

Filtry typu pásmová propust pro 144 a 432 MHz – verze 2

Ing. Tomáš Kavalír, Ph.D. – OK1GTH, kavalir.t@seznam.cz, <http://ok1gth.nagano.cz>

Tento článek si klade za cíl seznámit s možnostmi realizace jednoduchých pásmových filtrů (BAND PASS) pro pásma 144 a 432 MHz, které jsou navrženy tak, aby je bylo možné vložit i do vysílací cesty bez nutnosti použít obchozí relé. Jsou dimenzovány pro cca 50W (100W max) průchozího výkonu a je možné je tak vložit za většinu komerčně dostupných VKV-UKV transceiverů. Filtry jsou navrženy do tlakových hliníkových odlitků s rozumným IP, aby je bylo možné využít i pro venkovní použití a filtry zároveň vykazují nízký průchozí útlum, aby je bylo možné předřadit například před LNA a zlepšit tak odolnost celého systému před vzdálenými mimo-pásmovými signály.

Uvedený technicky zaměřený článek je volným pokračováním článku s názvem "Pásmové filtry pro 144 a 432 MHz" zveřejněným v časopise Radioamatér a který je uložený například zde [1]. Předchozí verze byla ideální pro vložení do přijímací cesty a vykazovala mírně lepší potlačení a strmost. Nevýhodou byla skutečnost, že vzhledem k vysoké jakosti rezonančních obvodů a napěťové odolnosti použitých součástek, byly tyto filtry použitelné jen pro velmi malé výkony v řádu jednotek wattů. Nově vzniklé filtry byly úmyslně navrženy několikanásobnou postupnou optimalizací za pomoci RF návrhového softwaru Ansoft designer jako pásmové filtry s nižší jakostí a byly realizované jako vázané rezonační obvody s hodnotami součástek, které jsou dobře dostupné a fyzikálně realizovatelné.

Hlavní využití těchto filtrů je především v oblasti VKV a UKV provozu, který z fyzikálních principů podmínek šíření je vhodný provozovat v lokalitách s dobrým rádiovým obzorem a díky tomu, že v oblasti vysokofrekvenčního spektra nejsme sami, tak často tato místa musíme sdílet s mnoha jiným rádiovými vysílači a službami, které jsou více, či méně kmitočtově vzdálené od uvažovaných radioamatérských pásem 144 a 432 MHz. Vzhledem k častému použití komerčně vyráběných zařízení pro radioamatérská pásma (často se širokopásmovými vstupy), kdy se předpokládá jejich dominantní využití v domácích podmínkách na nepříliš exponovaných místech z hlediska spektra, tak může na radiově skvělých místech (často obsazených desítkami různých RF technologií) dojít k různým křížovým intermodulacím, nelineárním směšováním či dokonce „zahlcením vstupů“. Největší problém nastane v případě využití externího širokopásmového LNA bez vstupního filtru, kdy takové zařízení se může na „kopci“ jevit jako nepoužitelné právě díky zhoršení celkových intermodulačních parametrů celé soustavy. Poslední dobou je patrné, že ke zhoršování situace dochází i na místech, které nejsou tak „exponované“ jako jsou špičkové VKV kopce a k problémům z hlediska pronikání a ovlivňování vstupů přijímačů dochází i v oblastech měst a jejich periférií a je předpoklad, že vzhledem k bouřlivému rozvoji bezdrátových technologií a jejich masivnímu nasazování se bude situace spíše zhoršovat.

Proto jakékoliv snaha o zlepšení vstupní odolnosti proti silným mimo pásmovým signálům například zařazením pásmového filtru na vstup zařízení, jistě není na škodu a může se pozitivně projevit především při příjmu. Podmínkou je co nejnižší průchozí útlum takového filtru, aby nebyly výrazně zhoršeny šumové parametry přijímacího řetězce, kdy se šumové číslo úměrně zhoršuje právě o hodnotu průchozího útlumu. Dalším benefitem použití pásmových filtrů může být i lepší vzájemná „kompatibilita“ 2m a 70cm zařízení provozovaných z jedné lokality.

