu Tektronix TDS694C .....	str. 26
--	---------

## Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 37. část ....	str. 33
---	---------

## Zajímavosti a novinky

Konvertory Power Plaza; RF moduly 44 – 900 MHz; Kontakty Int'l Semiconductor Technology; Operační zesilovač National Semiconductor; Kondenzátor EPCOS místo autobaterie .....	str. 4
Nové výkonové tranzistory MOSFET; Nízkoúbytkový regulátor miniaturních rozměrů .....	str. 12
Napětím řízené krystalové oscilátory; Miniaturní oscilátory s teplotní kompenzací .....	str. 14

Bezplatná soukromá inzerce .....	str. 42
----------------------------------	---------

## Vážení čtenáři,

jsme rádi, že Vám můžeme nabídnout první letošní číslo opět v mírně pozměněné grafické podobě. Víme však, že hlavní je obsah časopisu a věříme, že také v tomto ohledu Vás uspokojíme. V této souvislosti jsme Vás již v prosincovém čísle informovali, že připravujeme určité změny také v uveřejňování Vašich příspěvků – konstrukcí a stavebnic. Povzbuzujeme Vás proto: zasílejte nám své příspěvky, případně nás kontaktujte, abychom Vám mohli sdělit více informací a zodpovědět Vaše dotazy.

Důležitou novinkou od ledna 2000 je předem avizovaná změna adresy našich webových stránek. Oproti původnímu předpokladu došlo ovšem k další změně: zaregistrovali jsme si doménu, a tak nová adresa našich webových stránek je [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz), základní adresa naší elektronické pošty pak [redakce@radioplus.cz](mailto:redakce@radioplus.cz). Spolu s touto změnou Vám předkládáme naše stránky na internetu aktualizované, doplněné a zveřejněné k jejich návštěvě.

Naším slovenským čtenářům připomínáme: chcete-li si zakoupit stavebnice, starší výtisky časopisu nebo zajistit předplatné, obraťte se, prosíme, na společnost GM Electronic Slovakia v Bratislavě – *velkoobchod*. A počítejte i s tím, že stavebnice je třeba objednávat – není možné je zakoupit u pultu. Kontaktovat tuto společnost se Vám jistě vyplatí. Například předplatné a vůbec ceny časopisů zde máte v nejvýhodnější cenové nabídce – předplatné: á 27 Sk (a poštovné se neplatí), prodej samostatných čísel: á 31,80 Sk (plus poštovné). Adresa: Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, nebo telefonujte na číslo 07/559 60 439 (fax: 07/559 60 120). Informace naleznete i na stranách 41, 42 u objednávkového formuláře.

Děkujeme za všechna milá přání do nového roku, která jsme od Vás obdrželi, a opětujeme je: všem přeje úspěšný, radostný a pokojný rok 2000.

Vaše redakce

Koláž na titulní straně: fotografie produktů firmy Schurter (k seriálu uvnitř časopisu) plus oscilogram k testu osciloskopu Tektronix TDS694C: týl impulsu z generátoru s tunelovou diodou při vypnutí jak byl zobrazen režimem proměnného dosvitu s 50násobným průměrováním; X = 100 ps/díl, Y = 10 mV/díl.

## Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

1/2000 • 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: [redakce@radioplus.cz](mailto:redakce@radioplus.cz) • URL: [www.radioplus.cz](http://www.radioplus.cz) • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Martin Trojan • Odborné konzultace: Vít Olmr, e-mail: [volmr@iol.cz](mailto: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. • Osvit: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/2492 0232, tel./fax: 02/2491 4621 • Tisk: Mír, a.s., Práteleství 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: Společnost holdingu PNS, a.s.; MEDIAPRINT&KAPA, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; 7RX. Objednávky do zahraničí vyřizuje: Předplatné tisku Praha, s.r.o., Hvožd'anská 5 - 7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: PNS Bratislava, Pribinova 25, Bratislava; Mediaprint, s.r.o., Vajnorská 137, 831 04 Bratislava. 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](mailto:send@send.cz), <http://www.send.cz>; Předplatné tisku, s.r.o., Hvožd'anská 5-7, Praha 4 - Roztyly, tel.: 02/67903106, 67903122, fax: 02/7934607. 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, P.O.Box 183, 830 00 Bratislava, tel.: 07/52444979 -80, fax/zázn.: 07/52444981 e-mail: [abopress@napri.sk](mailto:abopress@napri.sk), [www.abopress.sk](http://www.abopress.sk); PNS Bratislava, Pribinova 25, Bratislava, tel.: 07/50245246.

### Power Plaza: 6W DC/DC konvertory

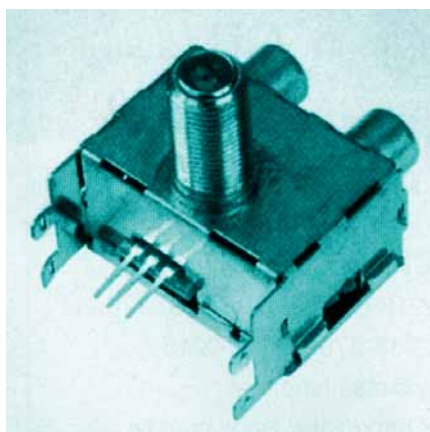
Společnost Power Plaza nabízí tyto zajímavé převodníky variabilně s jednoduchým a s dvojitým výstupem a se vstupem 5, 12, 24 a 48 V. Jejich rozměry jsou 47 × 27,9 × 8,9 mm. Pevný kmitočet je 300 kHz a maximální výkon v rozmezí od 5 do 6 W. Zatížení regulace je ±1 % u jednovýstupového a ±2,5 % u konvertoru se dvojitým výstupem. Fungují spolehlivě při teplotách v rozpětí od -20 do 71 °C (při 20 až 90% relativní vlhkosti vzduchu).

Více informací můžete nalézt na adrese: [www.powerplaza.co.kr](http://www.powerplaza.co.kr); případně si je vyžádat e-mailem: [kpfc@elim.net](mailto:kpfc@elim.net).



### Operační zesilovač v pouzdře 2 × 2,1 × 1 mm<sup>3</sup>

K novinkám firmy National Semiconductor ([www.national.com](http://www.national.com)) patří i řada operačních zesilovačů označená LPV. K napájení jim stačí napětí 2,7 V až 5 V, přičemž, ač je klidový napájecí proud pouze 9 mA, je šířka pásma 150 kHz. Řadu tvoří jednotlivý zesilovač LPV321, dvojitý LPV358 a čtyřnásobný LPV324. O jejich skutečně minimální rozměry (použité pouzdro SC70-5 je zatím nejmenší, které bylo použito pro operační zesilovač) a příznivou cenu se zasloužila pokročilá technologie Si-Gate-BiCMOS vyvinutá firmou NS. Ta v sobě spojuje vysokou rychlost bipolární a nízký odběr CMOS technologie.



### RF moduly pro kmitočty od 44 do 900 Mhz

Jsou v nabídce společnosti Pyeong Hwa Electronic. Mají typickou vstupní impedanci 75 Ω. Jejich šasi je zhotovené z 0,5 mm tenkého cínového plechu (víčko 0,3 mm). Moduly jsou testovány 24 hodin při teplotě 60 °C ±2 °C a při teplotě 40 °C (±2 °C) za 90 – 95% relativní vlhkosti vzduchu.



### Kondenzátor místo autobaterie

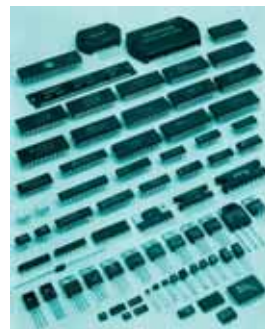
Firma EPCOS (<http://www.epcos.com>, dříve Siemens Matsushita Components) působivě předvedla na hannoverském veletrhu kondenzátory označené jako UltraCap. Namísto z klasické baterie byl vznětový motor VW TDI 1,9 l při extrémních podmínkách spolehlivě a snadno nastartován z bloku 6 sériově spojených kondenzátorů 2700 F/ 13,8 V, tedy o celkové kapacitě 450 F. Tyto kondenzátory označované také jako dvouvrstvé nebo superkondenzátory, představují vysoce

### Nové kontakty a kontaktní moduly

Tato novinka společnosti International Semiconductor Technology mají rozměry 11,8 × 13 mm, jejich páska je tenká 160 μm, celková tloušťka pak 560 μm při celkových rozměrech 7,7 × 7,8 mm. Vyznačují se mnohostranným designem a jejich povrch je o 50 – 70 % větší než u srovnatelných typů modulů.

Standardní kontaktní moduly jsou vyvinuty také pro drátové, leptané a tištěné antény; ty mají rozměry 12 × 7,75 mm, jejich páska je tenká 160 μm a jejich celková tloušťka je pak pouhých 460 μm – a to při celkovém rozměru 4,8 × 6,8 mm.

Pro více informací: [charchi@ist.com.tw](mailto:charchi@ist.com.tw)



účinný elektrochemický akumulátor velkého výkonu a podle jejich vlastností lze zařadit mezi elektrolytické kondenzátory a nabíjitelné baterie. Mohou s vysokou účinností akumulovat elektrickou energii a vydat ji jako krátký impuls vysokého výkonu.

Podle odborníků mají kondenzátory UltraCap enormní tržní potenciál. Očekává se, že naleznou použití v zdrojích nepřerušitelného napájení, elektrických systémech automobilů, elektromobilech a hybridních automobilech. V elektromobilech by mohly energeticky přispět během akcelerace, kvůli níž musí nyní mít hlavní baterie výrazně vyšší kapacitu a tedy i objem a hmotnost, než jaké stačí na jízdu stálou rychlostí. Ultrakondenzátor by se uplatnil i při brzdění, kdy by energií potřebnou pro zrychlování shromažďoval. Modul z těchto kondenzátorů tohoto druhu s kapacitou 100 F nabitý na 56 V může po 5 s dodávat výkon 12,5 kW, přičemž vnitřní odpor je 15 mW. Kondenzátory s kapacitou 8, 100 a 2700 F a moduly 100 F/56 V jsou již ve vzorcích dostupné.

### Elektronika v člancích na disketě 3,5"

databázový seznam článků s elektronickou a elektrotechnickou tematikou v čs. časopisech: Rádio plus-KTE, Praktická elektronika, Konstrukční elektronika, Stavebnice a konstrukce, Electus, AMA – magazin a Amatérské rádio. Archivuje seznam článků publikovaných v těchto časopisech od roku 1980 do konce roku 1999. Obsahuje již více než 12 000 záznamů.



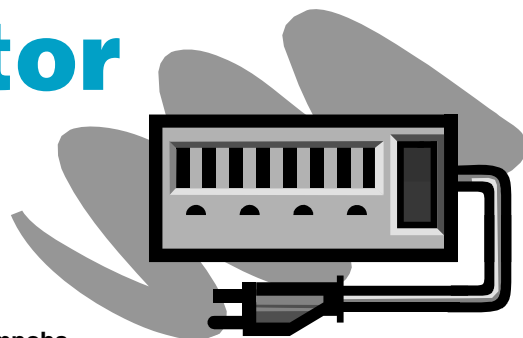
Seznam na disketě 3,5" na dobírku 298,- Kč včetně poštovního zašle:

**Kamil Donát, Pod sokolovnou 5, 140 00 Praha 4.**



# Funkční generátor s XR2206

stavebnice č. 435



Funkční generátor je přístroj nezbytně nutný pro ožívování a zkoušení mnoha zařízení z oblasti nf techniky. V čísle 8/97 jsme uveřejnili stavebnici generátoru s integrovaným obvodem MAX038, která pracovala až do kmitočtu 11 MHz, což je pro takové přístroje neobvyklé. Nyní přinášíme stavebnici generátoru s obvodem XR2206, jež se používá v mnoha profesionálních přístrojích. Výstupní kmitočet je sice "pouze" 100 kHz (nejvýše 200 kHz), což pro většinu aplikací bohatě postačí, ale navíc je zapojení vybaveno regulací výstupní amplitudy.

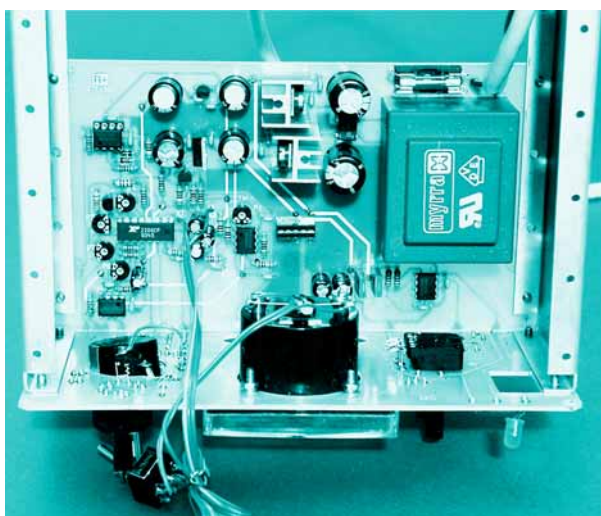
Integrovaný obvod XR2206, který je základem celé stavebnice, má své místo v měřicí technice (a nejen tam) již více než 20 let. Přesto si své postavení udržuje především díky své ceně a jednoduchosti ovládání spolu s dobrými parametry výstupních signálů. Nebudeme se zde příliš rozepisovat o vlastním obvodu, protože ten byl podrobně popsán v č. 9/99. Zaměříme se spíše na popis vlastního generátoru. Návrh byl realizován s ohledem na různé potřeby uživatelů. Proto je možné omezit frekvenční pásmo na 100 kHz, což je kmitočet, do kterého jsou výstupní průběhy na velmi dobré úrovni. Plošný spoj navíc umožňuje osazení víceotáčkového potenciometru pro nastavení kmitočtu, a tím zvýšení nastavovací přesnosti. Víceotáčkový potenciometr má vyšší životnost (a také cenu), ale neumožňuje rychlé přeladění. Dále je možné připojit modul měřiče amplitudy KTE436. Ten disponuje ručkovým měřicím přístrojem, který je pro náhledové nastavení výstupní úrovně zcela dostačující. Navíc měřicí přístroj lze využít pro nastavení zkreslení výstupního sinusového signálu (stavebnice KTE 447). Nebude-li měř-

cí přístroj osazen, lze prostor nechat volný, nebo jej využít pro umístění jednoduchého čítače.

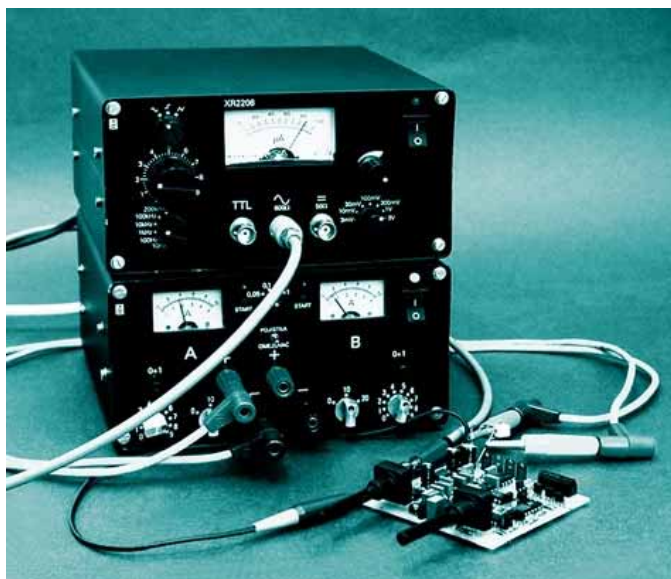
Stavebnice, tak jak je navržena, umožňuje generovat výstupní signál sinusového, pilového nebo obdélníkového signálu se střídou 1:1 a výstupní amplitudou až  $3 V_{ef}$  sinusového signálu. Výstupní kmitočet lze nastavit v rozmezí od 0,1 do 100 kHz v pěti rozsazích, respektive 0,1 – 200 kHz v šesti rozsazích. Pomocí vstupu Ext. lze výstupní kmitočet snadno řídit

vnějším stejnosměrným napětím a po připojení zdroje pilového průběhu i rozmítat. Výstupní amplituda se nastavuje v rozmezí 0 –  $3 V_{ef}$  v sedmi rozsazích dostavitelná potenciometrem a výstupní impedance je  $50 \Omega$  u stejnosměrné vazby a  $600 \Omega$  u vazby střídavé. Přestože generátor nemá možnost nastavení stejnosměrné složky a teoreticky se výstupní signál pohybuje vždy kolem "nuly", byly použity oba výstupy, aby se minimalizovala chyba nastavení pracovních hodnot IO. Stavebnice má navíc výstup pro buzení obvodů TTL, popř. i CMOS, při napájení 5 V. Síťový zdroj je nedílnou součástí stavebnice pro snížení vlivu případného nevhodného napájení na funkci generátoru.

Jak již bylo výše řečeno, základem

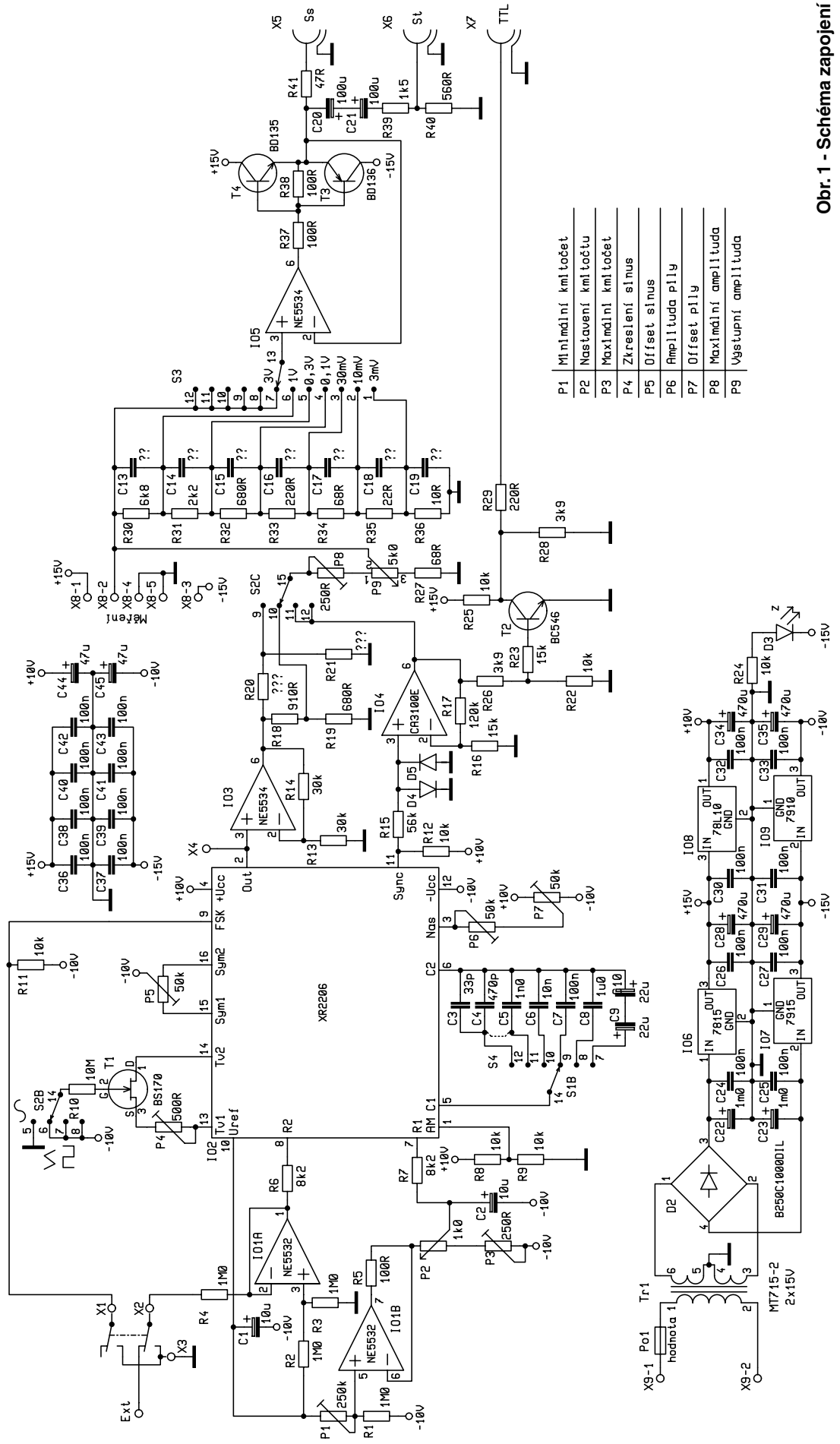


celého generátoru je integrovaný obvod IO2 typu XR2206. Výstupní kmitočet generátoru je dán časovacím kondenzátorem připojeným mezi vývody C1 a C2 a proudem do vstupů R1 nebo R2. Výběr vstupu R je dán napětím na klíčovacím vstupu FSK. V našem případě je pro vnitřní, a tedy nejčastěji používané nastavení použit vstup R1, který je řízen napětím ze zdroje konstantního proudu vytvořeného z nízkošumového operačního zesilovače IO1B a R5. Referenční napětí pro zdroj je odebíráno z výstupu Uref IO2 přes trimr P1. Zdroj konstantního proudu pro řízení výstupního kmitočtu byl zvolen pro linearizaci průběhu řídicího napětí, a operační zesilovač v jeho zapojení slouží pro snížení odběru z vnitřní reference IO2. Velikost řídicího proudu pro vstup R1 určuje rezistor R7 v závislosti na napětí děliče P2 a P3. Trimrem P1 se nastavuje maximální výstupní kmitočet, resp. velikost proudu do děliče. Potenciometrem P2 lze regulovat výstupní kmitočet, jehož minimální hodnotu lze do-  
stavit trimrem P3. Tímto zapojením lze snížit vliv tolerancí součástek na minimum a zvýšit stabilitu výstupního kmitočtu. Druhá polovina IO1 je zapojena jako sledovač a zvyšuje vstupní impedanci

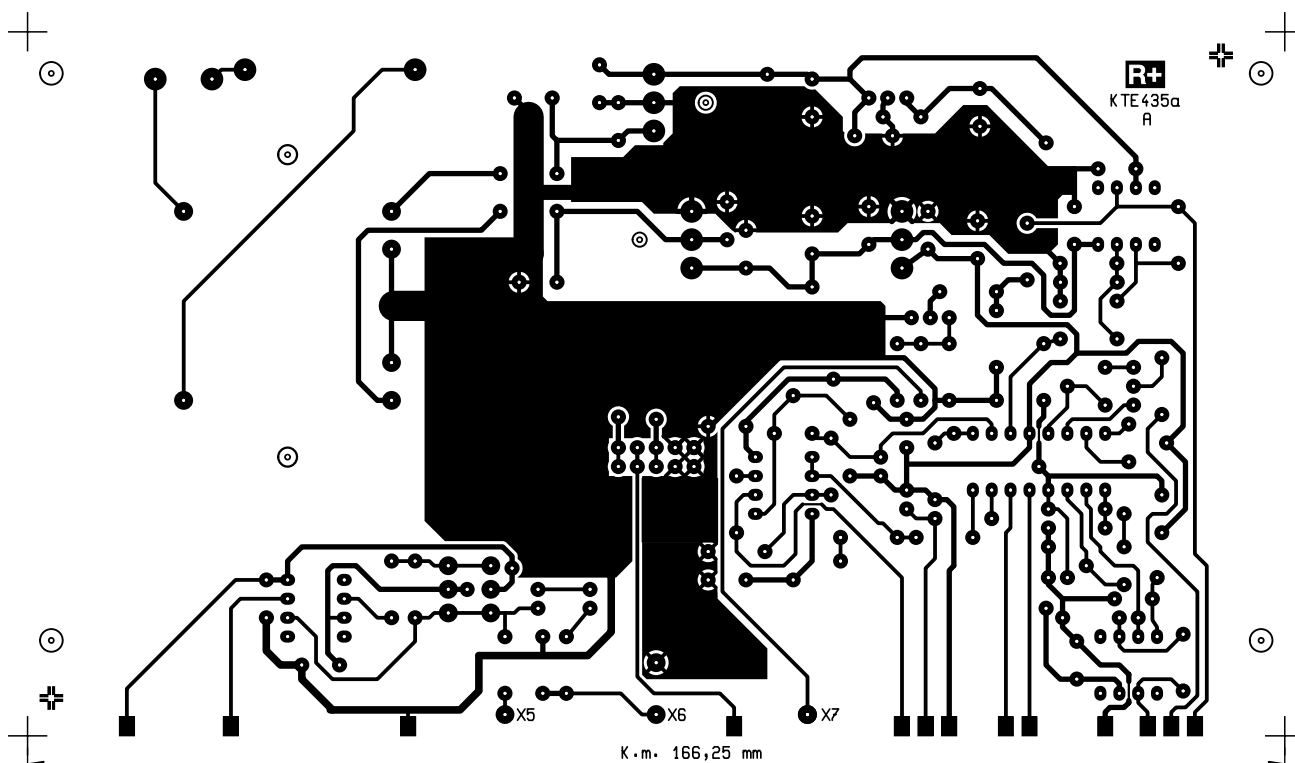


vnějšího řídicího napětí pro vstup R2. Vnější kladné řídicí napětí v rozsahu 0 – 10 V se v tomto případě připojuje na pájecí bod X2. Bod X1 slouží k ovládnání vnitřního přepínače vstupů mezi R1 a R2. Je-li X2, a tedy i vstup FSK IO2 připojen na GND, je aktivní vstup R1. Při nezapojeném X2 je vstup FSK pomocí rezistoru R11 připojen na -0 V a řídicí proud se odebírá ze vstupu R2. Časovací kondenzátory se na vstupy C1 a C2 připojují přes přepínač S1B, jehož druhá polovina je nevyužitá. Zkratovací propojka S4 umožňuje zablokovat poslední rozsah (tedy 200 kHz) v případě, že nebude využit. Použité kondenzátory by měly být fóliové s malou tolerancí, aby bylo možné přesné a stabilní nastavení výstupních kmitočtů. To samozřejmě není možné u nižšího ani nejvyššího rozsahu.

Z vnitřního zapojení integrovaného obvodu vyplývá, že nejprve se vytvoří signál obdélníkového tvaru, z něj integrátorem pilový průběh, a následně funkčním měničem sinusový tvar. V případě obdélníkového tvaru není co nastavovat, protože ten je vytvářen díky napětím řízeným oscilátorem VCO v závislosti na vstupním proudu R1 nebo R2. Avšak u pilového průběhu se trimrem P6 nastavuje výsledná amplituda a P7 určuje stejnosměrnou úroveň signálu. Na výstupu OUT je možné zvolit sinusový nebo pilový průběh a tvar průběhu se volí spojením (sinus) nebo rozpojením (pila) vývodů Tv1 a Tv2. Protože toto spínání by mělo být re-



Obr. 1 - Schéma zapojení



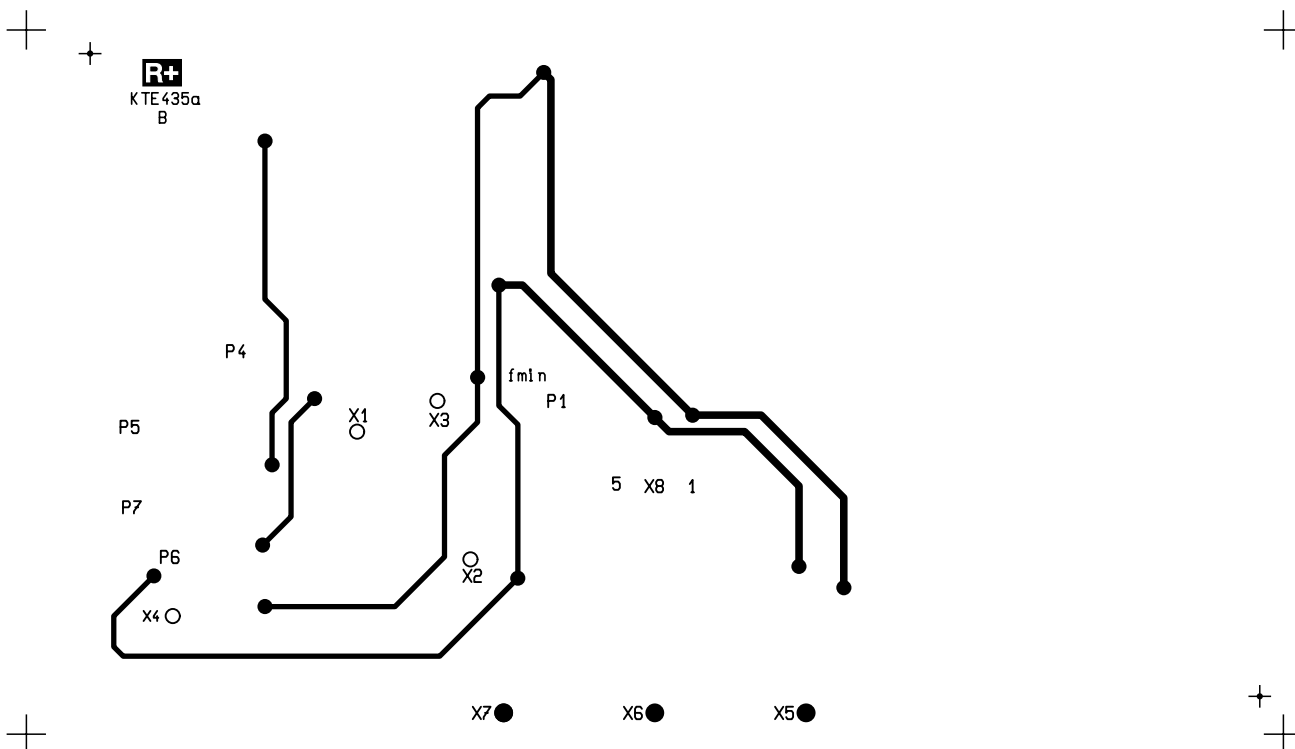
Obr. 2 - Deska s plošnými spoji KTE435a – strana A

alizováno s co nejmenšími parazitními kapacitami, tedy co nejkratším vodičem, aby nedocházelo k deformaci tvaru výstupního průběhu, je jako spínač použit tranzistor T1 typu JFET, umístěný co nejbližší u vývodů IO a ovládaný přepínačem S2B. Trimr P4 umožňuje nastavit správný tvar výstupní sinusovky, a tedy její zkreslení. Pomocí P5 se nastavuje ss výstupní úroveň sinusového průběhu.

