

Nová tělesa pro 47 - 76 - 122 GHz CQ DL 6/2007

Philipp Prinz, DL2AM

přeložil OK2IMH

Už 5 měsíců se nažím stavět a testovat jednodušší (a pro méně zkušené snadnější) transvertory pro 47, 76 a 122 GHz.

To vše vychází z článků, které jsem uveřejnil v CQ DL

DL 12/06 a Dubusu 4/06, kde jsem popsal transvertory s novými VF tělesy, které používají frekvence v rozsahu 30 - 60 GHz a potom jdou na 122 GHz.

Nyní představovaná tělesa mají tu výhodu, že je lze použít pro 47, 76 i 122 GHz a jsou snadno zhotovitelná při slušné účinnosti. Pro nastavování není třeba žádných praporků a i bez nastavení už dostáváte měřitelný výkon.

Tato nová tělesa lze také využít pro CW vysílač nebo maják. Na OCXO od DK2DB a násobiči od DB6NT se oproti mým pův. návrhům vpodstatě nic nemění. Spousta triků, měřících přípravků a jejich použití, které jsem popsal v CQ DL a Dubusu byla zvěřejněna i na mnoha webových stránkách jiných amatérů. Pro mnohé radioamatéry jsou dnes dostupné měřící přístroje jako HP432, HP-R 486-A nebo K486 A (cca 120 Euro) a spolu s postavenými směšovači umožňují provádět spoustu měření a nastavování. Před zhruba 10-ti lety to nebylo tak jednoduché a měřící přístroje byly podstatně dražší.

Těleso

Násobič třemi CMA 382400 (**obr. 1 a horní obrázek**) je upevněn tak, že umožňuje, aby signál o kmitočtu 38 GHz se přes vyfrézovaný vlnovod R28 dostal přímo na vazební sondu a dál na posuvný zkratovací prvek s ladicím šroubem, což umožní snadné nastavení na 50 Ohmové vedení nebo vstup směšovací diody.

Vazební sonda (obr. 7) ve vlnovodu WR28 pro 38 GHz má mít délku cca 1,5 mm. Jako desku pl. spojů jsem použil tu s označením Nr. 29 od DB6NT.

Při nastavování je třeba oběma "ladicími prvky" nastavit max. výstupní výkon a současně lze také dostavit výkon na mf 144 MHz. Znovu bych upozornit na nové ladicí prvky (Microwave-Tuning-Elements), protože tyto mají opravdu velkou výhodu oproti běžně používaným typům. Tyto ladicí šroubky lze zalisovat do otvoru o průměru o 0,05 mm menším, než je jejich jmenovitý. I DB6NT je má ve své nabídce. Čím vyšší je výkon LO, tím větší může být i výkon v mf.

Při cca 100 mW výkonu LO je potřeba max. 15mW mf výkonu.

Od směšovací diody ke kruhovému vlnovodu pro 76 GHz a jen tam je možné ještě nastavit výkon dolního a horního postranního pásma. To je ale možné jen s analyzerem. **Obr. 2** ukazuje úroveň SSB signálu na 76 GHz. Je vidět dolní postr. pásmo, LO a horní postranní pásmo. Vyšší potlačení LO v SSB signálu je možné jen s antiparalelní diodou MA4E131. Při použití jednoduché diody MA4E1317 je úroveň LO o 10 dB vyšší. Pomocí připojených dvou SMA zdířek na VF a mf tělese pro mf signál 144 MHz je možné provést měření tohoto signálu.

Pro CW vysílač na 76 a

122 GHz je naprosto nezbytné při použití jednoduché diody MA4E1317 aby tato měla předpětí, aby bylo možné dosáhnout max. možného výkonu. Pokud ale použijete antiparalelní diodu MA4E1318 pro SSB, není předpětí nezbytně nutné, protože k tomu přispívá (podle nastavení) potenciometr pro mf díl na 144 MHz.

Obr. 3 ukazuje zkušební zapojení pro přizpůsobení diody. Diody MA4E1317 a 1318 jsou pro tyto vysoké frekvence dobře použitelné pro vysílání i příjem. Při posledních pokusech na 122 GHz v termínu 7.4.07 s Dietrem, DG7MHR, se povedlo oboustranné spojení na 23 km. S metr transceiveru FT-290 ukazoval bez signálu S1 až S2, tzn. že použitý násobič S00-4079 dává při příjmu 20 mW při napájecím napětí 5,1 V. Toto nastavení dalo u mě nejlepší odstup signál/šum.