Popis realizace:

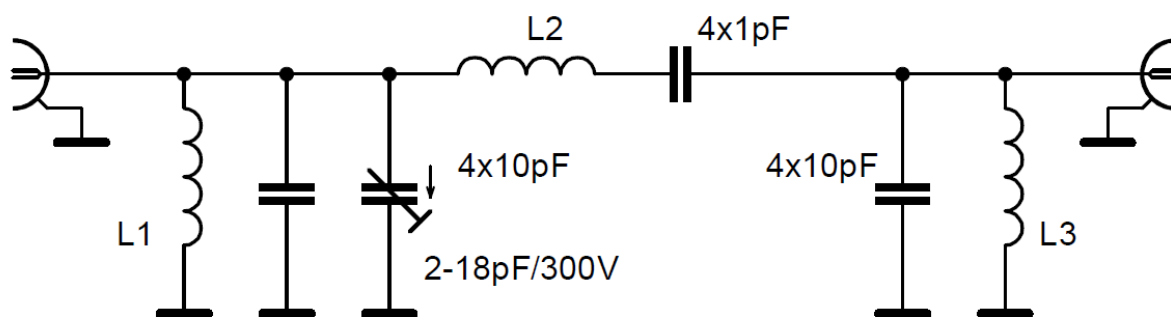
Pro vlastní realizaci filtrů do hliníkových tlakových odlitků (vhodných pro venkovní prostředí díky krytí IP 65) byly navrženy oboustranné plošné spoje s maskou a s prokovkami a pro dlouhodobou stálost i chemickou odolnost, bylo využito i zlacení. Jako materiál substrátu byl použit laminát podobný FR4 s mírně lepšími vlastnostmi v oblasti RF, kdy motiv plošného spoje je identický jak pro 144, tak i 432 MHz. Vzhledem k provedení plošného spoje s pomocnými ploškami z obou stran je také možné použít rovnou konektory pro přímou montáž (například SMA) nebo přiletovat koaxiální kabely a vlastní filtr mít umístěný například v zařízení na distančních sloupcích nebo na nosné desce. Pro navíjení cívek byl použit postříbřený drát CuAg o průměru 1,5 mm a navíjecí předpis je patrný ze schématu zapojení na Obr. 1. Odlišné vlastnosti z hlediska míry potlačení (stop band atd.) mezi simulovanou verzí a prakticky odměřenou je způsoben především parazitními rozptylovými vlastnostmi reálných součástek a jejich přeslechů, kdy pro tvorbu modelů byly v rámci urychlení využity „ideální součástky“ a nikoliv import například plných PSpice modelů. Na pozici kondenzátorů byly použity specializované výkonové vícevrstvé (MLCC) SMD prvky z hmoty NPO v pouzdře o velikost 1812 s napětovou odolností 2 – 3 kV v paralelním řazení pro snížení ESR a na pozici doladovacích kondenzátorů byly použity zlacené RF trimry 2 – 18 pF s teflonovou izolací s napětovou odolností až 600 V a minimálním přechodovým odporem [3]. Vlastní ladění provádíme na co nejlepší impedanční přizpůsobení a minimální průchozí útlum za pomoci například VNA (který se stává stále častějším vybavením u řady radioamatérů díky klesající ceně poloprofesionálních výrobků) stlačováním a roztahováním cívek a laděním pomocí kapacitních trimrů. U dobře provedeného filtru bychom se měli dostat na průchozí útlum okolo 0,4 dB (nebo méně) a míru přizpůsobení v podobě PSV = 1.1 na obou pásmech.

Součástky jsou dostatečně dimenzované pro použití s průchozím výkonem v rozmezí 50-100 W v obou pásmech a toto bylo experimentálně ověřeno při mnohaminutovém testu za pomoci trvalé nosné a průchozím výkonu na hranici 100W, kdy nebylo patrné rozladování ani ohřev součástek. Přesto opatrně především při zhoršených hodnotách výstupního (vstupního) PSV připojených antén, kdy při hodnotách PSV horší než 1,5-2 může dojít k negativnímu ovlivnění parametrů filtrů případně až k jejich poškození. V případě zájmu mohu dodat profesionálně vyrobené plošné spoje [4] nebo hotový a nastavená filtr podle uvedeného popisu. Přeji Všem hodně radosti nejen na VKV/UKV pásmech.

