

LNA 144MHz ATF50189



Úvod:

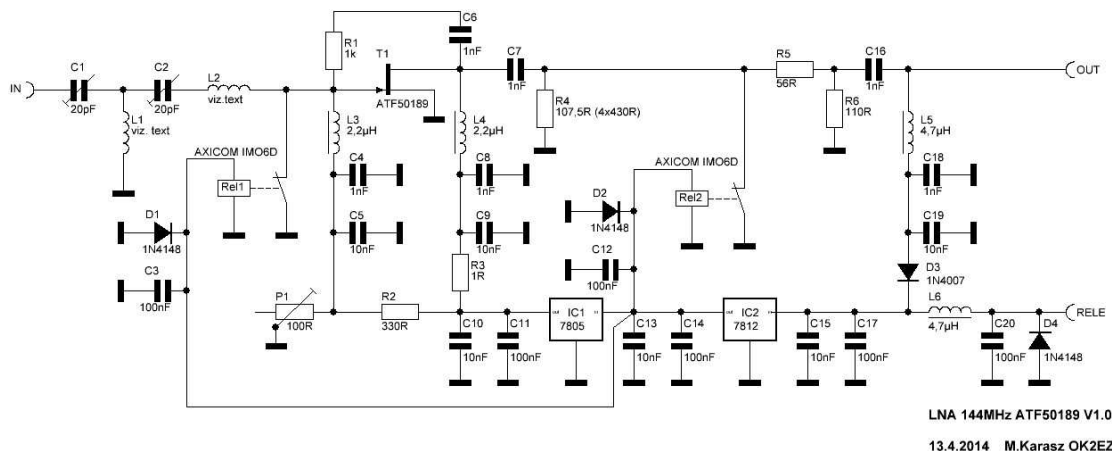
Po proměření třech LNA (BF988 OK2EZ, ATF53189 OK2EZ a ATF53189 HA8ET), jsem vyrobil LNA s ATF50189 s upraveným vstupním obvodem. Následně jsem jej u Rudy OM6BB nastavil a proměřil na jeho měřicí technice. V tomto dokumentu popíši konstrukci tohoto LNA a změřené parametry.

LNA je navržen pro režim rozdělení RX aTX cesty pomocí koaxiálního relé u antény a je napájen pomocí RX napětí přiváděného po RX koaxu. Tímto napětím je také ovládáno koaxiální relé. LNA není možné vyřadit (obejít).

Jako autor si nepřeji, aby cokoli z tohoto dokumentu, bylo kdekoliv zveřejněno bez mého souhlasu. Za tímto účelem uvádím kontaktní údaje na konci tohoto dokumentu.

Popis konstrukce LNA:

Inspiroval jsem se známým zapojením s tranzistorem ATF53189. Na obr.č.1 je schéma zapojení mnou popisovaného LNA.



obr.č.1 schéma zapojení LNA

Místo klasické cívky na vstupu LNA je připojen pahýl 75ohmového koaxiálního kabelu délky 190mm, který je na konci zkratován. Ve schématu je označen jako L1. Pro doladění jsou použity kapacitní trimry C1 a C2. Původně na pozici pro cívku L2 měl být použit kapacitní trimr airtronic. Při prvních testech s verzí ATF 53189 se ukázalo, že LNA nedosáhne šumového čísla pod 1,6dB. Proto jsem trimr nahradil páskem šířky 2,5mm a délky asi 30mm a před něj umístil miniaturní kapacitní trimr, čímž se rapidně snížilo šumové číslo.

Vstup a výstup tranzistoru je při nepřipojeném napájecím napětí uzemněn pomocí kontaktů dvou relé AXICOM IM06D.

Napětí na tranzistor je přiváděno pomocí SMD tlumivek 2,2uH (na gejt a na drain). S Rudou OM6BB jsme vyzkoušeli asi dalších deset různých tlumivek v rozmezí hodnot 1 až 10uH. Hodnota 2,2uH se chovala nejlépe, co se týče stability a šumového čísla.