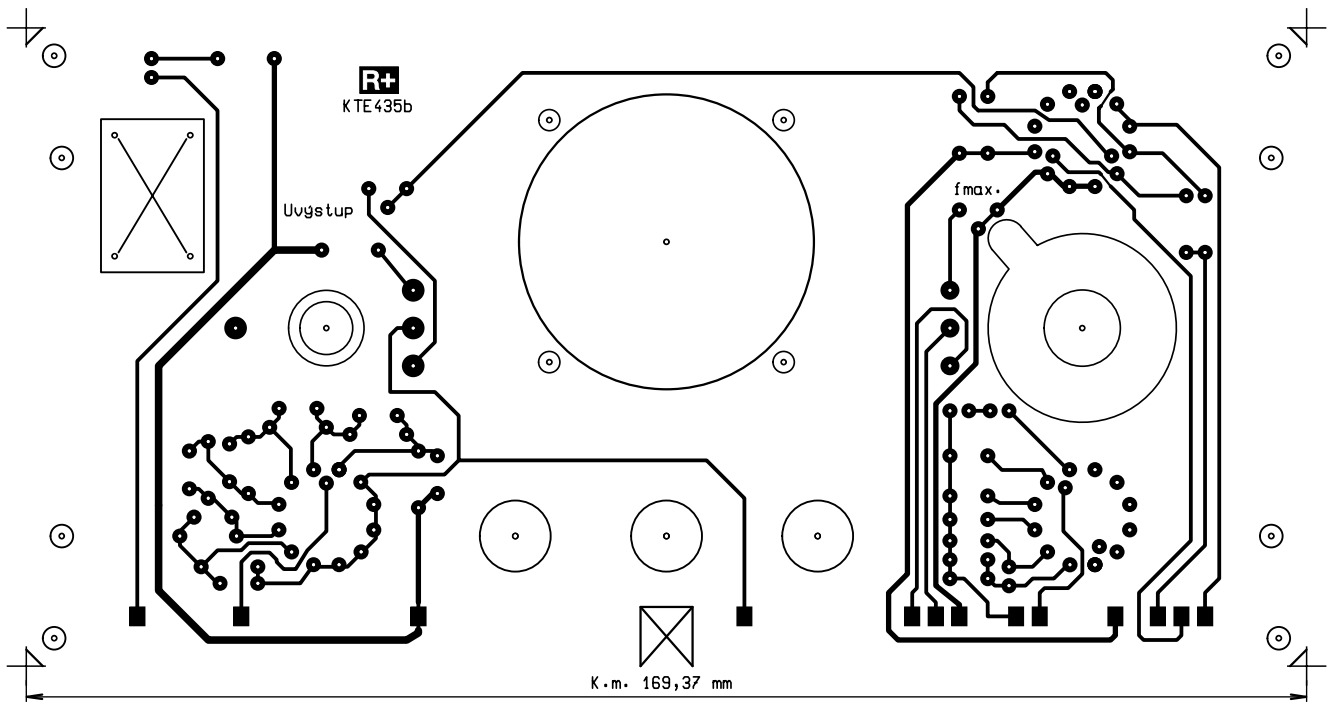
Výstupní úroveň na vývodu OUT IO2 je příliš nízká, aby výstupní sinusový signál generátoru dosahoval požadované hodnoty 3 V<sub>ef</sub>. Proto je v signálové cestě zapojen operační zesilovač IO3 se zesílením 2, který díky velké vstupní impedanci odlehčí výstupu funkčního generátoru, a tak přispívá ke zvýšení stability výstupní amplitudy. Odporové děliče R18, R19 a R20, R21 slouží k dostavení vý-

stupní amplitudy sinusového a pilového kmitočtu na stejnou špičkovou hodnotu.

Obdélníkový signál je odebírán z výstupu TTL IO2. Ten je vybaven výstupním tranzistorem s otevřeným kolektorem proti -U<sub>cc</sub>, a proto je rezistor R12 připojen ke kladnému napájecímu napětí. Protože však průběh není symetrický kolem GND, jsou v signálové cestě zapojeny diody D4 a D5, které výstupní hodnotu



Obr. 3 - Deska s plošnými spoji KTE435a – strana B



Obr. 4 - Deska s plošnými spoji KTE435b

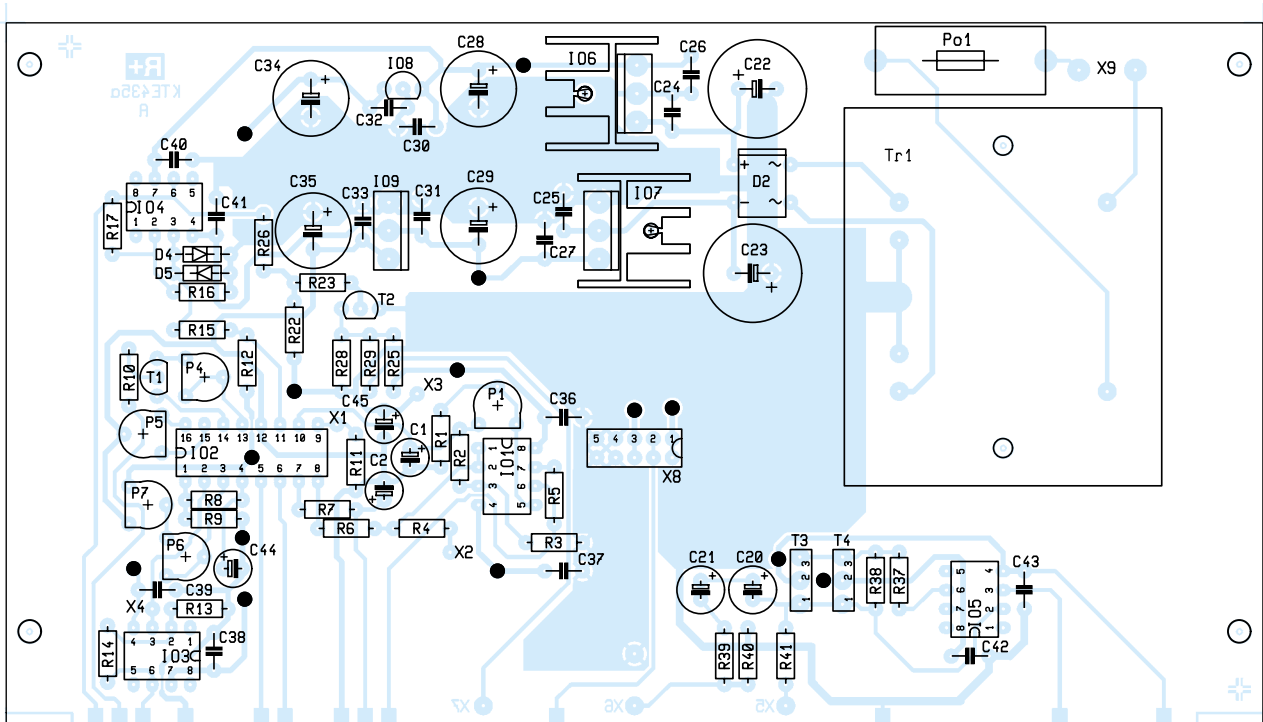
upraví na  $\pm 0,3$  V. IO4 poté zesílí signál na úroveň cca  $9 V_{SS}$ , která odpovídá špičkové hodnotě sinusového signálu  $3 V_{ef}$ . Takto zesílený průběh je přiváděn na přepínač funkce S2C a na tranzistor T2, který signál přizpůsobuje na hodnoty použitelné pro TTL logiku.

Z přepínače funkce S2C je signál veden přes potenciometr P9 pro jemné nastavení výstupní amplitudy na odporové děliče R30 – R36. Maximální hodnotu amplitudy lze nastavit trimrem P8. Signál

z běžce P9 je rovněž veden na konektor X8, ke kterému lze připojit modul pro měření výstupní amplitudy nebo zkresení. Odporový dělič R30 – R36 nastavuje rozsah výstupního signálu ve skocích po 10 dB (3,16 V; 1,00 V; 0,316 V...). Kondenzátory C13 – C19 připojené paralelně k příslušným rezistorům nejsou součástí stavebnice a slouží k frekvenční kompenzaci děliče. Koncový zesilovač IO5 je zapojen jen jako sledovač a slouží ke snížení výstupní impedance. Tranzis-

tory T4 a T5 chrání operační zesilovač před přetížením a v případě velkého odběru nebo zkratu na výstupu protéká většina proudu právě přes ně. Rezistor R41 chrání koncový stupeň, a tím i zdroj před zničením při výstupním zkratu. Kondenzátory C20 a C21 oddělují zbytkovou stejnosměrnou složku v signálu, která vzniká při chybném nastavením trimrů P7 a P5.

Napájecí zdroj je v tomto případě trochu složitější, protože IO2 má maximální



Obr. 5 - Rozmístění součástek



povolené napájecí napětí pouze na 26 V, resp.  $\pm 13$  V, což pro požadovanou výstupní úroveň 3 V<sub>ef</sub> nestačí.

Konstrukce je již dnes typická pro stavebnice měřících přístrojů zveřejněné v našem časopisu a je určena k vestavbě U-ECS302. Protože však, jak jsme již inzerovali, dané krabičky se již nevyrábí a tedy nejsou v námi používané prodejní síti dostupné, není krabička součástí stavebnice. Přesto situace není nikterak ztracená, protože těm, kteří si podobnou krabičku neumí sehnat sami a ani nejsou mechanicky zruční, aby si ji vlastnoručně vyrobili (výkresy mechanických rozměrů na adrese [www.radioplus.cz/ecs302.html](http://www.radioplus.cz/ecs302.html)), můžeme navrhnout alternativu v krabičce U-ECS303 z prodejen GM Electronic. Krabička je vhodné konstrukce, ale rozdílné šířky a bohužel také bez povrchové úpravy. Je tedy nezbytně nutné krabičku nejprve očistit od zbytků nečistot a koroze kouskem smirkového papíru a přestříkat nejprve základovou a poté i krycí barvou. Základní deska se pak připevní pomocí čtyř rozpěrných sloupků DI5M3×0,8, které se přišroubují ke spodnímu krytu krabičky. Do čelního panelu krabičky vyvrtáme čtyři otvory pro připevnění plošného spoje panelu pomocí distančních sloupků DI5M3×10. Rozpěrné sloupky nejsou součástí stavebnice, ale rádi vám je ke krabičce přibalíme.

Zapojení se skládá ze dvou desek plošných spojů, z nichž je jedna oboustranná. Před začátkem osazování základní desky nejprve převrtáme upevňovací otvory pro upevnění transformátoru, chladičů i samotné desky, a následně propojíme horní a dolní stranu kousky drátu. Poté přišroubujeme stabilizátory IO6 a IO7 k chladičům, vložíme do plošného spoje a zkontrolujeme, zda chladič sedí na desce. V opačném případě je nutno větším vrtákem zahлубit otvory pro vývody stabilizátorů, tak aby se vývody daly zasunout hlouběji. Dále již můžeme obvyklým způsobem osadit všechny součástky s výjimkou transformátoru.

Složitější situace je u desky panelu. Tam nejprve převrtáme otvory na přísluš-

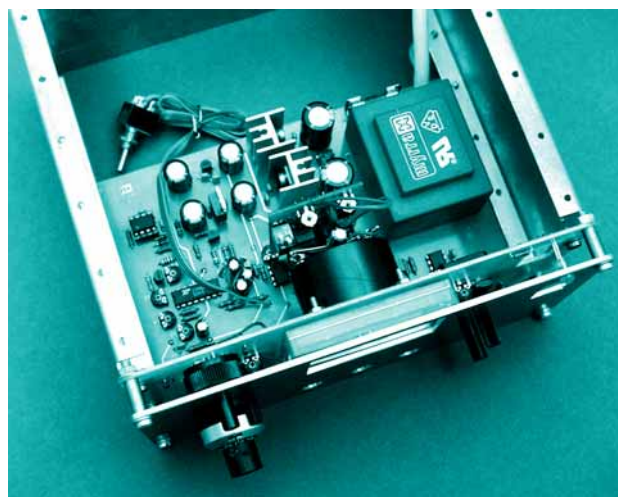
ný průměr, vyřízneme otvor pro síťový vypínač a dále musíme ujasnit, zda osadíme modul měření výstupní amplitudy a jaký typ potenciometru použijeme. Modul měření amplitudy (stavebnice KTE 436) se skládá z desky elektroniky a ručkového měřicího přístroje PM2-100 $\mu$ A. V případě osazení měřicího přístroje je nezbytné před zahájením osazování vyříznout (nebo vyvrtat) otvor  $\varnothing 38$  mm pro tubus mě-

řidla. Bude-li použit jiný typ měřicího přístroje, nelze použít vyznačené otvory na plošném spoji. Táž situace nastává u potenciometru pro nastavení kmitočtu. Do stavebnice je dodáván obyčejný potenciometr, ale rovněž je možno využít desetotáčkový typ 534. Tak získáme vyšší přesnost nastavení, ale ztratíme možnost rychlého přeladění kmitočtového pásma. V případě víceotáčkového potenciometru je rovněž nutno převrtat otvor ještě před zahájením osazování, a to včetně výběžku na protažení vývodů.

Před osazením potenciometrů a přepínačů zkrátíme jejich hřídelky na potřebnou délku. Osazujeme součástky podle jejich stavebních rozměrů od nejmenších až po největší. Pokud budeme generátor využívat pouze do frekvence 100 kHz, lze vynechat kondenzátory C3 a C4 a na pozici C4 dát pevnou drátovou propojku. Nakonec zapojíme přepínače a potenciometry, oba plošné spoje přišroubujeme k bočnicím krabičky a na přechodových ploškách propájíme.

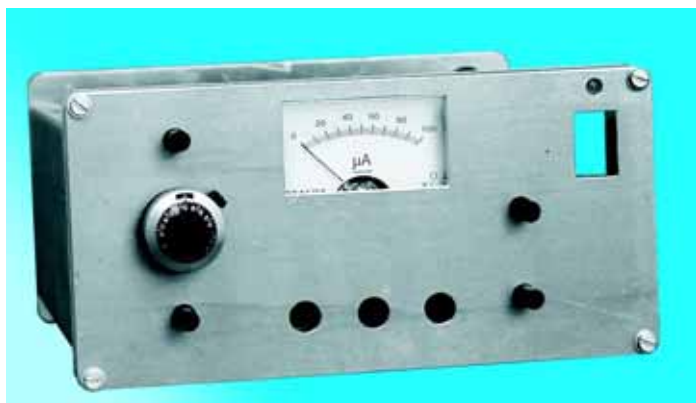
Konektor pro vnější ovládání není dodáván se stavebnicí, protože potřeby uživatelů jsou různé. Rovněž neoznačený dvojitý přepínač na externím řídicím vstupu není součástí stavebnice, protože některé konektory jsou podobným přepínačem vybaveny již ve své konstrukci a navíc je ponecháno na uživateli, zda možnost vnějšího řízení vůbec využije (neboť bez rozmítače nemá tento vstup žádný význam). Nebude-li externí řízení využito, je nutno body X1 a X2 připojit na GND.

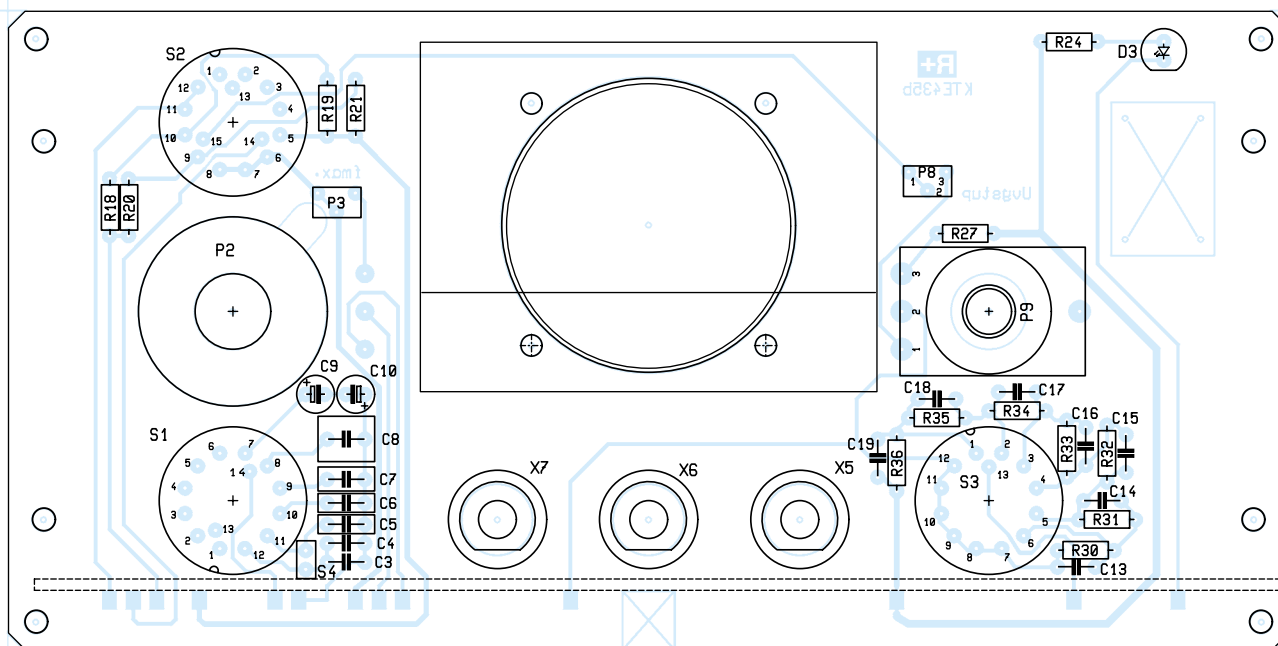
Před vlastním ožíváním připojíme nejprve pomocný, nejlé-



pe laboratorní, zdroj symetrického napětí  $\pm 17$  V na vstupní (střídavé) vývody usměrňovače D2, zkontrolujeme odběr proudu, a případně tak odhalíme zkratky nebo obráceně zapojené integrované obvody. Proud odebíraný ze zdroje nesmí přesáhnout hodnotu  $\pm 100$  mA, ale spíše se bude pohybovat okolo  $\pm 50$  mA. Poté můžeme přišroubovat a zapájet transformátor se síťovým příívodem a zkontrolovat hodnoty napájecích napětí.

Nyní může začít poměrně složitý proces ožívání a nastavování. Nejprve nastavíme minimální a maximální kmitočet generátoru, a k tomu využijeme obdélníkový průběh. Osciloskop, nebo lépe čítač, připojíme na výstup IO4 (vhodným bodem pro připojení je některý z vývodů potenciometru P9) a trimrem P1 nastavíme maximální (P2 v poloze maximální) a P3 minimální (P2 v poloze minimální) kmitočet generátoru. Rozsah zvolíme podle použitého potenciometru. Nastavování není vhodné provádět na nejnižším ani nejvyšším rozsahu, protože kondenzátory použité na tyto rozsahy mají velkou toleranci hodnot ( $\pm 20$  %). Nyní můžeme přistoupit k nastavení parametrů sinusového a pilového průběhu. K tomu využijeme měřicí bod X4, který vybavíme kouskem drátu pro připojení osciloskopu. Přepínačem S2 nastavíme pilový průběh na výstupu OUT (poloha druhá zleva) a trimrem P6 vytočeným zcela doleva nastavíme maximální amplitudu pilového signálu. Nyní otáčíme trimrem P7 tak, aby omezení sinusového průběhu bylo symetrické. Dále snižujeme pomocí P6 amplitudu pilového signálu na maximální nezkreslenou hodnotu a případně znovu upravíme stejnosměrnou úroveň (symetrii omezení). Výstupní amplituda by měla být cca 11,0 V<sub>ss</sub>. Přepneme přepínač S2 do polohy sinus (první zleva) a trimrem P5 nastavíme symetrii sinusového signálu okolo nuly. Trimrem P4 nastavíme výstupní zkrslení na nejnižší hodnotu. Protože vizuální





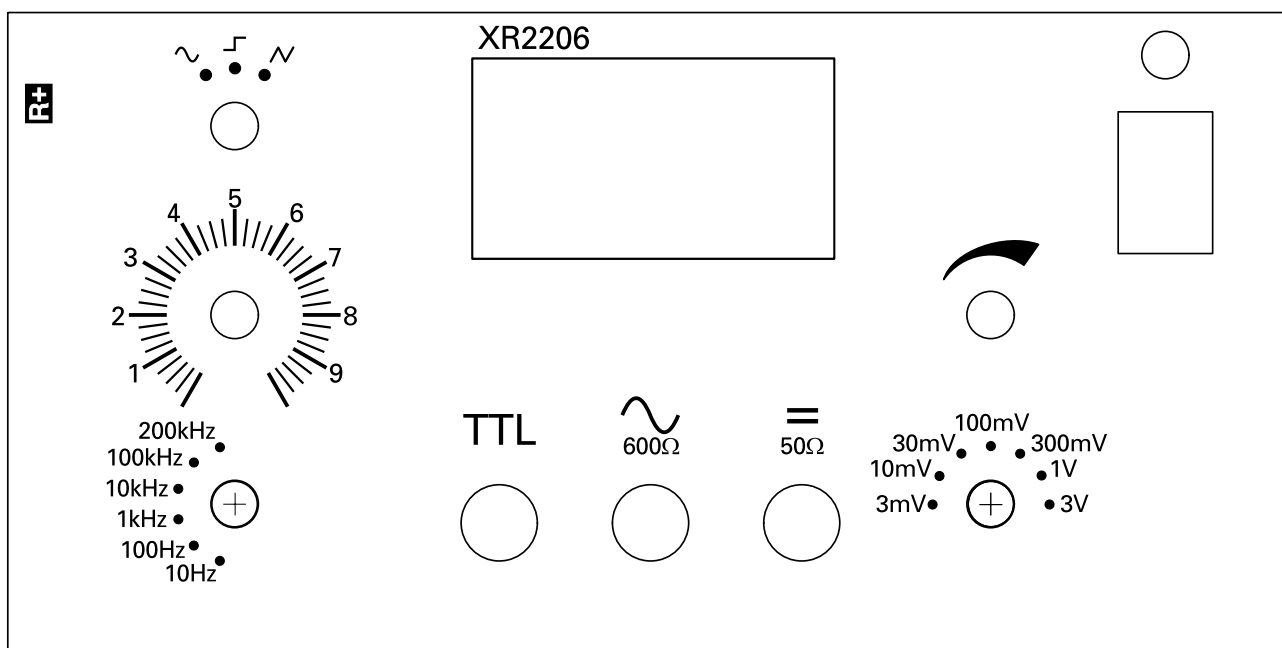
Obr. 6 - Osazení čelního panelu

nastavování podle tvaru sinusovky je dost nepřesné a ne každý má k dispozici měřič zkreslení, připravili jsme jednoduchý měřič zkreslení jako stavebnici KTE447. Navíc lze zkreslení snížit nastavením amplitudy sinusového signálu trimrem P4 na hodnotu cca  $4,40 V_{\text{ss}}$  (při amplitudě pily  $11,0 V_{\text{ss}}$ ). Toto nastavení není sice nijak odborné a ani přesné, ale lepší něco než nic.

Dále můžeme přistoupit k nastavení výstupní amplitudy. Jako měřicí bod využijeme vývod 15 přepínače S2C a výchozí úroveň bude špičková hodnota obdélníkového průběhu. Ta by měla být

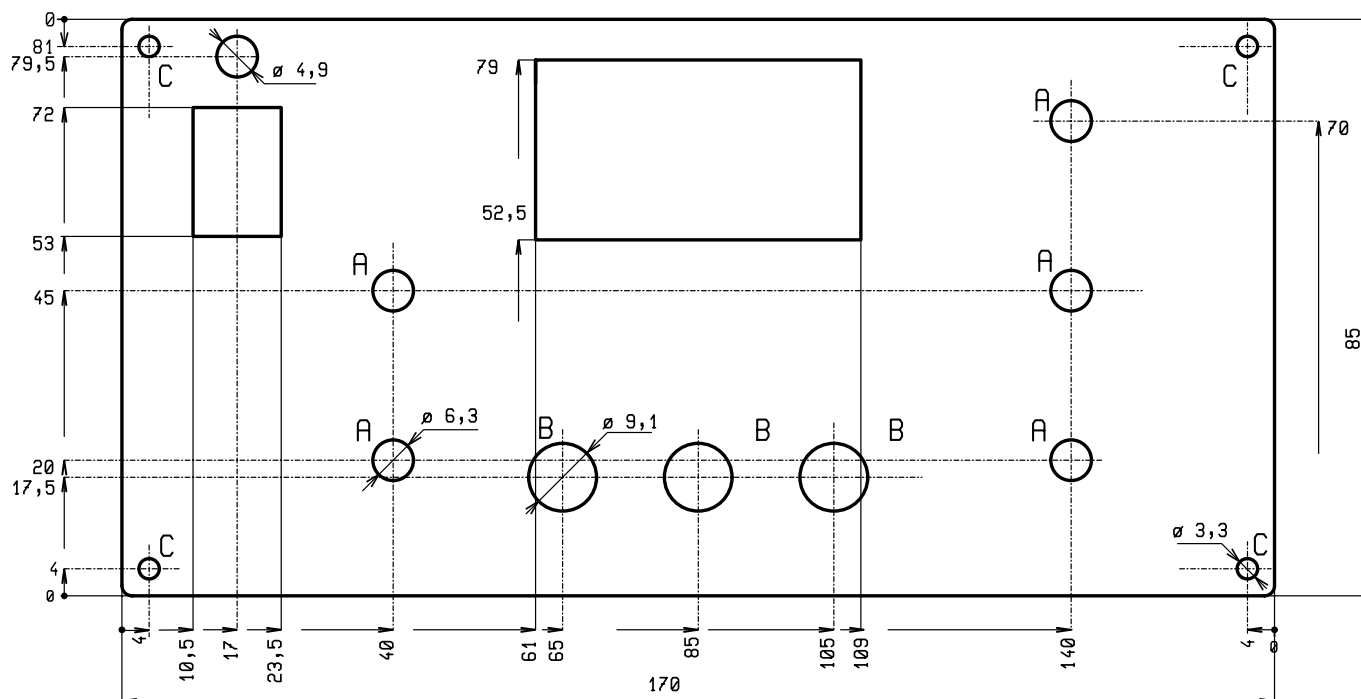
$8,56 V_{\text{ss}}$ . Špičková hodnota obdélníkového, pilového a sinusového průběhu mají být stejné. K tomu slouží odporové děliče R18, R19 pro pilový tvar a R20, R21 pro sinusovku. Na zkoušených vzorcích nebylo děliče R20 a R21 třeba a byl vynechán, protože hodnoty jednotlivých průběhů se lišily v rozmezí  $\pm 1\%$ , což je zcela dostačující. Na plošném spoji však byly pozice pro součástky děliče zachovány pro případný zájem uživatelů o vyšší přesnost. Trimrem P8 se nastavuje na vývodu 1 P9 hodnota  $3,16 V_{\text{ef}}$  ( $9,04 V_{\text{ss}}$ ) sinusového průběhu. Protože se efektivní hodnoty jednotlivých průběhů při stej-

né špičkové hodnotě liší, je dělič "kalibrován" pro efektivní hodnotu sinusového průběhu, který je nejčastěji používán, a při oživování nf zařízení nás zajímá právě tato hodnota. Dále zkontrolujeme funkčnost přepínače S3, resp. děliče R30 – R36 měřením amplitudy na výstupu generátoru. Výsledné hodnoty se mění ve skocích po 10 dB. V případě, že přenos koncového stupně bude znatelně jiný než 1, lze výstupní amplitudu trimrem P8 upravit. Kompenzační kondenzátory C13–C19 nebyly na zkoušených vzorcích třeba (zkreslení způsobené děličem nestálo za námahu), přesto jsme na plošném



Obr. 7 - Popis čelního panelu





Obr. 8 - Kótování čelního panelu

spojí ponechali jejich pozice pro případné experimentátory.