Odkazy:

- [1] <http://ok1gth.nagano.cz/pasmovefiltry.pdf>
- [2] <https://www.gme.cz/hlinikova-prumyslova-krabicka-ip65-u-03-13>
- [3] <https://cz.farnell.com/vishay/bfc280905217/cap-300v-through-hole/dp/1215714?ost=bfc280905217>
- [4] <https://rfshop.cz/pcb.htm>

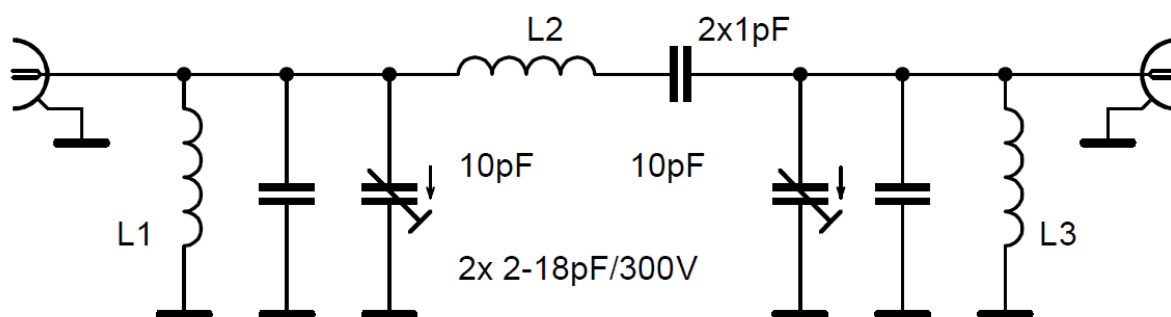
144 MHz BAND PASS FILTER