Na výstupu jsem použil útlumový článek hodnoty přibližně 8,5dB. Pokud jsem přímo na výstupu použil helikal filtr nebo výstup z tranzistoru přímo zapojil do výstupního konektoru, bylo šumové číslo vždy výrazně horší. Nezkoušel jsem hodnotu útlumu snižovat, ale myslím si, že by se to mělo chovat mravně do hodnoty útlumu 4 až 5dB.

Zpětnou vazbou R1-C6 se dá dobře regulovat zisk, což jsem si ověřil u verze s ATF53189, kde jsem skončil na hodnotě $R1=470\text{ohmů}$ a zisku okolo 26dB. Tranzistor ATF50189 má při $R1=1\text{k}$ zisk přes 23dB.

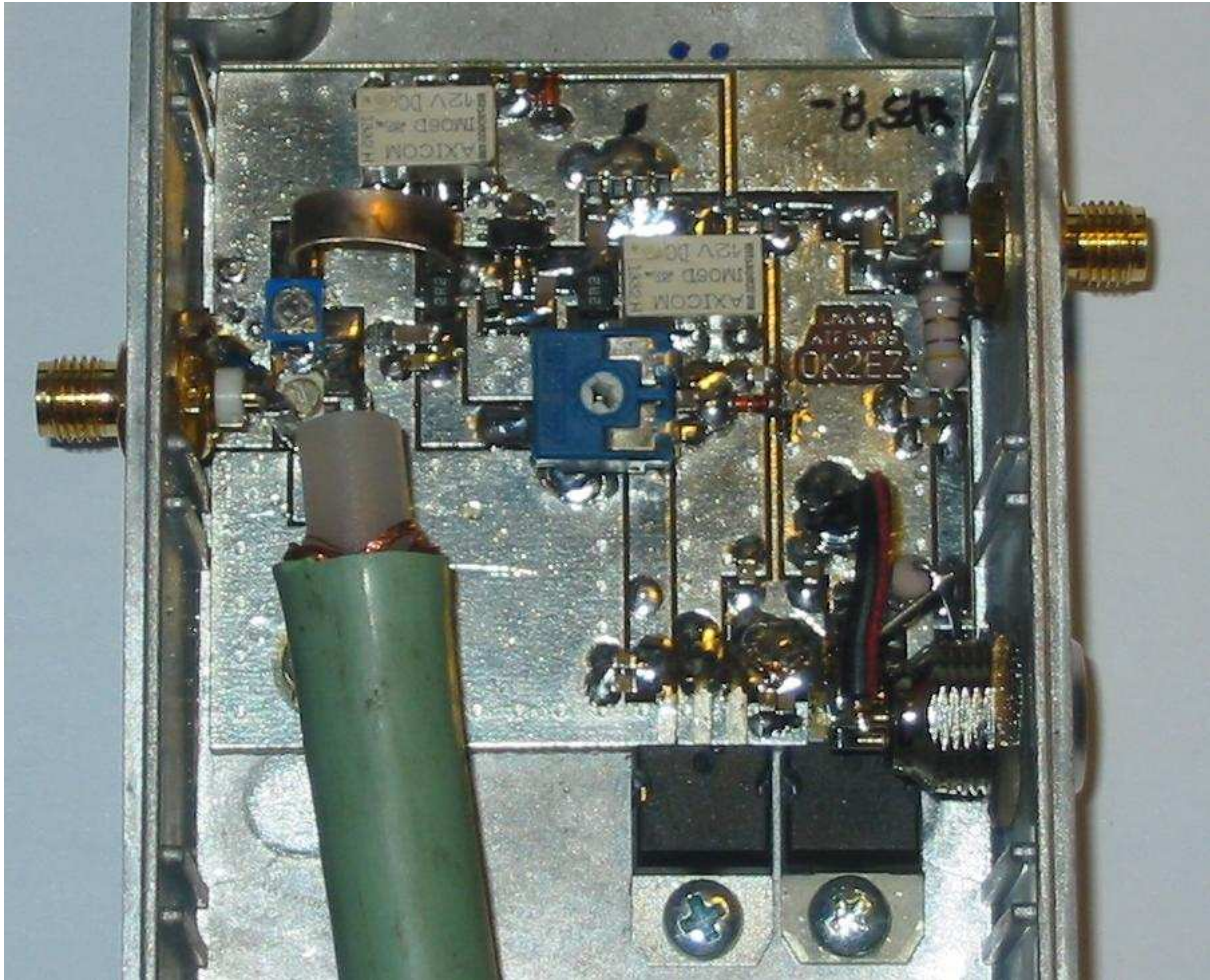
Pro rozdělení RX a TX cesty u antény používám ruské koaxiální relé REV-14, které potřebuje pro spolehlivou funkci napětí 20V+. Napětí pro toto relé a pro LNA přichází po RX koaxu. Následně odchází pro REV-14 přes konektor RELE. Vstupní napětí 20V+ je v LNA stabilizováno na 12V pro „zkratovací“ relátka a 5V stabilizátor pro napájení tranzistoru.