Tím je oživován a nastavován u konce. Obdobný generátor je v naší vývojové dílně již několik let používán k naprosté spokojenosti. Drobné odchylky od ideálních parametrů (zkreslení < 1 %, amplituda < 1,5 %), stejně jako horší obdélníkový průběh na frekvencích vyšších než 100 kHz, nejsou v amatérské praxi překážkou.

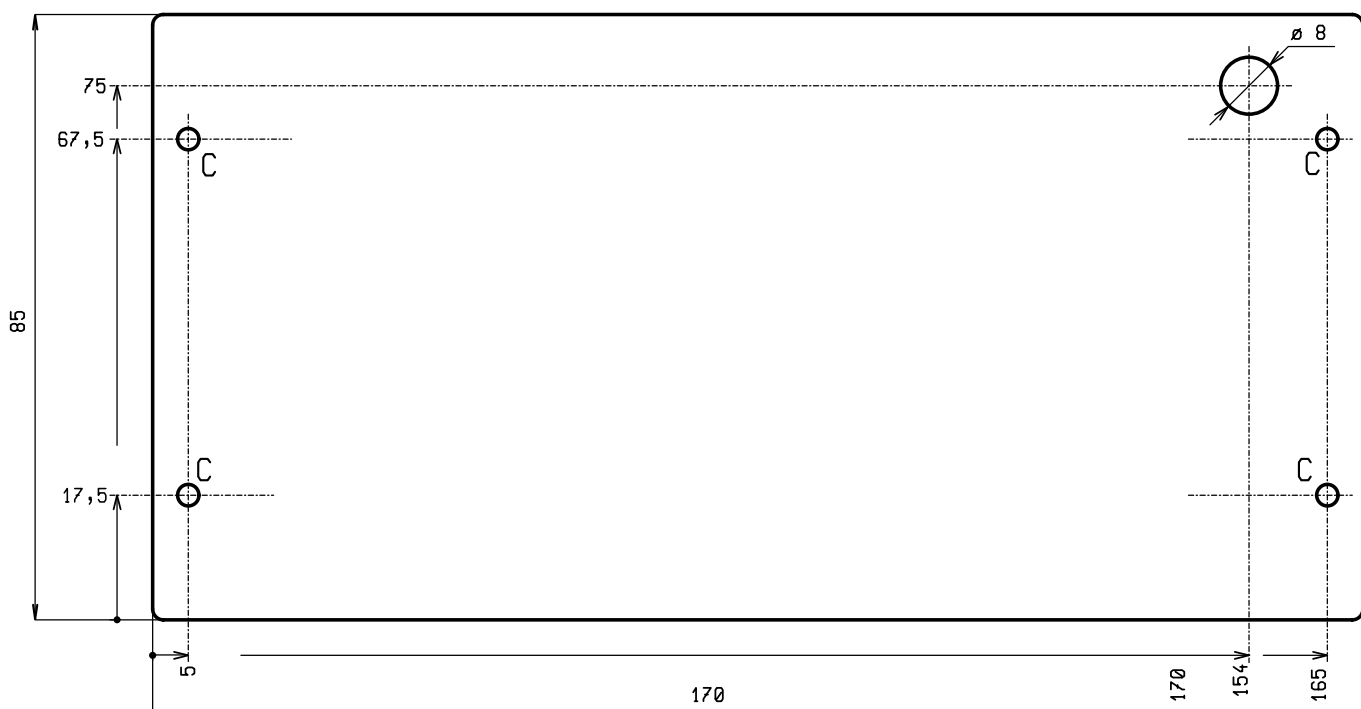
Jak již bylo zmíněno, k tomuto generátoru je samostatně dodáván také mo-

dul pro měření výstupní amplitudy, doplňkový modul pro měření zkreslení a jednoduchý čítač pro měření frekvence. K těmto připojením těchto bloků slouží konektor X8 a bližším popisům se budeme věnovat v popisech příslušných stavebnic.

R8, R9, R11, R12,	
R22, R24, R25	10k
R10	10M
R13, R14	30k
R15	56k
R16, R23	15k
R17	120k
R18	910R
R19, R32	680R
R20, R21	viz text
R26, R28	3k9
R27, R34	68R
R29, R33	220R

**Seznam součástek**

R1 – R4	1M0
R5, R37, R38	100R
R6, R7	8k2



Obr. 9 - Kótování zadního panelu

R30	6k8
R31	2k2
R35	22R
R36	10R
R39	1k5
R40	560R
R41	47R
C1, C2	10 $\mu$ /25V
C3	33p
C4	470p
C5	1n0/J CF2
C6	10n/J CF2
C7	100n/J CF2
C8	1 $\mu$ 0/J CF1
C9, C10	22 $\mu$ /16V
C13 – C19	viz text
C20, C21	100 $\mu$ /16V
C22, C23	1m0/35V
C24 – C27, C30 – 33,	
C36 – 43	100n
C28, C29,	
C34, C35	470 $\mu$ /16V

C44, C45	47 $\mu$ /16V
P1	250k PT6V
P2	1k0 PC16ML
P3, P8	250R PT6H
P4	500R PT6V
P5 – P7	50k PT6V
P9	5k0 PC16ML
D2	B250C1000DIL
D3	LED 5mm LOW zelená
D4, D5	1N4148
T1	BS170
T2	BC546
T3	BD136
T4	BD135
IO1	NE5532
IO2	XR2206
IO3, IO5	NE5534
IO4	CA3100E
IO6	7815
IO7	7915
IO8	78L10
IO9	7910

S1	SB20-2
S2	SB20-3
S3	SB20-1
X5 – X7	BNC-Z50
X8	BL210G
Po1	T 50 mA
Tr1	MT715-2 2 $\times$ 15V
1 $\times$ plošný spoj KTE335a	
1 $\times$ plošný spoj KTE335b	
1 $\times$ pojistkový držák KS205W	
2 $\times$ izolační podložka GL530	
2 $\times$ izolační podložka IB2	
2 $\times$ chladič V7141	
1 $\times$ síťový vypínač P-H8550VB01	
1 $\times$ přístrojový knoflík P-S8877	
4 $\times$ přístrojový knoflík P-S8879	

Cena stavebnice je 2 580 Kč. Zásilka obsahuje všechny položky, které uvádíme v seznamu. Objednávat ji můžete opět v naší redakci. Moduly pro měření amplitudy a zkreslení uveřejníme příště.

## Nové výkonové tranzistory MOSFET

Odpor v sepnutém stavu patří při spínání stejnosměrného proudu při řízení napájení k nejdůležitějším parametrům ovlivňujícím energetické ztráty a životnost baterie v mobilních zařízeních. Firma International Rectifier ([www.irf.com](http://www.irf.com)), která je původcem šestiúhelníkového uspořádání dílčích tranzistorových buněk architektury výkonového čipu označované jako HEXFET, přichází díky jejímu dalšímu vývoji s novými typy tranzistorů MOSFET, jejichž odpor v sepnutém stavu je až o 80 % nižší vůči dosud standardním hodnotám. Např. nový tranzistor IRF7663 v pouzdře SOT-23 má  $R_{DS(on)}$  jen 20 mW. To je o 38 % méně než v tomto smyslu dosud nejlepší tranzistor firmy IR s kanálem P v pouzdře SO-8, přičemž se jeho půdorysná plocha zmenšila na polovinu. Nové tranzistory jsou určeny zvláště pro použití v napájecích částech mobilních telefonů, notebooků. Současně IR zavádí nový typ pouzdra TSOP-6, které je při stejném půdorysu jako SOT-23 o 24 % nižší.



### MOSFETY pro náročné prostředí

Jako výkonové spínače pro stále rostoucí množství elektronických systémů v automobilech, případně pro systémy UPS jsou určeny nízkonapěťové, polem řízené tranzistory MOSFET od International Rectifier označené jako řada "Benchmark". Nové řešení čipu vycházející z architektury HEXFET vyloučilo potřebu kompromisu mezi hodnotou odporu

a odolnosti vůči napěťovým špičkám, na které je elektrická síť automobilu bohatá. Tranzistory Benchmark mohou pracovat do teploty okolí +175 °C, což řeší problémy s umístěním výkonových elektronických systémů. Některé typy přicházejí navíc v novém pouzdře označeném Super-220, jehož řešení umožnilo při stejném půdorysu zvětšit objem čipu a tím snížit  $R_{DS(on)}$  a zmenšit tepelný odpor. V novém pouzdře je např. MOSFET IRFBA1404 pro napětí  $U_{DS} = 40$  V a kolektorový proud  $I_D = 85$  A, který má odpor v sepnutém stavu 3,5 mW. Neopouštěný čip IRFC2907, který je určen pro kolektorový proud až 230 A má  $R_{DS(on)} = 3$  mW. Nové MOSFETY mohou být použity např. v zdrojové části, brzdovém systému nebo posilovači řízení. Vedle snížení ztrát je s nimi možné snížit velikost a počet dosud pro snížení odporu paralelně zapojovaných tranzistorů.



### Integrovaný řídicí obvod

Obvykle sestávají impulzní regulátory napětí v případě zátěže vyššími proudy, z integrovaného kontroléru a vnějšího spínače, většinou výkonového tranzistoru MOSFET (a samozřejmě příslušných pasivních součástek). V případě synchronního snížovacího regulátoru napětí jsou třeba dva jednotlivé nebo jeden dvojitý MOSFET. V řešení, které nabízí nyní firma Micrel Semiconductor ([www.micrel.com](http://www.micrel.com)), stačí jediný z integrovaných obvodů MIC2177-9 v pouzdře SOIC-20, případně SSOP-20, který vedle řídicího obvodu již oba MOSFETY v pouzdře obsahuje. S tímto integrova-

ným obvodem lze docílit účinnost vyšší než 95 % při proudech až 2,5 A v případě MIC2177-8, případně, 1,5 A pro MIC2179. Spínací kmitočet je 200 kHz. Protože je možná střída i 100 %, tedy úplné otevření spínače, postačí k udržení stabilního výstupu rozdíl vstupního a výstupního napětí 150 mV. K řízení se využívá pulsní šířková modulace. Výstupní napětí je buď pevné 3,3 V, 5 V nebo je nastavitelné externím děličem.

### Nízkoúbytkový regulátor s minimálními rozměry

Nízkoúbytkové regulátory napětí (LDO – Low-Dropout) jsou důležitou součástí napájecích obvodů bateriově napájených přístrojů protože umožní využít co nejvíce kapacitu použité baterie. Současně jsou pro tyto aplikace většinou důležité i co nejmenší rozměry. K nejmenším obvodům tohoto druhu patří nový LDO MIC5213 od firmy Micrel Semiconductor, který je umístěn v pouzdře Micrel označeném TeenyÖ SC-70 a dodáván s výstupním napětím 2,8 V, 3 V, 3,3 a 3,6 V. Toto pouzdro je poloviční proti již tak malému SOT-23. Navíc postačí k stabilitě funkce regulátoru je malý keramický kondenzátorový čip 0,47 mF. Při maximálním odebraném proudu 80 mA, postačí k funkci regulátoru rozdíl mezi vstupním a výstupním napětím 300 mV. Klidový odběr LDO je 180 mA. Signálem SHUTDOWN lze MIC5213 uvést do stavu se zanedbatelným odběrem. Jeho výhodou je i ochrana proti přepólování na vstupní straně a tepelná ochrana. Regulátor je určen pro použití v mobilních telefonech, přenosných počítačích, snímačích čárového kódu nebo jako postregulátor za spínané zdroje.



# Čítač 1 MHz

## s automatickou změnou rozsahu

Ing. Michal Luner

Popisovaný měřič kmitočtu je koncipován jako modul pro zabudování do přístrojů produkujících signál s nastavitelným kmitočtem (generátory funkcí, impulzní generátory atd). Zde výrazně zkomfortní obsluhu přístroje a navíc odstraní pracné cejchování stupnice a výběr časovacích prvků. Mechanická koncepce umožňuje umístit displej i samostatně.

### Technické parametry

kmitočtový rozsah: 0 – 1 MHz  
 úroveň vstup. signálu: TTL  
 (obdélníkový průběh)  
 zobrazení: čtyřmístný displej  
 (s desetinnými tečkami; údaj v kHz)  
 napájení: +5 V / cca 70 mA

### Popis zapojení

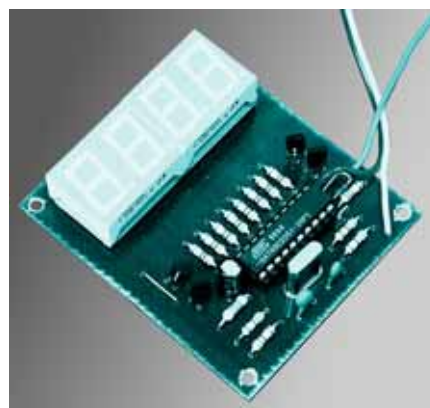
Zapojení sestává z mikrořadiče AT-MEL AT89C2051 a čtyřmístného LED displeje provozovaného v multiplexním režimu. Hodinový kmitočet pro mikrořadič obstarává krystal 24 MHz s kondenzátory C1 a C2. Součástky C3 a R13 tvoří tzv. reset obvod, který zajišťuje po přivedení napájecího napětí zpožděné spuštění mikrořadiče. Diody D1 a D2 s odporem R14 chrání vstup čítače. Tranzistory T1 až T4 spínají společné anody jednotlivých číslic displeje. Odpory R1 až R8 omezují proud segmenty a ovlivňují tak jejich svít a proudovou spotřebu celého čítače. Proto je vhodné použít vysokosvítivé typy displejů.

Měřený signál v úrovni TTL (5 V) je přiveden na vstup prvního čítače obsaženého v mikrořadiči. Druhý čítač je využíván v režimu časovače jako časová základna 1 s, 100 ms, resp. 10 ms dle rozsahu. Po skončení každé měřicí periody je stav čítače přečten, převeden na kód pro sedmissegmentový displej a výsledek zobrazen. Současně se otestuje vhodnost měřicího rozsahu. Nevyhovuje-li, provede se jeho snížení nebo zvýšení (viz tab.1). Ke zvýšení rozsahu dojde, překročí-li údaj na displeji číslo 9999; ke snížení dojde, je-li změřená hodnota menší než 9 % rozsahu. Údaj na displeji je obnovován po 1 sekundě.

Z časového průběhu strojového cyklu použitého mikrořadiče plyne, že logická hodnota (H, L) měřeného signálu musí být na vstupu čítače přítomna alespoň

rozsah	zobrazení	rozišení
0 – 10 kHz	0.000	1 Hz
10 kHz – 100 kHz	00.00	10 Hz
100 kHz – 1 MHz	000.0	100 Hz

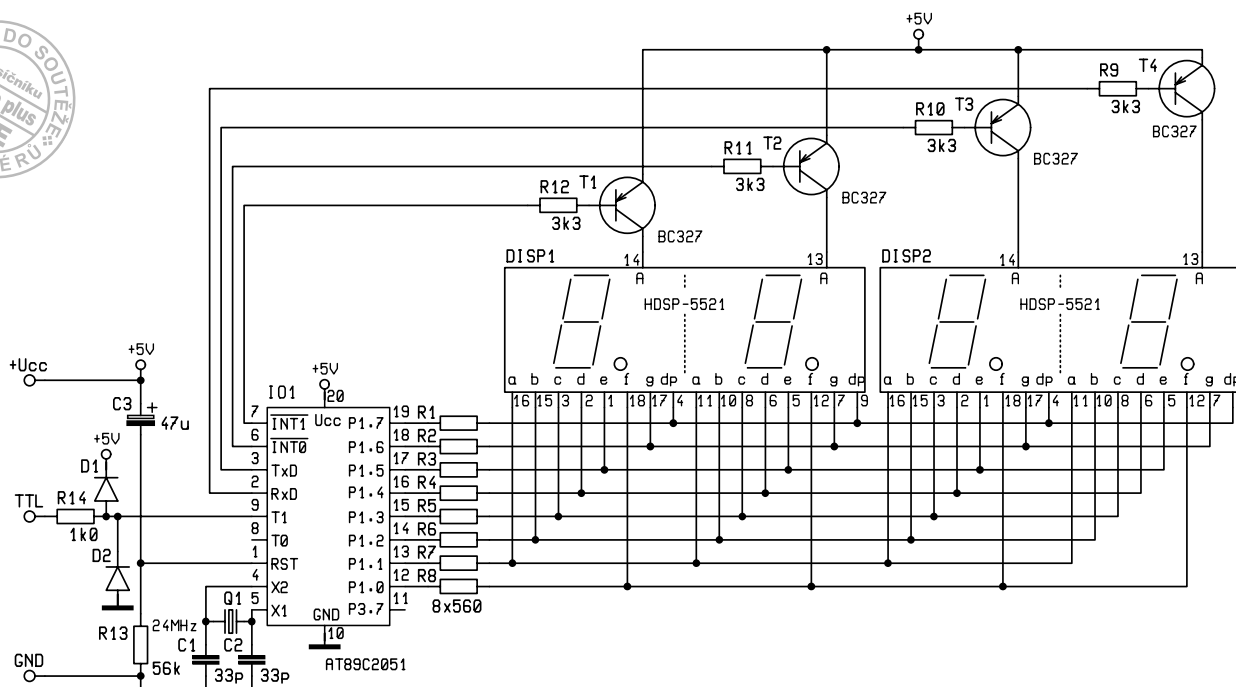
Tab. 1



24 period oscilátoru. To znamená, že pro krystal 24 MHz je maximální měřený kmitočet 1 MHz při střídě 1:1.

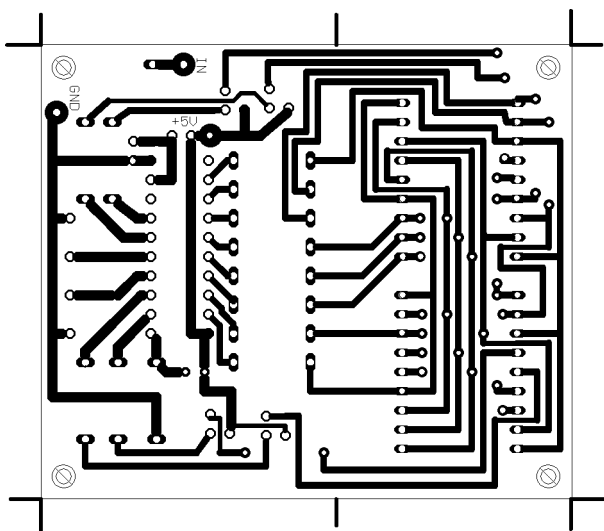
### Stavba a oživení

Celý měřič je postaven na jednostranném plošném spoji, který je navržen tak, že umožňuje oddělit displejovou část a umístit ji např. na čelním panelu generátoru a zbytek připevnit uvnitř přístroje. Místo případného dělení je naznačeno

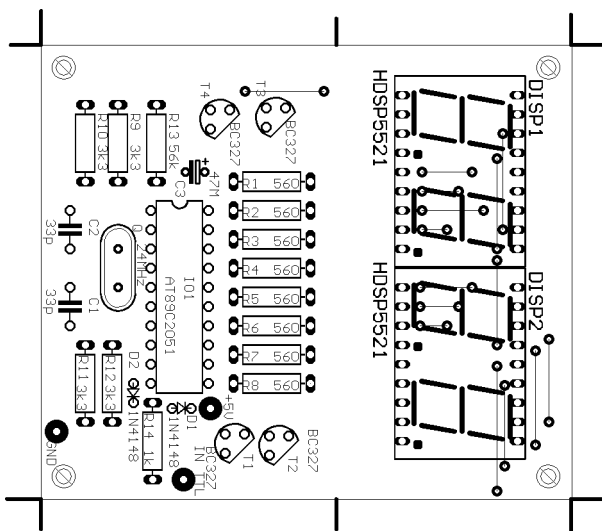


Obr. 1 - Schéma zapojení (viz text)





Obr. 2 - Destička s plošnými spoji



Obr. 3 - Rozmístění součástek

čárkami po stranách. Nejdříve zapájíme drátové propojky a pak ostatní součástky (pro IO1 použijeme precizní patici). Pokud jsme zvolili variantu s odděleným displejem, propojíme obě desky plošných spojů vodiči potřebné délky.

Je-li měřič hotov, připojíme stabilizované napájecí napětí 5 V. Po chvíli se na displeji rozsvítí všechny segmenty včetně desetinných teček (slouží jako test displeje) a asi po 1 sekundě se displej vynuluje. Nyní přivedeme na vstup signál TTL o známém kmitočtu a výběrem kodenozátořů C1, resp. C2 v obvodu oscilátoru dosáhneme zobrazení správného údaje. Tím je nastavení skončeno.

## Závěr

Popsaný čítač díky své jednoduchosti a malým rozměrům nalezne uplatnění např. jako interní či externí doplněk nf generátorů nebo jako samostatný měřič kmitočtu. Pokud by měřený signál neměl úroveň TTL nebo obdélníkový průběh, je vhodné čítači předřadit jednoduchý tvarovací obvod (viz např. KTE 2/98, str. 7 nebo ARadio PE 3/99, str. 9). Pro měření vyšších kmitočtů než 1 MHz lze použít předdělíčku.

## Seznam součástek

R1 – R8 560R  
R9 – R12 3k3

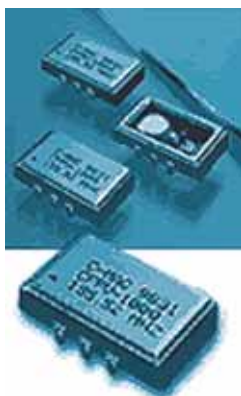
R13 56k  
R14 1k0  
C1, C2 33p – viz text  
C3 47μ  
D1, D2 1N4148  
T1 – T4 BC 327  
DISP1, 2 dvojitý vysokosvítivý se spol. anodou (ozn. GM: HD-SP 5521)  
krystal 24 MHz  
IO1 AT89C2051-24 (naprog.)

Případní zájemci o naprogramovaný mikrořadič se mohou obrátit přímo na autora konstrukce – tel./fax: **05/45211418**. Stavebnici této konstrukce lze objednat u firmy **Jaromír Buček – elektronické součástky**, Vranovská 14, 614 00 Brno, tel./fax: **05/45215433**, e-mail: **bucek@clavis.cz**.

## Napětím řízené krystalové oscilátory

VXCO – napětím řízené krystalové oscilátory série CFPV-1000 od firmy C-MAC Frequency Products (<http://cfpwww.com>) poskytují napětím nastavitelný kmitočet v rozmezí od 4,096 do 155,52 MHz s kolísáním pouze  $\pm 200 \times 10^{-6}$ .

Tato univerzálnost umožňuje konstruktérům s minimálním počtem součástek obsáhnout široký rozsah problémů. Oscilátory jsou dodávány v keramickém pouzdře pro SMT  $14 \times 9 \times 4$  mm s vývody tvaru J v páskovém balení pro osazovací automaty a je možné pájení vlnou. V rozsahu teplot mezi  $-40$  °C až  $+85$  °C se kmitočet změní pouze o  $\pm 25 \times 10^{-6}$ , případně  $\pm 50 \times 10^{-6}$ . Výborná je časová stálost



kmitočtu, která se v prvním roce změní nejvýše o  $\pm 5 \times 10^{-6}$  a v deseti letech ne více než o  $\pm 15 \times 10^{-6}$ . Z výstupu oscilátorů lze přímo budít vstupy HCMOS a TTL obvodů, případně i ECL/PECL. Napájecí napětí může být 3,3 V nebo 5 V. Předpokládanou oblastí použití jsou telefonní ústředny a různá přenosová zařízení.

## Miniaturní oscilátory s teplotní kompenzací

Novou řadu oscilátorů DTCVCXO (*Digitally Temperature Compensated Voltage Controlled Crystal Oscillator* – napětím řízených krystalových oscilátorů s číslicově kompenzovaným vlivem teploty) v sníženém pouzdře určeném pro plošnou montáž uvedla firma C-MAC Frequency Products (<http://cfpwww.com>). Primárním místem nasazení jsou mobilní komunikační zařízení GSM a CDMA. IGDTCVCXO má v rozsahu teplot  $-30$  °C až  $+80$  °C kmitočtovou stabilitu  $\pm 1 \times 10^{-6}$ . Vedle digitální kompenzace vlivu teploty jsou tyto oscilátory vybaveny i automatickým vyrovnáváním kmitočtu (AFC), kte-



ré dovoluje nastavit napětím  $1,5 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$  kmitočet v toleranci nejméně  $\pm 5 \times 10^{-6}$  řídicím. Oscilátor je kompaktním keramickým pouzdře  $7 \times 9 \times 2$  mm určeným pro plošnou montáž. Nabízeny jsou standardní kmitočty včetně 13 MHz a 19,2 MHz. V prvním roce se při stálé teplotě  $\pm 25$  °C kmitočet změní nejvýše o  $\pm 1 \times 10^{-6}$ . Oscilátorový obvod dodá do zátěže 10 kW 10pF signál s rozkmitem 1 V. Jmenovitě napájecí napětí je 3 V.

# Zálohovaný zdroj 1 + 1 A

stavebnice č. 445

V elektrotechnické praxi často vyvstane požadavek zálohovat síťový zdroj baterií, jako například v zařízení zabezpečovací techniky. V následujícím článku vám předkládáme stavebnici zálohovaného zdroje 13,8 V, ke kterému můžete připojit olověnou bezúdržbovou 12V baterii libovolné kapacity.

Bezúdržbové olověné baterie mají proti jiným výhodu beztržného dobíjení i více než trojnásobkem běžného nabíjecího proudu – např. baterie 0,8 Ah mají nabíjecí proud max. 240 mA, baterie 24 Ah až max. 7,2 A atd. Pokud je baterie s velkou kapacitou připojena ke zdroji, který není schopen takový proud dodat, dojde k poklesu napětí na výstupu a zdroj potom nedodá potřebný proud do napájeného zařízení a totéž platí i při poškození baterie.

Jaké výhody tedy přináší zapojení, které vám dnes předkládáme? K našemu zdroji můžete připojit baterii libovolné kapacity, protože zdroj má dvě oddělené sekce – jednu pro dobíjení s omezením dobíjecího proudu a druhou pro napájení externího zařízení.

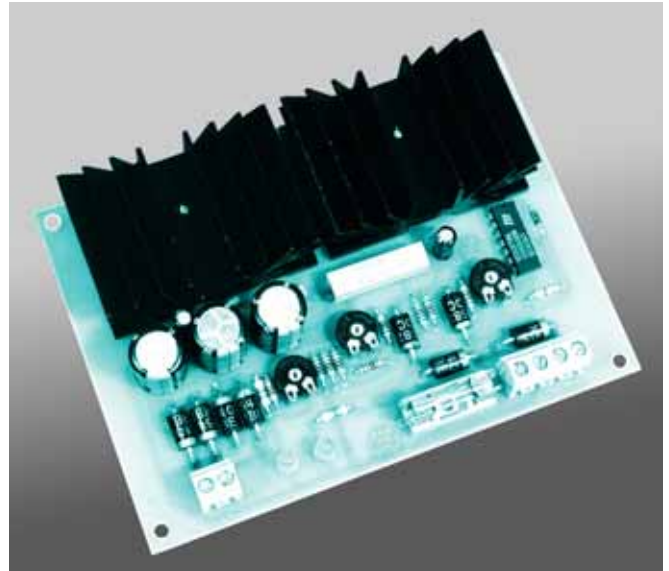
Tabulka baterií vhodných ke zdroji:

typ:	napětí:	kapacita:	max. I dobíj.:
B-WP0,8-12	12 V	0,8 Ah	0,24 A
B-WP1,2-12	12 V	1,5 Ah	0,45 A
B-WP1,9-12	12 V	2,6 Ah	0,78 A
B-WP4-12	12 V	5 Ah	1,5 A
B-WP6,5-12	12 V	8 Ah	2,4 A
B-WP10-12	12 V	10 Ah	3 A
B-WP12-12	12 V	12 Ah	3,6 A
B-WP17-12	12 V	17 Ah	5,1 A
B-WP24-12	12 V	24 Ah	7,2 A

## Popis zapojení

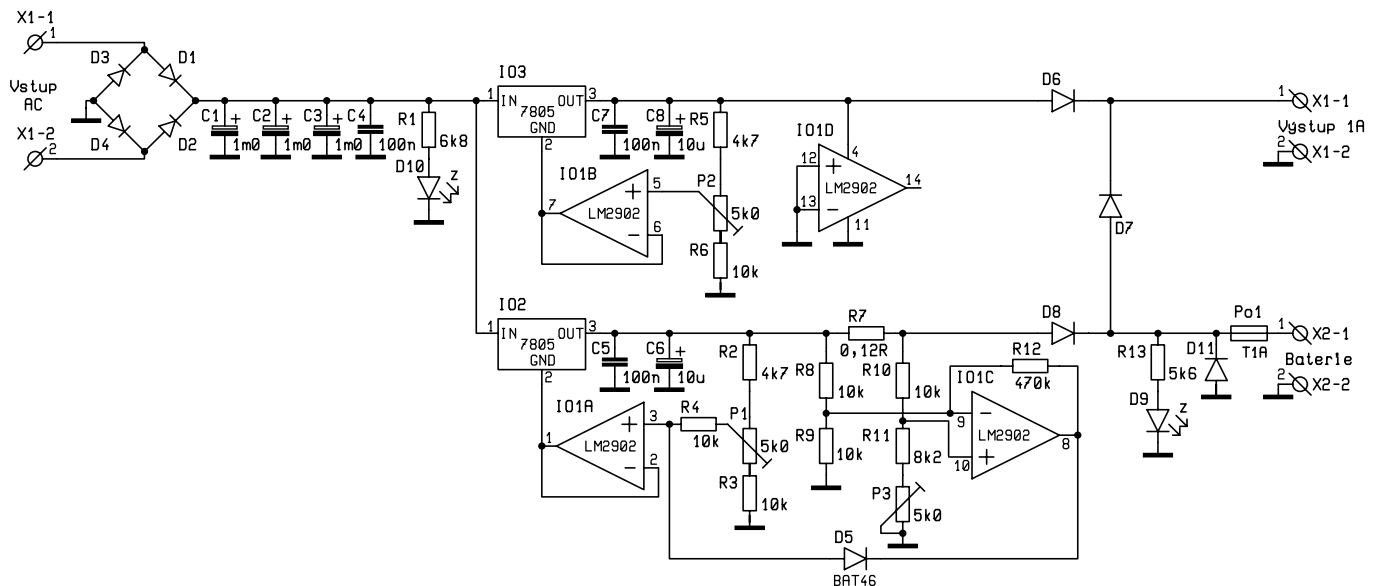
Zdroj má dvě oddělené sekce – pro dobíjení se stabilizátorem IO2 a pro vý-

stup stabilizovaného napětí pro napájení zátěže se stabilizátorem IO3. Výstupní napětí obou sekcí je od výstupu odděleno diodami D6 až D8. Pokud je přivedeno střídavé napětí na vstup, dodává stabilizátor IO2 dobíjecí proud do baterie přes diodu D8 a stabilizátor IO3 proud do výstupu. Pokud dojde k výpadku napájení, je dodáván proud do výstupu z baterie přes diodu D7.

