



## Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

5/2005

**Vydavatel:** Rádio plus, s. r. o.,  
Karlínské nám. 6,  
186 00 Praha 8  
tel.: 224 812 606 (linka 63),  
e-mail: redakce@radioplus.cz  
http://www.radioplus.cz

**Šéfredaktor:** Bedřich Vlach

**Grafická úprava, DTP:** Redakce

**Sekretariát:** Jitka Poláková

**Stálí spolupracovníci:** Vít Olmr  
Jindřich Fiala,  
Jaroslav Huba,  
Ing. Jan Humlhans,  
Vladimír Havlíček,  
Ing. Jiří Kopelent,  
Ing. Jaroslav Snášel,  
Jiří Valášek

**Layout & DTP:** Tomáš Haman

**Fotografie:** redakce (není-li uvedeno jinak)

**Elektronická schémata:** program LSD 2000

**Plošné spoje:** SPOJ–J. & V. Kohoutovi,  
Nosická 16, Praha 10,  
tel.: 274 813 823, 241 728 263

**Osvit:** Studio Winter, s.r.o.  
Wenzigova 11, Praha 2  
tel.: 224 920 232  
tel./fax: 224 914 621

**Tisk:** Ringier Print, s.r.o.  
Novinářská 7, 709 70  
Ostrava, tel.: 596 668 111

©2005 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele.

Cena jednoho výtisku 35 Kč, roční předplatné 300 Kč (á 25 Kč/kus). Objednávky inzercí přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzertech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413.

Rozšiřuje: Společnosti holdingu PNS, a.s.; MEDIAPRINT&KAPA, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; Severočeská distribuční, s.r.o.

Objednávky do zahraničí vyřizuje: Předplatné tisku Praha, s.r.o., Hvoždanská 5 - 7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: Mediaprint-Kapa, s.r.o., Vajnorská 137, 831 04 Bratislava (zprostředkuje: PressMedia, s.r.o., Liběšická 1709, 155 00 Praha 5; pmedia@pressmedia.cz, tel.: 02/65 18 803).

Předplatné v ČR: SEND Předplatné s. r. o., P.S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 225 985 225, fax: 261 006 563, e-mail: send@send.cz, www.send.cz; Předplatné tisku, s.r.o., Hvoždanská 5-7, Praha 4-Roztyly, tel.: 267 903 106, 267 903 122, fax: 79 34 607.

Předplatné v SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovateľská 27, 821 08 Bratislava, tel.: +421 2 55 96 00 02, fax: 55 96 01 20, e-mail: obchod@gme.sk; Mediaprint - Kapa Pressegrasso, a. s. oddelenie inej formy predaja, P. O. BOX 183, Vajnorské 137, 830 00 Bratislava 3, tel.: 02/44458821, 02/44458816, 02/44442773, fax: 02/44458819, e-mail: predplatne@abompkapa.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Teslova 12, P.S. 169, 830 00 Bratislava 3, tel.: 02/44 45 45 59, 02/44 45 06 97, 02/44 45 46 28, e-mail: magnet@press.sk, PONS, a. s. Záhradnícká 151, 821 08 Bratislava, objednávky prijímá každá pošta a poštový doručovateľ. Informácie poskytnú na tf. č.: 502 45 214, fax: 502 45 361.

### Vážení čtenáři,

Máme tu květnové číslo. Předem děkujeme těm, kteří nás navštívili na veletrhu AMPER 2005. Hlavní novinkou je vydání CD s ročníkem 2004, které se pozdrželo právě kvůli přípravám na veletrh. Někteří z Vás si již toto CD mohli zakoupit v druhé polovině veletrhu přímo na stánku. Pro ty ostatní je již k dispozici v redakci a zanedlouho bude také v prodejnách GM Electronic. Prodejní cena se oproti minulému roku nemění. Pro předplatitele je za 120 Kč, pro ostatní 150 Kč. V ceně není zahrnuté poštovné a balné. Předplatitelskou cenu 120 Kč lze uplatnit pouze v redakci.

Nyní již co vše na Vás čeká v novém čísle. Najdete zde opět několik konstrukčních návrhů. Po delší době také něco z VF techniky a sice Vysokofrekvenční vysílač FM s PLL. Dále následují jednoduché konstrukce převážně pro začátečníky. Přidali jsme nově také články zabývající se radiotechnikou za podpory ČAV (Českomoravští amatéři vysílači). Samozřejmostí je opět pokračování oblíbených seriálů. Samozřejmostí je opět katalogový list a soutěž.

Doufáme, že se Vám páté číslo tohoto roku bude líbit a těšíme se na Vaše náměty.

**Vaše redakce**

### Obsah

#### Konstrukční návody

Jednoduchý elektronický klíč.....	str. 6
Přepínač audiosignálu - KTE812.....	str. 8
Regulátor otáček pro PC FAN - KTE813.....	str. 9
SMD blikáč pro náročné - KTE814.....	str. 11
Modul MZ 204 pro testy zesilovačů VZ504.....	str. 12
Vysokofrekvenční FM vysílač s PLL.....	str. 13

#### Začínáme

Malá škola praktické elektroniky (97. část).....	str. 17
Miniškola programování mikrokontrolérů PIC (13. lekce)....	str. 27

#### Technologie

GSM pod lupou – 18. díl.....	str. 25
------------------------------	---------

#### Novinky v GM Electronic

ARM7 – stane se to jádro legendou jako 80C51?.....	str. 4
--	--------

#### Historie

Kdo to byl Nikolaj Schmidt?.....	str. 26
Stále živá historie elektronek – 4. díl.....	str. 31

#### Teorie

Využití PC v praxi elektronika (54. část).....	str. 37
--	---------

#### Datasheet

L-LXUT52, ULN280x.....	str. 21
------------------------	---------

#### Soutěž.....

.....	str. 40
-------	---------

Bezplatná soukromá inzercie.....	str. 42
----------------------------------	---------

# ARM7 - stane se to jádro legendou jako 80C51?

Ing. Jiří Kopelent

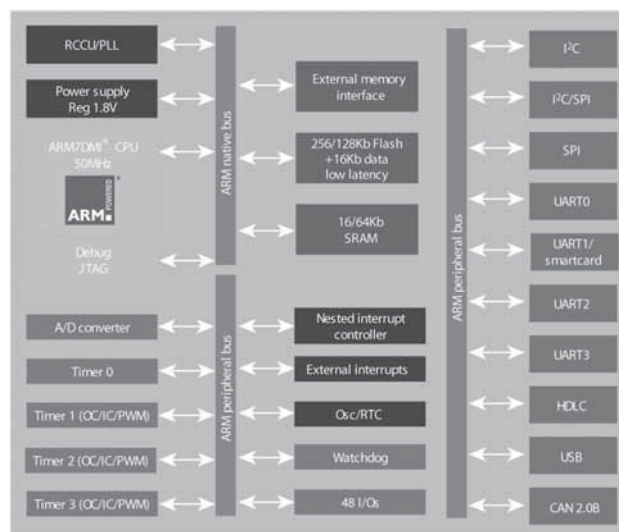
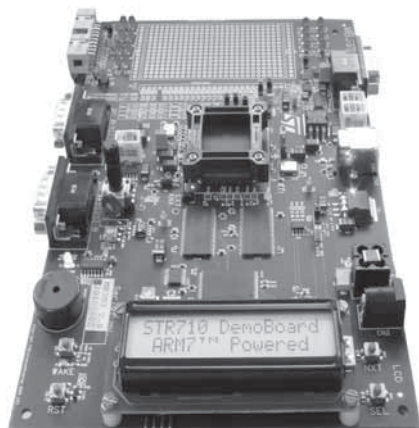
V mnoha předchozích dílech o mikroprocesorech a mikrokontrolérech jsme se mohli setkat s mnoha různými jádry, kterými se výrobci snaží reagovat na potřebu většího výpočetního výkonu. Jednou z možností jak zvýšit výpočetní výkon je zvětšit šířku slova s kterou mikrokontroléry pracují. Proto se na trhu objevily 16ti bitové mikrokontroléry a pak 32bitové mikrokontroléry.

Ze začátku vypadalo vše jako u jiných mikroprocesorových řad, tj. co výrobce to jiný typ jádra. Co to znamená jistě mnozí vývojáři vědí, když byli vystaveni situaci, kdy museli změnit výrobce u 8mi bitových mikroprocesorů. Taková to změna znamená, že se programátor musí doslova od začátku naučit myslet v intencích nového jádra a začít psát programy tak aby byly pro toto jádro optimální. Mnoho problémů nastává v případě, že původní programy jsou psány v jazyku symbolických adres. V tomto případě většinou není jiné cesty než si nejdůležitější části programů přepsat ručně. Pokud programy vznikaly řadu let, je tento problém většinou klíčovým problémem, který zásadně ovlivňuje volbu nového mikroprocesoru.

Bylo tedy jen otázkou času, kdy si toho někdo všimne a přinese i do této oblasti jednotlivý prvek. A touto firmou byla firma ARM se svým jádrem označeným ARM7TDMI. Vhodnou licenční politikou tato firma dosáhla značného rozšíření svého jádra, které můžeme najít v mnoha mikroprocesorech světových výrobců jako je např. firma ST Microelectronics a ATMEL.

## STMicroelectronics®

Mikroprocesory s výše zmiňovaným jádrem nesou označení STR720 a STR710.



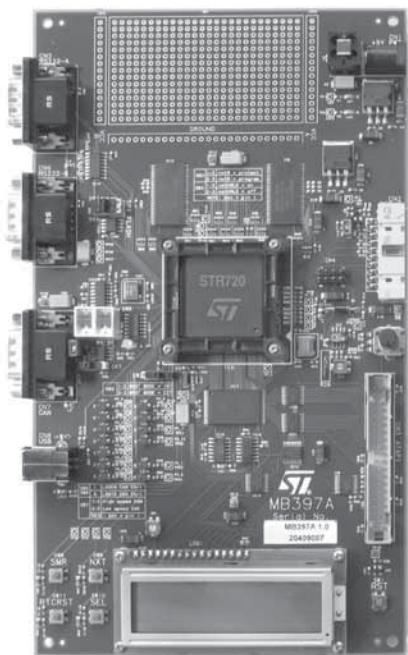
I když označení jsou si velmi podobná, periferiemi se oba mikroprocesory velmi liší.

## Rodina ARM710F

Jedná se mikroprocesor se standardním jádrem ARM7TDMI, které je schopno běžet na frekvenci až 50 MHz. Aby spotřeba byla minimalizována, používá výrobce technologii, která umožňuje použít pro jádro napájecí napětí pouhých 1,8 V. Toto řešení přispělo nemalou měrou ke snížení celkové spotřeby mikroprocesoru, která činí maximálně 60 mA při frekvenci 48 MHz řídicího kmitočtu (max 200 mW!). Téměř šokující je pak odběr při kmitočtu 32 kHz, který je pouhých 500 µA. Aby nebylo v aplikaci nutné používat externí stabilizátor, je tento integrován přímo v mikroprocesoru, takže tento může být napájen napětím 3,3 V. Jak už je v současnosti dobrým zvykem, je přímo v jádře zabudována podpora pro odladování aplikací přes rozhraní JTAG. K vlastnímu jádru je ještě přímo připojen resetovací obvod a obvod generující řídicí kmitočet (tzv. „hodiny“). Pro uložení programového vybavení a dat je mikroprocesor vybaven interní pamětí FLASH o velikosti až 256 kByte. Aby se uživatel nemusel strachovat při ladění aplikací pomocí JTAG rozhraní o paměť FLASH (překročení povoleného počtu cyklů mazání/zápis), byla pro tuto paměť použita struktura umožňující více jak 100 000 cyklů mazání/zápis. První zvláštností tohoto mikroprocesoru je dvojí paměť dat skládající se z části FLASH o velikosti 16 kB a části SRAM o velikosti až 64 kB. Přes dostatečnou kapacitu in-

terních pamětí je mikroprocesor vybaven možností připojení externích pamětí. Jedná se tedy o mikroprocesor zaměřený na jednodušší aplikace, kde uživatel vystačí s vnitřními pamětmi.

Všechny ostatní periferie jsou připojeny přes tzv. bridge. Dalším charakteristickým rysem, který je typický pro současné mikroprocesory, je snaha integrovat všechny potřebné periferie do jednoho obvodu s jádrem mikroprocesoru. Ani ARM710 není výjimkou, takže v pouzdru TQFP144 / TQFP64 najdeme téměř vše co potřebujeme; 4 kanálový 12ti bitový A/D převodník, 4 16ti bitové časovače, z nichž tři mohou být využity pro generování PWM, dvě rozhraní I2C, celkem 4 asynchronní/synchronní sériová rozhraní USART, dvě synchronní sériová rozhraní SPI, rozhraní CAN, rozhraní USB verze 2.0 (12 Mbit/s) a rozhraní HDLC. I podle pouhého výčtu periferií lze říci, že by uživatel neměl mít problém propojit mikroprocesor s ostatními částmi své aplikace. Bohužel popis funkcí jednotlivých periferií zabírá více jak 300 stran manuálu, odkazují čtenáři na webové stránky výrobce [mcu.st.com](http://mcu.st.com), kde lze snadno potřebné informace najít. Avšak přes obsáhlý popis zůstává mnoho informací, převážně praktických skryto. Jednou z těchto informací, která i přestože je vidět i na uvedeném obrázku, je fakt, že jádro komunikuje s periferiemi přes bridge. To je naprosto novinka s kterou se u 8mi bitovým mikroprocesorech nesetkáme. Proto může být uživatel nemile překvapen v případě, že generování přesných průběhů programem nemusí být přesné tak jako v případě 8mi bitových mikroprocesorů, kdy periferie byly obsluhovány synchronně.



Jak již bylo v úvodu řečeno, dnešní kvalitní mikroprocesory disponují rozhraním JTAG, které, kromě jiného, umožňuje „ovládat“ mikroprocesor tak, že je možné tímto způsobem ladit programové vybavení přímo na mikroprocesoru bez nutnosti drahého hardwarového emulátoru. Samotné rozhraní by však nemuselo začínajícím uživatelům stačit, takže i přímo výrobce nabízí desky pro seznámení s těmito mikroprocesory. Jednu takovou desku můžeme vidět i na obrázku. Díky těmto deskám má začínající uživatel jednak šanci okamžitě se začít seznamovat s vlastním instrukčním souborem mikroprocesoru a stylem jak kvalitně psát programy, jednak nemusí pracně zkušební desku vyrábět a složitě a pracně odhalovat, zda svůj první návrh zapojení s novým mikroprocesorem udělal správně či ne.

### Rodina ARM720F

Stejně jako v prvním případě i zde má mikroprocesor standardní jádro ARM7TDMI, které je u této varianty schopno běžet na frekvenci až 66 MHz. Toto však není ten nejvýznamnější rozdíl oproti prvnímu typu. Tímto rozdílem je určení cílových oblastí aplikací mikroprocesoru a podle cílů jsou zde „zabudovány“ potřebné periferie. Těmito periferiemi jsou: jednotka MMU (Memory Management Unit), rozhraní pro paměti SDRAM, řadiče DMA, paměť typu cache pro data i program a rozhraní ATAPI. Díky implementaci jednotky správy paměti (MMU) a možnosti připojit standardní SDRAM paměť o velikosti až 128 MB, je možné reálně uvažovat o implementaci takových operačních systémů jako je LINUX<sup>®</sup>, QNX<sup>®</sup> či Windows CE<sup>®</sup>. To v řadě situací, zejména u velkých projektů, může významně ulehčit hardwarový návrh. Připojím-li k předešlým

informacím ještě to, že mikroprocesor obsahuje i rozhraní ATAPI, je více méně jasné na jakou oblast aplikací je tento mikroprocesor zaměřen. Stejně tak jako v předešlém případě, ulehčil přímo výrobce start nového uživatele tím, že nabízí vývojovou desku, či chcete-li DemoBoard.

Firma ST Microelectronics<sup>®</sup> samozřejmě není jedinou, kdo mikroprocesory s licencovaným jádrem ARM7TDMI vyrábí. Druhou firmou, která se nechala „svést“, je firma ATMEL, jejíž jméno zná snad každý, kdo se zajímá o elektroniku. Rodina mikroprocesorů založených na tomto jádře nese název AT91 ARM Thumb. Současný počet členů této rodiny je 15, přičemž v produkci je celkem 11 typů, zbytek je ve stavu „Sampling“, tj. běží výroba, ale pouze ve velmi omezeném rozsahu. Zákazníci si tedy mají už nyní z čeho vybírat. Obratně pozornost na nejmenšího zástupce této rodiny kterým je mikroprocesor AT91SAM7S64. Maximální frekvence na které je mikroprocesor schopen pracovat je 55 MHz. Aby nebylo nutno provozovat vlastní oscilátor na této frekvenci, je mikrokontrolér vybaven smyčkou PLL, takže je možno provozovat oscilátor na nižší frekvenci než je pak skutečná pracovní frekvence jádra mikroprocesoru. Mimo faktu, že se tímto sníží výrazně elmag. Vyzařování, má uživatel možnost řídit rychlost mikroprocesoru, a tím i jeho spotřebu, dle momentální potřeby. Pro programy má uživatel k dispozici 64 kB paměti FLASH a 16 kB paměti RAM pro data. Stejně jako jeho konkurenti od firmy ST Microelectronics<sup>®</sup>, disponuje i tento typ velkým počtem periférií, jako jsou časovače, DMA řadiče, A/D převodník, sériová rozhraní všech možných typů jako např. USART, TWI, SCC a ani dnes velmi populární rozhraní USB nesmí zde chybět. Velmi

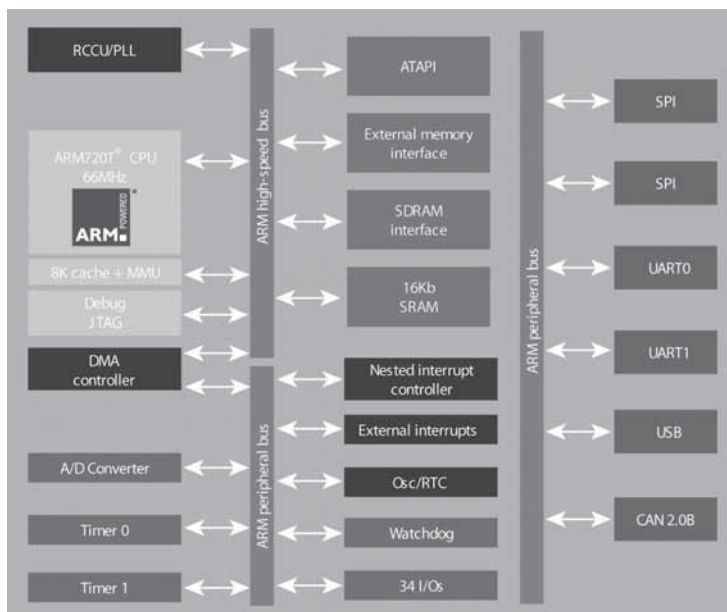
příjemnou vlastností jsou vstupní/výstupní brány, které je možno propojit s okolními obvody, které jsou „starší“ generace, která je napájena ještě 5 V. Tento fakt velmi usnadňuje postupný přechod od 5 V obvodů k 3,3 V. Jak jinak, mikroprocesor má samozřejmě zabudovanou podporu rozhraní JTAG. Celý mikroprocesor je zapouzdřen do pouzdra LQFP64. Vzhledem k předpokládané ceně a použití pouzdu se zde nabízí možnost náhrady mikroprocesorů 80C51 při „modernizaci“ aplikací, kde jsou tyto mikroprocesory použity tak, že se použije vhodná redukce s rozložením vývodů shodným s 80C51.

Jak je vidět, mikroprocesory založené na jádře ARM7 Thumb mají již velmi mnoho různých typů od jednotlivých výrobců.

Důležitým faktem, který by mohl výrazně napomoci rozšíření těchto výkonných mikroprocesorů je fakt, že i mikroprocesory od různých výrobců mají shodný instrukční soubor a tudíž přenos programového vybavení by měl být velmi jednoduchý a to i v případě použití jazyka symbolických adres coby programovacího jazyka. Tento fakt umožňuje konstruktérovi vybrat ten nevhodnější mikroprocesor napříč celým spektrem typů i výrobců.

I když by se mohlo zdát, že právě představené 32bitové mikroprocesory budou určeny pouze do drahých a náročných aplikací, kde cena není rozhodující, opak je pravdou. Srovnáme-li předpokládané ceny těchto mikroprocesorů s cenami dnešních špičkových 8mi bitových mikroprocesorů jakým je např. ATMEL Atmega128, bude velmi mile překvapení. Cena by neměla být o mnoho vyšší !! A to si myslím, je pádný důvod, začít vážně uvažovat o možnostech přechodu na tyto nové a perspektivní 32bitové mikroprocesory.

Ostatně si je budete moci za nedlouho koupit v GM Electronic.





Dobrý elektronický klíč je předpokladem k tomu, aby naše telegrafické značky byly dobře čitelné. Měl by také poskytovat určitý komfort při obsluze. Elektronický klíč je jednou z mála součástí zařízení, na které se nevyplatí šetřit ani začátečníkům. Učit se dávat hned od počátku na dobrém klíči je investice, která se rozhodně vyplatí.

Ve světě bylo publikováno mnoho velmi dobrých zapojení elektronických klíčů. Nemohli jsme je však donedávna postavit, protože nebyly k dispozici vhodné integrované obvody. Na základě chudého sortimentu výroby Tesla, příp. produkce RVHP vznikla řada zapojení, která možná vyhovovala jejich autorům, avšak nedoznala většího rozšíření, neboť svými možnostmi nevyhovovala zkušeným telegrafistům, zvyklým na určitý komfort obsluhy. Mnoho problémů způsobují elektronické klíče operátorům klubovních stanic, kdy jednomu klubovní klíč vyhovuje, zatímco ostatním nikoli. Proto bývá zvykem brát si na závody vlastní klíč.

Popisovaný klíč je univerzální. Umožňuje jak jambický provoz oběma způsoby (tzv. reálné i doplňkové klíčování), tak i provoz s jednopákovým manipulátorem (tzv. pastičkou). Má vypínatelné paměti pro tečku i čárku, tyto paměti lze rovněž nezávisle na sobě přepínat do statického či dynamického režimu. Klíč umožňuje tzv. weighting, tj. změnu poměru tečka - mezera. U většiny klíčů bývá tento poměr nastaven pevně 1:1, což nebývá vždy výhodné. Při rychlostech vyšších, než 120 zn./min. se osvědčilo nastavení mezery přibližně o 10% delší, než trvání tečky. Značky pak zní „sekané“ a jsou lépe čitelné. V množství volajících stanic se náš signál poněkud liší od ostatních, což nám často pomůže lépe se dovolat. Při velmi malých rychlostech bývá vhodné naopak délku mezery zkrátit, což se osvědčilo např. při DX provozu na 160 m.

Tranzistorové klíčovací výstupy umožňují klíčovat proti zemi napětí obou polarit. Relé v klíčovacím výstupu nedoporučuji v žádném případě. Lepící kontakty a tzv. prelovení (mechanické kmitání kontaktů, jehož následkem dochází k mnohonásobnému sepnutí a rozepnutí v mikrosekundových intervalech) dokáže zkazit dojem i z jinak bezvadně fungujícího klíče.

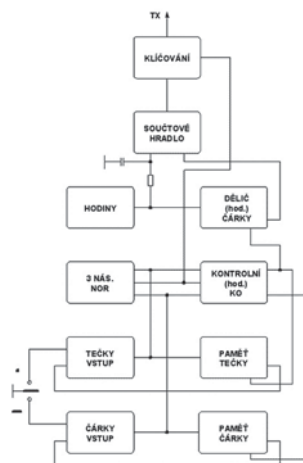
Klíč je velmi jednoduchý, neboť obsahuje pouze 4 integrované obvody. Má nepatrnou spotřebu, takže nevyžaduje

vypínat napájení. Je postaven na jednostranné destičce s plošnými spoji o rozměrech 65 x 50 mm. Autorzy zapojení jsou DK6BO a DK5HH.

V zapojení jsou použity tyto integrované obvody:

- CD 4000 (MC 14000P, K176 LP4) - 1 ks
- CD 4027 (MC 14027P, K561 TV1) - 2 ks
- CD 4093 (MC 14093P, K561 TL1) - 1 ks

Obvod CD 4093 je čtveřice dvouvestupových hradel NAND, provedených jako Schmittův klopný obvod. Na jeho místě nelze použít běžná NAND hradla 4011 - klíč - klíč pak „koktá“, tzn. značky nejsou stejně dlouhé. Obvody doporučuji pájet přímo do plošných spojů. Montáž v objímkách může být příčinou pozdější nespolehlivé funkce klíče.



Obr. 1 - Blokové schéma klíče

## Popis zapojení:

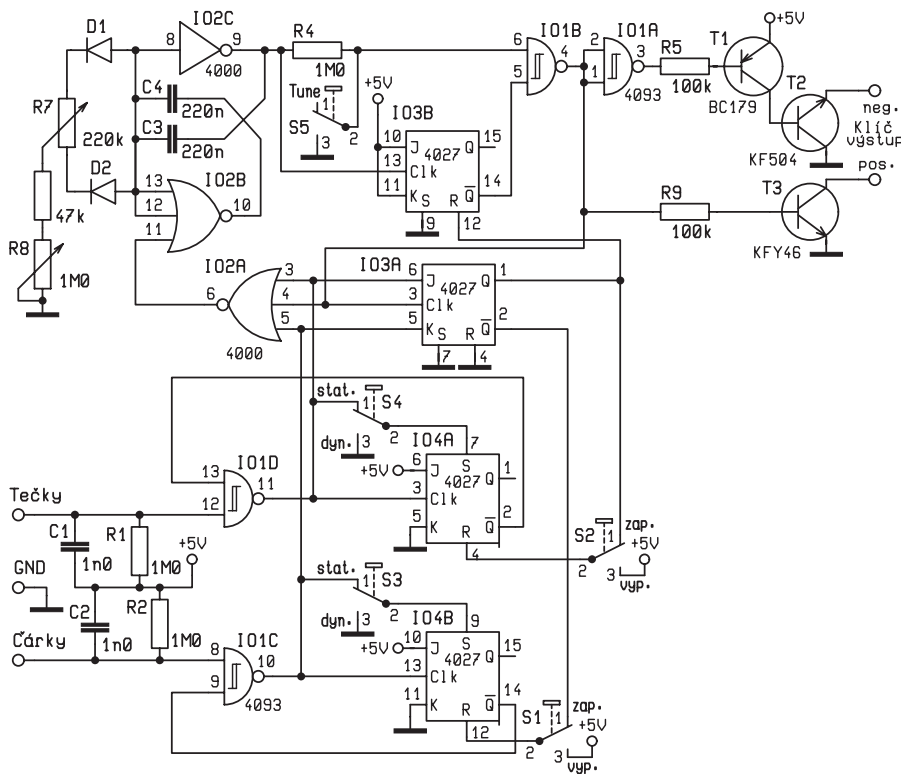
Generátor hodinových pulsů - je použit astabilní multivibrátor s asynchronním spouštěním. Použití spouštěného generátoru hodinových pulsů je nutností - při trvale běžícím generátoru musíme čekat při dávání na příchod hodinového impulsu, což je velmi obtížné a nepohodlné. Tento nedostatek bývá obcházen použitím generátoru, pracujícího na několikanásobně vyšším kmitočtu a řetězem děličů. Tím vzrůstá složitost zapojení a ještě při osminásobném kmitočtu zkušený telegrafista cítí prodlevu mezi povelům z manipulátoru a začátkem značky. Astabilní multivibrátor využívá dvou částí IO CD 4000 - invertoru a třívestupového hradla NOR. Časová konstanta je vyřešena netradičním způsobem - pro každou půlperiodu je použit samostatný konden-

zátor (M22), odpor je díky oddělovacím diodám společný. Potenciometrem M 22 nastavujeme symetrii značek (weighting), potenciometrem 1 M rychlost. Astabilní multivibrátor s CMOS hradly vyrábí velmi přesné kmity, které je možno vést přímo do součtového hradla. Tím je přímo dána délka trvání tečky i mezery.

Čárka je vytvořena vyplněním mezery mezi dvěma po sobě následujícími tečkami, což se děje v součtovém hradle IO1B. Na rozdíl od podobných zapojení je čárkový klopný obvod (dělič) překlápěn až po uplynutí doby trvání jedné tečky. Je tomu tak proto, že informace o rozhodnutí, jedná-li se o tečku či čárku je k dispozici až několik stovek nanosekund po začátku značky. Abychom zabránili přerušení výstupního signálu během trvání čárky, je třeba zajistit zpoždění vstupního signálu na vstupu součtového hradla o interval delší, než je doba průchodu signálu hradlem (cca 500 ns). Toho dosáhneme vřazením odporu 1M, který spolu se vstupní kapacitou hradla tvoří zpožďovací člen.

Jambický (squeeze) provoz - jamb je druh verše, pro který je charakteristické střídání dlouhých a krátkých slabik. Pro jambické dávání využíváme dvoupákový manipulátor. Stisknutím jedné páky klíč generuje pouze tečky, stisknutím druhé pouze čárky. Stiskneme-li obě páky, klíč vysílá střídající se tečky a čárky. Pokud byla jako první stisknuta „tečková“ páka, začíná řada střídajících se teček a čárek tečkou. Stiskneme-li jako první „čárkovou“ páku, začíná čárkou. Držíme-li trvale stisknutou např. „čárkovou“ páku, lze do řady vysílaných čárek vložit tečku pouhým krátkým stisknutím „tečkové“ páky.

