

## Dolní propust pro 432 MHz

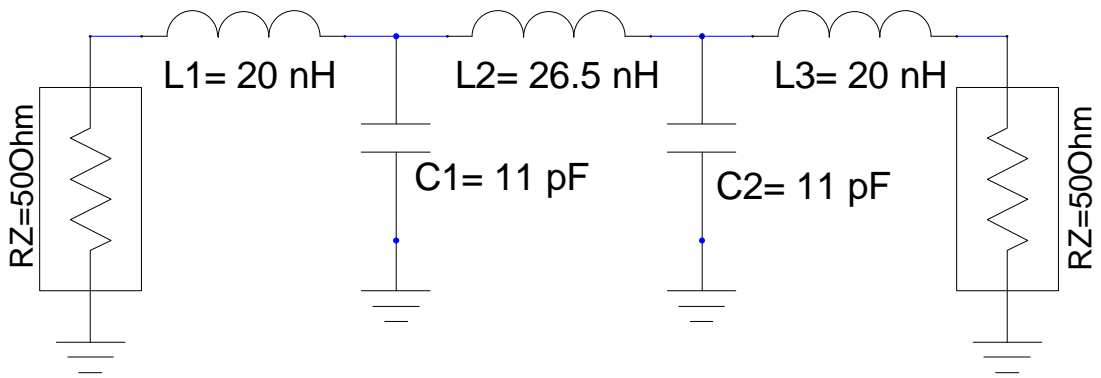
Ing. Tomáš Kavalír, OK1GTH [kavalir.t@seznam.cz](mailto:kavalir.t@seznam.cz), <http://ok1gth.nagano.cz>

**Uvedený technický článek se zabývá realizací jednoduchého dolno-propustného filtru pro 432 MHz pro průchozí výkon minimálně 500 W. Při návrhu byla použita Chebyshevova aproximace a filtr byl navržen jako pětiobvodový, což je rozumný kompromis mezi potlačením vyšších harmonických produktů a zároveň nízkým průchozím útlumem. Uvedená konstrukce je volným pokračováním článku, který byl zveřejněn v časopise Radioamatér 1/2010.**