Při tomto testu se síla signálu dostala až na S9. U obou SSB transvertorů byla použita MA4E1317.

Při zasílání těchto uvedených diod jsem udělal dobrou zkušenost s tím, že jsem je obráceně ("na zádech") položil na lepicí pásku Tesafilm. takto jsou dvě zlaté přípopné plošky dobře viditelné a diodu lze snadno pomocí pinzety odebrat.

Mf těleso (**Obr. 4**) jsem udělal tak, aby bylo možné i v sestaveném stavu možné nastavení mf výkonu.

Jak vidno z obrázků, použil jsem malý 10-ti otáčkový potenciometr, který jsem přilepil k boční stěně tělesa.

Šroub M 2,5 pro upevnění SMA zdířky se převrtá a je tak možné pomocí šroubováku ten potenciometr nastavit.

SMA-odpor před již zmíněným potenciometrem na mf DPS jsem změnil na 100 Ohm. Tak lze nastavit mf výkon použitého transceiveru od cca. 80 mW do 2 W na potřebnou směšovací úroveň, která je 10...15 mW. Pro 76 GHz jsem použil stejné zapojení

(Obr. 5 a 6)

jaké jsem popsal pro 122 GHz v CQ DL 6/06. tak lze napájecí napětí pro vysílání nastavit na +5 V a pro příjem na +2 V.

Velký násobič CMA382400 nemá problém pracovat v rozsahu mezi 5 a 2 V DC, přitom při napájení +3V jde v výkon na méně než polovinu. Tímto opatřením lze zlepšit při příjmu poměr signál/šum o cca 3dB na této frekvenci jsem při vícero kusech dosáhl DSB výkon 1,5 mW (Obr. 3). Od fi Conrad Electronic jsem koupil a vestavěl LCD-Panelová měřidla pro můj CW vysílač pro 76 a 122 GHz. Tak vidím předpětí směšovací diody, což se ukázalo jako velmi výhodné. Při 122 GHz na ní mám 2 V, pokud mám na výstupu 900 µW.

To odpovídá pracovnímu odporu 110 Ohm.

Varianta 122 GHz

Nyní k už ne tak jednoduché frekvenci 122-GHz, přinejmenším pro uživatele SSB.

VF těleso bylo mírně upraveno pro menší násobič třemi S00-4079. Vyfrézovaný vlnovod pro 40,7 GHz je zde WR19. DPS směšovače je také od DB6NT s označením Nr.31. Vazební sonda pro tento vlnovod má mít délku cca 1,4 mm (Obr. 7). Toto VF těleso může být upraveno i pro větší násobič (násobí 3x a 4x) CMA382400. Bohužel dá tento větší násobič CMA382400 pouze cca 70 mW na 40,7 GHz, což potom na 122 GHz už nedá žádný velký výkon.

Jinak je vše podobné jako jsem již popsal u 76GHz.

Na 76 GHz byla naměřená data vždycky v úzkém rozsahu, ale na 122 GHz leží, pokud chcete vysílat SSB, daleko od sebe. Pokud chcete stavět pouze CW vysílač nebo maják lze vše zrealizovat podstatně jednodušeji.

Velké rozdíly jsou především kvůli rozptylu vf diod, jejich přilepení, nečisté a poškozené vlnovody a špatné přizpůsobení. Moje měřicí technika stačí až do 170 GHz, ale čím více můžete měřit, tím více nesrovnalostí na těchto velmi vysokých frekvencích nacházíte.

To strávíte i několik dní bádáním, proč některé obrázky z analyzeru vypadají tak odlišně.

Abyste dostali aspoň trochu reálné výsledky u analyzeru či měřiče výkonu, musíte použít izolátor nebo útlumový člen pro tyto vysoké frekvence, což se plně potvrdilo při mých měřeních.

Praktické zkušenosti

Po postavení mnoha vzorků (**Bild 8**) a spoustě pokusů s různými DPS, diodami a VF tělesy jsem přeci jen naměřil na 122 GHz 1 mW vf výkonu. Používám pro to diodu MA4E1317 a malý násobič S00-4079 který dá výkon cca 130 mW.