Většinu písmen (s výjimkou P a X) vysíláme jedním pohybem, který spočívá v pouhém stisknutí obou pák manipulátoru k sobě. Proto se nazývá jambický klíč také squeeze keyer (angl. squee = stlačit, stisknout k sobě). Tento způsob je oproti běžnému dávání na jednopákový klíč velmi pohodlný. Jako většina dobrých klíčů má i jambický způsob klíčování svůj háček, který se projevuje v rozdílném způsobu časování různých squeeze klíčů. Písmena tvoříme, jak již bylo uvedeno, prokládáním teček a čárek. Záleží tedy na tom, jaký prostor nám logika klíče dává k tomuto prokládání. Je tím dána přesnost i možná rychlost klíčování. V praxi se to projevuje zejména u zkušených telegrafistů tím, že kdo je zvyklý např. na ACCU KEYER WB4VVF (popsal u nás



Obr. 2 - Schéma zapojení klíče

OK1DWW v AR 2/78), má potíže s klíčem ETM 4C, resp. ETM 8C fy Samson (DJ2BW), chce-li vysílat písmena C, K, R apod. Naopak, kdo je zvyklý na klíče řady ETM, dává často na klíči WB4VVF místo A písmeno R apod. - má potíže s tzv. trailing dot. Uvedené zapojení umožňuje klíč přizpůsobit zvyklostem operátora. Rozdíl mezi reálným a doplňkovým klíčováním (termíny zavedl OK1DWW - viz OK1YG, Amatérská radiotechnika, 2. díl, kap. Od historie k současnosti telegrafního provozu) tím mizí.

Paměť teček (čárek) - je vytvořena klopným obvodem JK. Umožňuje přepnutí ze statického do dynamického (pseudodynamického) režimu. Ve statickém režimu je nastavovací vstup S uzemněn.

Klíčovací obvod - je tvořen tranzistory T1, T2 a T3. Výhody tranzistorového klí-

čovacího výstupu již byly zmíněny. Je-li třeba výstupu, který není nijak spojen se zemí, je možno použít optoelektronického vazebního členu. Na místě T1 lze použít libovolný PNP tranzistor s dostatečným UCB, např. 2N3906, na místě T2 a T3 libovolní NPN tranzistory. Podmínkou je zesilovací činitel aspoň 200.

### Schéma zapojení klíče

Klíč je postaven na jednostranné desčičce s plošnými spoji, na které je celkem 5 drátových propojek. Stavba je velmi jednoduchá, zkušený konstruktér ji zvládne za 15 minut. Klíč pracuje zpravidla na první zapojení. Napájecí napětí může být libovolně mezi 4 - 15 V.

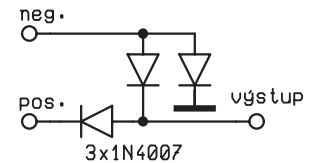
Pozn.: Odpor v emitoru tranzistoru T1 lze zmenšit z M1 (viz osazovací plán plošných spojů) až na hodnotu 12 k (viz

schema). Jeho hodnotu je třeba vyzkoušet tak, aby skutečně docházelo k sepnutí klíčovacího výstupu. Na osazovacím plánu je rovněž kondenzátor 10M, blokující napájecí napětí proti zemi, který ve schématu není zakreslen.

### Další možné úpravy

Oba klíčovací výstupy (pro kladnou i zápornou polaritu klíčovaného napětí) je možné svést do společného výstupního konektoru, pokud použijete následující zapojení s oddělovacími diodami:

Je však nutné počítat s úbytkem napětí na diodách (kolem 0,7 V), což by u některých transeiverů mohlo způsobit

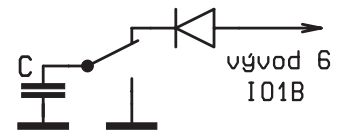


Obr. 5 - Úprava pro společný výstup pro obě polarity na jednom konektoru

nedokonalé zaklíčování, jehož důsledkem by mohl být nižší výstupní výkon, nestabilní signál, nebo by k zaklíčování vůbec nemuselo dojít.

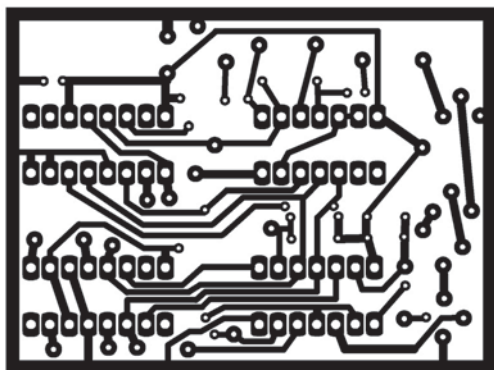
Zaklíčování pro ladění lze upravit podle následujícího obrázku:

V tomto zapojení stačí stisknout tlačítko S5 (TUNE) a zaklíčování vydrží po dobu, která je určena hodnotou

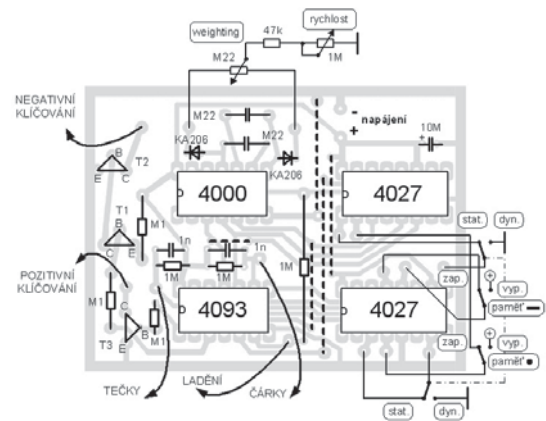


Obr. 6 - Úprava pro časované zaklíčování

kondenzátoru C. Při hodnotě C=22 M bude zaklíčováno po dobu přibližně 30 s. Tlačítko (bez aretace) je kresleno v nestisknuté poloze, jeho stisknutím samozřejmě dojde k připojení katody diody ke kondenzátoru.



Obr. 3 - Destička s plošnými spoji klíče, rozměr 65 x 50 mm, pohled ze strany spojů



Obr. 4 - Osazovací plán plošných spojů, pohled ze strany součástek

# Přepínač audiosignálu

KTE812

Jindřich Fiala  
cislicovatechnika@volny.cz

## kombinovaný se zesilovačem 2 × 0,5 W pro sluchátka

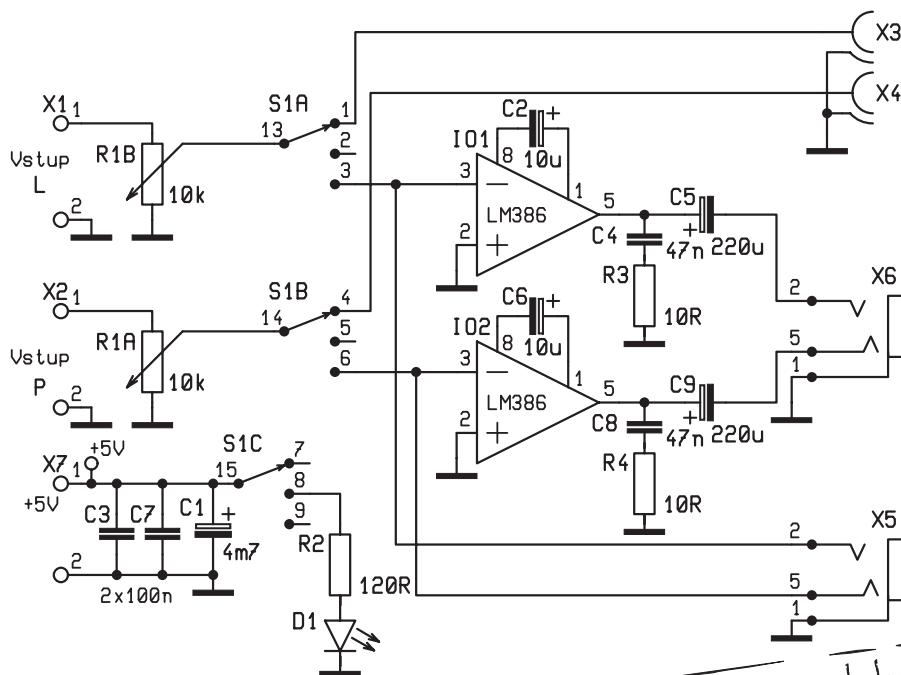


Fotografie prototypu

Už vás také nebaví věčné přepojování konektorů? Neustálé plazení se pod stolem, když chcete výstup zvukové karty použít pro jiný výstupní zdroj zvuku? Máme pro Vás řešení. Proč si neulehčit život a nepostavit si jednoduchý přepínač audiosignálu, který je navíc vybaven i zesilovačem pro slabé zvukové karty, které se občas vyskytují u levnějších sestav, nebo i notebooků.

Princip činnosti, ani vlastní zapojení není nijak složité. V podstatě jde o to, přivést výstup zvukové karty ke vhodnému přepínači, který nám umožní připojovat k tomuto výstupu různá koncová zařízení, jako jsou například sluchátka, zesilovač, reproduktory a to vše bez přepojování kabelů.

Bližší princip asi nejlépe přiblíží schéma zapojení. Výstup zvukové karty je zde nejprve přiveden ke stereopotenciometru R1, od kterého je pak šířen dále. Potenciometr nám umožní plynulou a současnou regulaci hlasitosti obou kanálů. Za potenciometrem se nachází asi nejdůležitější



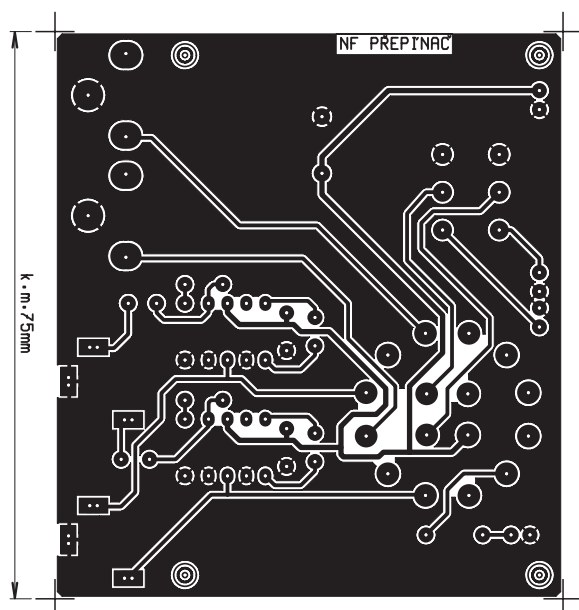
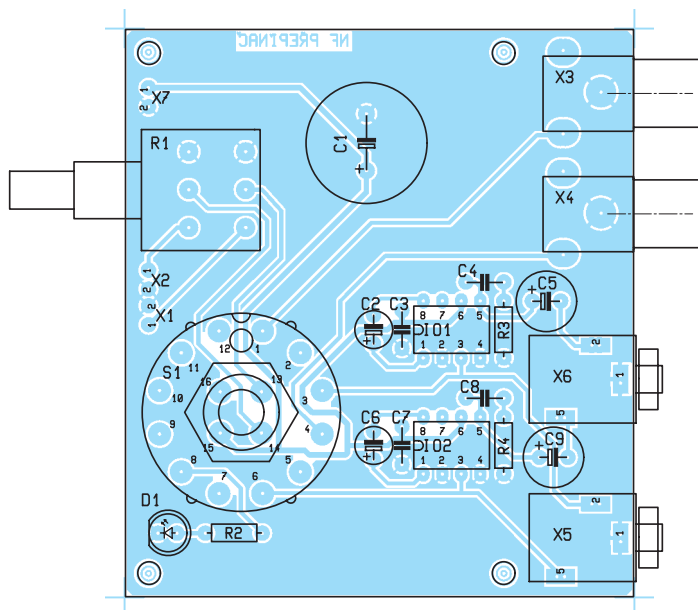
Obr. 1 - Schéma zapojení

*ověřeno v redakci*

část celého zapojení, vlastní přepínač PŘ. Jedná se o trojnásobný páčkový přepínač, který nám umožní přepínat signál ke dvou samostatným výstupům. V první poloze je výstup napojen na CINCH konektory, které lze použít pro zesilovač. Druhá poloha je určena sluchátkům a také sluchátkovému zesilovači. V této poloze se nacházejí dva výstupní konektory. Jeden je napojen přímo za přepínač. Zde můžeme odebírat signál bez zesílení, tak jak vystupuje ze

zvukové karty. Druhý výstupní konektor se nachází již za zesilovačem. Uživatel si tedy může vybrat, zda mu stačí pro sluchátkový poslech výstup zvukové karty, nebo zda raději použije zvuk zesílený pomocí obsaženého zesilovače.

Tím se už dostáváme k vlastnímu zesilovači. Jedná se o integrovaný zesilovač v pouzdře DIL 8 s výstupním výkonem 0,5 W. I když je to výkon zdánlivě malý, je plně dostačující pro zesílení slabého



Obr. 2 - Plošný spoj a jeho osazení

signálu, který produkuje zvuková karta a který je pak možné použít již pro zmiňovaná sluchátka.

Dle údajů výrobce, by se mělo napájecí napětí pohybovat v rozmezí 4 – 12 V. Pro naše účely byl za zdroj zvolen USB port, který dokáže do zátěže dodávat stabilních 5 V a to až do velikosti odebíraného proudu 500 mA. Pro napájení je to tedy ideální zdroj, u kterého máme navíc naprostou jistotu dostatečně stabilizovaného a filtrovaného napětí.

Indikace stavu přepnutí, zda je aktivní CINCH, nebo výstup na sluchátka zajišťuje LED dioda připojená k posledním z možných kontaktů přepínače.

## Stavba

Konstrukční provedení je z větší části na vás samotných. Pokud pomineme vlastní výrobu plošného spoje, je třeba ještě vyřešit umístění celého zapojení

do vhodného pouzdra. Nejlépe vyhoví plastová, nebo kovová krabička, do které se celý komplet pohodlně vejde.

Na předním panelu je pak vhodné umístit jednak ovladač hlasitosti, přepínač pro volbu výstupu a také konektory pro připojení sluchátek. V zadní části se pak mohou nacházet CINCH konektory, které lze použít pro připojení vstupu zesilovače, nebo i jiného koncového zařízení.

Přední panel je také možné nějak graficky ztvárnit. Vhodný je kupříkladu polep zhotovený na laserové tiskárně, nebo jen prostý popis jednoduchými samolepkami. Účel jistě splní.

Propojení s PC je realizováno pomocí dvou propojovacích kabelů. Jeden slouží pro přenos zvukového signálu, druhý pro napájení přes USB port.

## Seznam součástek:

IO1, 2 LM386

R1	10 kΩ, stereopotenciometr, lineární
R2	120 Ω/0,6 W
R3, R4	10 Ω/0,6 W
C1	4700 μF/16 V, elektrolyt
C2, C6	10 μF/25 V
C3, C7	100 nF, keramický
C4, C8	47 nF, keramický
C5, C9	220 μF/16 V, elektrolyt
D1	LED 3 mm, modrá s objímkou
S1	otočný přepínač P-DS4
X3, X4	konektory CINCH do plošného spoje, červený a černý
X5, X6	konektory JACK 3,5 mm, stereo, do plošného spoje
- konektor JACK 3,5 mm, stereo, vidlice na kabel	
- konektor USB A, vidlice na kabel	
- plastová, nebo kovová krabička	
- propojovací kabel	
plošný spoj KTE812	

# Regulátor otáček pro PC FAN KTE813



ověřeno v redakci

**Touto konstrukcí dnes navážeme na zapojení z minulého čísla, které bylo určeno pro postupné spínání čtyř samostatných větráků po startu PC. Zapojení, které si uvedeme dnes, nám umožní plynulou regulaci otáček připojených větráků. Lze ho také pochopitelně použít zcela samostatně, jako lze samostatně použít i KTE811 z minulého čísla časopisu.**

Srdcem celého zapojení je obvod LM317T. Jedná se o integrovaný stabilizátor napětí s rozsahem výstupního stabilizovaného napětí 1,2 až 25 V a maximálním dovoleným proudovým odběrem 1,5 A. Obvod je umístěn v klasickém pouzdru TO220. Vlastní schéma zapojení je velice jednoduché. Dalo by se říci, že až triviální. Napájecí napětí, v našem případě počítačových 12 V, je přivedeno ke vstupu obvodu. Na regulovaný výstup je naopak na pojen již ovládaný spotřebič - větrák. Regulace se provádí pomocí krajního nastavovacího vstupu obvodu, který je přes rezistory připojen k vlastnímu výstupu a také k zápornému napájecímu pólu. Právě

pomocí změny velikosti odporu rezistoru v této části, která je přes něj napojena na záporný pól, provádíme vlastní regulaci napětí na výstupu a tedy i regulaci otáček. Běžný větrák na 12 V se vcelku spokojeně otáčí již při 5 V, nehledě na to, že se citelně sníží hluk, který při svém chodu vydává a který může být v určitých situacích, jako je například sledování videa velice rušivý. Když naopak potřebujeme větší chladicí výkon a hluk nám tolik nevádí, můžeme zas otáčky zvednout na maximum.

Jak bylo již řečeno, velikostí změny odporu regulujeme vlastní otáčky. Pro tento účel je zde potenciometr R2 spolu s rezistorem R3. Rezistor R3 zajišťuje minimální napětí 5 V při nastavené krajní poloze potenciometru. Při poloze druhé, nastavuje spolu s potenciometrem téměř stoprocentní vstupní napětí na výstupu. S jistým úbytkem napětí je zde nutné počítat, ale není to zas tak strašné.

**Jindřich Fiala**  
[cislicovatechnika@volny.cz](mailto:cislicovatechnika@volny.cz)

Čím je velikost odporu v této části větší, tím je také větší i hodnota výstupního napětí. Podle údajů výrobce, lze velikost výstupního napětí snadno spočítat po dosažení hodnot odporů rezistorů R1 a R2 do vzorce:

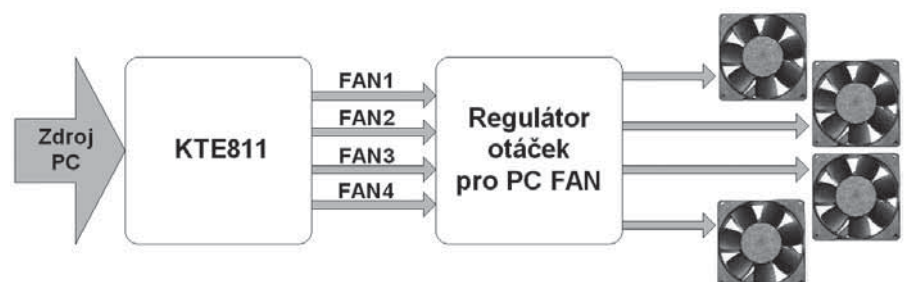
$$U_{\text{výst.}} = 1,25 \text{ V} \cdot [1 + (R2 : R1)]$$

V našem případě je třeba dosadit za hodnotu R2 součet odporů rezistorů R2 a R3. Při nastavení nulového odporu na potenciometru tedy dostaneme:

$$U_{\text{výst.}} = 1,25 \text{ V} \cdot [1 + (720 \Omega : 240 \Omega)] = 5 \text{ V}$$

A při nastavení potenciometru do druhé krajní polohy :

$$U_{\text{výst.}} = 1,25 \text{ V} \cdot [1 + (2950 \Omega : 240 \Omega)] = 16,6 \text{ V}$$



Obr. 1 - Blokové schéma regulátoru

## konstrukční návody

Výsledkem je tedy dostatečná rezerva pro maximální možné napětí na výstupu.

V zapojení dále figurují dva elektrolytické kondenzátory, jejichž úloha není nijak stěžejní. První z nich C1, který se nachází na vstupu obvodu pomáhá při dodatečné filtraci vstupního napětí a druhý C2, který je na opačné straně, na výstupu, pomáhá zlepšovat výstupní přechodovou charakteristiku.

### Výroba DPS

Výroba plošného spoje se nijak neliší od jiného konstrukčního zapojení. Pokud budeme požadovat například regulace čtyři, stačí pouze nakopírovat plošný poj vedle sebe a zhotovit pouze jednu desku pro všechny regulované okruhy. Tento způsob je lepší, než čtveřice desek samostatných.

U více regulací je pak při absenci KTE811 v zapojení, potřeba pouze propojit napájecí kontakty všech regulací. Při použití KTE811 se napájení každého regulovaného kanálu napojí na příslušné svorky této konstrukce.

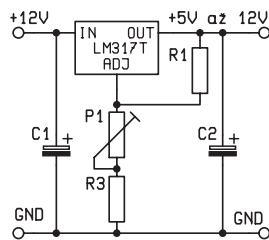
Po odzkoušení je vhodné přetít cesty ochranným lakem na osazené plošné spoje.

### Montáž do PC a propojení s KTE811

Vlastní montáž do útrobu počítačové skříně lze provést několika způsoby. Jako nejvhodnější se jeví při použití čtyř regulací, jejich zakomponování do některé z volných pozic pro CD-ROM mechaniku. Záslepka v této pozici poslouží také jako vhodný panel pro umístění ovladačů jednotlivých potenciometrů.

Při menším počtu regulací, například při dvou, je ideální umístit tento komplet do volné pozice pro FDD mechaniku.

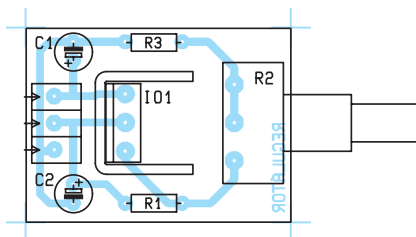
Přidělení k záslepce mechaniky je možno provést buď naprosto jednoduše, pomocí montážní matky na potenciometrech, tento způsob však nevyhází moc



Obr. 2 - Schéma zapojení

esteticky, nebo pomocí další destičky, která bude přidělena k zadní straně záslepky. V předu budou na záslepce pouze vyvedeny jednotlivé hřídele od potenciometrů, na které se přišroubují ovládací knoflíky.

Takto zhotovený ovládací panel, je pak možné opatřit například nějakým vhodným polem se stupnicí.

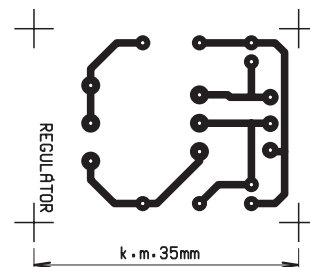


Obr. 3 - Plošný spoj a jeho osazení

Neméně důležitou částí celé konstrukce je také její elektrické spojení s větráky a napájením. I zde existuje několik variant. Pokud bude pro řízení otáček více větráků sloužit pouze jedna regulace, to možné je, protože zvládne ovládat spotřebič (větrák) se spotřebou až 1,5 A, stačí pouze prosté propojení na napájení. To je vhodné realizovat pomocí běžného napájecího konektoru pro CD-ROM mechaniku, aby se usnadnila případná demontáž a připojení jednoho, nebo více ovládaných větráků. Při propojování je záporný pól na svorkovnici společný jak pro větrák, tak pro přívod. Zbylé dva kontakty slouží pro připojení kladného pólu od větráku a od zdroje.

Při použití více regulací existuje variant propojení několik, mimo jiné i spolu s konstrukcí z minulého čísla KTE 04/05 (Spínací automatika pro PC FAN, KTE811). Kombinace obou těchto stavebních návodů umožní vytvoření čtyř samostatných větracích okruhů, u kterých bude možné samostatně regulovat otáčky připojených větráků. KTE811 navíc zajistí postupný rozběh jednotlivých okruhů po startu PC v odstupňovaných časových intervalech.

Princip vlastního zapojení asi nejvíce pomůže objasnit blokové zapojení. Napájení je zde přivedeno k modulu KTE811, který v minulém dílu uváděl do chodu čtveřici samostatných větráků. Dnes mezi tento spínací modul a větráky zapojíme ještě regulaci otáček.



V praxi je chod takového zapojení velice jednoduchý. Větráky se po stratu postupně zapnou a ještě je bude možné regulovat velikost jejich otáček.

Druhou variantou napojení na napájení je řešení bez KTE811. Při tomto způsobu a při použití více regulací je pouze třeba vzájemně propojit jednotlivé napájecí vstupy a vyvést je na jeden napájecí konektor.

### Seznam součástek:

IO	LM317T
C1, C2	10 $\mu$ F/16 V
R1	240 $\Omega$ /0,6 W
R2	2,2 k $\Omega$ , lineární potenciometr
R3	750 $\Omega$ /0,6 W
Svorkovnice do DPS ARK 810/3	
Plošný spoj KTE813	

## Autonomní měřič zbývající kapacity napájecí baterie

Dallas Semiconductor (nyní součást firmy Maxim) přichází s novým integrovaným obvodem DS2780 určeným pro měření potřebných veličin a výpočet zbývající kapacity baterií Li-Ion a polymerových Li-Ion. Zpracování naměřených vstupních hodnot přímo v DS2780 zmenšuje požadavky na hostitelský počítač a jeho software. Měření proudu odebíraného zařízením probíhá s rozlišením na

16 bitů, v případě napětí, proudu a teploty na 11 bitů. Další potřebná data a charakteristika baterie a napájeného zařízení potřebná pro výpočet zbývající kapacity jsou uložena v nevolatilní paměti čipu. Komunikace s nadřazeným počítačem probíhá po sériové jednovodičové sběrnici. DS2780 vyráběn v 8-pinovém pouzdře TSSOP, je určen především pro digitální fotoaparáty, notebooky, přenosné terminály.





# SMD blikač pro náročné

Jindřich Fiala

cislicovatechnika@volny.cz

ověřeno v redakci



Množství světlených efektů, které je možné v dnešní době s dostupnými součástkami vyrobit je takřka nekonečné. Dnešní návod je jednou z mnoha konstrukcí, které lze realizovat s několika levnými a dostupnými komponenty. Díky zvolené SMD technologii, lze toto zapojení postavit i na velice malém konstrukčním prostoru a je tak vhodné i pro použití v různých modelech, kde zcela jistě napomůže k jejich realističtějšímu obrazu. Nespornou kladnou vlastností, je také jeho velice malý odběr proudu.

SMD blikač je vybaven jednou modrou LED diodou, jejíž režim svitu je následující. Po dvou krátkých bliknutích následuje delší odmlka, po které znovu dojde ke dvěma zabliknutím, která jsou opět následována delší odmlkou. Oproti klasickému stylu většiny blikačů jistě rozdíl, který potěší.

Vše je řízeno klasickým časovačem 555 a obvodem 4017. Tato dvojice byla například použita pro řízení Efektového LED světla (KTE803), z čísla 02/05. Jedná se o dva obvody, se kterými lze snadno a rychle realizovat mnohá zapojení.

Časovač 555 je zapojen jako klasický astabilní multivibrátor, vyrábějící řídicí hodinové signály pro 4017. Obvod 4017 je (jak již bylo před časem uvedeno) 5ti stupňový Johnsonův čítač. V praxi to znamená, že po přivedení hodinových impulsů na jeho čtrnáctý vývod, se začnou podle velikosti vstupní frekvence postupně objevovat logické jedničky na jeho deseti výstupech. Dít se to bude tak, že pouze jeden z výstupů bude mít vždy tuto úroveň a po náběžné hraně dalšího hodinového impulsu se tato logická úroveň přesune

na výstup další. K těmto výstupům je napojena i LED dioda. Přesněji řečeno k výstupům 0 a 2. Ty ovládají tranzistor T1, který spíná vlastní LED diodu. Při posouvání logické jedničky na výstupech, budou za sebou následovat dva krátké světelné impulsy, které budou následovány delší odmlkou, dokud čítač nedojde na konec, pak se sám nevynuluje a nebude se celý koloběh opakovat. V praxi by šlo jít ještě dále a například připojit i výstup další. Výsledkem by byly tři po sobě jdoucí světelné impulsy, po kterých by následovala odmlka. Ovšem časově kratší o další dva použité výstupy. Respektive o jeden zapojený pro svit diody a jeden představující mezeru mezi svity.

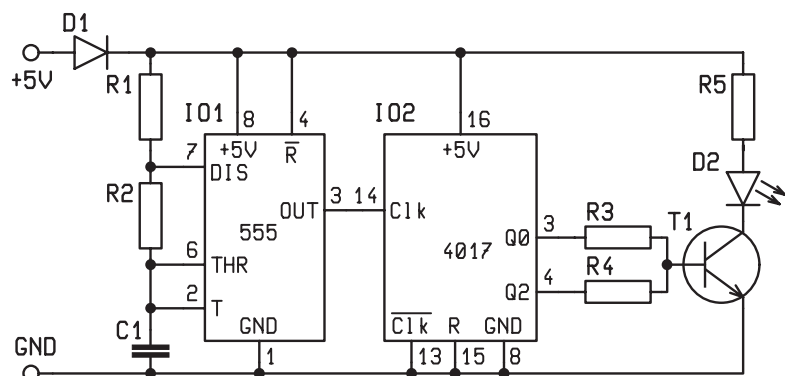
Rychlost jakou se tak bude dít a jakou dobu bude i dioda svítit, závisí na velikosti řídicí frekvence, kterou vyrábí časovač 555.

Nevýhody by někdo mohl spatřovat v náročnější výrobě plošného spoje a v jeho následném osazování součástkami. Při troše zručnosti a trpělivosti, však lze i tyto úkoly zvládnout velice dobře.

Po osazení a odzkoušení lze i v tomto případě opatřit spoj se součástkami nátěrem laku na osazené plošné spoje.

### Seznam součástek:

- NE555 SMD
- 4017 SMD
- T1 BC848B
- R1, R2 220 kΩ/0,25 W, SMD 1206
- R3, R4 47 kΩ/0,25 W, SMD 1206
- R5 100 Ω/0,25 W, SMD 1206
- C1 1 μF, keramický, SMD 1206
- D1 1N4148, SMD 1206
- D2 LED 3 mm, čirá, modrá
- Plošný spoj KTE814

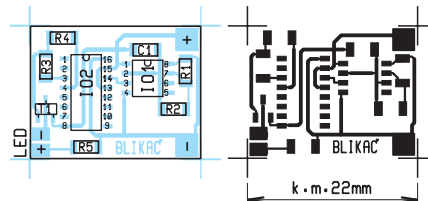


Obr. 1 - Schéma zapojení blikače

V zapojení byly zvoleny součástky, jejichž hodnota předurčuje velikost této frekvence pohybující se okolo 2 Hz. Pochopitelně, že lze záměnou dosáhnout větší, nebo i menší hodnoty.

