

# Modyfikacja LNA OZ1PIF

Vladimír Petržílka, OK1VPZ

[www.ok2kkw.com](http://www.ok2kkw.com)

## Dlaczego nowy LNA ?

- Poprzednia generacja LNA osiągnęła już współczynnik szumów na poziomie poniżej 0,5dB.
- Kolejnym wyzwaniem z jakim muszą uporać się LNA przy odbiorze bardzo słabych sygnałów to pojawienie się zakłóceń pochodzących od smogu elektronicznego na wszystkich pasmach
- W Czechach największym problemem jest sytuacja w paśmie 70cm, gdyż w okolicach 425MHz działa technologia CDMA bezprzewodowego dostępu do internetu. Stacje bazowe CDMA nadają z mocą 200W ERP...
- Dlatego jest tak ważne, aby cały tor odbiornika był jak najbardziej odporny na silne sygnały w pobliżu pasma radioamatorskiego
- To jest możliwe przez filtrację na wejściu LNA, ale i tak mocne sygnały spoza naszego pasma będą wzmacniane. Na wyjściu LNA jest niezbędna dalsza filtracja aby transceiver lub transwerter nie był przesterowany
- Wprowadzenie filtru na wyjściu LNA nie pozwala na szerokopasmowe dopasowanie, które jest warunkiem zachowania dużego IP3. Zatem za LNA trzeba zastosować cyrkulator lub izolator ew. filtr umieścić za kablem o tłumieniu min 7-8dB (czyli LNA przy antenie a filtr wyjściowy w shacku).

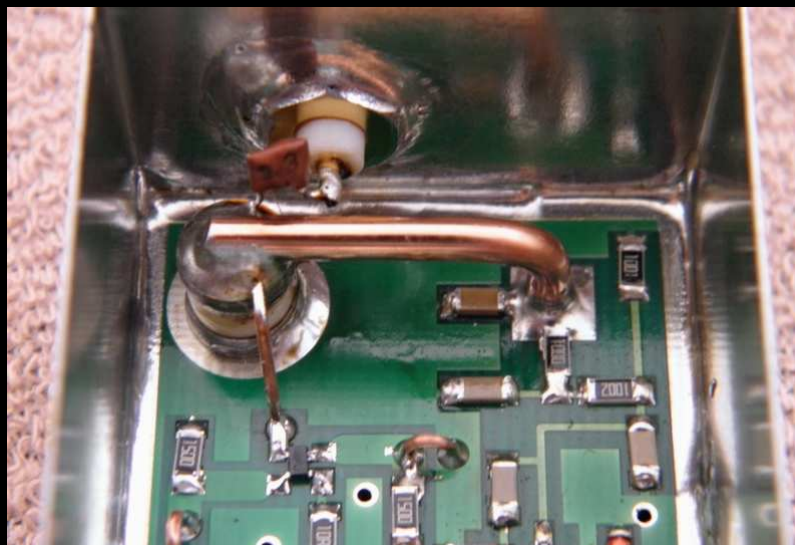
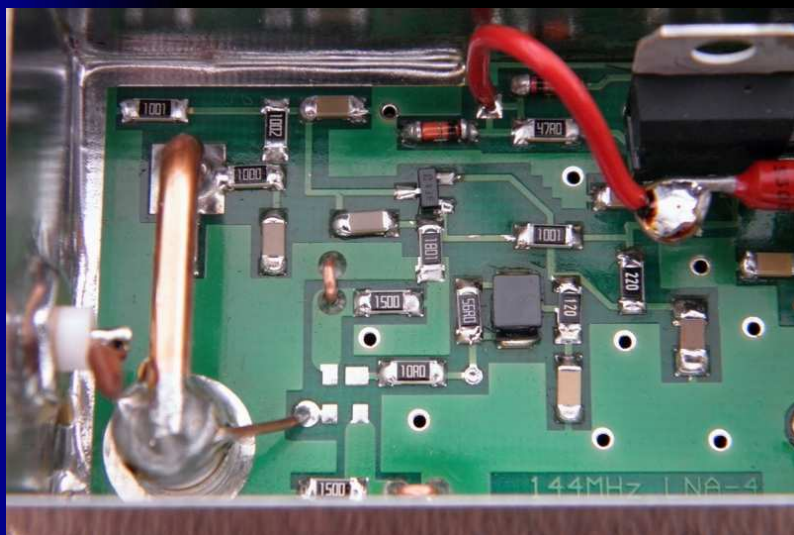
## Jaki LNA ?

- Czas to pieniądz i nie czułem potrzeby konstruowania takiego wzmacniacza od podstaw. W internecie opisanych jest sporo tego typu rozwiązań. Wybrałem układ LNA, który był sprawdzony, z IP3 ponad 10dBm i o prostej budowie elektrycznej i mechanicznej
- Wybór tranzystora był w miarę prosty – zwyciężył dobrze znany ATF54143 firmy Avago. Przy rozsądnej cenie i wyśmienitych parametrach jest on relatywnie łatwo dostępny od różnych dystrybutorów (np. Farnell).
- Drugim kryterium był współczynnik odbicia na wejściu. Dlatego finalny wybór padł na LNA w wykonaniu OZ1PIF. Jest on używany przez wielu entuzjastów EME i stanowi on najlepsze rozwinięcie konstrukcji PA3BIY, opisanej w Dubusie (co jest dla mnie świadectwem jakości).
- Peter OZ1PIF sprzedał z sukcesem setki sztuk, zatem to rozwiązanie jest w pełni sprawdzone. Rzecz była prosta – dostępne były płytki oraz metalowe obudowy dla LNA na 432 i 144MHz.





