

Univerzální čítač 1300 MHz LCD

Miloš Zajíc

Původní záměr byl změnit typ displeje u čítače do 1300 MHz publikované v PE 5/97. Připojení LCD displeje k této konstrukci však nebylo jednoduché a navíc program byl omezen kapacitou paměti použitého procesoru. Proto vznikla zcela nová konstrukce, která má společně pouze vstupní obvody. Větší paměť umožnila i další funkce a rozšíření. Opět byl kladen důraz na velký poměr výkon/cena. Novinkou jsou všechny konstanty programovatelné jednoduše uživatelem. Pro jednoúčelové aplikace lze také nastavit výchozí stav přístroje po zapnutí (funkce a rozsah).

Popsaný čítač umožňuje svou velkou univerzálností většinu měření i dosti speciálních, potřebných v dílně radioamatéra či jinde. Jako číslicová stupnice je použitelný prakticky pro všechny typy přijímačů od dlouhých vln přes televizní až po satelitní.

Z dosažených parametrů a počtu funkcí (lze je doplňovat a rozšiřovat) je vidět, že stavba čítače z klasických obvodů je dnes již neefektivní.

Základní technické údaje

Vstup A

Kmitočtový rozsah: 5 Hz až 30 MHz.

Citlivost: < 100 mV (typ. 30 mV).

Vstupní odpor: 1 MΩ.

Rozlišení: 100; 10; 1; 0,1 Hz.

Vstup B

Kmitočtový rozsah: 20 až 1300 MHz.

Citlivost: < 100 mV (typ. 10 mV).

Vstupní odpor: 50 Ω.

Rozlišení: 10; 1; 0,1; 0,01 kHz.

Měření šířky impulsů

Rozsah: 0 až 999 s.

Citlivost: TTL.

Vstupní odpor: 1 MΩ.

Rozlišení: 1 μs; 1 ms.

Další funkce

Zobrazení TV kanálu a odchylky.

Měření velmi nízkých kmitočtů:
pod 1 Hz rozlišení 1 μHz.

Měření teploty.

Stav po zapnutí.

Otáčkoměr: 1 až 100 000 ot./min,

5 rozsahů - aut. volba,

dělitel 1 až 6.

Prostý čítač: 7 dekád s předvolbou,

výstup koincidence.

Stopky: do 24 hodin,

rozlišení 0,01 s.

Externí předdělič:

1:2, 1:4, 1:64, 1:128, 1:256.

Mf. kmitočty: 15x,

volně programovatelné

s krokem 10 Hz,

1x korekce SSB.

Zobrazovač: maticový LCD

16x 1 znak,

V2.0 pro 16x 2 znaky.

Ovládání: 3 tlačítka:

Funkce +, Funkce -, Rozsah.

Osazení: 6 IO, 3 tranz., 11 diod.

Napájení: 5 V stab., max.

17 až 50 mA podle funkce,

nebo 7 až 12 V nestab.

Rozměry: 80 x 85 x 40 mm

(desky s pl. spoji bez tlačítek).

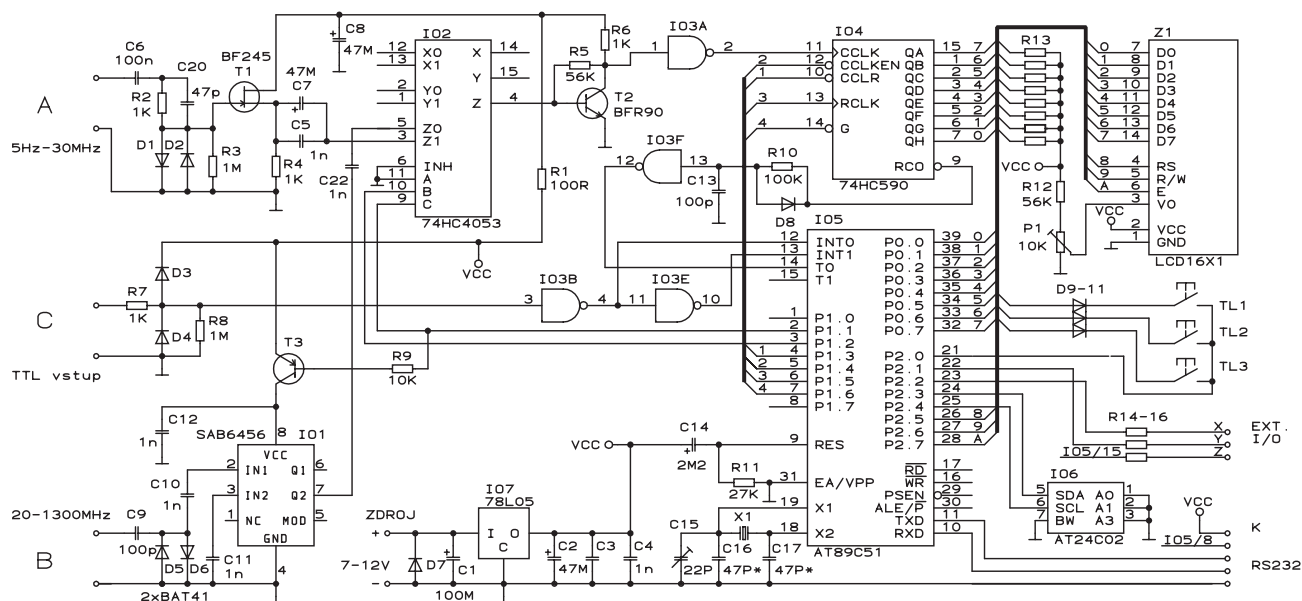
Popis zapojení

Schéma zapojení celého čítače je na obr. 1. Jádrem je jednočipový mikroprocesor řady 8051. Vzhledem k počtu požadovaných vstupů a výstupů a velikosti programové paměti je použit typ v pouzdře DIL40 AT89C51 s pamětí programu PEROM. Ta má výhodu v možnosti mnohonásobného programování (až 1000x) bez nutnosti mazání UV světlem. Procesor pracuje z důvodu menší spotřeby na kmitočtu 12 MHz. Celkově malá spotřeba a typ displeje má příznivý vliv i na malou úroveň rušení. Pro paměť uživatelských údajů (mf. kmitočty aj.) je použita sériová paměť EEPROM IO6 s kapacitou 256 bajtů. Její kapacita není plně využita. Počet předvoleb je omezen na 16, aby krokování v menu nebylo příliš zdoluhavé. S pamětmi se sběrnici I²C mám lepší zkušenosti než s typy 93Cxx. Firma ATMEL vyrábí procesor i s pamětí EEPROM v jednom pouzdře, ale jeho cena je podstatně vyšší než kombinace dvou samostatných IO.

Brána P0 procesoru je využita jako osmibitová obousměrná sběrnice. Ta zajišťuje komunikaci s displejem, rychlým předděličem a klávesnicí.

Jako zobrazovač je použit inteligentní alfanumerický zobrazovací modul 1x 16 znaků. V případě potřeby lze použít i typ displeje s podsvětlením LED nebo luminiscenční folii. Je to jen otázka ceny a spotřeby. Podsvětlení je však značně energeticky náročné v porovnání s ostatní elektronikou čítače. Existuje verze programu i pro dvouřádkový displej.