Opravdový fanoušek GHz nezůstane v klidu, pořád se snaží o lepší výsledky.

Po vícero měření a testech dala MA4E1317 jenom 150 μW.

Nejprve jsem si myslel, že dioda byla zničena velkým ztrátovým výkonem, protože při vybuzení byla pěkně zahřátá.

Tak jsem ji vyměnil za jinou MA4E1317 a následně vestavěl malý ventilátorek a nechal ho foukat na VF těleso.

U této diody jsem dosáhl 700 μW vf. Po několika testech a šroubování kolem byla i tato dioda zničena.

To mě zarazilo. Teď už vím, co se stalo:

nelze budit bez řádného přizpůsobení, i když se jedná jen o 1 mW.

Ukázalo se, že neukončený výstup vlnovodu byl tím problémem. Mám teď 900 μW – i dlouhodobě.

Mimochodem, směšovací diodu lze zničit i příliš velkým výkonem z mf.

Chtěl bych ještě jednou poukázat na správné zapojení vývodů CMA 382400:

1 = černá = zem,

2 = rudá nebo šedá = +5 V,

3 = šedá nebo rudá = + 8...9 V,

4 = zelená, minus –5 V.

Při pokusech z 30 na 60 GHz a z 60 na 122 GHz upozorňuji na DPS od DB6NT, které mají značení Nr. 39 + 40.

Na 47 GHz jsem použil zdvojovač, který je z 12 na 24 GHz, a na 24 GHz "dá" 150 mW.

Toto uspořádání je velmi vhodné, uplatnil jsem zde i zkušenosti získané na pásmu 76 GHz. V nejbližší době chci postavit zesilovač na 24GHz v výstupu na vlnovod. tento chci budit právě uvedeným zdvojovačem a provést nějaké další pokusy

Přesný zářič

Pro výrobu přesných zářičů pro 47, 76 a 122 GHz jsem si vyrobil tři různé přípravky. bez nich nelze vyrobit opravdu přesný zářič.

(Obr. jednotlivých dílů Obr. 9).

Také jsem provedl měření paraboly Procom průměru 50-cm na přesnost parabolického tvaru. Jevila se jako dobrá, ohnisko se posouvalo max. o 5 mm (**Obr 10**

nahoře). Objednaná parabola byla z UKW-Berichte promptně dodána.

Má nyní zesílený okraj, což bylo nezbytné pro lepší stabilitu. Přesto jsem střed vyztužil kalotou o průměru 100 mm (**Obr 10 dole**), v níž jsou otvory pro vlnovod a pro upevnění transvertoru. Kalota je vlepena do středu paraboly dvousložkovým stříbrným lepidlem. Toto opatření zlepší významně stabilitu paraboly. U starších parabol průměru 50-cm bez zesíleného okraje je toto řešení naprosto nezbytné. Tato parabola má $F/D = 0,4$ a ohnisko leží 18,9 cm (vypočtených i naměřených).

Oproti parabole průměru 25-cm má tato cca. 4-krát větší plochu a měla by tedy čistě výpočetně mít 6dB silnější signál.

Při mých pokusech jsem pak skutečně zlepšení o 6 dB zjistil i prakticky. Délka vlnovodu v parabole je 18,5 mm.

Odstup mezi zářičem a vlnovodem je 7,4 mm.

U paraboly 50-cm má i malý posun tohoto odstupu velký vliv na ozáření paraboly, což lze vysledovat i měřením vyzářující plochy. Pokud použijete filtr od OE9PMJ pro 24 a 47-GHz a doladovací šroubky např. AT6924-0SL firmy Teclec (**Obr. 11**) je nastavení podstatně lehčí.

Při zašroubování a vyšroubování těchto doladovacích prvků máte vždy definované hodnoty.

Díra pro zalisování těchto šroubků se udělá o 0,05 mm menší, pak je lze poměrně snadno zalisovat.

