

Pásmové LNA s vysokou odolností pro 50, 144 a 432 MHz

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

Uvedený technický článek si klade za cíl popsat několik konstrukcí nízkošumových předzesilovačů s vysokou odolností pro radioamatérská pásma 50 (70), 144 a 432 MHz. Všechny uvedené předzesilovače jsou navrženy tak, že obsahují vstupní pásmový filtr (BP) a obchází „by-pass“ relé. Po odpojení napájení jsou tak LNA „průchozí“ a je možné tak jednoznačně zjistit, jestli jsou LNA funkční, jaký je jejich přínos a zároveň zajistit jejich ochranu při vysílání vhodným, dostatečně rychlým odpojením napájení. První typy LNA pro 50, 144 a 432 MHz jsou upravené známé LNA s BFG540W/X, jejichž myšlenkovým otcem je YU1AW [1], následuje popis Hi-tech LNA s pHEMT MMIC prvkem SPF5043Z pro 144 a 432 MHz s výrazně nižším šumem a článek je zakončen QRO verzí LNA pro 50 (70) a 144 MHz do průchozího výkonu cca 750 W. Na závěr bude představen jednoduchý přepínací obvod, který umožňuje ovládat spínání LNA, případně i koaxiálních relé.

Jednoduché LNA s BFG540W/X pro 50 (70), 144 a 432 MHz

Jak bylo uvedeno v úvodu, tak v první části článku budou popsány jednoduché pásmové LNA s vysokou IP odolností, jejichž hlavní předností je vysoká robustnost a spolehlivost na úkor mírně horších šumových vlastností, které jsou dány jak výběrem použitého aktivního prvku BFG540W/X, tak především vstupního pásmového filtru se vstupním přizpůsobením, který má určitý nenulový průchozí útlum a podílí se tak na zhoršení šumových vlastností přičtením k celkovému šumovému číslu NF předzesilovače. Běžně se tak pásmové filtry umísťují až za vlastní zesilovací prvek, což ale pak klade výrazně větší nároky na dynamický rozsah prvku, který musí pokud možno s co nejnižším nelineárním zkreslením zesílit celé spektrum vstupních signálů a zároveň musí vykazovat „robustnost“ z hlediska impulzních krátkodobých jevů, přepětí, statické elektřiny atd. Pokud bydlíme někde „na samotě u lesa“ bez průmyslového rušení, GSM a LTE základnových stanic a stovek dalších aktivních služeb rozprostřených v kmitočtovém spektru, tak máme vyhráno a není nutné zpravidla používat kmitočtovou filtraci. Problém většinou nastává, pokud bydlíme v zástavbě města nebo vyjedeme někde na exponovaný kopec, kde nejsme z hlediska vysílání sami. Tam se ukazuje, že je mnohem důležitější než extrémně nízké šumové číslo vlastního předzesilovače (neplatí pro EME atd.) spíše celková vysoká intermodulační odolnost a pásmový filtr ideálně rovnou na vstupu předzesilovače, který zamezí (potlačí) pronikání silných mimopásmových signálů přímo na vstup aktivního prvku a omezí tak mimo jiné například křížové intermodulace, nově vzniklé intermodulační produkty vzájemného směšování a další projevy „přetíženého“ vstupu.

Vlastní předzesilovač s BFG540W/X je upravenou verzí známé konstrukce od výborného konstruktéra YU1AW [1], kdy byl mírně modifikován vstupní obvod a zapojení předzesilovače a především jeho doplnění o obchází relé, které zajistí, že pokud není LNA napájen, tak je v tzv. průchozím režimu. Velikost průchozího výkonu je dána především použitými relátkami (průchozí útlum a velikost izolace) a je různý pro jednotlivá kmitočtová pásma. Na výstupu předzesilovače jsou umístěny plošky na plošném spoji, kde je vhodné umístit útlumový článek pro nastavení provozního zisku předzesilovače. U všech zde prezentovaných měření jsou umístěny útlumové články o hodnotě 6-7 dB, o které je snížen celkový zisk LNA. Pokud je dobře navržen přijímací řetězec, tak nemá moc smysl nastavovat

vysoká zesílení, protože vlastní předzesilovač by měl s mírnou rezervou pokrývat pouze ztráty přijímací cesty, tzn. především například kompenzovat ztráty koaxiálního kabelu. Proto nastavovat vysoké zesílení na 15 a více dB nemá většinou moc smysl a naopak si můžeme výrazně snížit celkovou odolnost přijímacího řetězce. Doporučuji prostudovat výborné články například od Vládi OK1DAK, které jsou k dispozici na webu [2]. Po prostudování je vhodné si nainstalovat utilitu „Appcad“ od Agilent [3], která mimo mnoho užitečných simulátorů pro pasivní i aktivní systémy obsahuje například šumové a odolnostní analýzy a je tak možné si udělat představu o chování celého RX systému.

Konstrukční popis LNA s BFG540W/X pro 50 (70), 144 a 432 MHz

Vlastní LNA jsou navrženy na oboustranném plošném spoji s prokovkami a oboustrannou maskou, kdy kvalitní provedení již prakticky není možné v domácích podmínkách realizovat a spolehneme se tak na výrobu specializované firmy, která se výrobou plošných spojů zabývá. Vyšší cena kusového PCB je vykoupena velmi profesionálním vzhledem, opakovatelností výroby a mnohem lepšími RF vlastnostmi, které jsou dány například použitím oboustranného plošného spoje s dostatečným množstvím prokovek a zlacením. Díky oboustranné masce je zároveň zajištěno snadnější letování součástek a dlouhodobá mechanická stálost. Vlastní plošný spoj je navržen pro přímé vložení do krabičky tvořené tlakovým hliníkovým odlitkem KH106 o rozměrech přibližně 115x65x30 mm, která zaručí profesionální vzhled konstrukce a zároveň má vysokou odolnost z hlediska krytí IP [4]. Pro trvalou venkovní montáž přesto doporučuji vlastní LNA umístit ještě do druhé, například plastové montážní krabice, která je přizpůsobena pro venkovní klimatické podmínky. Vlastní LNA se pro jednotlivá kmitočtová pásma liší především vstupním obvodem [5] tvořeným C1, L, C2 a dále zpětnovazebními a výstupními součástkami, kdy se mění především hodnota C3, C4 a TL. Zbytek součástek je navržen tak, aby zůstal stejný pro všechny pásma. Pozor na odlišnost oproti zbývajícím LNA s SPF5043Z, kdy je použit integrovaný stabilizátor na 9V v podobě 7809 v pouzdře Dpak na místo 5V provedení u SPF MMIC. Součástky jsou použity jak ve vývodovém provedení (svorkovnice, kapacitní trimry, indukčnost), tak i v provedení pro povrchovou montáž SMT. Velikost SMD součástek je běžně volena 1206, pokud není uvedeno jinak.

Oživení LNA s BFG540W/X

Po osazení všech součástek plošný spoj umístíme do připravené duralové krabičky (případně si vyrobíme vlastní) a zkusíme po kontrole připojit napájecí napětí z regulovatelného zdroje s proudovou pojistkou. Odběr by se měl pohybovat pod cca 100 mA a nastavení klidového proudu kontrolujeme úbytkem napětí na rezistoru 82 Ω . Zároveň „propískneme“ vstupní a výstupní relátka, jestli došlo k jejich překlopení. Následně je vhodné použít alespoň základní měřicí vybavení pro nastavení vstupní pásmové propusti v podobě obvodového vektorového analyzátoru, kdy měříme činitel přenosu S21 případně i vstupní činitel přizpůsobení S11. Také je vhodné změřit přenos a impedanční přizpůsobení v případě vypnutého LNA, kdy by průchozí útlum neměl překročit cca 0,75 dB a vstupní PSV by mělo být pod 1,5 i v pásmu 432 MHz. Zejména v případě 432 MHz je vhodné propojit vlastní plošný spoj s vnější krabičkou v místě RF konektorů pomocí tenkých pásků, což pomůže zlepšit impedanční přizpůsobení.

Změřené parametry LNA s BFG540W/X

Všechny podstatné parametry LNA (přenosová charakteristika, vstupní přizpůsobení, šumové parametry, stabilita atd.) byly ověřeny „odsimulováním“ v profesionálním RF simulátoru od firmy Ansoft. Výsledky více méně souhlasí i se změřenými parametry a zapojení vykazuje díky zpětnovazebním obvodům i výbornou stabilitu u všech sledovaných pásem. Jak bylo řečeno v úvodu, tak mírným ústupkem jsou šumové parametry, kdy vlastní změřené šumové číslo NF se pohybuje v intervalu přibližně 2-3 dB podle jednotlivých pásem, takže se úplně nehodí pro aplikace, kde se sleduje co nejnižší celkové šumové číslo systému a minimální detekovatelný signál (typicky EME). Praxe ukazuje, že v běžném prostředí a při použití například v závodech, kdy je vysoká koncentrace stanic (a vzájemného rušení), je mnohem důležitější vysoká vstupní odolnost a celková robustnost (spolehlivost) LNA, která je u tohoto typu na vysoké úrovni. Například změřený výstupní bod zahrazení OIP3 je na úrovni větší než + 30 dBm při rozumném vstupním přizpůsobení. Zisk LNA se pohybuje podle konkrétního tranzistoru v rozmezí cca 16-20 dB, kdy se vzrůstajícím kmitočtem klesá. Z hlediska použitých relátek a jejich izolace je maximální průchozí výkon v pásmech 50 (70) a 144 MHz přibližně na úrovni 50 W a v pásmu 432 MHz maximálně cca 20 W.

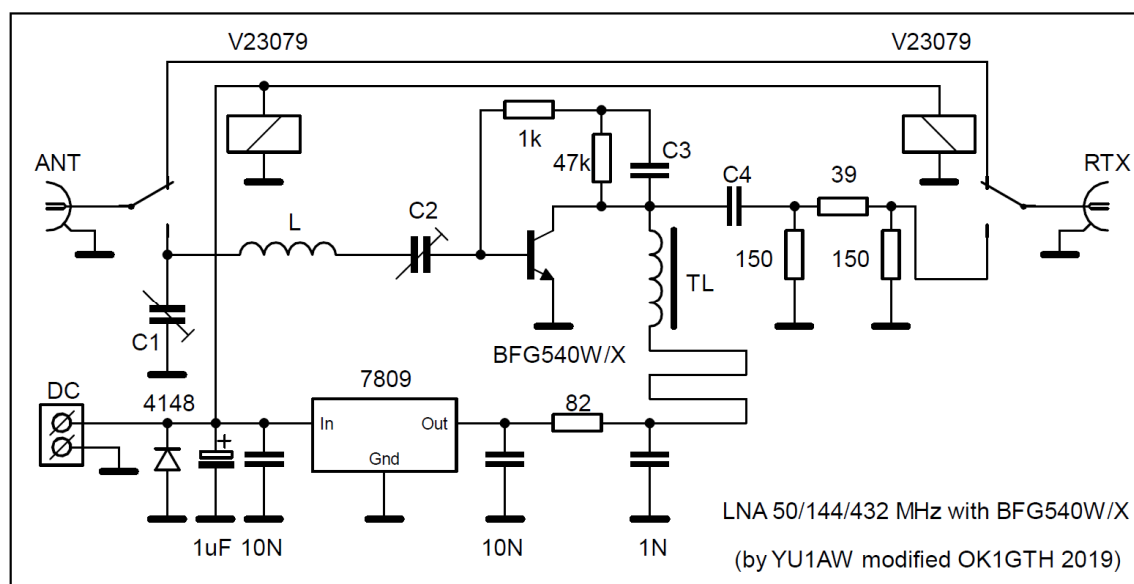
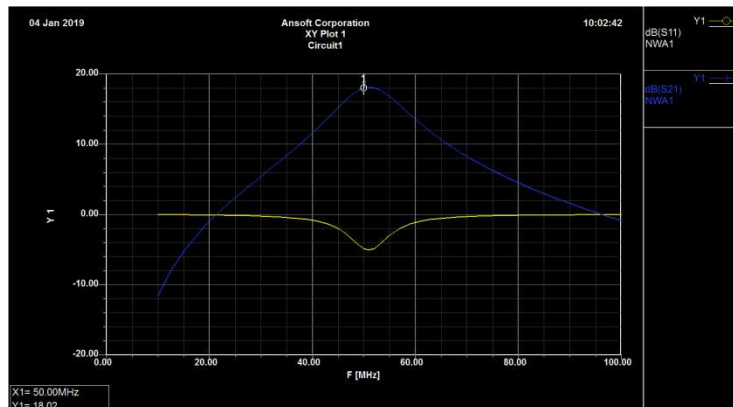