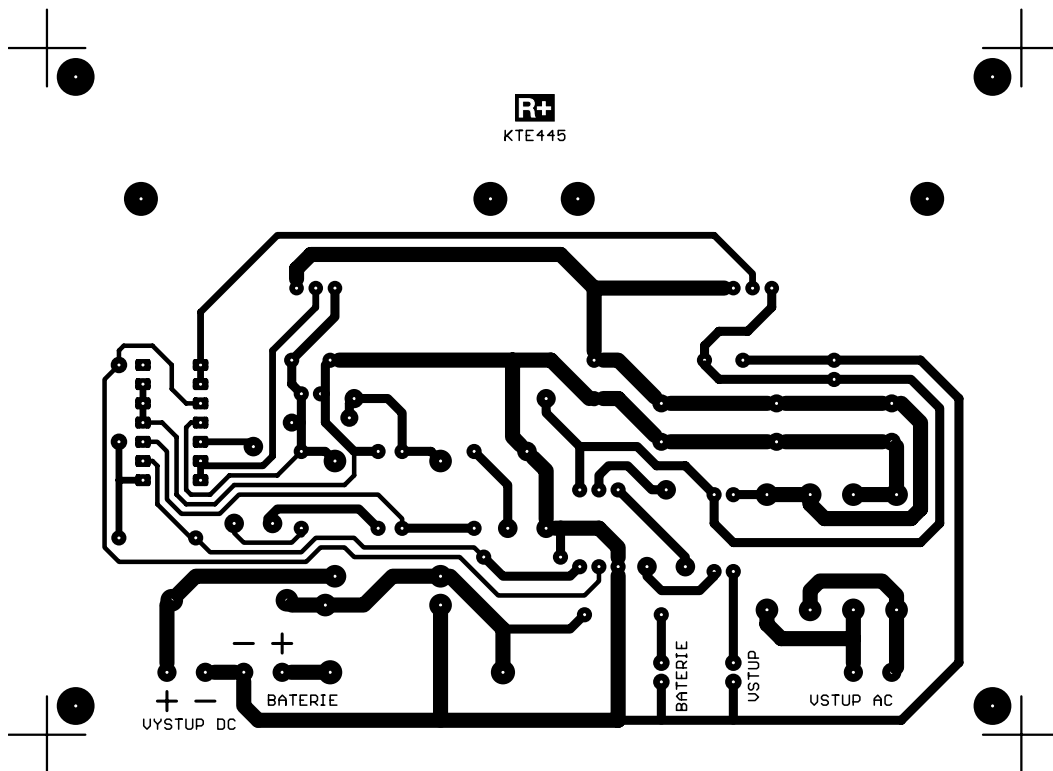


Aby nedocházelo ke kolizi obou zdrojů, je zapotřebí nastavit pro baterii napětí 13,8 V a napětí na výstupu na 14 V. Pokud je baterie dobitá a odebírá ze zdroje pouze malý udržovací proud, úbytek napětí na diodě D7 nedovolí odběr proudu ze stabilizátoru IO2 a veškerá energie na výstup je odebírána ze stabilizátoru IO3. Vstupní střídavé napětí je usměrněno diodovým můstkem D1 až D4 a filtrováno kondenzátory C1 až C4. Řídící obvod pro omezení dobíjecího proudu tvoří IO1C s rezistorem R7. Na tomto rezistoru vlivem protékajícího proudu dochází k úbytku na-

pětí, který je vyhodnocován na vstupech operačního zesilovače IO1C. Pokud neprotéká rezistorem R7 proud, je na výstupu IO1C kladné napětí a výstupní napětí ze stabilizátoru je řízeno napětím z děliče R2 a R3 s trimrem P1 a operačním zesilovačem IO1A. Při průtoku proudu nastává úbytek napětí na R7 a výstupní napětí na IO1C se úměrně zmenšuje. Přes D5 je potom řízen IO1A a dochází ke zmenšování napětí na výstupu stabilizátoru IO2. Tak je udržován v určitých mezích konstantní proud výstupu, jehož velikost se dá nastavit trimrem P3.



Obr. 1 - Schéma zapojení zdroje



Obr. 2 - Deska s plošnými spoji

Obdobným způsobem pracuje sekce zdroje s IO3 avšak bez nastavitelného omezení výstupního proudu. Dioda D11 s pojistkou PO1 chrání zdroj před připojením baterie nesprávnou polaritou. LED D9 svítí v případě, je-li na výstupu zdroje napětí, LED D10 zhasne při výpadku vstupního střídavého napětí. Výstupní napětí se pohybuje mezi 13,6 až 14 V dle zatížení zdroje (vlivem úbytku napětí na D6) při připojeném napájení. Při jejím výpadku závisí výstupní napětí na stavu baterie a na úbytku napětí na D7.

### Stavba

Nejprve přišroubujeme oba stabilizátory na chladiče, pro řádný styk ploch chladičů a stabilizátorů použijeme silikonovou vazelinu. Chladiče se stabilizátory osadíme na plošný spoj a vývody stabilizátorů zapájíme. Pokračujeme osazením rezistorů, trimrů a diod. Rezistor R7 nesmí zcela doléhat na plošný spoj, aby bylo zajištěno proudění vzduchu a tím i následné chlazení rezistoru. Nakonec osadíme IO1, pojistkový držák, konektory X1 až X3 a obě LED.

### Oživení

Všechny trimry P1 až P3 vytočíme zcela vlevo. Na vstup přivedeme střídavé napětí 16,5 až 18 V z transformátoru, na výstup (konektor X3) připojíme voltmetr. Trimrem P2 nastavíme na výstupní napětí na cca 14 V. Nyní voltmetr přepojíme na výstup BATERIE (konektor X2) a trimrem P1 nastavíme na tomto výstupu napětí okolo 13,8 V. Tímto způsobem jsme nastavili napěťové úrovně na vý-

stupech a přikročíme k nastavení proudového omezení.

Na výstup BATERIE připojíme řízenou zátěž, např. proměnný drátový rezistor (reostat s rozsahem 0 až 15R/2 A), zapojeným do série s ampérmetrem a nastavíme na něm hodnotu asi 13,8 Ω. Pokud takový reostat nemáme, lze v nouzi použít dva pevné drátové rezistory 10R a 3,9R s dostatečným výkonem, zařazené do série. Otáčením trimrem P3 vpravo nastavíme požadovaný maximální proud do baterie. Je pochopitelné, že napětí na výstupu BATERIE se zmenšuje úměrně

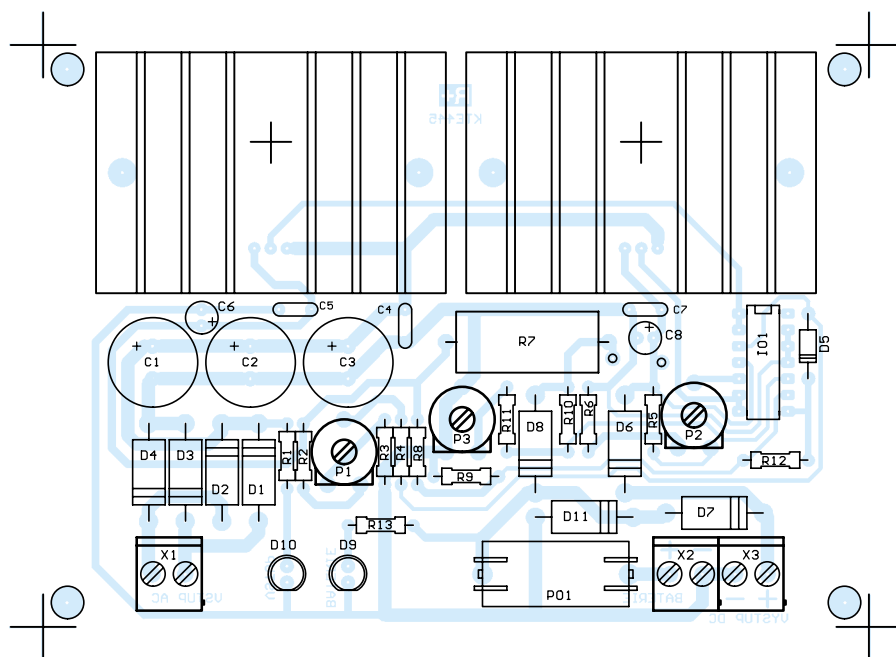
ke zmenšujícímu se proudu výstupu, přičemž napětí na výstupu nesmí poklesnout pod 14 V (v nezátíženém stavu).

Na závěr lze podotknout, že stabilizátory jsou schopny dodat do zátěže proud větší než 1A. V případě, že se rozhodneme nabíjet baterii maximálním proudem, který je dobíjecí obvod zdroje schopen dodat, doporučujeme trimrem P3 omezit výstupní proud na právě 1 A.

### Seznam součástek

R1	6k8
R2, R5	4k7
R3, R4, R6,	
R8, R9, R10	10k
R7	0,12R 2W
R11	8k2
R12	470k
R13	5k6
P1 – P3	5k0 – PT10V
C1 – C3	470μ/35V
C4,5,7	100n
C6,8	10μ/35V
D1 – D4,	
D7, D11	1N5408
D5	BAT43
D6, D8	1N5822
D9, D10	LED 5mm zelená 2 mA
IO1	LM2902
IO2,3	7805
PO1	F1A
1×	KS20SW
3×	ARK210/2
2×	chladič V5224C
1×	plošný spoj KTE445

Cena stovebnice je 590 Kč a jako ostatní si ji můžete objednávat v naší redakci.



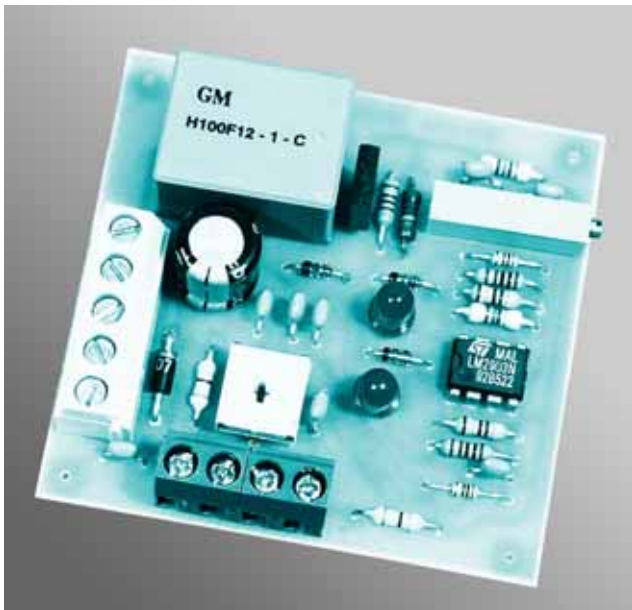
Obr. 3 - Rozmístění součástek



# Teplotní rozdílový spínač

stavebnice č. 452

Stavebnice umožňuje sledovat dvě nezávislé teploty a spínat kontakty relé při překročení rozdílu teplot vyšším, než je přednastavená hodnota.



## Popis zapojení

Na konektor X3 se přivádí stejnosměrné napájecí napětí. Dioda D6 chrání vnitřní obvody před poškozením při přiložení napájecího napětí nesprávné polaritě.

Na konektory X1 a X2 se připojí dvě odporová teplotní čidla KTY10, které s rezistory R1 a R2 s trimrem P1 vytvářejí odporový dělič. Trimr P1 slouží k nastavení poloviny napájecího napětí na vstupy operačních zesilovačů a tím se kompenzuje rozdíl hodnot čidel teplot. K nastavení musí dojít v době, kdy obě čidla mají stejnou teplotu.

Z běžce trimru P1 je napětí z děliče přivedeno na invertující vstup operačního zesilovače IO1B a přes rezistor R5 na neinvertující vstup IO1A.

Trimrem P2 se nastavuje rozdíl napětí na invertujícím vstupu IO1A a na neinvertujícím vstupu IO1B. Tím se definuje pásmo rozdílů teplot, ve kterém výstupy obou operačních zesilovačů zůstávají v nule.

## Popis funkce zařízení

Pokud bude teplota obou čidel stejná, bude na běžci potenciometru P1 polovina napájecího napětí. Pokud nebude trimr P2 vytočen do polohy, která vykazuje zkrat, bude na vstupech IO1A a IO1B

určitý rozdíl napětí, který však bude souměrný okolo středu napájecího napětí. V tomto případě budou výstupy obou operačních zesilovačů v nule, budou svítit obě LED a relé bude v klidové poloze.

Postupným zvyšováním teploty na čidle, které je připojeno na konektor X1, dojde ke zvyšování odporu tohoto čidla. Napětí na středu trimru P1 začne úměrně klesat až na hodnotu, která bude nižší než nastavená hodnota napětí trimrem P2 na neinvertujícím vstupu IO1B. V tomto případě se na jeho výstupu objeví kladné napětí, které přes diodu D4 a tranzistor T1 sepne relé a zhasne D2.

Obdobným způsobem bude zařízení pracovat při zvyšování teploty na čidle, které je připojeno na konektor X2. V tomto případě se napětí na běžci P1 začne zvyšovat až na hodnotu, která bude vyšší než hodnota napětí na invertujícím vstupu IO1A. Na výstupu IO1A se potom objeví kladné napětí, které přes diodu D3 a tranzistor T1 sepne relé a zhasne D1.

Obě čidla lze připojit vhodnými stíněnými kabely až do vzdálenosti několika metrů. Kondenzátory C1 až C7 omezují vstupní rušivé signály.

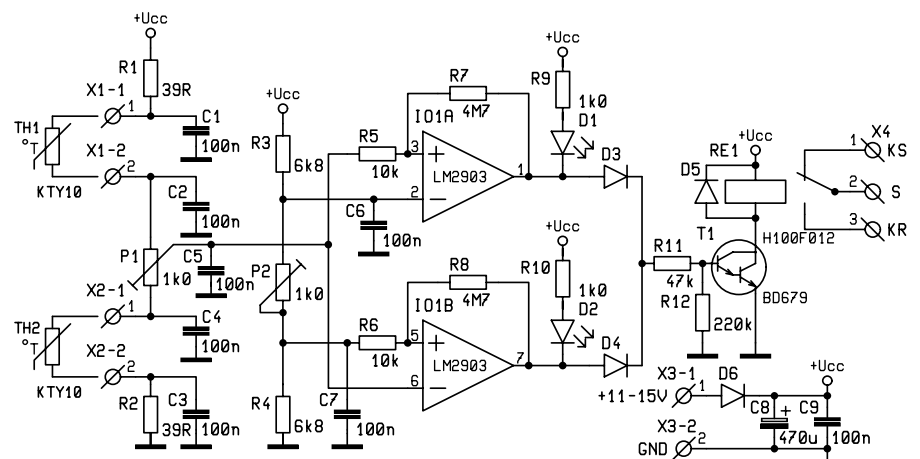
Rozdíl teplot může být v rozsahu 0° až 150 °C (čidla mohou pracovat v rozsahu +100 °C až -50 °C). Zařízení je tak citlivé, že pokud je na trimru P2 nastavena malá ohmická hodnota, reaguje na pouhé zahřátí čidla prstem ruky.

Při aktivaci nedojde k úplnému zhasnutí LED, které mírně "žhaví". Je to způsobeno průtokem proudu přes výstupní diody D4 a D3 a přes rezistory R11 a přechod BE tranzistoru T1. Jas je však tak malý, že za denního světla je téměř nepostřehnutelný. Zařízení je vhodné napájet ze stabilizovaného zdroje nebo alespoň ze zdroje, který má vyhlazené výstupní napětí. Proud, procházející přes kontakty relé, může být max. 1 A (omezeno tloušťkou spojů), napětí max. 24 V.

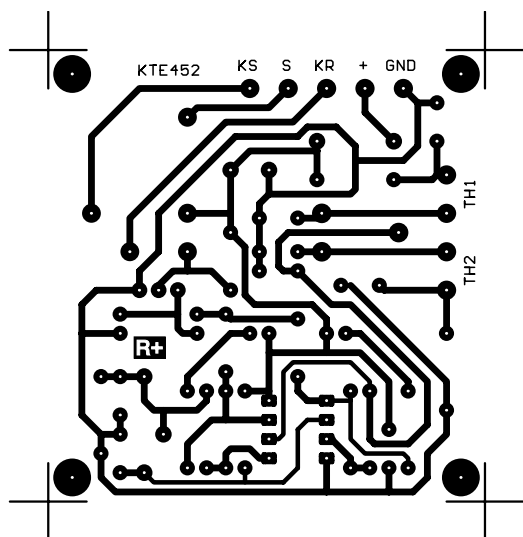
## Stavba

Stavba je naprosto jednoduchá a bez nejmenších potíží ji zvládne každý začínající konstruktér.

Nejprve osadíme všechny rezistory R1 až R12 a diody D1 až D6. Pokračujeme osazením kondenzátorů C1 až C9, trimrů P1 a P2, integrovaného obvodu IO1 a svorkovnic X1 až X3. Tranzistor T1 při osazování orientujeme chladicí ploškou směrem od relé RE1. Nakonec osadíme relé RE1.



Obř. 1 - Schéma zapojení



Obr. 3 - Rozmístění součástek

## Oživení

Na svorky X1 a X2 připojíme teplotní čidla KTY10D. Pokud se jich dotýkáme rukou, necháme je několik minut vychladnout tak, aby obě měly stejnou teplotu.

Víceotáčkový trimr P2 vytočíme zcela do pravé krajní polohy. Připojíme stejnosměrné napájecí napětí 11 – 15 V za dodržení polarit. Voltmetrem změříme napětí na katodě diody D6 a trimrem P1 nastavíme na vývodu jeho běžce polovinu napětí, než jaké jsme změřili na katodě D6. Alternativní způsob nastavení je takový, že trimrem P1 otáčíme postupně vpravo a vlevo okolo střední hodnoty a ponecháme jej v takové poloze, ve kte-

ré právě došlo k výměně svícení LED (jedna se rozsvítí a druhá zhasne).

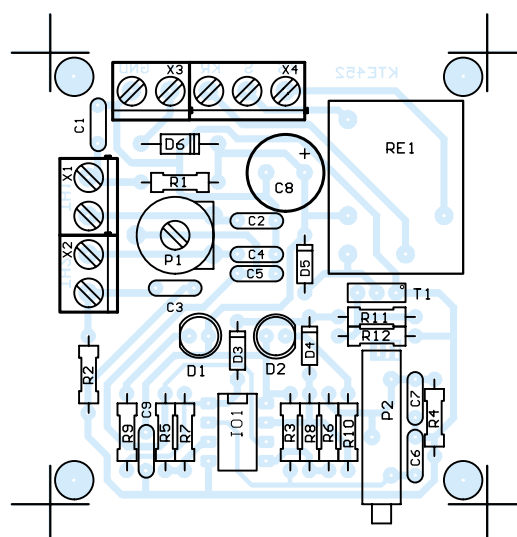
Aniž bychom zahřívali teplotní čidla, otáčíme trimrem P2 vlevo až do stavu, kdy se právě rozsvítí obě LED. Nyní vyzkoušíme činnost zařízení. Zahřátý hrot pájky přiblížíme k teplotnímu čidlu, které je připojeno na konektor X1 a po jeho zahřátí musí zhasnout D2. Po době, kdy dojde k vyrovnání teplot na obou čidlech, musí znovu svítit obě LED. Stejným způsobem vyzkoušíme činnost zahřátím čidla, připojeným na konektor X2 s tím rozdílem, že musí zhasnout D1.

V obou případech, kdy dojde ke zhasnutí některé z LED, musí reagovat relé přepnutím kontaktu.

Otáčením trimrem P2 vlevo docílíme toho, že reakce zařízení bude při větším rozdílu teplot na čidlech.

## Seznam součástek

R1, R2	39R
R3, R4	6k8
R5, R6	10k
R7, R8	4M7
R9, R10	1k
R11	47k
R12	220k
P1	1k – PT10V



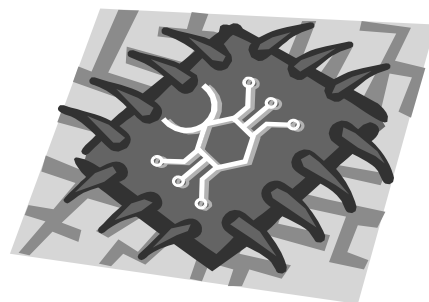
Obr. 3 - Rozmístění součástek

P2	1k0 – PM19
C1 – C7, C9	100n
C8	470µ/16V
D1, D2	LED 5mm – r; 2 mA
D3 – D5	1N4148
D6	1N4007
T1	BD679
IO1	LM2903
RE1	PELEH100FD12
X1 – X3	ARK500/2
X4	ARK500/3
2× KTY10D	
1× plošný spoj KTE452	

Cena této stavebnice je 360 Kč a také zde platí, že si ji můžete objednat v naší redakci – všemi vhodnými způsoby.

# Omezovač malých signálů

stavebnice č. 453



Při přenosu nf signálů na větší vzdálenosti mohou být do kabelů indukovány rušivé signály, zvláště potom brum sítě. Prvním řešením je upravit signálovou cestu tak, aby k průniku rušivých signálů nedocházelo. Pokud však i přes všechna opatření k průnikům dochází, je možno zařadit do signálové cesty ke vstupům výkonových zesilovačů naši stavebnici.

Princip spočívá v tom, že signály malé amplitudy jsou potlačeny. K otevření cesty, a tím i k průchodnosti signálu, dojde při překročení úrovně, kterou lze nastavit trimrem v rozsahu 40 až 150 mV. Stavebnice je vhodná pro linkové signály od 1 V až po 1,55 mV.

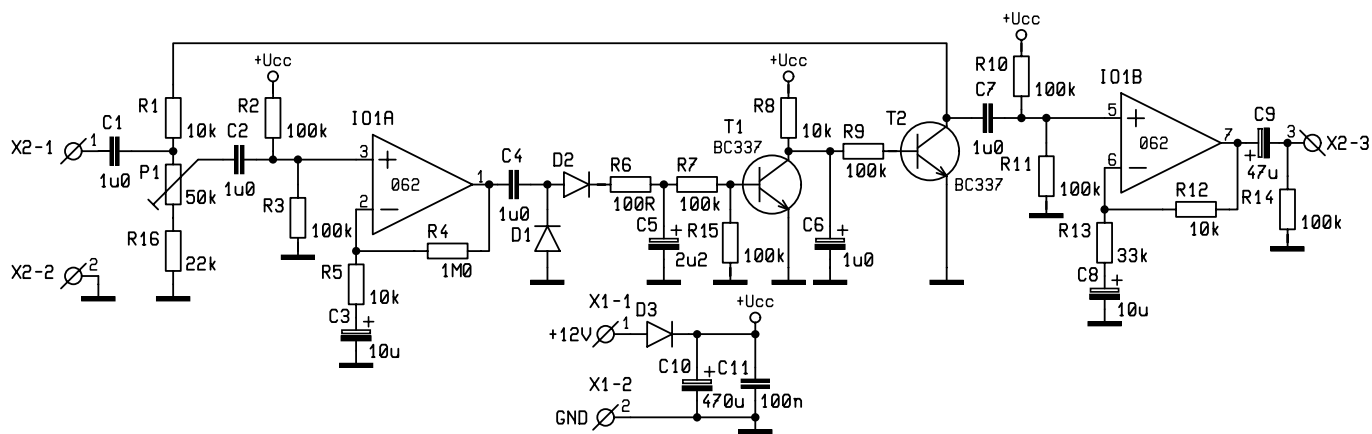
## Popis zapojení

Vstupní signál je přiveden přes oddělovací kondenzátor C1 na rezistor R1 a dělič P1-R16. Přes rezistor R1 je přive-

den na výstupní zesilovač s IO1B, přes dělič a kondenzátor C2 na neinvertující vstup zesilovače IO1A. Rezistory R2 a R3 zabezpečují polovinu napájecího napětí na tomto vstupu. Ve zpětné vazbě IO1A jsou zařazeny rezistory R4 a R5 spolu s kondenzátorem C3, které určují zesílení operačního zesilovače. Na jeho výstupu signál prochází přes oddělovací kondenzátor C4 a je usměrněn diodami D1 a D2. Následuje derivační článek R6, C5, na kterém se po určitou dobu udržuje

kladná složka napětí, kterou je otevřen tranzistor T1 přes rezistor R7.

Funkce obvodu je taková, že pokud je signál z výstupu IO1A menší, než součet úbytku napětí na diodě D2 a napětí U<sub>eb</sub>, potřebné k otevření tranzistoru T1, je tranzistor T1 uzavřen a tranzistor T2 otevřen vlivem proudu, procházejícího přes R8 a R9. Tranzistor T2 svede za R1 procházející signál na zem. Při zvýšení napětí na C5 se otevře tranzistor T1 a uzavře T2. Signál potom prochází přes



Obr. 1 - Schéma zapojení

C7 na vstup výstupního zesilovače IO1B, jehož zesílení kompenzuje úbytky napětí v signálové cestě.

Trimrem P1 se dá nastavit, při jaké úrovni vstupního signálu bude cesta průchodná (od 40 mV do 150 mV). Signály pod přednastavenou hodnotu budou potlačeny. Dioda D3 zabraňuje poškození obvodů, pokud je přiloženo napájecí napětí nesprávné polaritě. Kondenzátory C11 a C12 filtrují napájecí napětí.

Jako zdroj napájení je nutno použít stabilizované napětí 12 V.

### Stavba

Nejprve osadíme drátovou propojku, která je umístěna vpravo od kondenzátoru C11. Potom osadíme všechny rezistory R1 až R16 a trimr P1. Pokračujeme osazením diod D1 až D3, integrovaného obvodu IO1, kondenzátorů C1 až C12 a tranzistorů T1 a T2. Nakonec osadíme šroubovací svorkovnice X1 a X2.