Vstupní signál s kmitočty do 30 MHz je po oddělení stejnosměrné složky přiveden na omezovací ochranné diody a



na oddělovací stupeň s T1. Ten slouží pouze k dosažení velké vstupní impedance. Další stupeň je navázán kapacitně C7 a C5. Kapacita C7 určuje spodní mezní kmitočet vstupu A. Signál dále prochází přes elektronický přepínač vstupů IO2. Vzhledem k přepínání dosti vysokých kmitočtů musí být IO2 v provedení HC(T). Jeho funkce je ovládána programově. Další část tohoto obvodu je využita při funkci měření BFO. Tranzistor T2 slouží jako širokopásmový zesilovač pro dosažení potřebné citlivosti. Pracovní bod T2 je nastaven rezistorem R5. Na kolektoru T2 je již signál s dostatečným rozkmitem pro následující tvarovač CMOS. Z něj pokračuje již signál s obdélníkovým průběhem do rychlého předděliče IO4. Jeho výstup s kmitočtem 256krát nižším je po upravení R10, C13, D8, IO3 na potřebnou šířku zpracováván procesorem. Předdělič zvyšuje nízký mezní kmitočet čítače mikroprocesoru. IO4 spolu s vnitřním čítačem procesoru tvoří hlavní binární čítač o délce 32 bitů. Ten slouží pro téměř všechna hlavní měření.

Při měření velmi vysokých kmitočtů je signál přiváděn na děličku ECL IO1.

Ta dělí poměrem 64, takže lze použít i typy od jiných výrobců (např. známý U664BS aj.). Vstup děličky je chráněn proti přepětí dvojicí Schottkyho diod D5, D6. Citlivost a mezní kmitočet vstupu B jsou určeny vlastnostmi IO1. Výstup je přiveden přes C22 na přepínač IO2 a zesilovač T2. Napájecí napětí děličky je spínáno programově pomocí T3. Tak je napájení vstupu B zapnuto pouze tehdy, vyžaduje-li to zvolená funkce. Vzhledem ke spotřebě děličky IO1 oproti zbytku zapojení je to výrazná úspora.

Pro měření impulsů se využívá vstup C. Pro měření i velmi pomalých dějů musí být se stejnosměrnou vazbou. Vstupní signál přichází přes ochranu tvořenou R7, D3, D4 na tvarovač IO3. Jeho výstupy jsou připojeny na vstupy přerušení procesoru. Protože přerušeni reaguje pouze na sestupnou hranu, je signál pro druhé přerušeni invertován. Funkce prostého čítače využívá též tento vstup.

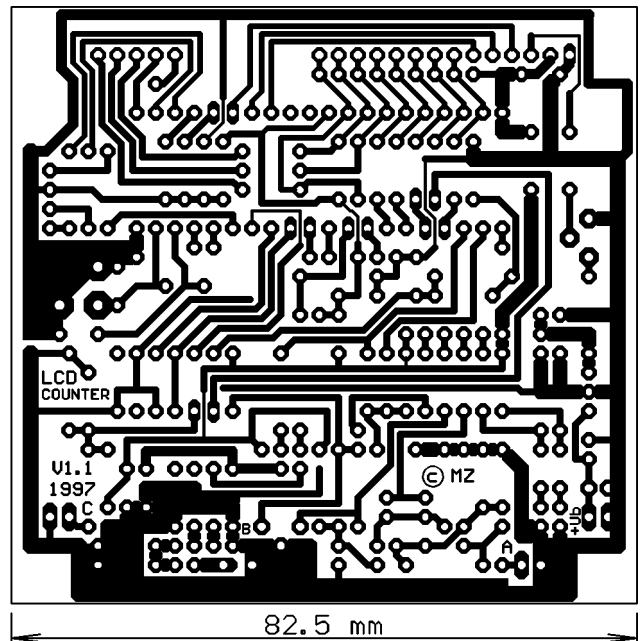
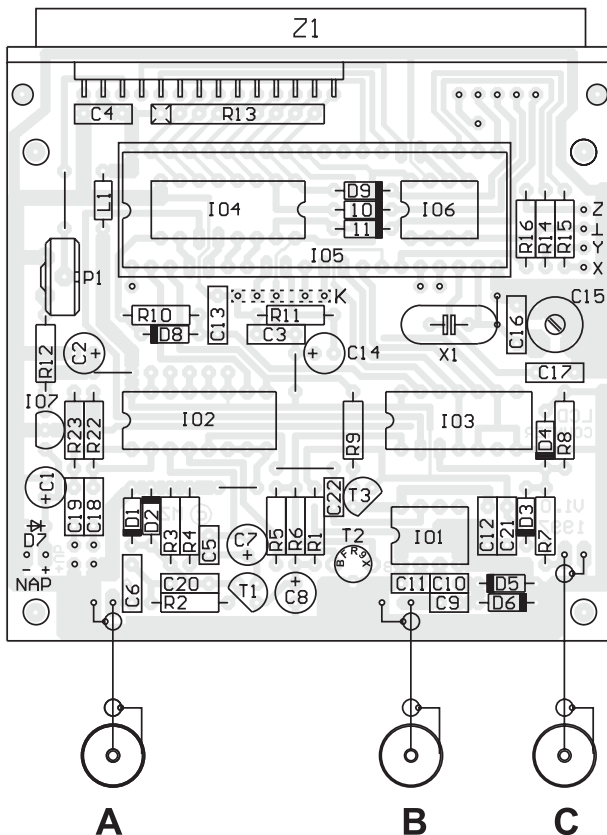
Na desce je připraveno připojení obousměrného sériového kanálu (RS232). Vzhledem k dostupnosti procesorů s dostatečně velkou pamětí, může být čítač bez problémů rozšířen o další funkce.

Popis programového vybavení

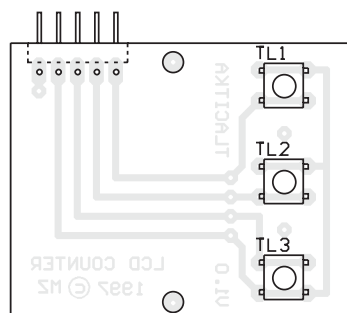
Celý program je napsán v assembleru a u verze 1.0 má zdrojový text asi 3000 řádek. Při většině měření je použita aritmetika s rozlišením 32 bitů (10 dekád), u některých funkcí až 48 bitů pro dosažení požadované přesnosti. Program v procesoru je blokován proti čtení.

Pro běžná měření vyšších kmitočtů je použito klasického způsobu, tj. měří se počet impulsů za přesně definovanou dobu. Má to své opodstatnění. Použití způsobu (např. AR 5/94) měření počtu impulsů a jejich celkové délky za přibližně konstantní dobu dává velmi dobré výsledky při měření velmi nízkých kmitočtů, ale celková přesnost této metody je omezena rychlostí použitého mikroprocesoru (max. 5-6 dekád) při stejné měřicí době. Proto je zde tento princip použit pouze u otáčkoměru, kde je výhodný. Pro měření velmi nízkých kmitočtů je použita funkce výpočtu kmitočtu z periody signálu.