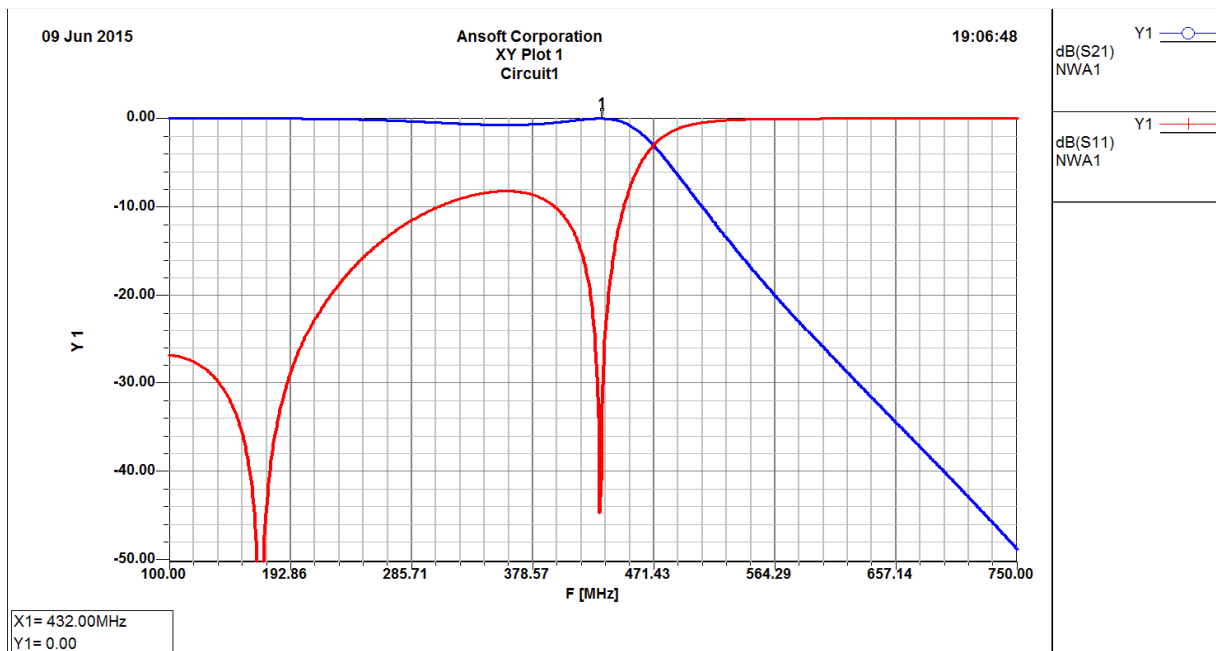
Pásmo 432 MHz je z hlediska realizace výkonového dolnoproputného filtru již na pomezí, kdy je ještě možné (byť s určitými omezeními) realizovat filtr klasickým způsobem za použití fyzických součástek. Z hlediska vlnové délky je používání úseků vedení jako obvodových prvků ještě poměrně nevýhodné díky mechanickým rozměrům, které komplikují a prodražují výrobu. Klasické vývodové součástky na uvažovaných kmitočtech již mají nezanedbatelně malé parazitní vlastnosti a často je tak nelze použít. Problém nastává především u výběru vhodného kapacitoru. Je samozřejmě možné pro menší výkony použít vícevrstvé SMD kondenzátory s nízkým ESR (například ATC kondenzátory řady 100 B atd.), ale pokud bychom uvažovali přenášené výkony v řádu stovek Wattů, tak bychom již museli použít větší množství prvků a přesto bude přetížitelnost uvedených součástek například při zhoršených podmínkách provozu relativně malá. Druhou možností je použít konstrukční kapacity vyrobené vhodnou technologií, což konstrukci opět komplikuje. U tohoto filtru bylo použito kompromisu, kdy byly kondenzátory vyrobeny z oboustranně plátovaného teflonového substrátu Taconic TLX9 tloušťky 0,031“ (0,787 mm) s  $DK = 2,5$ . Toto řešení zaručuje dlouhodobou mechanickou stabilitu i slušné elektrické parametry. Filtr byl navržen pomocí obvodového RF simulátoru a byly vypočteny následující hodnoty součástek – viz Obr.1.

Problémem může být realizace indukčností o malých hodnotách. S úspěchem bylo opět použito obvodového simulátoru. Cívky  $L_1$  a  $L_3$  jsou tvořeny CuAg drátem o průměru 1,5 mm a délky 28 mm, kdy drát není stočen do cívky. Cívka  $L_2$  je tvořena dvěma závitů stejného vodiče na průměru 5,5 mm. Vlastní kondenzátory jsou tvořeny kružnicí pro rovnoměrnější rozložení pole a mají průměr 23,2 mm. Celý plošný spoj je navržen pro použití v duralové krabici o vnitřních rozměrech 50 x 90 mm.