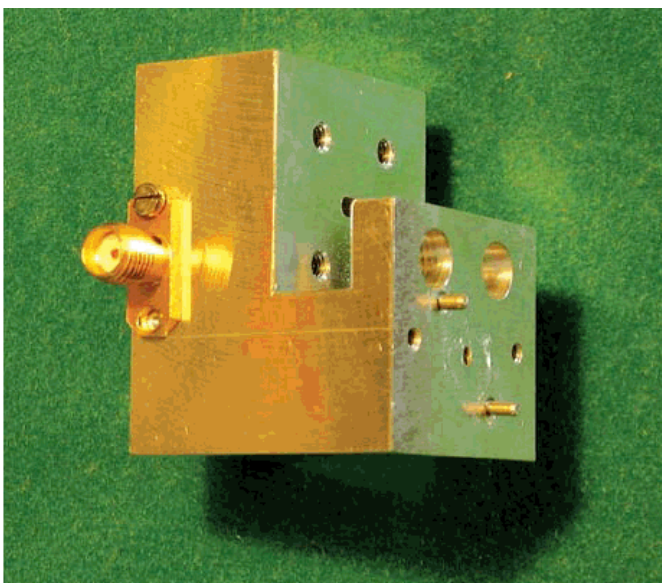
Hubert Krause promě již vyrobil první kusy a chodí velmi dobře. Je možné je použít i pro filtr na 76 GHz.

Velice by mě potěšilo, pokud tento článek povede k rozšíření počtu amatérů, kteří se nadchnou pro tyto frekvence...

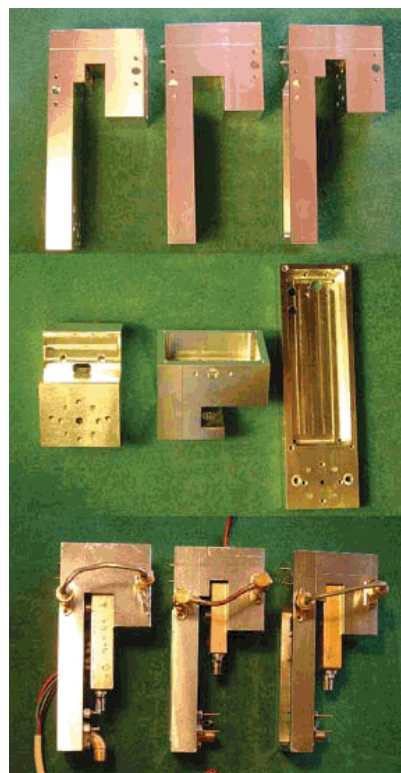
Literatura :

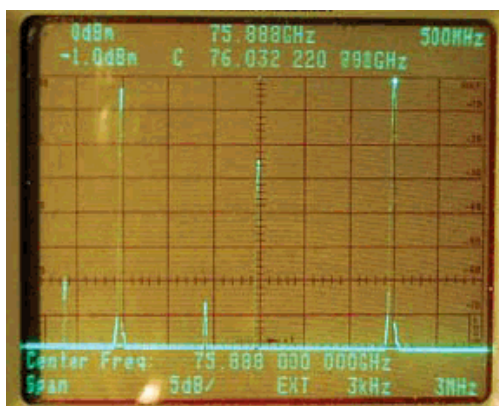
Philipp Prinz, DL2AM: „76-GHz-
Transverter“, CQ DL 10/05, S. 696
Philipp Prinz, DL2AM: „76-GHz-
Transverter“, CQ DL 2/06, S. 107
Philipp Prinz, DL2AM: „122-GHz-
Transverter mit neuem Multiplier“,
CQ DL 6/06, S. 412
Philipp Prinz, DL2AM: „122-GHz-
Transverter“, CQ DL 12/06, S. 873
Philipp Prinz, DL2AM: „Mikrowellen-
Versuche zum Winter-BTT“,
CQ DL 4/07, S. 275

Obrázková příloha (podle pův. článku)