### Konstrukce

Konstrukce má v tomto případě jistě své klady a záporny. Za klady se dá považovat značně menší rozměr, než při použití klasických součástek a fakt, že není třeba plošný spoj vrtat.



Obr. 2 - Plošný spoj a jeho osazení

**LED lišta**  
L-MLBIO15G

**Kč 285,-**  
cena včetně DPH

[www.gme.cz](http://www.gme.cz)

Lišta s 24ks vysoce svítivými zelenými LED.  
Napájení 12V / 160mA  
Délka lišty 350mm  
Šířka lišty 16mm  
Jednotlivé moduly lze jednoduše spojovat do větších délek.  
Vhodné pro nasvícování interiéru

# Modul MZ 204 pro testy zesilovačů VZ504

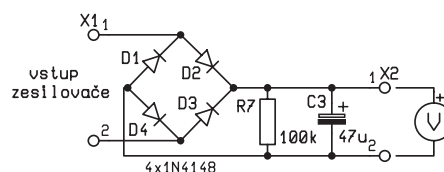
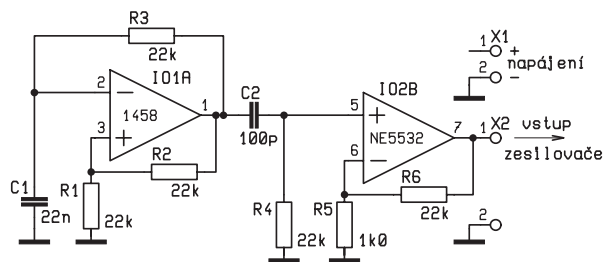
Jiří Míček

Tento modul je určen pro seřizování výstupních obvodů zesilovačů VZ 204 – 504. Nesmí se použít pro jiné typy zesilovačů, protože by došlo ke zničení jejich výstupních tranzistorů. Článek navazuje na konstrukci VZ 504 v KTE 4/05.

Modul se skládá ze dvou částí -vysílače impulsů a usměrňovače pro ss voltmetr. Ve vysílači je Schmittův generátor nastavený C1 na kmitočet 1 kHz. Na jeho výstup je zapojen integrátor C2, R2, který zeštíhluje impulsy. Další OZ tyto impulsy zesílí do saturace. Usměrňovač je zapojen ze čtyř D1, vyhlazovacího C3 a vybíjecího R4. Na jeho výstup se zapojí ss voltmetr, který neměří napětí proti kostře, ale z výstupu na C3. Toto testování je výhodné v tom, že se změří maximální výkon, není zatěžován zdroj velkým odběrem, výstupní zátěž 4 Ω může být 1 – 2 Ω a nepřehřívají se tranzistory. Na voltmetru měříme vrcholovou hodnotu napětí, od které se pak odvodí efektivní hodnota maximálního výkonu např.:  $20\text{ V} \times 0,7 = 14\text{ V}$   $U_{ef}$ ,  $14 \times 14 = 196 : 4 = 49\text{ W}$  sinusového výkonu. K naměřené hodnotě se přičte úbytek napětí na D1 a C3 - asi 1,6 V. Při změně R2 - 22 kΩ – 100 kΩ se zvětšuje šířka impulsů, zvětšuje se i měřené napětí, ale i odběr ze zdroje. Proto je lepší zvolit optimální hodnotu R2 - 20 – 22 kΩ a počítat s úbytkem napětí 1,6 V. Modul se umístí do Audiotesteru AT-201 a jeho výstup se zapojí na vstup -ext gen. Pak vybudujeme měřený zesilovač až výstup

dosáhne maxima a dále se už nezvětšuje. Pro výběr a párování tranzistorů se jeden modul zesilovače zapojí s patičkami pro zasunování výkonových tranzistorů a krátce se měří bez chladiče max. napětí na kolektorech a RZ. Měří se bez zapojené ZV. Potom vybereme vhodné dvojice párování tranzistorů a v zapojení s chladičem dostavíme jejich maximální výkon změnou s R10, s ohledem na max. proud báze 0,5 A. Další zvyšování proudu báze již není účinné, proto je lepší buď vybrat jiné tranzistory nebo se spokojit s menším výkonem zesilovače. Při dosažení hodnoty blízké napájecímu napětí zesilovač pracuje při max. výkonu téměř ve spínacím režimu a oteplení chladiče je nižší než při středním výkonu. Podobně lze zjistit i účinnost operačních zesilovačů. U kvalitních OZ je max. napětí menší o 0,6 V než je napájecí napětí. Ostatní testy VZ 204 – 504 byly uvedeny v předchozích článcích.

Klasické Integrované a tranzistorové zesilovače s emitorovou vazbou mají vložen mezi napájení a přechody C-E odpor asi 0,2 Ω. Maximální kolektorový proud bývá asi 8 – 10 A. Při napájení ±30 V je ale zkratový proud  $60 : 0,2 = 300\text{ A}$ . Různé pojistky v zapojení reagují na průměrný proud nebo



opožděně. Při přebuzení, saturaci, oscilaci nebo při neopatrném zacházení se uvedou tranzistory do sepnutého stavu a zkratovým proudem 300 A se dosahuje u těchto konstrukcí zničení výstupních tranzistorů. Proto testování klasických zesilovačů není s modulem MZ 204 možné.

Konstrukce je jednoduchá, stačí na ni šuplíkové součástky. Oživený modul (50,-Kč) + poštovné lze objednat na adrese: POWERHOUSE, Pernerova 20, 71800 Ostrava – Kunčičky, e-mail: info@powerhouse.cz, <http://www.powerhouse.cz>, tel.:558 666 097

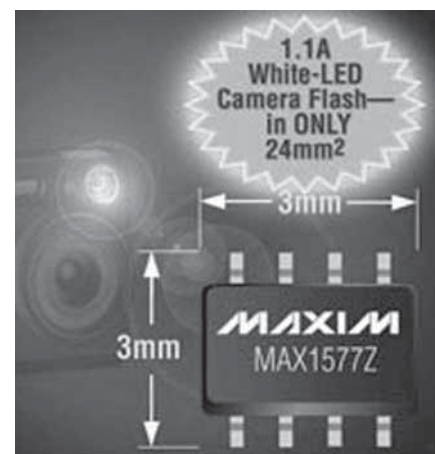
## Literatura:

- [1] Míček J. Audiotester AT 201. Praktická elektronika 2 a 3/2002 s. 26
- [2] Míček J. Zesilovač VZ 504 pro aktivní výhybky. KTE 5/2005

## Výkonová nábojová pumpa pro bílé LED do mobilů

Nová integrovaná nábojová pumpa MAX1577Z/MAX1577Y může dodat do bílých LED diod konstantní proud až 1,2 A (zaručená hodnota je 800 mA). Použitý způsob řízení funkce interních spínačů umožňuje při použití pro podsvícení displeje i pro zabudovaný fotoaparát mobilního telefonu dosažení účinnosti až 92%. Nízký výstupní odpor zaručí dostatečnou intenzitu záblesku i při poklesu napětí baterie. Samotný integrovaný obvod je třeba doplnit kromě rezistoru, kterým se nastaví výstupní proud, pouze třemi keramickými kondenzátory, které mají vzhledem k vysoké spínací frekvenci i při malém zvlnění vstupu a elektromag-

netickém rušení malé rozměry. K řízení jsou určeny dva uvolňovací vstupy, které dovolují vedle úplného zapnutí/ vypnutí nastavit proud na 20%, 33% a 100% maximální hodnoty. K dalším funkcím pumpy patří pozvolný náběh funkce omezující proudový náraz při zapnutí, tepelná ochrana a vypnutí do úsporného stavu s proudem vlastní spotřeby 0,1 mA. Vstupní napětí může být v rozsahu 2,7 V – 5,5 V. MAX1577Z má pevné výstupní napětí 5,1 V, MAX1577Y má nastavitelný výstupní proud i napětí na 3,4 V, 4,6 V a 5,1 V. MAX1577Z/ MAX1577Y jsou vyráběny v 8-vývodovém pouzdře TFDN (3mm × 3mm).



# Vysokofrekvenčný FM vysielateľ s PLL

Ing. Marián Amrich

Tento vysokofrekvenčný vysielateľ slúži na experimentálnu prevádzku v pásme OIRT s frekvenčnou moduláciou nosnej frekvencie a aplikovaným fázovým závesom PLL riadeného z osobného počítača.

## Technické údaje

### Frekvenčný rozsah:

približne od 50 MHz – 75 MHz

### Vysokofrekvenčný výkon:

približne 5 W

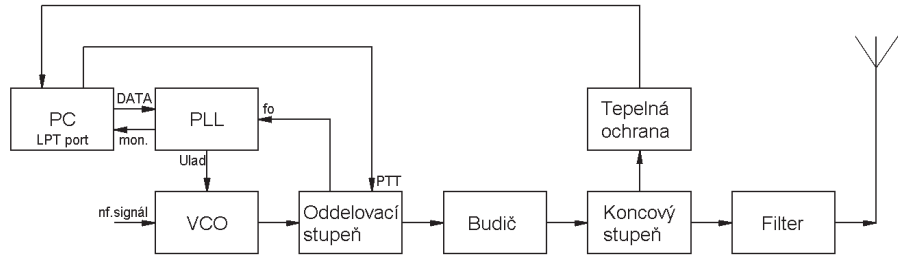
Napájanie: 12 V

Odber: 0,7 A

Zabezpečené je prepnutie na vysielanie až po nahodení fázového závesu z PC, zároveň sa monitoruje teplotný stav koncového stupňa. V ďalšom texte budú podrobne rozobrané jednotlivé časti blokovej schémy.

## Oscilátor

Oscilátor je jadrom celého zapojenia od jeho správnej funkcie je závislý úspech celého vysokofrekvenčného prenosu. V zapojení je použitý laditeľný oscilátor (VCO – napäťovo riadený oscilátor) s tranzistorom FET s rezonančným obvodom LC umiestneným vo vetve riadiacej elektródy. Odbočka vo vinutí cievky je použitá na obmedzenie šírky pásma nosnej. Ďalej musí mať čo najväčší činiteľ akosti Q, teda najmenšiu hodnotu činného odporu a musí byť navinutá čo najhrubším drôtom a závitmi čo najtesnejšie u seba. Kapacitné diódy paralelne pridané k rezonančnému



Obr. 1 - Bloková schéma zapojenia

obvodu sú v protitaktom zapojení, meranie ukázalo skutočnosť, že so zvyšujúcim napätím na diódach klesá relatívna nestabilita výstupnej frekvencie obvodu. Nosná frekvencia oscilátora je závislá od veľkosti privedeného napätia na stred takto zapojených varikapov a to v podobe nízko-frekvenčného signálu zo vstupu vysielateľa a riadiaceho napätia z PLL na udržanie hodnoty nosnej frekvencie na nastavenej úrovni. Závislosť kapacity varikapu na priloženom napätí nie je však lineárna. Výhodou oscilátorov s unipolárnymi tranzistormi je skutočnosť, že dosahujú lepšej stability a čistoty spektra než oscilátory s bipolárnymi tranzistormi.

## Syntéza PLL

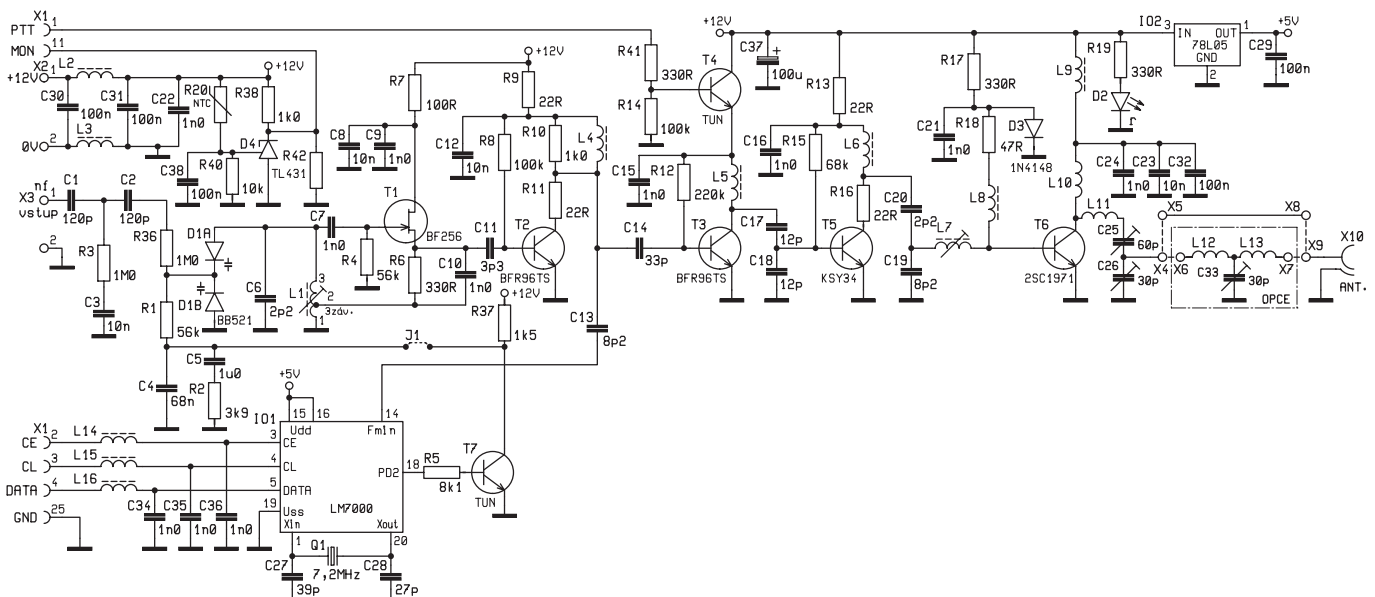
Ladiace napätie oscilátora je možné vytvárať napríklad pomocou DA prevodníka podľa privedeného binárneho slova pričom nemá žiadnu spätnú väzbu na nežiaducu zmenu frekvencie oscilátora vplyvom napr. teplotných zmien prostredia. Druhá možnosť je klasické ladenie

použitím potenciometra kde veľkosť ladiaceho napätia závisí potom od uhla pootočenia potenciometra. Toto napätie sa odoberá z jeho bežca. Tretia možnosť je ladenie pomocou fázového závesu PLL (fázovo uzatvorená slučka), ktoré prináša trochu komplikácie do zapojenia avšak jeho nesporné výhody mnohonásobne presahujú nevýhody. Pri syntéze PLL je kmitočet VCO riadený syntetizátorom PLL a veľkosť zmeny kmitočtu je závislá od privedeného binárneho slova na jeho vstup v našom zapojení v sériovej podobe z paralelného portu LPT počítača.

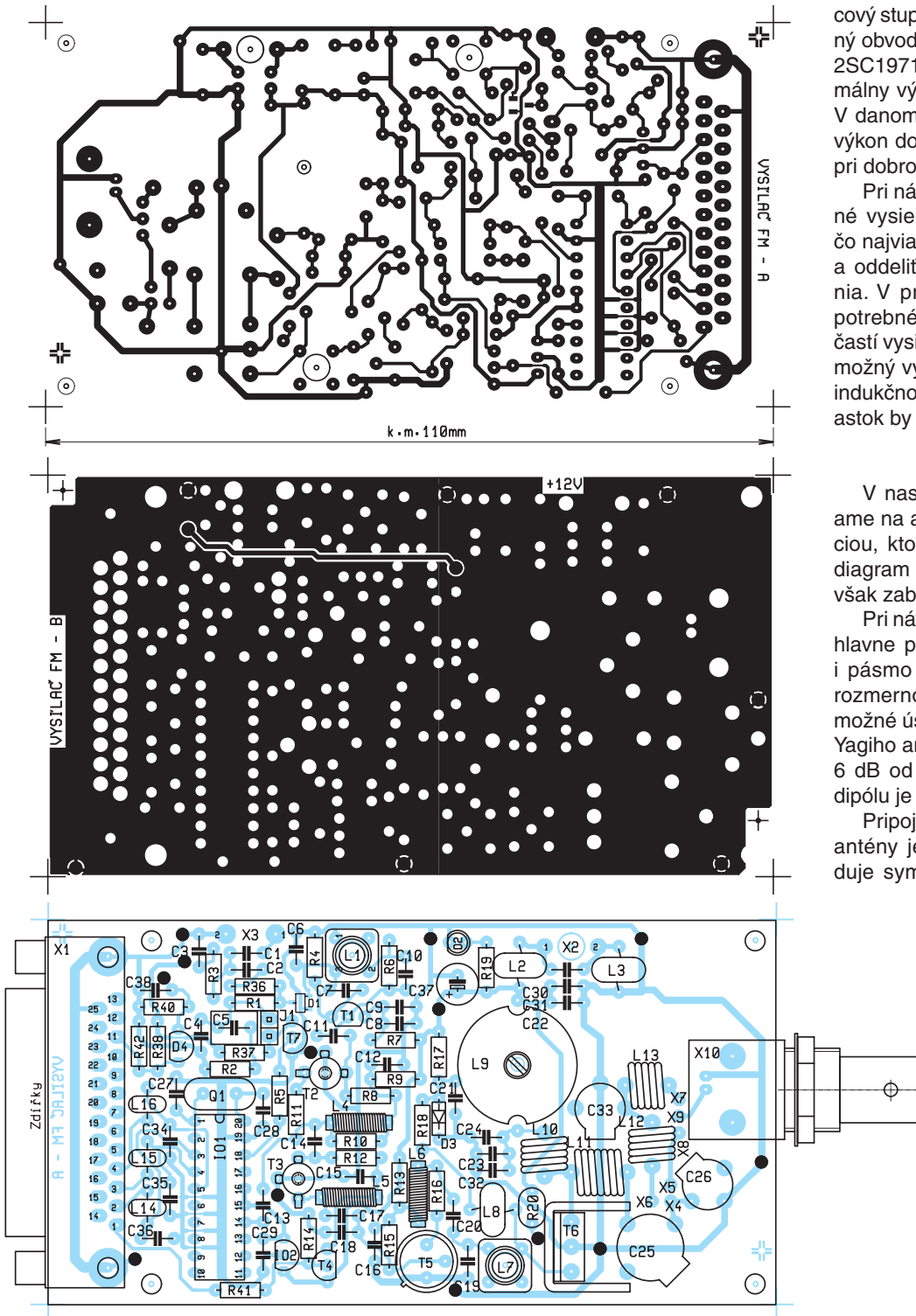
Vzťažnou hodnotou pre fázový detektor použitého obvodu syntetizátora LM7000 je frekvencia 100 kHz. Rozdiel týchto frekvencií z referenčného oscilátora a z VCO vyvolá vo fázovom detektore zmenu ladiaceho napätia pre VCO.

## Oddelovací stupeň, budič, koncový stupeň

Úlohou oddelovacieho stupňa, ktorý je tvorený tranzistormi T2 a T3 je zabez-



Obr. 2 - Celková schéma zapojenia



Obr. 3 - Plošný spoj (strana a, b) a jeho osazení

pečiť maximálne zosilnenie vstupného signálu pri veľkej vstupnej impedancii. Použitie tranzistory BFR96TS majú zisk až 17 dB, maximálny kolektorový prúd 75 mA a výborné prenosové vlastnosti. Nasleduje budič a koncový stupeň. Nasleduje budič pracujúci v triede C, ktorý má veľmi vysokú účinnosť a zlú linearitu, avšak pri frekvenčnej modulácii toto zhoršenie linearity vôbec nevadí. Predpätie bázy koncového tranzistora je

dostatočne stabilizované diódou D3 na približne 0,65 V prúd vzniknutý detekciou zápornej polovny budiaceho signálu je odvedený a zosilňovač pracuje v triede B. V prípade výskytu parazitných oscilácií je možné ich potlačiť použitím feritových krúžkov nasadených na vývody emitorov tranzistorov.

Potlačenie harmonických frekvencií je vyriešené niekoľkými rezonančnými obvodmi LC umiestnenými pred a za kon-

cový stupeň. Nasleduje sériový rezonančný obvod a anténa. Koncový tranzistor je 2SC1971 zo ziskom  $\geq 10$  dB, jeho maximálny výstupný výkon sa blíži až k 6 W. V danom zapojení sa vysokofrekvenčný výkon do záťaže sa pohybuje okolo 5 W pri dobrom prispôbení.

Pri návrhu plošného spoja pre uvedené vysielacie zariadenie bolo potrebné čo najviac zväčšovať činnú plochu zeme a oddeliť od seba kritické časti zapojenia. V prípade parazitných oscilácií je potrebné uskutočniť tienenie aktívnych častí vysielateľa. Treba tiež dávať pozor na možný výskyt nepriaznivých parazitných indukčností a kapacít preto vývody súčastok by mali byť čo najkratšie.

## Anténa

V nasledujúcich riadkoch sa zameriame na antény s horizontálnou polarizáciou, ktoré majú smerovjší vyžarovací diagram a tým aj väčší dosah, naopak však zaberajú väčší priestor.

Pri návrhu a realizácii antén nastávajú hlavne pri nižších frekvenciách (a to je i pásmo OIRT) komplikácie z hľadiska rozmernosti konštrukcie. Ako anténu je možné úspešne použiť niektorú z variant Yagiho antén alebo anténu zo ziskom až 6 dB od HB9CV. Pri použití klasického dipólu je zisk antény = 1 dB.

Pripojenie napájacieho zvodu u tejto antény je veľmi jednoduché a nevyžaduje symetrizáciu. Fázovacie úseky sú z medeného vodiča o priemere 3 mm. Prvky antény sú zhotovené z kovových trubiek o priemere 12 mm. Konštrukčné vyhotovenie antény je znázornené na obrázku.

## Zisk antény a vyžiarený výkon, ERP, EIRP

Výkonový zisk antény je pomer vyžiareného výkonu tejto antény a vyžiareného výkonu referenčnej antény pri rovnakom výkone vysielateľa. Ako referenčnú anténu mož-

no použiť dipól alebo izotropný žiarič.

Pre zisk platí vzťah:

$$G = \left( \frac{P_{ant}}{P_{ef}} \right) \dots [dB]$$

v decibeloch:

$$G = 10 \cdot \log \left( \frac{P_{ant}}{P_{ef}} \right) \dots [dB]$$

Vyžiarený výkon ak je referenčnou anténou dipól ERP = P · G [dB].

LSB													MSB									
D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	L	L	L	L	L	L	L	L	H

**Obr. 4 - Sekvencia zápisu dátového slova do obvodu syntezátora PLL**

Za predpokladu voľného priestoru a priamej viditeľnosti je útlm vzniklý prenosom z vysielačej antény na anténu prijímaciu daný vzťahom:

$$b = 10 \cdot \log \frac{APAV}{PP} \dots [db]$$

$$\frac{PV}{PV}$$

Kde:

AP je zisk prijímačej antény [dB]

AV je zisk vysielačej antény [dB]

PP je výkon dodaný prijímačej anténe [W]

PV je výkon dodaný vysielačej anténe [W]

Pri testovaní vysielača s pripojenou anténou sa odporúča merať hodnotu ČSV (nazývanom tiež PSV, SWR), ktorý je konečným dôsledkom jedným z ukazovateľov

účinnosti celého vysielačieho zariadenia. Ide o to, aby všetky časti ako výstup vysielača, vysokofrekvenčné vedenie a anténa boli k sebe impedančne prispôsobené. Ich impedancie na danom kmitočte musia byť zhodné (ČSV=1).

### Programové riešenie

Keďže zariadenie využíva fázový záves PLL so sériovým vstupom dátového slova pre nastavenie frekvencie je ako alternatívne riešenie možné použiť paralelný port počítača. Program môže byť napísaný v syntaxe jazyku VBA a bežať pod MS Excel alebo je možné vytvoriť pomocou Visual Basicu samostatne spustiteľnú aplikáciu. Na úspešné fungovanie zariadenia je potrebné stiahnuť knižnicu inport32.dll pre konkrétny typ operačné-

ho systému na stránke [www.logix4u.net](http://www.logix4u.net) a nahráť ju do systémového adresára napr. windows/system32.

Celý vysielačný dátový rámec začína posledným vysielačím posledného bitu (LSB) binárneho deliaceho pomeru a pokračuje ďalšími trinástimi bitmi. Programová rutina realizujúca binárny prevod a vysielačú signál do PLL začína konverziou desiatkového slova vo forme hodnoty frekvencie do binárnej formy váhovým spôsobom. Hodnota slova sa zapíše do jednorozmerného poľa o pevnej veľkosti a začne sa s jeho vysielačím na paralelný port v opačnom poradí (najskôr LSB). Nasledujú dva test bity, bity určujúce pásmo, nastavenie referenčnej frekvencie. Náš prípad uvažuje s hodnotou tejto frekvencie 100 kHz. Všetky tieto bity majú stav log.0. Sekvencia končí vysielačím logickej jednotky určujúcou FM pásmo. Detailný rozbor celej sekvencie je možný nájsť v [1].

Zapojenie obsahuje tepelnú ochranu, ktorej logický výstup sníma stavový register. Programový prístup je cez príkaz Visual Basicu Inp(základná adresa portu + 1). Je implementované tiež programové spínanie vysielača (PTT) na základe stavu tepelnej ochrany prostredníctvom riadiaceho registra paralelného portu.

Register paralelného portu	LPT1	LPT2
Dátový register (základná adresa + 0)	0x378	0x278
Stavový register (základná adresa + 1)	0x379	0x279
Riadiaci register (základná adresa + 2)	0x37a	0x27

**Tab.1 Adresy registrov paralelného portu**

Vylisovaný program počíta so základnou adresou portu 378h.

### Uvedenie do chodu

Na začiatok treba poznamenať, že správne nastavenie zariadenia vyžaduje určitú dávku intuície a skúseností z v.f. techniky. Najskôr je potrebné osadiť obvody oscilátora a PLL - IO1, T1, T2. Skontrolujeme správnosť osadenia súčiastok a pomocou čítača (alebo prijímača s vyvedenou indikáciou prijímanej frekvencie) zmeriame frekvenciu nosnej. Mala by sa pohybovať v našom frekvenčnom rozsahu. Pomocou mosadzného jadra doladíme oscilátor približne do stredu pásma s rozpojenou PLL (prepojka J1). Pozor na vyklúčovanie medzipásma! Prepojíme pomocou prepojky J1 fázový záves a nastavi-

#### Štandardný modul:

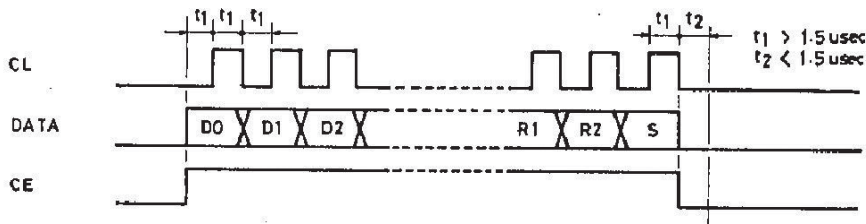
```
Public Declare Function Inp Lib „inport32.dll“ _
Alias „Inp32“ (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Public Declare Sub Out Lib „inport32.dll“ _
Alias „Out32“ (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)
```

#### Programová rutina:

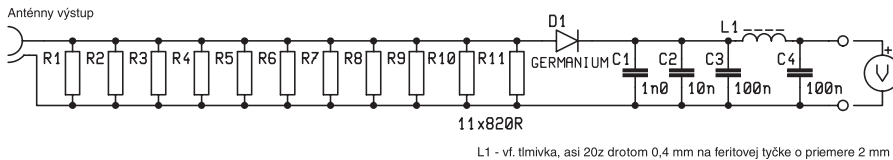
```
Dim Frekvencia, deliaci_pomer, vysledok As Long
Dim i, j, k As Integer
Private datovy_ramec(13) As Integer

Private Sub nastavenie_Click()
Out (&H378 + 2), 11 ,vypnutie vysielačania
Frekvencia = InputBox(„Zadaj frekvenciu“)
deliaci_pomer = Frekvencia
Print (Frekvencia / 10) & „MHz“ ,priказ platny len pre Visual Basic
For i = 0 To 13
vysledok = deliaci_pomer - 2 ^ (13 - i)
If vysledok < 0 Then
datovy_ramec(i) = 0
ElseIf vysledok >= 0 Then
deliaci_pomer = vysledok
datovy_ramec(i) = 1
End If
Next i
For j = 0 To 13
If datovy_ramec(13 - j) = 0 Then
Out (&H378), 27 ,CE + CL
Out (&H378), 25 ,CE
ElseIf datovy_ramec(13 - j) = 1 Then
Out (&H378), 29 ,CE + DATA
Out (&H378), 31 ,CE + CL + DATA
Out (&H378), 25 ,CE
End If
Next j
For k = 1 To 9
Out (&H378), 27 ,CE + CL
Out (&H378), 25 ,CE
Next k
Out (&H378), 29 ,CE + DATA
Out (&H378), 31 ,CE + CL + DATA
Out (&H378), 0 ,nula
vysledok = 0
ptt
End Sub

Private Sub ptt()
Print Inp(&H378 + 1)
If Inp(&H378 + 1) = 127 Then ,zistovanie stavu zo snimania teploty PA
Out (&H378 + 2), 4 ,zapnutie vysielačania
ElseIf Inp(&H378 + 1) = 255 Then ,zistovanie stavu zo snimania teploty PA
MsgBox („Tepelne Pretazenie“)
Out (&H378 + 2), 11 ,vypnutie vysielačania
End If
End Sub
```



Obr. 5 - Sekvencia vysielaného dátového slova do PLL



Obr. 6 - Schéma umelej záťaže

víme pomocou programu presnú frekvenciu VCO. Ihneď by sa frekvencia mala posunúť na požadovanú úroveň. Pri nesprávnom prispôsobení antény alebo pri odpojenej záťaži môže dôjsť k poškodeniu koncového stupňa vysielacza tvoreného T6.