L1 + L3 = 2 závitů průměr 8mm

L2 = 6 závitů průměr 10mm

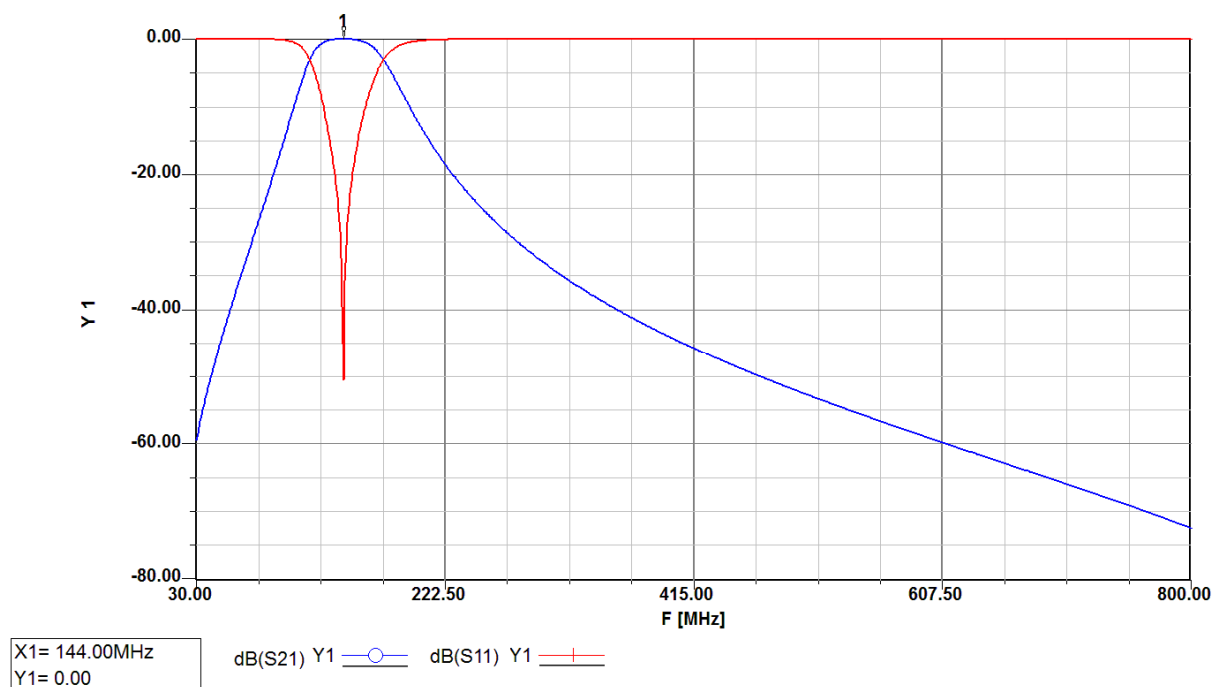
432 MHz BAND PASS FILTER



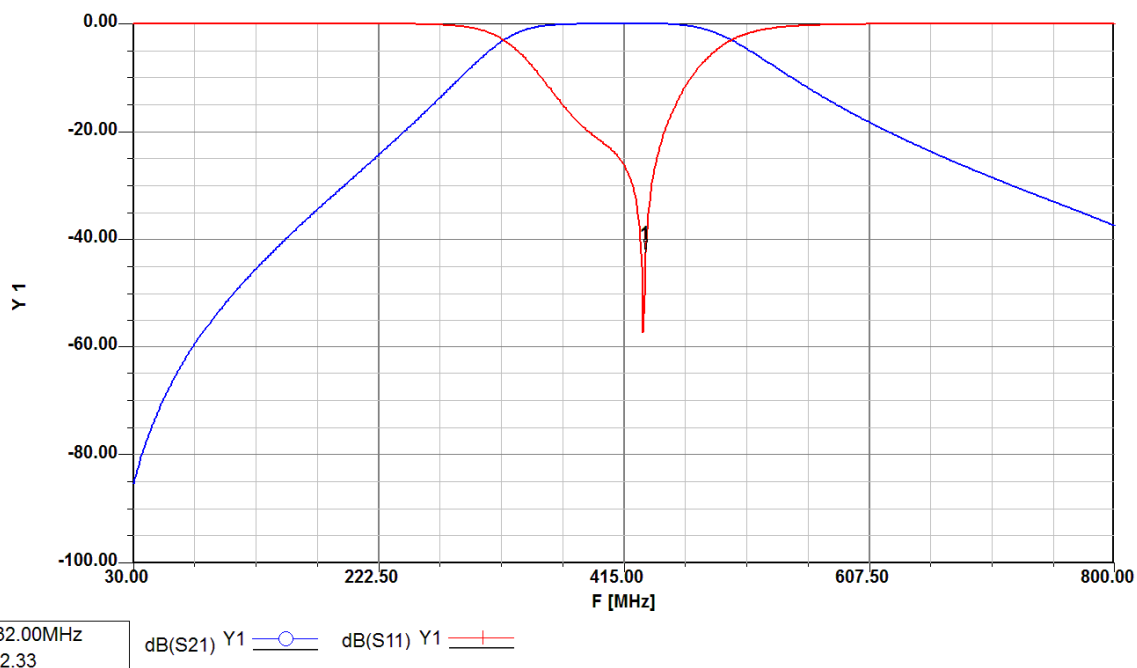
L1 + L3 = 2 závitů průměr 4mm

L2 = 3 závitů průměr 7mm

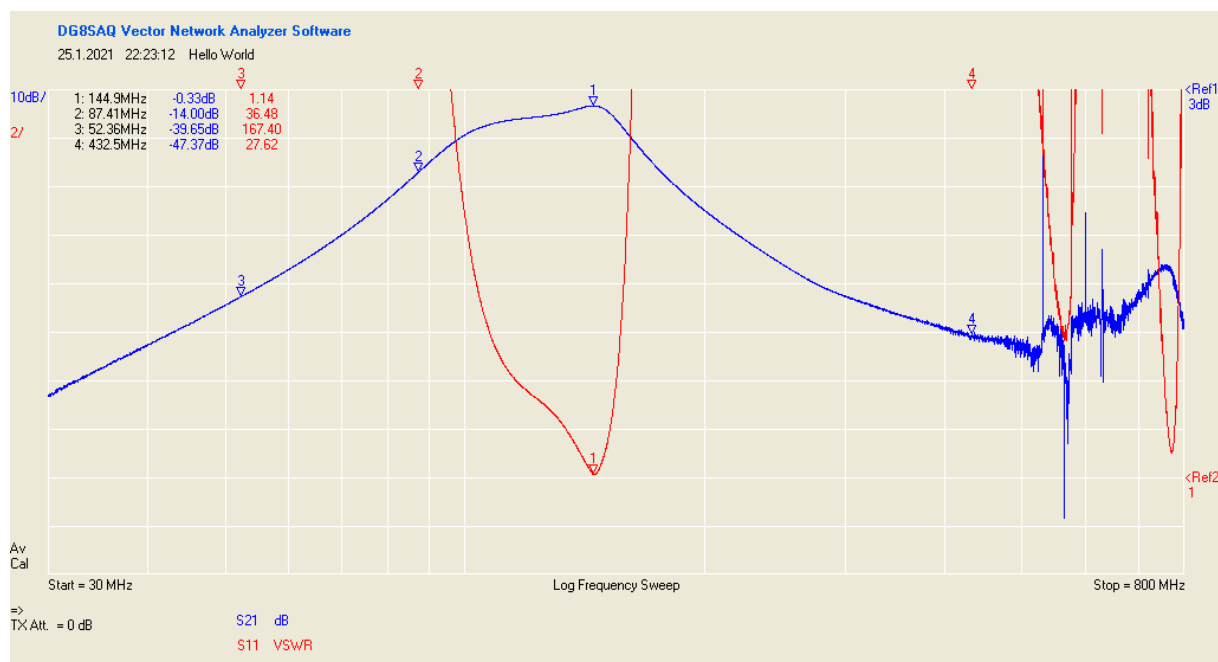
Obr. 1 Schéma zapojení obou filtrů a navijecí předpis cívek