Obr. 1 Tělesa pro násobič třemi

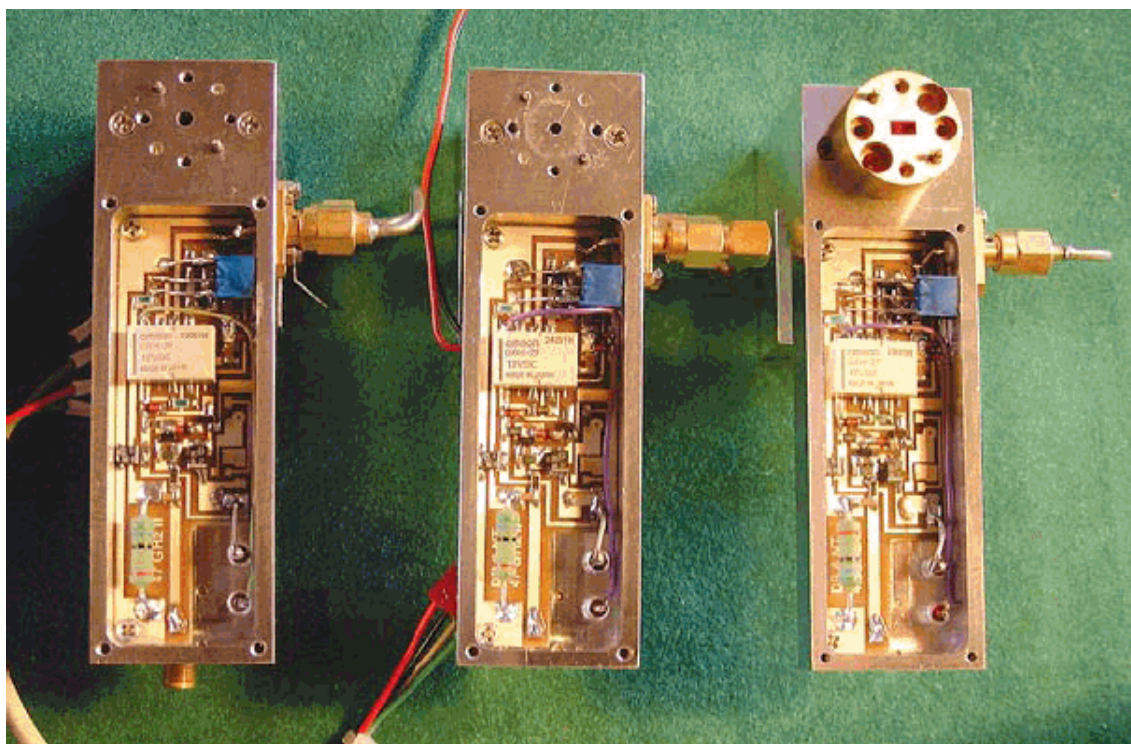




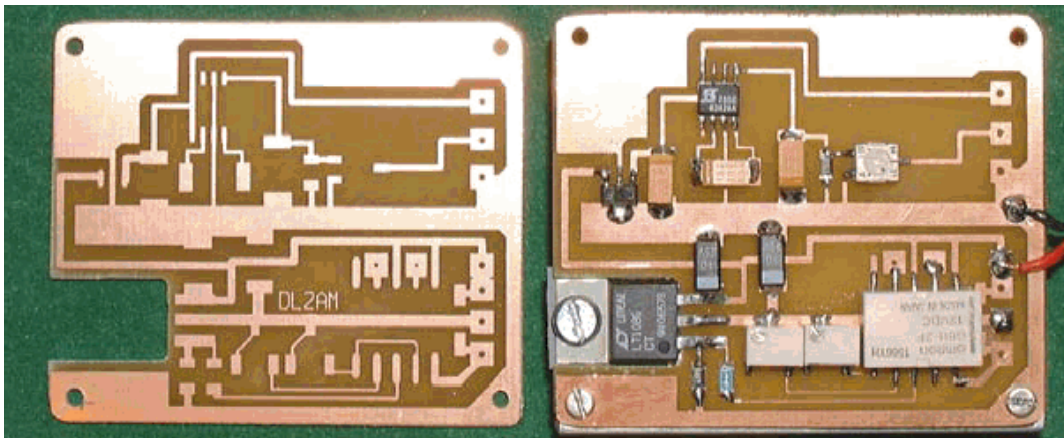
Obr. 2 Úroveň SSB signálu na 76 GHz



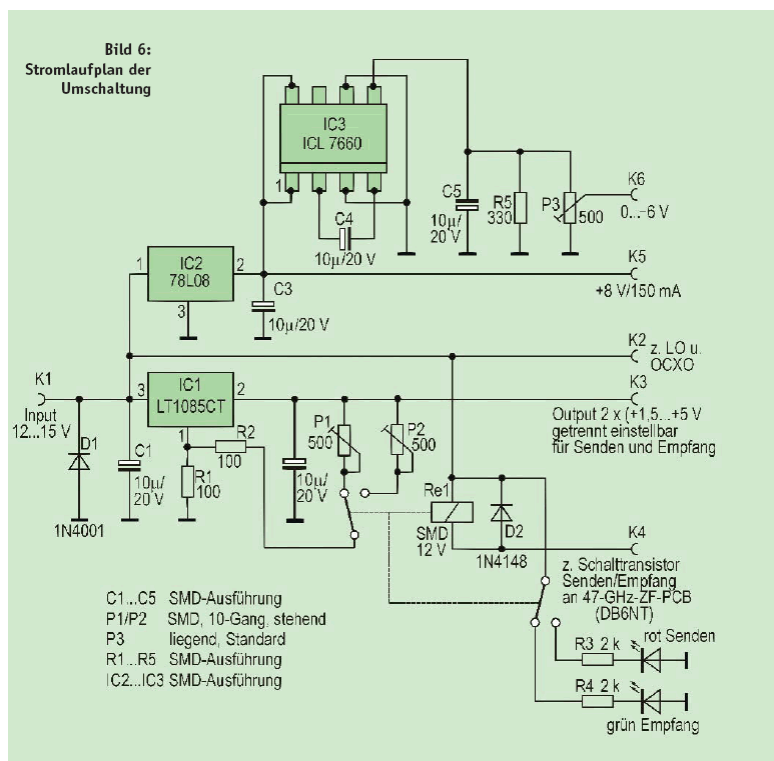
Obr. 3 Pokusné zapojení s potenciometrem pro přizpůsobení diody



