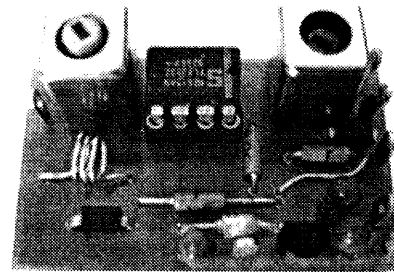


Univerzální VKV konvertor CCIR-OIRT

Jiří Zuska, Pavel Kotráš



Problematika konverze signálů rozhlasových vysílačů, pracujících v pásmu VKV, se stala opět aktuální. Zatímco před časem byl zájem (pro přijímače, dovezené ze západu) o konverzi signálů z pásma OIRT do CCIR, nyní je situace opačná. Podle [1] je u nás v provozu asi 120 vysílačů v pásmu CCIR proti 11 vysílačům v pásmu OIRT (nyní některé z nich již nevysílají, nebo jen se značně omezeným výkonem). V důsledku této skutečnosti má velká část posluchačů VKV v podstatě dvě možnosti - buďto starý přijímač vyhodit a koupit nový, nebo stávající přijímač adaptovat pro příjem v pásmu CCIR. Tento příspěvek má pomoci při realizaci druhé možnosti, která je dostupná a vhodná zejména pro amatéry a kutily.

Možnosti adaptace přijímačů VKV-OIRT pro pásmo CCIR

Existují dva základní způsoby řešení. První spočívá v přeladění vstupních obvodů přijímače do žádaného kmitočtového pásma a znamená vždy značný zásah do přijímače. Tato možnost je ovšem zásadně závislá na typu daného přijímače, někdy je snazší, někdy obtížnější, někdy téměř nemožná. Podrobnější informace o tomto řešení je možné získat u firem, které tyto služby nabízejí. Ceny se běžně pohybují zhruba od 400 korun výše. Obecně lze říci, že kvalitnější přijímač obsahuje složitější obvody a jeho přeladění bude pracnější (a tedy i nákladnější).

Druhá metoda spočívá v použití konvertoru. Princip je jednoduchý - pomocí oscilátoru a směšovače převedeme kmitočet vysílačů z pásma CCIR (87,5 MHz až 108 MHz) do pásma OIRT (66 MHz až 74 MHz), v němž pracuje náš přijímač. Celá tato sestava, tedy konvertor + stávající přijímač dohromady vlastně tvoří přijímač s dvojitým směšováním, jehož první mezifrekvenční zesilovač (vstupní díl stávajícího přijímače) je přeladitelný. Blokové schéma takového uspořádání je na obr. 1. Vstupní a výstupní obvody takového konvertoru jsou širokopásmové. Protože však žádané pásmo CCIR je 2,5krát širší než OIRT, musíme se buďto spokojit s příjmem jen jeho části, nebo musíme mít možnost kmitočtový oscilátor konvertoru přepínat. Ve druhém případě potom můžeme v souběhu s oscilátorem přepínat též kmitočtové pásmo vstupní propusti konvertoru. Jako optimální se jeví rozdělení celého pásma CCIR na tři oblasti po 7 MHz. Určitá

komplikace, spojená s nutností přepínání, je zde zmírněna možností použití ladícího systému stávajícího VKV přijímače k volbě jednotlivých rozhlasových stanic.

Jiné řešení konverze je zachyceno na obr. 2. Vstupní obvod stávajícího přijímače zde pracuje jako první mf zesilovač (viz výše zmíněná sestava přijímač + konvertor = přijímač s dvojitým směšováním) na kmitočtu 73 MHz, kam jej pevně naladíme. Na stejný kmitočet je pevně naladěn i výstupní (nyní úzkopásmový) obvod konvertoru. Kmitočet oscilátoru konvertoru je přeladován v rozsahu (s malým přesahem) o 73 MHz výš, než je kmitočtový rozsah pásma CCIR, tedy od 160 MHz do 181 MHz. Vstupní obvod konvertoru (opět úzkopásmový) je pak přeladován v souběhu s oscilátorem v rozsahu od 87 MHz do 108 MHz. Přes nutnost řešit souběžné ladění vstupních obvodů a oscilátoru konvertoru se tato varianta jeví jako optimální, protože nejpracnější část zapojení (totiž laděné obvody) zde vychází velmi jednoduše, a to jak z hlediska realizace, tak i nastavení. Použití úzkopásmových obvodů rovněž přináší menší ztráty (což příznivě ovlivní šumové vlastnosti konvertoru) a zejména zlepšuje odolnost vůči nežádoucím příjmům a parazitním modulacím. Z těchto důvodů je tato varianta použita v předloženém zapojení.