## Budowa LNA OZ1PIF przez OK1VPZ



## Wzmacniacz LNA według OZ1PIF

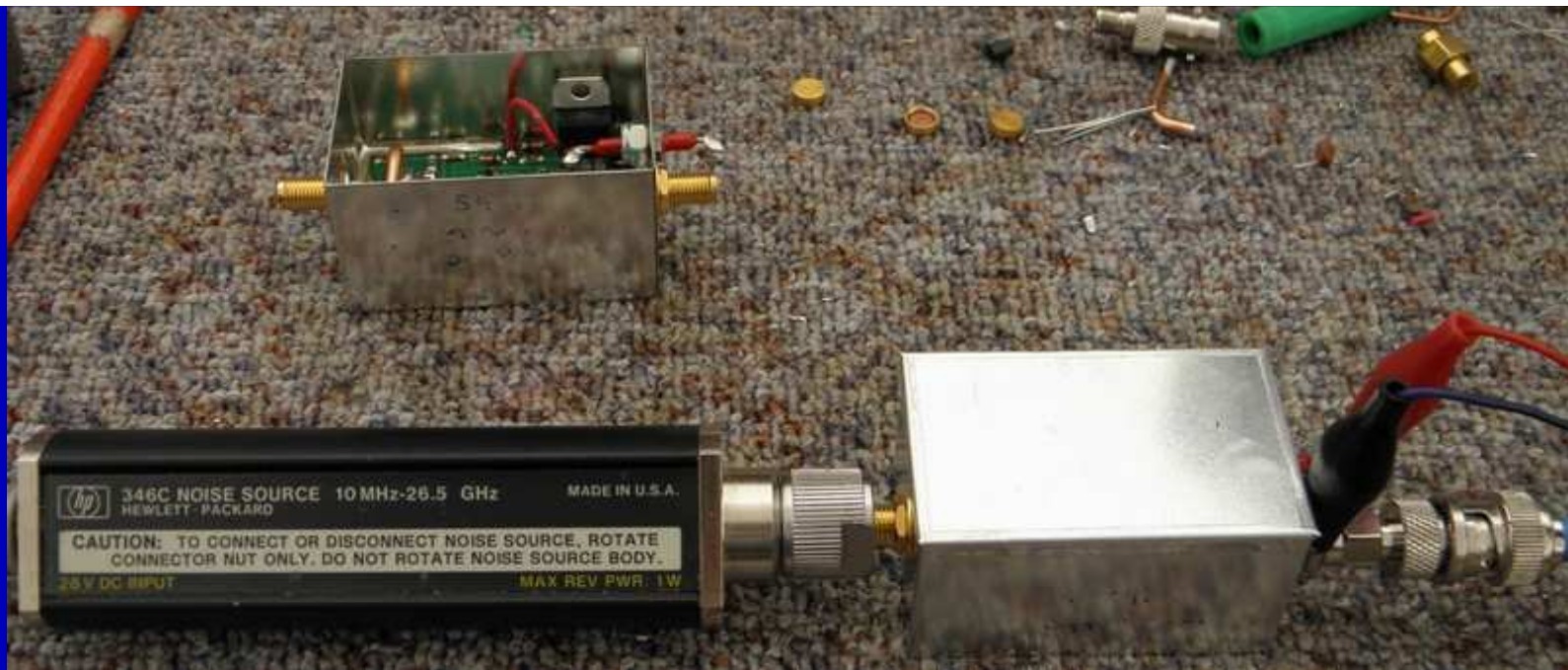
- Wzmacniacze uruchamiałem, najpierw sprawdzając je stałoprądowo (ATF-y sztuka w sztukę brały prąd pomiędzy 53-58mA) a później na analizatorze widma. Zostało zmierzone maksymalne wzmocnienie (średnio było o 1dB mniejsze niż podawane przez OZ1PIF) jak również sprawdzono współczynnik odbiciowy na wejściu (dopasowanie). Ten parametr nie był tak wyśmienity jak w artykule OZ1PIF, ale po pewnym odstrojeniu osiągnąłem zadowalającą wartość -20dB. Wyglądało, że wszystko pracuje dobrze i bezproblemowo, bardziej lub mniej perfekcyjnie. Nie było potrzeby robienia zmian, wymiany elementów itd. Po prostu dobre rozwiązanie, które działa z marszu.  
(Przy okazji - drut miedziany o średnicy około 2.5mm dla rezonatorów tego LNA jest wzięty z centralnej żyły kabla H-1000. )
- I wtedy nastąpił dramat. Uruchomiłem starszy miernik szumów HP. Kiedy się wygrzał, przeprowadziłem jego kalibrację i rozpocząłem pomiary szumowe tych LNA. Pierwszy rezultat był szokujący NF = 2.4dB! Dostrajanie pomagało w zakresie setnych części dB. Kolejny 1.63dB, trzeci 2.75dB, czwarty podobnie!



Po prostu katastrofa...