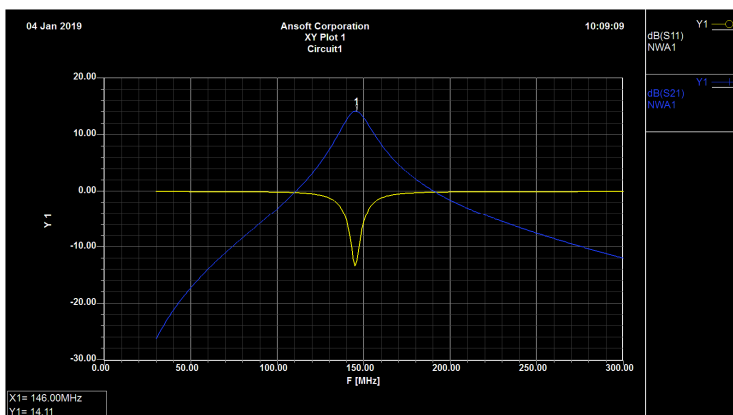
Schéma LNA pro 50 (70), 144 a 432 MHz s BFG540W/X

Tabulka součástek LNA BFG540W/X

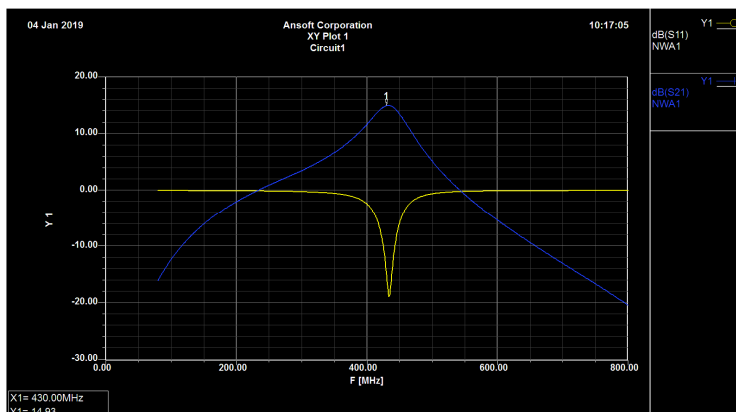
Pásmo	50 MHz	144 MHz	432 MHz
C1	150 pF	Trimmer 2-18 pF ptfe	Trimmer 2-18 pF ptfe
C2	Trimmer 2,0 - 27 pF + 10 pF paralelně	Trimmer 2-10 pF	Trimmer 1-5 pF
C3	10 nF	10 nF	1 nF
C4	15 pF	6,8 pF	3,9 pF
TL	570 nH 1210AS-R56J-0,1	570 nH 1210AS-R56J-0,1	220 nH 0805AS-R22j-08
L	8z Cu 1mm, D=10 mm	6z Cu 0,8 mm, D= 10 mm	2z cu 0,8 mm, D=10 mm



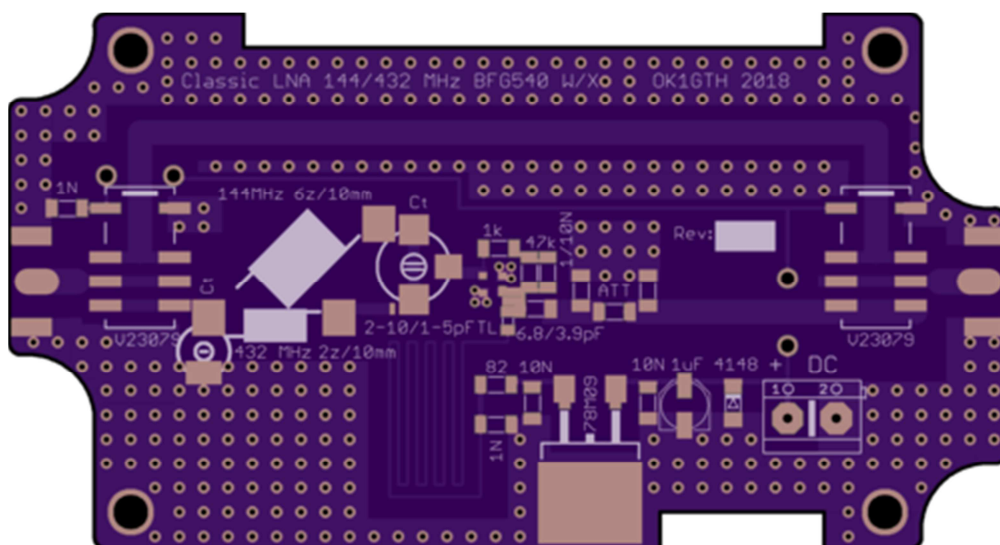
Výsledky simulace LNA v podobě S11 a S21 pro 50 MHz



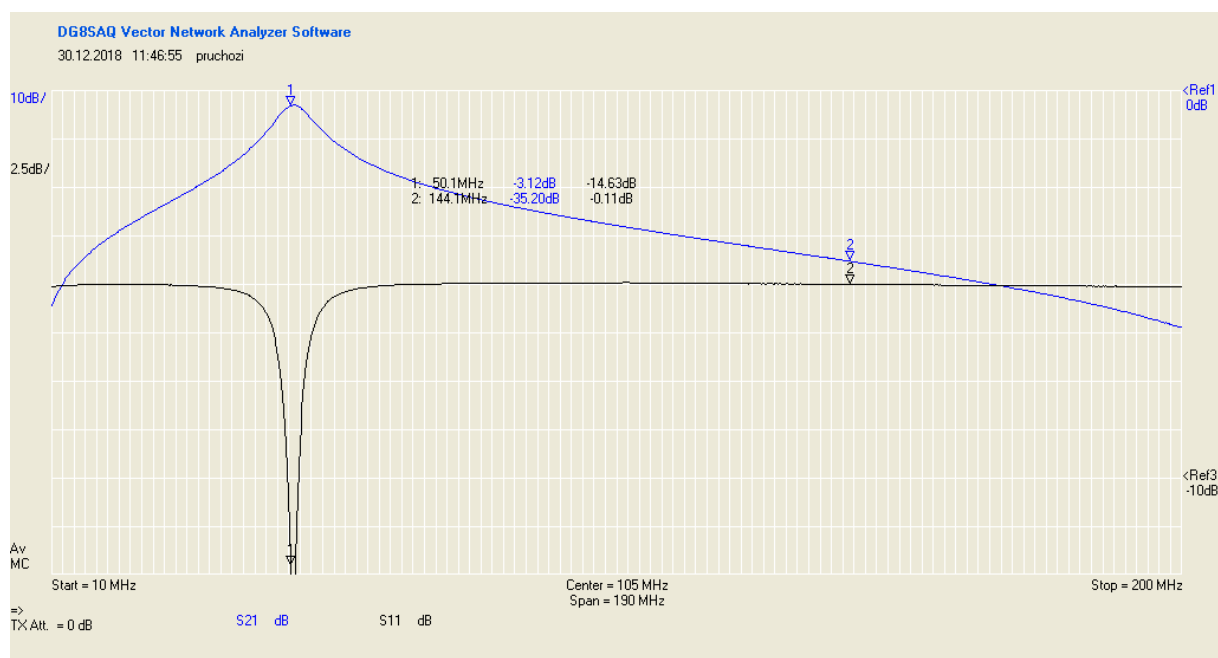
Výsledky simulace LNA v podobě S11 a S21 pro 144 MHz



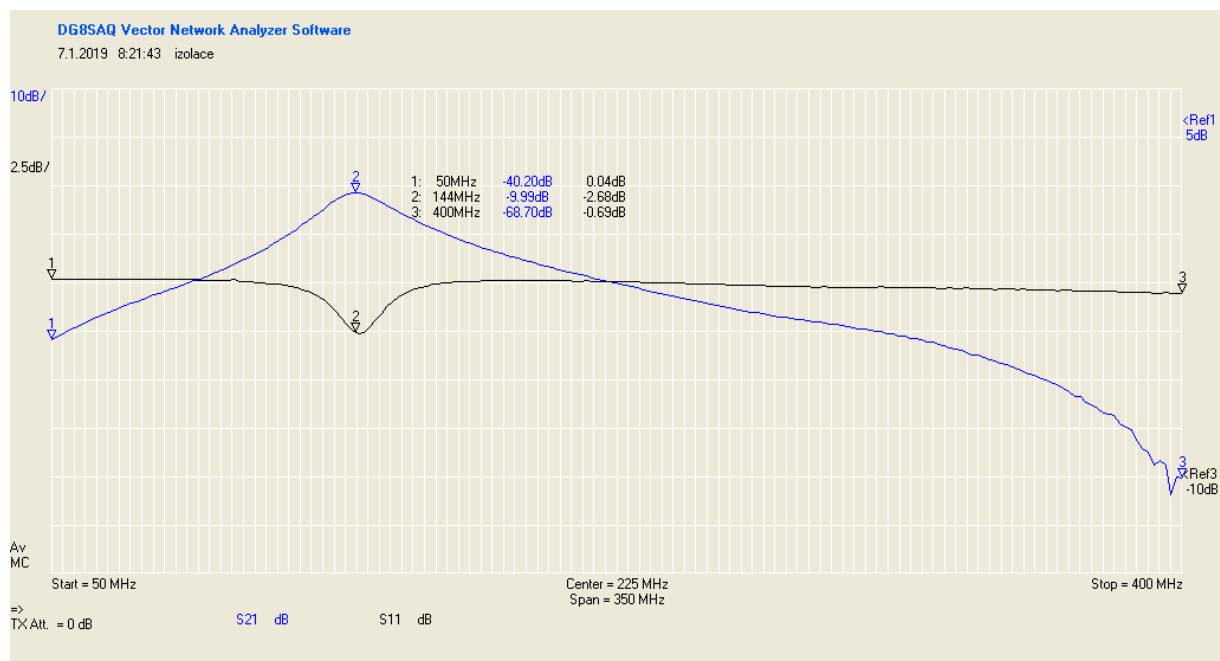
Výsledky simulace LNA v podobě S11 a S21 pro 432 MHz