V ďalšom kroku osadíme oddelovací stupeň T3 a vyskúšame funkciu spínania vysielania pomocou programovej rutiny PTT. Ak je všetko v poriadku osadíme obvody budiča a koncového stupňa. Pripojíme umelú záťaž a nastavujeme L7, C25, C26 na najvyššiu hodnotu meraného napätia zo záťaže.

Na zníženie vyžarovaného spektra harmonických zložiek je vhodné použiť dodatočný LC filter v tvare T článku.

Všetky vývody súčiastok smerujúce k zemnej strane musia byť pozaspájkované z oboch strán plošného spoja.

## Použité súčiastky

Použité súčiastky sú bežne dostupné. Problematický je snáď kryštál 7,2 MHz. Na jeho miesto je možné použiť 8 MHz typ avšak je potrebné pomocou čítača experimentovaním matematicky pomocou koeficienta dostaviť rozdiely medzi nastavenou hodnotou frekvencie a skutočne nameranou.

- L1 10z na kostričke 5 mm, drôtom 0,4 mm; odbočka na treťom závine, mosazné jadro, umiestnená na stojato
- L2, L3, L8 2z na vf. toroide o priemere 3 mm drôtom 0,4 mm

- L4, L5, L6 vf. tlmivka, asi 20z drôtom 0,4 mm na feritovej tyčke o priemere 2 mm
- L7 7z na kostričke 5 mm, drôtom 0,4 mm; feritové jadro, umiestnená na stojato
- L9 100z drôtom 0,4 mm, feritový hrnček o priemere 18 mm, materiál H22 AL2500
- L10 5z drôtom 1 mm na priemere 5 mm, samonosne
- L11 7z drôtom 1 mm na priemere 5 mm, samonosne
- L12, L13 5z drôtom 1 mm na priemere 5 mm, samonosne
- L14, L15, L16 prevlečený drôt cez feritovú perlu

## Záver

Zmienaná koncepcia zariadenia mala za úlohu ukázať jednoduchý spôsob riešenia syntézy PLL priamym riadením z PC bez použitia mikroprocesora. Pridaním jednotlivých blokov vo forme vysokofrekvenčných zosilňovačov je možné zostaviť celú vysielaciu časť so zámerom vytvoriť do budúcnosti jednoduchý VKV transceiver úplne riadený cez port USB.

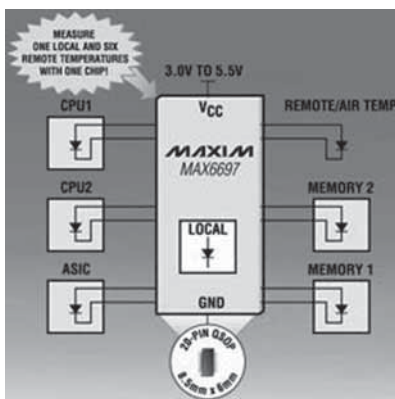
## Literatúra

- [1] Datasheet LM7000

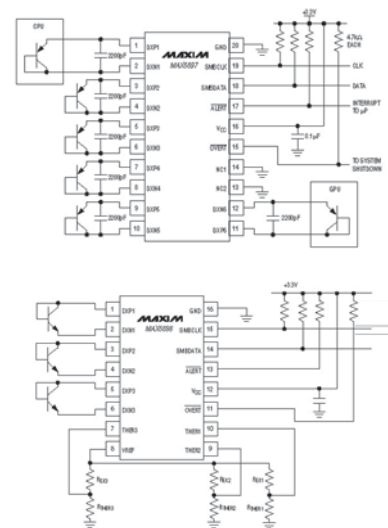
**Poznámka:** Článok nemá slúžiť ako stavebný návod a je určený iba k študijným účelom. Vysielanie v tomto pásme je neoprávnenými osobami prísne zakázané!

# Monitory sedmi teplot v pouzdrí 8,5 mm × 6 mm

Integrované obvody v pouzdrí QSOP s 20 vývody MAX6697/MAX6698 jsou určeny pro měření teploty celkem na 7 místech, z nichž jedno je samotný čip integrovaného obvodu. U MAX6697 jsou všemi senzory diody, v případě MAX6698 se pro 3 měřicí kanály užívají termistory. Přesnost měření v rozsahu 60 °C až 100 °C dosahuje 1°C. Pro čtyři kanály může uživatel naprogramovat teplotní meze, jejichž dosažení aktivuje



odpovídající výstupy. Jejich signály lze využít k aktivaci přerušení, případně pro řízení teploty. MAX6697/ MAX6698 jsou určeny pro využití v stolních a přenosných počítačích, ale i v průmyslových měřicích systémech. Komunikace s obvodem probíhá po dvou vodičové sběrnici SMBus. Napájecí napětí je 3 V až 5 V, vlastní spotřeba 500 mA. V úsporném režimu je odběr asi 3 mA. MAX6697/ MAX6698 pracují v rozsahu teplot -40°C až +125°C.



# Malá škola praktické elektroniky

## Zesílení kytary

97.

Klíčová slova: struna, snímač: jednocívkový, složený s odrušením síťového brumu,

Key words: string, pickup: single coil, humbucker

Struny hudebních nástrojů byly od počátku z přírodních materiálů, i kytary z počátku minulého století měly struny z ovčích střívtek. Zlepšováním technologie výroby drátů došlo i na struny a objevily se kovové struny pro klavíry a pak i pro kytary. Nejtenčí é, há a gé jsou plné, silnější dé, á a tlusté é jsou ovíjené. Podobně jsou ovíjené i struny baskytary, mandolíny a jiných strunných nástrojů.

### Zesílit zvuk kytary lze v různými způsoby:

- mikrofonem umístěným před kytarou, například u koncertních kytar
- mikrofonem nebo piezosnímačem uvnitř nebo na těle kytary, obvykle u lubových (dutých) kytar, například pro folkovou a country hudbu
- indukčním snímačem připevněným pod strunami
- kombinací snímačů a mikrofonu

Zvuk elektrofonických kytar začal pronikat do hudby jako podivný úkaz, který potřebuje připojení na zdroj elektrické energie, ale má zajímavý, nový, dosud neslýchaný zvuk, který lákal jako světlo lucerny mýru stále více obdivovatelů nového druhu zvuků a hudby, pokud ho někde slyšeli. V Československu to bylo v druhé polovině minulého století hlavně z vysílání Radia Luxembourg na středních vlnách, které bylo možno slyšet po západu slunce (vlivem změn ionosféry, které umožňují šíření středních a krátkých vln na větší vzdálenost než ve dne), od šedesátých let i v Československém rozhlasu.

Přechodem mezi akustickou a elektrofonickou kytarou bylo namontování

indukčního snímače pod struny kytary a připojení na běžný zesilovač. Při pokusech s magnety, dráty a cívkami vznikly různé snímače. U firmy Gipsen (čti džipson) dělal první pokusy v letech 1920 až 1924 Lloyd Loar, u firmy Rickenbacher George Beauchamp vyrobil v 30. letech snímač sestavený ze dvou podkovovitých magnetů a cívek, který už byl schopný snímat kmitání kovových strun. Byl asi jeden a půl palce široký a struny obepínal okolo. K vytvoření kytary si pozval Harry Watsona, který pro jeho již použitelný snímač vyrobil kytaru, která vypadala jako rendlík s krkem kytary - Frying Pan (pánev). Podobně se snímačem doplňovaly akustické kytary, které ale měly i rezonanční rušivé zvuky, což geniálně vyřešil Lester William Pofus, známý jako Les Paul, u své kytary nazvané Log (špalek, poleno) - do duté lubové kytary v roce 1939 vložil vyztužovací trámeček.

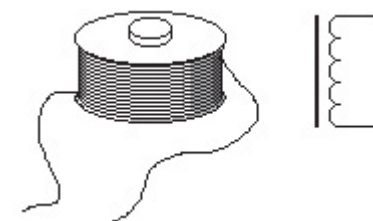
Další krok ve vývoji udělal Georgie Fullerton a geniální Leo Fender, vyrobením těla kytary z masivního kusu dřeva a tím od „masivní španělky“ začala řada slavných kytar Esquire s jedním snímačem, Broadcaster, přejmenované na Telecaster již se dvěma snímači a před padesáti lety slavná Stratocaster se třemi snímači.

První snímače vyráběné v Československu (viz obr. 1) se přišroubovaly šroubky na dolní konec krku kytary a kabel bylo možno připojit do zdířek pro gramofon běžného rozhlasového přijímače, nebo zesilovače pro ozvučení společných prostor - kulturních sálů, školních akcí apod. Výkon běžného rozhlasového přijímače byl maximálně 2 W, zesilovače pro mikrofon a gramofon pro školy a kulturní domy měly výkon obvykle asi do 10 W. A s kytarami hořovické továrny Delicia s krásným jménem Jolana začala v šedesátých letech minulého století i u nás éra Big Beatu (čti bigbitu), což nebyla jenom hudba, ale i způsob nového myšlení,

oblékání, způsobu života, účesů, bytové kultury, vzdoru i spojování lidí bez ohledu na hranice společným novým zvukem a rytmem.

### Princip snímače

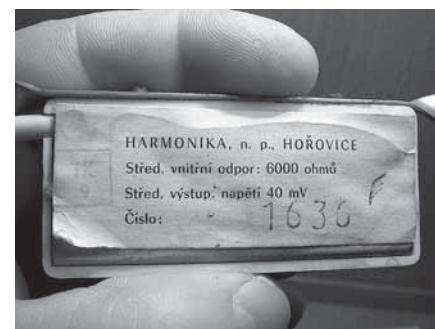
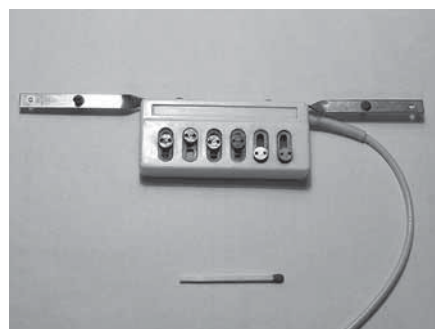
Platí ve škole důkladně probírané, pro mnohé (i učitele) nezáživné fyzikální principy o cívce, magnetu, elektrickém poli a magnetickém poli. Nikdo snad nikoho (kromě učitele) neviděl aby na cívku kladl pravou ruku tak, aby prsty ukazovaly směr proudu a na straně palce se vychylovala strelka kompasu s tvrzením, že tam je sever, ale všichni vědí, že když do motoru teče proud, motor se točí a naopak, když se točí dynamko na kole, vzniká elektrický proud. Podobně vzniká elektrický proud v cívce kytarového snímače.



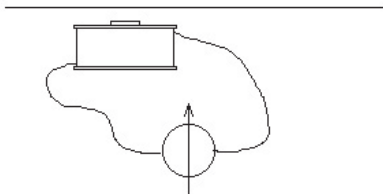
Obr. 2 - Cívka s magnetickým jádrem a její schématická značka

Snímač je tvořen cívkou na kovovém jádru. Podobně jako u sluchátka, reproduktoru nebo dynamického mikrofonu je jádro magnet (viz obr. 2).

Snímač je umístěn do blízkosti struny, struna je v magnetickém poli snímače. Rozechvíváním struny se struna přibližuje a vzdaluje od jádra, pohybuje se v magnetickém poli. Při přiblížení by se ručička galvanometru vychýlila na jednu stranu, při oddálení na druhou stranu. Struna se střídavě přibližuje a vzdaluje, vzniká střídavý proud s kmitočtem shodným s kmitočtem kmitající struny. Vznikající napětí je velmi malé, u snímače na obr.



Obr. 1 - Snímač připevňovaný na krk kytary

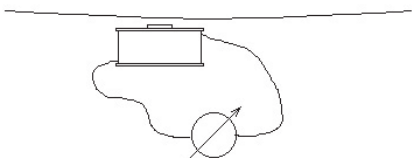


**Obr. 3 - Cívka snímače umístěná pod strunou**

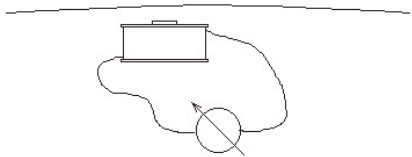
1 je uváděno střední napětí 40 mV, při dozrívání struny se zmenšuje až k nule. U snímačů se kromě technických a konstrukčních parametrů uvádějí i typické „hudební“ vlastnosti, výstupní napětí bývá v řádu desítek až stovek milivoltů. Pokud má kytara větší výstupní napětí, je to přídavným zesilovačem, který se do některých kytar montuje.

## 1. pokus – snímač pro jednu strunu

Najdeme vhodný magnet, například na magnetickou tabuli, z dětské hračky, apod., a zhotovíme kostičku pro navinutí cívky. Cívka stačí asi 10 – 15 mm vysoká, vhodná by byla například cívka na spodní nit do šicího stroje o průměru asi 20 mm a magnet tak velký, aby se vešel do otvoru pro osičku. Kdo nemá cívku, může na magnet nalepit dvě kulatá čelička – kolečka z tenké umělé hmoty. Pokud máte hranatý magnet, je vhodné na něj pod spodní vrstvu vinutí nalepit třeba proužek tenké izolapy, aby se dráty o hrany nepředřely.



**Obr. 4a - Výhybka měřidla při kmitu struny blíž ke snímači**



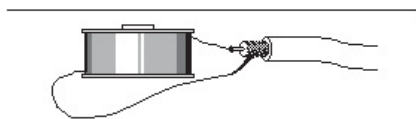
**Obr. 4b - Výhybka měřidla při kmitu struny dál od snímače**

Cívku navineme tenkým měděným drátem s lakovou izolací. Odborné školy a učiliště jsou vybaveny navijárnami, ale totéž zvládnete i doma „na koleně“. Vhodný drát můžete použít z rozebraného transformátoru, cívky relé, zvonku, a jiných cívek, které vykucháte z vyřazených přístrojů – přijímačů, televizorů, atd. Tenkého.... Čím více závitů, tím větší indukované napětí, čím tenčí, tím snadněji se přetrhne. Vhodný průměr by mohl být

asi 0,1 mm, 0,08 nebo 0,05 je velmi tenký a trhá se, při průměru 0,2 mm se vám na malou cívku vejde méně závitů.

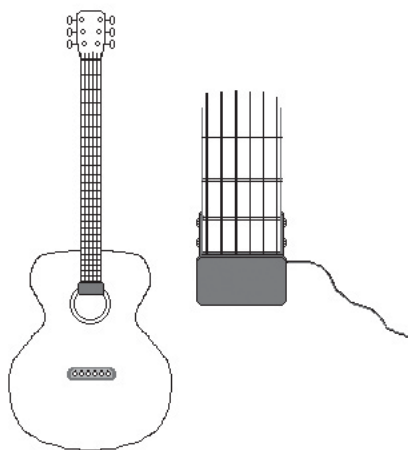
Málokdo má doma posuvné měřítko, natož mikrometr. Pokud chcete ze zvědavosti vědět, jaký průměr má váš drát, naviňte si těsně vedle sebe na tužku 20 závitů, šířku vinutí změřte a dělte dvacetí, u velmi tenkého drátu 50 závitů, ale měření není přesné, protože na drátu je i tenká vrstva izolace a mezi závity jsou při ručním vinutí přeci jenom nějaké mezery. Prostě použijete drát, který máte po ruce. Spíš by bylo zajímavější si poznamenat počet závitů.

Když se vám u hotové cívky utrhne

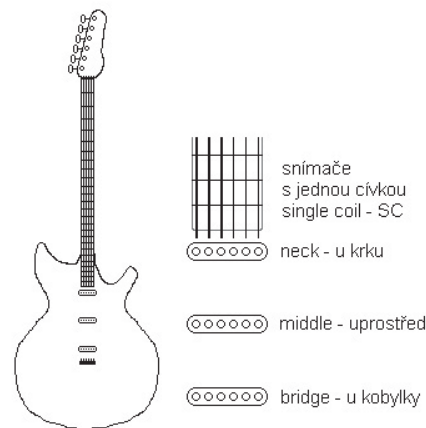


**Obr. 5 - Snímače se připojují stíněnými kabely**

jeden z přívodů, je to podle zákona schválnosti obvykle ten spodní a je třeba celou cívku navinout znovu. Proto se tenké drátky nastavují silnějším drátem nebo lankem. Lak z drátu odstraníme asi v délce 10 až 15 mm a přitom pocínujeme. Odškrabáváním se neodstraní dostatečně a ještě se povrch nařízne a drát se určitě zlomí. V plameni nad zapalovačem vám ihned shoří a upadne. Už z dob elektronkových televizorů se mezi televizními opraváři vyprávělo o možnosti odizolování smaltu z vodičů přitlačením páječkou na tabletu acylpyrinu, někde se dodnes používá přitlačení lakem izolovaného drátu nebo lanka horkou páječkou s kapkou cínu na kousek novoduru a zatáhnutí. Lak se rozpustí a drátek je čistě pocínovaný, ale seškvářený zčernalý novodur smrdí. Dým je jedovatý. Pokud už to někdo dělá, je nutné otevřít okno, při zahřátí zdržet dech, odklonit hlavu a pak nej-



**Obr. 6 - Snímač přišroubovaný na krk akustické kytary**



**Obr. 7 - Elektrická kytara se třemi snímači SC**

dříve vydechnout, odložit páječku a jít se nadýchat čerstvého vzduchu. Uvádím to podrobně proto, že to nelze zakázat, ale těm, kteří tento způsob odizolování používají, vysvětlit riziko a způsob aspoň částečné ochrany.

Odizolovaný tenký drátek se ovine kolem silnějšího drátu nebo lanka, kterým drátek nastavujeme, spoj spájíme a izolujeme. Stačí přehnutý tenký transformátorový nebo pevný papírek, který spoj zakryje a dalšími závity drží. Totéž na druhém konci vinutí už hotové cívky.

Cívku připojíme stíněným kablíkem ke vstupu zesilovače, drkneme na strunu a přiblížíme ke struně.

Čím blíž je snímač u struny, tím je indukované napětí větší a zvuk silnější, ale blízko vám může struna na snímač narážet a strunu utlumí.

Čím silnější magnet, tím větší napětí a zvuk silnější, ale struna je rychleji utlumená, nebo se dokonce na magnet přichytí.

Dobré je opřít si ostatní prsty o kytaru, abyste snímač drželi pevně v prstech. Snímač si zkuste na všech strunách. Tenké struny mají vyšší kmitočet, silné nižší kmitočet a tak je i velikost výstupního napětí a tím i síla zvuku různá. Cyklisti vědí, že když jedete pomalu, nebo kolo vedete, otáčí se dynamko pomalu a žárovka sotva mžourá (sl. žmurká). Rozdíly ve výstupním napětí snímané z různých strun se vyrovnávají ve vnitřní konstrukci snímače tak, aby výstupní napětí z kytarového snímače mělo stejnou úroveň. Tento váš pokusný snímač jedné struny nevyhazujte, můžete ho použít jako základ jednoduché elektronické ladičky (i když většina elektronických ladiček snímá zvuk mikrofonom) nebo jako snímač gongu – ocelové tyče volně zavěšené na jednom konci na lanku, do které se udeří paličkou, nebo snímat kmitání ocelového drátu do kola sevřeného jedním koncem ve svěráku, na drát brknete prstem, nebo něčím Źuknete.



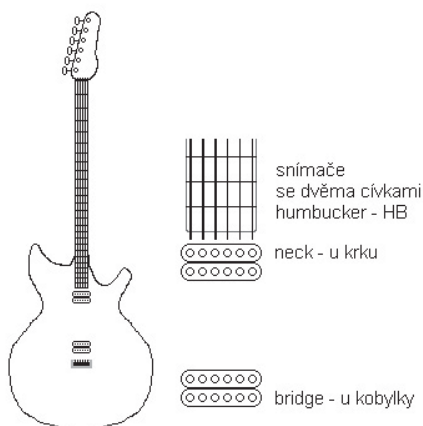
Snímače na basovou kytaru se liší nejenom snímáním čtyř strun, ale i konstrukcí snímače, počtem závitů a silou magnetů. Vyrábějí se i snímače pro mandolínu.

Kdo má osciloskop, může se podívat na tvar výstupního napětí a jeho časový průběh. Po drknutí se amplituda zmenšuje, ze školy znáte pojem „tlumené kmitý“. Tvar signálu nebývá čistě sinusový, blíží se mu po uklidnění kmitání.

## 2. pokus – silnější magnet

Do vaší snímací cívky nemusíte vkládat jiný silnější magnet, určitě nemáte silnější magnet se stejnými rozměry, který by se vám do cívky vešel, zkuste ho přiložit ke konci snímače, který je dál od strun. Zvuk je silnější, ale při držení v prstech se vám snímač možná přitáhne ke struně nebo se struna rychleji utlumí. V praxi se používají snímače, které mají

- jeden magnet
- jeden magnet s nastavitelnými pólovými nastavci
- magnety zvlášť pro každou strunu



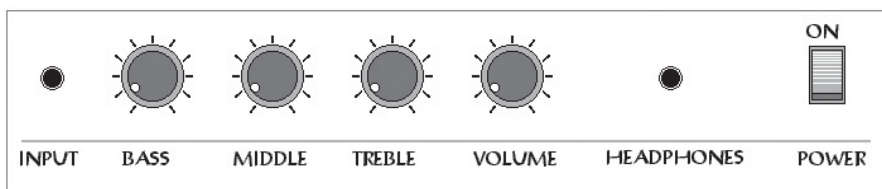
Obr. 8 - Elektrická kytara se dvěma snímači HB

Pólové nastavce jsou vyčnívající hlavičky šroubků na povrchu snímače. Zašroubováním, nebo vyšroubováním se mění jejich vzdálenost od struny a tím i velikost výstupního napětí způsobené kmitáním snímání struny a tak lze nastavit vyváženou sílu zvuku pro všechny struny.

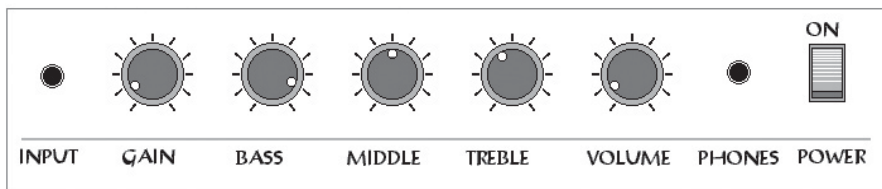
Některé snímače, například pro mandolínu, jsou na horní straně kryté a není na nich nic k nastavování.

## Síťový brum

Pamětníci z dob elektronek pamatují typický slabý „síťový brum“ (angl. hum), který byl slyšet z reproduktoru. Síťový brum vzniká naindukováním rozptylového elektrického pole síťového rozvodu ke světlům, zásuvkám, po bytech, sálech, prostě všude, kde je zavedena elektrická instalace, do citlivého vstupu a obvodů



Obr. 9 - Základní ovládací prvky jednoduchého zesilovače pro kytaru



Obr. 10 - Přidán potenciometr pro vstupní zesílení – GAIN

zesilovačů. Má kmitočet 50 Hz, v některých zemích 60 Hz. Stačí se dotknout živého vstupu – živého konce konektoru ke kytáře, nebo živého vstupu zesilovače prstem a podle citlivosti vstupu, vstupní impedance zesilovače, síly rozpylového pole a nastaveného zesílení vám zesilovač zavrní, zabručí, nebo zařve. Proto se mu také říká „živý“ (angl. live input). Etiketa velí: nesahat na vstup a před vytažením kabelu z kytary zesilovač stáhnout na minimum, nebo vypnout.

## Stínění

Proti síťovému brumu se lze bránit stíněním. Zesilovač je v kovové skříni, nebo chasis (čti šasi), což je kovová kostra, na které je namontována osazená deska s plošnými spoji a chladič výkonových tranzistorů, pokud sama není dostatečně účinná pro chlazení. V některých případech se stíní vstupní obvody zesilovače, ale v každém případě kabely přívodů od vstupních konektorů, pokud nejsou přímo osazeny na základní desce zesilovače. Kabel od kytary je v podstatě ohebné lanko stíněné opět ohebným opředěním a silnou izolací. Dříve stačilo běžné stíněné lanko jako u přívodní šňůry od magnetofonu nebo gramofonu, ale dnešní hudebníci se pohybují a kabel za nimi cestuje po zemi, občas ho neopatrníci přišlápnou, prostě musí něco vydržet. Není ho třeba vyrábět, prodává se jako příslušenství kytar.

Cívka ve snímáči snímá nejenom změny magnetického pole tvořené kmitáním struny, ale částečně také rozptylové pole z elektrické instalace, transformátorů v zesilovačích, atd. a tím i síťový brum. Snímaný brum moderních snímačů je

velmi slabý, a brum indukovaný do jednocívkových snímačů není slyšet. Ale v elektronkové éře to byl problém, který v roce 1955 vyřešil u firmy Gibson inženýr Seth Lover tak jednoduše, jako Kolumbus své vejce. Použil dvě cívky zapojené „proti sobě“ tak, že snímání rušivé elektrické pole se vyloučilo, ale s takovou magnetickou polarizací, že se napětí indukované změnami magnetického pole kmitající strunou z obou cívek sečetlo. Výsledkem je snímač, který na první pohled poznáte podle dvou cívek vedle sebe.

Název humbucker vznikl z popisu „hum canceling“, což znamená odstranění síťového brumu, v popisu kytar najdete zkratku HB.

## Snímače

Vyráběné snímače jsou v podstatě ve dvojím provedení, patrném už na první pohled:

- s jednou cívkou – single coil – SC
- s dvěma cívkami – humbucker – HB

Odlišují se i vnitřní konstrukcí, které jim dávají typické vlastnosti:

- velikost výstupního napětí
- frekvenční charakteristiky
- typický zvuk
- polarita (i ta je při osazování snímačů důležitá!)

a jsou určeny především

- počtem závitů
- silou magnetu
- způsobem vinutí
- průměrem vodiče
- konstrukčním uspořádáním
- stíněním



Obr. 11 - Snímač s jednou cívkou – single coil



Obr. 12 - Snímač se dvěma cívkami – humbucker

Snímače mohou mít

- jeden magnet
- jeden magnet se šroubky jako nastavitelnými pólovými nástavci
- magnet pod každou strunu

### 3. pokus – ozvučení mikrofonem

Nejjednodušším způsobem lze kytaru na zkoušku zesílit vložením běžného elektretového mikrofonu do otvoru pod strunami. Pro první pokusy ho stačí vložit dovnitř a nechat volně bmbat. Některé mikrofony mají klips pro uchycení na klop saka nebo na šaty. Mikrofon možná máte jako příslušenství pro PC, nebo si můžete koupit samotný mikrofon a připájet na stíněný kabel a na druhý konec připojit konektor typu Jack o průměru 3,5. Konektor připojíte do vstupu MIC ve zvukové kartě PC, zapnete počítač a reproduktory a můžete se kochat novým zážitkem.

Můžete jenom poslouchat, nebo s různými programy svou hudbu nahrávat a upravovat – přidávat zkreslení, nastavovat korekce, ozvěnu – echo, hall a dále editovat – vystřihovat, vkládat, opakovat, ztlumovat na konci – fade, nebo na počátku ze zeslabeného zvuku zesílit, atd. To je výhoda softwarové editace, programy jsou nejenom profesionální, ale i na zkoušku – shareware i volně šířitelné – freeware.

Brzy zjistíte, že jsou slyšet i ostatní zvuky – klepnutí na tělo kytary, narážení volně se houpajícího mikrofonu o tělo kytary, při nahrávání i hlasy z místnosti. Mikrofon snímá zvuky a ne jenom kmitání strun.

Běžné akustické kytary – lubové, je možno vybavit mikrofonním, piezoelektrickým snímačem i dodatečně. Používají se například pro folkovou a country hudbu.

### Vývoj osazení kytar snímači

Historie začíná od jednoho snímače, vloženého ke strunám v místě s dobrým rozkmitem strun, vhodné místo je pod krkem kytary. Tento způsob se používá u jazzových kytar. K ovládní je přímo na kytaře potenciometr pro hlasitost a tónovou clonu (tlumí výšky a tak se zdá že zdůrazňuje hlubší tóny)

Leo Fender přišel s novým modelem Telecaster, který měl dva snímače – jeden u krku (neck) a druhý u kobyly (bridge) a třípolohový přepínač, umožňující kombinace zapojení snímačů – u krku, u kobyly a oba najednou, a potenciometry pro hlasitost a tónovou clonu

Vývojově další model, slavný Stratocaster z roku 1954, má tři snímače – u krku, uprostřed (modele) a u kobyly a pro jejich kombinace přepínač a opět potenciometry hlasitosti a tónové clony.

Humbucker má dvě cívky a také větší výstupní napětí, ale také dravější zvuk

a tak se ho chopili rockeři, metalisti a další milovníci tvrdší muziky.

U některých kytar jsou osazeny dva humbuckery a pětipolohový přepínač, umožňující nejen kombinace snímačů, ale protože humbucker je tvořen dvěma cívkami, je možno jednu z nich vypnout a snímač má měkký hladký zvuk snímačů s jednou cívkou.

Některé kytary mají kombinace snímačů s jednou cívkou i humbuckery. V katalogích se snímače s jednou cívkou označují SC a s humbuckery HB a tak v popisu najdete zkratky 2×HB nebo 3×SC, nebo SC - HB – SC.

Konstrukce snímače je celá věda, nedají se jenom změřit jejich parametry jako u auta – maximální rychlost, zrychlení, spotřeba. Ocenění snímače je v uších hudebníků a posluchačů. I podobné snímače různých výrobců mají trochu jiný zvuk, který se těžko vypovídá slovně a tak se spojují s velkými jmény kytaristů nebo typických skladeb, kde byly použity.