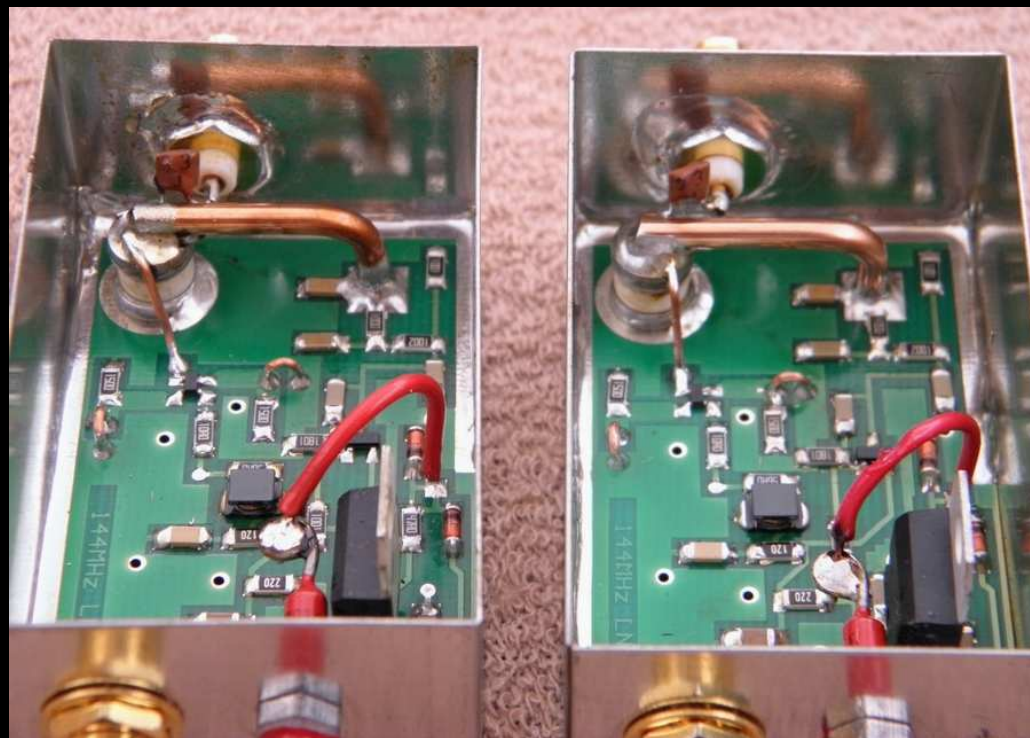
Przez kolejne dni rozważałem różne hipotezy, jak na przykład zły materiał płytki (ale to od razu odrzuciłem ponieważ jedna z płytek była oryginalna od OZ1PIF), złe tranzystory (ale pochodziły od różnych dostawców), złe złącza SMA (chińskie ale z teflonem, po sprawdzeniu dwóch konektorów połączonych semirigidem tłumienie było rzędu 0,1dB), złe trymery (ale taki sam mam w starym LNA z MGF1302 o szumach 0,45dB NF). Nie było widać jasnej usterki.





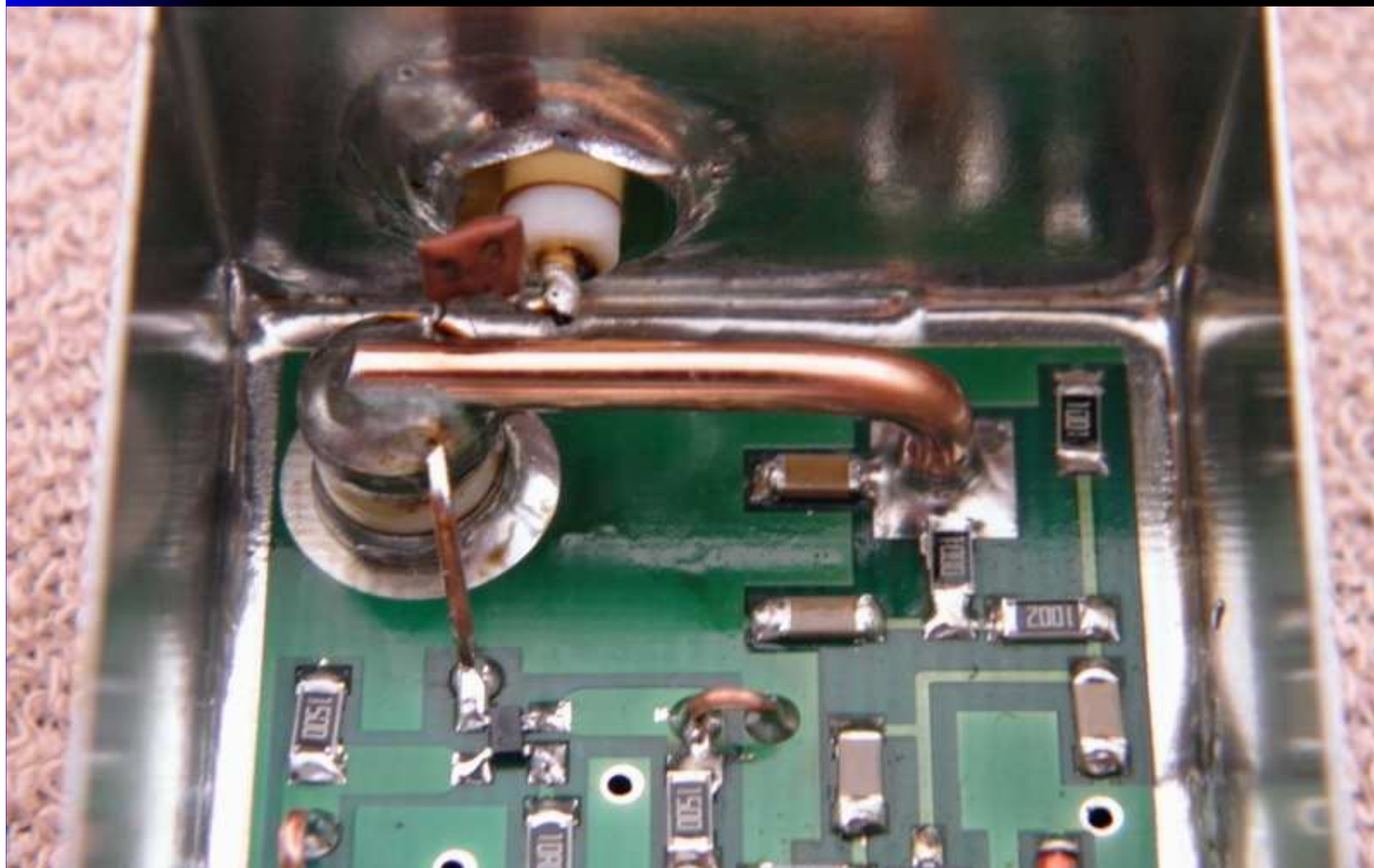
Sprawdzone były wszystkie elementy LNA, ale bez pozytywnego wyniku.