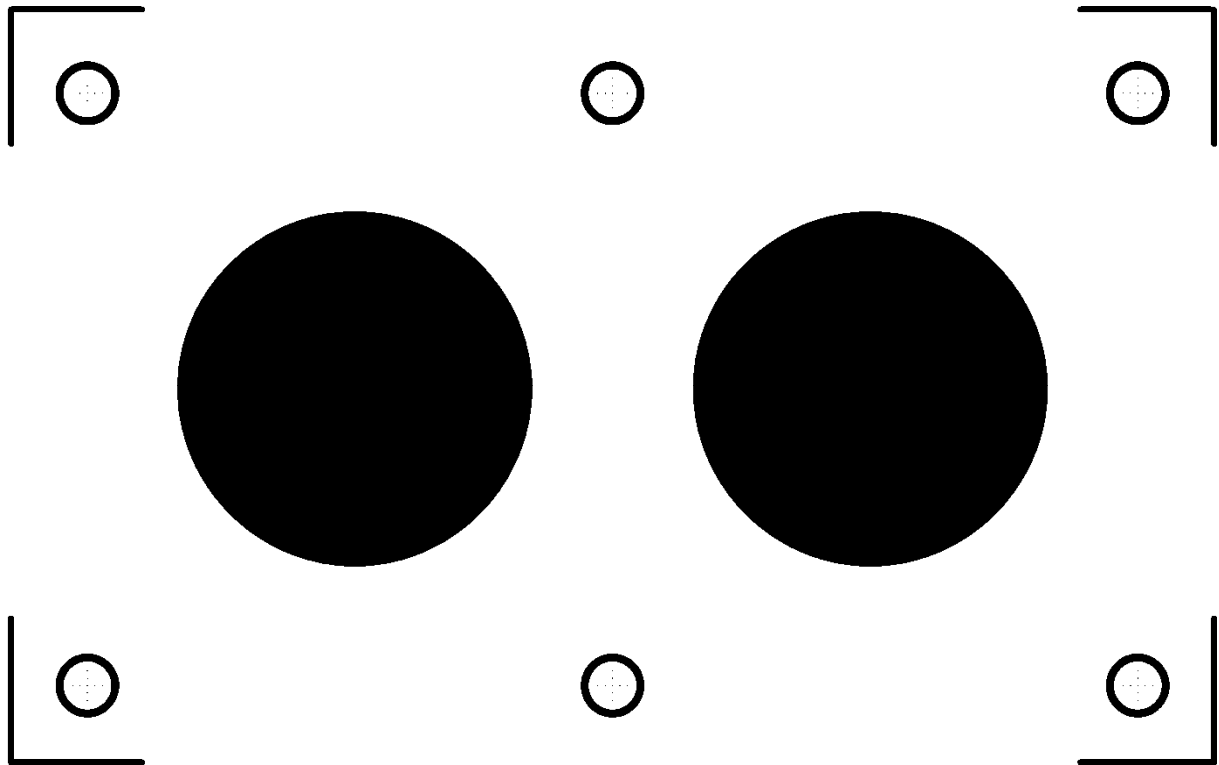
U finálního provedení je podstatné vhodným roztažením případně stlačením cívky  $L_2$  naladit filtr na optimální parametry nejlépe pomocí vektorového obvodového analyzátoru (VNA). V případě dobře provedené konstrukce můžeme počítat s průchozím útlumem pod 0,2 dB a dobrým impedančním přizpůsobením na obou branách filtru ( $PSV = 1,2$  max). Bohužel díky přeslechu mezi cívkami nelze počítat s podobnými hodnotami potlačení, jako zobrazuje simulace, ale „stop band“ se pohybuje okolo 40 dB. Pro reálná zapojení koncových stupňů je často i tato hodnota dostatečná, aby bylo zabráněno nežádoucímu vyzařování. Vzhledem k nízkým průchozím ztrátám se dá předpokládat, že filtr snese i vyšší přenášené výkony, než deklarovaných 500 W. V případě zájmu je možné dodat kompletní a nastavený filtr uvedených vlastností.