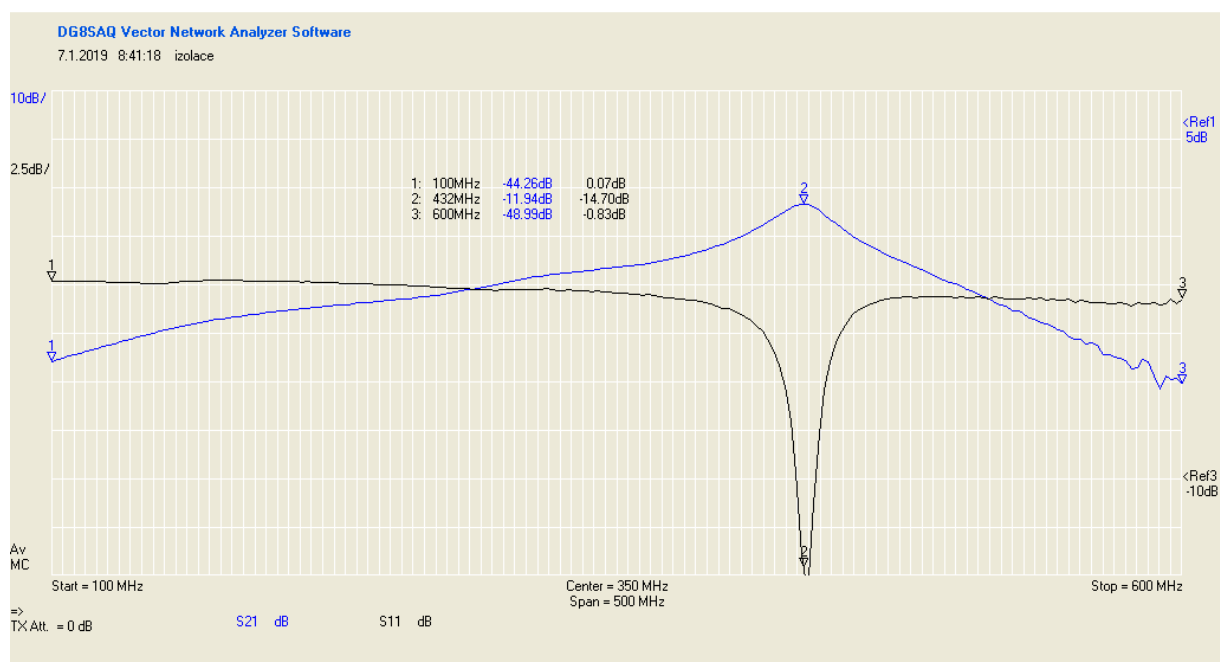
Osazovací plán a provedení plošného spoje LNA s BFG540W/X.



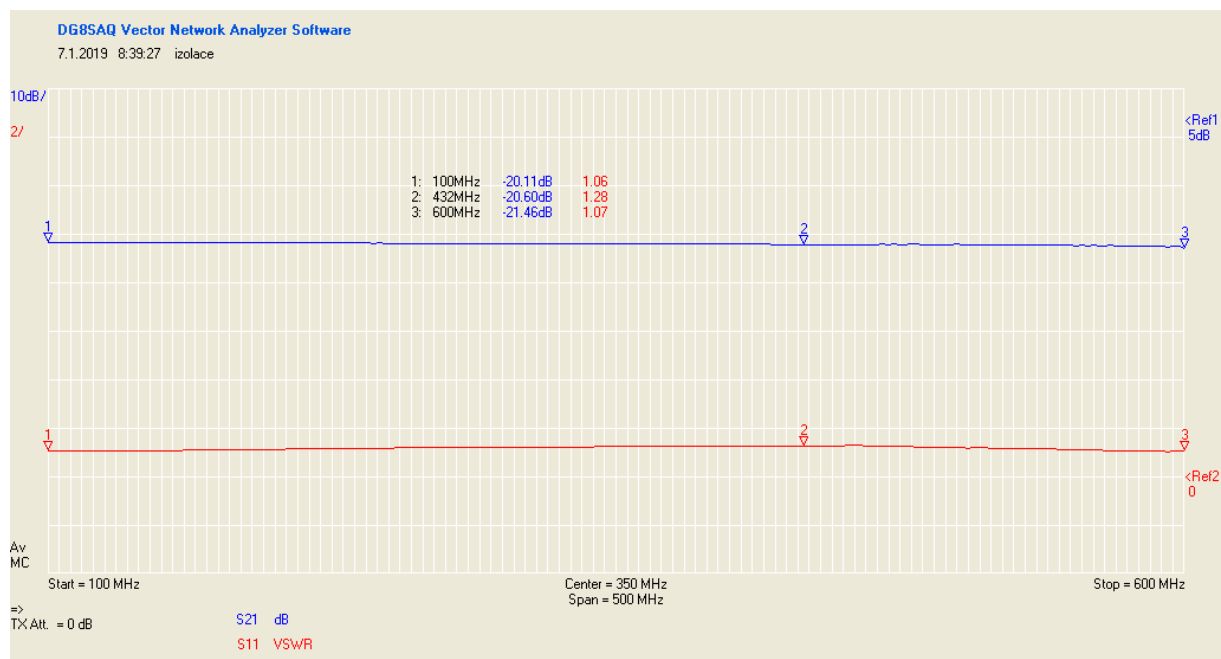
Změřené parametry S11 a S21 pro 50 MHz verzi LNA s ATT 6 dB (20 dB ATT na vstupu VNA)



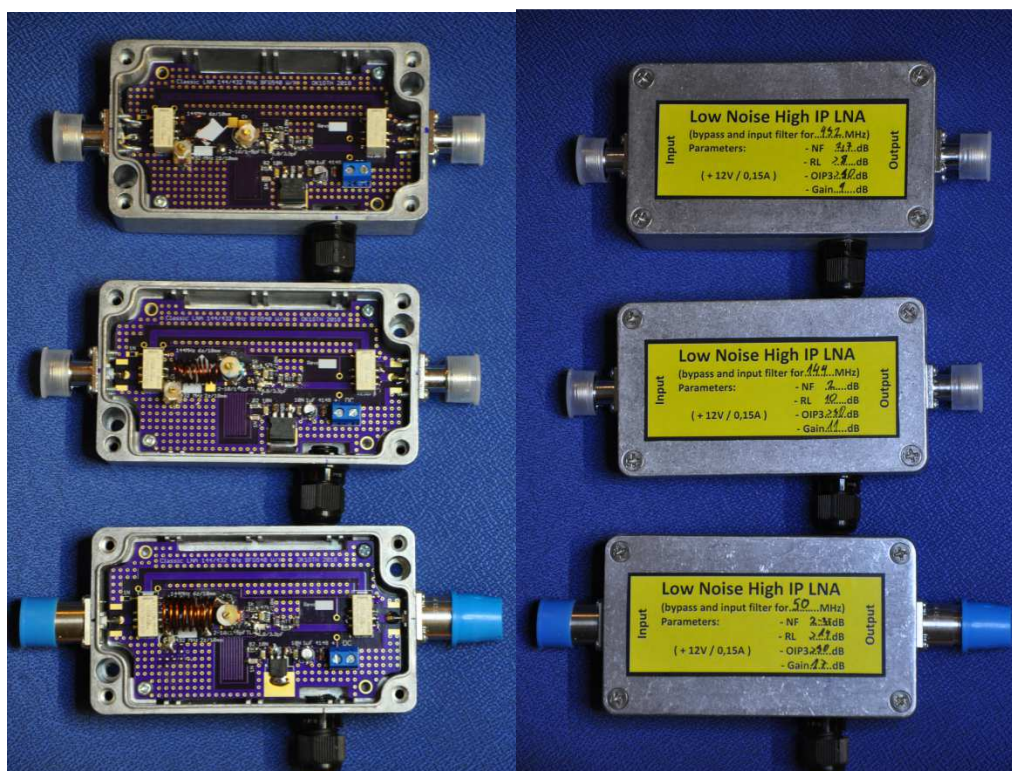
Změřené parametry S11 a S21 pro 144 MHz verzi LNAs ATT 6 dB (20 dB ATT na vstupu VNA)



Změřené parametry S11 a S21 pro 432 MHz verzi LNAs ATT 6 dB (20 dB ATT na vstupu VNA)



Přenos vypnutého LNA a S11 v pásmu 100 – 600 MHz (20 dB ATT na vstupu VNA)



Finální provedení LNA s BFG540W/X

Inovativní Hi-tech LNA s SPF5043Z pro 144 a 432 MHz

Pokud potřebujeme předzesilovače s nízkým šumem a špičkovými vlastnostmi z hlediska dynamiky, vysokého zisku případně dobrého impedančního přizpůsobení na vstupní bráně, tak se v poslední době objevily monolitické MMIC na bázi prvků pHEMT, kdy jedním poměrně známým prvkem je například SPF5043Z od Qorvo [6] pro kmitočtové pásmo 50 – 4000 MHz. Tento až skoro zázračný obvod vykazuje následující super vlastnosti:

- nízké šumové číslo okolo 0.8 dB na 900 MHz
- vysoký zisk 18.2 dB na 900MHz
- vysokou linearitu, OIP3 až 35 dBm na 1900 MHz
- P1dB: +22.7 dBm na 1900 MHz
- jednoduché napájení 5 V, IDQ = 46 mA, nastavitelný klidový proud
- velký rozsah napájení 3 V to 5 V, širokopásmové vstupní přizpůsobení

Mezi další výhody můžeme zařadit dostupnost S-parametrů v S2P na stránkách QORVO, což oceníme například při simulaci vlastností nebo výhodné pouzdro SOT-343, které je možné rozumně zapájet i v domácích podmínkách. Jak již to v přírodě bývá, vše dobré musí být vykoupeno něčím horším a hlavní nevýhodou tohoto super MMIC prvku může být jeho velmi vysoká náchylnost na statickou elektřinu, na krátkodobá i nízká přepětí především na vstupu, kdy tento IO odchází velmi rychle do „věčných lovišť“. Bezpodmínečná je tak například instalace prvku v podmínkách splňujících ESD (mikropájka, řádné uzemnění, ESD podložka, „náramek“ atd.).

