

Koncept transvertoru pro 241 GHz

Philipp Prinz, DL2AM

241GHz je pro amatéry v GHz oblasti už královskou disciplinou.

V následujícím je popsán transvertor, který by vás měl pobídnout k dalším pokusům v této oblasti.

S mými měřicími prostředky jsem stál na hranici jejich možností. Po několika zkrachovalých pokusech jsem se rozhodl opatřit si potřebná zařízení, abych byl schopen docílit opakovatelných výsledků. I tady se ale znovu ukázalo, že i jednoduchými, praktickými měřicími metodami se dá dojít k požadovanému cíli. V dalším se o nich zmíním, mohou pomoci i u nižších rozsahů.

Při všech mých pokusech na 241 GHz vznikla spousta poznámek, zápisků a protokolů. Malá část z nich bude uvedena i v tomto článku.

Jevilo se mi jako výhodné postavit v jednom tělese konvertor a vysílač jen pro CW, oddělené od sebe. Obr. 1 Dva transvertory pro 241 GHz a jeden pro 122 GHz.

Také bylo pro mě důležité postavit nejdříve maják, abych mohl začít pokusy s příjmem.

Postavil jsem tedy hned dva kusy, jeden pro mého kolegu. OCXO pro vysílač je na 140,000115 MHz a pro přijímač 139,916666 MHz, oba vyrobila firma ID-elektronik. Tyto oscilátory spínám pomocí SMA relé na LO, který dodal DB6NT a který násobí 96x..Po vynásobení mám pro vysílač frekvenci 13,440006 GHz a pro přijímač 13,432 GHz. Pomocí dalšího relé tyto frekvence přepínám na dva násobiče CMA 382400, které násobí 3x. Tím dostáváme vysílací frekvenci 40,32 GHz a přijímač 40,296 GHz. Tato vysílací frekvence se vynásobí 6x a máme konečný kmitočet 241,920200 GHz

Pro přijímač konvertor se mi jeví jako lepší cesta zdvojení 40,296 GHz a pak ztrojnásobení 80,592 kvůli lepšímu odstupu signál šum.. K této frekvenci "přimíchám" 144 MHz a jsem opět na 241,920200 GHz.. Tento systém je vidět na obrázku 2. Pro přijímač bylo třeba jen jednoho nového tělesa, které zhotovila Fa. Micro-mechanik (viz obr. 3)

Michael, DB6NT připravil novou DPS s označením č. (Nr). 46 40/80GHz, č. 42-80/240GHz a č. 43-40/241GHz. Nové těleso je dvojité, na jedné straně 40/80GHz je vlepena DPS č. 46 s přilepenou varaktorovou diodou.. Po upevnění průchodkového kondenzátoru, 5 kOhm trimru pro předpětí diody MA46H146, obou zkratovacích posuvníků, u jednoho z nich pro 40 GHz je třeba vyfrézovat vlnovod WR-28 a pro druhý posuvník otvor 4,5 mm, mohou začít první testy..

Při vstupu cca 20mW na 13,432GHz musí být nastavitelné na straně 80GHz cca 3 - 8 mW pomocí regulace napájecího napětí násobiče v rozsahu 4 - 6V. Vlnovodnou měřicí přírubu přišroubujeme ze strany 241 GHz na kruhový vlnovod pro 80GHz, který má 3mm průměr. Maximální výkon dosáhnete nastavením obou ladicích posuvníků a nastavením trimru 5 kOhm (obr. 4 a 5)., viz také CQ DL 12/06, str.4., termistorová hlava.

Pokud není možno měřit výkon na 80GHz, lze celé nastavení udělat pomocí trimru 5Kohm na max. příčný proud diodou.

Je-li toto hotové, můžeme přistoupit ke vlepení DPS č. 42 osazené jednou Zero-Bias diodou HSCH 9161 (obr.6).

Technika vlepení diod

U kruhového vlnovodu o průměru 0,9 mm je velmi důležité, aby dioda byla připevněna přesně naproti tomuto vlnovodu. to je samozřejmě potřebné i u nižších frekvencí. Dáte-li si diodu pod mikroskop a obrátíte ji "na záda", je ta pozice velmi pěkně vidět. Při vkládání DPS do tělesa je třeba dávat pozor na to, aby prostor mezi koncem 50-Ohmového vedení a zemí ležel přesně naproti vlnovodu.

Na spodní straně DPS musí být kruhový vlnovod umístěn na stejném místě. To lze provést lehkým potlačením prstem na DPS. Otvor vlnovodu se obtiskne na DPS...

DPS je třeba zastříhnout tak, aby její tři strany ležely přesně na stěnách tělesa, aby byla zajištěna správná pozice.

I DPS pro 122 GHz musí být přilepena. Při pokusech bylo jednoznačně poznáno, která DPS byla a která nebyla přilepena. Hrana kruhového vlnovodu může být zkosená (0,3mm). Vlnovod musí být velmi čistě vyvrtaný a vystružený výstružníkem. Je třeba si uvědomit, že 1/4 vlnové délky představuje 0,3mm a proto už i malé nerovnosti ve vlnovodu způsobují útlum.

