

Napájecí výkonová výhybka (Bias-tee)

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

Uvedená napájecí výhybka, známá též pod označením „Bias-tee“, byla navržena pro použití v pásmech VKV a UKV přibližně v rozmezí 100 MHz – 1 GHz, tj. pro radioamatérská pásma 144 a 432 MHz. Tato výhybka je určena například pro napájení po koaxiálním kabelu (například pro napájení LNA, konvertorů atd.) a díky konkrétnímu zadání bylo navrženo zapojení, které by mělo zvládnout přenést vyšší výkon (až v oblasti stovek Wattů). Vhodnou volbou součástek je možné napájecí výhybku použít i pro jiné kmitočtové rozsahy.

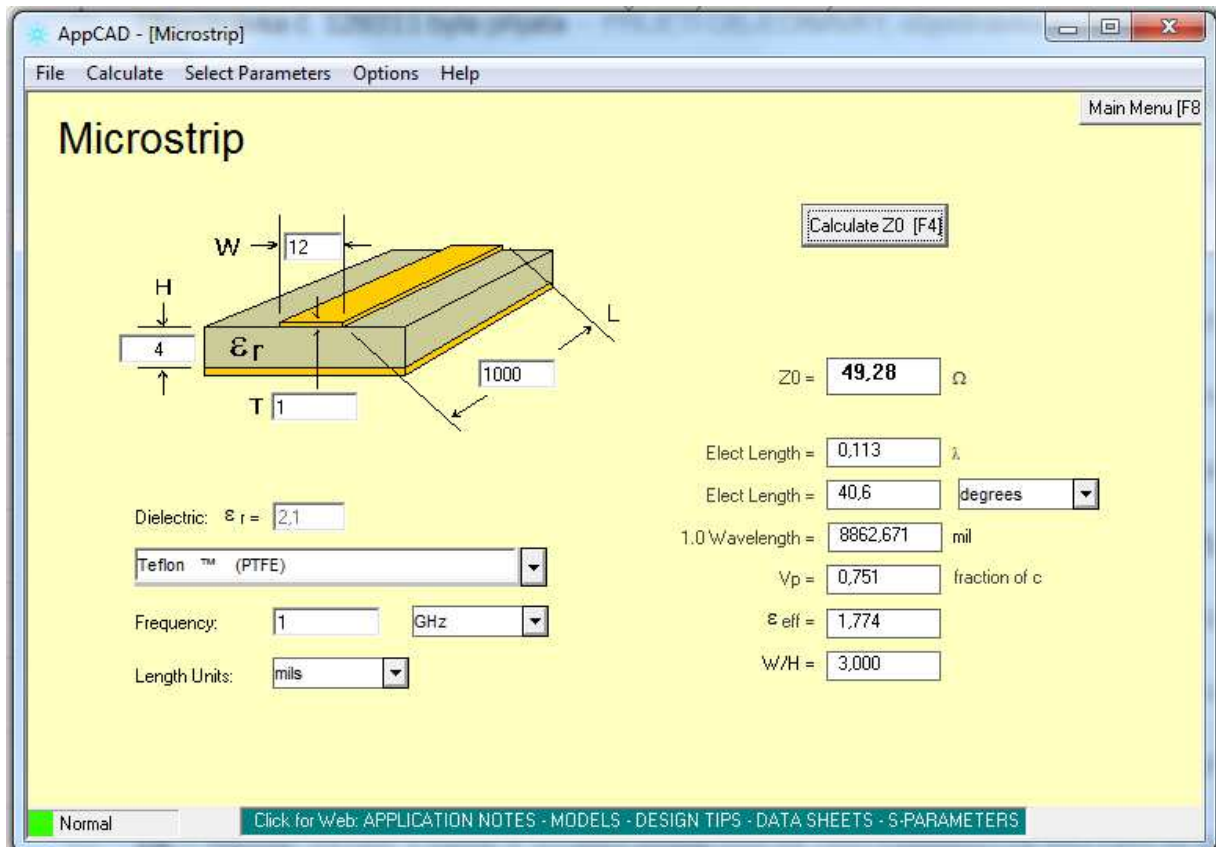
Vzhledem k uvažovanému kmitočtovému pokrytí pásem 144 a 432 MHz, bylo již zvoleno provedení s mikropáskovým vedením pro zachování vlnové impedance 50 Ω . Pro snadnou realizaci a předpokládané „výkonovější“ provedení (s tím spojená mechanická robustnost a dlouhodobá stabilita), byly zvoleny pro realizaci kvalitní kovové krabičky tvořené hliníkovým odlitkem. Tato použitá krabička má označení U-1590LBFL a je možné ji zakoupit například zde [1]. Pro vlastní výpočet mikropáskového vedení byl použit oblíbený program AppCAD 4.0.0, který je zdarma ke stažení například zde [2]. Vzhledem k tomu, že jsem nechtěl vlastní mikropáskové vedení realizovat na plošném spoji (pro běžné tloušťky DPS 1,5mm u FR4 by vyházela příliš úzká horní cesta a tím pádem vysoké proudové hustoty atd.), tak nakonec byla zvolena