Dále není použito matematických operací ke korekci předděličů. Koriguje se změnou délky měřicí doby. Tím odpadá použití kritických aritmetických



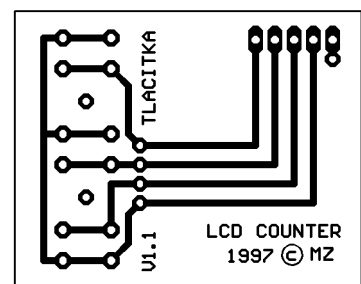
Obr. 2.
Deska s plošnými spoji
čítače a tlačítek



Funkce +

Funkce -

Rozsah



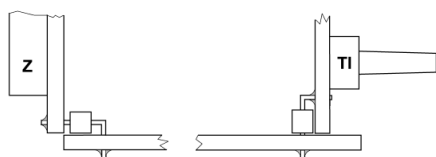
operací (hlavně dělení), při kterých se údaj zaokrouhluje a vznikají nepřesnosti.

Stavba a oživení

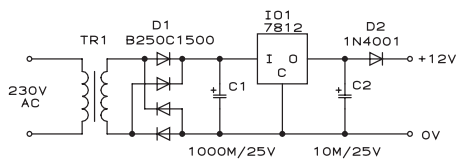
Většina použitých IO je typu CMOS včetně displeje, a proto dodržujte zásady pro zacházení s těmito součástkami.

Celá elektronika čítače je na jedné desce s plošnými spoji (obr. 2). Malá destička s tlačítky slouží v podstatě pouze jako mechanický montážní díl. V případě použití jiných typů tlačítek (např. kulatých do panelu) ji nemusíme použít.

Jako první osadíme 5 drátových propojek. Potom osazujeme postupně další součástky od nejmenších po největší. *Pokud nebudeme používat variantu SSB s měřením BFO, nemusíme osazovat R22, R23, C18, C19.* Též není nutný stabilizátor IO7 při použití stabilizovaného zdroje. Součástky kolem IO1 by měly mít co nejkratší vývody. Zde je



Obr. 3. Montáž desky displeje a tlačítek



Obr. 4. Napájecí zdroj pro čítač

možno použít kondenzátory v provedení SMD.

Pro dosažení malých rozměrů jsou dva IO umístěny pod procesorem. Proto si předem překontrolujeme, zda je použita objímka vhodná. Většina běžných objímek vyhovuje. Displej a deska tlačítek jsou propojeny úhlovými špičkami. Způsob montáže displeje a desky tlačítek je detailně znázorněn na obr. 3. Tuto operaci provedeme jako poslední, přičemž dbáme na kolmost obou desek. Pro zvětšení mechanické pevnosti je vhodné displej s deskou tlačítek spojit dvěma šrouby M2 s distančními podložkami tl. 3 mm.

Pro propojení vstupních konektorů s deskou (zejména vstup B) musí být použit kvalitní vf koaxiální kablík přiměřené tloušťky.

Oživení je velmi jednoduché. Celá konstrukce je podřízena maximální jednoduchosti a minimálnímu počtu nastavovacích prvků. Při pečlivé práci (hlavně pájení) by měl přístroj pracovat na první zapojení. Při prvním zapnutí doporučuji zdroj s proudovým omezením na asi 50 mA a postupně zvětšovat napětí od nuly. Dají se tak bez poškození identifikovat obráceně zapájené obvody a jiné chyby vedoucí většinou k destrukci součástek. Trimrem P1 nastavíme požadovaný kontrast displeje. Je přitom nutno brát v úvahu též úhel pohledu na displej.

Nejdůležitější činností je nastavení přesného kmitočtu oscilátoru. Na vstup přivedeme signál z kvalitního generátoru nebo normálu o kmitočtu 10 až 20 MHz. Zvolíme rozlišení 1 Hz a trimrem C15 nastavíme shodný údaj na generátoru a čítači. Nastavovat při vyšším rozlišení nemá význam, protože celková přesnost tak velká není. Pokud rozsah trimru nestačí, změníme kapacitu

C16 (C17) na potřebnou velikost. Rozptyl parametrů krystalů co do kmitočtu a schopnosti kmitat v daném zapojení je bohužel dost velký i od jednoho výrobce.

Pokud chceme dosáhnout maximální citlivosti, tak zkontrolujeme napětí na kolektoru T2. Mělo by zde být asi 2 až 3 V bez signálu. Případně změníme odpor R5 tak, aby citlivost byla co největší. Nastavovat pracovní bod tranzistoru je vhodné provádět se signálem o kmitočtu v horní polovině rozsahu příslušného vstupu.

Mechanická koncepce

Vzhledem k tomu, že se jedná o vf zařízení, měla by být krabička kovová. Použijete-li plastovou, měla by správně být uvnitř opatřena alespoň stíněním z izolované měděné fólie. Je to vhodné z hlediska vyzařování obvodů čítače a naopak při používání čítače v silném vf poli. U zobrazeného vzorku je použita kovová krabička UAH 312 (GM Electronica). Nejprpracnějším je vyřezání otvoru pro displej. S použitím plastového rámečku (GM) dosáhneme perfektního vzhledu i při nepřilíš přesné práci. Na čelním panelu je nalepen kontaktním lepidlem šítek (obr. 4). Celkové provedení je vidět na snímcích. Deska elektroniky je upevněna čtyřmi distančními sloupky se závity M3. V zadní části je umístěn zdroj na dvou distančních sloupcích. Zadní panel obsahuje síťový vypínač, zásuvku pro síťovou šňůru a konektor pro vnější zdroj 12 V.

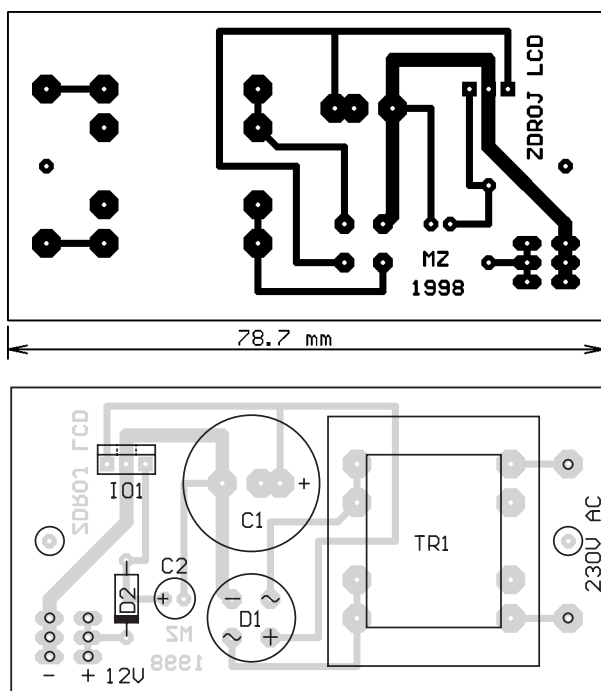
Celkové provedení není nijak závazné, lze např. použít variantu s displejem rovnoběžně nad základní deskou s plošnými spoji. Tato možnost je vhodná při konstrukci přístroje „do ruky“. Celkové rozměry potom jsou malé.