Celý LNA je koncipován jako velmi univerzální a obsahuje jak vstupní, tak i výstupní pásmovou propust a obchází relé. Z hlediska vyššího průchozího výkonu a dobrého průběhu izolace jsou u LNA použity špičkové RF relé do 3 GHz s definovanou impedancí HF3-56 [7], které jsou určeny pro spínání až okolo 50 W při 2,5 GHz (praxe ukazuje, že na nižších kmitočtech může být výkon ještě vyšší). Zároveň druhou zajímavostí u tohoto LNA může být, že vstupní i výstupní pásmová propust je konfigurovatelná, tzn. je možné pomocí relé tento filtr zařadit nebo vyřadit podle aktuálních podmínek a to každý zvlášť. Pokud budeme chtít cestu optimalizovat pro nízké šumové číslo, tak vstupní filtr jednoduše vyřadíme přivedením napětí na relé Re3 a necháme zapojený jen filtr výstupní. Pokud požadujeme širokopásmovost, tak je možné zároveň vyřadit i výstupní filtr přivedením napětí na relé Re4. Naopak, pokud preferujeme výbornou odolnost a robustnost LNA, tak ponecháme oba filtry v signálové cestě (nepřivedeme na Re3 a Re4 napětí) a LNA v tomto režimu vykazuje výbornou pásmovou selektivitu při rozumném šumovém čísle řádově $NF = 1-2$ dB. Zbytek LNA je velmi podobný s předchozí verzí s BFG540W/X včetně výstupního útlumového článku i napájecích obvodů. Zapojení vstupních a výstupních filtrů se opět liší pro 144 a 432 MHz, kdy po obvodové stránce je výstupní filtr stejný u obou verzí, ale liší se provedením vstupního filtru. Verze 432 MHz má vstupní filtr tvořený úsekem na konci zkratovaného vedení tvořeného ptfe koaxiálním kabelem o vlnové impedanci $25\ \Omega$ o celkové délce 90 mm s kapacitním nastavením vazby, kdežto verze pro 144 MHz obsahuje vstupní filtr v klasickém obvodovém provedení s vázanými rezonančními obvody.

Konstrukční popis LNA s SPF5043Z pro 144 a 432 MHz

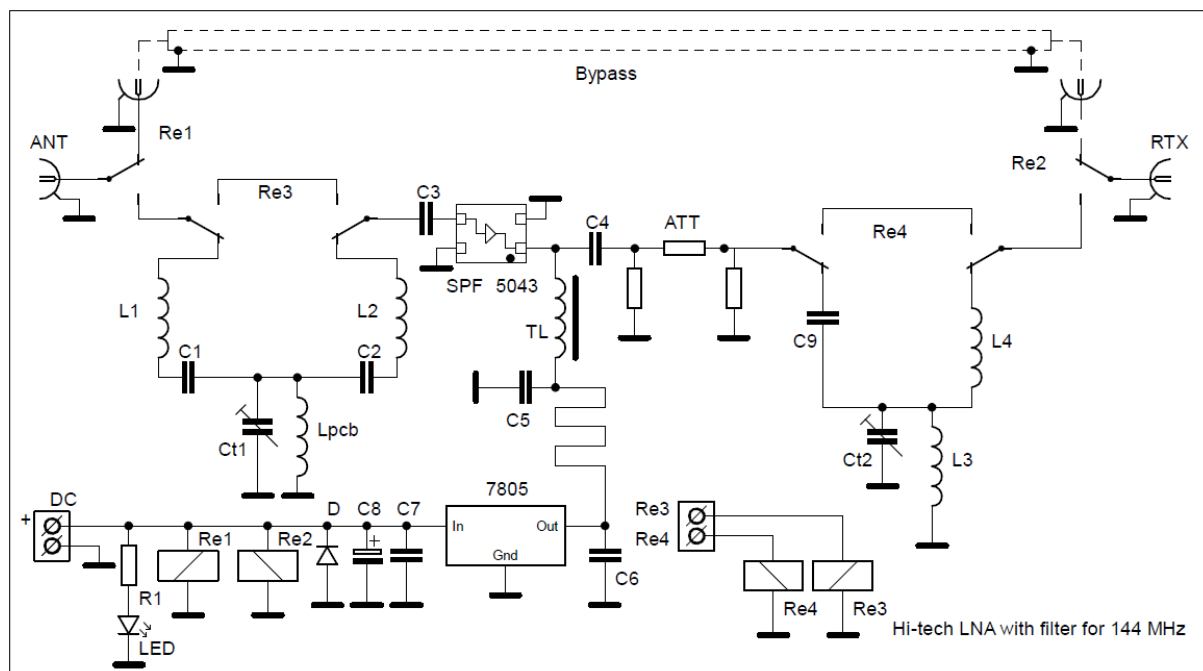
Opět je využito profesionálně vyrobeného oboustranného plošného spoje, který je navržen pro umístění do stejné voděodolné hliníkové krabice tvořené tlakovým odlitkem KH-106. Na vstupu a výstupu jsou umístěna kvalitní RF relé HF3-56, kdy v klidovém režimu je LNA průchozí. Je možno použít buď propojku s SMA konektory nebo kousek koaxiálního kablíku (nebo semirigidu), který připájíme na plošky na PCB. Osadíme všechny součástky podle schématu a až nakonec vlastní SPF5043Z. Pokud by došlo k poškození uvedeného MMIC, tak se to projeví zpravidla sníženým nebo záporným ziskem a přestane většinou téct i klidový proud. Vlastní výměnu pak provedeme nejnadhěji například tzv. horkým vzduchem s tenkým nástavcem.

Oživení LNA s SPF5043Z

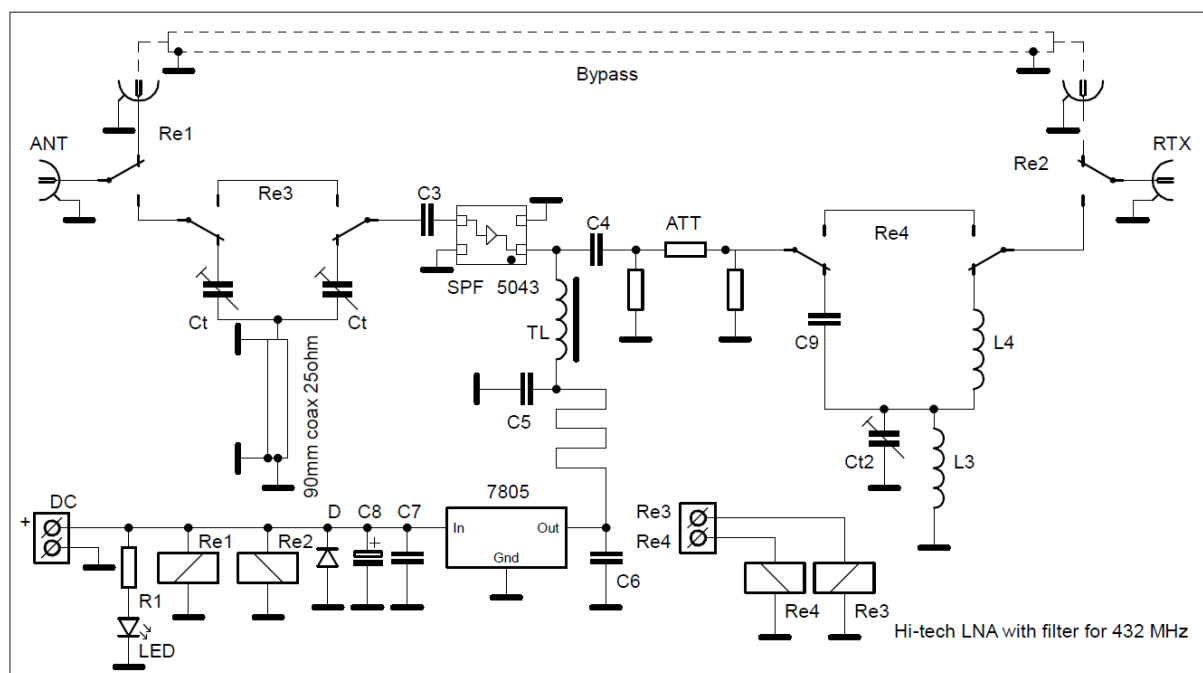
Postup je opět identický s verzí s LNA s BFG540W/X, tzn. připojíme LNA k regulovatelnému stejnosměrnému zdroji a vyzkoušíme, jestli přepínají všechny relé, teče klidový proud případně „propískneme“, jestli je LNA průchozí v odpojeném stavu. Tentokrát se již pravděpodobně neobejdeme bez měření přenosových parametrů, tzn., použijeme ideálně vektorový obvodový analyzátor pro měření S-parametrů případně spektrální analyzátor s rozmítaným generátorem. Nastavujeme nezávisle napřed vstupní filtr a následně výstupní filtr a kontrolujeme přenosovou funkci předzesilovače ve všech režimech. U některých levnějších verzí VNA je potřeba na výstup měřeného aktivního objektu zařadit externí útlumový člen, aby nedošlo k přebuzení vstupních obvodů (pokud již vlastní měřicí přístroje neobsahuje proměnné útlumové členy, jako je běžné v profesionální měřicí technice).

Změřené parametry LNA s SPF5043Z

Opět před vlastním návrhem LNA byl vytvořen kompletní simulační model předzesilovače a byly na něm ověřeny všechny podstatné parametry LNA a zároveň navrženy vstupní i výstupní filtry a jejich vliv na celkové vlastnosti LNA. Tímto postupem je možné značně urychlit a zjednodušit (zlevnit) vlastní návrhy v oblasti RF techniky a je to cesta, kterou využívají i profesionální výrobci v oblasti RF. Pokud porovnáme simulované parametry a následně parametry změřené, tak je dobře patrná shoda v oblasti přenosové funkce. Některé odchylky, například z hlediska „stopbandu“ filtrů jsou dány například tím, že jsou v modelech používány pro zjednodušení neúplné fyzikální modely vlastních součástek a jejich parazitních parametrů. Jejich parametrizace je sice možná, ale pro přibližnou představu chování systému často nejsou nezbytně nutné (pozor ale například na vlastní rezonance). U uvedených LNA nebyly přímo měřeny šumové parametry, ale není důvod nevěřit výrobci, že lze dosáhnout v případě nezařazeného vstupního filtru šumového čísla výrazně pod 1 dB u obou pásem. Byla změřena širokopásmovost LNA bez obou filtrů a zisk zesilovače se pohybuje okolo 20 dB v celém sledovaném pásmu cca 50 – 500 MHz. Zařazením obou pásmových filtrů nedojde k výraznému snížení zisku LNA, ani nebyly pozorovány symptomy nestability. Pozor ale na zásahy do již osazeného LNA, kdy jakékoliv drobné prohřešky z hlediska ESD měly za následek poškození MMIC, který je na tyto projevy poměrně citlivý. Dále bylo měřením prokázáno, že LNA vykazuje velmi dobré vlastnosti z hlediska odolnosti a linearity, kdy například výstupní OIP3 je vyšší než cca 30 dB. Z hlediska použitých relátek a jejich izolace je maximální průchozí výkon v pásmu 144 MHz přibližně na úrovni 100 W a v pásmu 432 MHz okolo 50 W.