Obecně lze říci, že snímače s jednou cívkou mají jemnější klidnější zvuk a humbuckery dravější, tvrdší. Snímače pod krk a ke kobyly se liší. U krku je větší rozkmit strun, magnet může být slabší a menší počet závitů než u snímače pod kobyly. Kupodivu se zde uplatňuje Ampérovo pravidlo pravé ruky pravíci, že položíme-li pravou ruku na cívku tak, aby prsty ukazovaly směr proudu, je severní pól magnetického pole této cívky ve směru palce. Při kombinaci více snímačů se určuje, které snímače budou se severním (nord) a které s jižním (south) pólem. Takže jenom tak si vyměnit snímače na kytaře je sice záležitost pro mírně zkušeného kutila s páječkou, ale výsledek ovlivňuje volba správných snímačů a jejich propojení. Záleží i na průměru drátu, kterým jsou snímače vinuty, síle a materiálu magnetů.

Kapitola sama pro sebe je vnitřní propojení (wiring) snímačů, potenciometrů, kondenzátorů a přepínačů. Snímače mohou být propojeny se stejným směrem



Obr. 14 - Snímač u krku kytary



Obr. 13 - Snímač pro mandolínu krytý dřevem

vinutí, nebo proti sobě, ve fázi nebo protifázi a každý výrobce má svá typická zapojení a hodnoty součástek, které jsou v podstatě uznávaným standardem.

### Zesilovač pro kytaru

V prvopočátcích se používaly běžné zesilovače v rozhlasovém přijímači nebo zesilovače pro mikrofon. Pro kytaru se ale zvuk upravoval tónovou clonou přímo na kytaře a později v korekcích zesilovače určeného speciálně pro kytaru.

Kromě hlasitosti je možno nastavit nejen basy BASS a výšky TREBLE ale i středy MIDDLE. Velikým zesílením se elektronkové zesilovače přebudily tak, že se zvuk zkresloval, což připadalo kupodivu zajímavé a uchu milé a tak se začal přidávat obvod pro nadměrné zesílení už do předzesilovače a takto zkreslený zvuk se tedy bez přetěžování koncového zesilovače zesílil a reprodukoval. Toto přebuzení je možno nastavovat knoflíkem označovaným například GAIN.

Fotografie na obrázku 1 – Martin Štok. Fotografie na obrázku 11 až 14 převzaty s laskavým svolením firmy RM Pickups ELECTRIC GUITAR PICKUPS Bystřička.

### Malý slovníček:

pickup	snímač
neck	krk
bridge	kobyly kytary
middle	uprostřed
coil	cívka
single	jedna
hum	brum, hukot
shield	stínění
gain	zesílení
volume	hlasitost
bass	hloubky
treble	výšky
wire	drát
wiring	propojení

### Literatura a odkazy

- [1] [www.guitarnut.com](http://www.guitarnut.com)
- [2] [www.rmpickups.cz](http://www.rmpickups.cz)
- [3] Chalupský Jan, Muzikus 11/2002 viz <http://clanky.muzikus.cz/clanek.php?id=1485>
- [4] <http://www.provide.net/~cfh/rick.html>
- [5] <http://www.rickenbacker.com/us/ehistory.htm>
- [6] <http://users.chariot.net.au/~gmarts/pickcomb.htm>
- [7] [http://perso.wanadoo.fr/leduc/en/\\_electro.htm](http://perso.wanadoo.fr/leduc/en/_electro.htm)
- [8] <http://kytary.muzikant.cz/popis/snimaace.htm>

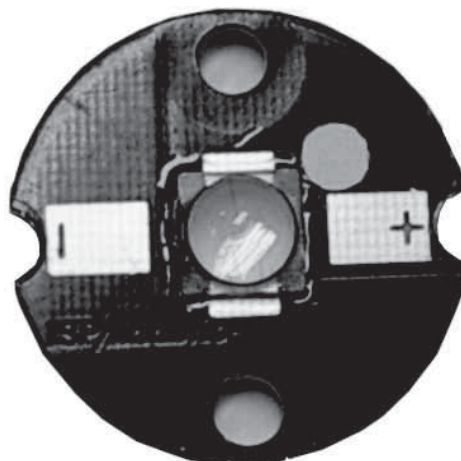
## 1WATTOVÉ LED S VYSOKÝM SVĚTELNÝM TOKEM

### Vlastnosti

- Velmi dlouhá životnost - až 100 000 hodin
- Vysoká účinnost ve srovnání s žárovkami a vyšší ve srovnání s halogenovými žárovkami
- Nízké napájecí napětí
- Chladný povrch
- Okamžité světlo
- Nevyzařuje UV
- Možno stmívat
- Otřesuodolné ve srovnání s žárovkami

### Použití

- Přenosné svítily jako je osvětlení pro kola, čelové lampy apod.
- Dekorativní osvětlení
- Signální osvětlení
- Bodová světla
- Automobilový průmysl



### Elektrické parametry při $T_a=25^\circ\text{C}$

Symbol	Parametr	Min.	Max.	Jednotka
$I_F$	Proud diodou v propustném směru		350	mA
$U_F$	Úbytek napětí na diodě	3,2	3,8	V
$I_R$	Proud diodou v závěrném směru		50	$\mu\text{A}$
$U_R$	Závěrné napětí diody		5	V
$T_j$	Teplota přechodu		120	$^\circ\text{C}$
$T_j$	Teplota Al jádra		105	$^\circ\text{C}$
$T_{stg}$	Teplota při skladování	-40	105	$^\circ\text{C}$

### Optické vlastnosti barevných LED při $I_F = 350\text{mA}$

Barva	Typ	Světelný tok	Vlnová délka			Úhel
			Min.	Typ.	Max.	
Modrá	LXUT-52B4B4	6lm	465nm	470nm	475nm	$60^\circ$
Zelená	LXUT-52G4B4	10lm	515nm	520nm	525nm	$60^\circ$
Červená	LXUT-52R4B4	6lm	620nm	625nm	630nm	$60^\circ$
Žlutá	LXUT-52Y4B4	6lm	585nm	590nm	595nm	$60^\circ$

### Optické vlastnosti bílých LED při $I_F = 350\text{mA}$

Barva	Typ	Světelný tok	Barevná teplota			Úhel
			Min.	Typ.	Max.	
Bílá	LXUT-52W4B4	16lm	4500 K	5500 K	8000 K	$60^\circ$

## 1WATTOVÉ LED S VYSOKÝM SVĚTELNÝM TOKEM

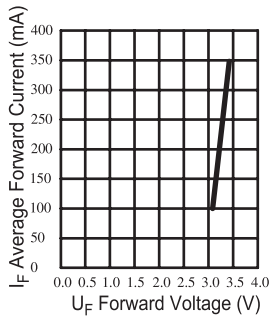
### Optické vlastnosti bílých LED při $I_F = 350\text{mA}$

OSA	Chromatická souřadnice		
	Min.	Typ.	Max.
X	0,26	0,28	0,36
Y	0,25	0,28	0,38

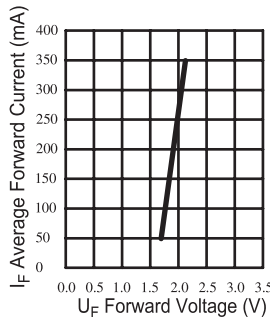
$$z = \frac{X}{X+Y+Z} = \frac{\text{červená}}{\text{červená} + \text{zelená} + \text{modrá}}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} = \frac{\text{zelená}}{\text{červená} + \text{zelená} + \text{modrá}}$$

Forward Current vs. Forward Voltage for White, Green & Blue LEDs

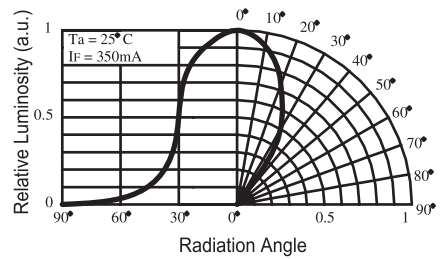


Forward Current vs. Forward Voltage for Red LEDs

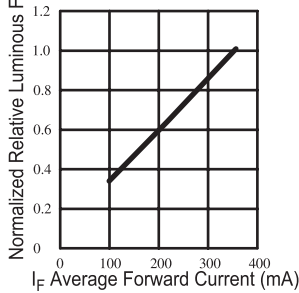


Directivity - Angle  $60^\circ$

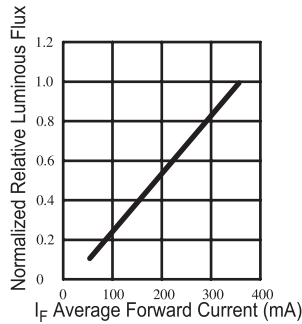
$q_{1/2}$  is off-axis angle at which the luminous intensity is half the axial luminous intensity



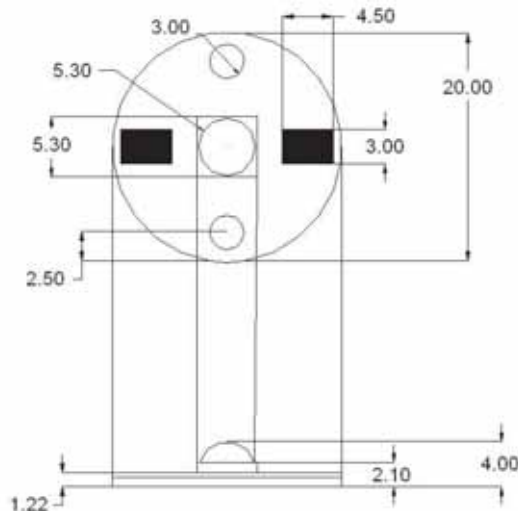
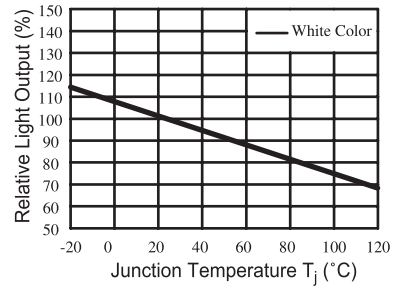
Relative Luminous Flux vs. Forward Current for White, Green & Blue at  $T_J = 25^\circ\text{C}$  maintained



Relative Luminous Flux vs. Forward Current for Red at  $T_J = 25^\circ\text{C}$  maintained



### Světelný tok vs. teplota přechodu



## POLE DARLINGTONOVÝCH VÝKONNOVÝCH TRANZISTORŮ

- 8 výkonových darlingtonových tranzistorů se společným emitorem
- maximální výstupní proud až 500 mA
- maximální povolené výstupní napětí až 50 V
- verze pro mnoho populárních rodin logických obvodů (různé logické úrovně vstupního signálu)
- jednotlivé výstupy mohou být propojovány paralelně
- vstup a výstupy jsou na opačných stranách obvodu pro jednodušší návrh DPS

### POPIS

Každý obvod z řady ULN2801A až ULN2805A se sestává z 8mi darlingtonových tranzistorů se společným emitorem a integrovanou ochranou diodou, která chrání výstupní tranzistor před vysokým napětím které vzniká například při ovládání indukivní zátěže jako jsou relé. Každý výstup je schopen spínat proud až 500 mA, přičemž v rozepnutém stavu může na výstupu napětí dosáhnout až 50 V. Jednotlivé výstupy mohou být propojovány paralelně pro ovládání zátěže s vyšším proudem než má jeden výstup. V řadě najde celkem pět různých typů, které jsou funkčně shodné a liší se pouze vstupními úrovněmi, které jsou navrženy tak, aby byly kompatibilní s nejméně používanými logickými rodinami.

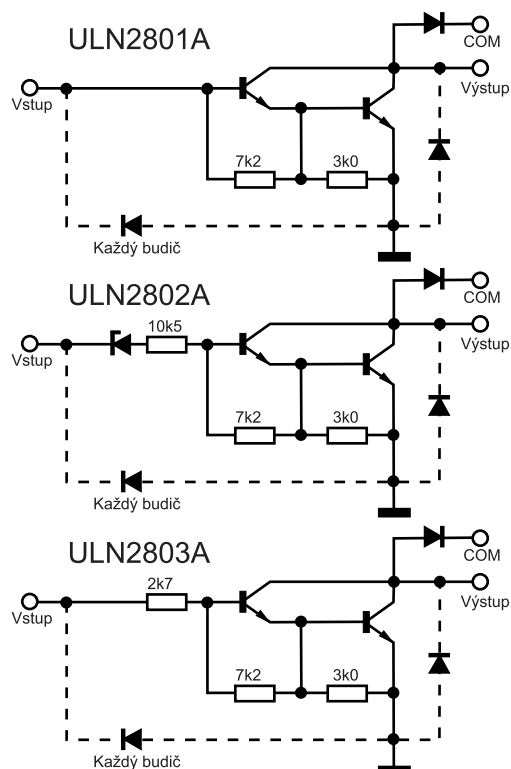
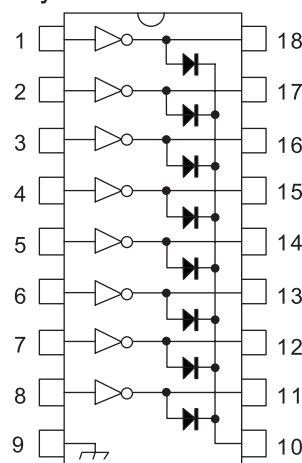
Obvod ULN2801A je navržen pro všeobecné použití a proto má na vstupech pouze omezovací rezistory 10,5 kΩ, obvod ULN2802A na vstupech rezistor 10,5 kΩ a zenerovy diody, takže rozhodovací úroveň vstupu odpovídá logice PMOS. Asi nepoužívanější ULN2803A má na vstupech rezistor 2,7 kΩ a rozhodovací úrovně odpovídají logice TTL. Další obvod ULN2804A má vstupní rezistor o hodnotě 10,5 kΩ a rozhodovací úroveň odpovídá logice CMOS. Poslední z řady, obvody ULN2805A se vstupním rezistorem 1,05 kΩ, jsou navrženy tak, aby odpovídaly požadavkům logiky Schottky TTL.

Všechny typy obvodů jsou zapouzdřeny v 18ti vývodové plastovém pouzdrů DIP.

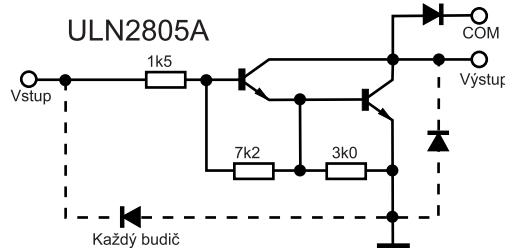
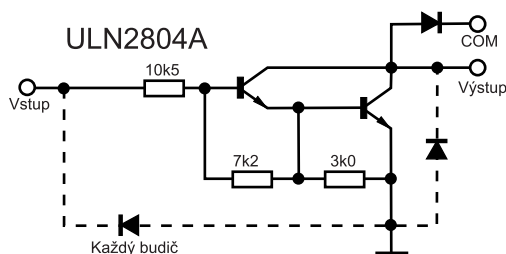


DIP18

### Zapojení vývodů



## POLE DARLINGTONOVÝCH VÝKONNOVÝCH TRANZISTORŮ



### Mezní parametry

Symbol	Parametr	Hodnota	Jednotka
$U_O$	Výstupní napětí	50	V
$U_I$	Vstupní napětí ULN2802A ULN2803A ULN2804A ULN2805A	30 15	V
$I_C$	Výstupní proud trvalý	500	mA
$I_B$	Vstupní proud trvalý (proud do báze)	25	mA
$P_{TOT}$	Ztrátový výkon jednoho budiče celého pouzdra	1,0 2,5	W
$T_{amb}$	Povolená teplota okolí při provozu	-20 až +85	°C
$T_{stg}$	Povolená teplota okolí při skladování	-55 až +150	°C
$T_j$	Povolená teplota okolí polovodičového přechodu	-20 až +150	°C

### Teplotní parametry

Symbol	Parametr	Hodnota	Jednotka
$R_{th\ j-amb}$	Teplotní odpor přechod-okolí	55	°C/W

### Charakteristické parametry, $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$

Symbol	Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotka
$I_{CEX}$	Výstupní zbytkový proud	$U_{CE}=50\text{V}$ $U_{CE}=50\text{V}, T_{amb}=70^\circ\text{C}$ $U_{CE}=50\text{V}, T_{amb}=70^\circ\text{C}, U_I=6\text{V}, \text{ULN2802A}$ $U_{CE}=50\text{V}, T_{amb}=70^\circ\text{C}, U_I=1\text{V}, \text{ULN2804A}$			50 100 500 500	$\mu\text{A}$
$U_{CE(sat)}$	Saturační napětí kolektor- -emitor (výstup)	$I_C=100\text{mA}, I_B=250\mu\text{A}$ $I_C=200\text{mA}, I_B=350\mu\text{A}$ $I_C=350\text{mA}, I_B=500\mu\text{A}$		0,9 1,1 1,3	1,1 1,3 1,6	V
$I_{i(ON)}$	Vstupní proud	$U_I=17\text{V}, \text{ULN2802A}$ $U_I=3,85\text{V}, \text{ULN2803A}$ $U_I=5\text{V}, \text{ULN2804A}$ $U_I=12\text{V}$ $U_I=3\text{V}, \text{ULN2805A}$		0,82 0,93 0,35 1,00 1,5	1,25 1,35 0,50 1,45 2,40	mA
$U_{i(ON)}$	Vstupní napětí	$U_{CE}=2\text{V}, I_C=300\text{mA}, \text{ULN2802A}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=200\text{mA}, \text{ULN2803A}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=250\text{mA}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=300\text{mA}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=125\text{mA}, \text{ULN2804A}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=200\text{mA}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=275\text{mA}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=350\text{mA}$ $U_{CE}=2\text{V}, I_C=350\text{mA}, \text{ULN2805A}$			2,4 2,4 2,7 3 5 6 7 8 2,4	
$h_{FE}$	Proudový zesil. činitel	$U_{CE}=2\text{V}, \text{ULN2801A}$	1000			--
$C_i$	Kapacita vstupu			15	25	pF
$t_{PLH}$	Zpoždění při zapnutí	$0,5 U_I$ na $0,5 U_O$		0,25	1	$\mu\text{s}$
$t_{PHL}$	Zpoždění při vypnutí	$0,5 U_I$ na $0,5 U_O$		0,25	1	$\mu\text{s}$
$U_F$	Úbytek na diodě v prop. směru	$I_F=350\text{mA}$		1,7	2,0	V

# GSM pod lupou

## 18. díl

Ing. Jaroslav Snášel



Po malém odbočení směrem k postavení GSM při přírodních pohromách se v tomto dílu opět vrátíme k systémům přenosu dat. V předminulém dílu jsme si dokončili průřez technologií GPRS a dnes se budeme zabývat u nás ještě poměrně novou a málo známou technologií EDGE.

### Na ostří nože

Slovo EDGE, které připomíná anglický výraz pro ostří, je ve skutečnosti zkratkou slov Enhanced Data Rates for GSM Evolution. Zkratka označuje technologii rychlých datových přenosů v sítích GSM, která dokáže svou rychlostí běžně přesáhnout hranici 100 kbit/s a teoretické maximum je až 384 kbit/s. V principu je myšlenka zrychlení přenosů dat založena především na změně modulace dat. Totiž zatímco klasický systém GSM využívá výhradně dvojstavovou modulaci GMSK (Gaussian-filtered Minimum Phase Shift Keying), technologie EDGE umí kromě ní používat také osmistavové fázové klíčování 8PSK (8 Phase Shift Keying). Další vlastnosti přenosového kanálu, jako je šířka kmitočtového pásma apod., zůstávají nedotčeny.

EDGE tedy staví na technologii GPRS a zlepšuje její přenosové vlastnosti, ale týká se stejně tak i technologie přepínání okruhů CSD. V souvislosti s technologií EDGE se totiž někdy používá označení EGPRS a mezi tyto dvě zkratky se klade rovnítko. To je ale drobná formální nepřesnost, neboť zkratka EDGE označuje přenosovou technologii, která používá

modulaci 8PSK a má ještě jiné své signalizační standardy. Ale EDGE může stavět jak na paketově spínaných přenosech, tak na přenosech pomocí technologie přepínání okruhů. Přenosy pomocí přepínání okruhů stavějí na technologii HSCSD a označují se jako ECSD, zatímco paketově spínané přenosy EDGE rozvíjejí možnosti GPRS a označují se tedy jako EGPRS. Termín EDGE je tedy nadřazen označením dvou naprosto rovnocenných verzí ECSD a EGPRS. Toto mírné zmatení pojmů plyne z toho, že EDGE bývá v dřívě většině případů implementováno v paketově spínané verzi EGPRS. Proto se v tomto článku už nebudeme technologií ECSD dále zabývat a přijmeme tedy dohodu, že označením EDGE bude myšleno EGPRS.

Na zvýšení přenosové rychlosti u EDGE má podíl jednak již zmiňovaná modulace 8PSK, ale také vyšší počet kódovacích schémat. V předminulém dílu jsme se u GPRS zmiňovali o čtyřech kódovacích schématech CS-1 až CS-4. Technologie EDGE jich používá celkem devět MCS-1 až MCS-9. Kódovací schémata se opět liší úrovní zabezpečení přenášeného signálu a tedy i výslednou rychlostí přenosu uživatelských dat. Zabezpečení totiž spočívá zjednodušeně řečeno v tom, že se k datovým bitům přidají bity, které dovolují opravit případné chyby,

jež mohou vzniknout na přenosové trase. Logicky čím méně je zabezpečovacích bitů, tím více dat se vměstná do datového rámce a tím je také vyšší celková přenosová rychlost. Vyšší počet schémat umožňuje jemnější rozlišení přenosových podmínek. Kódovací schémata, použitá modulace a také rychlosti přenosu na jeden timeslot jsou naznačeny v tab. 1.

Jak je vidět z tabulky, první čtyři kódovací schémata používají ještě klasickou modulaci GMSK. Jistý rozdíl v přenosových rychlostech EDGE v jednom timeslotu ale oproti GPRS je. Poněkud nižší rychlost přenosu je způsobena rozdílnou velikostí hlaviček paketů. Významný rozdíl od GPRS nastává počínaje kódovacím schématem MCS-5, kdy přichází na řadu modulace 8PSK. Tedy např. při použití kódovacího schématu MCS-7 pro jeden alokovaný timeslot dosáhnou přenosové rychlosti signálu až 44,8 kbit/s. Tedy čistě teoreticky při alokaci všech osmi timeslotů pro jednoho uživatele by připadala v úvahu zmíněná rychlost 358,4 kbit/s. Vysoká přenosová rychlost na jeden timeslot způsobuje to, že na výslednou rychlost přenosu má velký vliv počet timeslotů, který je pro daného uživatele alokován. To se nejvíce projevuje při využívání sítě více uživateli, kdy systém přiděluje menší „porce“ timeslotů.

Technologie EDGE u nás nabízejí pod různými komerčními produktovými názvy v současnosti už všichni tři mobilní operátoři a stojí tedy za to podrobněji se zabývat významem a využitím EDGE, což přijde na řadu v příštím dílu, a k tomu přidáme také nějaké ty praktické zkušenosti s používáním. Příště si tedy EDGE dokončíme a podíváme se, jak si EDGE stojí v porovnání s společného ostatními technologiemi mobilního přenosu dat.

Technologie	Kódovací schéma	Modulace	Přenosová rychlost (1 TS)
GPRS	CS-1	GMSK	9,05
	CS-2		13,4
	CS-3		15,6
	CS-4		21,4
EDGE	MCS-1	GMSK	8,8
	MCS-2		11,2
	MCS-3		14,8
	MCS-4		17,6
	MCS-5	8-PSK	22,4
	MCS-6		29,4
	MCS-7		44,8
	MCS-8		54,4
	MCS-9		59,2

Tab. 1

# Kdo to byl Nikolaj Schmidt?

Autor je členem ČAV  
www.c-a-v.com



**Jan Švarc OK1UU**

## Československý radiosvět č. 7/1928:

Zpráva „Nár. Politiky“ ze dne 5. VI. 1928.: Radioamatér Schmidt v severodvinské gubernii zachytil na vlně délky 33 až 35 m tuto depeši: „Italia Nobili Franz-joseph SOS, SOS, SOS, SOS, terri teno ehn“. Ježto tato vlna odpovídá přesně délce vlny radiového vysílače vzducholodi „Italia“, má pomocný výbor pro záchranu zmizelé vzducholodi za to, že „Italia“ ztroskotala na zemi Frant. Josefa.

Zpráva téhož časopisu z téhož dne: (Ze Štokholmu). Pozdě v noci z neděle na pondělí zachytil jistý radioamatér v Treleborgu (jižní Švédsko) na vlně přibližně 900 \*) m následující jiskrovou depeši: „Haloo, haloo, Italia - Nobile SOS 1 a - Commision Rome Kingsbay invisible Radio Bordeaux“. - Tato depeše byla opakována asi padesátkrát (!), Podobné signály zachytili také jiní radioamatéři!

Radioamatér Byler ve Filadelfii zachytil depeši: „SOS, posice 84° 15' 10" sev. šířky a 15° 20' 40" vých. délky. Nobile“. Stejnou obsírnější zprávu zachytil amatér Clyde Amos v Altoně (Pensylvanie).

Z uvedeného je viděti, že přes to, že oficiální stanice se dohadovaly a také tvrdily, že „Italia“ nevysílá patrně pro poruchu vysílače; tato vysílá a bylo k tomu potřeba radioamatérů, aby to dokázali! Je to opět, a tentokrát po kolikáté, skvělým zadostičiněním radioamatérům, že jejich existence, mímím tím ovšem také vysílací amatéry, je svrchovaně oprávněná.

-1RO



Obr. 1

Tolik tedy dobový tisk. Pokusil jsem se najít více informací o tajemném ruském radioamatéru Schmidtovi. Je to dost problém, málokde se o něm uvádí více, než příjmení a základní údaje, které tenkrát otiskly všechny noviny. Nakonec jsem našel článek od **D. Brianiho - I1CN (časopis Radio Rivista Gennaio 1966)**, kde se uvádí podstatně více informací, než jsem doposud věděl. Zde uvádím krátký výtah, učiněný ze všech dostupných zdrojů:

Nikolaj Schmidt, ruský radioamatér z vesnice Wosnessenie Wochma, v Archangelské provincii, přijal frag-

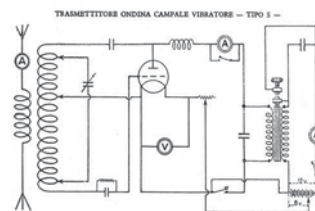
ment zprávy, která znamenala, že trosečníci ze vzducholodi Italia žijí. 5. července 1928 sovětská ambasáda informovala italskou vládu a zachyceném volání SOS, které přijal tento mladý sovětský rolník Nikolaj Schmidt, poblíž města Archangelsk. Tato zpráva spustila záchrannou akci, kdy jako první našel „Červený stan“ letec Umberto Maddalena dne 20. 7. 1928. Členem expedice byl i československý vědec František Běhounek. Následující události jsou již všeobecně známé.

Kdo tedy byl Nikolaj Schmidt? Narodil se v Kijevě v roce 1906 a během svého dětství (není znám letopočet) se odstěhoval na venkov. V osmnácti letech si postavil první krátkovlnný zpětnovazební přijímač, přivydělával si jako promítač v místním kině, perfektně uměl morse, dokázal dokonce překládat pouhým poslechem klapajícího morseova přístroje na telegrafní stanici. Událostí, která proměnila jeho život, bylo zachycení depeše vzducholodi v noci ze dne 2. 7. 1928 na cca 9 MHz. Protože tomu nemohl uvěřit, kontaktoval svého mistra a přítele Smirnova, který byl místním vlivným člověkem a bydlel asi 35 km daleko. Teprve po odposlouchání další Biagiho zprávy dne 3. 7. 1928 odeslali telegram do Moskvy ruské sekci přátel radia, kteří informovali státní orgány. Tři měsíce nato oba přátelé nastoupili zaměstnání ve státním centru pro komunikace na krátkých vlnách v Taškentu. Na podzim roku 1928, při představení věnovaném ledoborcům Krasin ve Velkém divadle v Moskvě, daroval italský velvyslanec Schmidtovi zlaté hodinky jako výraz

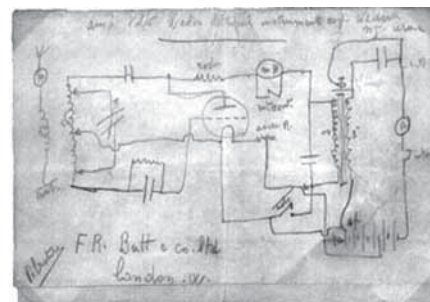


Obr. 3 - „Červený stan“. Zleva: Běhounek, Cecioni, Biagi

díků. Schmidt a Smirnov spolu působili v experimentálním centru pro krátké vlny až do roku 1933, kdy se Smirnov odstěhoval do Tbilisi. Nikolaj Schmidt se přestěhoval dle neověřených zpráv do Alma Aty, kde pracoval a až do války působil i jako SWL. Zemřel, pravděpodobně ve válce, ve věku 36 let roku 1942. Nikolaj Schmidt patří mezi ty příslušníky radioamatérské komunity, kteří by neměli být zapomenuti.



Obr. 4 - Schema vysílače, používaného Biagim v „Červeném stanu“



Obr. 5 - Takto si nakreslil Biagi na kře schema rozbitého vysílače, aby jej mohl opravit (známá historka, jak Běhounek kreslil odpor tužkou). Originál, na rubu podepsaný Biagim.



Obr. 6 - „Červený stan“ s trosečníky „Italia“ tak, jak je poprvé viděl Umberto Maddalena z výšky



# Miniškola programování mikrokontrolérů PIC

pro mírně pokročilé

## lekce 13. „Hudba pomocí PIC16F877 a problematika vnořeného přerušení“

Martin Vonášek

Vážení čtenáři! Minulý měsíc jste se mohli seznámit se zajímavou možností, jak generovat zvuk pomocí rychlé pulzní šířkové modulace (PWM). Součástí internetové přílohy byl i demonstrační program, který pomocí čtyř nezávislých softwarových tónových generátorů přehrával známou Mozartovu skladbu. Čtyři generátory jsou v podstatě jakýmsi přijatelným maximem pro PIC16F877. Při použité vzorkovací frekvenci jich PIC16F877 více počítat nestihne. Leda, že bychom generátory podstatně zjednodušili (například odstraněním počítání dozvuku). Tím se ale zabývat nebudeme. Dnes se chci především věnovat hudbě. Přesněji řečeno implementaci „strojové“ hudby v mikrokontroléru PIC, na což se již v minulé lekci nedostalo času. Krom hudby se ještě podíváme na realizaci vnořeného přerušení...