Pokud by ladicí šrouby (posuvníky) byly příliš dlouhé, je třeba je osoustružením zkrátit. Zkrácené šrouby musí být opětně pozlaceny, jinak se projeví ztráta výkonu (malá jakost)

A teď zpátky ke stavbě RX

Do přívodu mf 144MHz jsem vložil kondenzátor 1 nF, abych mohl použít trimr cca 1 kOhm pro předpětí Zero-Bias diody (obr. 7).

Následně jsem postavil maják pro 241 GHz a použil k tomu jedno univerzální těleso s kruhovým vlnovodem průměru 0,9 mm a DPS č. 43 a jednoduchou diodu MA4E1317. S tímto majákem jsem mohl otestovat a nastavit svůj přijímač na 241 GHz. I výkon majáku bylo možné dobře nastavit pomocí dvou ladicích posuvníků (jeden o průměru 4,5 mm), vlnovodu WR-28 a ladicím posuvníkem průměru 1,75 mm.

Nyní k nastavení Rx.

Oba ladicí posuvníky, pro 80GHz o průměru 4mm, pro 241 GHz průměru 1,75 mm, nastavit na maximální mf výkon. Je také možno opatrně dostavit násobení 40/80GHz.

Signál majáku je třeba nyní zeslabit tak, aby byl sotva slyšitelný. Pomocí trimru 1k a obou ladicích posuvníků lze nastavit nejlepší poměr signál/šum. Ze zkušenosti ze stavby čtyř systémů mohu říct, že dolařovací praporky na 50Ohmovém vedení ve většině případů nejsou potřeba.

Stavba CW vysílače

V principu je to stejné jako u majáku pro 241GHz nebo 122GHz (obr. 8)

Univerzální těleso s kruhovým vlnovodem průměru 0,9 mm vyrobila opět firma Micro-mechanik. Použitá DPS, stejná jako pro maják, musí být vlepena do tělesa a má č. 43. Po pokusech s různými diodami jsem se pokorně vrátil k MA4E1317. S ní jsem dosáhl největšího CW výkonu (obr.9).

LO od DB6NT je spínán při vysílání. Pro předpětí diody jsem vestavěl SMA zdířku. Na ni jsem připojil kousek semirigidu, na jehož konci je připájený trimr 1kOhm. Pro 40 GHz jsem opět použil zkratovací posuvník spolu s vyfrézováním WR-28 a jeden ladicí posuvník průměru 4,5mm. Na výstupu 241GHz je vestavěný ladicí posuvník průměru 1,75 mm. Násobič CMA 382-400 by měl mít dávat min. výkon přes 100mW na 40,32 GHz a měl by být napájen 6V. Tato frekvence teď bude násobena šesti.

CW vysílač jsem nyní použil jako maják a jeho frekvenci jsem pouštěl do přijímače.

Je také možné aby byl TX výstup spojen s Rx vstupem pomocí cca 50 cm dlouhého vlnovodu WR-8. Přijímaný signál je ale příliš silný a FT-290 jde do omezení. Proto jsem do vlnovodu vtláčil trochu tlumicí pěnovky, čímž vznikl útlum cca 20 - 30 dB. tak bylo možno udělat jemné doladění, protože signál byl velice stabilní. Takže i takto lze udělat nastavení CW vysílače a přijímače bez použití drahých měřidel. Oba zkratovací posuvníky a trimr jsem nastavil na maximální výkon na mf kmitočtu s FT-290. Zkoušel jsem postupně měnit nastavení posuvníků i trimru.

U FT-290 lze k internímu S-metru připojit externí digitální voltmetr. To ulehčí přesné doladění. (obr. 10). Je také potřeba odzkoušet, jestli je 1 k trimr dostačující. Na 241 GHz jsem naměřil, po odečtení nosné na 201GHz, ca 10 uW pomocí Hughes termistorové hlavy s WR-5.

Teprve nyní je možné zjistit jak kvalitní jsou OCXO's (jitter a frekvenční stabilita).

Když se nyní podívám na signál 241 GHz přes spektrální analyzátor HP 8563 E se směšovačem od fi Miltech s vlnovodem WR-4, už se můžu těšit. Zjistil jsem totiž, že tato jednoduchá nastavovací metoda vedla také k optimálnímu nastavení.

Známou metodou je třeba též ověřit, zda 241 GHz jsou i správnou přijímací frekvencí. a neděláme QSO na 201GHz.

Přitom jsem mohl také zjistit, že i při kruhovém průměru vlnovodu 0,9 mm poměrně silně prochází 201 GHz, což je pátá harmonická. Ještě menší průměr vlnovodu, aby nám 201GHz "padlo" do "cut off", je podle mě nerealizovatelný. Až při vlnovodu 0,6 mm není nosná na 201GHz vidět. Směrem nahoru nemá vlnovod žádný blízký "cut off" (obr. 12)

Chtěl bych poděkovat Jürgenovi, DC0DA za velmi zajímavé telefonáty.

Chtěl bych dát ve známost, že na 122 GHz mám mlyní 1,75 mW výkonu, měřeno pomocí Anritsu ML83 + MP82B s jednoduchou diodou MA4E1310. Myslím si, že to už je tato dioda saturována.

Pokud dáte dvě tyto diody vedle sebe, už to nefunguje ani při vybuzení 200mW, protože kapacita je už příliš vysoká pro tyto frekvence..