Zájemce o změnu obrazce plošného spoje musím upozornit, že vzhledem k malým rozměrům zařízení je návrh desky dosti kritický. Deska byla dvakrát přepracovávána, protože vstupní zesilovače byly rušeny logickou částí. Díky vhodné konstrukci a vedení zemních spojů byl tento problém odstraněn.

Upozornění: Jednořádkové displeje 16x1 znaků mají vývody na horní straně. Proto je základní deska s připojeným displejem v normální poloze stranou pájení nahoru. Dvouřádkové displeje jsou většinou obrácené, tedy vývody dolů a deska je potom v normální poloze.

Napájení

Při použití displeje LCD je spotřeba přístroje dosti malá. Při měřeních, kdy je signál přiveden na vstupy A a C, je asi 15 mA a při měřeních se signálem na vstupu B asi 45 mA (bez IO7). Ze zkušeností s předchozími typy čítačů vím, že je často zničen procesor nepozorností – přivedením velkého napájecího napětí. Proto je na desce umístěn stabilizátor 78L05, který je možno na-



Obr. 5. Deska s plošnými spoji zdroje čítače

hradit propojkou při napájení ze stabilizovaného zdroje. Dioda D7 slouží jako ochranná.

V popisovaném vzorku je použit síťový zdroj dle obr. 4. Je tak jednoduchý, že není asi třeba dalšího komentáře. Výstup zdroje je vyveden též na konektor na zadním panelu. Konektor lze použít např. pro napájení z autobaterie nebo naopak jako výstup 12 V pro napájení různých doplňků.

Při bateriovém napájení by bylo nevhodnější použít malý spínaný zdroj z napětí 9 V nebo naopak z 1 až 2 článků. Velmi dobré obvody na tyto aplikace vyrábí firma MAXIM (viz AR B 6/96).

Návod k obsluze

Pro ovládání přístroje slouží tři tlačítka FUNKCE+, FUNKCE- a ROZSAH. Tlačítka FUNKCE si vybíráme potřebnou funkci. Její název je zobrazen na displeji. Jako první písmeno se u každé funkce zobrazuje název použitého vstupu (A, B, C).

A vstup pro signály od 5 Hz do 30 MHz.

B vstup pro signály od 20 do 1300 MHz.

C stejnosměrný vstup TTL pro měření impulsů, velmi nízkých kmitočtů, prostý čítač a otáčkoměr.

Prvním stiskem FUNKCE+ nebo FUNKCE- se na chvíli zobrazí název aktuální zvolené funkce. Dalším stiskem se po dobu zobrazení názvu dají funkce přepínat. Pokud se tlačítko znovu nestiskne, zůstává aktivní zvolená funkce. Tlačítkem ROZSAH se volí měřicí rozsah nebo parametr funkce. Při většině měření signalizuje hvězdička vlevo na displeji blikáním funkci hradla (GATE).

Každý ukončený zápis do paměti EEPROM zobrazí kontrolní hlášení: *Zapsáno O.K.* Po zapnutí přístroje se asi na 1 s objeví číslo verze programového vybavení.

U varianty s dvouřádkovým displejem je na horním řádku trvale zobrazen název funkce a na spodním řádku měřený údaj. Po stisku tlačítek FUNKCE se na spodním řádku objeví znaky „=“.

Nastavení výchozího stavu

Pokud používáme přístroj často na stejné měření, musíme normálně po

každém zapnutí nastavit požadovanou funkci a rozsah. Tato nová funkce nám zbytečnou práci ušetří. Postup nastavení:

- nastavíme požadovanou funkci i rozsah (případně i mf kmitočet),
- stiskneme tlačítko FUNKCE+, držíme a současně s ním stiskneme FUNKCE-. Obě tlačítka stále držíme a asi po 3 s se objeví na displeji: *Zapsáno O.K.* Tlačítka pustíme.

Nyní se po každém zapnutí automaticky nastaví čítač do stavu, v jakém jsme provedli zápis. Tuto funkci lze použít např. v případě, že je přístroj vestavěn do jiného jako jednoúčelový – třeba jako stupnice.

Popis funkcí

A : Frekvence nízké

Měření kmitočtů do 30 MHz. Jsou k dispozici 4 rozsahy s rozlišením 100; 10; 1; 0,1 Hz.

A : Stupnice nízké frekvence

Měří kmitočet shodně jako předchozí funkce, ale před zobrazením je přičten nebo odečten mezifrekvenční kmitočet – záleží na zvoleném údaji a znaménku v následující funkci (též v závislosti na vnějším vstupu, viz 2. část: Doplňky - využití vstupů a výstupů).

A : Nastavení MF nízké

Stiskem tlačítka ROZSAH vybereme potřebný údaj včetně znaménka. K dispozici je celkem 16 hodnot, každá s možností odečtení nebo přičtení. Poslední předvolba je vyhrazena pro korekci šířky pásma filtru při příjmu SSB. Je označena zobrazením písmena S vlevo na displeji.

Údaj mf kmitočtu lze nastavit jiný pro nízké kmitočty a jiný pro vysoké. Tabulka kmitočtů je ale pro obě funkce shodná.

Mezifrekvenční kmitočet může být až 1000 MHz s krokem 10 Hz. Změníme ho následujícím způsobem. Vybereme příslušný údaj. Stiskneme tlačítko ROZSAH na dobu delší než 3 s. Zapnutí editačního režimu se projeví blikající tečkou. Nyní tlačítkem FUNKCE+ a FUNKCE- nastavíme údaj v příslušné dekádě. Stiskem tlačítka ROZSAH se

posuneme na následující dekádu. Krokovat je možno znovu dokola. Editaci ukončíme a údaj zapíšeme do paměti opět dlouhým stiskem tlačítka ROZSAH. Zápis je potvrzen zprávou: *Zapsáno - O.K.*

Čítač je dodáván s předprogramovanými běžnými mf kmitočty. Ty je možno samozřejmě jakkoliv změnit podle potřeby.

B : Frekvence vysoké

Slouží k měření kmitočtů asi od 20 MHz výše. S menší citlivostí vstupu lze měřit i kmitočty pod 20 MHz. Měří s rozlišením 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz a 10 Hz. Většina vř dělíček bez signálu kmitá, což se projevuje na displeji neustále měnícím se údajem řádu stovek MHz. Pro dosažení maximální rychlosti měření a citlivosti není použito programové blokování tohoto jevu.

B : Stupnice vysoké frekvence

Měří stejným způsobem jako předchozí funkce, ale s korekcí mf kmitočtu.

B : TV kanály

Pokud měřený kmitočet spadá do oblasti TV vysílání (včetně kabelové TV i hyperband), zobrazí se na displeji číslo kanálu a jeho odchylka od nosné obrazu v této formě:

např. *Ch:R 41 -1,23 MHz*

kanál 41, odchylka -1,23 MHz;

Ch:S 23 0.25 MHz

kabel. kanál 23, odchylka +0,25 MHz.