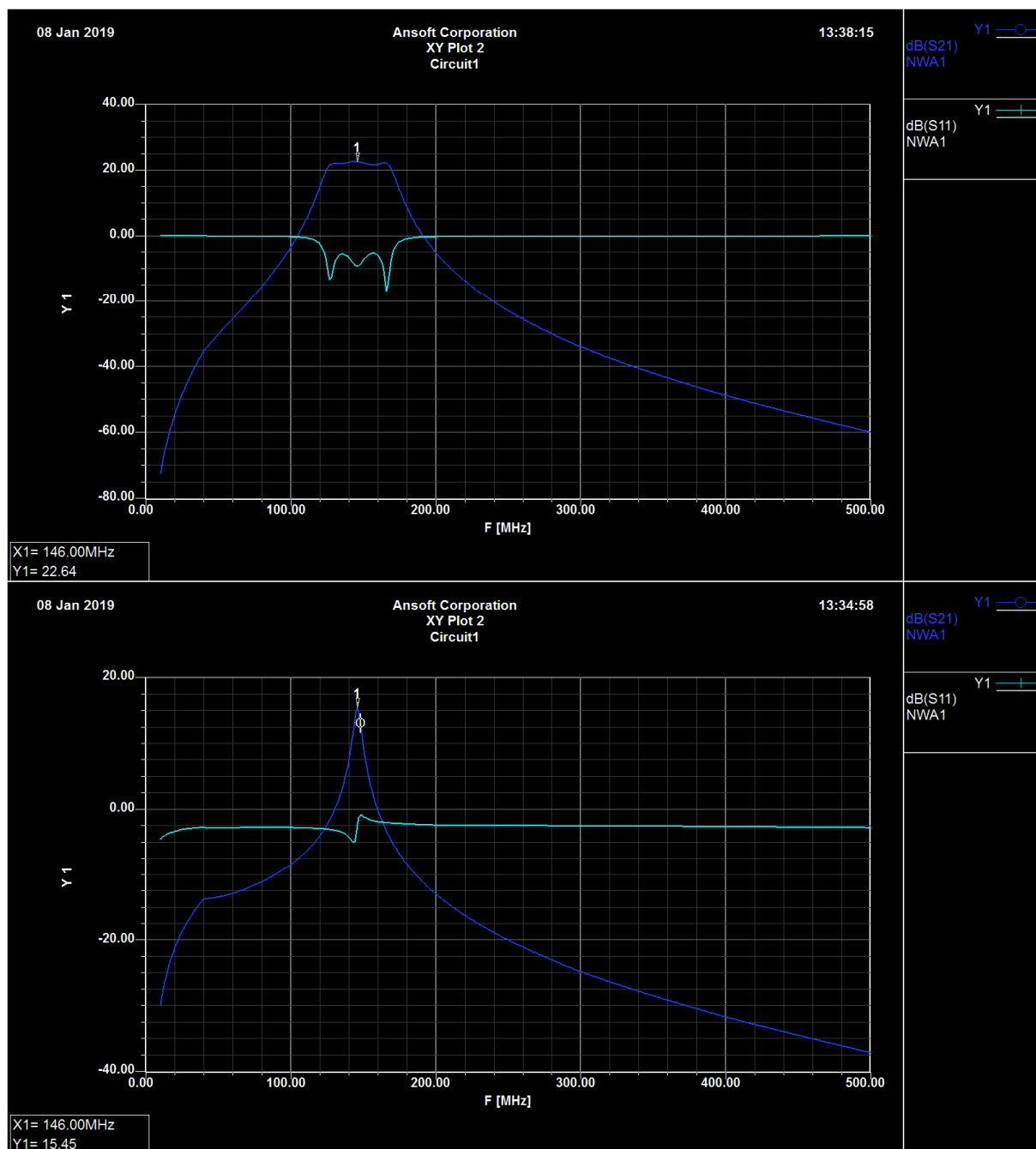
Hi-tech LNA pro 144 MHz osazený SPF5043Z



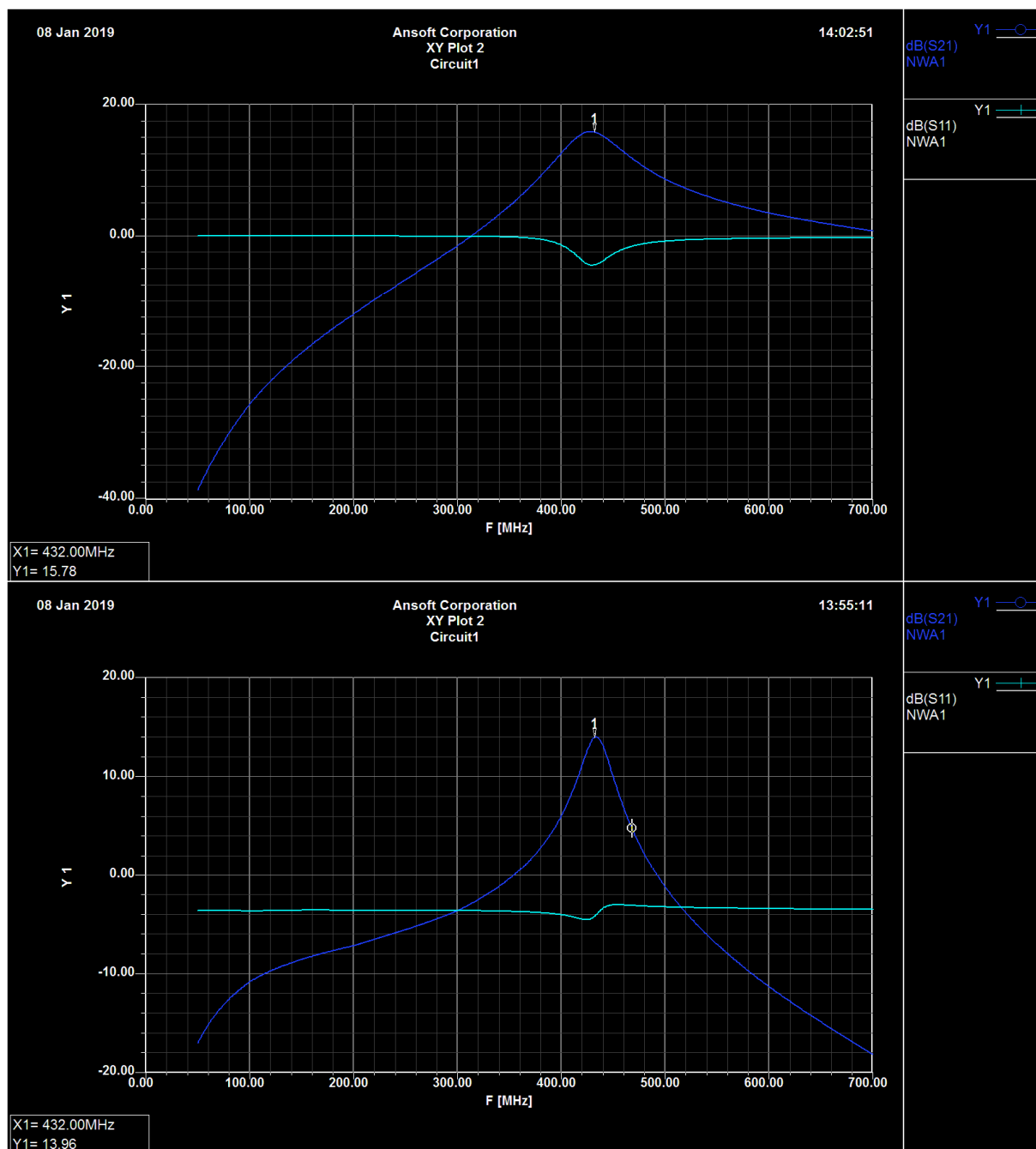
Hi-tech LNA pro 432 MHz osazený SPF5043Z

Tabulka součástek LNA SPF5043Z

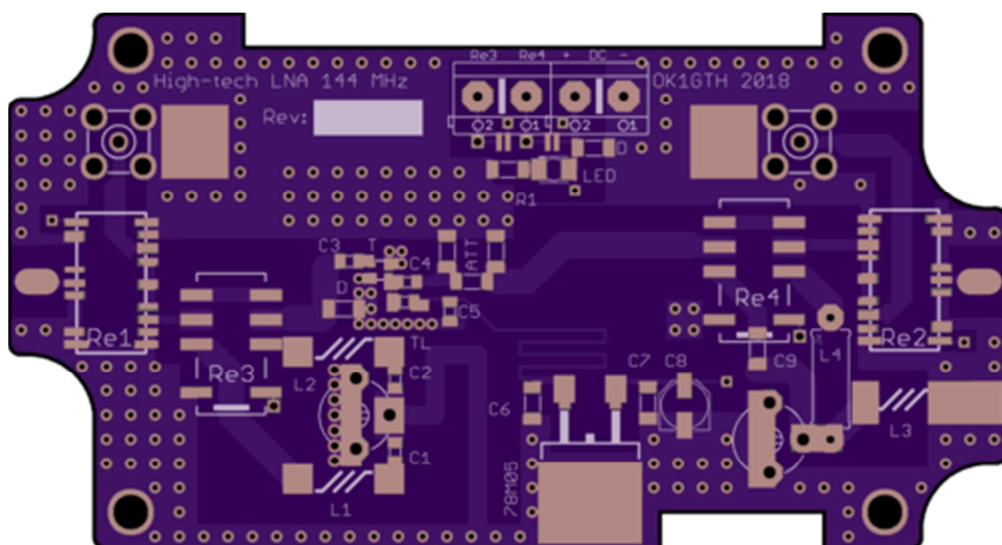
Pásmo	144 MHz	432 MHz
C1	4,7 pF MLCC	-
C2	4,7 + 10 pF MLCC	-
C3+C4	100 pF MLCC 0805	100 pF MLCC 0805
C5	1 nF 0805	1nF 0805
C6 + C7	10 nF	10 nF
C8	1 uF/ 50 V	1 uF/ 50V
C9	2,2 pF MLCC	1,5 pF MLCC
Ct1	Trimmer 2-18 pF ptfe + 56 pF MLCC	Trimmer 2-18 pF ptfe
Ct2	Trimmer 2-18 pF ptfe	Trimmer 1,4 – 5,5 pF
TL	570 nH 1210AS-R56J-0,1	220 nH 0805AS-R22j-08
L1+L2	9 z Cu 0,8 mm, D= 5 mm	-
L3	3 z Cu 0,8 mm, D= 8 mm	2 z Cu 0,8 mm, D=4 mm
L4	0,68 uH SMCC	0,1 uH SMCC
R1	1 k	1 k
D	4148	4148
Re1, Re2	HF3-56 Axicom	HF3-56Axicom
Re3, Re4	V23079 Axicom	V23079Axicom



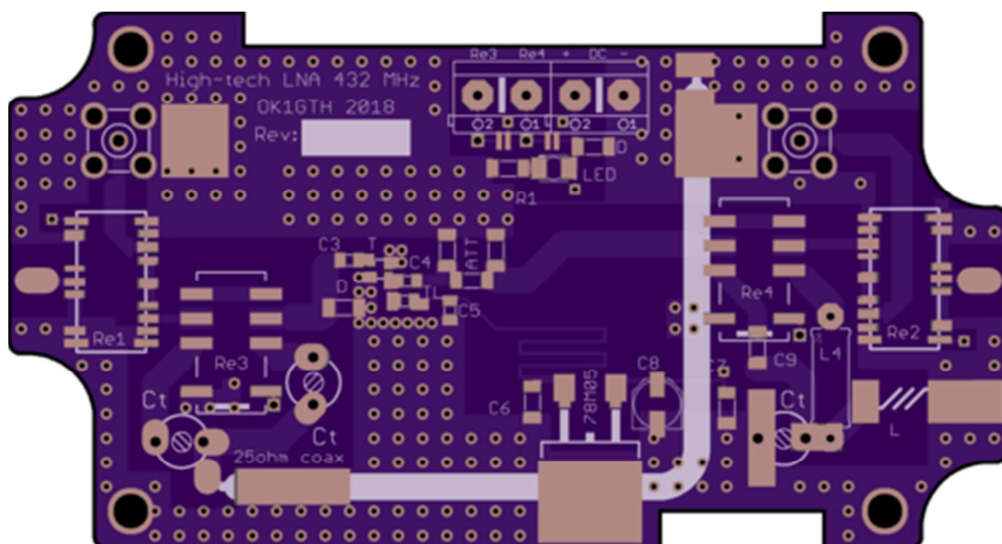
Simulace vstupní a výstupní pásmové propusti pro 144 MHz