Na koniec, jak zwykle, pomogła mi matematyka.

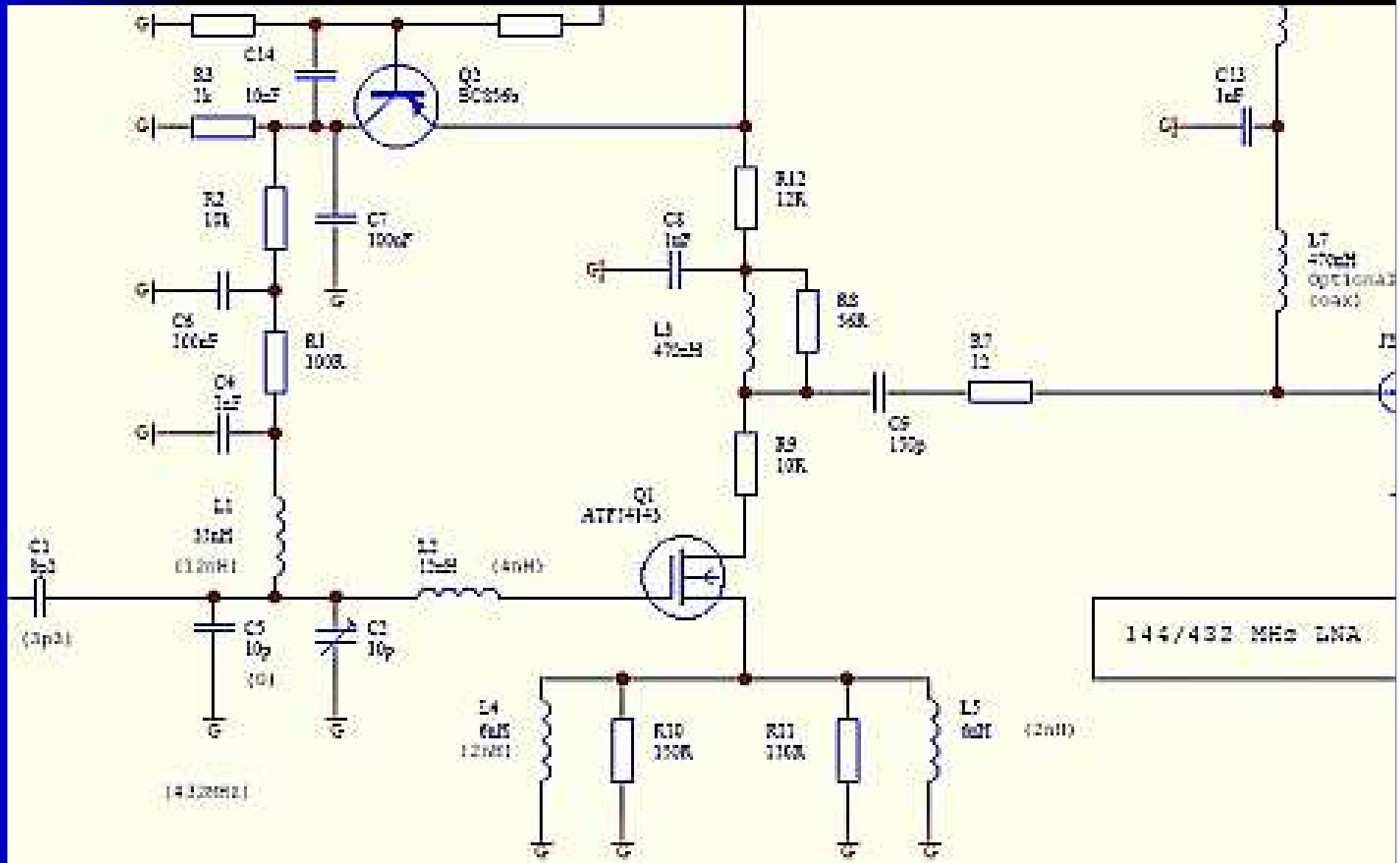




## Wzmacniacz LNA według OZ1PIF - wady



# Wzmacniacz LNA według OZ1PIF - schemat



- Okazało się, że największy wpływ ma kondensator blokujący C4 na zimnej stronie cewki L1. Przy realnym tangensie strat w standardowym kondensatorze ceramicznym 1nF jaki jest podany przez OZ1PIF, nie możemy spodziewać się żadnych cudów i współczynnik szumów będzie zdegradowany.
- Rezystor R1 jeśli nawet nie jest dobrze odblokowany przez C4 to nie zwiększy on strat układu rezonansowego. Niestety nie miałem do dyspozycji niskostratnych kondensatorów (jak np. ATC) o wystarczająco dużej pojemności, tak więc niezbędnym było inne udoskonalenie układu.
- Najlepszym rozwiązaniem jest wyeliminowanie kondensatorów blokujących. Bezpośrednie połączenie galwaniczne ma dużo mniejszą rezystancję szeregową zatem i straty. Dlatego zimna strona cewki L1 została bezpośrednio połączona do masy LNA.
- Bramka tranzystora nie może być połączona z masą więc jej polaryzacja została podana poprzez dławik o dużej impedancji eliminując tym sposobem straty w kondensatorze. Innym powodem przeróbki wejścia LNA było zwiększenie jego odporności na przepięcia atmosferyczne. W oryginalnym układzie szansa na uszkodzenie ATF-a jest znacznie większa, gdyż relatywnie duża impedancja rezystorów R1+R2+R3 nie może zapobiec przepięciu przeniesionemu przez pojemność wejściową C1. Przy okazji - w takich oryginalnych rozwiązaniach zaobserwowano wiele uszkodzeń LNA i to zrodziło pogłoski, że tranzystory ATF54143 są ekstremalnie wrażliwe na elektryczność statyczną.
- I oto wyniki modyfikacji:

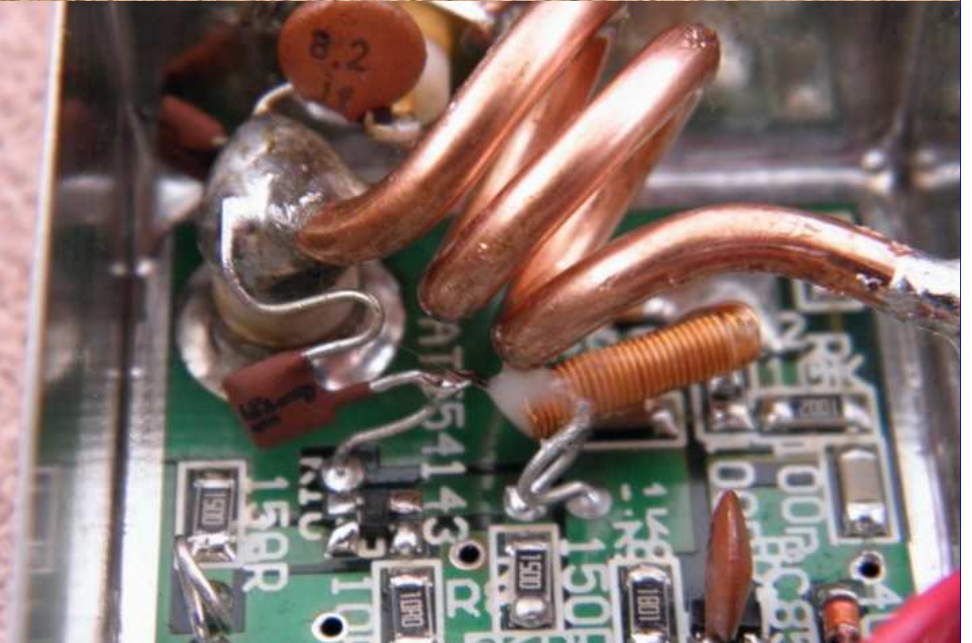
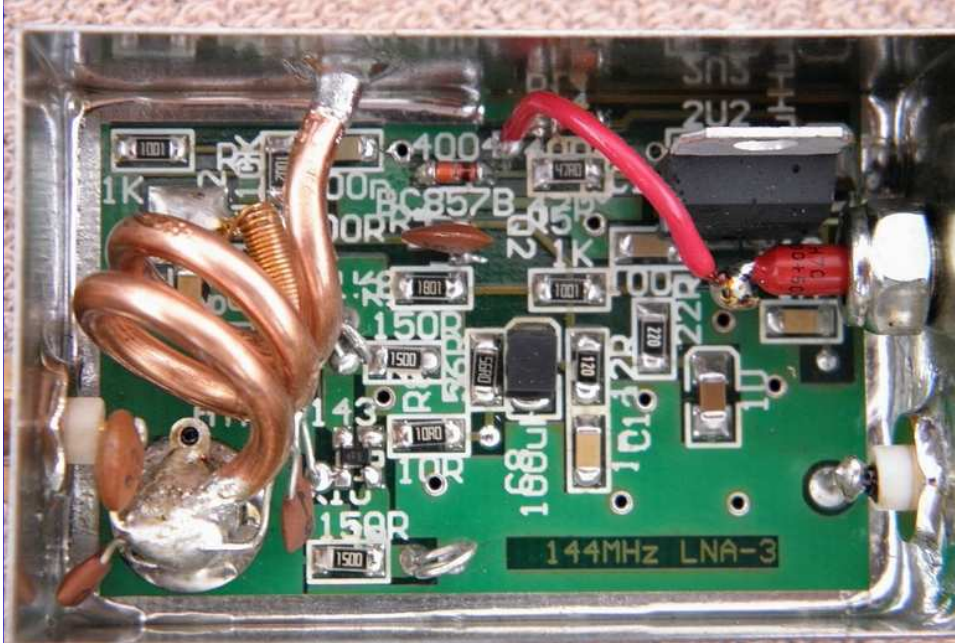




## Budowa LNA OZ1PIF według OK1VPZ









## Budowa LNA OZ1PIF według OK1VPZ - wyniki

- Wejściowy obwód rezonansowy jest uziemniony od zimnego końca, natomiast gorącą stroną jest podłączony do bramki tranzystora poprzez dodatkowy kondensator. Jego optymalna wartość, dobrana na zasadzie prób, wynosi ok. 5.6pF dla 432MHz i 10-12pF dla 144MHz. Napięcie polaryzujące bramkę FET-a jest, jak widać, podłączone poprzez dławik powietrzny. Jest on nawinięty drutem około 0,25mm na średnicy 2mm (ok. 30 zwojów). Tych kilka zdjęć jest lepsze niż długi opis.
- Współczynnik szumów (NF) tak wykonanych LNA spadł poniżej 0,5dB dla obu pasm. Kilka LNA miało nawet poniżej 0,45dB. Jednak przy pomiarach tak niskich NF ważne jest użycie bardzo dobrych złączy oraz redukcji zarówno przy pomiarach jak i przy kalibracji (być może z tego powodu pojawiają się wyniki poniżej 0,2dB, hi). Radzę wszystkim wierzącym w swoje pomiary szumów przeczytać artykuły