Pro měření proudu drainu jsem použil $R3=1\text{ohm}$. Proud drainu se pak nastavuje pomocí trimru P1, který s R2 tvoří dělič napětí.

Všechny body napájení jsou blokovány kombinací kapacit 1nF+10nF, případně 10nF+100nF dle charakteru napětí.

Rezistory a kondenzátory jsem použil velikosti 0805 a 1206 od YAGEO. Tranzistory, kapacitní trimry a „zkratovací“ relátka jsem pořídil ve Farnellu. Ostatní součástky jsou běžně dostupné.

Deska plošných spojů je vyrobena z materiálu FR4. Jedná se o oboustranný plošný spoj pocínovaný s prokvy. Na obr.č.2 je ukázán vnitřek LNA. Bohužel osazovačku plošného spoje jsem zatím nenakreslil, proto ji v tomto dokumentu nenajdete.



obr.č.2 osazený LNA

LNA je umístěn do hliníkové krabičky KH106 (viz. obrázek na první straně dokumentu), kterou lze koupit v GESu. Vstupní a výstupní konektory jsem použil typu SMA. Pro výstup RELE jsem dle doporučení Rudy OM6BB použil seriózní třípólový konektor Mini XLR ze sortimentu GMelectronic.

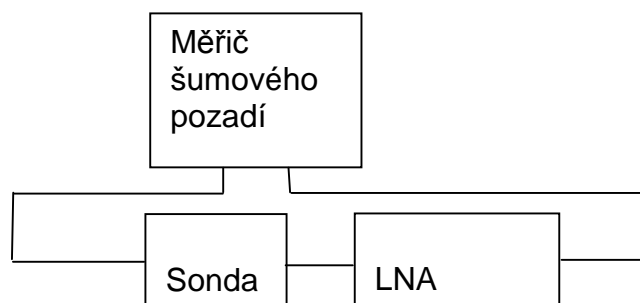
Oživení LNA:

Pokud člověk neudělá chybu při osazování, je LNA funkční po připojení napájení. Před tím však doporučuji nastavit trimr P1 do polohy, aby na gejtu bylo nulové napětí, na vstup a výstup připojit zátěže 50ohm. Celý LNA by měl odebírat proud okolo 50mA při napětí 20V a při uzeměném gejtu. Trimrem P1 jsem nastavil proud drainu na 150mA. Následně jsem na vstup připojil antenní analyzátor AA200 a pomocí trimrů C1 a C2 předladil vstup na nízkou hodnotu PSV v okolí 144MHz. Pro zajímavost jsem pak na vstup připojil zátěž 50ohm a výstup zapojil do vstupu 2m ssb TRXu abych uchem porovnal nárůst šumu a porovnal to s LNA od HA8ET.

Pak jsem s LNA vyrazil k Rudovi OM6BB abych jej donastavil na co nejnižší hodnotu šumu a proměřil na linearitu.