Jak už jsem uvedl, v minulé internetové příloze se nacházel vcelku rozsáhlý demonstrační program, a mou snahou nyní bude, abych jeho funkci patřičně vysvětlil. Úkolem tohoto programu je přehrát časovou posloupnost tónů. V tomto případě jde dokonce o přehrávání celých akordů. Nejprve Vás tedy seznámím s filozofií zápisu hudby v tomto programu.

Když se nad tím zamyslíme, zjistíme, že celou věc lze chápat takto: pokaždé čekáme na uplynutí předepsané časové prodlevy a poté provedeme nějaký zásah do nastavení tónových generátorů (nastavení nebo deaktivace). Opět čekáme na základě nějaké prodlevy a potom znovu zasahujeme do generátorů. Takto pokračujeme po celou dobu přehrávání skladby. Pokud bychom používali jediný primitivní generátor, vypadalo by přehrávání asi takto:

- 1) Přečti časovou prodlevu.
- 2) Přečti hlasitost a výšku tónu.
- 3) Nastav hlasitost a výšku tónu generátoru.
- 4) Čekej na skončení prodlevy.
- 5) Pokud není konec skladby, jdi na bod 1. V opačném případě deaktivuj generátor.

V našem případě je ale věc poněkud složitější. Nejenže pracujeme s dozvukem, ale navíc musíme nastavovat více generátorů. Přitom se vždy staráme jen o ty generátory, u kterých je vyžadována změna. Algoritmus tedy vypadá asi takto:

- 1) Přečti časový údaj, přečti výběr generátorů, které se mají nastavit, a přečti výběr generátorů, které se mají umlčet.

Pokud byl časový údaj nulový, algoritmus končí.

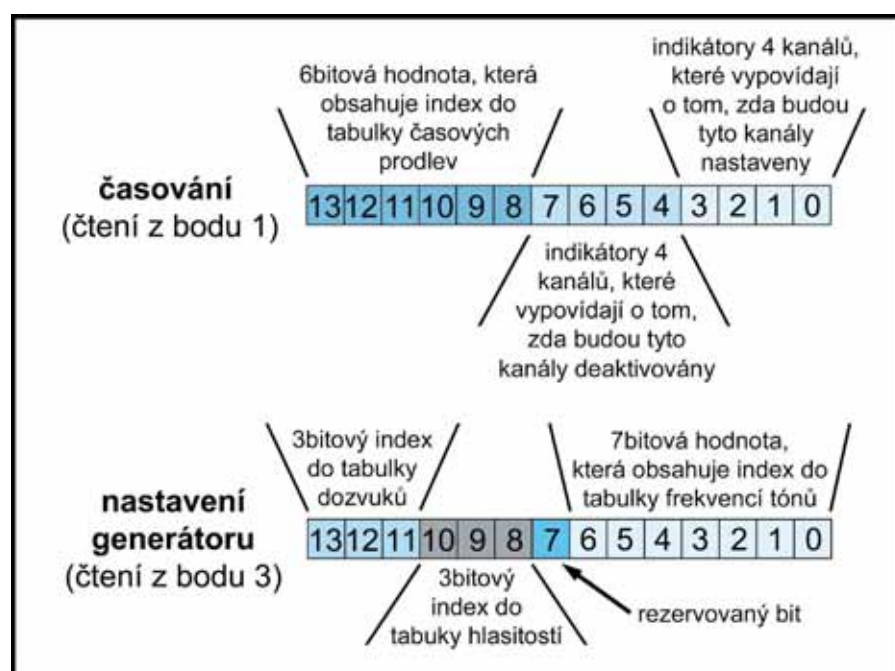
- 2) Umlč generátory, které se mají umlčet.
- 3) Načti výšku tónu, hlasitost a délku dozvuku pro následující generátor, který má být nastaven. Pokud však takový generátor neexistuje, jdi ihned na bod 6.
- 4) Nastav generátor z bodu 3.
- 5) Jdi na bod 3.
- 6) Čekej po dobu (časový údaj) definovanou v bodě 1.
- 7) Jdi na bod 1.

Toto je, až na drobné rozdíly v konečné implementaci, v podstatě totéž, co vykonává onen demonstrační program. Přesto se Vám může zdát, že vypadá poněkud složitěji, než by měl. Celé toto zesložité spočívá v tom, že jsem se snažil uspořít co nejvíce paměťového prostoru v rámci definice skladby. Pokud bychom totiž zaznamenávali čas 16bitově a nastavení jednoho generátoru jako 16bitovou tónovou periodu, 8bitovou hlasitost a 16bitový dozvuk, potom by datová struktura značně narostla a velikost zápisu by se tak téměř ztrojnásobila. Přitom hudba používá jen omezené spektrum těchto veličin. Například délky not se dělí na celé, půlové, čtvrtinové, osminové a šestnáctinové. Výška tónu je zase omezena hudební stupnicí. Hlasitost a dozvuk se mění jen sporadicky a stačí nám pouze několik přednastavených hodnot pro danou skladbu. Takže místo skutečných hodnot budeme z hudebního záznamu číst jen odkazy do tabulek, ve kterých budou uloženy jen ty hodnoty veličin, které v dané skladbě skutečně potřebujeme. Tím velice uspoříme paměť. Data čtená v bodě 1 se dají vyřešit jedním 14bitovým slovem a nastavení jednoho generátoru taktéž. Více odhaluje obrázek 1.

V dnešní lekci nebudu podrobně rozebírat každý kousek programu. Jen bych rád upozornil na některé drobnosti, se kterými se v něm setkáte. V následujícím programovém bloku je uveden podprogram, který se stará o čtení informací v kroku 1:

```
CTI_CAS NEXTREAD
```

Makro NEXTREAD se postará o přečtení dalšího 14bitového slova z flash paměti a následnou automatickou inkrementaci adresy. Výsledek čtení zůstává v EEDATA (8bitů) a EEDATH (6 bitů).



Obr. 1 - Úsporné ukládání hudby do 14bitové flash paměti

```

banksel  EEDATA
MOV      EEDATA,W
banksel  AKTIV
ANDLW   B'00001111'
MOVWF   AKTIV

```

Nižší 4 bity EEDATA obsahují indikátory definující, které kanály (generátory) budou nastaveny (aktualizovány).

```

banksel  EEDATA
SWAPF   EEDATA,W
banksel  NEAKTIV
ANDLW   B'00001111'
MOVWF   NEAKTIV

```

Další čtyři bity téhož registru definují, které kanály (generátory) budou naopak násilně umlčeny.

```
EADR_PUSH EADR_TEMP
```

Nyní musíme pomocí speciálního předdefinovaného makra EEADR\_PUSH zálohovat obsah EEADR a EEADRH do 16bitové proměnné EEADR\_TEMP (vysvětlím za malou chvíli).

```

banksel  EEDATH
MOV      EEDATH,W
CALL    GETCAS

```

Obsah registru EEDATH poslouží jako index do tabulky časů. Podprogram GETCAS přečte z tabulky (ta je uložena v programové flash paměti) patřičný 14bitový údaj (maximálně 64 přednastavených úrovní). Během tohoto čtení nutně dochází k modifikaci registrů EEADR a EEADRH. Proto jsme museli tyto registry zálohovat. Jinak bychom nemohli používat makro NEXTREAD s automatickou inkrementací adresy (kontinuální čtení), které předpokládá, že nikdo „jiný“ do registrů EEADR a EEADRH nezasahuje (tím se udržuje aktuální informace o poloze uvnitř skladby)!

```
EADR_POP EADR_TEMP
RETURN
```

Zde již podprogram končí a zároveň je obnoven obsah registrů EEADR a EEADRH.

Podobně vypadá i čtení z bodu 3 (viz. předchozí bodové schéma algoritmu). Pojdme se na něj ve stručnosti podívat:

```

CTI_TON NEXTREAD
banksel  EEDATA
MOV      EEDATA,W
banksel  TON_
MOVWF   TON_

```

Registr EEDATA obsahuje index v tabulce (hudebních) tónů (maximálně 256 přednastavených tónů).

```

banksel  EEDATH
MOV      EEDATH,W
banksel  HLASIT_
ANDLW   B'00000111'
MOVWF   HLASIT_

```

Nižší 3 bity registru EEDATH obsahují index do tabulky hlasitostí (maximálně 8 přednastavených úrovní).

```

banksel  EEDATH
RRF      EEDATH,F
RRF      EEDATH,F
RRF      EEDATH,W
banksel  DOZVUK_
ANDLW   B'00000111'
MOVWF   DOZVUK_

```

Další 3 bity obsahují index do tabulky dozvuků (opět maximálně 8 úrovní).

```
RETURN
```

Zde podprogram končí. Všimněte si, že nebylo zapotřebí zálohovat flash adresu. Tento podprogram je totiž využíván pouze ke čtení indexů a samotné čtení z tabulek a nastavování generátorů se provádí v „nadprogramu“, tedy o úroveň výše. Je to z toho důvodu, že generátorů je více (maximálně 4) a každý používá jiné paměťové registry. Pro každý z generátorů je proto vyhrazen následující kus programového kódu:

```

BTFSS   NEAKTIV,0
GOTO    $+3

```

Povel k umlčení generátoru 1? Pokud ano, potom generátor deaktivujeme a vynulujeme jeho výstup.

```

BCF     ZSTATUS1,AKTIVNI
CLRF   ZVUK1
BTFSS  AKTIV,0
GOTO   DALSI_1

```

Povel k nastavení (aktualizaci) generátoru 1?

```
CALL CTI_TON
```

Byla přečtena trojice indexů (viz. výše uvedený podprogram CTI\_TON).

```
EADR_PUSH EADR_TEMP
```

Provedli jsme nutnou zálohu flash adresy.

```

MOV      TON_,W
CALL    GETTON

```

Přečetli jsme z tabulky period tónů hodnotu na pozici dané pracovním registrem W. Výsledek je uložen v 16bitové proměnné TEMP.

```

MOV      TEMP+0,W
MOVWF   PERIOD1_+0
MOV      TEMP+1,W
MOVWF   PERIOD1_+1

```

Perioda generátoru byla nastavena.

```

MOV      DOZVUK_,W
CALL    GETDOZVUK
MOV      TEMP+0,W
MOVWF   DOZVUK1+0
MOV      TEMP+1,W
MOVWF   DOZVUK1+1

```

Obdobně jsme se postarali o dozvuk.

```

MOV      HLASIT_,W
CALL    GETHLASIT
MOV      TEMP+0,W
MOVWF   AMPLIT1+1
MOVLW   D'255'
MOVWF   AMPLIT1+0

```

Jako poslední jsme nastavili hlasitost.

```

BSF     ZSTATUS1,DOZVUK
BSF     ZSTATUS1,AKTIVNI

```

Nyní jsme dali pokyn k aktivaci generátoru i dozvuku (pokud již tomu tak nebylo dříve).

```
EADR_POP EADR_TEMP
```

Obnovili jsme původní flash adresu.

```
DALSI_1 BTFSS NEAKTIV,1
...
```

Obdobně pokračujeme nastavením dalšího generátoru. Případá mi zbytečné popisovat další části programu. Místo toho se raději zaměřím na popis jednotlivých datových „inc“ souborů:

**1) tony.inc** – Obsahuje tabulku hudebních tónů. Soubor je vložen do programu (pomocí direktivy „include“) přesně v místě, kde se má tabulka fyzicky nacházet ve flash paměti mikrokontroléru.

**2) casy.inc** – Obsahuje tabulku časů, které odpovídají použitým délkám not. Používá se stejně jako soubor „tony.inc“.

**3) hlasitost.inc** – Obsahuje tabulku hlasitostí.

**4) dozvuky.inc** – Obsahuje tabulku dozvuků.

**5) noty.inc** – Obsahuje definice konstant, jejichž názvy odpovídají značení hudebních tónů nebo délek not, a jejichž hodnoty korespondují s indexy v tabulkách „tony.inc“ a „casy.inc“.

**6) zapisnot.inc** – Zde jsou definována dvě makra (CASOVANI a TON), z nichž se dá složit celá hudební skladba. Tato makra slouží k usnadnění zápisu této skladby. Každé z nich ve výsledku generuje jen jedno 14bitové slovo, které odpovídá buď záznamu z bodu 1, nebo záznamu z bodu 2 (viz. bodové schéma algoritmu).

**7) mozart.inc** – Toto je soubor, který obsahuje konkrétní hudební skladbu. V podstatě se jedná o zjednodušený přepis notového zápisu.

**8) ampdata.inc** – Obsahuje tabelovanou exponenciální funkci (v matematickém smyslu) realizovanou pomocí příkazů RETLW. Jedná se o stejnou funkci, která byla použita v ukázkách pro minulou lekci, a je zde kvůli zajištění exponenciálního dozvuku.

Tímto uzavírám problematiku generování strojové hudby na PIC16F877. Zájemce o podrobnější pochopení funkce demonstračního programu odkazují na komentáře v programovém kódu „PROG1201.ASM“, umístěném v aktuální internetové příloze „MINISKOLA2\_12“. Jedná se o tentýž kód, který se nacházel v minulé příloze, ale s důkladnějším komentářem.

Nyní se již pustíme do nové problematiky...

## Vnořené přerušení

Jednou z podstatných nevýhod architektury PIC16F je absence více adres pro obsluhu přerušení jednotlivých periférií. Z toho logicky plyne i absence úrovní priorit. První nedostatek je běžně obcházen pomocí softwarového vyhodnocování jednotlivých příznaků (testujeme TOIF, RBIF a podobně). To je záležitost, kterou již znáte z předchozích lekcí a patří mezi standardní postupy. Poněkud horší je to s prioritami. Představme si následující požadavek. Potřebujeme ošetřovat multiplexní klávesnici pomocí obsluhy přerušení (viz. lekce xxx). Tím mám na mysli plné ošetření, včetně repetice a nepovolených kombinací tlačítek. Takováto obsluha přerušení již spotřebuje dost času. Je sice volána s malou frekvencí, ale pokud je právě volána, nemůže procesor relativně dlouho reagovat na žádné jiné „přerušovací“ podněty. A náhle přichází problém! Z nějakých důvodů můžeme například potřebovat rychlou odezvu na sériový port nebo na příchod přerušení od vstupu RB0. Pokud je v daném okamžiku prováděna obsluha klávesnice, máme smůlu a musíme si počkat na její skončení. To už ale může být pozdě. U pokročilejších mikroprocesorů mají jednotlivé periférie vlastní soukromé „hardwarové“ adresy pro začátky obsluh přerušení (vektory přerušení) a zároveň jsou těmto perifériím „rozdány“ různé priority. To znamená, že pokud probíhá obsluha přerušení periférie s nízkou prioritou a přitom nastane požadavek od periférie s vyšší prioritou, bude tato probíhající obsluha přerušena a přednostně se obslouží periférie s vyšší prioritou. V praxi to znamená, že periférie s nejvyšší prioritou bude obsloužena okamžitě, nezávisle na ostatních perifériích. Naopak obsluha nejméně kritické periférie může být kdykoliv přerušena „důležitější“ periférií. S touto možností se při návrhu jednoduché architektury PIC16F zřejmě příliš nepočítalo. To však neznamená, že by nebylo možno systém priorit u PIC16F877 realizovat. Je to jen otázkou důvtipu.

Připomeňme si, co se děje u PIC16 při generování přerušení. V okamžiku jeho vyvolání se vyčká na dokončení aktuální instrukce, poté se vynuluje bit GIE (deaktivace přerušení), na zásobník se uloží aktuální stav programového čítače zvýšený o jedničku a programový čítač se nastaví na adresu 04h. Zde by se měla nacházet obsluha přerušení, ukončená instrukcí RETFIE. Jedná se o stejnou instrukci jako RETURN, jen s tím rozdílem, že RETFIE navíc nastavuje bit GIE na jedničku. Nyní otázka: co se stane, když tento bit nastavíme na jedničku uvnitř obsluhy přerušení?

Odpověď je jednoduchá: přerušení se může vyvolat znovu – takzvaně vnořeně. Výsledkem však bude nejspíše to, že se volání přerušení nikdy nezastaví, protože nebude nikdy smazán generující příznak (program se zacyklí). Myšlenka povolení přerušení uvnitř obsluhy jiného přerušení je ale zcela správná. Musíme však vzít věc „pevně do rukou“. Je nutno vyřešit hned několik problémů. Za prvé musíme zajistit, že se vnořené přerušení vyvolá jen pro některé vybrané periférie/příznaky. Jinak by to celé nemělo praktický smysl (problém výběru zdrojů s vyšší prioritou). Za druhé si musíme poradit s omezením, že každé přerušení vyvolá skok právě na adresu 04h. Sem je třeba umístit nějaký rozcestník. Za třetí musíme realizovat dvě zálohy registrů – jednu pro přerušení s nízkou prioritou (jako dříve) a druhou pro přerušení s vyšší prioritou. A jako poslední věc musíme zajistit správné ukončení jak obsluhy s vyšší prioritou, tak obsluhy s nižší prioritou!

Podívejme se nejprve na způsob, jak vyčlenit skupinu podnětů pro přerušení s vysokou prioritou. V průběhu obsluhy přerušení je bit GIE vynulován. Můžeme tedy bez přímých následků manipulovat s povolením jednotlivých zdrojů přerušení. Jedná se o bity TOIE, RBIE, INTE (v INTCON) a všechny použitelné bity v registrech PIE1 a PIE2. Zaměříme se na ty bity, které jsou spojeny pouze s přerušením s nízkou prioritou. Prostě je jednoduše vynulujeme. Poté povolíme celkový systém přerušení pomocí nastavení bitu GIE. V tom okamžiku je mikroprocesor připraven reagovat na všechny podněty přerušení, které jsme určili pro vysokou prioritou. Pokud používáme velké množství zdrojů přerušení s nízkou prioritou, může být jejich vynulování celkem zdouhavé, maximálně až 6 instrukcí plus dvojí nastavení banky:

```
MOVLW    MASKA1
ANDWF    INTCON,F
banksel  PIE1
MOVLW    MASKA2
ANDWF    PIE1,F
MOVLW    MASKA3
ANDWF    PIE2,F
banksel  0
```

Pokud se však v registrech PIE1 a PIE2 vyskytují jen povolení přerušení s nízkou prioritou, stačí vynulovat bit PEIE v registru INTCON (zakázání přerušení od PIR1 a PIR2). I v případě, že se některé „nízko-prioritní podněty“ nacházejí v INTCON, lze celou operaci, včetně nastavení GIE, provést velmi elegantně:

```
MOVLW    MASKA
ANDWF    INTCON,F
```

MASKA = B'10XXX111', kde X je volitelný logický stav.

```
BSF      INTCON,GIE
```

Tím jsme vyřešili otázku povolení opakovaného volání pro přerušení s vyšší prioritou. Nyní se musíme postarat o to, aby mělo toto přerušení vlastní virtuální „vektor“, nebo-li programovou adresu. Postačí, když na adresu 04h vložíme následující konstrukci:

```
ORG      H'04'
BTFSC    INTPRIOR
GOTO     HINTPROC
BSF      INTPRIOR
```

To znamená, že pokud bude nastaven nějaký konkrétní uživatelský bit INTPRIOR na jedničku, provede se skok na adresu pro obsluhu přerušení s vysokou prioritou (adresa HINTPROC). Pokud ne, budeme pokračovat v „základním“ přerušení, ale musíme nastavit bit INTPRIOR na jedničku, protože následující přerušení bude vnořené, tedy s vyšší prioritou. Všimněte si, že instrukce BTFSC a BSF neovlivňují stav registrů W ani STATUS. Nesmíme však zapomenout, že před skončením „základního“ přerušení musíme INTPRIOR opět vynulovat.

Nyní je zapotřebí vyřešit zálohy registrů a správné ukončení obou obsluh přerušení. V konečné fázi by to mohlo vypadat například takto:

```
ORG      H'04'
BTFSC    INTPRIOR
GOTO     HINTPROC
BSF      INTPRIOR
```

Tím bylo vyřešeno rozcestí mezi vyšší a nižší prioritou.

```
MOVWF    W_TEMP1
MOV      STATUS,W
MOVWF    ST_TEMP1
banksel  0
```

Zde jsme provedly zálohu registrů pro přerušení s nižší prioritou a přitom jsme nastavili základní paměťovou banku.

```
MOVLW    MASKA1
ANDWF    INTCON,F
banksel  PIE1
MOVLW    MASKA2
ANDWF    PIE1,F
MOVLW    MASKA3
ANDWF    PIE2,F
banksel  0
BSF      INTCON,GIE
```

Dále jsme aktivovali přerušení s vyšší prioritou.

...

Na tomto místě může stát vlastní obsluha periférií s nízkou prioritou, zároveň však může dojít k volání vnořené obsluhy přerušení!

```
...
BCF      INTCON,GIE
BTFSC    INTCON,GIE
GOTO     $ - 2
MOVLW    ~MASKA1
IORWF    INTCON,F
```

```

banksel    PIE1
MOVLW     ~MASKA2
IORWF     PIE1,F
MOVLW     ~MASKA3
IORWF     PIE2,F
banksel    0

```

Zde jsme přerušeni opět zakázaly a zpětně jsme povolili příznaky pro přerušeni s nižší prioritou. K tomu jsme použili bitově opačné masky. Symbol „~“ značí bitový doplněk.

```
BCF        INTPRIOR
```

Tímto jsme nastavili rozcestí zpět na obsluhu s nižší prioritou.

```

MOVWF     ST_TEMP1,W
MOVWF     STATUS
SWAPF    W_TEMP1,F
SWAPF    W_TEMP1,W

```

Probléha obnova registrů ze zálohy.

```
RETFIE
```

...

A nyní ještě obsluha přerušeni s vysokou prioritou:

```

HINTPROC MOVWF    W_TEMP2
          MOVF     STATUS,W
          MOVWF   ST_TEMP2
          banksel 0

```

...

Na tomto místě může stát vlastní obsluha periférií s vysokou prioritou!

...

```

MOVWF    ST_TEMP2,W
MOVWF    STATUS
SWAPF   W_TEMP2,F
SWAPF   W_TEMP2,W
RETFIE

```

Tato obsluha vypadá stejně jako standardní obsluha přerušeni bez priorit. Pouze si všimněte, že jsou použity jiné paměťové oblasti pro zálohu registrů, než-li v obsluze s nízkou prioritou.

Nyní již můžeme celý systém vnořeného přerušeni směle použít v praxi. Uvědomme si však důležitou věc. Okamžitá reakce na přerušeni už nebude tak rychlá

jako dříve. Pokud bude zavoláno přerušeni s vysokou prioritou, dojde nejprve k volání obecného přerušeni s nízkou prioritou a po opětovné aktivaci GIE, bude přerušeni voláno znovu a dojde k „přesměrování“ na vyšší prioritu. Přitom budou registry W a STATUS zálohovány dvakrát za sebou. To vše přispívá k výraznému zpoždění. Jedná se však o celkem univerzální řešení. Ve speciálních případech se dá celý mechanismus napsat mnohem optimálněji. Další nevýhodou tohoto řešení, a v podstatě jakéhokoliv řešení vnořeného přerušeni, je využití jedné úrovně zásobníku návratových adres navíc. PIC16F jich má celkem 8. Počítáme-li tedy, že obsluha přerušeni spotřebuje minimálně dvě návratové adresy, zůstane nám pouhých šest pro hlavní program. Musíme tedy zacházet velmi opatrně s používáním instrukce CALL a vytvářet takzvané „ploché“ programy.

Pro lepší a praktické pochopení funkce tohoto softwarového systému vnořeného přerušeni jsem vytvořil jednoduchý program (PROG1202.ASM), který sice nemá žádný výstup, ale dobře poslouží pro demonstraci, pokud jej budete krokovat ve vývojovém prostředí MPLAB. Jsou zde použity dva časovače, jeden s krátkou periodou (TMR2) a druhý s dlouhou periodou (TMR0). Systém přerušeni reaguje na přetečení od každého z nich a dále na náběžnou hranu RB0. TMR2 a RB0 jsou vybrány pro vyšší prioritu (vnořené přerušeni), zatímco TMR0 zde má nízkou prioritu. Obsluhu přerušeni s nízkou prioritou jsem záměrně prodloužil, aby trvala co nejdéle a zaručovala tak velkou pravděpodobnost volání vnořeného přerušeni.

Jako ukázkou náročného programu, který vyžaduje vnořené přerušeni dvou priorit, jsem připravil upravenou verzi programu PROG1201 (označenou jako PROG1203), která opět přehrává strojovou hudbu, ale tentokrát se vše odehrává

v obsluze přerušeni. Samotné přehrávání záznamu běží jako obsluha přerušeni s nízkou prioritou, zatímco generátory tónů jsou obsluhovány s vysokou prioritou (vnořené). V hlavním programu stačí jen zadat počátek skladby a nastavit spouštěcí bit. Hudba potom hraje sama, aniž bychom v hlavním programu něco dalšího dělali. Toho jsem využil k tomu, abych na připojeném displeji současně zobrazoval stavy vybuzení jednotlivých tónových generátorů. Tyto veličiny jsou zobrazovány logaritmičtě pomocí grafických sloupců. Stačí jen číst proměnné ZVUK1 až ZVUK4 a jejich stavy zobrazovat jako čtyři sloupce. To je celé. Důležité však je, že se přitom nestarám o realizaci hudby. Ta se kompletně generuje v obsluze přerušeni, proto se v hlavním programu věnuji pouze inicializaci a práci s displejem. Tento program je už docela složitý a proto jej nebudu nijak popisovat. Jedná se čistě jen o demonstraci možností PIC. Přesto si neodpustím upozornit na jednu věc, která byla spojena s jeho tvorbou. Narážel jsem zde na problémy s velikostí zásobníku návratových adres (u PIC16 maximálně 8 položek). Proto jsem musel implementaci z PROG1201 kompletně změnit a místo podprogramů vkládat makra, abych omezil používání instrukce CALL. Tím však začal program značně narůstat (místo maker překladač vkládá skutečné kusy kódu). Proto jsem použil nepřímé adresování při nastavování jednotlivých generátorů. Místo opakovaného generování prakticky stejného kódu pro každý generátor, jsem tedy zavedl cyklus, který pracuje s adresací pomocí FSR a INDF. Musí být proto zachováno mnou definované pořadí adres proměnných v paměti, jinak program nefunguje.

Přeji hodně zábavy a pokud máte nějaké dotazy nebo náměty, pošlete je na adresu MINIPROG@SEZNAM.CZ.

## Elektrické motory a pohony

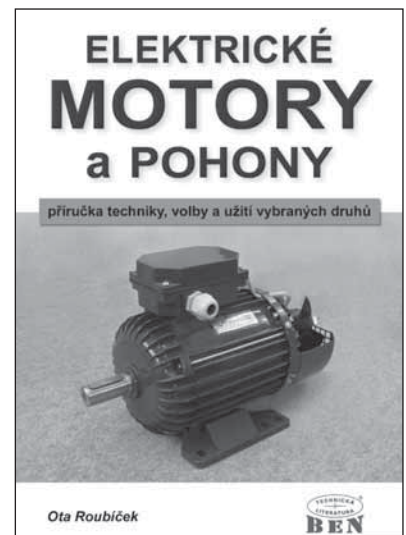
### příručka volby a užití vybraných druhů

Publikace vysvětluje principy stavby a funkce indukčních a velkých synchronních motorů, stručněji též velkých stejnosměrných motorů. Kniha se dále zabývá i řídicími přístroji a mechanickými komponentami v jejich výkonových obvodech a elektronickými perifériemi, pokud jsou se strukturou motorů integrovány. Objasňují se zde základní schémata stejnosměrných a střídavých jednomotorových pohonů s automatickou regulací rychlosti otáčení. Předkládají se stanoviska pro aplikační výběr vhodného druhu motoru nebo regulačního pohonu. V souladu s normami EN a IEC je poukázáno na hlavní skutečnosti,

významné pro instalaci sledovaných motorů a regulačních pohonů. Výklad přibližuje praktické příklady instalací. Přílohy uvádějí přehled důležitých vlastností a parametrů uvažovaných motorů, statických měničů pro regulační pohony s nimi a seznam s předmětem práce souvisejících hlavních norem EN a IEC.

Příručka je určena technikům a inženýrům útvarů obchodně-technických služeb. Má přispět k rychlé orientaci v otázkách výběru pohonného prostředku pro danou aplikaci a k rozvoji tvůrčích postupů při jeho instalaci, a to též v méně obvyklých, zvláštních nebo nových podmínkách.

Rozsah: cca 192 stran B5  
 Autor: Ota Roubíček  
 Vydal: BEN – technická literatura  
 Obj. číslo: 121134  
 MC: 299 Kč



# Stále živá historie elektronek

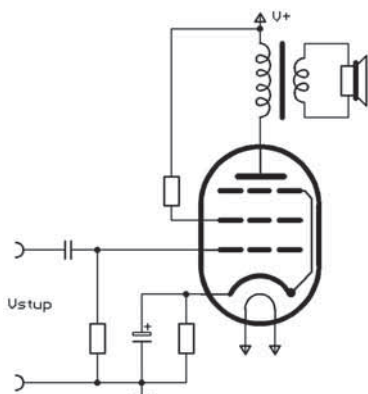
## 4. díl

**Petr Jeníček**

### Základní zapojení výkonových zesilovačů

#### Jednočinný a dvojitý

V rozhlasových přijímačích a zesilovačích o výkonu do 6 W se obvykle používal jednočinný (single-ended) koncový zesilovač, pracující ve třídě A, který vidíte na obr. 1. Výstupním transformátorem stále protéká stejnosměrný anodový proud, který jádro transformátoru stejnosměrně magnetuje. Aby se jádro nepřesýtilo, musí mít vzduchovou mezeru, a jeho rozměry jsou větší, než jaké by měl transformátor, který přenáší jen střídavý proud. U jednočinných zesilovačů s vyšším výkonem by tak výstupní trafo vyšlo obrovské.