<http://www.rfham.com/g8mbi/preamp.htm>

jak również wyniki pomiarów w publikacji EME Newsletter K2UYH:

<http://www.nitehawk.com/rasmit/NLD/eme1010.pdf>

## Budowa LNA OZ1PIF według OK1VPZ - wyniki



## Budowa LNA OZ1PIF według OK1VPZ - wyniki

- Kolejne pomiary dotyczyły współczynnika odbicia na wejściu. Niestety, pomiary te nie były tak optymistyczne jak w oryginalnej konstrukcji OZ1PIF. Moje LNA optymalizowane na najlepszy NF miały współczynnik odbiciowy na wejściu tylko -6 -9dB, co nie jest wystarczające, jeżeli LNA nie jest używany tuż przy antenie.
- Kiedy zestroiłem LNA trymerem C2 na najlepsze dopasowanie, to NF spadł do ok. 0,7dB. To wszystko jest logiczne, gdyż tranzystory PHEMT mają minimum szumowe zawsze w innym punkcie niż dopasowanie energetyczne. Sytuacja pewnie będzie lepsza dla pasm 23 i 13cm gdzie uda się zbliżyć bardziej oba warunki dopasowania poprzez relatywnie szerokopasmowy układ wejściowy. Ale taki układ nie jest odpowiedni dla niższych pasm. Nie jestem jedyny, który jest o tym przekonany, popatrz:
- [http://www.ok2kkw.com/00003016/lna\\_oz1pif/dc8nr\\_note.jpg](http://www.ok2kkw.com/00003016/lna_oz1pif/dc8nr_note.jpg)
- Szerokopasmowe dopasowanie, optymalizowane dla szumów oraz dopasowania energetycznego jest dobre dla EME jednak nie dla stacji kontestowej, gdzie problemem są silne sygnały spoza pasma, w szczególności produkty intermodulacyjne drugiego rzędu od nadajników DVB-TV, które mogą powodować spory QRN na 23cm. Wielu zawodników w Czechach i Niemczech już się spotkało z tym problemem.



- Jeżeli nie można jednocześnie dopasować zarówno szumowo jak i impednacyjnie, to które dopasowanie będzie lepsze ?

Końcowy efekt zależy od wypadkowego współczynnika szumów całego toru odbiorczego jak i tego gdzie jest umieszczony LNA. W praktyce, może on być nawet lepszy z dopasowaniem impedancyjnym i gorszym szumowym niż odwrotnie.

- Nie martwcie się kiedy chcecie zbudować opisany LNA a nie macie do dyspozycji miernika szumów. Dopasowanie impedancyjne pokrywa się na ogół z dopasowaniem na największy zysk. Optymalizacja na najmniejsze szumy z grubsza odpowiada odstrojeniu obwodu wejściowego w stronę większych częstotliwości, czemu będzie odpowiadało zmniejszenie wzmocnienia o ok. 0,9dB. To się dobrze sprawdziło w przypadku 4 wzmacniaczy na 432MHz. LNA na 2m zachowuje się podobnie acz dysponując tylko jednym egzemplarzem trudno mi to uogólnić. Poniższa tabela przedstawia rezultaty pomiarów szumu i dopasowania:
- Przy okazji zajrzyjcie do tabeli określającej straty na skutek niedopasowania i będziecie mieć temat do myślenia.
- <http://www.ok2kkw.com/swrtable.htm>

## Wzmacniacze LNA OZ1PIF z modyfikacjami OK1VPZ

wykonanie LNA	optymalizowany na NF [dB]	zysk [dB]	S11 [dB]	NF [dB]	zysk [dB]	optymalizowany na S11 [dB]
1. 70cm	0,55	14,9	-6	0,78	16	-15
2. 70cm	0,56	15,2	-8	0,71	16,1	-20
3. 70cm	0,49	14,2	-6	0,72	15,1	-18
5. 2m	0,58	20,8	-10	0,69	21,5	-20

LNA z przedstawioną modyfikacją będzie na pewno bardziej odporny na przebiecia od wyładowan niż oryginalna konstrukcja OZ1PIF czy podobne modyfikacje SM6FHZ. Jeśli nie chcesz tak modyfikować LNA to proszę spróbuj rozwiązania YU1AW czy F8KTH – to drugie nawet na oryginalnej płytce. Jeśli myślisz o zastosowaniu diody Schottky jako zabezpieczenia, to przeczytaj ten opis: [http://www.ok2kkw.com/00003016/lna/lna\\_ochrana.htm](http://www.ok2kkw.com/00003016/lna/lna_ochrana.htm)

Współczynnik NF będzie pogorszony ok. 0,15dB ale jeszcze bardziej pogorszy się odporność na intermodulację, sytuacja w praktyce będzie prawdopodobnie lepsza od propozycji OZ1PIF (zabezpieczenie przez PIN diody podwójne bezpośrednio połączone na szerokopasmowym wejściu), dla tego, że w takim przypadku jest trudne ochronić LNA od dużych intermodulacji spowodowanych nadajnikami DVB-T w pasmie UHF.

- Odporność intermodulacyjna LNA wg OZ1PIF nie była mierzona. Nie mam dwóch dobrych generatorów, tak więc muszę wierzyć danym producenta tranzystora, gdzie jest na wejściu LNA deklarowana odporność IP3 na poziome około +20dBm
- <http://www.arrad38.fr/datasheet/ATF54143.pdf>
- Zaprezentowana modyfikacja LNA nie powinna pogorszyć odporności na intermodulację. Najnowsze przedwzmacniacze z ekstremalną odpornością IP3 mają znaczenie w warunkach amatorskich tylko w przypadku toru odbiorczego kiedy obserwuje się problemy z kompatybilnością elektromagnetyczną (EMC) od sygnałów spoza pasma. Wtedy zalecam zastosowanie LNA za którym zainstalowany będzie cyrkulator i filtr pasmowo-przepustowy (BPF). W przypadku zakłóceń występujących w paśmie IP3 LNA nie musi mieć już takiego znaczenia gdyż bardziej znacząca rolę będzie odgrywał współczynnik IP3 samego odbiornika.
- Uwaga: dla mechanicznego zamocowania małego dławika w.cz. (poparyzującego bramkę ATF54143) zastosowałem z dobrym skutkiem klej do tkanin firmy Bison o nazwie Textile Adhesive (dostępny też w Polsce). Nie zaobserwowałem wpływu na parametry w.cz. co by mogło skutkować pogorszeniem NF.