### Oživení

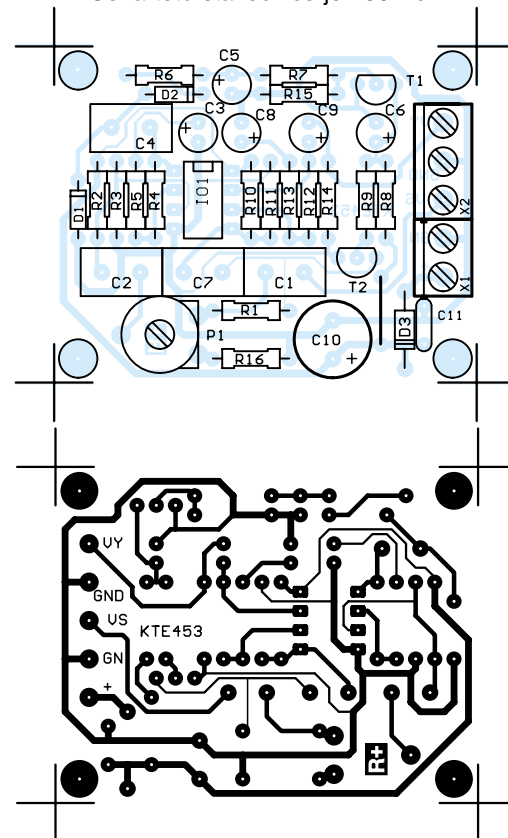
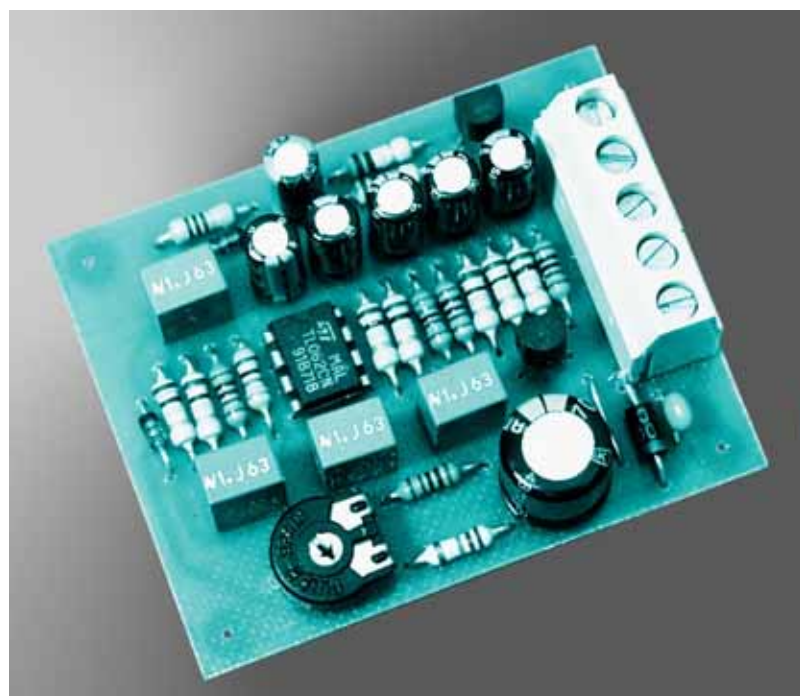
Nejprve zkontrolujeme spoje, zda nedošlo ke zkratům mezi jednotlivými spoji při pájení. Připojíme napájecí napětí 12 V, na vstup připojíme sinusový generátor a na výstup osciloskop. Trimr P1 vytočíme zcela do pravé polohy. Při vstupním signálu od 0 do cca 40 mV<sub>ss</sub> nesmí být na výstupu žádný signál, po překročení amplitudy 40 mV<sub>ss</sub> se musí skokově na výstupu signál objevit. Potom vytočíme trimr zcela do levé polohy. V tomto případě musí být signál potlačen až do amplitudy vstupního signálu cca 150 mV<sub>ss</sub>.

### Seznam součástek

R1, R5, R8, R12	10k
R2, R3, R7, R9, R10, R11, R14, R15	100k
R4	1M0
R6	100R
R13	33k

R16	22k
P1	50k – PT10V
C1, C2, C4, C7	1μ0 – CF1
C3, C8	10μ/35V
C5	2μ2/50V
C6	1μ0/50V
C9	47μ/25V
C10	470μ/16V
C11	100n
D1, D2	1N4148
D3	1N4007
T1, T2	BC337 - 40
IO1	TL062
X1, X2	ARK500/2
1x plošný spoj KTE453	

Cena této stavebnice je 190 Kč.



Obr. 2, 3 - Plošné spoje a rozmístění součástek



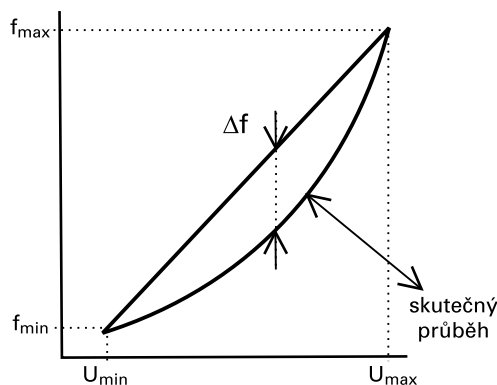
# Zajímavé integrované obvody v katalogu GM

Ing. Jan Humlhans

## 11. Převodníky napětí na kmitočet I

Jedním z trvalých trendů při zpracování analogových signálů je přechod od formy analogové k digitální, ve které je pak lze více méně libovolně zpracovat. Jednou z metod tohoto převodu a (patrně nejsnazší) je přeměna napětí úměrného měřené veličině (ať elektrické nebo neelektrické) z různých senzorů (teplota, tlak) nejprve na kmitočet impulzního signálu. Obvody, které k tomu potřebujeme, se označují jako převodníky napětí/kmitočet (U/f). Pak již stačí k zobrazení např. univerzální čítač, pro zpracování zase levný mikrokontrolér. Další z předností této přeměny je, vedle vysoké rozlišitelnosti, poměrně snadná možnost dálkového přenosu impulzního signálu i přes potenciálovou či jinou bariéru modulací vř signálu, nebo opticky. Tohoto způsobu lze tedy využít pro galvanické oddělení dvou elektronických systémů nebo jejich částí. Převodníky U/f můžeme rovněž použít pro dlouhodobé integrování časově pomalu proměnných veličin a při klíčování kmitočtovým posuvem, stejně jako některé funkční generátory, kterými jsme se již zabývali.

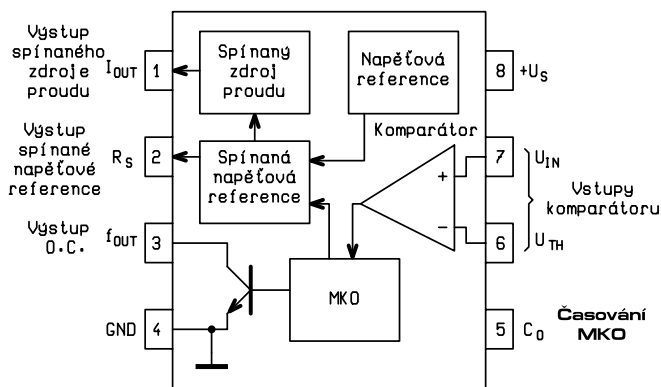
Jak tomu bylo i v případě obvodů, s kterými jsme se dosud zabývali, nemusíme, díky integraci, převodníky U/f pracně vytvářet z jednotlivých tranzistorů a těšit se, že i případný další exemplář bude mít obdobné parametry; prostě doplníme speciální integrovaný obvod několika, většinou jen pasivními součástkami, podle doporučení výrobce. I v tomto případě si ukážeme možnosti a aplikace několika obvodů od různých výrobců, které jsou pro tuto přeměnu určeny. Navíc je s těmito obvody



Obr. 1 - Hodnoty užité k výpočtu nelinearity převodníku f/U

možná i konverze opačná (kmitočet na napětí), kterou použijeme např. při měření otáček impulzními snímači nebo při rekonstrukci signálu převedeného předtím na kmitočet zpět na analogové napětí.

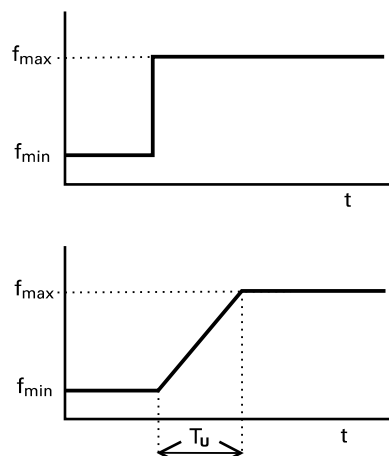
Nejprve se budeme zabývat obvodem RC4152, který vyrábí firma Fairchild Semiconductor ([www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com)).



Obr. 3 - Funkční blokové schéma a zapojení vývodů pouzdra RC4152

### Parametry převodníků napětí/kmitočet (U/f)

Nejprve si definujeme základní parametry, které vlastnosti převodníků charakterizují. Rozlišujeme parametry statické, které představují rozsah, převodní konstanta a nelinearita a parametry dynamické, které ukazují rychlost reakce výstupu na vstup, neboli dobu za níž se výstupní kmitočet ustálí po skokové změně vstupního napětí a mezní kmitočet.



Obr. 2 - K definici doby ustálení převodníku U/f

Převodní konstanta K je definována takto:

$$K = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}} \quad [\text{V/Hz}; \text{V}, \text{Hz}]$$

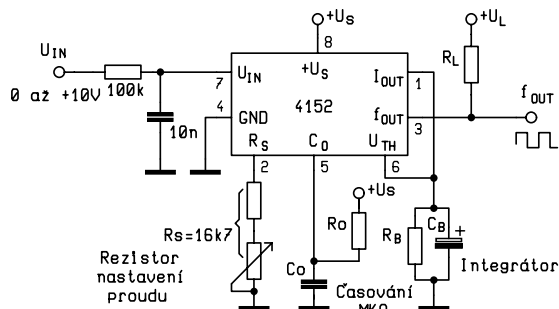
Nelinearita se většinou vyjadřuje jako nejvyšší poměrná odchylka skutečné závislosti výstupního kmitočtu na napětí  $f_{\text{OUT}} = f(U_{\text{IN}})$  od ideální lineární závislosti  $f_{\text{OUT}} = K \cdot U_{\text{IN}}$  vztažená k rozsahu převodníku, jak to přehnaně ukazuje obr. 1.

vývod	označení	funkce
1	$I_{\text{OUT}}$	výstup spínaného zdroje proudu
2	$R_s$	spínané referenční napětí
3	$f_{\text{OUT}}$	logický výstup (otevřený kolektor – O.C.)
4	GND	zem
5	$C_o$	R, C časování MKO
6	$U_{\text{TH}}$	prahová hodnota
7	$U_{\text{IN}}$	vstupní napětí
8	$+U_s$	napájecí napětí

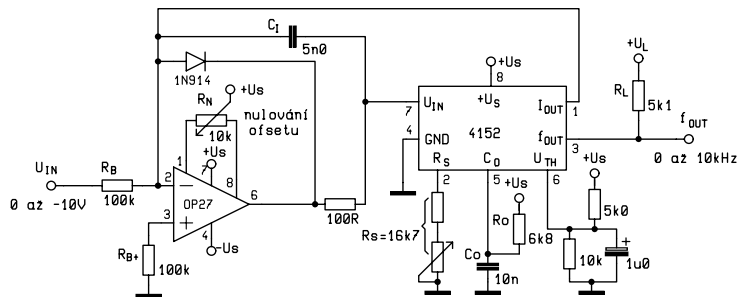
Tab. 1 - Označení vývodů pouzdra RC4152 a jejich funkce

parametr	min.	max.	jednotka
napájecí napětí		+22	V
výkonová ztráta		500	mW
vstupní napětí	-0,2	+U <sub>S</sub>	V
výstupní proud (odváděč; kmitočtový výstup)		20	mA
pracovní rozsah teplot	0	+70	°C

**Tab. 2 - Mezní hodnoty RC4152N; při provozu při těchto hodnotách a jejich překročení hrozí nevratné poškození součástky**



**Obr. 4 - Převodník f/U napájený zdrojem s jediným napětím**



**Obr. 5 - Přesný převodník U/f využívající spínaného zdroje proudu**

Číselně vyjádřeno:

$$NL = 100 \times \frac{\Delta f}{f_{\max} - f_{\min}} \quad [%; \text{Hz}]$$

Jak je definována doba ustálení T<sub>u</sub> ukazuje obr. 2.

### Stručný popis RC4152 a činnost jednotlivých částí obvodu

Monolitický IO RC4152N, jehož funkční blokové schéma včetně zapojení 8-vývodového pouzdra DIP při pohledu shora

je na obr. 3, obsahuje celou aktivní část obvodu převodníku U/f. Vhodným doplněním tam naznačených funkčních bloků o několik málo externích rezistorů a kondenzátorů vznikne obvod s komparátorem, přesným monostabilním klopným obvodem (MKO) a napěťovým a proudovým spínaným referenčním zdrojem, který umožní převádět napětí na kmitočet a opačně.

Je-li napětí na vývodu 7 větší než napětí na druhém vstupu komparátoru 6, ten překlopí a následně i MKO. Z jeho výstupu je ovládán zdroj referenčního napětí, zdroj proudu a vnitřní tranzistor s otevřeným kolektorem. Překlopení multivibrátoru odvozené, podobně jako u známého časovače 555, od napětí na kondenzátoru C<sub>O</sub> nabíjeného přes rezistor R<sub>O</sub> z napětí +U<sub>S</sub>, je ukončeno vybitím C<sub>O</sub> dalším vnitřním tranzistorem, dosáhne-li napětí na C<sub>O</sub> úrovně 2/3 U<sub>S</sub>. Během doby kyvu je současně zapnut zdroj proudu a napětí a sepnut tranzistor s kolektorem na vývodu 3. Z proudového zdroje vychází proud úměrný referenčnímu napětí 2,25 V na vývodu 2 a vnějším rezistoru R<sub>S</sub>. Na vývodu 3 přítom bude úroveň log. 0. Po skončení doby

parametr	podmínky zkoušky	min.	typ.	max.	jednotka
<b>napájení (vývod 8)</b>					
napájecí proud	U <sub>S</sub> = +15 V		2,5	6	mA
napájecí napětí		+7	+15	+18	V
<b>vstupní komparátor (vývody 7 a 8)</b>					
vstupní napěťová nesymetrie			±2	±10	mV
vstupní klidový proud			-50	-300	nA
vstupní proudová nesymetrie			±30	±100	nA
rozsah vstupního napětí		0	U <sub>S</sub> - 2	U <sub>S</sub> - 3	V
<b>vstup pro časování (vývod 5)</b>					
prahové napětí		0,65 · U <sub>S</sub>	0,67 · U <sub>S</sub>	0,69 · U <sub>S</sub>	V
vstupní klidový proud			-50	-500	nA
saturační napětí	I = 2,2 mA		0,1	0,5	V
změna časování vlivem teploty <sup>(1)</sup>	T = 75 μs		±30	±50	ppm/°C
změna časování vlivem napájecího napětí			±100		ppm/V
<b>spínaný zdroj proudu (vývod 1)</b>					
výstupní proud	R <sub>S</sub> = 16,7 kΩ		+138		μA
změna vlivem teploty <sup>(1)</sup>			50	100	ppm/°C
změna vlivem napájecího napětí			0,1		%/V
změna s výstupním napětím	napětí na 1 : 0 až +10 V	1	2,5		μA
zbytkový proud	ve vypnutém stavu		1	50	nA
<b>referenční napětí (vývod 2)</b>					
V <sub>REF</sub>		2	2,25	2,5	V
změna vlivem teploty <sup>(1)</sup>			±50	±100	ppm/°C
<b>logický výstup (vývod 3)</b>					
saturační napětí	proud do výstupu 3 mA		0,1	0,5	V
	proud do výstupu 10 mA		0,8		
zbytkový proud	vypnutý stav		0,1	1	μA
nelinearita (zapojení na obr. 7)	1 Hz – 10 kHz		0,007	0,05	%
změna vlivem teploty (obr. 7) <sup>(1)</sup>	f <sub>OUT</sub> = 10 kHz		±75	±100	ppm/°C

<sup>(1)</sup> zaručeno pro pracovní rozsah teplot, ale výrobcem nezkoušeno

**Tab. 3: Charakteristické parametry RC4152**

pracovní rozsah	$R_o$ [k $\Omega$ ]	$C_o$ [ $\mu$ F]	$R_B$ [k $\Omega$ ]	$C_B$ [ $\mu$ F]
DC až 1 kHz	6,8	0,1	100	10
DC až 10 kHz	6,8	0,01	100	10
DC až 100 kHz	6,8	0,001	100	10

**Tab. 4 - Doporučené hodnoty součástek pro převodník U/f z obr. 4**

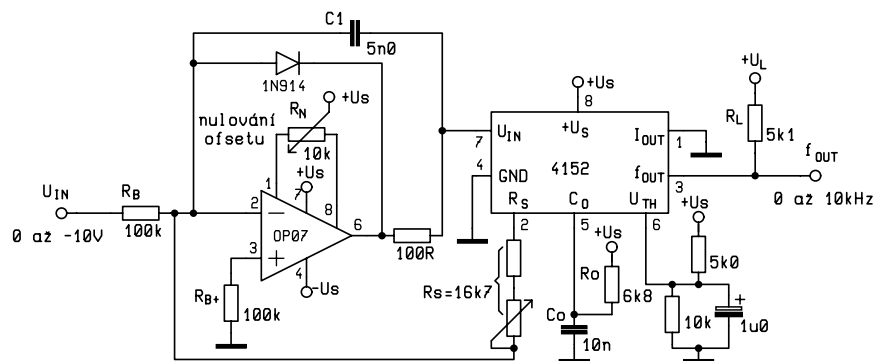
pracovní rozsah	K [kHz/V]	$R_o$ [k $\Omega$ ]	$C_o$ [ $\mu$ F]	$R_B$ [k $\Omega$ ]	$C_i$
DC až 1 kHz	0,1	6,8	0,1	100	0,05 $\mu$ F
DC až 10 kHz	1,0	6,8	0,01	100	0,005 $\mu$ F
DC až 100 kHz	10	6,8	0,001	100	500 pF

**Tab. 5 - Doporučené hodnoty součástek pro různé rozsahy výstupního kmitočtu obvodu z obr. 5**

vstupní rozsah	$C_{IN}$	$R_o$ [k $\Omega$ ]	$C_o$ [ $\mu$ F]	$R_B$ [k $\Omega$ ]	$C_B$	zvlnění
0 až 1 kHz	0,02 $\mu$ F	6,8	0,1	100	100 $\mu$ F	1 mV
0 až 10 kHz	0,02 $\mu$ F	6,8	0,01	100	10 $\mu$ F	1 mV
0 až 100 kHz	200 pF	6,8	0,001	100	1 $\mu$ F	1 mV

**Tab. 6 - Doporučené hodnoty součástek pro převodník f/U podle obr. 9**

kyvu, během které byl na vývodu 2 definovaný pravoúhlý napěťový impuls, dodal proudový výstup definovaný náboj a na výstupu 3 byla log. 0, jsou zdroje vyvedené na 1, 2 vypnuty a výstup 3 se vrátí do stavu H.



**Obr. 7 - Přesný převodník U/f využívající spínaného zdroje napětí**

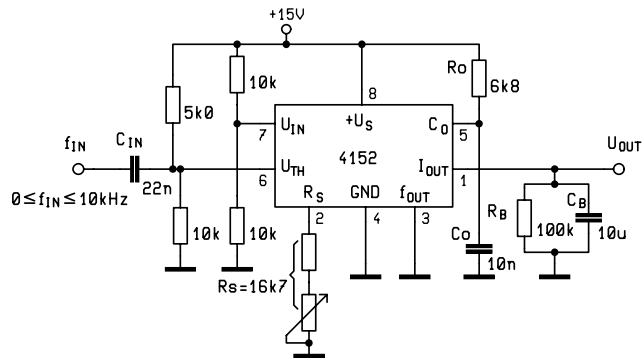
Krátce řečeno, obvod reaguje na rozdílné napětí mezi vstupy komparátoru proudovým impulzem přesně definované amplitudy a trvání a vydá logický signál kompatibilní s běžnými logickými obvody.

### Praktická zapojení převodníků U/f a f/U

Jak spolupracují právě popsané funkční bloky, aby proběhla žádaná konverze mezi napětím a kmitočtem vyplývá z několika dále uvedených příkladů.

#### Převodník napětí /kmitočtet – U/f (Voltage-to-Frequency Converter – VFC) s jediným napájecím napětím

Patrně nejjednodušší aplikací RC4152 je převodník U/f (je zapojen podle obr. 4). Kladné vstupní napětí  $U_{IN}$  přichází na neinvertující vstup komparátoru přes jednoduchou RC dolní propust. MKO je opakovaně překlápen a proudový



**Obr. 9 - Převodník f/U napájený zdrojem s jediným napětím**

zdroj dodává do integrátoru proudové impulsy o amplitudě  $U_{REF}/R_S$  s dobou trvání  $1,1 \cdot R_o \cdot C_o$ . Integrátor je převádí na napětí a to je jako zpětná vazba zavedeno na invertující vstup komparátoru. Kmitočtet impulsů se bude zvyšovat až napětí z integrátoru bude rovné vstupnímu napětí na vývodu 7. Protože náboj v každém impulsu je přesně definován, bude střední hodnota napětí  $U_{IN}$  na 6 úměrně výstupnímu kmitočtu  $f_{OUT}$ .

Převodní konstantu K určují vnější pasivní součástky. Nejlepší linearitu převodu lze dosáhnout, je-li odpor  $R_S$  mezi 12 a 20 k $\Omega$ . Doporučené hodnoty součástek pro zapojení na obr. 4 a vstupní napětí 10 mV až 10 V uvádí tab. 4. Přesné nastavení se provede pomocí trimru, který je součástí  $R_S$ .

Pro rozsah kmitočtu 10 kHz je nelinearita menší než 1 %, doba odezvy je asi 135 ms.

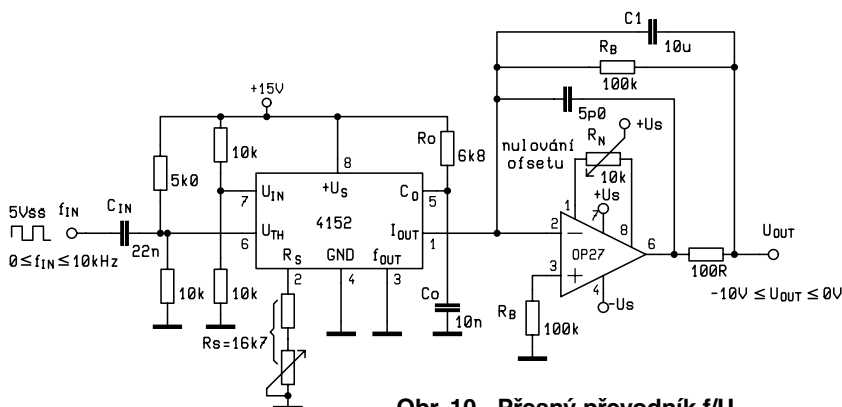
#### Přesný převodník U/a využívající proudový zdroj

Převodník, jehož zapojení je na obr. 5, je podobný právě popsanému až na to, že pasivní integrátor je nahrazen aktivním s operačním zesilovačem. To umožnilo rozšířit vstupní dynamický rozsah až k úrovni 0 V, zlepšit dobu odezvy a nelinearitu.

Na vstupu integrátoru se sčítají se kladné proudové impulsy ze spínaného zdroje proudů vycházející z vývodu 1 se záporným proudem  $U_{IN}/R_B$ . Pro správnou funkci je nutné, aby proudy měly opačnou polaritu a tak se v rovnovážném stavu rušily. Pak platí tyto vztahy:

$$T = \frac{1}{f_{OUT}}$$

$$\frac{U_{IN}}{R_B} = I_{OUT} \cdot \left[ \frac{T_P}{T} \right] \quad \text{kde } T_P = 1,1 \cdot R_o C_o \text{ a } I_{OUT} = \frac{U_{REF}}{R_S}$$



**Obr. 10 - Přesný převodník f/U**

Po úpravě:

$$f_{OUT} = \frac{|U_{IN}|}{U_{REF}} \cdot \frac{R_S}{R_B} \cdot \frac{1}{1,1 \cdot R_O \cdot C_O}$$

Doporučené hodnoty součástek pro vstupní napětí od 0 do -10 V a různé rozsahy výstupního kmitočtu jsou v tab. 5. Přesné nastavení se opět provede proměnnou částí  $R_S$ .

Použití lze prakticky libovolný operační zesilovač, pro docílení nejlepší linearity je však vhodné volit OZ s rychlostí přeběhu větší než 1 V/ $\mu$ s. Jaká je typická nelinearita převodníku z obr. 5 v závislosti na vstupním napětí, vidíme na obr. 6a, b.

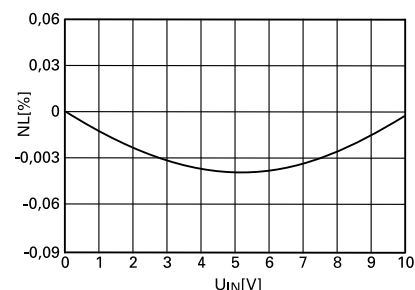
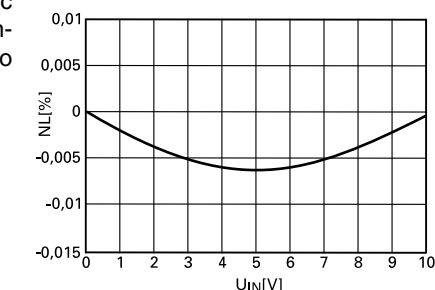
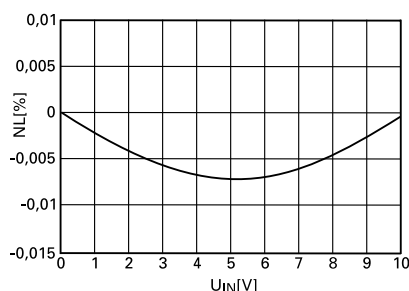
## Přesný převodník U/f využívající referenčního zdroje napětí

Zapojení na obr. 7 je velmi podobné předchozímu, využívajícímu proudový zdroj. Rozdíl je pouze v tom, že proudové impulzy pro integrátor jsou tentokrát odvozeny ze spínaného referenčního zdroje napětí s výstupem na vývodu 2. Tento způsob je lepší z hlediska teplotního driftu, ale jak ukazují obr. 8a, b, je linearita tohoto obvodu při vyšších kmitočtech poněkud horší než při užití proudového zdroje.

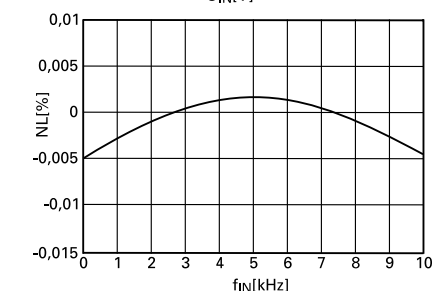
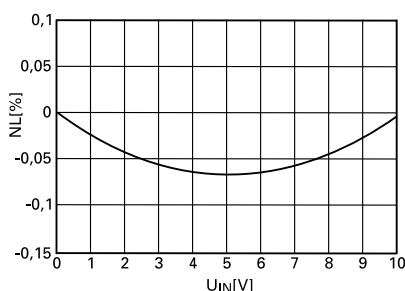
## Převodník kmitočtů napětí f/U napájený zdrojem jediného napájecího napětí

Zvláště pokud je převodník U/f použit pro účely přenosu signálu a kmitočtů je třeba znovu převést na napětí nebo při měření otáček, je důležité umět i změnu opačnou – kmitočtů signálu převést na analogové napětí. I v takovém případě nám může RC4152 pomoci. Impulzy přicházející na vstup 6 překlápějí komparátor a z jeho výstupu je spouštěn MKO. Kmitočtu vstupních impulzů odpovídá integrátorem shromažďovaný náboj projevující se úměrným výstupním analogovým napětím. Odpovídající zapojení je na obr. 9. Podmínkou správné funkce jsou strmé hrany a dostatečná velikost vstupního signálu, přičemž derivované impulzy musí být kratší a jejich perioda delší než doba kyvu MKO, tedy  $1,1 \cdot R_O \cdot C_O$ . Dělič z  $+U_S$  předpíná vstup tak, aby záporný impulz na vývodu 6 překlápěl komparátor a jeho prostřednictvím spouštěl MKO.

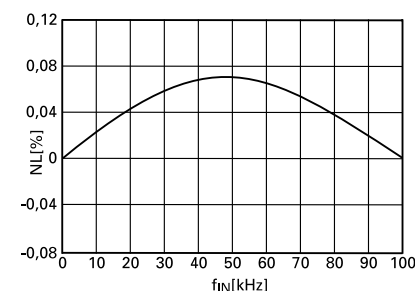
Obr. 6a, b - Závislost nelinearity NL převodníku z obr. 5 na vstupním napětí  $U_{IN}$  pro dvě různé převodní konstanty K



Obr. 11a, b - Závislost nelinearity převodníku z obr. 10 na vstupním kmitočtu pro dvě různé převodní konstanty



Obr. 8a, b - Závislost nelinearity převodníku z obr. 7 na vstupním napětí pro dvě různé převodní konstanty K



Výstupní napětí je přímo úměrné kmitočtu vstupních impulzů, přičemž platí:

$$U_{OUT} = \frac{1,1 \cdot R_O C_O R_B U_{REF}}{R_S} \cdot f_{IN} \quad [V; Hz]$$

Zvlnění výstupního signálu lze snížit zvětšením kapacity  $C_B$ , což má ovšem za následek prodloužení odezvy obvodu. Doporučené hodnoty pro tři kmitočtové rozsahy jsou v tab. 6.

## Přesný převodník f/U

Lepší linearitu a dobu odezvy lze opět docílit náhradou pasivního integračního článku aktivním invertujícím integrátorem tak, jak ukazuje zapojení v obr. 10. Tento integrátor má na výstupu záporné napětí úměrné střední hodnotě kladných proudových impulzů na svém vstupu. Další zkrácení doby odezvy lze dosáhnout použitím filtru druhého řádu. Průběh nelinearity obvodu z obr. 10 je zobrazen na obr. 11a, b.