**Obr. 1 - Jednočinný koncový stupeň s pentodou**

U zesilovačů s vyšším výkonem do 10 W výše se používá dvojitý zapojení s výstupním transformátorem, jaké vidíte na obr. 2. (push-pull). Dvojitý zesilovač obvykle pracuje ve třídě AB, HiFi zesilovače někdy také ve třídě A. Vstupní signál se na řídicí mřížky obou koncových elektronek přivádí v protifázi, takže když se jedna otevírá, druhá se zavírá a naopak. Ve výstupním transformátoru se změny proudů obou elektronek sečtou. Dvojitý zesilovač ve třídě A tak může dát dvojnásobný výkon, než jednočinný s jednou elektronekou stejného typu. Ve třídě AB může dát přibližně trojnásobný výkon, protože v této třídě je účinnost zesilovače lepší, vyšší výkon jde do zátěže a méně se ztrácí v elektronekách.

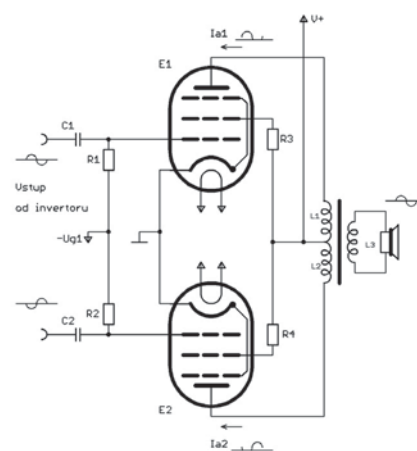
Stejný anodový proud obou elektronek vytváří při průchodu primárními vinutími ve výstupním transformátoru opačná magnetická pole, která se navzájem vruší, takže jádro není stejnosměrně magnetováno. Odpory R3 a R4 u stínících

mřížek mívají velikost od 100 ohmů do 1 kiloohmu. Jednak brání divokým vysokofrekvenčním oscilacím, a za druhé omezují špičkový proud druhých mřížek při plném otevření elektronek. Velikost těchto odporů má určitý nevelký vliv i na výkon a zkreslení.

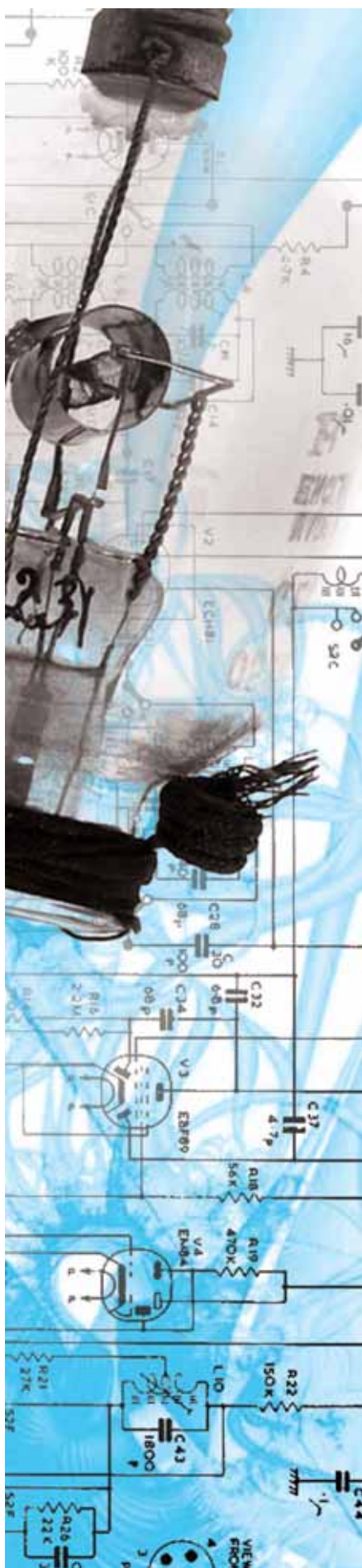
Obě elektrony pro dvojitý koncový stupeň by měly mít shodné charakteristiky. Obvykle se vybírají tak, aby se jejich parametry nelišily více než o 10%. U některých zesilovačů lze pomocí trimru nastavit odlišná předpětí řídicích mřížek, a nastavit tak stejné proudy v obou elektronekách.

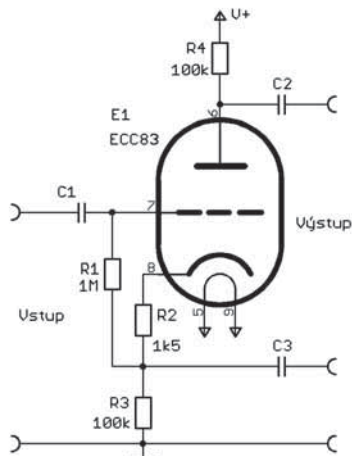
Signál zkreslený jednočinným zesilovačem obsahuje sudé i liché vyšší harmonické složky, převažuje druhá a třetí harmonická, v menší míře i čtvrtá a pátá. Ve dvojitým koncovém stupni se sudé vyšší harmonické složky odečtou, takže převládá zkreslení 3 harmonickou, slabší je 5. harmonická.

Budicí napětí s opačnou fází pro obě elektrony dvojitým stupně lze získat buď transformátorem, nebo elektronkovým invertorem (obracečem fáze). Transformátor se nejvíce používal s přímo žhavenými elektronekami, máme-li nepřímo žhavené elektrony, je výhodnější použít invertor s elektronekou. Elektronkový invertor dobře přenáší širší kmitočtové pásmo, než transformátor, a od druhé poloviny dvacátého stol. je i levnější. Nejjednodušší je invertor s jednou triodou na obr. 3, který jen obrací fázi, ale jeho zesílení je rovno jedné. Dokonalejší



**Obr. 2 - Dvojitý koncový stupeň nf zesilovače s výstupním transformátorem. Průběhy anodových proudů odpovídají třídě AB**





Obr. 3 - Invertor s jednou triadou

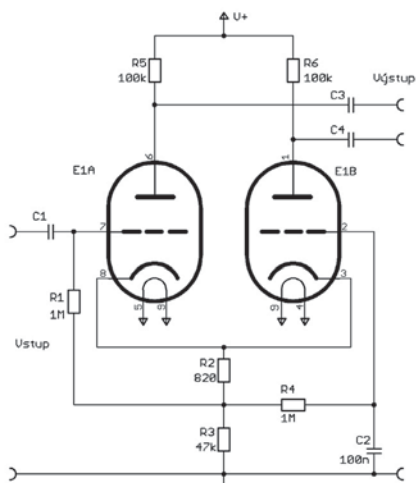
je symetrický invertor se dvěma triadami na obr 4, který zesiluje asi 30x. Ve třicátých letech ve firmě Philips vyráběli speciální elektronku EE1 která sloužila jako invertor s vysokým zesílením. Tato lampa využívala násobení elektronů pomocí sekundární emise, podrobný popis najdete v [2] a [3]. Později se násobič elektronů přestal používat.

Existují i dvojitě elektronkové koncové stupně bez transformátoru, které trochu připomínají kvazikomplementární zapojení s tranzistory. K nim se ale musí připojovat vysokohmové reproduktory, a ty se téměř nevyrábějí. Příklad takového zapojení se dvěma EL86 najdete v [1].

### Třídy zesilovačů

Zesilovače se dělí do tříd podle toho, po jak velkou část periody zesilovaného střídavého signálu teče elektronkou či tranzistorem proud při vybuzení na jmenovitý výkon.

Ve třídě A stále teče aktivním prvkem proud, ani v minimu neklesne k nule. Stejnoseměrný anodový proud



Obr. 4 - Souměrný invertor s dvojitou triadou

je větší, než vrcholová hodnota střídavé složky anodového proudu. Zesilovače ve tř. A mohou být jednočinné nebo dvojitě. Zesilovač ve tř. A má nejmenší zkreslení, ale špatnou energetickou účinnost. Maximální teoreticky dosažitelná účinnost je 50%, v praxi je to horší, okolo 42%. Zesilovač ve tř. A odebírá v klidu i při vybuzení stále stejný proud.

Ve třídě B teče elektronkou proud po polovinu periody nebo jen o málo více. V nízkofrekvenčních zesilovačích se používá jen ve dvojitě stupních, kde elektronky pracují střídavě. Bez vybuzení teče elektronkami jen velmi malý klidový proud, takže klidový odběr z anodového zdroje je nízký. Kvůli tomu, že při malém proudu má elektronka menší strmost, než při velkém, vzniká ve třídě B velké přechodové zkreslení. Na průběhu výstupního napětí se objevuje vlnka v místě, kde prochází nulou. Výhodou zesilovače ve tř. B je dobrá energetická účinnost, teoreticky až 78,5%, v praxi to bývá do 60%.

Ve dvojitě elektronkových nízkofrekvenčních zesilovačích se nejčastěji používá střída AB, což je nastavení mezi třídami A a B. Elektronkami v klidu teče poměrně velký stejnosměrný proud, který je ale menší, než ve třídě A. Při zesilování slabého signálu teče proud oběma elektronkami, při silném signálu se v horní části vlny jedna elektronka uzavírá, uprostřed teče proud oběma a v dolní části vlny se uzavírá druhá lampa. Přechodové zkreslení je menší než ve tř. B ale účinnost je také horší. Klidový proud se volí podle toho, zda chceme malé zkreslení (velký klid. proud, blíže A) nebo dobrou účinnost (malý proud, blíže B).

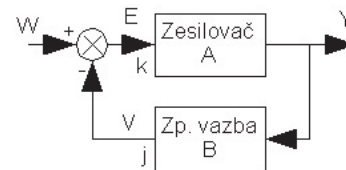
Ve třídě C teče aktivní součástkou proud po kratší dobu, než je polovina půlvlny, prvek se otevírá jen vrcholem budicího signálu, jinak je zavřený. V této třídě lze dosáhnout vysoké účinnosti při obrovském zkreslení. V nízkofrekvenčních zesilovačích se třída C pro velké zkreslení nepoužívá.

Používá se ve vysokofrekvenčních výkonových zesilovačích, kde je v anodovém okruhu rezonanční obvod, který odstraní nežádoucí vyšší harmonické. Vysokého zkreslení tř. C se úmyslně využívá v násobiči kmitočtu. Anodový okruh násobiče, zapojeného podobně jako zesilovač ve tř. C, se naladí na některou vyšší harmonickou. Základní harmonická složka se tak potlačí a na výstupu je napětí, jehož kmitočet je celistvým násobkem kmitočtu vstupního signálu.

V zesilovačích třídy D pracuje aktivní prvek jako spínač. Zesilovače tř. D se obvykle stavějí jen s polovodiči, tak je zde nebudu popisovat.

### Záporná zpětná vazba

Zesilovač se zápornou zpětnou vazbou vynalezl inženýr Harold Black v srpnu roku 1927. Black pracoval v Newyorské firmě Western Electric, kde konstruoval zesilovače pro dálkové telefonní spoje. Harold Black již šest let hledal způsob, jak zmenšit zkreslení zesilovačů. Řešení ho napadlo, když jel do práce přívozem přes řeku Hudson, a protože neměl u sebe jiný papír, načrtnul si schéma a rovnici pro zesílení obvodu se zpětnou vazbou na kus novin. Z výstupu zesilovače zavede



Obr. 5 - Systém se zpětnou vazbou

část signálu zpět na vstup v opačné polaritě, takže se odečte od vstupního signálu. Tím se zmenší zesílení, ale zároveň se zmenší i zkreslení zesilovače. Když Black přišel do kanceláře, požádal technika, aby zapojil prototyp zesilovače podle náčrtku.

Blackův vynález zpětné vazby znamenal průlom. Zápornou zpětnou vazbou lze mnohonásobně zmenšit zkreslení a také rozšířit kmitočtové pásmo, které může zesilovač přenést.

Zápornou zpětnou vazbu Black použil nejdříve v telefonních zesilovačích, a až potom se začala používat v radiopřijímačích a zesilovačích pro poslech hudby, v průmyslových a vojenských regulátorech a servomechanismech.

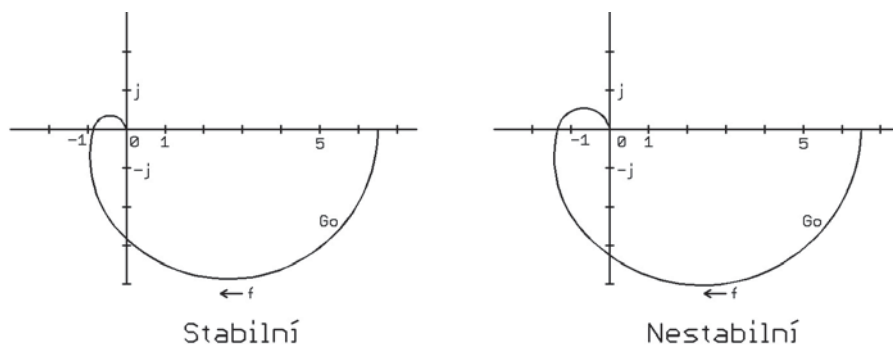
Blokové schéma zpětnovazebního systému vidíme na obr. 5. Na vstup přichází veličina W, výstup je označen Y. Signál z výstupu prochází přes zpětnou vazbu s přenosem B do rozdílového členu, kde se odčítá od vstupního signálu W. Rozdíl, zvaný regulační odchylka E

$$E = W - V$$

se zesiluje zesilovačem, jehož přenos je A. Přenos celého zapojení se zpětnou vazbou Gc je:

$$Gc = Y/W = A/(1 + A \cdot B)$$

Ze vzorce vidíte, že při velkém zesílení A, když A · B je mnohokrát větší než 1, se přenos celé soustavy blíží 1/B a A má na něj jen malý vliv. Vliv různých nedokonalostí zesilovače, jako je zvlněná frekvenční charakteristika, zkreslení i časová a teplotní nestálost zesílení, je značně omezen. Pokud je zpětnovazební obvod kmitočtově závislý, frekvenční charakteristika zesilovače se zpětnou vazbou se podobá převrácené frekvenční charakteristice zpětnovazebního obvodu.

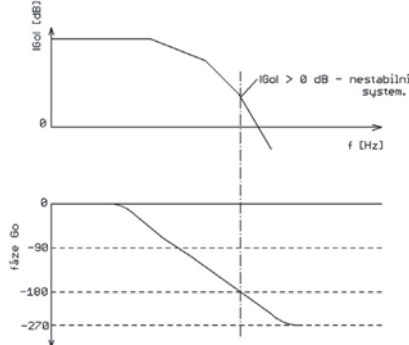


Obr. 6 - Grafické vyjádření Nyquistova kritéria stability v komplexní rovině

Někdy se stává, že po zapojení zpětné vazby se celý systém rozkmitá a odstranění nežádoucích oscilací se zdá obtížné. Nejlepší je celé zapojení navrhnout tak, aby bylo stabilní. Obecně lze spočítat stabilitu libovolného zapojení tak, že sestavíme soustavu obvodových rovnic (třeba metodou smyčkových proudů nebo uzlových napětí), z nich vypočítáme charakteristickou rovnici a tu vyřešíme. Je-li reálná část všech kořenů charakteristické rovnice záporná, systém je stabilní viz (analýza), (automat). Ovšem výpočet je dosti složitý, a ve dvacátých letech 20. stol., když ještě neexistovaly elektronické počítače, bylo sestavení a vyřešení složitější rovnice nesmírně pracné. Navíc i když vyřešíme rovnici a zjistíme, že systém bude nestabilní, ze samotné rovnice nedokážeme jednoduše určit, co udělat s obvodem, aby se stal stabilním. Proto vědci hledali metody, jak jednodušeji stanovit, zda systém bude stabilní, a jak ho navrhnout, aby byl stabilní. Postupně objevili několik tzv. kritérií stability.

### Nyquistovo kritérium stability

První, jednoduché a nejčastěji používané kritérium stability objevil Harry Nyquist v roce 1932. Pro praxi je důležité, že na základě Nyquistova kritéria jsme schopni upravit vlastnosti nestabilního obvodu tak, aby se stal stabilním. Zkráceně uvedu postup zjištění stability podle Nyquistova kritéria:



Obr. 7 - Nyquistovo kritérium stability. Přenos otevřené smyčky v logaritmickém grafu

Nejdříve spočítáme nebo změříme frekvenční charakteristiku zesílení celé otevřené smyčky  $G_o$  od bodu  $j$  do bodu  $k$ , přitom předpokládáme, že rozdílový prvek, na kterém se zpětnovazební signál odečítá od vstupního, je pryč a mezi vstupem zesilovače  $k$  je okruh rozpojen.

$$G_o = V/E = A \cdot B$$

Musíme znát nejen velikost zesílení, ale i fázový posuv na každém kmitočtu. Najdeme kmitočet, na kterém fázový posuv dosahuje  $180^\circ$ . Je-li systém s rozpojenou zpětnou vazbou stabilní, potom po zapojení zpětné vazby bude stabilní, pokud na frekvenci, kde je fázový posuv  $180^\circ$ , je absolutní hodnota zesílení otevřené smyčky  $|G_o|$  menší než 1. Je-li při fázovém posuvu  $180^\circ$  přenos smyčky větší než 1, zpětná vazba na daném kmitočtu není záporná, ale kladná a tak silná, že se obvod rozkmitá.

Zakreslíme-li průběh zesílení do komplexní roviny, čára nesmí obklopovat bod  $-1$ , ale musí procházet mezi body  $-1$  a  $0$ , viz obr. 6.

Vyjde-li nám, že navrhovaný systém je nestabilní, buď upravíme kmitočtovou charakteristiku zesilovače tak, aby vyhověl kritériu, nebo zmenšíme jeho zesílení, a nebo zeslabíme zpětnou vazbu. Potřebné změny můžeme buď spočítat, nebo je stanovit graficky. Amplitudové charakteristiky v decibelech a fázové ve stupních či radiánech zakreslíme na semi-logaritmický papír, viz obr. 7. Podle tvaru charakteristiky navrhujeme korekční členek, který ji vhodně upraví, nebo určíme, o kolik je třeba zmenšit zesílení. S dobře navrženou korekcí obvykle dosáhneme podstatně lepších výsledků, než pouhým snížením zisku.

Na teorii záporné zpětné vazby vědci intenzivně pracují od jejího vynálezu v roce 1927 až dosud, a stále zdokonalují metody výpočtů, měření a řízení složitých systémů. Teorie zpětné vazby je obsáhlá věda, která by vydala na mnoho tlustých knih, proto zde nemohu zabíhat do detailů. Základy jsou popsány ve [17] a [18] tak, že to pochopí i amatér se znalostmi

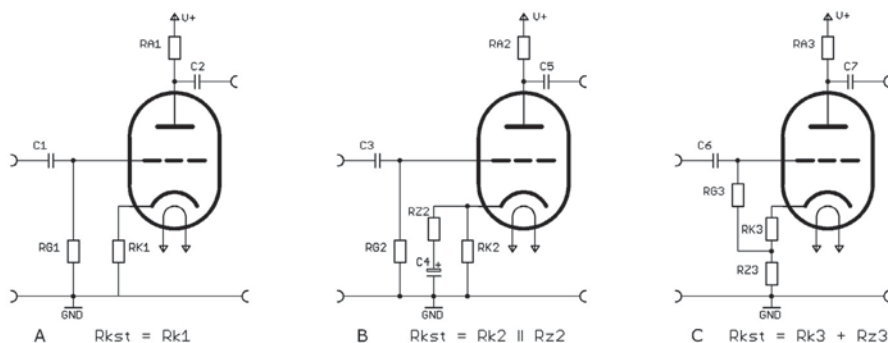
středoškolské matematiky. Podrobnější výklad najdete např. na [10], [11], [12] a v [13]. Doporučuji každému, kdo vyvíjí zesilovače se zpětnou vazbou, aby prostudoval teorii zpětné vazby důkladněji. Mezi bastlíři koluje mnoho pověr o zpětné vazbě, které vyplývají jen z nepochopení dějů uvnitř složitějších obvodů. Složitý obvod se zpětnými vazbami se možná někomu podaří pokusně zprovoznit tak, že nekmitá, ale určitě ho pokusně nenastaví tak, aby dosáhl optimálních vlastností. Složitější zapojení je třeba spočítat, sestavit, změřit, znovu spočítat podle skutečného chování obvodu a upravit zapojení. To se může opakovat i několikrát, tak aby zesilovač byl nejen stabilní, ale měl vyrovnanou kmitočtovou charakteristiku i dobrou impulsní odezvu. Obvod blízko hranice stability, jehož křivka zesílení otevřené smyčky těsně míjí bod  $-1$  v komplexní rovině, sice neosciluje, ale na frekvenční charakteristice má hrby a při přenosu impulsů vznikají na hranách tlumené zákmity. Příliš ztlumený obvod přenáší úzké frekvenční pásmo a jeho impulsní odezva je pomalá. Dovednost nespočívá v ztlumení zesilovače, ale v navržení celkové dobré zapojení a případném doplnění vhodných korekčních článků, kterými se obvod stabilizuje, a přitom má dobré dynamické vlastnosti.

Vynález zpětné vazby a vývoj celé navazující teorie měl dalekosáhlý význam nejen pro elektroniku, ale i pro průmyslovou automatizaci, neboť umožnil konstrukci kvalitních servomechanismů a také regulátorů mnoha různých fyzikálních veličin, např. otáček strojů, tlaku a teploty a pod. Široké uplatnění našly systémy se zpětnou vazbou v letectví a později i v kosmonautice. Zpětnovazební regulace probíhá i v živých organismech, a proto se znalosti této teorie hodí i biologům, lékařům a ekologům pro pochopení životních procesů. Teorie zpětnovazebních systémů platí obecně, nezávisle na fyzikální realizaci, a lze jí použít pro výpočty nejen elektrických, ale i mechanických, pneumatických, hydraulických a jiných systémů.

Vynález záporné zpětné vazby byl široce zneužit i ve vojenské technice za 2. světové války v servomechanismech pro zaměřování děl a raket.

### Celková a lokální zpětná vazba

Zpětnou vazbu, zavedenou z výstupu celého několikastupňového zesilovače až na jeho vstup, nazýváme celkovou nebo globální zpětnou vazbou. Zpětnou vazbu, která vede jen z výstupu jednoho zesilovacího stupně na jeho vstup, nazýváme lokální.



**Obr. 8 - Různé způsoby zapojení záporné zpětné vazby neblokováním katodovým odporem. Rk<sub>st</sub> je odpor mezi katodou a zemí pro střídavý proud, který vytváří zpětnou vazbu**

Při použití celkové záporné zpětné vazby lze snadno dosáhnout velkého zesílení ve smyčce Go a tím velkého snížení zkreslení při slabém signálu uprostřed frekvenčního pásma. Nectností celkové vazby je to, že fázové posuvy více stupňů se sčítají, a celá smyčka tak hodně posouvá fázi. Kvůli tomu může být obvod nestabilní, a pro jeho ustálení jsme někdy nuceni korekčním článkem zúžit přenášené frekvenční pásmo. Následkem toho zesilovač se silnou celkovou zpětnou vazbou nepřenáší příliš široké pásmo, a může mít špatnou impulsní odezvu. Při přebuzení zesilovače se silnou celkovou zápornou vazbou, kdy již zpětná vazba nemůže vyrovnat zkreslení, začnou spolupůsobit nelinearity více stupňů, příp. i výstupního transformátoru, a výsledkem je uchu velmi nepříjemné zkreslení s velkým obsahem vysokých harmonických, tj čtvrté až deváté složky, případně i vyšších. Na osciloskopu jsou pak vidět podivné zákrmy na oříznutých vrcholech vln.

U lokálních zpětných vazeb je zesílení ve smyčce malé, protože zesílení jednoho stupně je nejvýše několik stovek. Jeden stupeň je jednoduchý a méně posouvá fázi. Lokální zpětná vazba tudíž nedokáže zmenšit zkreslení tolik, jako celková. Její výhodou je to, že obvod bývá stabilní a zpětná vazba dobře rozšiřuje frekvenční pásmo. Impulsní odezva také bývá dobrá. Při přebuzení většinou dochází k prostému oříznutí vrcholů vln. Zkreslení při přebuzení obsahuje sice více vysokých nepříjemných složek (od 4. výše), než obvod bez zpětné vazby, ale méně, než se silnou celkovou zpětnou vazbou. Lokální záporné zpětné vazby se hodně používají v širokopásmových zesilovačích, které musí mít i dobrou impulsní odezvu, jako jsou obrazové zesilovače v televizorech a monitorech, měřicí zesilovače v osciloskopech a pod.

V elektronkových HiFi zesilovačích se obvykle kombinují lokální záporné zpětné vazby se nepřítli silnou celkovou zpětnou

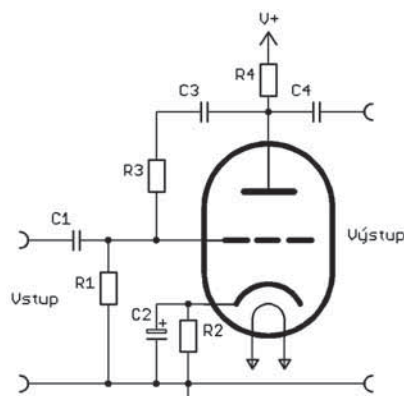
vazbou. V laciných nf zesilovačích pro spotřební elektroniku se obvykle používá jen silná celková zpětná vazba.

## Obvyklá zapojení lokální záporné zpětné vazby

### Zpětné vazby s odpory a kondenzátory

#### Neblokovaný katodový odpor

Pokud katodový odpor elektronky nepřemostíme kondenzátorem, vzniká záporná zpětná vazba, která zmenšuje zesílení a zvětšuje výstupní impedanci hlavně u triodového zesilovače - viz obr 8a. Pokud potřebujeme jen slabou vazbu, použijeme zapojení 8b kdy pro střídavý



**Obr. 9 - Zesilovač se zápornou zpětnou vazbou odporem z anody do mřížky**

proud je v katodě zapojena paralelní kombinace R<sub>k</sub> a R<sub>2</sub>. Když potřebujeme velmi silnou zápornou vazbu, zapojíme obvod podle obr 13c, zpětnou vazbu pak tvoří R<sub>k</sub>+R<sub>2</sub>. Zapojení se používá hlavně v předzesilovačích.

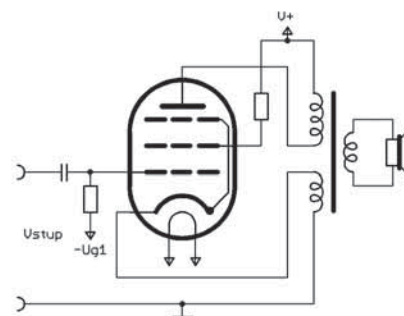
### Vazba odporem z anody do mřížky

Toto zapojení na obr. 9 zmenšuje vstupní i výstupní impedanci, zmenšuje zesílení i zkreslení a rozšiřuje frekvenční

pásmo. Lze ho použít v předzesilovači i v koncovém stupni.

## Transformátorové zpětné vazby v koncovém stupni

Až do čtyřicátých let se v koncových stupních jakostních zesilovačů používaly triody nebo pentody v triodovém zapojení, které sice při slabém a středně silném signálu málo zkreslovaly a díky střednímu výstupnímu odporu tlumily reproduktor tak, aby měl vyrovnanější frekvenční charakteristiku. Nevýhodou triodových koncových stupňů byla špatná účinnost a tudíž velká spotřeba proudu.



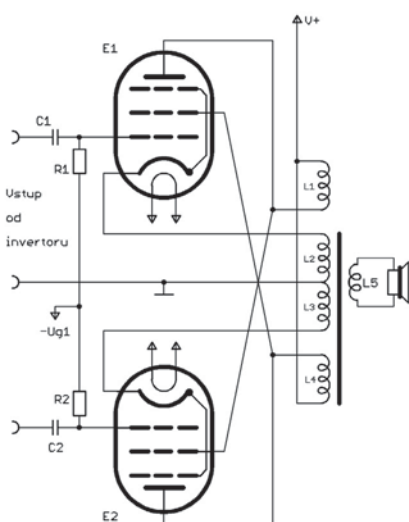
**Obr. 10 - Zesilovač s transformátorovou zpětnou vazbou do katody**

### Zpětná vazba do katody

V roce 1945 Petr Walker vynalezl zapojení pentodového zesilovače s transformátorovou zpětnou vazbou do katody, jak ho vidíte na obr. 10. Tím se zmenšilo zkreslení pentodového stupně a rozšířilo se frekvenční pásmo. Jak víte z minulého dílu, pentody mají velmi vysoký výstupní odpor, a následkem toho reproduktor připojený za pentodový zesilovač není elektricky tlumen. Zavedením záporné zpětné vazby do katody se zmenšil výstupní odpor zesilovače a zlepšilo se tlumení reproduktoru. Záporná zpětná vazba jen nepatrně snižuje energetickou účinnost zesilovače. Proud, tekoucí z katody přes zpětnovazební vinutí do záporného pólu zdroje, také dodává užitečný výkon do transformátoru. Výkon trochu snižuje jen to, že stoupáním napětí na katodě otevřené elektronky se zmenšuje napětí mezi stínicí mřížkou a katodou, a elektronka se tak nemůže zcela otevřít.

Toto zapojení je lepší, než zpětná vazba neblokováním odporem v katodě, který zvětšuje výstupní odpor, a také se v něm zbytečně spaluje elektrický proud. Na obr. 10 je nakresleno jednočinné zapojení, ale zpětná transformátorová vazba do katody se používá i u dvojjinných zesilovačů.