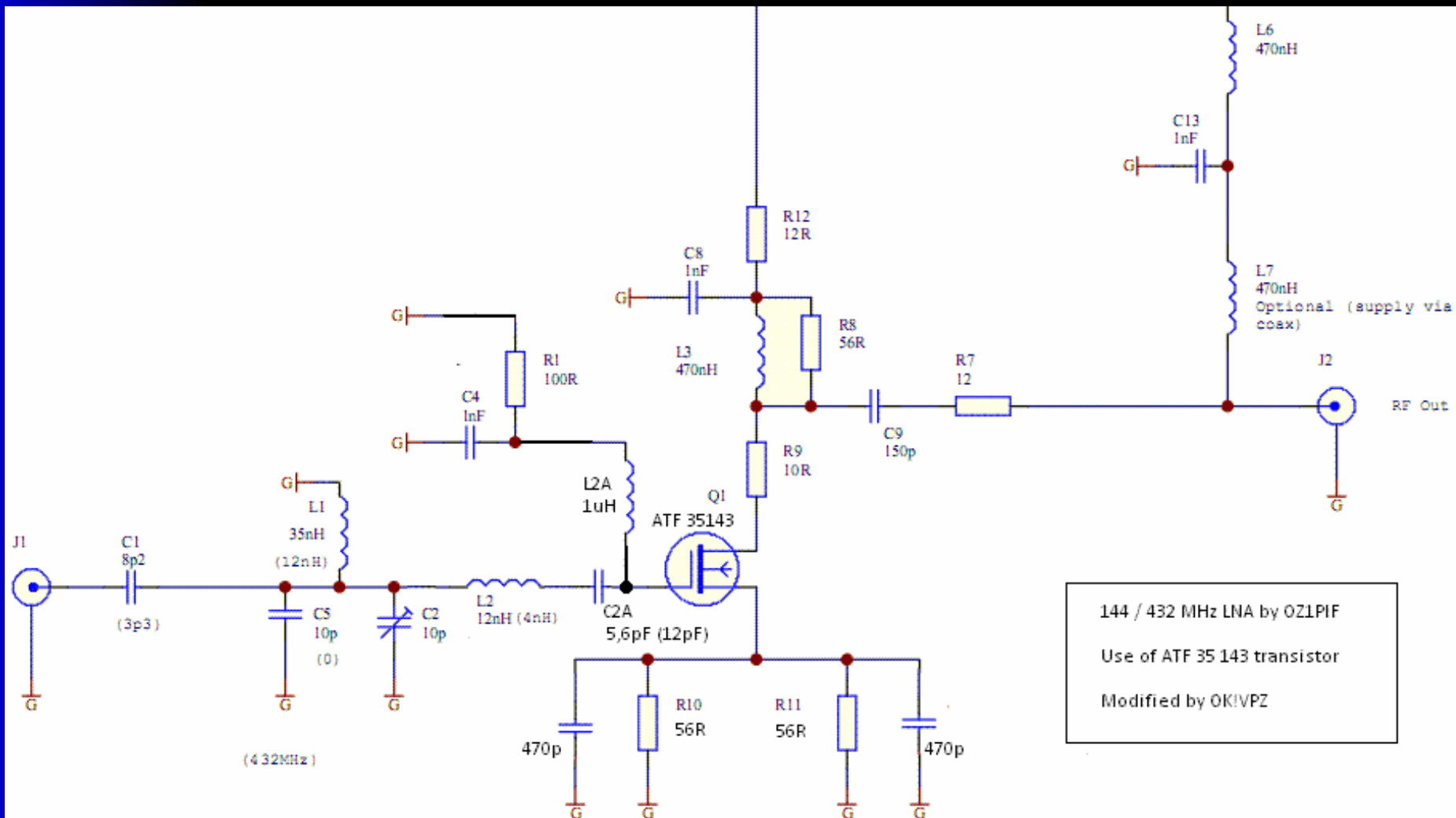


## Dodatek

- Wykonałem kilka LNA zgodnie z przedstawionym tutaj opisem. Ku zaskoczeniu, jeden z przedwzmacniaczy zachowywał się dużo gorzej pod względem intermodulacyjnym, niż pozostałe. Lokalne stacje kontestowe były odbierane ze spleterem, chociaż ich sygnał, odbierany przez inne LNA był OK. Rozwiązanie problemu zaproponował Josef OK1TKP – przyczyną były oscylacje układu polaryzującego bramkę. Kiedy sprawdziłem oscyloskopem, na dwu z 6 LNA dało się zaobserwować na kolektorze tranzystora PNP typu BC857B oscylacje, gdzieś około 200mVp-p, co oczywiście ruinowało parametry intermodulacyjne tego LNA. Oscylacje ustały po dołączeniu kondensatora tantalowego 10uF z kolektora tranzystora BC857 do masy (równolegle do C7). Jeszcze lepszym rozwiązaniem jest wymiana tranzystora BC857B na inny z mniejszym wzmocnieniem, jak BC857A (kod na obudowie SMD 3A lub 3E) oraz jeszcze dodanie, dla pewności, tego kondensatora 10uF. Prawdopodobnie OZ1PIF też się spotkał z tym problemem (nic o tym nie wspominając), gdyż na jego zdjęciach widać kondensator elektrolityczny w tym właśnie miejscu a na liście elementów jest inny tranzystor niż na schemacie.
- popatrz: [http://www.frenning.dk/OZ1PIF\\_HOMEPAGE/144\\_and\\_432MHz-LNA.htm](http://www.frenning.dk/OZ1PIF_HOMEPAGE/144_and_432MHz-LNA.htm)
- Ten dodatkowy kondensator oznaczony jest jako C7a w zmodyfikowanym schemacie (powyżej). Można oczywiście zastosować kondensator ceramiczny SMD o rozmiarze 1206.