## Závěr

Tentokrát jsme chtěli vaši pozornost obrátit k možnostem, které skýtá díky integrovaným obvodům pro převodníky jednoduchý převod analogového napěťového signálu na kmitočt pravoúhlých impulzů (případně opačný). Mimo převodu napětí na kmitočt lze takto převádět i signál proudový (např. v obvodu na obr. 5 lze do vstupu integrátoru místo napětí od 0 do -10 V přes odpor 100 k $\Omega$  přivádět přímo proud 0 až -0,1 mA). Zajímavé jsou i možnosti aplikace těchto integrovaných obvodů při měření jiných elektrických i neelektrických veličin převoditelných na proud či napětí, v impulzních generátorech nebo při řízení stejnosměrných motorů.

Prameny:

- [1] Vedral, Fischer: *Elektronické obvody pro měřicí techniku; vydavatelství ČVUT, Praha 1999*
- [2] *Katalogový list RC4152 Voltage-to-frequency Converters; Fairchild Semiconductor Corporation 1998*



# Představujeme výrobky firmy SCHURTER, 2. část

## Vratné pojistky PTC

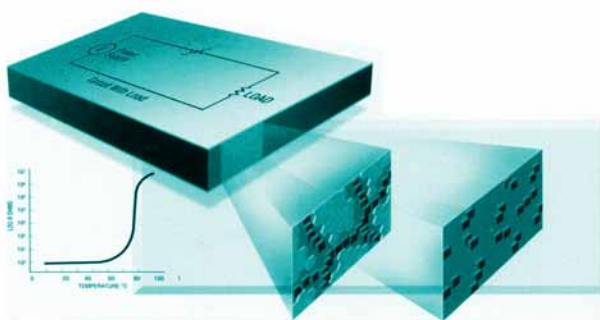
Ing. Hynek Střelka

V minulém čísle jsem vás, milí čtenáři, skupinově seznámil s výrobky firmy Schurter a slíbil přinést v dalších číslech podrobnější informace. Ve výrobním programu zmíněné firmy je celá řada pojistek, od známých skleněných trubičkových v mnoha modifikacích, přes plastové k zapájení do DPS či pojistky pro SMD, různé jističe na principu bimetalu až po tzv. vratné pojistky PTC. V prvním čísle roku 2000 pohovořím o vratných pojistkách PTC formou vysvětlení jejich činnosti i popisu vlastností vybraných typů. K ostatním jmenovaným bych se rád vrátil příště.

### PTC – princip činnosti

PTC ve skutečnosti není pojistka ve smyslu součástky rozpojující při přetížení elektrický obvod, ale jistý druh rezistoru s mimořádně ostrou teplotní charakteristikou odporu. Přesto se tyto součástky označují souhrnným názvem *resettable fuses*, v překladu "vratné pojistky". V tomto smyslu by do skupiny vratných pojistek mohly patřit i již zmíněné bimetalové jističe, ale pro ně se název *resettable fuses* nevžil.

Zkratka PTC znamená *Positive Temperature Coefficient*, tedy kladný teplotní koeficient. Právě nelineární kladný teplotní koeficient je principem součástky – při ohřátí materiálu této pojistky (obvykle průchodem zvýšeného elektrického proudu) nad stanovenou hranici dojde k téměř skokovému nárůstu jejího odporu a tím i k výraznému snížení hodnoty procházejícího proudu. Jádrem součástky PTC tvoří speciální elektricky vodivý polymer ve tvaru tenkých plátků plošně opatřených elektrodami s vývody pro nakontaktování do elektrického obvodu. Při běžné teplotě jsou jednotlivé vodivé částice polymeru v těsné blízkosti a materiál se chová jako vodič, resp. rezistor s velmi malým odporem. Dojde-li k přetížení např. zkratem či zvýšením zátěže nad povolenou mez, začne touto pojistkou procházet vyšší proud, který způsobuje její ohřev. Částice získávají ohřevem kinetickou energii a uvolňují se z předchozích těsných vazeb a krystalická struktura přechází do amorfního stavu. Vzdálí-li se elektricky vodivé částice od sebe natolik, že materiál přestává být vodivý, dochází k omezení či téměř přerušení přetíženého elektrického obvodu. Po vychladnutí polymeru dojde



opět k semknutí vodivých částic v jeho struktuře, tedy opětovnému zvýšení vodivosti a obnovení činnosti obvodu. Podstatou součástky PTC je vysoká strmost teplotní křivky nárůstu nebo poklesu odporu.

Pojistky PTC se zapojují do série se zátěží. Důležitou informací je, že pro znovuoobnovení činnosti nestačí pouze odpojit nepovolenou zátěž, ale krátce přerušit celý obvod.

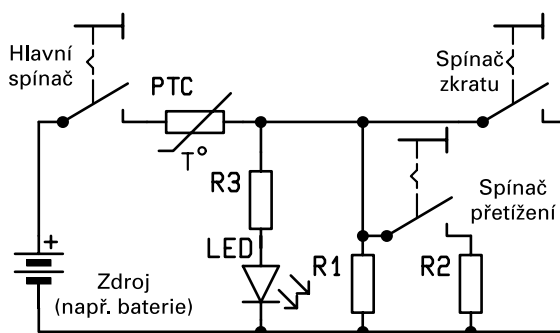
### Jak vybrat správný typ a hodnotu PTC?

Nejprve si musíme definovat několik parametrů našeho elektrického obvodu, který chceme chránit pomocí PTC:

1. jmenovitý proud obvodem (A),
2. maximální napětí v obvodu  $U_{max}$  (V),
3. proud  $I_{max}$  (A), při kterém již hovoříme o přetížení,
4. rozsah provozních teplot  $T_{min}$  (°C) a  $T_{max}$  (°C),
5. vybereme si řadu z katalogu, aby povolené  $U_{max}$  a  $I_{max}$  byly vyšší než naše požadavky,
6. podle tabulky teplotních závislostí proudu  $I_{hold}$  vybereme tu hodnotu, aby  $I_{hold}$  při nejvyšší provozní teplotě byl vyšší nebo stejný jako náš jmenovitý proud obvodem,
7. zkontrolujeme, že proud  $I_{trip}$  je nižší než proud  $I_{max}$  znamenající přetížení.

Parametr  $I_{hold}$  je proud, při kterém již může dojít k efektu skokového nárůstu odporu, proud  $I_{trip}$  je takový, při kterém k tomuto efektu zaručeně dojde. Všimněte si dosti velké difference mezi těmito dvěma hodnotami, proud  $I_{trip}$  bývá až dvojnásobkem proudu  $I_{hold}$ . Je-li tedy v katalogu  $I_{hold} = 0,5$  A a  $I_{trip} = 1$  A, znamená to, k rozpojení obvodu může dojít již při proudu 0,5 A, ale určité k němu dojde při proudu 1 A (tato hodnota PTC se tedy hodí obvod s jmenovitou spotřebou odpovídající proudu menšímu než 0,5 A a spolehlivě ochrání při přetížení vyšším než 1 A, obvodu tedy nesmí uškodit proud mezi 0,5 A a 1 A, což je rozsah, kde není přesný stav tohoto ochranného PTC definován).

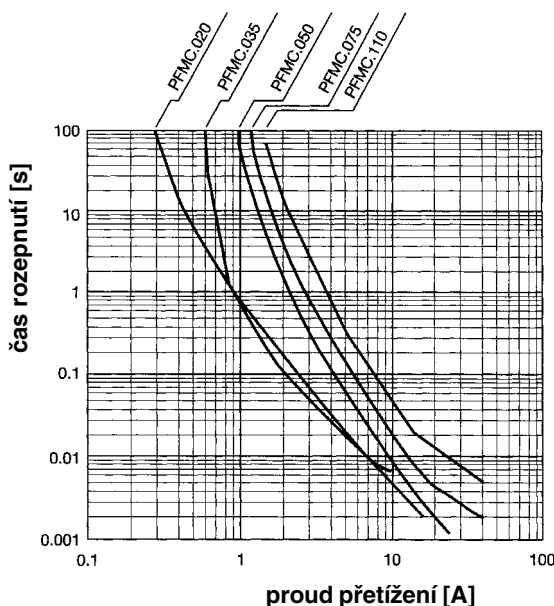
**Vyzkoušejte si činnost PTC jednoduchým demonstračním zapojením podle uvedeného schématu:**



Rezistor R1 představuje běžnou zátěž, R2 představuje mírné přetížení, zkrat samozřejmě maximální přetížení.

Zvolte takový zdroj, aby při zkratu nebyl překročen maximální povolený proud vratnou pojistkou PTC ( $I_{max}$  v katalogu). Hodnotu R1 stanovte tak, aby obvodem protékal proud nižší než  $I_{hold}$  PTC, R2 tak aby se při jeho připojení paralelně k R1 proud obvodem zvýšil nad hodnotu  $I_{trip}$  PTC. R3 stanovte obvyklým způsobem podle napájecího napětí a použité LED. Zapojte obvod hlavním spínačem. Rozsvícená LED indikuje přítomnost napětí zdroje za PTC, tedy PTC ve vodivém stavu. Nyní připojte spínačem přetížení zátěž R2 a sledujte svit LED.

typické časy při teplotě 23 °C



Přestože došlo k přetížení, LED ještě chvíli svítí a indikuje vodičový stav PTC. Ten se již však zahřívá a po krátké době přechází do stavu vysoké rezistivity a LED pohasíná, došlo k ochrannému jevu. Nyní odpojíme R2, ale k návratu PTC do vodičového stavu nemusí dojít. Teprve po vypnutí hlavního spínače a jeho následném opětovném zapnutí se LED znovu rozsvítí (za předpokladu, že PTC již vychladl). Zkuste nyní místo spínače přetížení zapnout spínač zkratu. Ochranná funkce bude stejná jako při přetížení s tím rozdílem, že ohřátí proběhne mnohem rychleji a LED zhasne téměř ihned po vyzkratování.

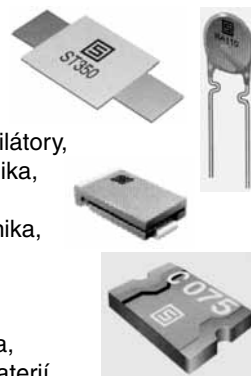
V případě ochrany obvodů vratnou pojistkou PTC je tedy nutné počítat s časovou prodlevou mezi okamžikem přetížení a rozpojením obvodu potřebnou na zahřátí PTC procházejícím proudem.

K ohřátí PTC nemusí dojít jen přímým průchodem proudu, ale také tepelnou výměnou s jinými částmi elektronického nebo elektrického zařízení. PTC může být instalován uvnitř vinutí statoru elektromotoru a chránit je tak před přehřátím. Často se PTC zapojuje do série s akumulátorem a vlastní těleso se přikládá na těleso akumulátorového článku (např. v bateriových sestavách pro napájení elektromotorků v modelářské technice či mobilních telefonů apod.). V případě přetížení nebo zkratu pak při velkém vybijícím proudu dochází k ohřevu článků, čímž se zkracuje jejich životnost. PTC tomuto jevu spolehlivě zabrání tím, že baterii při přehřátí odpojí. Stejný ochranný jev pak může proběhnout i při nepřijatelném ohřátí v průběhu nabíjení článků. V těchto případech se využívá jinak poněkud nepříjemné velmi silné závislosti parametru  $I_{hold}$  na teplotě (viz tabulku).

typové označení	závislost $I_{hold}$ [A] na okolní teplotě [°C]								
	-40	-20	0	23	40	50	60	70	85
PFMC050.2	0,77	0,68	0,59	0,50	0,44	0,40	0,37	0,33	0,29

Oblasti, ve kterých se nejčastěji vyskytuje ochrana vratnou pojistkou PTC:

- osobní počítače PC (pulzní zdroje),
- laptopy, notebooky apod.,
- osobní digitální záznamníky,
- transformátory,
- malé a střední elektromotory a ventilátory,
- audio technika a reprodukční technika,
- testovací a měřicí přístroje,
- zabezpečovací a protipožární technika,
- lékařská elektronika,
- elektronické pokladny,
- průmyslové řídicí systémy,
- automobilová a námořní elektronika,
- hračky a jiná zařízení napájená z baterií.



### Jaká provedení PTC dodává firma Schurter?

Nejnámější provedení jsou vývodová ve tvaru disků tvarem připomínajících varistor nebo keramický kondenzátor na vyšší napětí (typové označení řad PFRA, PFRX). Maximální povolený proud je 40 A. Používají se např. v počítačových zdrojích, k ochraně motorů, ventilátorů, transformátorů apod.

Dále jsou k dispozici dvě provedení pro povrchovou montáž (PFMC a PFMS) s maximální povoleným proudem 10A nebo 40A (podle hodnoty  $I_{hold}$ ). Často se používají při výrobě harddisků, základních desek PC, karet PCMCIA a jiných počítačových výrobků.

Pro vyšší proudy  $I_{max} = 100$  A se vyrábějí plochá provedení s plochými axiálními vývody PFLT a PFST. Ty se výborně hodí např. pro ochranu baterií, které mohou dodat velmi vysoký zkratový proud.

PTC stejně jako jiné výrobky firmy Schurter, o kterých ještě bude řeč v dalších číslech tohoto časopisu, distribuuje na českém a slovenském trhu autorizovaný distributor firma GM Electronic (kontakty viz inzerce na jiných stránkách časopisu; v této souvislosti ještě připomínáme, že jsme v č. 5/99, str. 16 a 17, publikovali testy stability keramických PTC prvků – pozn. red.).



**POZOR!**

**Od 10. 1. 2000 nově**

**www.radioplus.cz**

**e-mail: redakce@radioplus.cz**

**Rádio plus**

**KTE**  
Konstrukce • Technika • Elektronika

# Test osciloskopu Tektronix TDS 694C



Ing. Ladislav Havlík, CSc.

Tektronix TDS 694C je v době psaní tohoto článku jediný digitální paměťový osciloskop na světě s kmitočtovým rozsahem 36 Hz a vzorkovacím kmitočtem 10 GS/s v každém ze 4 kanálů. Lze tedy říci, že je nejvznešenějším členem osciloskopů řady TDS 600, které vzorkují v reálném (tedy nikoli ekvivalentním) čase.



Obr. 1 - Osciloskop Tektronix TDS694C

Firma Tektronix je proto nazvala digitální osciloskopy pro reálný čas (*Digital Real-Time Oscilloscopes*). Stručný přehled najdeme v tab. 1.

## Vlastnosti osciloskopu

Osciloskop Tektronix TDS 694C má mnohé vlastnosti shodné s ostatními členy řady TDS 600 a vzhledově se od nich neliší. Ovšem svojí vzorkovací rychlostí 10 GS/s a kmitočtovým rozsahem 3 GHz zaujímá v řadě dominantní postavení. Používá barevnou obrazovku *Nu Color*.

osciloskop	TDS 654C	TDS 680C	TDS 684C	TDS 694C
kmitočtový rozsah [MHz]	500	1 000	1 000	3 000
počet kanálů	4	2 + 2	4	4
maximální vzorkovací rychlost na kanál [GS/s]	5	5	5	10
délka záznamu na kanál, bodů	15 000	15 000	15 000	30 000 nabídka 120 000
rozišení, bit	8	8	8	8
vertikální citlivost	1 mV – 10 V/díl			10 mV – 10 V/díl
vstupní impedance	1 MΩ // 10 pF a 50 Ω			50 Ohm
časová základna	200 ps – 10 s/díl			100 ps – 10 s/díl
obrazovka 17,8 cm	barevná	mono	barevná	barevná
disketová jednotka	standardně 3,5", 720 k nebo 1,44 Mb			
hard disk	v nabídce, 175 Mb			

Tab. 1 - Základní vlastnosti osciloskopů Tektronix řady 600

Kmitočtovým rozsahem zasahuje osciloskop do počátku mikrovlnné oblasti. Je určen pro sledování subnanosekundových dějů, pro práci s mikroprocesory příští generace, s velmi rychlými daty v komunikacích i ve fyzice vysokých energií.

Testovaný přístroj má rozšířenou akviziční paměť ze 30 000 bodů na 120 000 (nabídka 1M) a hard disk (nabídka HD).

## Vertikální zesilovače

Tektronix TDS 694C má čtyři shodné kanály se vstupním odporem jen 50 Ω. Přepínání vstupní impedance na 1 Ω je vynecháno, protože by nepříznivě snížilo kmitočtový rozsah přístroje. Vertikální zesilovače mají citlivost nastavitelnou od 10 mV do 1 V/díl v řadě 1, 2, 5. Největší vstupní napětí je 5 V<sub>ef</sub> a přípustné jsou špičky 20 V<sub>mv</sub>. Kmitočtový rozsah 3 GHz má osciloskop v celém rozsahu vertikální citlivosti a dosahuje ho při maximální vzorkovací rychlosti 10 GS/s.

Omezení kmitočtového rozsahu u tohoto přístroje není. Využit lze současně všechny 4 kanály. Počet stop je vždy omezen nejvýše na 4 (např. při použití paměti R<sub>ef</sub>1 až R<sub>ef</sub>4 současně s kanály). Izolace kanálů je v celém kmitočtovém rozsahu větší než 100:1 mezi kterýmikoli dvěma kanály. Rozlišení zesilovačů je 8 bit (32 úrovní na dílek). Vertikální zesílení i jiné parametry lze zadávat z číselné klávesnice a velkým točítkem. Vertikálním zoomem získáme citlivost až 100 μV/díl (100x).

vertikální citlivost	rozsah posuvu
10 – 50 mV/díl	± 0,50 V
50,5 – 100 mV/díl	± 0,25 V
101 – 500 mV/díl	± 5,00 V
505 mV – 1 V/díl	± 2,50 V

Tab. 2 - Rozsah vertikálního posuvu

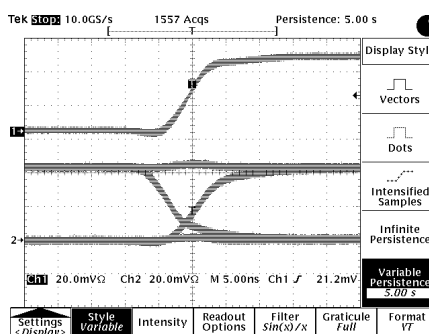
## Časová základna a spouštění

Rozsah hlavní i zpožděné časové základny je 100 ps – 10 s/díl, použijeme-li časové lupy, lze ji rozšířit až na 2 ps/díl (50x roztažení). Délka záznamu je volí-

kanál	naměřené hodnoty				údaj výrobce
	1	2	3	4	1 – 4
kmitočtový rozsah [GHz]	3,33	3,23	3,36	3,33	3
odezva [ps]	115	111	109	109	133

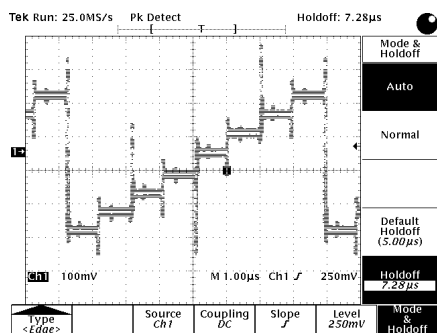
Tab. 3 - Kmitočtový rozsah a odezvy

telná mezi 500 až 120 000 body v 9 rozsazích. Na obrazovce je normálně 500 bodů záznamu. Zobrazíme-li např. jednu periodu signálu při zvoleném počtu bodů záznamu v akviziční paměti 5 000, můžeme horizontálním posuvem prohlédnout celkem 10 period (ve stejném časo-



Obr. 2 - Hodinový (horní stopa) a datový signál; proměnný dosvit 5 s zachytil nestabilitu signálů; X = 5 ns/díl, Y = 200 mV/díl, sondy 1 : 10, 500 Ω, 2,5 GHz





**Obr. 3 - Osmistupňový signál stabilně zobrazený použitím zádrže 2,78 μs; zákmity na stupních odhaluje proměnný dosvit 10 s; X = 1 μs/díl, Y = 100 mV/díl, sonda P6249**

vém měřítku). Povel *Fit on screen* se na obrazovce objeví všech 10 period – ovšem při desetinásobně delší časové základně. Přesnost odečítání časových intervalů je nepřímo úměrná vzorkovací rychlosti, kterou si osciloskop volí automaticky podle nastaveného rozsahu časové základny. Přesnost je určena poněkud nepřehledným vztahem

$$\pm[(0,15/vzork. rychlost) + (10 ppm \times \text{přečtená hodnota})];$$

při vzorkovací rychlosti 10 GS/s je zhruba 15 ps. Osciloskop lze spouštět vnitřně z kteréhokoli kanálu. Pro vnější spouštění (mnohem méně citlivé) má osciloskop zvláštní konektor na zadním panelu (AUX TRIGGER). Tam jsou také výstupy spouštěcího signálu hlavní a zpoždění časové základny – MAIN TRIGGER, DELAYED TRIGGER v úrovni TTL, sestupná hrana.

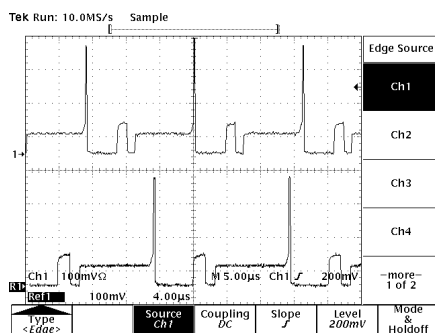
Osciloskop má všechny obvyklé způsoby spouštění (normálně, automaticky, jednorázově, kladnou nebo zápornou hranou, při nastavitelné úrovni přes dolno a hornofrekvenční propust a šumový filtr). Pokročilé spouštění logickými úrovněmi a tvarem pulzů má velmi širokou nabídku. Spouštění videosignálem u tohoto přístroje není.

kanál	1	2	3	4
PSV (100 mV/díl; 2,5 GHz)	1,38	1,4	1,45	1,44
PSV (500 mV/díl; 2,5 GHz)	1,26	1,3	1,3	1,4
PSV – údaj výrobce	1,7 (1 – 2 GHz)		2 (2 – 3 GHz)	

**Tab. 5 - Poměr stojatých vln**

Příklad logického spouštění hodinovým signálem je na obr. 2. Hodinový signál je v kanálu 1 – horní stopa a datový signál je v kanálu 2. Proměnný dosvit – *variable persistence* odkrývá časový a amplitudový rozptýl signálů.

Ke stabilnímu zobrazení osmistupňového signálu s četnými zákmity přispěla zádrž, zde nastavená na 2,78 μs, obr. 3.



**Obr. 4 - Spouštění osciloskopu kladnou hranou při rozdílné úrovni: na horní stopě 200 mV, na dolní 16 mV; X1 = 5 μs/díl, X2 = 4 μs/díl, Y = 100 mV/díl; horní stopa je živá – kanál 1**

Signál s impulzy rozdílných amplitud spouští na horní stopě obr. 4 při úrovni 200 mV kladnou hranou impulsu s velkou amplitudou, při úrovni 16 mV první kladnou hranou malého impulsu na spodní stopě.

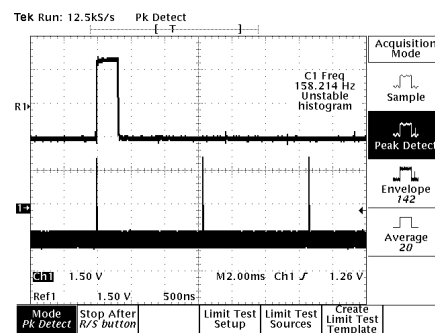
*Autoset* nastaví vertikální zesílení, časovou základnu a spouštění tak, že zobrazí několik period i komplikovaného signálu s amplitudou 2 – 3 dílky. Průběh z obr. 4 nastaví tak, jak je zobrazen na horní stopě, vybere si totiž první kladnou hranu s velkou amplitudou. Pokud je do osciloskopu přivedeno více signálů, zvolí automatické nastavení spouštění z kanálu s nejnižším číslem.

### Sběr dat, úprava průběhů, automatické měření

Přístroj umožňuje vzorkované průběhy podle potřeby účinně upravit detekcí špiček, obálky a průměrováním. Detekce špiček zachytí špičky krátké až 100 ps. Obálku lze složit z jednoho až neomezeného počtu průběhů. Použití obálky sniž

vzorkovací rychlost na polovinu. Průměrovat je možné dvakrát až 10 000x. Dostatečný účinek způsobí již desetinásobné průměrování.

Průběhy lze zobrazit pomocí kratičkých úsečků (vektorů), bodů, neomezeným dosvitem a proměnným dosvi-



**Obr. 5 - Impulzy úzké 320 ns zobrazené detekcí špiček; kmitočet impulzů 158,2 Hz určilo automatické měření X1 = 500 ns/díl, X2 = 2 ms/díl (živá dolní stopa), sonda P 6249**

tem (*Variable Persistence*) 250 ms až 10 s. Proměnného dosvitu bylo použito např. v obr. 2 a 3. Interpolovat je možné lineárně a funkcí  $\sin/x$ .

Detekce špiček pomohla v obr. 5 na dolní stopě zviditelnit při časové základně 2 ms/díl impulzy úzké 320 ns (o 4 řády kratší než je časová délka dílku 2 ms). Tlustá pata impulzů v sobě skrývá další informace v podobě kratičkých špiček obou polarit, které jsme objevili opět po-

kanály	1 – 2	1 – 3	1 – 4	2 – 3	2 – 4
zpoždění mezi kanály [ps]	20	22	22	22	22

**Tab. 4 - Zpoždění mezi kanály**

mocí detekce špiček na horní stopě. Tam je také zobrazen při časové základně 500 ns/díl jeden 320 ns široký impuls ze spodního průběhu. Automatické měření určilo kmitočet impulzů 158,2 Hz.

Na průbězích je možné provádět inverzi, sčítání a odečítání, integrál, derivaci a rychlou Fourierovu transformaci FFT. Ta je omezena jen na 500 bodů záznamu v akviziční paměti. Při FFT můžeme použít lineárního nebo logaritmického vertikálního měřítka. Horizontální měřítka kmitočtů se měří automaticky podle nastavené časové základny. K dispozici je pravoúhlé okno, Hanningovo, Hammingovo a Black-Harrisovo okno.

Použitím FFT v pravoúhlém oknu a logaritmické stupnici jsme získali spektrum strmého týlu impulsu tunelového generátoru (obr. 6).

Pomocí nabídky měření se nám zpřístupní automatické měření celkem 29 parametrů průběhů. Jmenujme z nich

kanál	1	2	3	4
přesnost vert. citlivosti [%]	-0,16 až +0,4	-0,25 až +0,03	-0,44 až +0,09	-0,26 až +0,33
údaj výrobce	± 1 %			

**Tab. 6 - Přesnost vertikální citlivosti**



kanál	1	2	3	4	AUX TRIGGER
vstupní odpor	49,96 Ω	49,95 Ω	50,15 Ω	49,88 Ω	1,517 kΩ
odchylka [%]	-0,08	-0,1	+0,3	-0,24	-
údaj výrobce	50 Ω ± 1,25 %				> 1,5 kΩ

Tab. 7 - Vstupní odpor kanálů a vnějšího spouštění

alespoň mezivrcholovou hodnotu, minimum, maximum, periodu, kmitočet, čelo, týl, překmit a podkmit impulzu. Potřebné referenční úrovně při měření impulzních parametrů (např. čela, týlu, šířky) jsou nastavitelné. Některá z těchto měření jsou použita v našich oscilogramech. Současně lze zobrazit až 4 měření. Výpis všech parametrů, které se dají na pozorovaném průběhu změřit, můžeme získat v nabídce měření повеlem *Snapshot* (momentka).

V nabídce měření jsou také histogramy, které ukazují rozložení změn signálu s časem. Jsou užitečné zejména při měření impulzních průběhů. Pro získání histogramu je rozhodující vhodné ohraničení průběhu, které nastavíme pravouhlým rámečkem pomocí časových a napěťových intervalů zvolených na obě strany v časové a napěťové ose od středu obrazového pole. Příkladem je na obr. 7 vertikální histogram týlu impulzu z obr. 6. Impulz z tunelového generátoru je dosti neklidný.

Odečítání časových a napěťových intervalů umožňuje rastr, ale daleko přesněji a pohodlněji odečteme tyto údaje horizontálními a vertikálními kurzory. Vertikální kurzory měří v obr. 8 vzdálenost rušivého úzkého impulzu od prvního impulzu nepravidelné skupiny,  $\Delta t = 1,93 \mu s$ , dolní živý průběh. K získání průběhů na obr. 8 bylo zapotřebí použít pokročilého spouštění impulzního typu s nastavením limitu šířky impulzu od 100 ns do 390 ns. Osamocený impulz úzký 320 ns se ve skupině s periodou 29  $\mu s$  opakuje každých 6,4 ms (vždy jednou po 220 skupinách). A jako by "z oka vypadl" impulzu na obr. 5.

Pro měření tolerance průběhů můžeme vytvořit masky (*Limit Test Template*).

	naměřená hodnota	údaj výrobce
výstupní napětí		
zátěž 50 Ω [mV]	504	500
kmitočet [Hz]	999,7	1000
střída	1 - 1	1 - 1
čelo	~ 600 ps	-
týl	700 ps	-

Tab. 10 - Hodnoty kalibračního signálu

Při překročení zvolených tolerancí můžeme zvolit zvukový signál, zastavení měřeného nebo vytištění obsahu obrazovky (*Hardcopy*).