Obr. 11 - Zesilovač s jednotkovou zápornou zpětnou vazbou transformátorem

### Zapojení s jednotkovou vazbou bifilárním vinutím

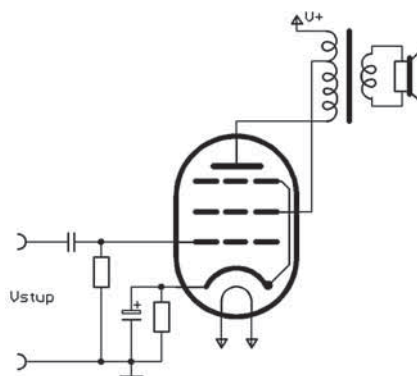
V roce 1949 koncový stupeň se zpětnou vazbou do katod zdokonalili Frank McIntosh s Gordonem Gow. Zapojení vidíte na obr. 11. Především zvýšili počet závitů katodového zpětnovazebního vinutí tak, že mělo stejný počet závitů, jako anodové. Tím vzniká velmi silná záporná zpětná vazba. Jejich zesilovač je dvojitý. Stínicí mřížku každé z obou elektronek připojili na anodové vinutí protilehlé elektrony. Pokud při kladné půlplně stoupá napětí na katodě první elektrony proti zemi, napětí na její stínicí mřížce stoupá o stejnou hodnotu, takže napětí mezi katodou a stínicí mřížkou se nemění. Elektronka se tak může zcela otevřít, a zesilovač dává plný výkon odpovídající pentodovému zapojení.

Katodové a anodové vinutí trafo navinuli bifilárně. Díky tomu je vazba mezi vinutími nejtěsnější a výstupní transformátor tak přenášel co nejširší frekvenční pásmo s co nejmenším fázovým posuvem. Tento obvod, pojmenovali „unity coupled circuit“. Tímto zapojením McIntosh dosáhl velmi malého zkreslení v širokém pásmu přenášených kmitočtů. Popis tohoto zapojení najdete v [4] a [14]. Firma McIntosh dodnes vyrábí takto zapojený stereofonní HiFi zesilovač MC2102 o výkonu 2×100 W při zkreslení 0,5%. Jeho kmitočtový rozsah je 10 Hz až 100 kHz při poklesu o 3 dB, v akustickém rozsahu 20 Hz až 20 kHz kolísá jeho zisk jen o 0,25 dB.

### Ultralinearní zapojení

Pentody mají jiný charakter zkreslení, než triody. Kdybychom si nakreslili převodní charakteristiku elektrony i se zátěží,

zjistil bychom, že tato čára je v některých místech u pentody zakřivená opačně, než u triody. Pány Davida Haflera a Herberta Keroese v roce 1951 napadlo, že by bylo nejlepší udělat elektronku, která by byla něčím mezi pentodou a triodou. Stínicí mřížka koncové pentody se obvykle připojuje přímo nebo přes malý tlumicí odpor ke stejnosměrnému napájecímu zdroji, aby se napětí na ní téměř neměnilo. Pentoda, jejíž stínicí mřížku spojíme s anodou, se chová stejně jako trioda. Oni ale připojili stínicí mřížku na odbočku výstupního transformátoru mezi anodu a napájecí zdroj. Z odbočky se tak do stínicí mřížky zavádí záporná zpětná vazba. Pokud se vhodně zvolí poloha odbočky na vinutí, zkreslení je výrazně menší, než zkreslení triodového zesilovače. Lampa se chová jako něco mezi triodou a pentodou a stupeň má dobrou linearitu. Tomuto zapojení, které vidíte na obr. 12 a 13, se začalo říkat „ultralinearní“.

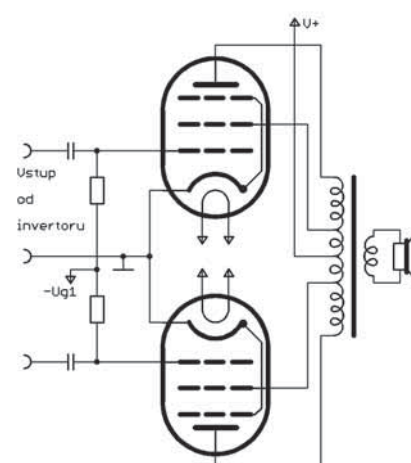


Obr. 12 - Jednočinné ultralinearní zapojení

Energetická účinnost ultralinearního zapojení je o něco horší, než u pentodového, ale výrazně lepší než u triodového. Poloha odbočky, při které nejmenší zkreslení, je pro různé typy výkonových elektronek různá, u EL84 je to 43% od napájecího konce (u dvojitěho stupně 43% z poloviny vinutí, počítáno od středu). Pokud nepotřebujeme o tolik zmenšit zkreslení, ale žádáme dobrou účinnost, odbočku vyvedeme blíže k napájecí sorce. Podrobný popis tohoto zapojení najdete v [15]. Přehled různých zpětných vazeb ve dvojitěm koncovém stupni najdete na [14].

### Literatura a www odkazy:

1. J. Zuzánek, J. Deutsch: Československé miniaturní elektronky II, SNTL Praha 1960.
2. <http://www.mif.pg.gda.pl/homepages/frank/sheets/005/e/EE1.pdf> Katalogový list elektronky EE1
3. Radiojournal č. 39/2001, str. 6 Petr Svoboda: Elektronka EE1.



Obr. 13 - Dvojitěné ultralinearní zapojení

4. <http://www.anthemav.com/OldSitev1/pdf/tot1.pdf>

A taste of tubes - o historii HiFi zesilovačů.

5. [http://www.njinvent.njit.edu/2001/inductees\\_2001/black.html](http://www.njinvent.njit.edu/2001/inductees_2001/black.html)

Harold Black

6. <http://www.wpi.edu/About/History/Profiles/feedback.html>

Profiles in Innovation - Negative Feedback Theory invented by Harold Black.

7. [http://www.geocities.com/edug2406/apuntes\\_hp.htm](http://www.geocities.com/edug2406/apuntes_hp.htm)

Opening Black's box

8. <http://www.geocities.com/bioelectrochemistry/nyquist.htm>

Harry Nyquist

9. <http://www.theorem.net/theorem/lewis1.html>

A brief history of feedback control

10. <http://www.fs.vsb.cz/books/Analyza/prvni.html>

Analýza regulačních obvodů - učebnice

11. [http://www.fs.vsb.cz/books/Analyza/kap8\\_1\\_5.htm](http://www.fs.vsb.cz/books/Analyza/kap8_1_5.htm)

Nyquistovo kritérium stability

12. <http://virtual.cvut.cz/dynlabmodules/Course of modeling and control>

13. Z. Brýdl a kol.: Automatizace a automatizační technika II., CP books Brno.

14. <http://www.next-power.net/next-tube/articles/Veen2/Veen2EN.pdf>

New push-pull amplifiers

15. Amatérské Radio 2/1959, str. 37 Co je to ultralinearní zapojení?

16. Radiojournal č. 15, str. 3 V. Křížek: Začátek výroby elektronek u nás.

17. B. A. Smirenin a kol. Radiotechnická příručka, SNTL Praha 1955.

18. R. Láníček: Elektronika obvody, součástky, děje, BEN - technická literatura Praha 1998.

19. Radiojournal je klubový časopis Historického radioklubu československého, dostupný jen členům. Informace o klubu najdete na: <http://www.radiojournal.cz/>

# Využitie PC v praxi elektronika

## GSM brány, alarmy, diaľkové spínanie a podobné využitie mobilov elektronicke

Jaroslav Huba  
hubajaro@nextra.sk

Dnes sa pozrieme na nové formy využitia mobilných technológií GSM pre iné účely ako sú klasické služby poskytované „materskými“ firmami.

Amatérski aj profesionálni elektronicci ihneď po širšom nasadení mobilov pre bežných občanov došli na to, že mobil môže výborne slúžiť aj ako diaľkové ovládanie alebo všeobecne prenos radiacích, kontrolných a iných informácií.

Po pridaní komunikačného kábla a správneho prídavného zariadenia sa tak z bežne dostupného mobilu môže stať poplašné zariadenie, domáca GSM brána, diaľkové ovládanie a spínanie a pod.

Bohužiaľ si tejto vlastnosti všimli rýchlo aj teroristi a kriminálne živly, a tak ako všetko môže mobil slúžiť aj na nekalú činnosť ako je diaľkové odpaľovanie výbušnín.

My si však ukážeme možnosti využitia GSM zariadení pre prospešnú činnosť a najmä na ochranu majetku slušných občanov. Poobhliadli sme sa trošičku po námetoch a nápadoch z internetu a tu je ukážka viacerých možných riešení a využití:

### Mobil ako domáca GSM brána

<http://bramo.pcsvet.net/index.htm>

Na týchto zaujímavých a pre našincov najmä zrozumiteľných stránkach v češtine

autor popisuje viacero konštrukcií domácich GSM brán. Sú to zariadenia umožňujúce šetriť poplatky tým, že hovory určené do mobilných sietí posielajú cez GSM mobil a nie cez pevnú linku. Inteligentné zariadenie rozozná na základe tvaru čísla, či je hovor určený do pevnej siete alebo mobilnej a podľa toho zvolí cestu prenosu hovoru. Zariadenia typu GSM brány môžu slúžiť aj opačným smerom, to znamená že prijímajú a presmerovávajú hovory z mobilnej siete a tak aj príchodzie volania vyjdú lacnejšie našich známym. Je možné ich použiť aj vo funkcii tzv. „pagerov“, odosielaniu SMS správ a pod.

Na stránkach BraMo nájdete popis a návody na viacero modifikácií týchto konštrukcií, ako napr:

BraMo 1 – prepojenie stolného telefónu a mobilu pre smerovanie hovorov podľa potreby. spolupracuje so staršími modelmi Ericssonov a Siemensov

BraMo 2 – má oproti predchádzajúcemu modelu vylepšené zapojenie a viacej funkcií.

BraMo 3 je pager slúžiaci k odosielaniu SMS správ. Funguje približne tak, že stlačíte spínač a brána odošle textovú súpravu.

BraMo 4 je tiež určený pre prácu s SMS ale dokáže spracovať až 4 rôzne vstupy a ovládať s pomocou SMS správy až 4 výstupy.

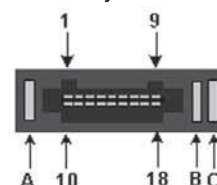
BraMo 5 je vylepšenou verziou dvoch predošlých brán, najmä v návrhu dosky plošných spojov, pridané boli funkcie prezváňania a iné.

BraMo 6 je riešená ako prenosná verzia, nepotrebuje údržbu a inštaláciu. Pracuje s novšími modelmi Siemensov

### Voľné zdrojové kódy

Sympatické na stránkach BraMo je poskytnutie zdrojových textov do programátorov radiacích mikrokontrolérov v asemblii ku všetkým variantom GSM brán BraMo. Jediným obmedzením je komerčné využitie a šírenie za poplatok. Inak autor požaduje len uvedenie jeho mena a pri prípadných úpravách o vyzoznenie. Takýmto spôsobom sa môžu

aj začiatočníci a programátorsky slabšie „vybavení“ elektronicci pustiť do stavby vlastnej GSM brány.



Obr. 2 - Presné popisy zapojenia mnohých druhov mobilov nájdete tiež na BraMo

### Návody ako ovládať mobil

Okrem samotných konštrukčných návodov nájdete na stránkach aj veľa užitočných doplnkových informácií, ako ovládať mobil, ako si zhotoviť prepojovacie káble, ako sú zapojené konektory na rôznych typoch mobilov a pod.

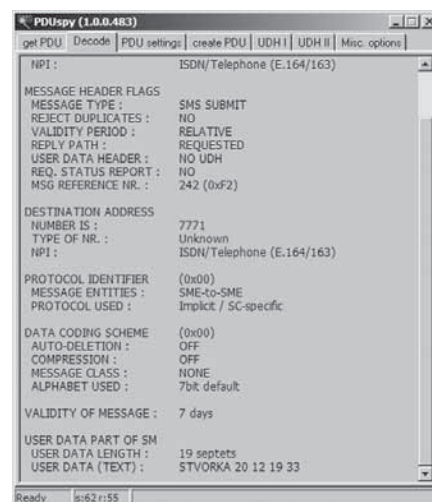
Autor sa venuje problematike ovládania vstavaných modemov v mobilných prístrojoch pomocou AT príkazov.

Dozviete sa ako si spraviť prevodník, ako zapojiť kábel do systémového konektora a tiež predovšetkým ako si vybrať vhodný mobilný telefón, schopný spolupracovať korektné s prídavnou elektronikou alebo s počítačom.

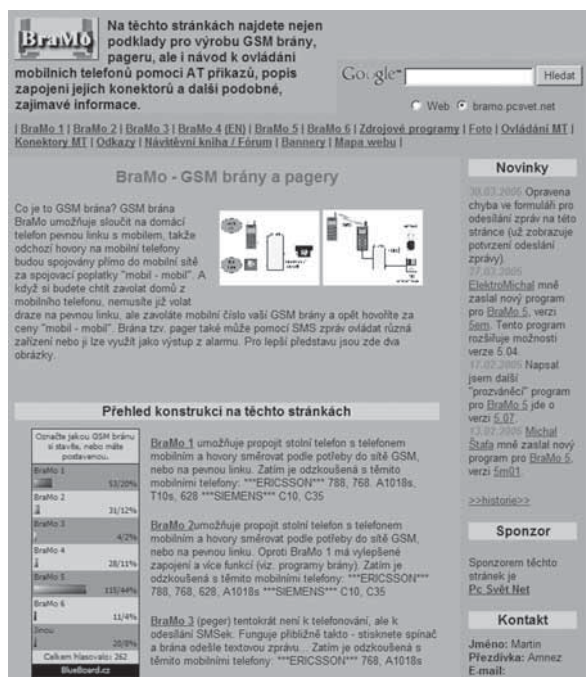
### Úvod do tajomstva formátu SMS správ

<http://www.dreamfabric.com/sms/>

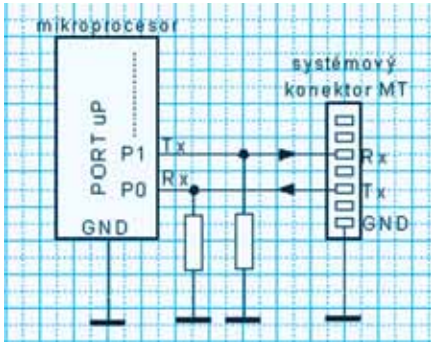
Pokiaľ chceme mobilom ovládať nejaké zariadenie, spúšťať alarm a podobne, ne-



Obr. 3 - S pomocou programu PDUSpy môžete laborovať so správami SMS na systémovej úrovni



Obr. 1 - Pohľad na titulnú stránku BraMo [bramo.pcsvet.net](http://bramo.pcsvet.net)



**Obr. 4 - Ideový náčrtok komunikácie mikroprocesor-mobil - ukážka zo stránky BraMo**

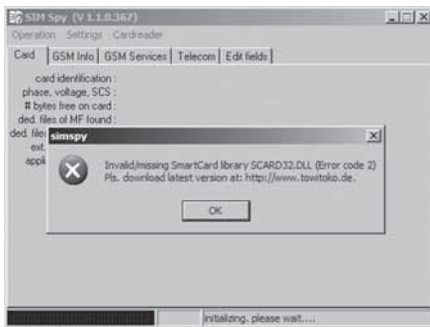
stačí len bežné zazvonenie, ale je vhodné prichádzajúcu informáciu aj nejako presnejšie identifikovať. Ideálne je použiť na to SMS správu vhodného obsahu. Pre jej správne dešifrovanie však musíme poznať protokol a kódovanie týchto správ. Podklady môžete získať napríklad na [www.dreamfabric.com](http://www.dreamfabric.com) v sekcii SMS and the PDU format.

### Výber vhodného mobilného telefónu

Najvhodnejšie sú typy, ktoré dokážu komunikovať priamo s pomocou AT príkazov bez nutnosti SW ovládačov. Môžete s nimi komunikovať s použitím terminálu alebo jednočipového procesora.

### Zapojenie rozhrania medzi počítačom a mobilom

Zapojenie konektorov a káblov je dostatočne známe a často používané pri odblokovaní telefónov a pod. Na stránkach sa dozviete pomerne podrobné informácie o zapojení konektorov, o spôsobe komunikácie medzi PC a mobilom, práci s terminálovým programom, ovládaní s pomocou portu počítača. Tiež si môžete stiahnuť niekoľko terminálových programov ako AT TERM, TERM90, alebo podporný software SERIAL. Veľká časť je venovaná ovládaniu mobilov s pomocou mikroprocesorov alebo mikrokontrolérov. Dozviete sa čoho je nutné sa vyvarovať pri experimentoch a ako správne prispôbiť komunikačné úrovne požadované mobilným telefónom.



**Obr. 5 - Chybové hlásenie programu SIMSPY pri prvom spustení**

Vzhľadom na neustály vývoj a modernizáciu mobilných telefónov je ťažké držať krok pri konštrukciách takýchto rozširujúcich zariadení a tak na stránke nájdete príklady zapojenia konektorov najmä starších modelov ako Ericsson 628, 788, 768, T10, T18, A1018, Siemens C25, S25, C35, S35, M35 či Panasonic GD30 - GD90 ... Je možné, že niektoré dožívajúce modely už nebude možné zohnať, ale zase je to tiež aj cesta k využitiu často nepotrebných a vyradených mobilov, ktoré by sme sa už neodvážili nosiť so sebou. Ako alarm do auta alebo chaty však poslúžia výborne.

### Nobbio stránky a software pre GSM

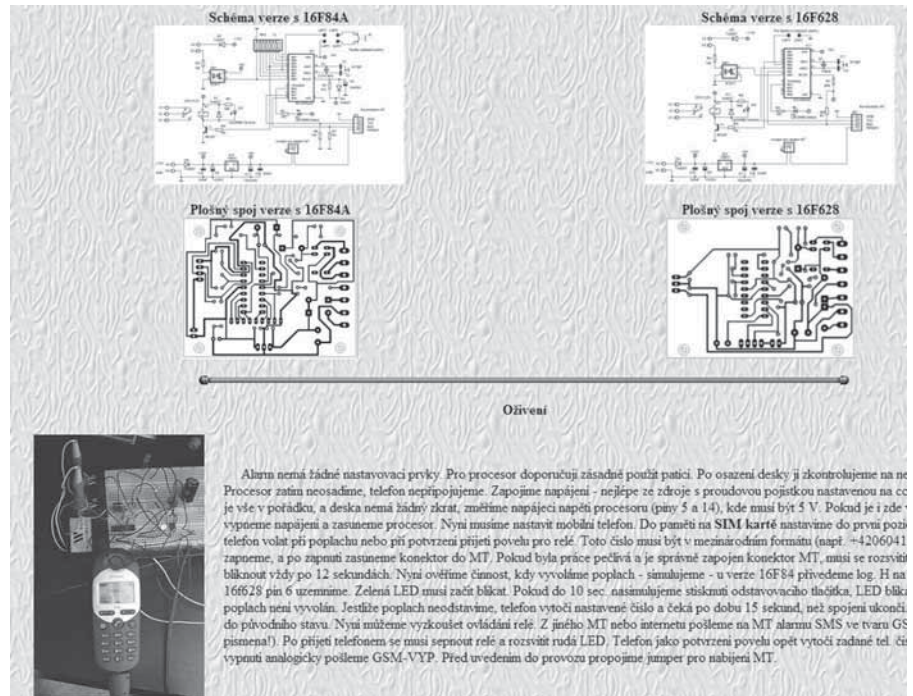
<http://www.nobbio.com/index.htm>

Pokiaľ hľadáte zaujímavý software pre prácu s mobilnou technikou GSM, odporúčam pozrieť tieto stránky. Sú tu

vychádza z návodov na BraMo, ale autor sa „pohral“ s vlastným softwarovým vybavením a všetky svoje skúsenosti vrátane zdrojových kódov publikoval na internete. Chce tak pomôcť všetkým, ktorí sa do stavby podobného zariadenia púšťajú.

K prenosu informácií bol použitý pomerne nový model telefónu Siemens C35i, ktorý má vlastný hardwarový modem. O to jednoduchšie potom sa s telefónom komunikovalo s pomocou systémového konektoru. V zapojení použil mikrokontrolér PIC 16F628 resp. v inej variante PIC16F84A.

Stránky sú pomerne komplexné a obsahujú okrem samotnej konštrukcie a návodov aj technickú dokumentáciu k rôznym typom mikrokontrolérov ako 89C1051, 89C2051, 89C4051, 89C51, 89C52. Tiež inštrukčné súbory „jednočipákov“ na báze x51, AT príkazy mobilov Siemens C35i, obvodov pre nabíjanie



**Obr. 6 - Stavba GSM alarmu - kompletný návod vrátane software na [www.dhservis.cz](http://www.dhservis.cz)**

k dispozícii rôzne programy pre analyzovanie komunikácie mobilu so základňou, prehľadanie formátu SMS správ, zisťovanie koordinát a iné „chuťovky“, ktoré idú podrobne do hĺbky týchto pomerne neznámych a exotických protokolov a formátov. Jedná sa o programy ako Monitorsoftware - SIMSpy für SIMs - PDUSpy für SMS - Listen-Konverter - KoTrans2 für VIAG-Koordinaten a podobne.

### DHSERVIS – návody na stavbu GSM alarmov GSM

<http://www.dhservis.cz/dalsi/alarm.htm>

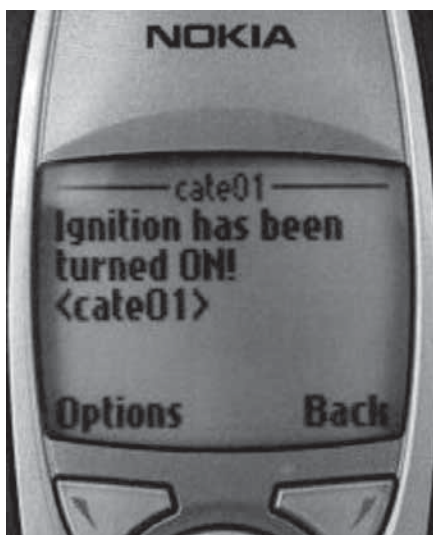
Na stránkach nájdete kompletné návody na stavbu alarmov s použitím GSM mobilov na prenos poplachu. Ideovo

NiMH akumulátorov, knižnice symbolov pre EAGLE, popisy križových prekladačov pre x51. popisy SMS formátov a iné...

### Tini Planet

[http://www.riccibitti.com/tinyplanet/tiny\\_intro.htm](http://www.riccibitti.com/tinyplanet/tiny_intro.htm)

Ďalšou inšpiráciou pri pokusoch s GSM mobilmi vám môže byť stránka talianskeho profesora Alberta Ricci. Je to nadšený konštruktér a programátor mnohých aplikácií na báze mikrokontrolérov, medzi inými aj Tiny Planet, čo je malé zariadenie pripojené do GSM. Pokiaľ mobil prijme preddefinovanú SMS správu, napríklad „Aktivuj alarm“ obvod to automaticky vyhodnotí ako príkaz a zopne



**Obr. 7 - Hlásenie o zapnutom zapalovaní v monitorovanom automobile**

výstupný port. Využitie tejto funkcie je široké, od diaľkového zapínania alarmov, kúrenia na chate cez diaľkové reštartovanie servera a podobne.

### Sériovo vyrábané zariadenia

<http://ucables.com/ref/GSM-ALARM>

Pokiaľ nie ste až takí zruční elektrotechnickí amatéri a netrúfate si na stavbu zariadenia sami, môžete sa skúsiť poobzerať po trhu hotových alarmov. Ich ponuka, kvalita a cena je rôzna, jedno staršie zapojenie je možné nájsť napríklad v ponuke Ucables. Jedná sa o rozhranie alarmu pre staré typy Ericsson mobilov. Má 1 vstupný a jeden výstupný port. Automaticky zasiela SMS keď sa zmení stav čidla. Firmware je možné doprogramovať si podľa potreby.

### Abacus Car Alarms

<http://www.abacuscarsalarms.co.uk/alarms/autowatch/autocate.htm>

Na tejto anglickej stránke si môžete urobiť jasnú predstavu ako asi vyzerá komunikácia medzi GSM alarmom a vaším mobilom. Tiež pekné profesionálne ukážky zapojovacieho plánu všetkých čidiel a sirén, ktoré prichádzajú do úvahy v automobile.

### Ruské zapojenia

<http://sergeyefanov.narod.ru/gsm/gsm.html>

Na skromnej stránke nájdete kompletnú schému zapojenia s PIC16F628. Okrem popisu riadiacich signálov však chýbajú akékoľvek ukážky riadiaceho kódu, obrazu plošných spojov a ďalšie náležitosti, bez ktorých je ťažké takéto zariadenie postaviť amatérsky. Kvalitná schéma nám môže poslúžiť pri štúdiu a inšpirovaní sa určitým riešením.

Na adrese <http://sergeyefanov.narod.ru/alarm/alarm.html> ale nájdete kompletný návod na stavbu autoalarmu, vrátane dosky plošných spojov vo formáte pcb a výpisu programu pre naprogramovanie autoalarmu. Bohužiaľ všetko je v azbuke a tak bude pre mnohých zrejme problematické zvládnuť tieto návody.

### MCU.CZ - všetko o mikrokontroléroch

<http://www.mcu.cz/modules/news/>

Pokiaľ sa chcete bližšie a hlbšie venovať problematike „jednočipákov“, odporúčam do pozornosti túto českú stránku doslova nabitú informáciami z tejto oblasti. Výhodou je najmä jazyková verzia a tiež že väčšina konštrukcií a programov je k dispozícii zadarmo. Bohaté diskusné fórum môže byť zdrojom inšpirácií a poúčeni sa z chýb ostatných.

### Doveda Boys

<http://www.cmail.cz/doveda/gsm/index.htm>

Pokiaľ chcete získať skutočne hlboké a fundované podrobné informácie o komunikácii mobilov s PIC mikroprocesormi cez AT príkazy, určite neobídite túto jednoduchú stránku. Ako píše sám autor, trvalo mu dlho kým dal tieto podrobné informácie dohromady a jeho rozhodnutie sprístupniť ich ostatným možno len chváliť.

### Záver

Problematika využívania GSM mobilov ako alarmu alebo pre monitorovanie rôznych činností je široká. Aj keď sa zdá využitie klasického mobilu ako výhodné, treba upozorniť aj na určité záludnosti a chyby, ktorým a nevyhne:

1. Sme odkázaní na dostupnosť signálu a funkčnosť siete GSM – ak vám automobil ukradnú napríklad na Silvestra, určite vám bude GSM alarm nanič, pretože vtedy zvyčajne býva sieť mimoriadne preťažaná. Taktiež stačí, aby váš ukradnutý miláčik skončil v plechovej garáži a šanca, že signál prenikne von, sa znižuje

2. Je potrebné zabezpečiť, aby páchatel nemohol vyradiť GSM napríklad nejakou výkonnou lokálnou rušičkou,



**Obs. 9 - Ukážka GSM sledovania**

odhaliť meračom intenzity v signálu alebo mechanickým zlikvidovaním (nesmie ho byť vidno). Pokiaľ ho ukrývame v plechovej karosérii, nesmieme zabudnúť na to, že signál by nemal byť zatienený príliš.

3. Mechanická odolnosť mobilu na vibrácie vznikajúce pri bežnej prevádzke vozidla po našich nekvalitných cestách je tiež otázna. Aj keď tieto zariadenia sú konštruované na otrasy, je vhodné pri umiestnení v automobile zabezpečiť jeho ochranu pred prudkými nárazmi z karosérie a podvozku. Tiež teplota, ktorá v letných mesiacoch môže vo vnútri vozidla dosahovať vysoké hodnoty určite neprospieva spoľahlivosti alarmu a mobilu. Celkove je potrebné si uvedomiť, že elektronické zariadenia vo vnútri motorových vozidiel sú podrobené mimoriadnemu tepelnému, mechanickému a chemickému pôsobeniu (striedanie teplôt, vlhkosti) a preto je dobré alarm častejšie testovať či vôbec funguje.

4. Nesmieme zabúdať ani na obnovu kreditu, aby nám telefón vôbec mohol pracovať

Napriek všetkým týmto nevýhodám predstavuje GSM spojenie vhodnú a najmä lacnú prenosovú cestu od stráženého objektu k majiteľovi, ktorú by sme inými prostriedkami nedokázali tak lacno realizovať. Výhodné je kombinovať tento spôsob ochrany s ďalšími mechanickými prostriedkami a podobne.

### AT príkazy GSM telefonů - procesory PIC

Vitám všechny návštěvníky této stránky. Na úvod Vám všem chci říct, že jsem se dlouho rozhodoval zda tuto stránku zveřejnit. Je tu spousta příkladů které jiné a Vám v komunikaci s mobilním telefonem. Trvalo mě 2 týdny cca 60 hodin sezení večer u PC a zjišťování, sepsíování příkazů do této stránky. Pokud zjistíte nesrovnalost

Úvod k AT příkazům

Používáme tzv. "AT" příkazy (z angl. Attention). Využívá se standardních povelů známých pod názvem Hayes. Navíc, pro síť GSM, evropský telekomunikační standard profily AT příkazů v normě (GSM 07.07).

AT příkazy posílané do telefonu jsou zadávány v těchto podobách.

1. Test AT příkazu, zda telefon příkazů rozumí je AT+<příkaz>=? <CR>
2. Načtení nastavených hodnot z telefonu AT+<příkaz>? <CR>
3. Zápis dat nebo hodnot do telefonu AT+<příkaz>=<parametr> <CR>

Zkratka AT je začátek příkazu, <příkaz> doplníme podle požadovaného povelu, <parametr> se zadává pouze v případě, požaduje-li to příkaz pro nastavení nebo klávesou ENTER. Při komunikaci z počítače se potvrzení <CR> nahradí znakem 0dH.

**Obr. 8 - Kvalitné a podrobné informácie od DOVEDA BOYS**