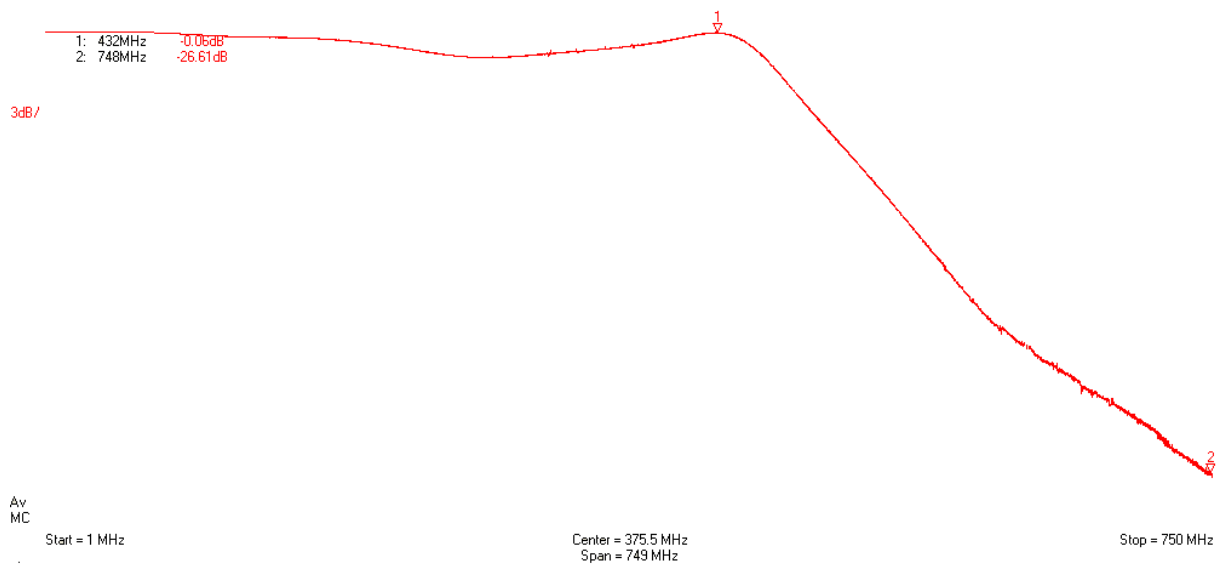
Obr.1: Zapojení filtru DP pro 432 MHz.



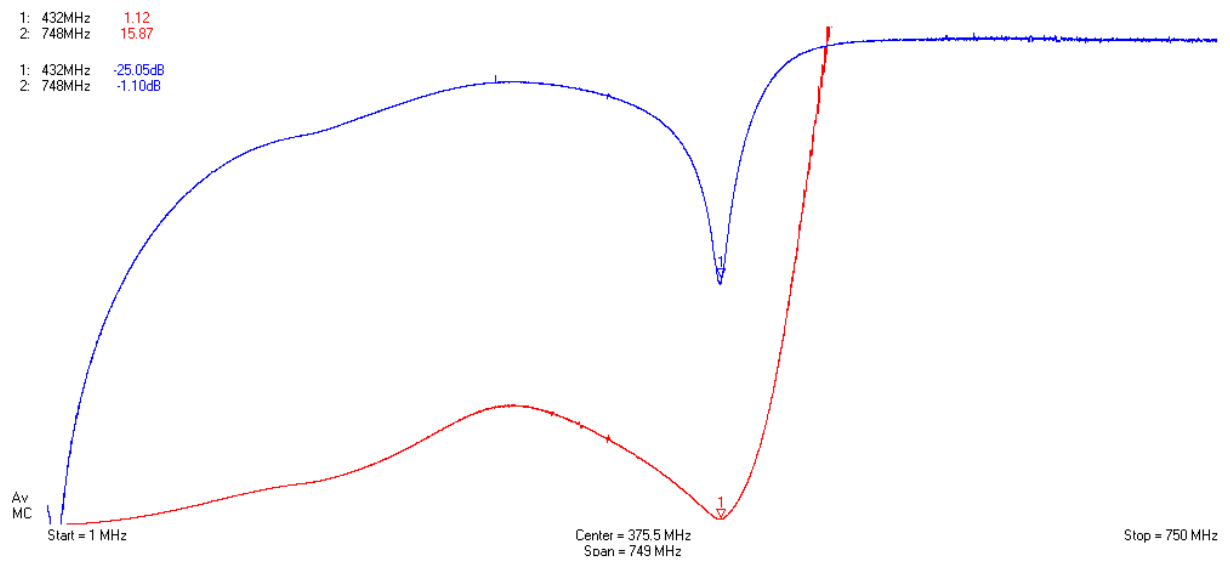
Obr.2: Průběh parametru S11 a S21.