samonosná konstrukce tvořená páskem měděného plechu šířky 12 mm o tloušťce 1 mm umístěná na teflonové desce tloušťky 4 mm. Hodnoty vazební kapacity a tlumivky pro přívod DC byly zjištěny jednoduchou simulací pomocí Ansoft Designer SV, kdy pro jednoduchost nebyly respektovány parazitní vlastnosti součástek a jejich fyzikální modely. Vzhledem k uvažovanému vyššímu průchozímu výkonu je vlastní vazební kapacita tvořena vícevrstevnými vysokonapěťovými MLCC kondenzátory (například o rozměru pouzdra 1812) ideálně z hmoty NPO o hodnotě 1 nF, kdy jsou použity 3kusy paralelně. Paralelním řazením dochází ke snížení ekvivalentního sériového odporu a zároveň ke zvýšení tuhosti mikropáskového vedení. Pokud předpokládáme zvýšené mechanické namáhání mikropáskového vedení, tak je vhodné vlastní vedení fixovat podpůrnou konstrukcí z horní strany tvořenou například FR4 materiálem bez měděné vrstvy. Celkově tak lze vytvořit sendvičovou strukturu, kterou je vhodné stáhnout pomocnými šrouby k základně. V desce je vhodné nechat průzory pro vlastní připájení vazebních kondenzátorů a tlumivky. Jedno z možných provedení je patrné následujících z obrázků. Pro vyvedení DC napětí je použito průchodkového kondenzátoru, ale je možné použít i další konektor (N, SMA, BNC atd.) doplněný blokovacími kondenzátory (okolo 1 nF atd.). Napájecí tlumivka má hodnotu přibližně 500 nH a je vytvořena těsným navinutím 13 závitů na průměru 6 mm drátem CuL o průměru 0,8 mm.