## Dodatek II

- Sprawdziliśmy użycie alternatywnego i nawet tańszego tranzystora ATF 35143, który w porównaniu do oryginalnego ATF54143 jest intermodulacyjnie na pewno gorszy od ATF54143 ale teoretycznie ma nawet mniejsze szumy. Nie mogę potwierdzić, że szumowo jest lepszy, ale poza zawodami, można zaakceptować go jako tańszy zamiennik oryginalnego. Należy pamiętać, że ATF35143 ma inny zalecany punkt pracy (2V i 15mA wobec 3V i 55mA) i dlatego wymaga dodatkowych modyfikacji:
- oba rezystory R10 i R11 (oryginalnie 150ohm) należy zamienić na 56ohm
- indukcyjności L4 i L5 (ok. 2nH dla 70cm) zostały zastąpione kondensatorami SMD 470pF (rozmiar 1206)
- bramka tranzystora będzie na zerowym potencjale tak więc przy prądzie drenu 15-20mA będzie ujemnie spolaryzowana (około -0,45V). Zerowe napięcie na bramkę podane jest przez dławik z rezystora R1 (100ohm) odblokowanego do masy kondensatorem C4
- nie stosujemy tutaj układu polaryzacji z tranzystorem PNP
- wartość R6 (22ohm) zmieniona jest na 120ohm
- pozostałe elementy pozostają takie jak w opisanej wyżej mojej modyfikacji LNA na ATF54143
- zmierzane były tylko 2 egzemplarze, tak tylko dla informacji - wzmocnienie było trochę mniejsze (ok. 14dB na 70cm), szumy około 0,45dB.



Współczynnik szumów takiego LNA z ATF35143 mógłby być teoretycznie jeszcze lepszy gdyby zastosować obwód wejściowy o większej dobroci (jak np. rezonator 1/4 długości fali wykonany z półcalowego kabla koncentrycznego). Ale tę ideę zastawiam już Wam do przetestowania...



**Dziękuję bardzo za uwagę !**

W przypadku zainteresowania konstrukcją proszę o wizytę na stronach OK2KKW.  
Tam można znaleźć szczegółowy opis tego wzmacniacza LNA, oraz wiele  
więcej artykułów o tematyce UKF.

W przypadku indywidualnych pytań proszę o e-mail na nasze adresy:

[ok1vpz@seznam.cz](mailto:ok1vpz@seznam.cz) lub do Macieja [ok1teh@seznam.cz](mailto:ok1teh@seznam.cz)

**Do usłyszenia na paśmie pod znakiem OK2A.**

**PS:** dziękuję bardzo za pomoc w tłumaczeniu,  
które dla mnie zrobił Michał SP2IQW

**73 de OK1VPZ**

[http://www.ok2kkw.com/00003016/lna\\_oz1pif/lna\\_oz1pif\\_pl.htm](http://www.ok2kkw.com/00003016/lna_oz1pif/lna_oz1pif_pl.htm)

## Web OK2KW – HW [www.ok2kkw.com](http://www.ok2kkw.com)

- 15.1.2011: Current protection unit for SSPA modules [here](#).
- 15.11.2010: TRX - PA - LNA - ANT interconnection [schematics](#) to prevent damaging of LNA
- 23.10.2010: LNA by OZ1PIF - experience & mods [here](#).
- 31.7.2010: Simple [RF sensors](#) performance for internal RF measurement in SSPA
- 17.7.2010: Mechanical [design](#) of solid state 800W PA for 70cm
- 16.6.2010: Very rare (?) PA failure in FT847 [here](#).
- 20.1.2010: [Few more words](#) to the 70cm PA instability, observed in FT847 transceiver
- 1.12.2009: OŠKOB RH - Remembrance of 70cm [transvertor](#) construction [1986]
- 29.11.2009: Directional [coupler](#) made from two semirigids for SWR protection.
- 25.11.2009: Power limits of coaxial connectors [here](#).
- 09.9.2009: 20 years old OK1VPZ's [article](#) focused to contests interference on 144 MHz.
- 24.4.2009: Comments and additional circuit in the issue of ALC modification in FT847 [here](#).
- 24.1.2009: SWR protection unit for solid state PAs. More in CZ [here](#).
- 24.4.2008: RX antenna switch for multibeaming contest operation in 144MHz band [here](#).
- 24.11.2007: DC amplifier for powering current measurement of solid state PA [here](#).
- 24.9.2007: How it is with BIAS Circuits for Tube PA? More in Czech with EN links [here](#).
- 31.8.2007: PEP Wattmeter offset compensation [here](#).
- 31.8.2007: Usefull peripheral circuits related to SSPA cooling [here](#).
- 24.6.2007: FT847 - ALC modification for transmitter splatters suppression [here](#). More in Czech [here](#).
- 2.5.2007: Notes to protection of LNA [here](#) and to LNA IMD characteristics in Cz [here](#), [here](#), [here](#).
- 4.4.2007: Table of resistors value as well as power dissipation for most used RF [attenuators](#).