### Ostatní parametry

Osciloskop TDS 694 má rozhraní GPIB, RS-232, Centronix a VGA video. Pomocí těchto periférií můžeme osciloskop zařadit do měřicího systému a připojit k němu různá zařízení. Přes rozhraní Centronix dává osciloskop k dispozici většinu potřebných formátů jako je HP Thinkjet, HP Deskjet, HP Laserjet, Epson, PCX, PCX Color, DPU-411/II,

kmitočet [MHz]	10	50	100	500	1000	2000	3000
citlivost spouštění [díl]	0,3	0,3	0,4	0,6	0,75	0,8	1,5
údaj výrobce	0,35 díl do 50 MHz vzroste na 1 d na 3000 MHz						

Tab. 8 - Kmitočtová závislost citlivosti vnitřního spouštění

DPU-412, TIFF, BMP, BMP Color nebo HGPL Color.

Přístroj má kalendář a hodiny. Datum a čas se zobrazuje v pravém dolním rohu obrazovky, pokud ho ovšem nevypneme nebo ho nenahradí zobrazení zvolené nabídky.

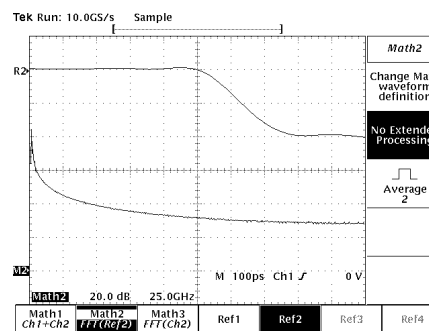
Z paměťových medií máme k dispozici 4 nevolatilní paměti  $R_{ef1} - R_{ef4}$  pro uložení průběhů (námi při testování často používané) a 10 pamětí *Setup*, do kterých ukládáme nastavení přístroje. Paměti jsou zálohovány lithiovou baterií s životností nejméně 5 let. Osciloskop TDS 694C má standardně disketovou jednotku 3,5" 720 kb nebo 1,44 Mb, formát je kompatibilní s PC.

V nabídce HD je harddisk 175 Mb, testovaný přístroj ho má. Barevná obrazovka má rozměry 145 x 112 mm, 640 x 480 bodů. Obrazové pole má pak rozměr 100 x 80 mm a rastr je rozdělen na 10 x 8 políček s rozměrem 10 x 10 mm. Plocha vně obrazového pole se využívá pro zobrazení nabídek, aktuálního nastavení přístroje, kalendáře a data *Barvy stop*, údajů v pamětech, rastru, nabídek, průběhů zpracovaných matematicky aj. jsou nastaveny výrobcem, lze je ale měnit v celém rozsahu spektra. Obrazovka *Nu Co*

rickou klávesnicí pro číselné zadávání většiny parametrů. Za čtyřmi konektory BNC na předním panelu jsou pro nás pohodově 4 kanály. Uprostřed řady konektorů je zemnicí zdířka. Pod alfanumerickou klávesnicí je zemní a živý kontakt kalibrátoru.

kmitočet [MHz]	10	50	100	500
citlivost spouštění [mV]	200	200	200	~400
údaj výrobce	0 - 100 MHz		250 m - 500 mV	

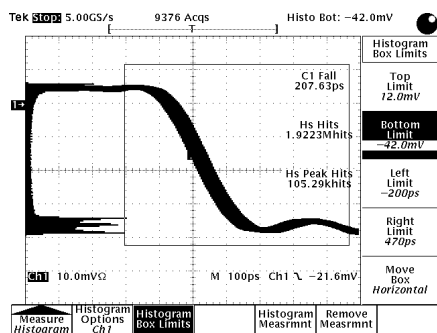
Tab. 9 - Citlivost vnějšího spouštění



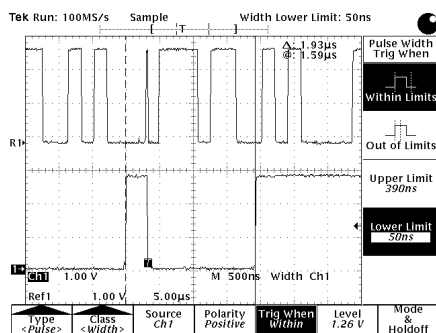
Obr. 6 - FFT týlu impulzu z tunelového generátoru – dolní stopa týl impulzu – horní stopa; X1 = 100 ps/díl, Y = 10 mV/díl, X2 (FFT) = 25 GHz/díl, Y2 (FFT) = 20 dB, pravouhlé okno

lor je jednotrysková. Jednotlivé barvy se v ní získávají z velmi jasné bílé s plochým kmitočtovým spektrem užitím spínaných filtrů z tekutých krystalů.

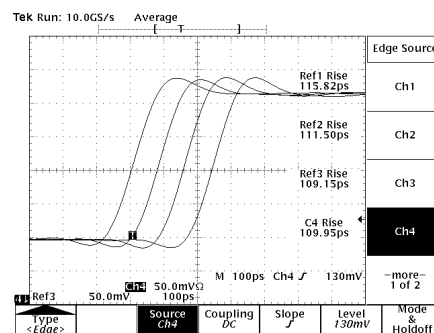
Osciloskop TDS 694C se ovládá 52 tlačítky, 6 točičky a 1 kolébkovým vypínačem, přičemž 15 tlačítek tvoří alfanume-



**Obr. 7 - Vertikální histogram týlu impulsu z obr. 6; X = 100 ps/díl, Y = 10 mV/díl; horní strana pole 12 mV, dolní 42 mV, levá strana – 200 ps, pravá 470 ps**



**Obr. 8 - Vzdálenost úzkého impulsu od prvního, širokého nepravidelné skupiny měří vertikální kurzory,  $\Delta = 1,93 \mu s$ ,  $X_1 = 5 \mu s/díl$ ,  $X_2 = 500 ns/díl$ ,  $Y = 1 V/díl$ , sonda P6249**



**Obr. 9 - Odezvy osciloskopu zleva 1 – 4 kanál: X = 100 ps/díl, Y = 50 mV/díl**

Zpoždění mezi kanály jsme měřili dvojicí impulsů, jejichž čela umožňují kalibrátor oscilloskopů Wavetek 9500 nastavit do koincidence. Po prohození generátorových hlav kalibrátoru u každé dvojice kanálů byl proveden odečet zpoždění, výsledky jsou v tab. 4.

Odstup mezi kanály byl měřen signálem 3 GHz při vertikální citlivosti 100 mV/díl. Naměřená hodnota 100 : 1 se kryje s údajem výrobce. Šum kanálů při vertikální citlivosti 10 mV/díl nepřesáhl u všech kanálů hodnotu 1,6 mV<sub>mv</sub>.

Poměr stojatých vln na vstupech kanálů byl změřen při vertikální citlivosti 100 mV/díl a 500 mV/díl, neboť v rozsazích 10 – 100 mV/díl a 200 mV – 1 V/díl se navzájem liší. Vyšší PSV na citlivějších rozsazích má zřejmě na svědomí zařazení předzesilovače. Obě měření provedená na kmitočtu 2,5 GHz skalárním analyzátozem HP 8757A jsou v tab. 5. Kmitočtová závislost PSV kanálu 1 při vertikální citlivosti 500 mV/díl pak je na obr. 10. Správné hodnoty jsou ve středu zvláště křivky.

Pokládáme za zajímavé ukázat (na obr. 11), jak se osciloskop TDS 694C vypořádal se zobrazením sinusového signálu vysokého kmitočtu, v našem případě 3 GHz (generátor HP 8350). Průběh je 15x průměrován, interpolace sinx/x. Je zapnuto automatické měření kmitočtu.

Rozměry jsou 193 x 445 x 434 mm (výška, šířka, hloubka), hmotnost 14,1 kg.

V příslušenství přístroje je návod k použití, stručný návod a manuál obsahující technické parametry přístrojů TDS 500, TDS 600 a TDS 700, dále pak to je síťová šňůra, kryt předního panelu, nožní spínač funkce RUN/STOP a přepravní brašna.

Sondy nejsou v příslušenství k osciloskopu, neboť se očekává, že si je zákazník vybere podle svých požadavků. Připojujeme fotografie několika napěťových a proudových sond vhodných pro testovaný osciloskop i s jejich důležitými údaji. Při testování jsme používali miniaturní aktivní sondu Tektronix P 6249 s kmitočtovým rozsahem 4 GHz, odezvou ≤ 120 ps a vstupní impedancí 22 kΩ/1 pF. Převážně jsme však pracovali s koaxiálními trasami obvyklé impedance 50 Ω.

### Test osciloskopu

Z popisu osciloskopu a z našich oscilogramů lze jak doufáme poznat, že jde o přístroj s velmi širokými možnostmi mě-

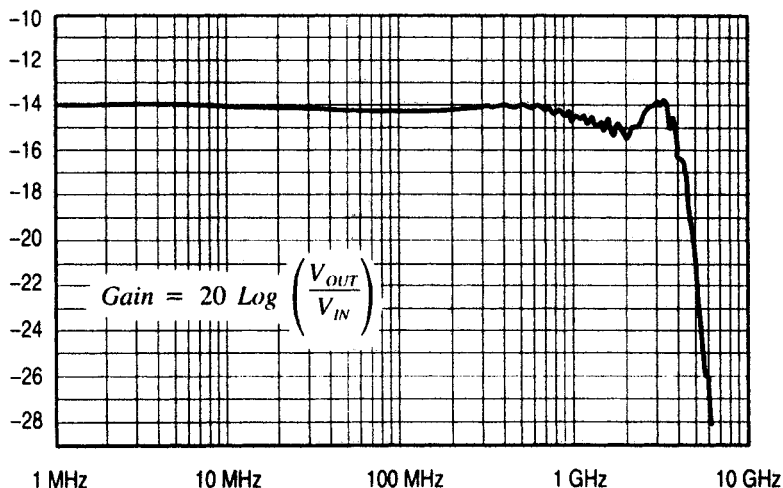
ření. V testu jsme změřili většinu důležitých parametrů osciloskopu. Velký kmitočtový rozsah a vysoká vzorkovací rychlost kladly jisté nároky na potřebný přístrojový park. Test byl proveden v normálních laboratorních podmínkách při teplotě okolí 22 – 24 °C a relativní vlhkosti okolo 70 %. Osciloskop jsme zapínali nejméně 30 minut před měřením.

### Vertikální zesilovače

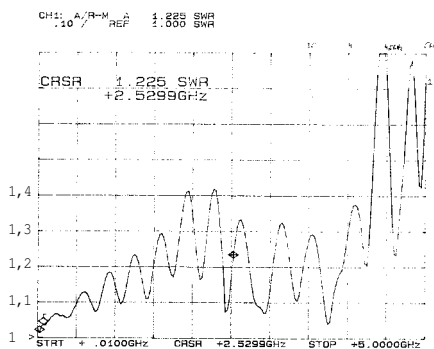
Kmitočtový rozsah jsme měřili u všech čtyř kanálů při střední vertikální citlivosti 100 mV/díl, pro přesné odečtení bylo použito 20násobného průměrování. Výsledky měření a výrobcem udávaný kmitočtový rozsah jsou v tab. 3 spolu s odezvami osciloskopu. Při měření odezvy byl použit generátor impulsů s čelem 25 ps a citlivost kanálů nastavena na 50 mV/díl. V obr. 9 jsou odezvy seřazeny zleva podle čísel kanálů. Automatické měření seřadilo výsledky shora dolů. Průběhy jsou 40x průměrovány. Kanál 4 je živý. V kanálu 4 jsme vždy stejný impuls změřili opakovaně i jednorázově a obě výsledné hodnoty odezvy  $t_{r \text{ jednoráz.}} = 110,9 ps$  a  $t_r = 107,5 ps$  se od sebe liší neuvěřitelně málo.



**Obr. 12 - Aktivní sonda Tektronix P 6249, 0 – 4 GHz, 5 : 1, vstup 20 kΩ/1 pF, výstup 50 Ω, vstupní napětí -1,75 až +1,75 V, délka 1,3 m**



**Obr. 13 - Kmitočtová charakteristika sondy Tektronix P 6249**



**Obr. 10 - Kmitočtová závislost PSV, kanál 1, 500 mV/díl, v rozsahu 0,1 až 5 GHz, správné hodnoty jsou ve středu zvlněné křivky**

Vertikální citlivost byla měřena přesně kontrolovaným stejnosměrným signálem na všech rozsazích 10 mV – 1 V/díl. Největší záporné a kladné odchylky v jednotlivých kanálech spolu s údajem výroby jsou v tab. 6.

Stabilita nulové polohy stopy byla kontrolována při přepnutí vertikální citlivosti z nejvyšší 10 mV/díl na nejnižší 1 V/díl. Byla shledána menší než 0,1 dílku. Stopa byla 20x průměrována.

Výsledky měření vstupního odporu kanálů a vstupu vnějšího spouštění AUX TRIGGER jsou v tab. 7. Použitý přístroj je ESCORT 131D, kmitočet 1 kHz.

### Časová základna a spouštění

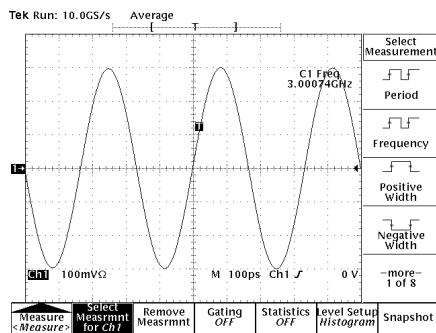
V celém rozsahu časové základny 100 ps/díl – 10 s/díl jsme nenalezli vizuálně zjištěnou odchylku od nastavených hodnot. Také zpožděná časová základna plní svou funkci jak má. Základny nepracují v režimu roll.

Citlivost vnitřního spouštění jsme kontrolovali sinusovým signálem při vertikální citlivosti 100 mV/díl v kmitočtovém rozsahu 10 MHz – 3,5 GHz, kdy ještě osciloskop TDS 694C zcela spolehlivě spouští.

Výsledky tohoto měření jsou v tab. 8. Citlivost vnějšího spouštění je zaručována pouze v kmitočtovém rozsahu 0



**Obr. 14 - Pasivní odporová sonda s aktivním měničem impedance Tektronix P 6939A, 10 : 1, 0 – 500 MHz, vstup 10 MΩ/8 pF, výstup 50 Ω, vstupní napětí 300 V<sub>ef</sub>, délka 1,3 m**



**Obr. 11 - Zobrazení sinusového signálu o kmitočtu 3 GHz, 15x průměrováno, interpolační sinx/x, X = 100 ps/díl, Y = 100 mV/díl**

až 100 MHz, kde narůstá z 250 mV na 500 mV. V našem měření (viz tab. 9) jsme shledali příznivější hodnoty. Osciloskop spouští spolehlivě v nejrůznějších režimech, jak také dokládají oscilogramy, zejména na obr. 2, 3, 4 a 8.

Fázovou nejistotu spouštění jsme měřili sinusovým signálem 1 GHz při citlivosti 100 mV/díl a s horizontálním zoomem při časové základně 50 ps na díl. Změřená hodnota fázové nejistoty je 40 ps.

### Kurzory, automatické měření, kalibrátor

Funkci kurzorů plní dvojice úseček, z nichž vždy jedna je aktivní a ovládáme ji velkým knoflíkem. Horizontální jsou napěťové kurzory a vertikální časové kurzory. Časové kurzory jsou pohyblivé v celém časovém úseku vymezeném zvoleným počtem bodů akviziční paměti. O jejich poloze nás informuje úsečkový diagram nad obrazovým polem. Vertikální kurzory mají krok 0,2 % z 10 dílků obrazového pole v horizontálním směru. Krok horizontálních kurzorů je 0,25 % z osmi vertikálních dílků. Pohybovat jimi lze v rozsahu větším než který vymezuje offset. Vertikální kurzory použity v obr. 8.

Z automatického měření jsme kontrolovali měření stejnosměrného napětí a měření kmitočtu. Měření stejnosměrného napětí od 10 mV do 4 V vykazovalo přesnost v rozmezí -0,7 až +1,8 %. Přesnost měření kmitočtů v rozsahu 0,1 Hz – 3,2 GHz je 0,05 %. Výrobce tyto údaje neuvádí.

Kalibrační signál, obdélník s kmitočtem 1 kHz a střídá 1 - 1 je vzhledem ke krátkosti čela a týlu dosti kvalitní. Naměřené hodnoty kalibračního obdélníku jsou v tab. 10. Osciloskop je po zapnutí připraven k měření za 50 s. Autoset nastaví přístroj tak, aby zobrazil klidný signál za méně než 3 s, pokud je jeho kmitočet 50 Hz až 2 GHz a amplituda několik desítek mV. U signálu obdélníkového průběhu nalezneme alespoň jeho čelo, byť s vyšší citlivostí, jestliže je jeho kmitočet

menší než 50 Hz. Nastavení osciloskopu vyvolané z paměti Setup trvá 3 s.

### Hodnocení

Digitální paměťový osciloskop Tektronix TDS 694C, přístroj s největší vzorkovací rychlostí 10 GHz jaký firma vyrábí, splnil naše neskromná očekávání téměř ve všech směrech. Nejdůležitější parametry osciloskopu, mezi něž nepochybně patří kmitočtový rozsah, odezva, vlastnosti spouštění, vertikální zesílení nebo stabilita stop, jsou výrazně lepší, než zaručované hodnoty. Ovládání osciloskopu je intuitivní a snadné natolik, že je v základech zvládneme za několik desítek minut. Teprve při speciální potřebě sáhneme po velmi dobře zpracovaném návodu, který poskytl srozumitelnou informaci.

Velmi vzhledný přístroj poskytuje při práci vysoký komfort. To je u osciloskopů Tektronix obvyklé, takže se k nim rádi znovu vracíme. K pohodlné práci a pohodě přispívá i barevná obrazovka Nu Color, která dává ostrý a jasný obraz i při silném přímém osvětlení. U přístroje této třídy by měl být méně hlučný ventilátor.

Velmi nás překvapil rozsah časové základny 40 ns/díl (nejde žádným prostředkem změnit), který vybočuje z obvyklé řady 1, 2, 5 (možno srovnat s testem osciloskopu TDS 524 ze ST 2/95, kde byl rozsah časové základny 400 ns/díl). U základny přístroje postrádáme režim roll. Vhodnějším výstupem pro kalibrační signál by vzhledem k jeho kvalitě byl konektor BNC.

Závěrem děkujeme pracovníkům metrologického oddělení Českého metrologického institutu, bez jejich významné pomoci by nemohl být náš test realizován. Více informací u: T&M Direct, s.r.o., Technická 2, 166 27 Praha 6, tel.: 02/24355808, fax: 02/24355809, příp. e-mail: info@tmdirect.cz, www.tmdirect.cz.

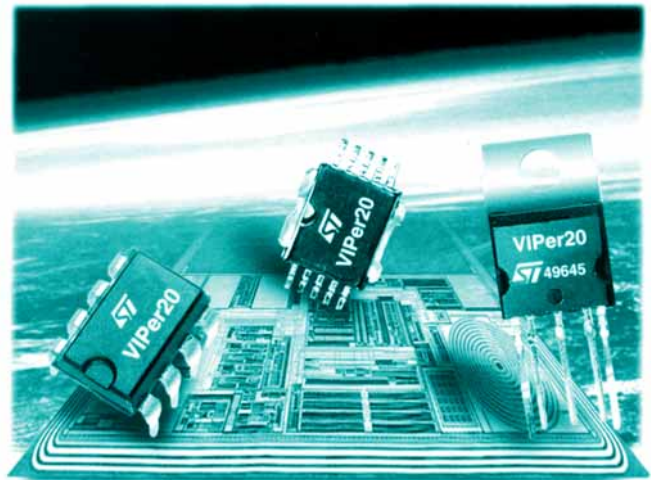


**Obr. 15 - Proudové transformátory – sondy Tektronix CT1 a CT2 pro vstup 50 Ω a největší proud 0,3 A; CT1: 25 kHz – 1 GHz, CT2: 1,2 kHz – 200 MHz; vodič s měřeným proudem se provléká otvorem sondy**



# Zajímavé obvody SGS-Thomson: VIPer20 – nový svislý inteligentní regulátor se zvýšeným výkonem

Název VIPer je de facto zkratkou *Vertical Intelligent Power enhanced regulator* – svislý inteligentní regulátor se zvýšeným výkonem. Je jedním z novějších příspěvků k řadě svislých inteligentních integrovaných regulátorů firmy SGS-Thomson. Unikátní monolitický obvod, jenž slučuje v současné době používaný princip impulzně-šířkové modulace (PWM) s energeticky optimalizovanou konstrukcí vysokonapěťové řady výkonových tranzistorů MOSFET. Obvod, vyvinutý s využitím technologie "VIPower MO", je schopen dodávat až 20 W výstupního výkonu v zapojení se zpětnovazebním blokovacím režimem v celém rozsahu síťového vstupního napětí, používaného v Evropě, přičemž ve srovnání s provedením, využívajícím diskretních součástek má nové provedení jen poloviční počet součástek. Obvod, jenž má nastavitelný spínací kmitočet až do 200 kHz, úplnou optimalizací ovládání proudového režimu



a kompletně vestavěnou ochranu, představuje nejněsnější cestu, jak splnit požadavky ekonomické normy "Blue Angel" (Modrý anděl), neboť jeho celková klidová spotřeba energie ze sítě činí méně než 1 W.

## Chcete provozovat optočlen s proudem 20 mA?

Skupina obvodů VIPer vám umožní provozovat optočleny s proudem menším než 1 mA, což nesmírně prodlouží dobu života použitých součástek a tím celého systému.

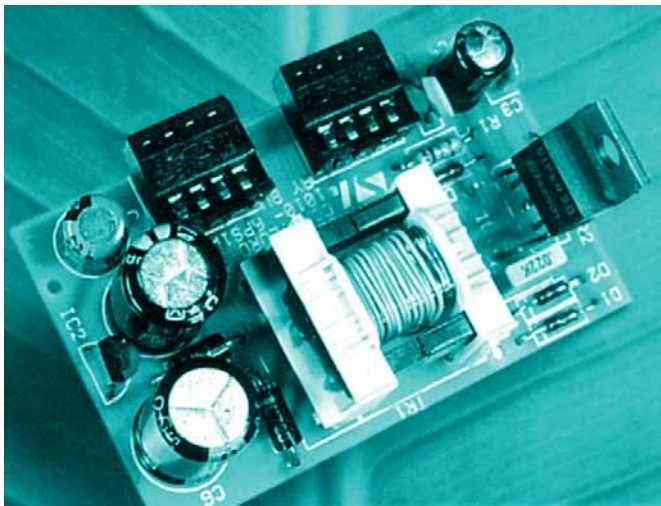
Střídavé vstupní napětí je 90 až 270 V, maximální výstupní výkon 10 W, stejnosměrné výstupní napětí +5 V, proud pak 25 mA, +13 V – 750 mA, pracovní kmitočet 55 kHz, příkon při výstupním proudu 25 mA (5 V) je 0,8 W.

## Přejděte na obvody VIPer

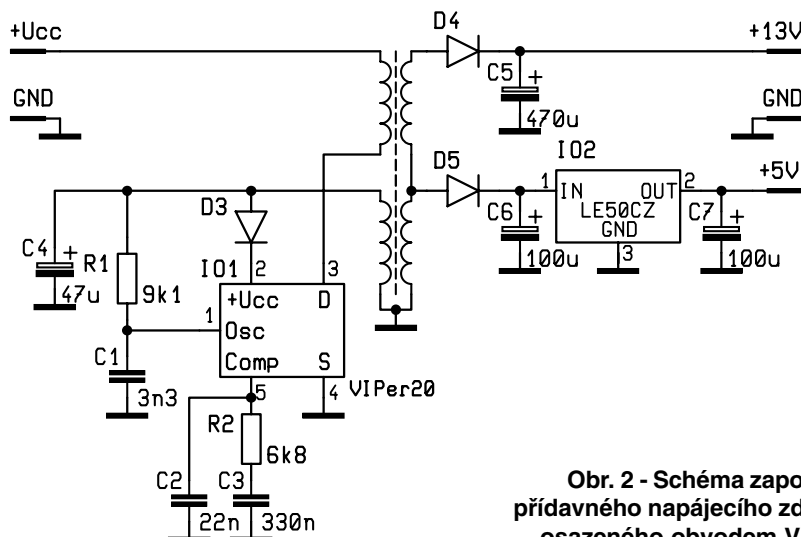
Použití obvodů VIPer poskytuje rychlejší, levnější přeměnu střídavého proudu na stejnosměrný. Je rovněž dostupná verze VIPer20B, určená pro americký a japonský trh, která snáší BVdss 400 V.

## Aplikace

Řada obvodů VIPer (VIPer100, VIPer50, VIPer20, VIPer31) představuje ideální řešení primárních konvertorů SMPS na současné úrovni techniky, určených pro napájení tiskáren, skenerů, digitálních satelitních přijímačů, digitálních video diskových jednotek, přídatných napáječů, nabíječů akumulátorů, videorekordérů, televizorů, kuchyňských spotřebičů a řady dalších výrobků.



Obr. 1 - Příklad realizace desky přídatného  
napájecího zdroje TVC



Obr. 2 - Schéma zapojení  
přídatného napájecího zdroje TVC  
osazeného obvodem VIPer20



## vybrali jsme pro Vás

K dispozici je celá řada pouzder – od běžného TO-220 s pěti vývody až k modernímu pouzdru pro povrchovou montáž PowerSO-10 a k levnému pouzdru DIP-8.

### Podpůrné nástroje

K dispozici jsou další informace, literatura, interaktivní aplikační vývojové programy a levné vývojové soupravy.

Pro více informací doporučujeme pramen – "VIPerXXX design Software", který je přístupný na firemní webové stránce "INTRANET DSG WEB PAGE": <http://www.ctn.st.com/sales/software/>, dále na CD "Linear & Switching Regulators" a též "VIPerXXX Design Software".

TYP	I <sub>D</sub> (A)	BV <sub>DSS</sub> (V)	V <sub>IN</sub> (VRMS)	F <sub>sw</sub> (KHz)	η (%)	Proudové omezení	Odpojení	Start	Synchrizace	Klidový stav	Aplikace	Pouzdro
VIPer20	0.5	620	70..300									
VIPer20A	0.5	700	70..300	Až do 200	Až 90	V každém cyklu	Ano	Ano	Ano	Ano	Univerzální SMPS	PENTAWATT HV PowerSO-10, DIP-8
VIPer20B	1.3	400	70..165									
VIPer50	1.5	620	70..300	Až do 200	Až 90	V každém cyklu	Ano	Ano	Ano	Ano	Univerzální SMPS	PENTAWATT HV PowerSO-10
VIPer50A	1.5	700	70..300									
VIPer100	3	620	70..300	Až do 200	Až 90	V každém cyklu	Ano	Ano	Ano	Ano	Univerzální SMPS	PENTAWATT HV PowerSO-10
VIPer100A	3	700	70..300									
VIPer31	1	600	70..300	Až do 200	Až 90	V každém cyklu	Ano	Ano	Ano	Ano	Nabíječky akumulátorů	PowerSO-10

Přehledná tabulka představovaných výrobků – vše zahrnuto do textu

# Řada LNBP – regulátory napájecího a ovládacího napětí pro anténní jednotky satelitních přijímačů

LNBP, monolitický lineární regulátor napětí, je určen pro použití v analogových i digitálních satelitních přijímačích. Je dodáván ve třech různých pouzdech: MULTIWATT15, PowerSO-20 a PowerSO-10. Tento obvod je určen pro vytváření napájecích napětí a komunikačních signálů pro konvertory satelitních přijímačů, umístěné přímo u antény a spojené s přijímačem koaxiálním kabelem.

### Vlastnosti

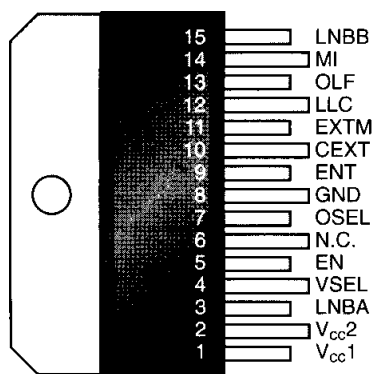
- ◆ Kompletní obvody dálkového napájení a ovládání pro dvě anténní jednotky LNB.
- ◆ Funkce volby jednotky LNB a její uvedení do klidového stavu.
- ◆ Vestavěný oscilátor, nastavený již ve výrobním závodě na 22 kHz.
- ◆ Rychlý start oscilátoru, umožňující používat kódování DiSEqC.

- ◆ Dva napájecí vstupy poskytují nejmenší možné ztráty.
- ◆ Funkce přemostění umožňuje provoz v podřízeném režimu (*slave*).
- ◆ Ochrana LNB před zkratem a diagnostika LNB.
- ◆ Přídavný vstup vnější modulace rozšiřuje použitelnost obvodu.
- ◆ Kompenzace délky napájecího kabelu.
- ◆ Vnitřní ochrana před přehřátím.
- ◆ Ochrana před vlivem zpětného proudu.