Obvodové řešení konvertoru

Klíčovým problémem konstrukce je volba součástek, především směšovače. Ze spektra možných zapojení předem vyloučíme krajní varianty (bipolární

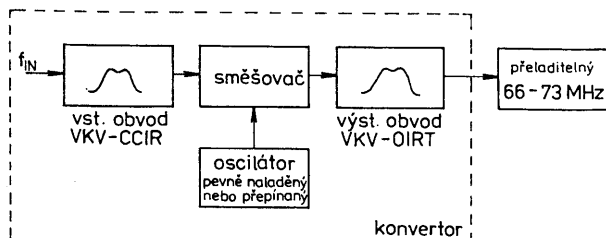
tranzistor je sice levný, ale špatný, diodové balanční směšovače sice kvalitní, ale drahé). Někde mezi nimi se nachází směšovač s tranzistorem MOSFET. Pokud však chceme zachovat možnost napájení konvertoru ze zdroje přijímače, nebude toto řešení použitelné univerzálně. U přenosných přijímačů totiž často bývá napájecí napětí jen 6 V a navíc musíme ještě počítat s určitým poklesem napětí napájecích článků v průběhu doby jejich života. Takto velké (či spíše malé) napětí ovšem směšovači s tranzistorem MOSFET nestačí.

Optimální řešení nabízí firma Signetics prostřednictvím svého obvodu NE612. Ten obsahuje kvalitní vyvážený směšovač s dobrou odolností vůči křížové modulaci a malým šumem a navíc ještě dobrý oscilátor, tedy všechno, co potřebujeme. Obvod je vybaven vnitřní stabilizací napájecího napětí, což spolu s teplotně kompenzovaným nastavením pracovních bodů konstruktéra zbaví mnoha starostí. Funkce obvodu je zaručena již od 4,5 V, typický odběr proudu 2,4 mA je vzhledem ke kvalitě (vstupní kmitočty až 500 MHz) velmi skromný. Mezi přednostmi patří též velká vstupní impedance ($1,5 \text{ k}\Omega // 3 \text{ pF}$) a konverzní zisk, typický 17 dB na 45 MHz.

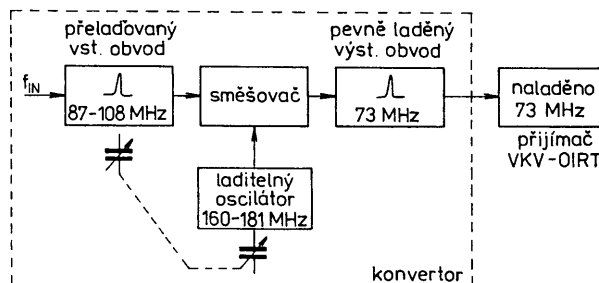
Zájemce o bližší informace o tomto skutečně vynikajícím obvodu odkazují na [2], kde najdou další podrobné informace, různé konfigurace zapojení vstupních a výstupních obvodů směšovače i obvodů oscilátoru a cenné aplikační poznámky včetně různých příkladů zapojení. Uvedená literatura svědčí o tom, že propagaci vždy lépe zajistí kvalitní a seriózní informační materiál, než agresivní a stupidní reklama.

Popis zapojení

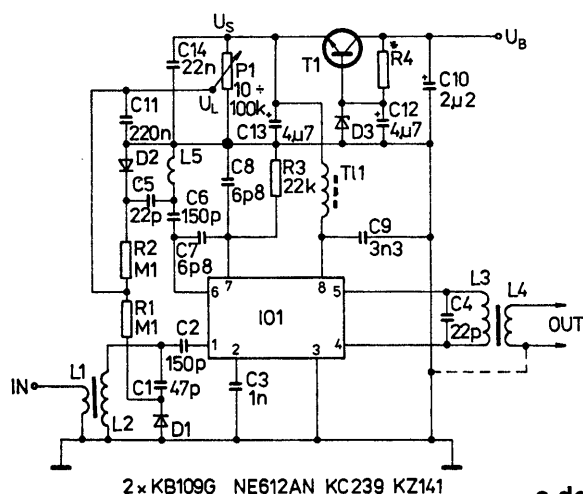
Schéma zapojení konvertoru je na obr. 3. Vstupní signál zavedeme na volný konec vazebního vinutí (cívka L1). Vstupní laděný obvod je přeladován varikapem D1 v rozsahu pásma CCIR. Kondenzátor C1 odděluje stejnosměrné ladící napětí od uzemněné cívky L2 a zároveň upravuje ladící rozsah vstupního



Obr. 1. Konverze s pevně naladěným oscilátorem konvertoru



Obr. 2. Konverze s přeladovaným oscilátorem konvertoru



vedenou prodejní sítí, v obchodech jsem nespěl. Nakonec jsem jej koupil u firmy Starmans electronic za cenu, která byla proti jiným nabídkám zhruba poloviční. Návštěva u této firmy dává pocit uspokojení, neboť mimo vstřícného a solidního obchodního jednání zde zákazník najde bohatý výběr katalogové i aplikační literatury od širokého spektra výrobců elektronických součástek.