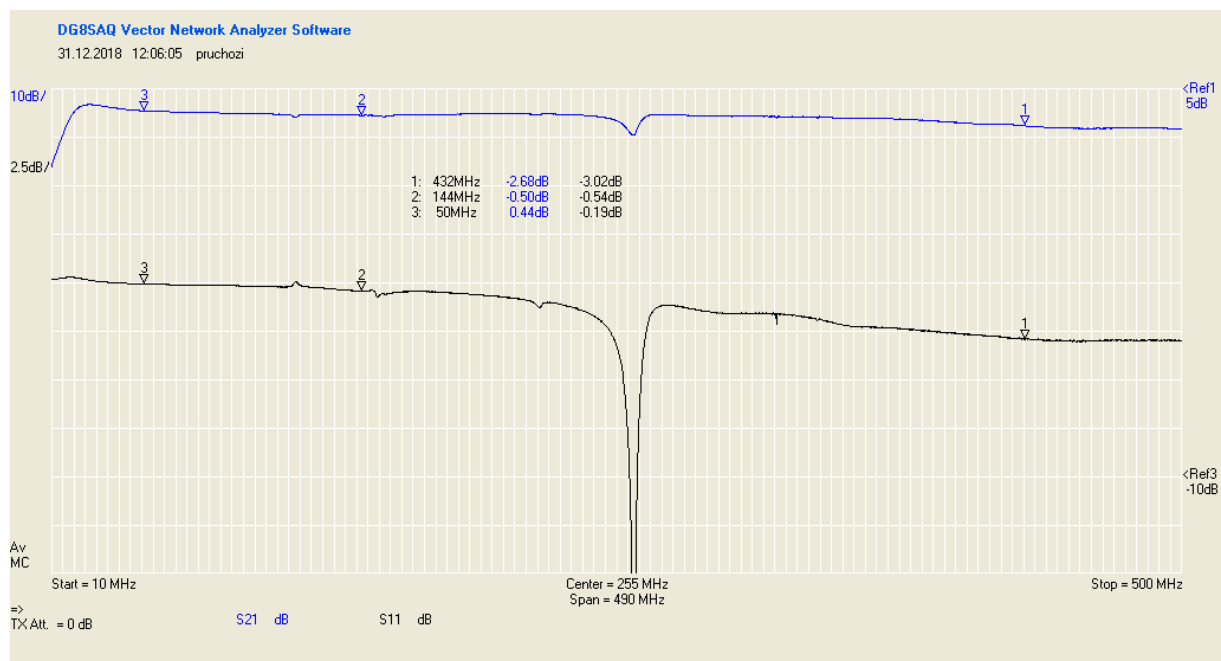
Simulace vstupní a výstupní pásmové propusti pro 432 MHz



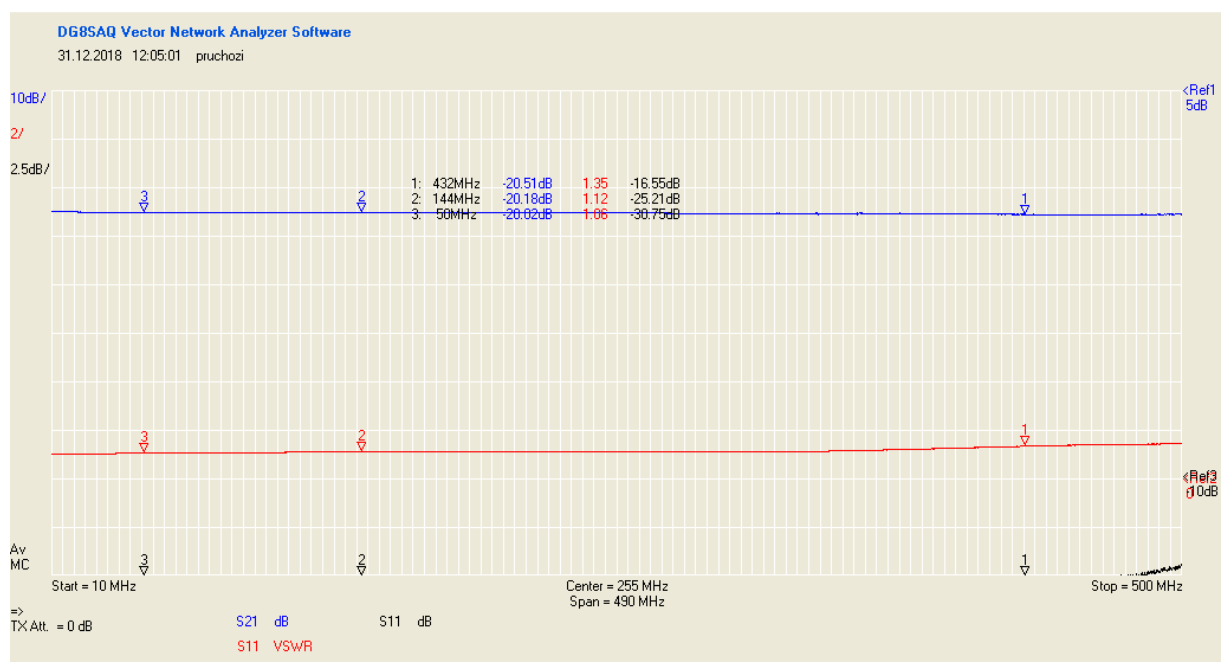
Osazovací plán a provedení PCB LNA verze 144 MHz s SPF5043Z



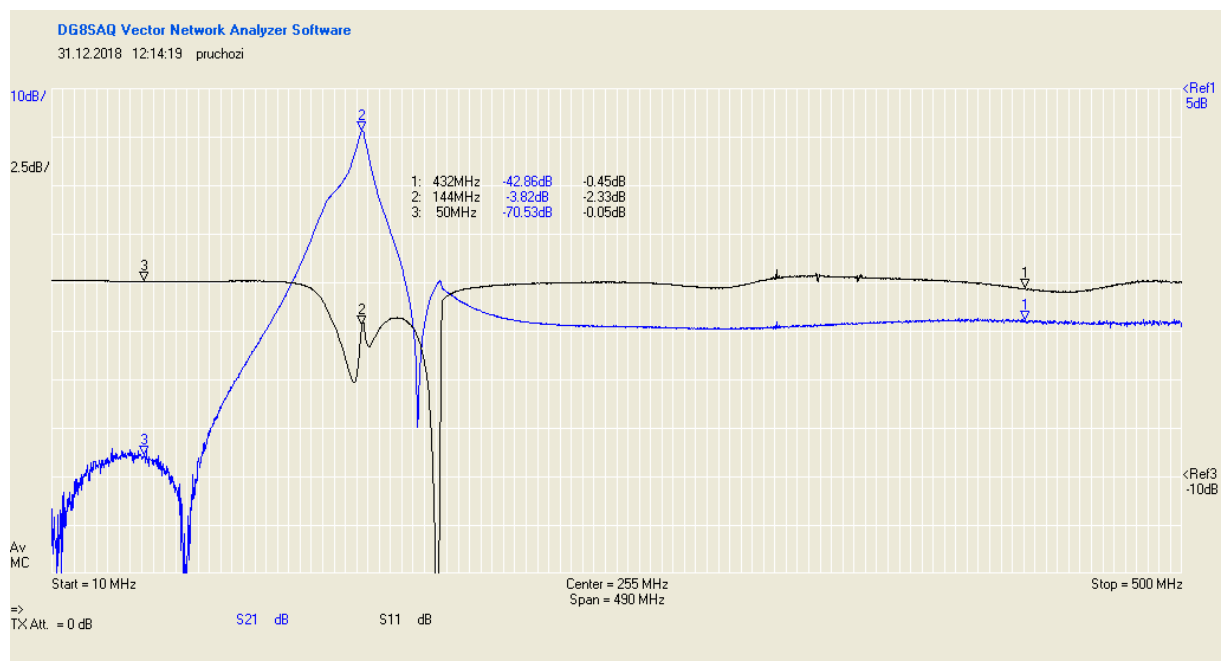
Osazovací plán a provedení PCB LNA verze 432 MHz s SPF5043Z



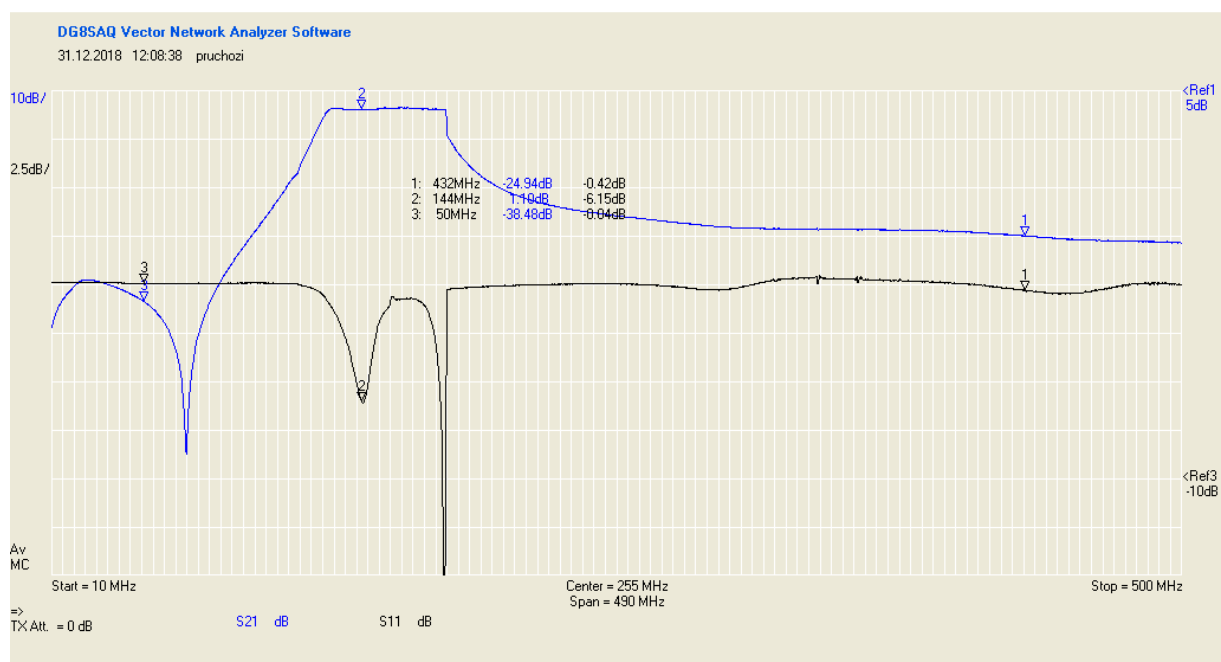
Přenos LNA 144 MHz bez obou filtrů v pásmu 10 – 500 MHz s 6 dB ATT (20 dB att na vstupu VNA)