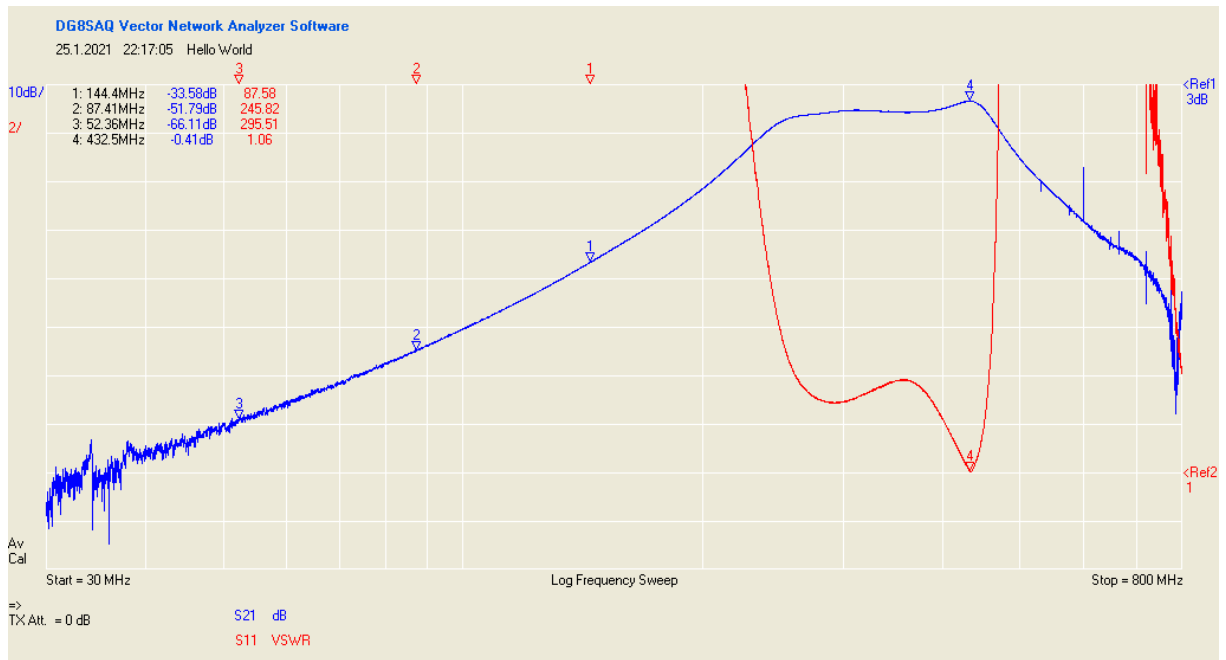
Obr. 2 Odsimulovaný průběh pásmového filtru pro 144 MHz v pásmu 30 – 800 MHz



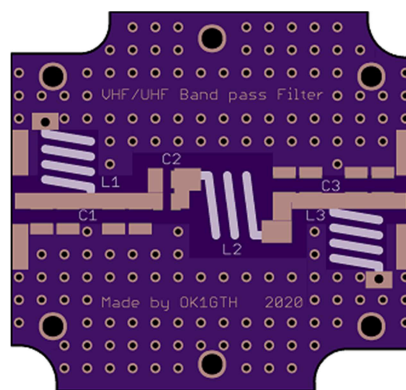
Obr. 3 Odsimulovaný průběh pásmového filtru pro 432 MHz v pásmu 30 – 800 MHz



Obr. 4 Změřený průběh optimalizovaného pásmového filtru pro 144 MHz v pásmu 30 – 800 MHz



Obr. 5 Změřený průběh optimalizovaného pásmového filtru pro 144 MHz v pásmu 30 – 800 MHz



Obr. 6 Provedení plošného spoje



Obr. 7 Finální provedení obou filtrů