Stavba konvertoru

Stavbu zahájíme vyvrtáním otvorů v desce s plošnými spoji. Na vývody z destičky doporučuji dát narážecí pájecí očka a díry vyvrtat podle nich. Dále vyvrtáme otvory pro cívky vstupního a výstupního obvodu, celkem 8 děr o $\varnothing$ 1 mm. Ostatní otvory vrtáme $\varnothing$ 0,8 mm. Je vhodné okraje všech děr z obou stran zbavit oštěpů. Desku dobře očistíme (např. pískem na nádobi, nebo tvrdou pryží), omyjeme a osušíme. Do připravené desky narazíme nejdříve pájecí očka všech vývodů, potom osadíme součástky pro povrchovou montáž. S použitím pinzety, kvalitní trubičkové pájky, regulované mikropáječky a alespoň trochu šikovnosti to nebude problém. Potom zapájíme do desky cívky laděných obvodů a ostatní součástky, osazované z horní strany desky. Pak, jako poslední osadíme všechny polovodiče, včetně integrovaného obvodu. Nezapomeneme na propojku v obvodu ladicího napětí. Nakonec nasadíme na cívky vstupního a výstupního obvodu stínící kryty, které připojíme drátkem k zemnicímu spoji na místech, označených v obrázku rozložení součástek křížkem.

Oživení a nastavení

Po celkové kontrole zapojení připojíme k příslušným vývodům konvertoru ladicí potenciometr, ke vstupu kabel pro připojení k rozmitanému generátoru. Do cívkových kostiček zašroubujeme šedivá feritová jádra. Výstupní obvod upravíme na nesymetrický (viz popis zapojení), výstup zatížíme rezistorem asi 100 Ω a připojíme k němu sondu. Napájecí napětí připojíme přes vhodné měřidlo proudu a zkontrolujeme proudový odběr konvertoru (má být asi 5 mA). Voltmetrem ověříme velikost stabilizovaného napětí na vývodu U_s . Má tam být alespoň 4,5 V, ale ne více než 4,8 V.

V dalším kroku pak naladíme výstupní obvod konvertoru. Připojením tlumicích rezistorů 100 Ω paralelně k cívkě L2 a L5 zatímíme vstupní obvod a vyřadíme z činnosti oscilátor. Na rozmitaném generátoru nastavíme výstupní napětí 100 mV, střední kmitočet 73 MHz a šířku rozmitání asi 20 MHz. Jádrem cívky výstupního obvodu nastavíme vrchol křivky přenosu na 73 MHz.

Dále seřídíme oscilátor. Odpojíme oba tlumicí rezistory a potenciometrem P1 nastavíme nulové ladicí napětí U_L . Vstup konvertoru odpojíme od generátoru. Za pomoci volně vázaného spektrálního analyzátoru nebo absorpčního vinoměru nastavíme kmitočet oscilátoru (roztažením nebo stlačením závitů cívky L5) na 160 MHz. Pak nastavíme plné ladicí napětí a zjistíme kmitočet oscilátoru

- měl by být alespoň 181 MHz. Pokud je nižší, pak připojíme paralelně k C5 kondenzátor o malé kapacitě (asi 3,3 pF) a znovu nastavíme ladicí napětí na nulu. Potom opět deformací L5 nastavíme kmitočet oscilátoru na 160 MHz, opět nastavíme plné ladicí napětí a znovu kontrolujeme kmitočet. Tento postup opakujeme až do dosažení požadované přesnosti oscilátoru.

Poslední operací je nastavení vstupního obvodu. Vstup konvertoru znovu připojíme k výstupu rozmitaného generátoru, na kterém nastavíme výstupní napětí asi 10 mV, střední kmitočet 98 MHz a šířku rozmitání asi 30 MHz. Vstupní obvod doladíme jádrem cívky střídavě na obou koncích ladicího rozsahu. Dobře nastavený konvertor má zisk asi 12 dB, který se při přeladění přes celé pásmo mění méně než o 1 dB.

Dosažené výsledky

Konvertor byl zkoušen s přijímačem Panasonic, u kterého byla na kmitočtu 70 MHz naměřena citlivost asi 3,5 μ V pro odstup šumu 26 dB. Po připojení popsaného konvertoru byla na kmitočtu 100 MHz naměřena citlivost asi 2 μ V. To souhlasí s předpokladem (odvozeným z šumového čísla obvodu NE 612), že konvertor zlepšil příjmové vlastnosti většiny tuzemských a levnějších zahraničních VKV přijímačů.