Podobným způsobem je možné realizovat anténní napájecí výhybku odlišných vlastností i pro jiná kmitočtová pásma. Pozor u kmitočtů nad cca 1 GHz, kdy je potřeba uvažovat i rozptylové parametry kondenzátorů a jejich vlastní rezonance (problém především právě u rozměrnějších pouzder). V případě zájmu je možné dodat kompletní provedení na klíč podle výše uvedeného popisu o podobných vlastnostech. Zde popsané provedení není přesným konstrukčním návodem, ale ukázkou jednoho možného řešení (z mnoha možných) anténní napájecí výhybky s rozumnými vlastnostmi určeným pro vyšší průchozí výkon.

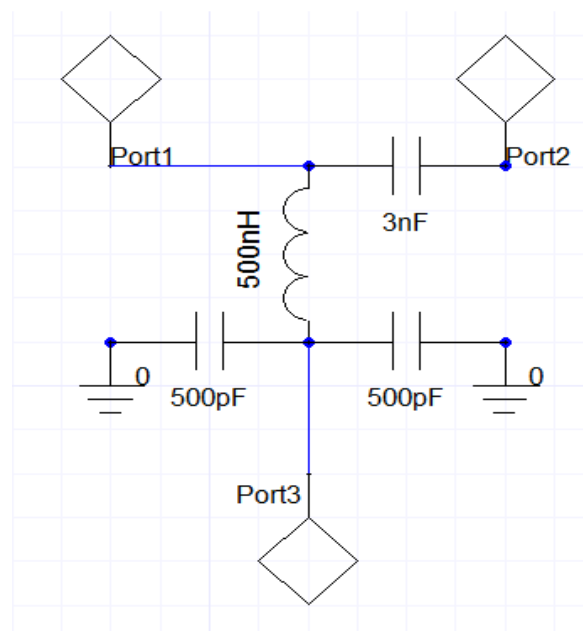
Odkazy:

[1] <https://www.gme.cz/hlinikova-krabicka-u-1590lbf>

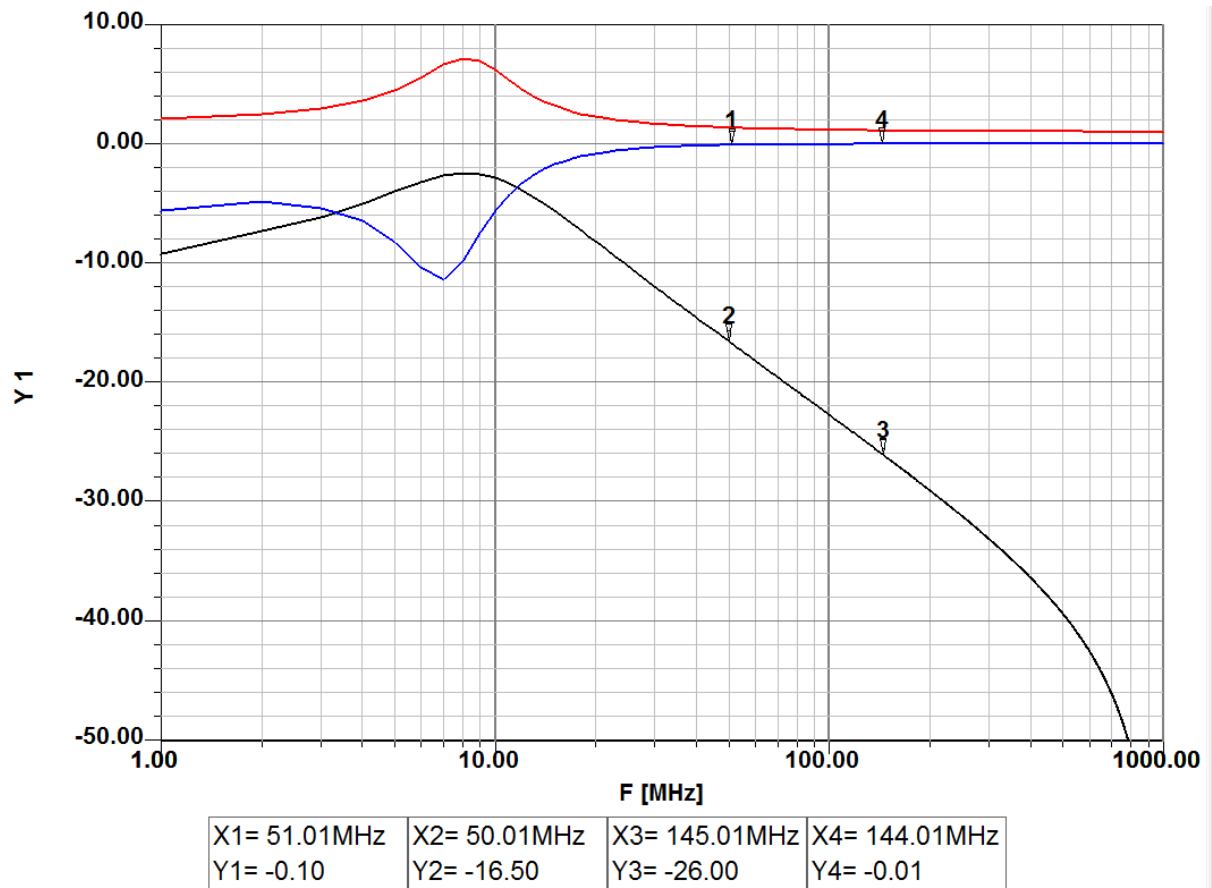
[2] <http://www.hp.woodshot.com/>



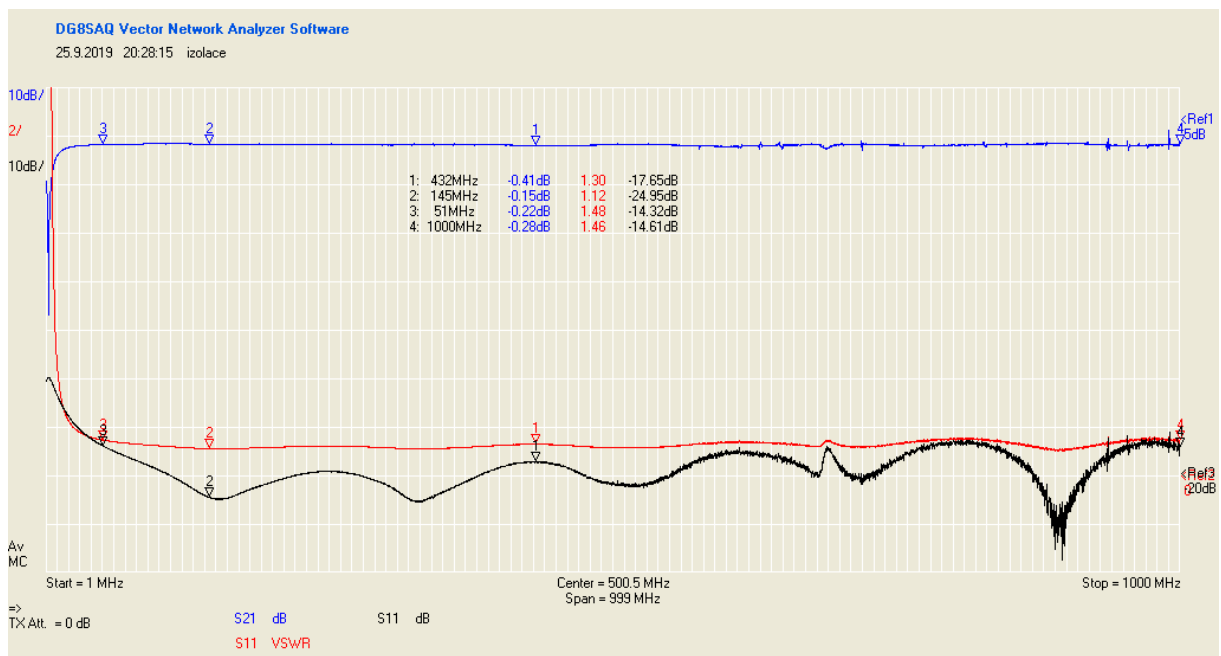
Prostředí programu AppCAD – výpočet impedance mikropáskového vedení



Simulační zapojení napájecí vyhybky



Odsimulovaný průběh průchozího útlumu a míry přizpůsobení (S21 a S11) v pásmu 1 – 1000 MHz



Změřený průběh průchozího útlumu a míry přizpůsobení (S21 a S11) v pásmu 1 – 1000 MHz



Ukázky praktické realizace – jedno z možných provedení