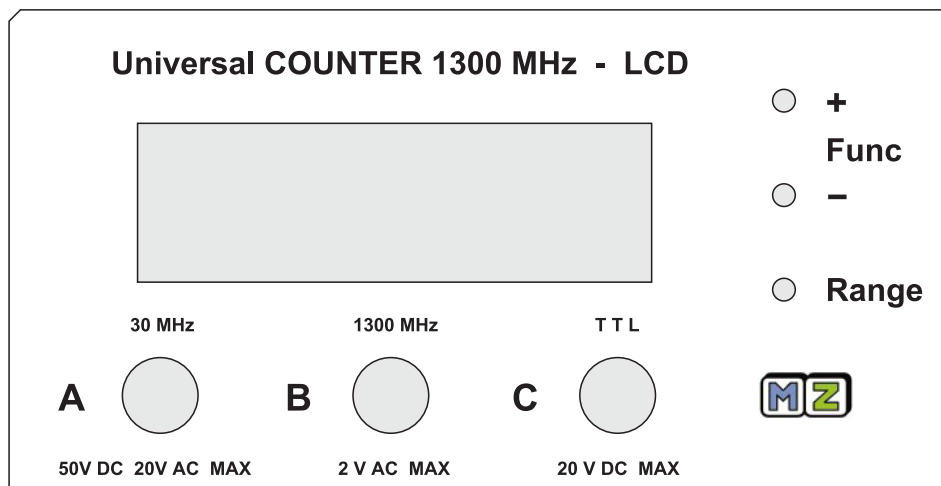
Pokud je měřený kmitočet mimo jakékoliv pásmo, zobrazí se údaj o kmitočtu. Tlačítkem ROZSAH je možno kdykoliv přepnout ze zobrazení kanálů na kmitočet a opačně.

Při tomto měření je vždy zapnuta korekce mf. kmitočtu. Pokud chceme měřit přímý kmitočet (bez korekce) musí být zvolen nulový mf kmitočet. Je proto vhodné si nechat jednu předvolbu mf kmitočtu nulovou. Tabulka kanálů je podle normy CCIR - D/K, přičemž kabelové kanály jsou dle CCIR - B/G. Tato kombinace je u nás nejčastěji používaná.

B : Nastavení MF vysoké

Nastavení údaje o mf kmitočtu pro vysoké kmitočty. Postup je stejný jako pro nízké, ale je možno nastavit jiný údaj.

Obr. 6.
Čelní panel
přístroje
v krabičce
UAH 312



Externí předdělič

Pro měření vysokých kmitočtů až do 5 GHz je možno použít externích předděličů. Funkce zajišťuje korekci tak, aby displej ukazoval správný údaj bez nutnosti přepočtu. Nejsou též nutné žádné doplňující obvody pro dosažení dekadického dělicího poměru. Použití externích předděličů je vhodné z hlediska připojení. S přenosem nižších kmitočtů delším kabelem jsou vždy menší problémy. K dispozici jsou tyto varianty:

- 1:2** – Vstup B. Rozšíření kmitočtového rozsahu dvakrát, tj. až do 2,6 GHz (SAB8726, U832).
- 1:4** – Vstup B. Rozšíření rozsahu do 3,5 až 5 GHz (podle mezního kmitočtu IO, např. U834 do 3 GHz).
- 1:64** – Vstup A. Pro použití s externí předděličkou jako sondou. Kmitočty do 1,3 GHz, parametry jako vstup B. Sonda obsahuje pouze 1 IO (SAB6456, U664BS, U813BS) bez dalších děličů a tvarovačů. Též pro měření na starších TV kanálových voličích s vestavěnou děličkou.
- 1:128** – Vstup A. Pro externí děličku 128. Používá se hlavně ve vstupních jednotkách satelitních přijímačů. Čítač je možno použít jako stupnici pro starší přijímače.
- 1:256** – Vstup A. Jako sloučená varianta b) + c) s externí předděličkou 64x a 4x (MB506).

Při použití variant c), d), e) se používá vstup A. Tato skutečnost je zobrazována na displeji.

C : Impuls - šířka v log. „1“

Měření šířky impulsu v logické úrovni „H“. Měří od 1 μ s do maximální délky 999 s ve dvou rozsazích. Rozlišení je 1 μ s a 1 ms. Vstupní signál musí mít úroveň logiky TTL. Ke změření stačí jeden impuls. Do příchodu dalšího zůstává změřená hodnota na displeji. Pokud signál nesplňuje parametry popsané dále, může být údaj zobrazován na displeji nestabilní.

C : Impuls - šířka v log. „0“

Měření šířky impulsu v logické úrovni „L“. Rozlišení je stejné jako při předešlé funkci. Pro změření jsou nutné 2

celé periody signálu.

C : Impuls - perioda signálu

Pro měření periody signálu je změněna doba trvání v obou úrovních a zobrazen jejich součet. Rozsah měření je shodný jako u šířky impulsu.

C : Impuls - frekvence

Pro měření velmi nízkých kmitočtů se používá metoda výpočtu kmitočtu z periody. Přepínání rozsahů je u této funkce automatické. Největší přesnosti je dosaženo na kmitočtech menších jak 1 Hz. Směrem k vyšším kmitočtům se přesnost postupně zmenšuje, takže pro kmitočty asi od 100 Hz výše je lepší použít vstup A.

Pro všechna měření impulsů je maximální vstupní kmitočet signálu omezen na asi 50 kHz. Minimální šířka impulsu je 1 μ s.

C : Otáčkoměr

Pro měření otáček je použit algoritmus, pracující na principu měření počtu impulsů a jejich celkové délky za určitou jednotku času, která je zhruba konstantní. Výpočtem je z těchto hodnot získán požadovaný údaj. Tento algoritmus má svoje výhody i nevýhody, jak již bylo řečeno. Zde je výhodný.

Měření otáček pracuje v rozsahu asi od 1 ot/min do 100 000 ot/min. V celém rozsahu je přesnost měření lepší jak 0,1 %, tj. vždy minimálně 4 platné číslice. Lze tedy měřit např. otáčky 600,0 ot/min s přesností až na 0,1 ot/min. Přepínání rozsahů je automatické. Měřicí doba je konstantní asi 1 s a prodlužuje se u velmi malých údajů na dobu délky 1 periody vstupního signálu.

Pro korekci způsobu snímání je k dispozici dělitel v rozsahu 1 až 6. Udává počet impulsů ze snímače na jednu otáčku. Např. přerušovač klasického čtyřválcového čtyřtaktního motoru dává 2 impulsy za jednu otáčku. Dělitel se přepíná stiskem tlačítka ROZSAH. Jedním stiskem se zobrazí právě nastavený údaj a dalším stiskem jej lze změnit.

Pro vstup signálu je použit vstup C s úrovní TTL a stejnosměrnou vazbou. Ta je nutná, protože vstupní signál může mít velmi nízký kmitočet. Ma-

ximální kmitočet vstupu otáčkoměru je asi 5 kHz (50 000 ot/min při děliteli 6, což je více než dostatečné). Vstupní impulsy musí mít šířku minimálně 110 μ s. Některé snímače lze připojit na vstup přímo. Přímé připojení mechanického spínacího kontaktu nedoporučují.