Pro nedostatek měřicích přístrojů nebylo možné změřit velmi důležitou vlastnost, odolnost proti křížové modulaci. Dá se však očekávat, že odolnost celé sestavy bude záviset hlavně na kvalitě vstupních obvodů samotného přijímače.

Integrované obvody NE612AN je možno zakoupit u firmy Starmans, a to jak přímo, tak i prostřednictvím zásilkového prodeje na adrese: STARMANS electronics, ul. 5.května 1, 140 00 Praha 4, tel.: 42 42 80.

Konvertory, vyráběné profesionálně podle předloženého zapojení dodává firma TES elektronika, která je již v této oblasti elektroniky dobře zavedená a známá (viz inzerce AR).

Seznam součástek konvertoru

Součástky pro povrchovou montáž - vše velikost 1206

R3	22 k Ω
R4	viz text
C1	47 pF
C2,C6	150 pF
C3	1 nF
C4,C5	22 pF
C7,C8	6,8 pF
C9	3,3 nF
C11	220 nF
C14	22 nF
<i>Klasické součástky</i>	
R1,R2	100 k Ω
P1	10 až 100 k Ω , viz text
C10	2,2 μ F/16 V, TE 133
C12,C13	4,7 μ F/6,3 V, TE 131
T11	asi 10 μ H - viz text
D1,D2	KB109G
D3	KZ141
T1	KC239
IO1	NE612AN

Navláčení předpis pro cívky

L2 - 4 a 3/4 z drátu o $\varnothing$ 0,5 mm, těsně

L1 - 1 a 3/4 z drátu o $\varnothing$ 0,2 mm u spodního konce L2

L3 - 6 a 3/4 z drátu o $\varnothing$ 0,5 mm, těsně

L4 - 2 a 3/4 z drátu o $\varnothing$ 0,2 mm uprostřed L3

L5 - 3 z drátu o $\varnothing$ 0,5 mm, trn 5 mm, délka 8 mm

Ostatní

deska s plošnými spoji, narážecí očka

Literatura

[1] Macoun, J.: AR B 1/1994.

[2] Phillips - Signetics: RF Communications Handbook.

* * *

Přeladění přijímače FM Mini do pásma VKV CCIR

Pro majitele přijímačů FM Mini, postavených podle návodu v AR (ročník 1986) autoři vyzkoušeli a doporučují dále uvedený postup přeladění do pásma VKV CCIR. Popis přeladění se bude odvolávat na schémata zapojení a obrázky rozložení součástek ve stavebním návodu (obr. 1, 2, 10 a 12 v AR 9/86).

Přeladění přijímače zahrnuje dva úkony - přeladění oscilátoru a dále doladění souběhu vstupního obvodu a obvodu pásmové propusti mezi vstupním předzesilovačem a směšovačem.

Nastavení oscilátoru: rezistor R72 nahradíme trimrem zhruba stejného odporu, jaký má ladicí potenciometr P1. Pak trimrem P6 nastavíme na horním konci P1 napětí 19 V. Dále změnou nastavení přidaného trimru nastavíme na dolním konci P1 napětí 8,5 V. Potom trimr odpojíme, změníme a místo R72 zapojíme rezistor s přibližně stejným odporem (odchylka do 10 %). Dále střídavým doladováním na horním (trimr C15, P1 nastaven na horní konec) a dolním (cívka L4, P1 na dolní konec) okraji pásma nastavíme podle číslicové stupnice rozsah ladění přijímače na 87,5 až 108 MHz. Potom zajistíme polohu jádra cívky L4 voskem.

Při ladění vstupního obvodu a vř pásmové propusti lze postupovat podle popisu konečného naladění přijímače, které je součástí dokončení stavebního návodu v AR 11/86 str. 428. Sladovací body jsou však nyní na kmitočtu 92 MHz a 104 MHz. Pokud není v místě vazebního kondenzátoru C9 zapojen obvod s varikapem, bude patrně vhodné zmenšit kapacitu kondenzátoru, aby se neúměrně nezvětšila šířka pásma propusti.

Správné naladění obvodů (souběh) poznáme podle toho, že zisk vstupní jednotky je při přeladění přes celé pásmo CCIR téměř konstantní. Podmínky pro dosažení souběhu jsou po přeladění lepší díky příznivějšímu poměru krajních kmitočtů přijímaného pásma. Další příznivou okolností je skutečnost, že vstupní jednotka byla při konstrukci přijímače vyvíjena jako dvoupásmová, ale s důrazem na její vlastnosti na horním konci přijímaného pásma.

Bohuslav Gaš, Jiří Zuska