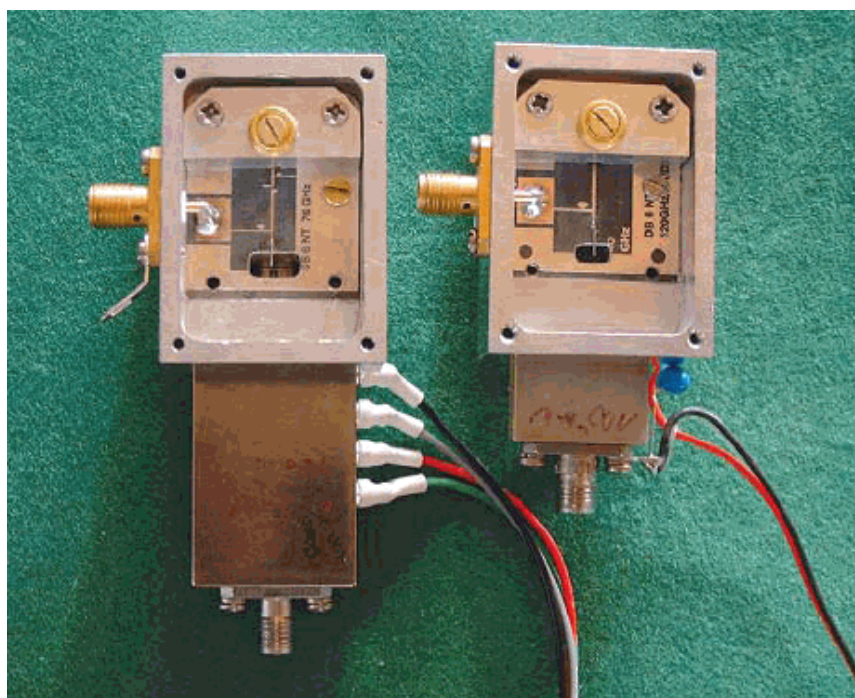
Obr. 4 Pohled na mf tělesa



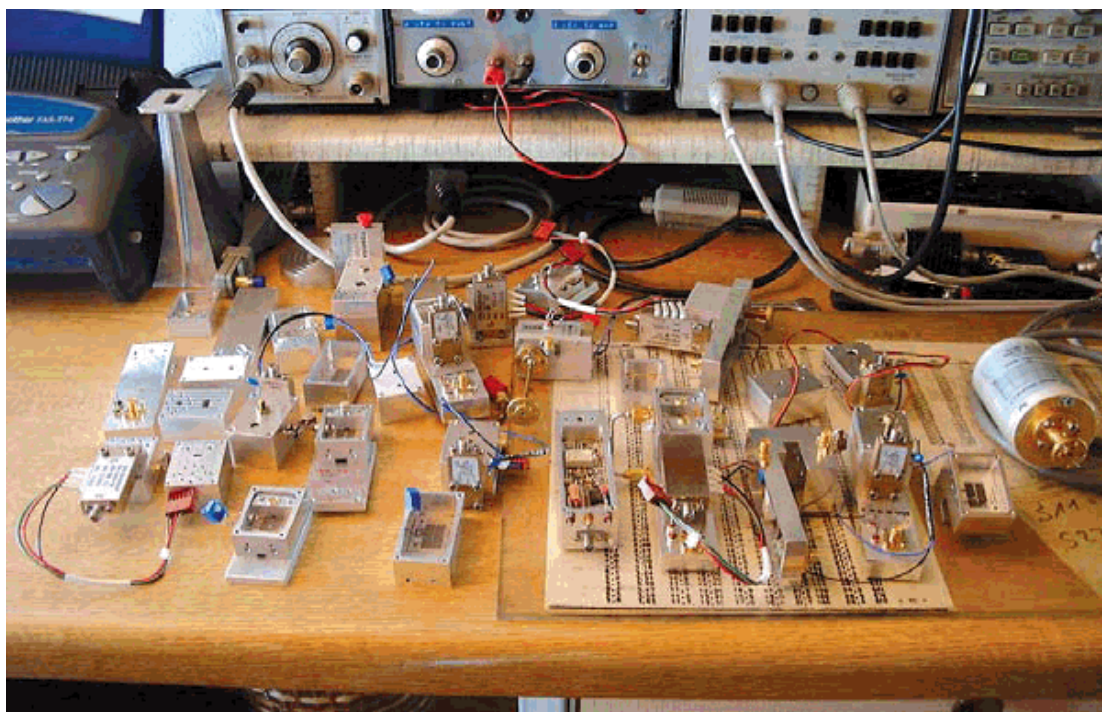
Obr. 5 Desky pro přepínání napájecího napětí pro 76 GHz



Obr. 6 Schema zapojení



Obr. 7 Pohled na vazební sondu vlnovodu