C: Prostý čítač

Jedná se o prostý čítač impulsů s předvolbou. Každý impuls na vstupu znamená zvětšení údaje na displeji o 1. Nuluje se stiskem tlačítka FUNKCE+ nebo FUNKCE-. Nulovat lze též vnějším signálem v úrovni „L“ přivedeným na vývod X. Čítač čítá na náběžnou hranu signálu.

Novou funkci je předvolba. Po stisku tlačítka ROZSAH se zobrazí údaj předvolby – např. *Pre : 12345*. Dosáhne-li čítač tohoto stavu, objeví se na displeji před údajem o počtu impulsů znak *P* a na vývodu *Y* se změní signál na úroveň „L“. Tímto signálem lze ovládat např. spínač s relé.

Předvolby se změní stejným způsobem jako změna měřicího kmitočtu. Stiskem tlačítka ROZSAH na délku jak 3 s přejdeme do režimu editace. Ukončíme jej stejným postupem.

Maximální kmitočet čítání je asi 50 kHz a šířka impulsu min. 2 μ s. Mechanický kontakt nelze připojit přímo bez ošetření jeho zákmitů.

Stopky

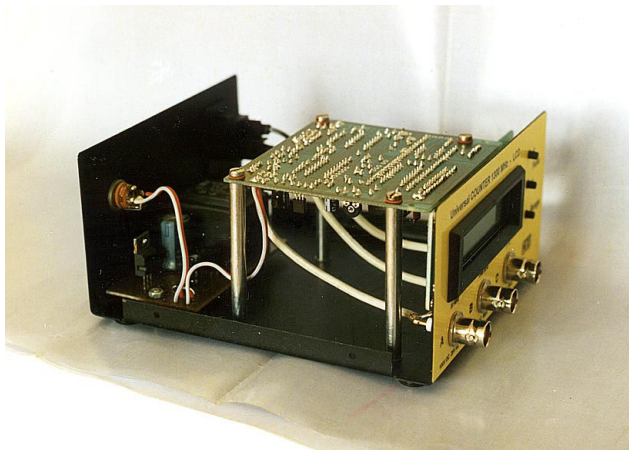
Slouží k měření časového intervalu. Start a Stop se ovládá tlačítkem ROZSAH a nulují se jedním stiskem tlačítka FUNKCE+ nebo FUNKCE-. Časový údaj je zobrazen ve tvaru:

1h 23m 45.67s

Stopky mají 24hodinový cyklus a měří s rozlišením na 0,01 s. Funkce nulování i spuštění je možno ovládat vnějším logickým signálem.

Měření teploty

Do poslední verze programu byla doplněna funkce teploměru. Pro snímání je použito čidlo typu SMT 160-30-92, které má výstup v podobě šířkově modulovaného obdélníkového signálu. Ten je zpracováván speciálním programem v čítači a zobrazován. Rozsah měření je -45 °C až 130 °C, rozlišení 0,1 °C.



Obr. 7. Vnitřní a vnější provedení čítače

▷ Čidlo dodává GM Electronic a je uvedeno v katalogu pro rok 1998 na straně XII (označení je zde pravděpodobně chybné, uvedeno SMT 100 místo 160) . Najdete zde základní technické údaje i zapojení pouzdra. Cena čidla je asi 115 Kč. Je to sice o něco více než za jiné typy s analogovým výstupem, ale má to některé výhody, které jsou k „nezaplacení“. Čidlo totiž připojíme a můžeme okamžitě měřit. Není nutná žádná kalibrace(!), protože tu zajišťuje výrobce. Nemusíme tedy zdlouhavě nastavovat údaj při 0 a 100 °C, většinou ještě opakovaně, jak je to nutné u naprosté většiny jiných zapojení. Další výhodou je, že přenos signálu z čidla je digitální, takže na přívodní kabel jsou kladeny minimální nároky. Nemusí být stíněn až do 20 m vzdálenosti a jeho průřez může být velmi malý. Také lze velmi snadno čidla zaměňovat nebo přepínat, což u nekalibrovaných typů nejde.

Vlastní připojení čidla je velmi jednoduché. Výstup se připojuje přímo do vstupu C. Napájení čidla 5 V můžeme odebírat z logické části čítače. Odběr je velmi malý, asi 0,2 mA.

Rozpiska součástek

deska čítače

R1, R22, R23	100 Ω
R2, R4, R6, R7, R14 až 16	1 kΩ
R3, R8	1 MΩ
R5, R12	56 kΩ
R9	10 kΩ
R10	100 kΩ
R11	27 kΩ
R13	8x 10 kΩ
P1	10 kΩ, trimr
C1	100 μF/16 V
C2, C7, C8	47 μF/10 V
C3 až C5, C10 až C12, C18, C19, C21, C22	1 nF
C6	100 nF/100 V, fól.
C9, C13	100 pF
C14	2,2 μF/63 V
C15	22 pF, trimr
C16, C17, C20	47pF
D1 až D4, D8 až D11	1N4148
D5, D6	BAT41
D7	1N4001
T1	BF245
T2	BFR90(91)
T3	BC556(557)

IO1	SAB6456
IO2	74HC4053
IO3	74HC14
IO4	74HC590
IO5	AT89C51, naprogramovaný
IO6	AT24C02
IO7	78L05
X1	12,000 MHz
L1	68 μH
Z1	LM16155
TI1 až TI3	P-B1720D

napájecí zdroj

C1	1000 μF/25 V
C2	10 μF/25 V
D1	B250C1500
D2	1N4007
IO1	7812
Tr1	WL4812-1

V druhé části článku budou popsány různé doplňky a rozšíření čítače. Stavebnici je možno si objednat na adrese autora: Miloš Zajíc, Hálkova 739, 289 11 Pečky, tel. 0321 / 785510 e-mail: milos@zajic.cz http://www.zajic.cz

(Pokračování)

Doplňky k čítači 1300 MHz LCD

Miloš Zajíc

Článek navazuje na čítač popsaný v předešlém čísle. V této části bych chtěl popsat různé doplňky k čítači a další možnosti rozšíření a zlepšení parametrů. Některá zapojení jsou použitelná i pro jiné typy čítačů (PE 5/96, 12/96, 5/97). Vzhledem k velké univerzálnosti přístroje jsou popsány jen základní náměty, ze kterých si čtenář může udělat představu o možnostech využití přístroje.

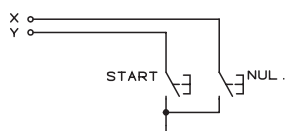
Příklady využití vnějších vstupů a výstupů X, Y, Z

Čítač má k dispozici v základním provedení 3 univerzální vstupy/výstupy označené X, Y, Z. Jejich význam je různý podle zvolené funkce. Všechny tři vstupy mají jednoduchou základní ochranu před poškozením, realizovanou sériovým rezistorem s odporem 1 kΩ. Je vhodné se řídit těmito zásadami:

- Pokud jsou přívody ke vstupu dlouhé, zmenšíme vstupní impedanci zapojením rezistorů mezi vstup a napětí +5 V. Odpor mohou mít od 1 až do 22 kΩ. Při malých odporech a sepnutém spínači se sice zvětší spotřeba, ale odolnost proti rušení je větší.
- Pokud přístroj pracuje v blízkosti vf zařízení, je vhodné ještě vstupy blokovat keramickým kondenzátorem 1 až 10 nF, umístěným hned u svorek X, Y, Z na desce.
- Pe-li nutné připojit čítač ve větší vzdálenosti (kabel ke vstupům dlouhý desítky metrů), je nejlepší použít galvanické oddělení optočleny.