Nastavení LNA a změření parametrů:

LNA jsem připojil na měřič šumového pozadí HP8970 dle obr.č.3

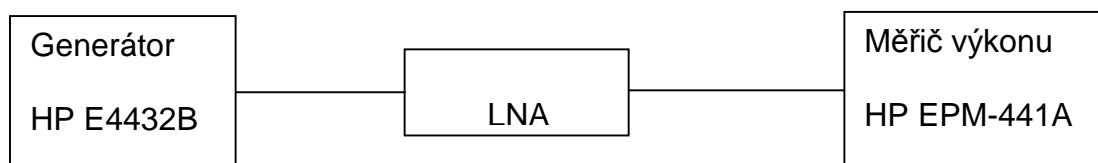


obr.č.3 Blokové schéma zapojení

Pomocí trimrů C1 a C2 jsem nastavil šumové číslo LNA na nejnižší hodnotu, což u vyrobeného kusu bylo 1,1dB. Zisk v tomto případě byl 14,7dB. Pozitivně jsem vnímal téměř nezatelnou změnu po zadeklování, což u verze s klasickou cívkou byla velká změna.

Následovalo změření vstupního PSV a přenosu na vektorovém analyzátoru HP8752C. Nejlepší hodnota PSV byla na 143,5MHz 1:4. Přenosová charakteristika měla také vrchol okolo frekvence 143,5MHz, s tím že v pásmu 144MHz byl pokles o desetiny dB.

Posledním měřením jsem změřil linearitu LNA a bod 1dB komprese. Byl použit Generátor HP E4432B, měřič výkonu HP EPM-441A a zapojení dle obr.č.4. Opět jsem si liboval při ovládání a odečítání hodnot.



obr.č.4 Blokové schéma zapojení

V tabulce níže uvádím naměřené hodnoty LNA s ATF50189 a pro porovnání také předchozí verze s ATF53189 a LNA s BF988. Barevně jsem rozlišil jednotlivé oblasti, kde je LNA **lineární**, kde **začíná být nelineární** a kde je již **komprese větší rovna 1dB**.

Naměřené hodnoty:

Vstupní hodnota dBm	LNA ATF50189 OK2EZ		LNA ATF53189 OK2EZ		LNA BF988 OK2EZ	
	Výstup hod. dBm	Zisk dB	Výstup hod. dBm	Zisk dB	Výstup hod. dBm	Zisk dB
-15	-0,2	14,8	+3,1	18,1	+2,8	17,8
-14	+0,7	14,7	+4,1	18,1	+3,8	17,8
-13	+1,8	14,8	+5,1	18,1	+4,8	17,8
-12	+2,8	14,8	+6,1	18,1	+5,8	17,8
-11	+3,8	14,8	+7,2	18,2	+6,8	17,8
-10	+4,8	14,8	+8,1	18,1	+7,8	17,8
-9	+5,8	14,8	+9,1	18,1	+8,8	17,8
-8	+6,8	14,8	+10,2	18,2	+9,8	17,8
-7	+7,8	14,8	+11,1	18,1	+10,7	17,7
-6	+8,7	14,7	+12,1	18,1	+11,8	17,8
-5	+9,7	14,7	+13,0	18,0	+12,8	17,8
-4	+10,6	14,6	+13,8	17,8	+13,8	17,8
-3	+11,6	14,6	+14,5	17,5	+14,8	17,8
-2	+12,6	14,6	+15,3	17,3	+15,8	17,8
-1	+13,5	14,5	+16	17,0	+16,7	17,7
0	+14,4	14,4	-	-	+17,4	17,4
+1	+15,2	14,2	-	-	+18,0	17,0
+2	+15,9	13,9	-	-	+18,4	16,4
+3	+16,3	13,3	-	-	+18,7	15,7
+4	+16,7	12,7	-	-	+18,9	14,9
+5	+17,0	12	-	-	+19,1	14,1

Ze zvědavosti jsem pak ještě provedl měření linearity při proudu drainem 100mA a 200mA. U 100mA se 1dB komprese posunula na +1dB (klesla o 1dB) a linearita skončila na -5dBm (klesla o 3dB), při proudu 200mA byly hodnoty obdobné jako u proudu 150mA.