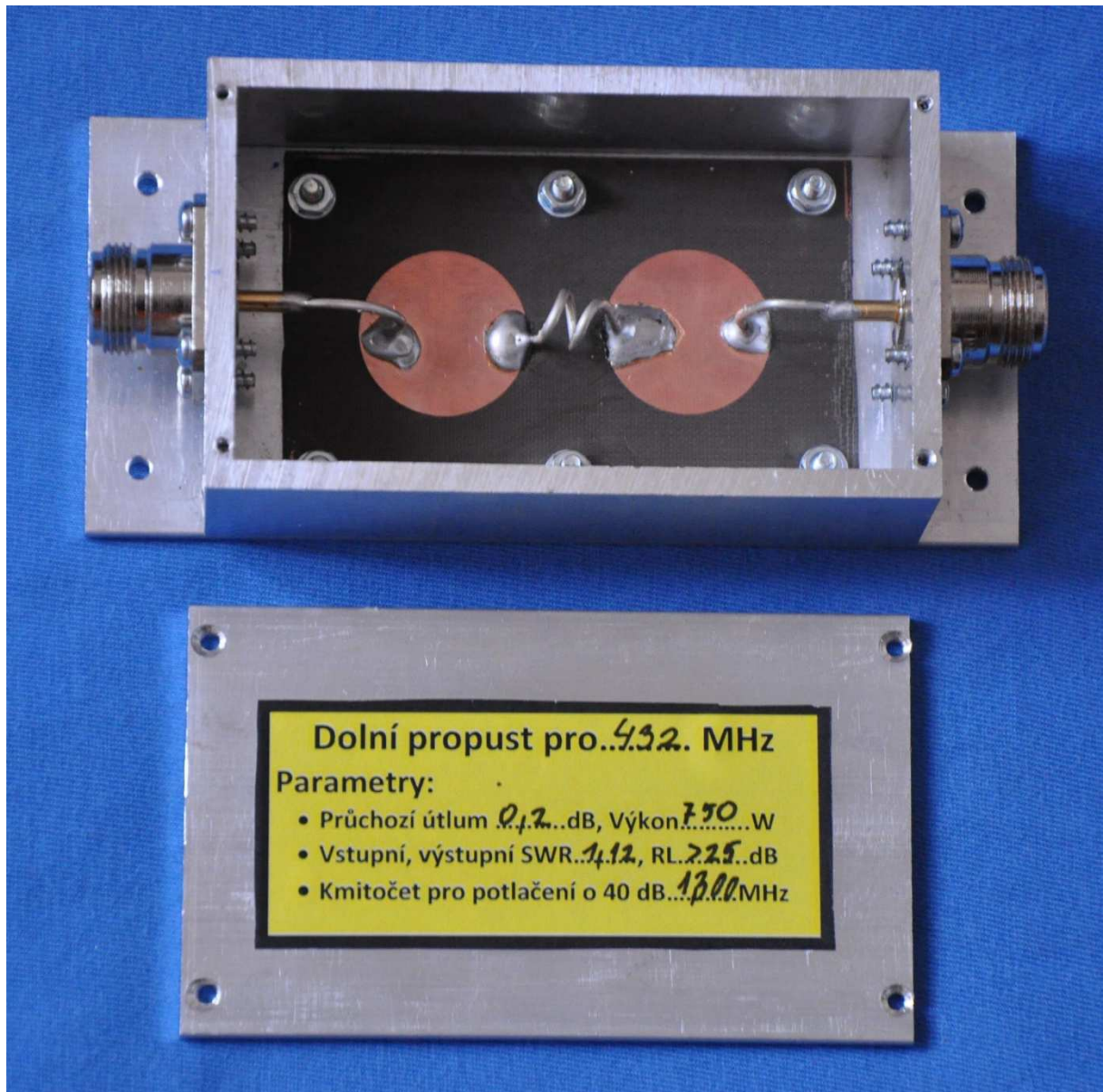
Obr.3: Motiv plošného spoje – materiál Taconic TLX9.



Obr.4: Změřený přenos filtru jako parametr S21 v pásmu 1 – 750 MHz.



Obr.5: Změřený průběh RL a PSV v pásmu 1 – 750 MHz.



Obr.6: Finální provedení filtru pro 432 MHz.