Stopy

Na obr. 1 je znázorněno připojení vnějších spínačů pro ovládání stopky. Stopy běží, pokud je spínač START sepnut.

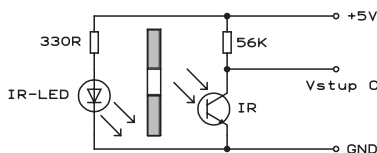


Obr. 1. Ovládání stopky vnějším signálem

Prostý čítač

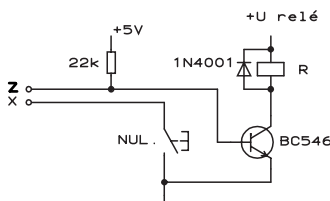
Pro prostý čítač můžeme snímat impulsy např. optoelektrickou závorou podle obr. 2. Dioda i fototranzistor pracují s infračerveným světlem, protože mají v této oblasti spektra lepší parametry. Snímací vzdálenost je určena vlastnostmi použitých prvků (vyzařovací úhel atd.) a při použití optiky může být až několik metrů. V případě potřeby lze zvětšit proud diodou na 50 až 100 mA podle typu. Lze použít i variantu, u níž

paprsek není přerušován, ale snímán odrazem od fólie nalepené na pohyblivé části. Nevýhodou zapojení je citlivost na silné okolní světlo. Tu lze omezit použitím infračerveného filtru před fototranzistorem.



Obr. 2. Optický snímač

Využití výstupu prostého čítače je znázorněno na obr. 3. Relé rozezne, načítá-li čítač číslo shodné s nastavenou předvolbou. Relé může být pro napětí 5 až 24 V a proud do 50 mA. Pokud potřebujeme větší výstupní proud, je lepší použít tranzistory v Darlingtonově zapojení nebo tranzistor MOSFE. Výstupem Z je možno též spínat přímo optotriak (SSR) a tím i síťové napětí. V případě potřeby většího výstupního proudu zmenšíme odpor R14 (PE3/99).



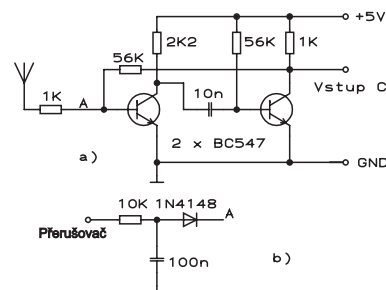
Obr. 3. Aplikace prostého čítače s předvolbou

Otáčkoměr

Ke snímání otáček z otočných částí je možno použít stejné zapojení jako pro prostý čítač z obr. 2. Pro měření otáček spalovacích motorů s jiskrovým zapalováním lze použít přípravku pro "bezdrátové" měření. Zapojení je na obr. 4a. Ke snímání zapalovacích impulsů slouží anténa z asi 30 až 50 cm dlouhého vodiče, kterou stačí přiblížit k motoru. Je nutno najít vhodnou polohu tak, aby zobrazovaný údaj byl stabilní a byl správný. U motorů s rozdělovačem je možno naměřit dva různé údaje. A to před rozdělovačem (kabel indukční cívka – rozdělovač) a za ním (kabel rozdělovač – cívka). V prvním případě musí být nastaven dělitel 2 (pro

klasický čtyřválcový čtyřtaktí motor) a ve druhém dělitel 1. Zapojení má tu výhodu, že s ním lze měřit i otáčky u motorů, které mají elektronické zapalování bez klasického mechanického přerušovače: např. moped Babetta. Drobnou úpravou zapojení vstupu podle obr. 4b lze zapojení použít i pro připojení na přerušovač.

Tato zapojení lze použít i pro čítače dříve publikované v PE 5/96 a 5/97.

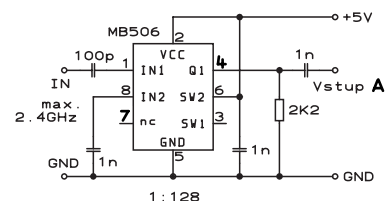


Obr. 4. Vstupní část a) „bezdrátového“ otáčkoměru, b) klasického

Rozšíření kmitočtového rozsahu

Vzhledem ke komplikacím s přenosem vysokých kmitočtů kabelem je výhodnější umístit děličku do sondy (co nejlépe ke zdroji signálu). Jejím připojovacím kabelem jde potom signál s kmitočtem asi do 20 MHz, což je zcela bez problémů. Vzhledem k počtu součástek (navíc při použití SMD) může být sonda velmi malá. V sondě nemusí být žádné další korekční děličky upravující dělicí poměr na dekadické násobky, protože to provádí již sám čítač.

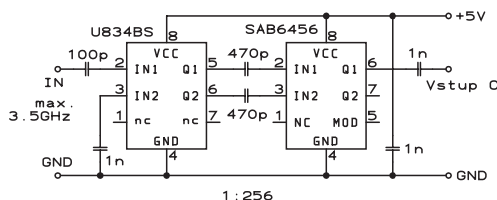
Pro měření do 2,5 GHz je v současné době asi nejlepší dostupný obvod MB506 (Fujitsu). Je v klasickém pouzdře DIL8. Bohužel zapojení vývodů je zcela odlišné od ostatních typů, takže jej nelze použít přímo do desky čítače. Vyznačuje se malou spotřebou a příznivou cenou (asi 100 Kč). Dodává jej firma GES Electronics. Obvod má přepínatelný dělicí poměr 1:64, 1:128 a 1:256. V zapojení na obr. 5 je nastaven na 1:128. Tento údaj musíme nastavit v menu Ext. předdělíči.



Obr. 5. Předdělíči do 2,6 GHz s MB506

Pro kmitočty o něco vyšší je možno použít obvodu TEMIC U834BS-FP (pouze v provedení SMD). Pracuje do kmitočtu až 3,5 GHz. Dělí však pouze 1:4 (typ U832 dělí 1:2), proto je doplněn další klasickou děličkou 1:64. Celkový dělicí poměr je potom 1:256. Zapojení je na obr. 6. Na tento obvod se mi však nepodařilo získat dodavatele. V naprosto shodném zapojení jako na obr. 6 lze použít též starší obvod

Obr. 6.
Předdělič do
3,5 GHz s U834



SAB8726, který dělí 2 a pracuje asi do 2,6 GHz. Obvody pro ještě vyšší kmitočty už nejsou běžné a jejich ceny také patří do jiné kategorie.

Zde musím znovu upozornit na skutečnost, že prakticky všechny tyto obvody bez signálů kmitají, což se projevuje stále se měnícím údajem na displeji. Obvody odstraňující tento jev téměř vždy zmenšují citlivost, a proto je nepoužívám.