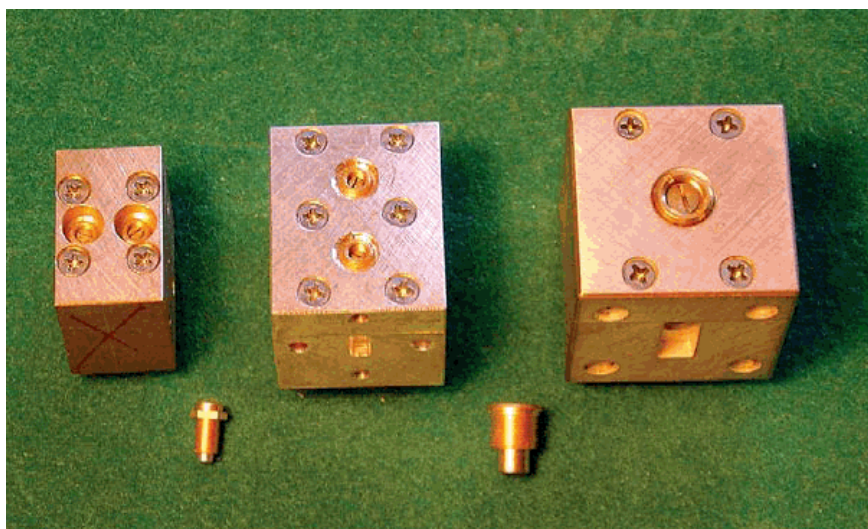
Obr. 8 Bylo potřeba mnoho testů a zkoušek



Obr. 9 Přípravky na výrobu přesných zářičů



Obr. 10 Parabola Procom, dole se zpevňovací kalotou



Obr. 11 Filtry 24 a 47 GHz OE9PMJ a dolad'ovací šroubky fi Tekelec