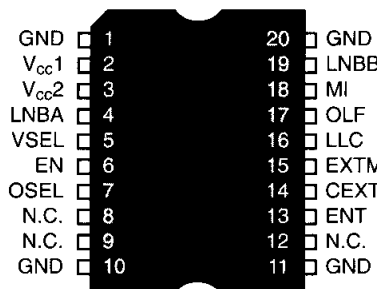
### Satelitní přijímač se dvěma parabolami

Protože většina satelitních přijímačů má dva anténní vstupy, je možno výstupní napětí regulátoru směřovat na jeden ze dvou logicky volitelných výstupních vývodů (LNBA, LNBB). Měli tento obvod připojeno napájení a je-li převeden do klidového režimu ("Stand-by" prostřednictvím uzemnění vývodu "EN"), jsou

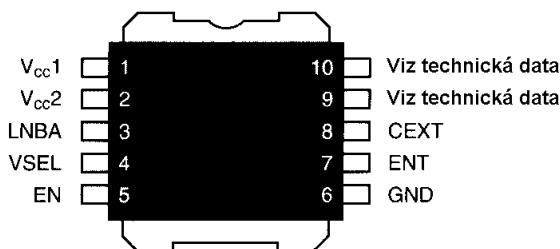




MULTIWATT 15



PowerSO-20



PowerSO-10

Zapojení vývodů všech tří verzí obvodu (je součástí překladu)

oba výstupy regulátoru odpojeny, což umožňuje, aby konvertory antény byly napájeny a ovládány dalšími satelitními přijímači, jež sdílejí tentýž koaxiální kabel k anténní jednotce. Výstupy regulátoru lze logikou přepínat mezi 13 a 18 V (typicky). Navíc je možno zvětšit zvolenou hodnotu napětí o 1 V (typicky), pro kompenzaci ztráty napětí na delším napájecím kabelu.

**Velmi malá výkonová ztráta**

Za účelem zmenšení výkonové ztráty v obvodu, je-li zvoleno nejnižší výstupní napětí, je regulátor opatřen dvěma vstupy napájení:  $V_{cc1}$  a  $V_{cc2}$ . První z nich musí být připojen k napětí 16 V (min.), druhý ke 23 V (min.) a vnitřní přepínač pak automaticky volí správný přívod napájení podle zvoleného výstupního napětí. Je-li obvod opatřen přiměřeným chladičem a jsou-li přijatelné vyšší výkonové ztráty, je možno oba tyto vstupy napájet tímtež napětím 23 V, aniž by došlo k ohlivení kritických vlastností obvodu.

**Lze využít tón 22 kHz**

Vývod obvodu "ENT" (Zapnutí tónu – *Tone enable*) aktivuje vnitřní oscilátor tak, že je jeho výstup modulován pravoúhlým průběhem s rozkmitem  $\pm 0,3$  V a s typickým kmitočtem 22 kHz. Tento vnitřní oscilátor je nastaven již ve výrobním závodě s tolerancí  $\pm 2$  kHz, takže nevyžaduje žádné další seřízení, ani použití vnějších součástek. Impulzní kódování v rytmu 22 kHz je možné díky rychlé odezvě vstupu "ENT" a požadavku na start oscilátoru. Uspadňuje to práci vývojářům, kteří hodlají využít protokol "DiSEqC".

**Ochrana proti zraku**

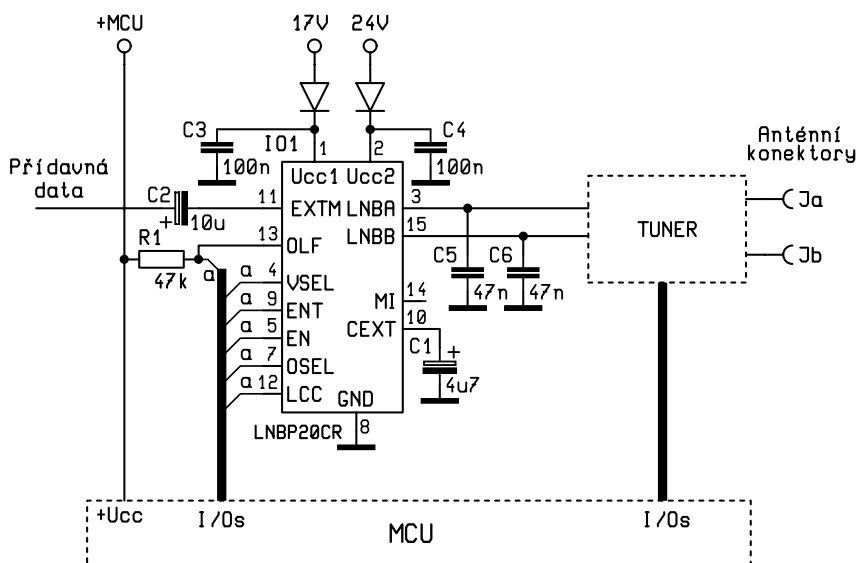
Dva vývody jsou určeny pro ochranu a sledování proudového přetížení. Obvod ochrany před proudovým přetížením pracuje dynamicky: jakmile zjistí přetížení některého z výstupů LNB, je tento výstup krátkodobě odpojen po dobu  $T_{off}$ , určenou hodnotou kondenzátoru, připojeného k vývodu "CEXT". Současně přejde výstupní diagnostické návěští ze stavu vysoké impedance do stavu "L". Uplyne-li určená doba a přetížení stále trvá, začne ochranný obvod cyklicky přepínat oba stavy  $T_{off}$  a  $T_{on}$ , dokud nedojde k odstranění přetížení. Tato dynamická funkce dokáže značně zmenšit výkonovou ztrátu při zkratu, přičemž zaručuje bezvadný start při zapnutí napájení, i když jsou k výstupům LNB připojeny kondenzátory značně velkých hodnot.

**Dodávaná pouzdra**

Tento obvod je dodáván v pouzdru MULTIWATT15 pro letování do vrtaných otvorů a v pouzdru PowerSO-20 pro povrchovou montáž. Je-li přijatelný pro dané využití menší počet funkcí obvodu, je možno použít cenově výhodný typ PowerSO-10. Všechny verze obvodu mají vestavěnou tepelnou ochranu proti poškození přehřátím.

**Vývojové desky**

Účelem předvedení těchto dvou desek je ukázat způsob použití LNBP ve dvou základních aplikacích. První deska je osazena obvodem v pouzdru PowerSO-20, kdežto druhá ob-



**Schéma přijímače se dvěma anténními přípojkami**

vodem v pouzdru MULTIWATT15. Z hlediska vývojáře je možno minimálních požadavků pro tuto aplikaci dosáhnout použitím stabilizovaného napáječe 13/18 V, jenž umožňuje zapnout, či vypnout superpozici výstupního napětí kmitočtem 22 kHz s pravoúhlým průběhem.

Přestože se celková funkce obvodu jeví jako velice jednoduchá, je praktická realizace této funkce z diskretních součástek vždy velmi složitá. LNBP kromě obvodového zjednodušení navíc nabízí i lepší parametry.

Demonstrační desky pro LNB20PD a LNB20CR lze objednat na požádání. Více informací na adrese [www.ctn.st.com](http://www.ctn.st.com).

# Malá škola praktické elektroniky

## Autorádio

*Klíčová slova: ovládací prvky, montáž, opravy*

### Co umí autorádio?

Klasické autorádio je přijímač pro VKV a SV kombinovaný s kazetovým přehrávačem. Jako zvláštní příslušenství bývá vybaven přehrávačem CD a doplňkovým výkonným koncovým zesilovačem a reproduktory.

U nás se vyskytují autorádia s popisem v angličtině nebo němčině, které však běžný uživatel ani nevnímá, má poslepu naučené hmaty na zapnutí, přeladění na jinou stanici nebo zasunutí kazety a její přehrávání. Tvar a rozměry jsou od dob prvních autorádií stále tytéž, liší se na první pohled předním panelem a technickými užitnými vlastnostmi. Autorádio mívalo dva velké knoflíky – regulátor hlasitosti s vypínačem a ladění. Mezi knoflíky bývaly přepínače rozsahů – SV, DV, KV později i VKV. Nověji se doprostřed mezi tyto knoflíky začaly umisťovat mechaniky pro přehrávání kazet (CC).

### Reprodukce

V dnešní době je nastavování hlasitosti (VOLUME) mnohdy prováděno tlačítky pro zesilování (INCREMENT) a zeslabování (DECREMENT). Tatáž tlačítka se také používají pro funkce nastavení výšek (TREBLE) nebo basů (BASS), pro nastavení hlasitosti reprodukce ze zadních reproduktorů (FADER), vyvážení síly reprodukce ze stran (BALANCE) a pro zdůraznění hlubokých tónů a výšek asi o 6dB (LOUDNESS), což je zapotřebí

zvláště při slabší reprodukci, aby se vyrovnal fyziologický výjem slyšení. Aby každá funkce neměla svůj pár tlačítek může se jejich význam přepínat postupným stlačováním nastavovacího tlačítka BAS – TRE – BAL – FAD – VOL – a tak dál kolem dokola.

Postupnou volbou lze také stiskáváním jediného tlačítka vybírat (SELECT) různé zabarvení zvuku – LINE, kdy je kmitočtová charakteristika v celém slyšitelném pásmu vyrovnaná – lineární, CHURCH (čti čerč – kostel, chrám) nebo HALL – kdy se zvuk rozléhá jako ve velkém sále, POP (populární hudba), CLASIC (klasická hudba), SPEACH (čti spíč – řeč), ROCK, atd.

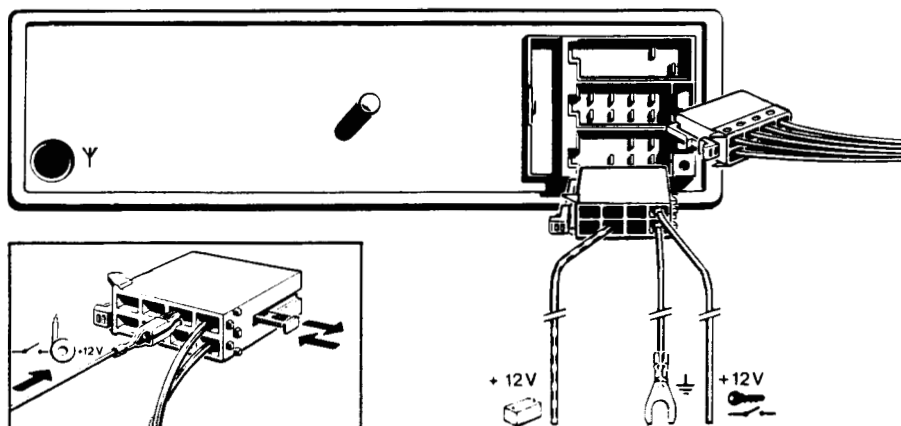
### Ladění

Ladění (TUNE, TUNING) je obohaceno o předvolbu (PRESET) nejčastěji poslouchaných stanic do paměti (MEMORY). V paměti jsou uložena data, kterými se nastavuje ladící napětí pro ladící prvky (varikapy), odpovídající naladěné stanice. Těchto paměťových míst (BANK) může být tolik jako je tlačítek předvoleb (například 1 až 6) nebo jich může být například šest pro AM vysílání na středních vlnách (MW) nebo šest a dalších šest pro příjem FM vysílání na VKV (VHF).

Místo prosvětlené skleněné stupnice s mechanickým převodem na ručičku ukazatele bývá displej (DISPLAY). Na stupnicích dřív bývala jména vysílačů od domácího Praha I a Praha II přes cizokrajné Wien, London, Paris až po Luxembourg, Trieste či Roma. Dnešní displeje zobrazují nejen naladěný kmitočet, ale u doplňkových služeb i zkratku názvu vysílače a další údaje.

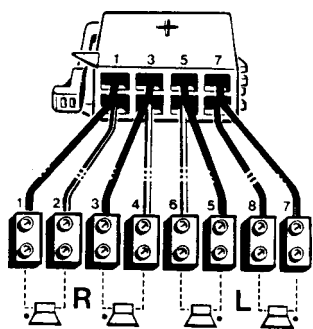
**Obr. 1 - Všechny ovládací prvky jsou na předním panelu autorádia**

Ladění je možno provádět ručně (MANUAL) nebo, aby se řidič mohl soustředit na řízení, může být ukládání do paměti spojeno s přehledovým laděním (SCAN nebo SEEK), kdy je postupně přeladováno celé kmitočtové pásmo zvoleného rozsahu (BAND). Princip je velice prostý. Postupně se zvyšuje ladící napětí na varikapech a když je naladěna nějaká stanice, ladění se zastaví a stanice chvíli hraje, po 5 sekundách ladění pokračuje a opět se zastaví na další stanici. To zastavování nedělají žádní trpaslíci, ale při naladěním na vysílající stanici se na výstupu objeví nízkofrekvenční signál, který slyšíme jako hudbu nebo řeč a také je možno část tohoto signálu usměrnit a docela jednoduše tímto stejnosměrným napětím řídit obvod pro nastavování ladícího napětí. Technických řešení je víc, ale uživatele zajímá jenom to, že tato funkce za něj proládí celé pásmo. Jestliže se mu naladěný program líbí, může opětovným stiskem tlačítka SCAN nebo nějakého jiného tlačítka zrušit vyhledávání a dál poslouchat tuto stanici. Ukládání stanic (STORE) do paměti může být buď průběžné, naladí se všechny nalezené stanice nebo pouze stanice s nejlepším příjmem (BTM – *Best Tuning Memory*), nejvíce však jenom tolik, kolik je předvoleb. Nebo je možno do předvoleb naladit pouze své oblíbené stanice například



**Obr. 2 - Na zadním panelu jsou konektory pro anténu, reproduktory a napájení**





Obr. 3 - Reproduktoři jsou připojeni na konektor

volbou čísla předvolby, naladěním na stanici a stiskem tlačítka pro nastavení SET nebo MEMORY.

Záleží na tom, jestli jezdíte pouze v určité malé oblasti nebo přejíždíte do míst nebo zemí, kde už své předladěné stanice nechytíte. Je v tom také kus exotiky, když přejedete za humna a místo svých oblíbených stanic slyšíte šum a v této komunikačně neznámé krajině spustíte přehledové ladění a ozvou se vám stanice o kterých jste ani netušili. Pokud to při přejezdu na dovolenou musíte udělat několikrát, budete velebit toho, kdo na tuhle technickou fintu přišel. Nemusíte znát žádné kmitočty a názvy vysílačů v cizině.

Další technická finta spočívá v příjmu určitého programu, který je vyslán celoplošně z různých vysílačů na různých kmitočtech. V praxi to vypadá tak, že se při přejezdu mimo oblast silného příjmu vašeho programu přijímač sám přeladí na jiný kmitočet, na kterém vysílá tentýž program v místě, kde právě jedete. Takhle samozřejmě vysílají jenom některé programy s celostátní působností.

### Citlivost

Velice citlivé přijímače mohou v některých oblastech přijímat mnoho stanic blízkých i vzdálených, což někdy vede i ke zhoršené kvalitě příjmu. Pokud někdo chce poslouchat i tuto slabou stanici přijímanou na velkou vzdálenost (DX, DIST., DISTANCE), má přijímač přepnutý na maximální citlivost. Pokud chcete poslouchat pouze místní – lokální stanice (LO., LOCAL), je v přijímači nastavená jakási prahová hodnota citlivosti (SENSITIVITY), která prostě stanice se slabším signálem natolik potlačí, že nejsou slyšet, naopak jsou slyšet pouze nejsilnější místní stanice s dokonalým příjmem. Samozřejmě že v místech, kde síla signálu kolísá, dochází k výpadkům příjmu. Pak je lepší buď přepnout na dálkový příjem a strpět šum či úniky signálu, nebo přeladit na jinou stanici.

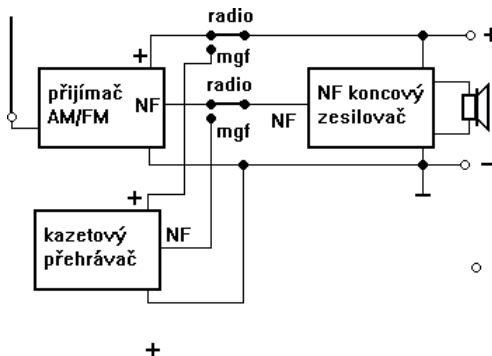
### „Hudební skříň“

Zvlášť při dlouhých cestách mají mnozí řidiči své oblíbené kazety nebo CD. Hudba je jakousi zvukovou kulisu, kte-

rou vnímají jako uklidňující pozadí. Po paměti znají pořadí skladeb, jejich pozornost neodvádí žádné reklamy, řeči redaktorů nebo nenadálé zvuky, „jingly“ (čti džingly). Volba zdroje signálu SRC (SOURCE) se také provádí stiskáváním jediného tlačítka – RADIO – TAPE (záznam na pásku) – CD (záznam na kompaktním disku) OFF (vypnuto) a znovu dokola.

### RDS

Velmi užitečnou výbavou je služba doplňkových informací pro řidiče – RDS – Radio Data System, ARI, kde najdete už zmiňovaný seznam alternativních frekvencí (AF) a další užitečné funkce: TA – Traffic Announcement – indikace zpráv o stavu na komunikacích, uváděných zvláštním cvrlikavým návěšším, které umožňuje přednostní poslech těchto zpráv před hudbou. Při poslechu hudby z kazety (CC) nebo přehrávače kompaktních disků (CD) se může jejich reprodukce pozastavit a po skončení relace se opět obnoví v původní hlasitosti. Samočinné vypínání může být také ovládáno napojením na mobilní telefon, rádiové pojítko nebo vysílačku, kdy je v případě



Obr. 4 - Zjednodušené blokové schéma s přepínačem RADIO/MAGNETOFON

vyzvánění nebo příjmu selektivní volby poslech z autorádia přerušen, aby hovor nebyl rušen.

Na displeji se také může zobrazit identifikace programu PI (Program Identification), název programu PS (Program Service Name), PTY (Program Type) druh programu – sport, zábava, hudba.

CD přehrávač má své další funkce, bylo by to na delší povídání. Ovládání některých funkcí je také zdvojeno, ovládací tlačítka umístěna na volantu v dosahu prstů.

### Zabezpečení?

Bohužel, autorádia se kradou (THIEF, STEAL). Nepomůže ani montáž velkými šrouby. Zloděj pak rozmlátí palubní desku, většinou poškodí i autorádio, které je pak k ničemu.

Výrobci se snaží krádežím zabránit několika způsoby

a) Přijímač je vyjímatelný ze šuplíku, odnesený domů. Rádio majitel přenáší sem a tam jako kočka kořata, ale v palubní desce je pouze prázdná díra.

b) Kódování číselným kódem – po zapnutí přijímače se na displeji objeví CODE a je třeba zadat správný kód. Při nesprávném zadání zůstane přijímač určitou dobu nečinný a pak teprve je možno zadat kód znovu. Při dalším nesprávném pokusu se čekací doba prodlouží na dvojnásobek a při dalším zase na dvojnásobek. Pokusů je jenom několik (například 16). Nepomůže ani vypnutí a nové zapnutí nebo odpojení od baterie. Pokud se tento počet pokusů vyčerpá, je možno si nechat přijímač znovu dekodovat po předložení prodejního dokladu – účtenky a záručního listu nebo jiného certifikátu u výrobce nebo autorizované opravny. Ukradení takového přijímače je naprosto nesmyslné, protože bez znalosti kódu je zcela nepoužitelný. Proto je dobré si číslo poznamenat někde doma a ne na kryt přijímače. Mezi lidmi se říká, že “někdo” to umí rozkódovat, ale většinou to jsou jenom fámy a navíc – slušný servis kradená autorádia neopravuje.

c) Kódová karta – přijímač lze aktivovat pouze kódovou kartou.

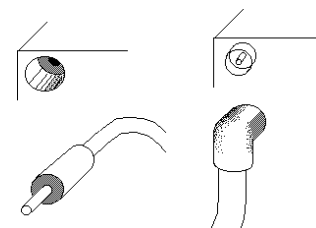
d) Odnímatelný (DETECHABLE) přední panel s ovládacími prvky lze uložit do malého pouzdra jako na brýle a odnést ho v kapsičce s sebou. Bez tohoto panelu je přijímač nepoužitelný a tudíž pro zloděje bezcenný. Nevýhoda: panel vám může upadnout, nebo ho někde zapomenete.

e) Otočný, sklopný přední panel se přetočí do klidové polohy bez ovládacích prvků.

f) Vývoj pokračuje a přesto se v návodech objevují slovíčka STEAL – krást, STOLEN – ukradený, ANTI THEFT – chráněný proti ukradení.

### Montáž autorádia

přenecháme odbornému servisu. Nebo si troufnete vrtat otvor pro anténu do karoserie, natáhnout anténní kabel, připojit napájení a do dvířek vyvrtat otvory pro reproduktory tam, kam se vejdou, kde nejsou nějaké příčky nebo táhla od



Obr. 5 - Anténní konektory bývají různé



otvírání nebo prostor, do kterého sjíždí při otevření okna sklo?

Něco jiného je výměna autorádia za nové. Napájení bývá obvykle z autobaterie 12 V, vedené přes zvláštní pojistku (FUSE). Někdy bývá v pouzdrů na kabelu. Kladný (POSITIVE) pól se přivádí na přijímač přes spínací skříňku, přijímač je možno zapnout až při zapnutí klíčku zapalování (IGNITION KEY). Některé přijímače umožňují funkci přijímače ještě maximálně 10 minut po vypnutí, aby se při náhodném opuštění vozidla s hrajícím přijímačem zbytečně nevybíjela baterie a pak po procházce lesem nebylo možno s vozidlem odjet. Záporný pól (NEGATIVE) bývá připojen na kostru (GROUND). Druhý přívod napájecího napětí je veden přímo od baterie, nevypíná se, je to udržovací napětí pro paměť předvoleb. Po jeho odpojení se obsah paměti vynuluje (RESET) a při novém připojení je třeba provést nové nastavení předvoleb.

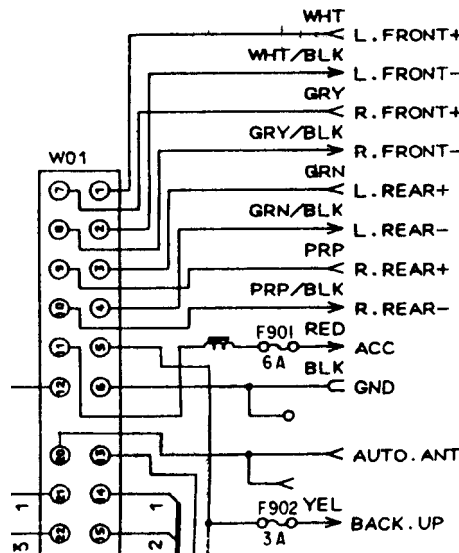
Reproduktory (SPEAKER) se připojují dvěma vodiči, i když by jeden byl někde připojen na záporný pól. Reproduktoři jsou vpředu (FRONT) nebo vzadu (REAR), levý (LEFT) a pravý (RIGHT). Jsou označovány zkratkami

- RF – pravý přední,
- LF – levý přední,
- RR – pravý zadní,
- LR – levý zadní.

Montáž usnadňuje barevné značení vodičů, zásuvné konektory pro napájení, reproduktory a připojení antény. Běžně se vyskytují dva druhy anténních konektorů – kolík zasouvavý hluboko do konektoru v přijímači nebo konektor pro připojení na vystouplý kroužek konektoru IEC. Pokud máte na kabelu kolík, stačí si koupit přechodku – redukci pro přizpůsobení obou konektorů.

## Chyby při montáži se vymstí

**Obrácená polarita napětí** – obvykle to odnesou elektrolytické kondenzátory



Obr. 6 - Výřez z firemní dokumentace - zapojení konektoru reproduktorů

připojené přímo ve větví napájení nebo u reproduktoru. Mnohdy je poznáte na první pohled – mají vyboulenou, nafouknutou čepičku, nebo z nich vystřelí všechno, co bylo vevnitř. Vypadá to ošklivě, ale mnohdy stačí celý prostor přijímače vyčistit a kondenzátory vyměnit. Mnohdy to ale také odnese koncový zesilovač a je třeba vyměnit integrovaný obvod. Bud' mívá veliký odběr proudu, přepaluje pojistku, hřeje se, nebo nedělá vůbec nic. Můžeme zkusit přivést signál z generátoru na vstup a poslechnout si, jestli bude slyšet na výstupu. Pozor na připojování osciloskopu, mívá jeden pól uzemněný a tak by mohl zkratovat výstup, jak jsme probírali v části o zesilovačích.

**Přetížení velkou zátěží** – někteří kluci si autorádio vylepšují přidáváním dalších reproduktorů paralelně. Víc to hraje do té doby, než se integrovaný obvod koncového zesilovače přepálí.

Počítejte: k reproduktoru 4 Ω přidáte další 4 Ω reproduktor, výsledná impedanace je jenom 2 Ω. Výkon je dvakrát větší,

z výstupu do reproduktorů teče dvakrát větší proud. Pokud jedete pár kilometrů, nějakou dobu vylepšení funguje, ale při delší cestě například na dovolenou na jednu autorádio začne podivně zkreslovat, zeslabí se a pokud ho včas nevypnete, je konec. Některá autorádia mají funkci automatického omezení výkonu při přehřátí, při vychladnutí opět umožní reprodukci při plném výkonu.

**Zkrat na výstupu** – uděláte docela snadno. Špatným zapojením při montáži nebo náhodným zkratem při zkoušení různého přepojování kabelů zapnutého autorádia. Výsledek bývá impozantní – deska zapáchá spáleninou, integrovaný obvod může být i viditelně poškozený – prasklý, nafouknutý, odloupený a bývají doslova vypálené cestičky plošných spojů tam, kde tekli největší proud. Lze je nahradit kusky drátu připájenými ke zdravé části cestičky a k vývodům nového integrovaného obvodu.

**Nehraje kazetový přehrávač** – na okraji mechaniky bývá přepínač, na který tlačí po zasunutí kazeta. Je zapnuto napájení pro motorek a vstup zesilovače by měl být přepnutý místo na výstup přijímače na výstup z magnetofonové hlavice. Mnohdy stačí tento přepínač vyčistit a nastavit tak, aby spolehlivě přepínal.

**Slabý příjem** – bývá způsoben špatnou montáží antény, nebo špatné antény nebo kabelu.

Bylo by to na dlouhé povídání, nejlepší učebnice pro vás bude návod k obsluze vašeho autorádia, nebo ještě lépe servisní dokumentace, kterou můžete zakoupit u specializovaných firem.

*Poučení: schraňte si schémata a dokumentace nejruznějších přístrojů. I když je nepotřebujete hned, mohou se hodit. Až jich bude víc, naučte se je třídit podle druhů, výrobců. Jestliže na okraji listu není uvedeno k čemu je, napište si to dřív, než to už nikdy nezjistíte. Více informací najdete na [www.servisman.com](http://www.servisman.com).*

– Hvl –

## Ohlédnutí za veletrhy ELEKTRA '99

Mezi stěžejní projekty výstavní agentury **Omnis Expo, s.r.o.** (od nového roku **Omnis Olomouc a.s.**) patří bezesporu síť veletrhů **ELEKTRA**. Ta se skládá z pěti samostatných regionálních veletrhů průmyslové elektrotechniky, pořádaných ve čtyřech městech České republiky. Seriál začíná v Olomouci, pokračuje v Ústí nad Labem, Hradci Králové, následuje opět Olomouc a závěr sezóny patří Plzni. Každý z veletrhů má svá specifika. V Olomouci je například nosný obor, průmyslová elektrotechnika, rozšířen o spotřební elektroniku, v Hradci Králové se koná veletrh Elektra současně s veletrhem Stavotech, v Plzni tvoří odborníci největší podíl na celkovém počtu návštěvníků, v Ústí nad Labem se veletrh teprve dostává do podvědomí veřejnosti.

„V příštím roce hodláme strukturu veletrhů zachovat. Chceme jít cestou zkvalitňování dosavadních výstav, neustále zlepšovat služby pro vystavovatele i návštěvníky. Péče o zákazníka se nám vždy vyplatila, dokladem toho je skutečnost, že většina firem s námi jezdí během roku na více výstav. O ekonomickém přínosu veletrhů pro vystavovatele svědčí účast renomovaných firem na všech veletrzích, např. **ABB ELSYN** Brno, **OBO BETTERMANN** Praha, **HAGER ELECTRO** Praha, z tuzemských firem pak v první řadě **METRA** Blansko nebo **AŽD** Praha“, uvedl **Mgr. Petr Nasadil**, vedoucí projektu Elektra. „Regionální odborné veletrhy mají ve výstavnictví své nezastupitelné místo. Elektrikářské veřejnosti přiblížíme novinky z oboru a na

bídeme jim odborný program, aniž by museli cestováním do vzdálenějších míst ztrácet drahocenný čas“.

### Veletrhy ELEKTRA v roce 2000:

- ELEKTRA Olomouc**  
15. – 17. 2. 2000 – Výstaviště Flora Olomouc
- ELEKTRA Ústí nad Labem**  
7. – 9. 3. 2000 – Dům laborury Chemiků Ústí n. L.
- ELEKTRA Hradec Králové**  
16. – 18. 5. 2000 – Zimní stadion Hradec Králové
- ELEKTRA Olomouc**  
17. – 19. 10. 2000 – Výstaviště Flora Olomouc
- ELEKTRA Plzeň**  
7. – 9. 11. 2000 – Dům kultury Inwest Plzeň