Zvětšení přesnosti

Přesnost měření čítače je určena stabilitou oscilátoru 12 MHz. Pro zlepšení stability by bylo nejlepší použít termostátovaného kmitočtového normálu nebo alespoň teplotně kompenzovaného oscilátoru (TCXO). Ceny kvalitnějších normálů však převyšují i několikanásobně cenu celého čítače, a tak záleží na individuálních požadavcích. V nabídkách některých firem TCXO najdeme, ale podmínkou je odběr většího množství kusů. Podařilo se mi sehnat TCXO-121 výrobce Siward. Modul lze zakoupit u firmy SEA Praha (tel. 02 / 705255) za 980 Kč bez DPH za jeden kus. Uvedený TCXO má udávanou teplotní stabilitu ± 2 ppm v pracovním rozsahu teplot -20 °C až $+70$ °C, možnost doladění a výstup TTL. Zapojení je na obr. 7. Výstup normálového kmitočtu připojíme na vývod č. 19/IO5 a vývod č. 18/IO5 bude nezapojen. Při použití jiného typu oscilátoru by signál měl mít amplitudu minimálně $2V_{\text{ss}}$. V případě potřeby stejnosměrného oddělení použijeme vazební kondenzátor asi 100 pF.

Měření na vysíláčích

Pro měření na TX je možno použít přípravku na obr. 8, který se zapojí do přívodu k anténě (nebo k umělé zátěži). Autorem zapojení je K6LS. Kmitočtový rozsah je 1,8 až 450 MHz a max. průchozí výkon 200 W. Celý přípravek je vestavěn do malé plechové krabičky s konektory BNC na obou stranách. Vstup je připojen pomocí T kusu s konektory BNC. Výstup je určen k připojení čítače nebo osciloskopu.

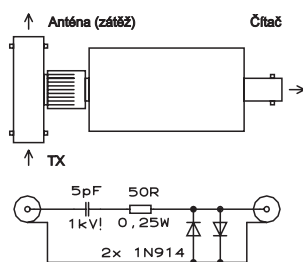
Aplikace čítače jako stupnice v přijímačích pro příjem SSB

U přijímačů pro příjem s jedním postranním pásmem (SSB) při běžné korekci pouze o mf kmitočet nebude displej zobrazovat správný údaj. Je nutno provést další korekci zhruba o polovinu šíře pásma mf filtru (1,5 až 2 kHz).

Základní varianta na obr. 9 je určena pro přijímače s přepínaným BFO. Velikost korekce je programovatelná – standardně je nastavena na 1,5 kHz. Je

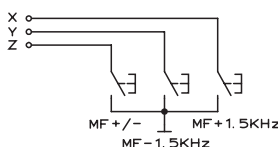


Obr. 7. Zapojení vývodů kmitočtového normálu TCXO – 121



Obr. 8. Adaptér pro měření na vysíláčích

to poslední hodnota v „MF kmitočtech“ a je označena na displeji vlevo písmenem S. Nastavujeme ji zcela shodně jako ostatní hodnoty. Velikost není omezena a krok je 10 Hz. Vstupy X, Y jsou připojeny na volnou sekci přepínače LSB, USB. Vstupem Z lze ovládat smysl zpracování mf kmitočtu. Pokud je spínač rozepnut, je smysl shodný s nastavením mf v menu, při sepnutém se změni na opačný. Lze si tak vybrat požadovanou polaritu s možností přepínání z menu i externě.

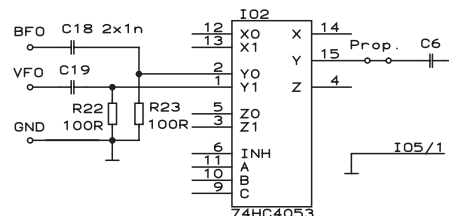


Obr. 9. Zapojení vstupů pro korekci SSB

Druhý způsob je o něco komplikovanější. Je určen pro starší přijímače s plynule laditelným BFO. V tomto případě čítač měří kmitočet VFO i BFO současně a z něj výpočtem získává výsledný údaj. Aby nemusely být použity dva čítače, používá se pouze jeden s přepínáním vstupů. Celý cyklus je automaticky řízen programem a střídavě měří VFO a BFO. Displej zobrazuje celkový výsledek měření. Daní za toto zjednodušení je dvojnásobně dlouhá měřicí doba. I tak je odezva stupnice na kmitočtech KV stále dostatečně rychlá. Funkci lze použít pouze pro vstup A.

Měření ze dvou vstupů se aktivuje spojením vývodu 1/IO5 s nulovým potenciálem (zemí). Dále je nutno propojkou spojit vstup A s 15/IO2. Všechny součástky znázorněné ve schématu na obr. 10 jsou i na desce s plošnými spoji. Vstupem Z se volí, zda se bude kmi-

točet BFO a VFO sčítat i odečítat. Údaj je možno ještě dále korigovat nastavením mf kmitočtu v režimu stupnice. Z přijímače je nutno vyvést oddělené signály VFO a BFO a přivést na vstup čítače. Rezistory na vstupu slouží jako zakončovací pro přívodní kabel. Amplituda signálu na obou vstupech by měla být stejná – asi 0,1 až 0,3 V. Pokud signály budou mít značně rozdílnou amplitudu, vznikne při přepnutí velký přechodový jev ve vstupních obvodech čítače a změřený údaj bude chybný.

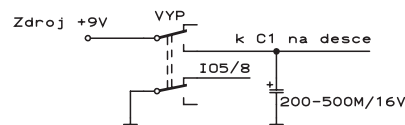


Obr. 10. Vstupní část pro měření VFO i BFO

Jak zachovat nastavení čítače

Pokud přerušíme práci s přístrojem, je někdy vhodné, aby se znovu po zapnutí nastavil do původního stavu. Na rozdíl od funkce pro nastavení po zapnutí se zde stav přístroje zapisuje do EEPROM při každém vypnutí. Potřebná úprava je velmi jednoduchá. Zapojení je na obr. 11.

Vzhledem k jednoduchosti není ošetřen stav při rychlém střídání zapínání a vypínání. Proto se mohou údaje nesprávně zapsat – program pak nastaví standardní hodnoty. Dokonalé ošetření této funkce by vyžadovalo použití speciální obvod pro generování signálu „Reset“. Jako vypínač se hodí dvojitý typ s mžikovým přepínáním, protože se pro jednoduchost využívá u jedné části sepnutí a u druhé rozepnutí. Běžný kvalitní páčkový spínač vyhoví. Kondenzátor slouží pro napájení čítače po dobu, než se zapíší údaje do paměti (asi 30 ms).



Obr. 11. Zapojení pro zachování stavu při vypnutí

Závěr

Čítač je připraven pro další rozšíření, která jsou závislá od zájmu čtenářů. Pokud máte nějaký rozumný námět pro další funkce, rád jej uvítám. V současné době je sice paměť programu již zcela zaplněna, ale použitím typu s větší pamětí je možno opět rozšiřovat dále.

Stavebnici čítače (i jiné) je možno si objednat na adrese autora: Miloš Zajíc, Hálkova 739, 289 11 Pečky; tel. 0321 785 510. POZOR – změna internetových adres! e-mail: milos@zajic.cz www.zajic.cz