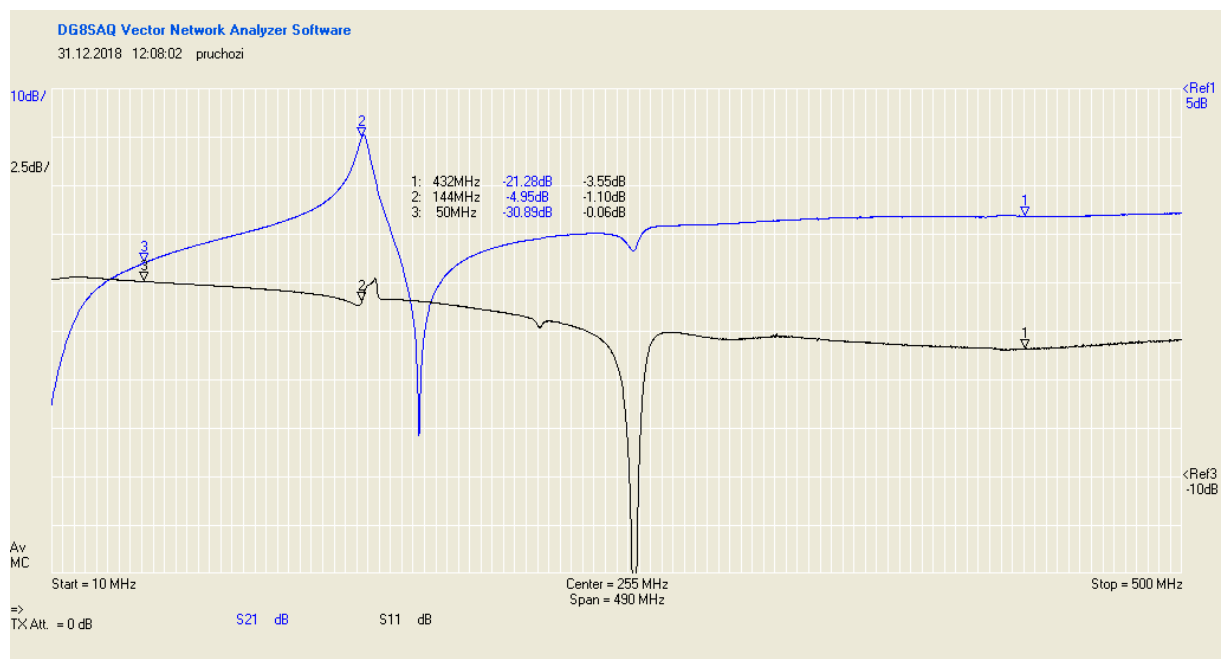
Přenos vypnutý LNA 144 MHz v pásmu 10 – 500 MHz (20 dB att na vstupu VNA)



Zapnuté oba filtry LNA 144 MHz v pásmu 10 – 500 MHz s 6 dB ATT (20 dB att na vstupu VNA)



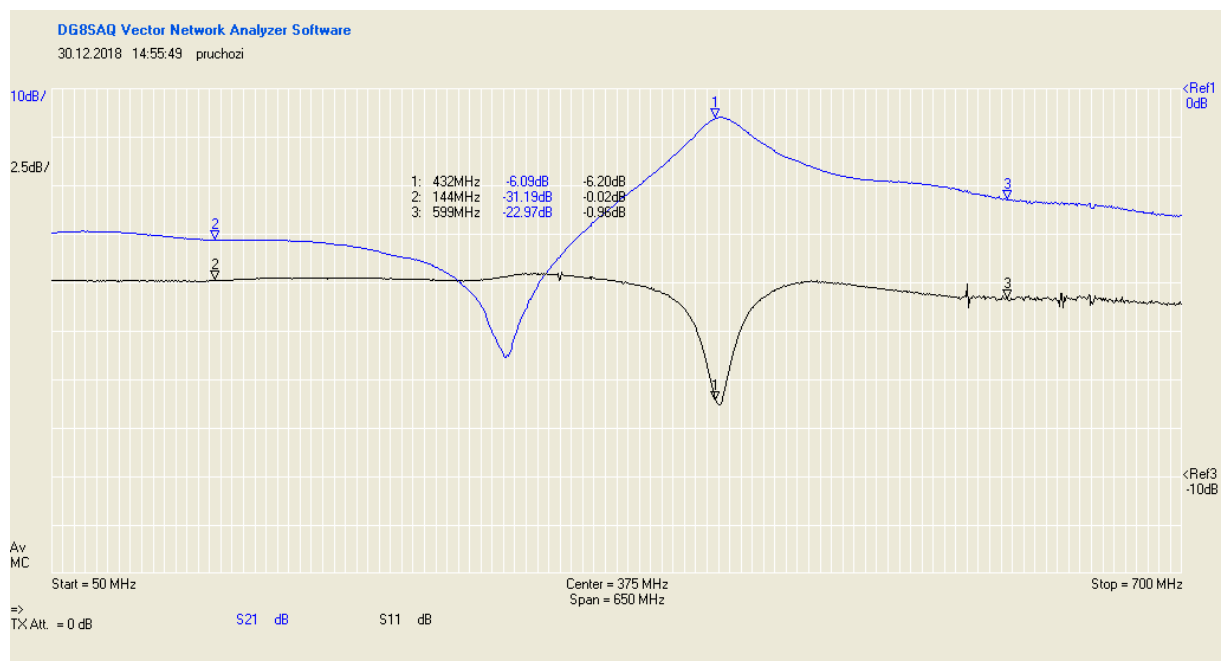
Zapnutý jen vstupní filtr LNA 144 MHz v pásmu 10 – 500 MHz s 6 dB ATT (20 dB att na vstupu VNA)



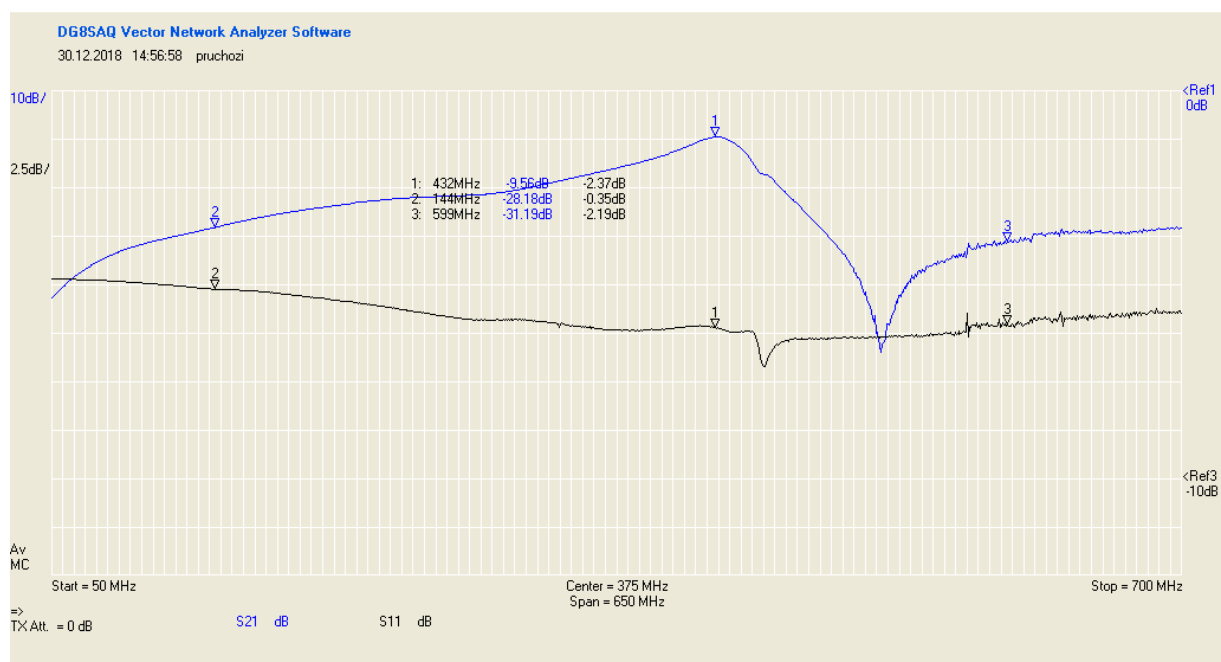
Zapnutý jen výstupní filtr LNA 144 MHz v pásmu 10 – 500 MHz s 6 dB ATT (20 dB att na vstupu VNA)



Zapnuté oba filtry LNA 432 MHz v pásmu 50 – 700 MHz s 6 dB ATT (20 dB att na vstupu VNA)



Zapnutý jen vstupní filtr LNA 432 MHz v pásmu 50 – 700 MHz s 6 dB ATT (20 dB att na vstupu VNA)



Zapnutý jen výstupní filtr LNA 432 MHz v pásmu 50 – 700 MHz s 6 dB ATT (20 dB att na vstupu VNA)



Finální provedení LNA s SPF5043Z

QRO LNA s výkonovými obchodními relé pro 50 (70) a 144 MHz

Z hlediska spínání VF se osvědčila dvojitá relé RT424012 [8], která se dají použít až do kmitočtového pásma 144 MHz. Díky dostatečně dimenzovaným kontaktům (8 A) a využití jen jedné poloviny relé pro omezení vazební kapacity, je umožněno vytvořit předzesilovač s průchozím výkonem o úrovni až okolo 750 W (špičkově 1000 W) v pásmu 144 MHz. Zapojení vlastního LNA je identické, jak již bylo popsáno v úvodu článku. Použitá výkonová relé RT424012 již nevyhoví v pásmu 432 MHz, proto není uvažováno nasazení LNA i v tomto pásmu. Celé provedení LNA je umístěno na oboustranném plošném spoji, který je opět navržen pro umístění do mírně většího voděodolného tlakového hliníkového odlitku KH113 [9] o rozměru 115x90x55 mm. Vlastní LNA má ještě druhé separátní obchodní relé pro zvýšení izolace a ochranu BFG540W/X. Na plošném spoji jsou navíc umístěny pájecí propojky, kdy je možné zesilovač provozovat i v režimu jeden vstup (ANT) a dva výstupy (tj. oddělené RX a TX cesty), případně klasicky „dvouportově“, kdy je zesilovač po odpojení napájení plně průchozí. Osazení a oživení zesilovače nedělá problémy a je identické s výše popsanou verzí LNA s BFG540W/X (pouze nezapomeneme mimo výkonových relé osadit i propojku, tvořenou úsekem koaxiálního kabelu v místě by-pass). V rámci měření jsou výsledky podobné s klasickým provedením LNA a za povšimnutí stojí například velmi nízký průchozí útlum ve vypnutém (průchozím) stavu okolo 0,1 dB a i dobré impedanční přizpůsobení s PSV pod 1,2 v pásmu 144 MHz.