Závěr:

U výše popsaného LNA s ATF50189 se mi podařilo dosáhnout šumového čísla 1,1dB při zisku 14,7dB. 1dB komprese na vstupu je na hodnotě +2dBm a linearita končí na -1dBm. To jsou hodnoty, které splnili mé vytýčené cíle. Snad možná to šumové číslo mohlo být ještě o nějakou desetinu nižší. Stálo by za to vyzkoušet místo použitých kapacitních trimrů C1 a C2 trimry od airtronicu a pak napájet LNA ze zdroje mimo krabičku, tedy zkusit jak šumí použité stabilizátory.

Během psaní tohoto dokumentu jsem byl upozorněn na chybu, kterou mám ve svém setapu. Upozornil mě Miro OM1BM, za což mu děkuji. Navedl mě na nutnost pohlížet na přijímací řetězec jako na celek co se týče šumového čísla. Obdobné to je i s odolností (IP3). Za tím účelem jsem si nainstaloval staříčky AppCAD a začal simulovat šumové číslo pro bývalé setapy, současný setap a budoucí setap s filtry mezi TR144 a TS-480. Tady jsou výsledky:

První verze

- LNA BF988 (G=18dB/N=3,5dB)
- koax(G=-17/N=17dB)
- IC-275H (N=5,6dB)

Výsledné šumové číslo **7,1dB**.

Druhá verze

- LNA BF988 (G=18dB/N=3,5dB)
- koax (G=-17dB/N=17dB)
- TR144+40 (G=25,5dB/N=1,2dB)
- TS-480 (N=18dB)

Výsledné šumové číslo **5,3dB**.

Třetí verze – aktuální

- LNA ATF53189 (G=18dB/N=1dB)
- koax (G=-17dB/N=17dB)
- TR144+40 (G=25,5dB/N=1,2dB)
- TS-480 (N=18dB)

Výsledné šumové číslo **3,85dB**.

Čtvrtá verze – s popisovaným LNA ATF50189

- LNA ATF50189 (G=14,7dB/N=1,1dB)
- koax (G=-14dB/N=14dB)
- TR144+40 (G=25,5dB/N=1,2dB)
- TS-480 (N=18dB)

Výsledné šumové číslo **4,02dB**.

Pátá verze – doplnění o filtry mezi TR144 a TS-480

- LNA ATF53189 (G=18dB/N=1dB)
- koax (G=-17dB/N=17dB)
- TR144+40 (G=25,5dB/N=1,2dB)
- Box s filtry (G=-6dB/N=6dB)
- TS-480 (N=18dB)

Výsledné šumové číslo **4,6dB**.

Chybou v mém setapu je velký útlum koaxu mezi LNA a TR144. Pokud totiž budu mít LNA se ziskem 18dB a šumem 1dB a zařadím za něj útlumový článek o hodnotě blížíící se zisku LNA (v mém případě 17dB útlum koaxu), bude výsledné šumové číslo 3,1dB.

Pokud vezmu pátou verzi a snížím útlum koaxu ze 17dB na 14dB, dostanu se na výsledné šumové číslo 3,11dB. Samozřejmě se mi sníží odolnost o 3dB, kdy nejslabším článkem bude transvertor TR-144+40, kdy signal 1dB komprese na anténním konektoru bude mít hodnotu -6dBm a zde vzniká otázka, zda jít cestou snížení celkového šumového čísla na úkor odolnosti.

Na základě výše uvedených výpočtů a také z časových důvodů, nebudu v tomto okamžiku nový LNA s ATF 50189 měnit za LNA s ATF 53189, na který jsem odjel I.subregionál.

Zlepšení celkového šumového čísla ze 7,1dB, na které jsem kontestoval zhruba 6let, na hodnotu 5,3dB, se kterým jsem odjel tři kontesty minulý rok a následné zlepšení na 3,9dB považuji za posun správným směrem. Řešení pro další zlepšení je několik, nicméně nyní je budu analyzovat a hledat to nejvhodnější pro svoje podmínky.

Na závěr bych chtěl poděkovat Rudovi OM6BB za přístup k měřicí technice.

73! Martin OK2EZ, OM6EE

Kontaktní údaje:
Martin Karasz
Hlavní trída 1027/47
708 00 Ostrava-Poruba
Tel: +420 732 854 851
E-mail: ok2ez@atlas.cz
www.ok2ez.com