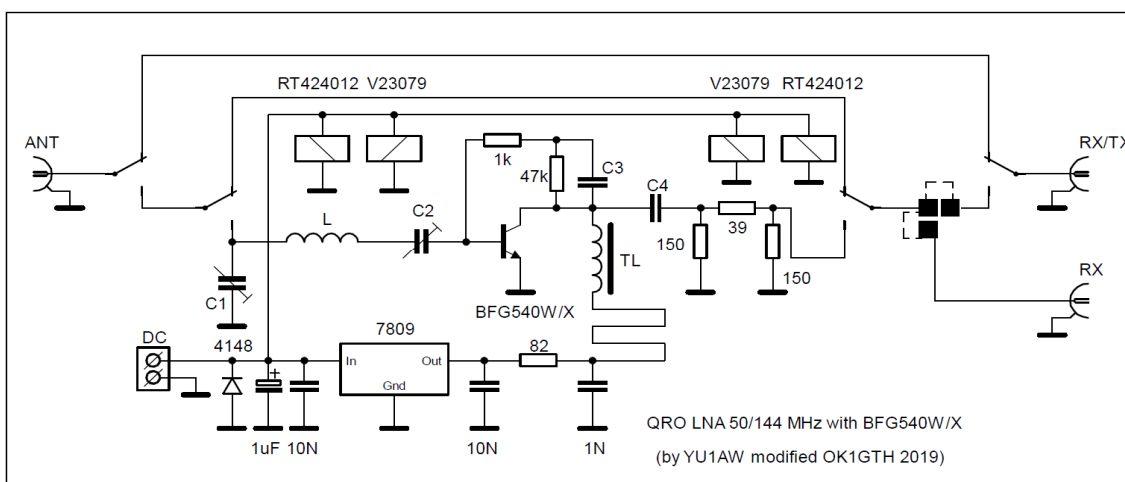
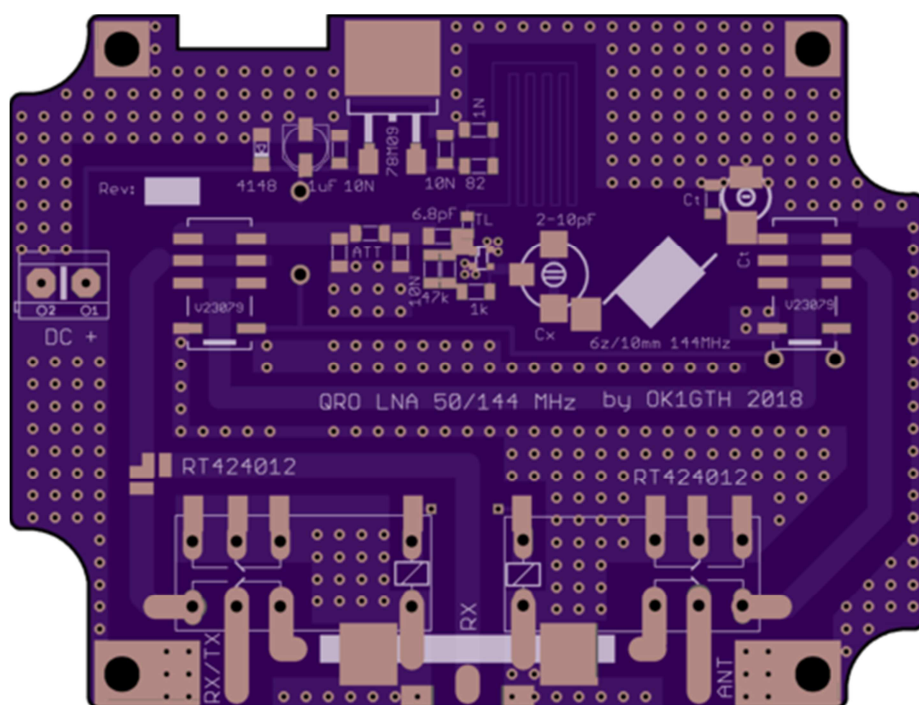


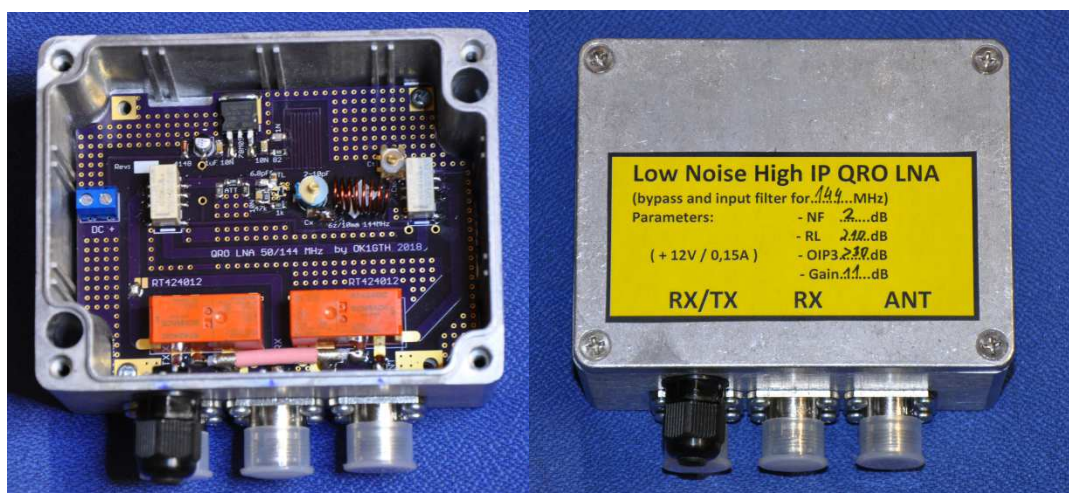
Schéma provedení LNA s BFG540W/X s výkonovými relé do 750 W

Tabulka součástek LNA BFG540W/X do 750 W

Pásmo	50 MHz	144 MHz
C1	150 pF	Trimmer 2-18 pF ptfe
C2	Trimmer 2,0 - 27 pF + 10 pF paralelně	Trimmer 2-10 pF
C3	10 nF	10 nF
C4	15 pF	6,8 pF
TL	570 nH 1210AS-R56J-0,1	570 nH 1210AS-R56J-0,1
L	8 z Cu 1 mm, D=10 mm	6 z Cu 0,8 mm, D= 10 mm



Osazovací plán LNA s BFG540W/Xs výkonovými relé do 750 W



Finální provedení LNA s BFG540W/X s výkonovými relé do 750 W

Jednoduchý přepínací obvod pro spínání LNA

V závěru článku je popsán jednoduchý přepínací rychlý obvod založený na spínacích polovodičích, který umožňuje spínat vlastní předzesilovače, případně přepínat výkonová koaxiální relé atd. Na výstupu označeném jako „LNA“ je v režimu RX (tj. nepřipojený signál PTT) téměř plné pracovní napětí a LNA je tak aktivní. Do tohoto bodu je možné umístit například vypínač, kterým můžeme zapínat nebo vypínat vlastní LNA a testovat jeho přínos. Po přivedení signálu PTT (tj. spínání proti zemi kompatibilní s většinou TRX) dojde k rychlému přepnutí a vypnutí napájení LNA, který se v tu chvíli stává plně průchozí. Zároveň se na výstupu označeném „Re“ objeví pracovní napětí, které můžeme použít například pro spínání externího výkonového koaxiálního relé nebo jen pro indikaci, případně pro spínání externího PA atd. Podle velikosti spínacího proudu volíme případnou velikost chladiče. Pro ovládání samotných LNA většinou není nutné tranzistory chladit. Vlastní spínací obvod je umístěn na miniaturním oboustranném plošném spoji s kombinovanou montáží vývodových a SMD prvků a jeho zapojení je patrné z daného jednoduchého schématu.

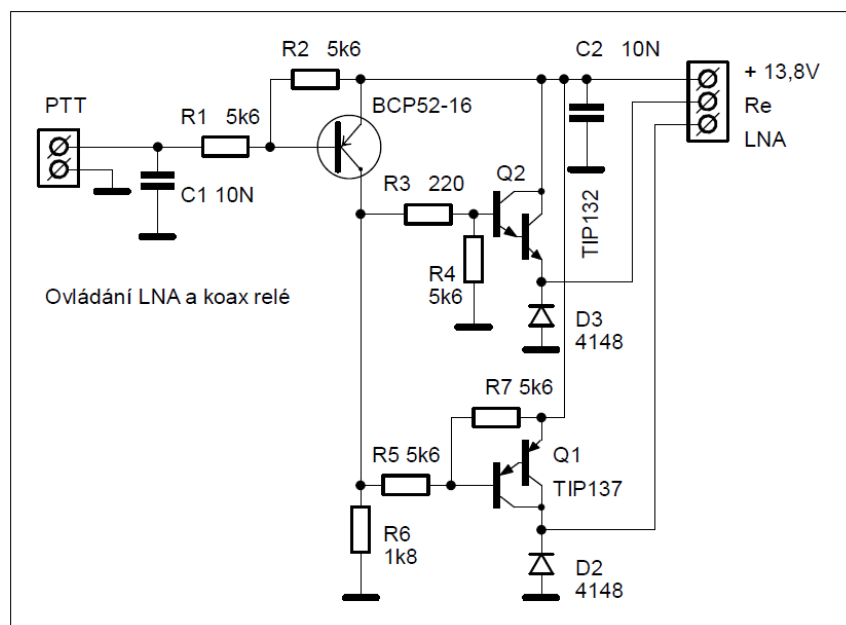
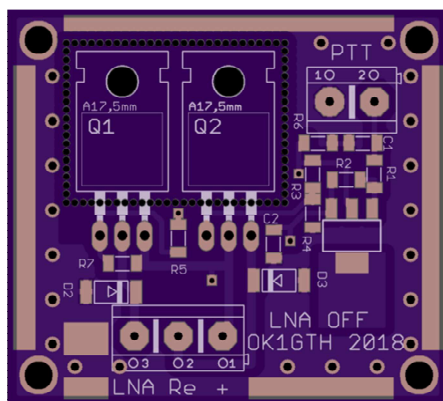


Schéma jednoduchého přepínacího obvodu pro LNA



Osazovací plán a provedení jednoduchého přepínacího obvodu pro LNA

Závěr

Uvedený technický článek se pokusil seznámit čtenáře s možnostmi realizace několik typů nízkošumových předzesilovačů s vysokou odolností pro radioamatérská pásma 50 (70), 144 a 432 MHz a jejich příslušenství. V případě zájmu mohu zajistit výrobu a dodání profesionálně vyrobených plošných spojů, případně i nastavených kompletních LNA podle výše uvedeného zadání. Všem, kdo se pustí do stavby, přeji hodně radosti z dobře odvedené práce a mnoho hezkých spojení.

Odkazy:

- [1] <https://www.qsl.net/yu1aw/LNA/bfp196peng.htm>
- [2] <http://www.ok2kkw.com/ok1dak/ok1dak.htm>
- [3] <http://www.hp.woodshot.com/>
- [4] <https://www.ges.cz/cz/kh-106-GES07203791.html>
- [5] https://dSPACE5.zcu.cz/bitstream/11025/14207/1/BP_Palecek.pdf
- [6] <https://www.qorvo.com/products/p/SPF5043Z>
- [7] <https://www.ges.cz/cz/vysokofrekvencni-signalove-rele-hf3-56-GES05701382.html>
- [8] https://www.mouser.com/ds/2/418/NG_DS_RT2_1014-728950.pdf
- [9] <https://www.ges.cz/cz/kh-113-GES07203793.html>