

GRUPA HUSAR

Podręcznik budowy radia HUSAREK

projekt na forum sp-hm.pl

wersja 1.3 z dnia 2013-04-18

Przedmowa

Podczas licznych rozmów z Kolegami którzy zbudowali własne homodyny padła propozycja zaprojektowania zupełnie nowej, polskiej homodyny dla szerokiego grona radioamatorów, „radia dla każdego”. Szybko zawiązała się mała grupa Kolegów, która podjęła się społecznie realizować ten projekt. Mieliśmy spore doświadczenie z budowy innych homodyn, znaleźliśmy ich wady i ograniczenia, wiedzieliśmy co poprawić aby uzyskać lepsze parametry i ułatwić budowę własnego radia.

W ciągu roku prac grupy projektowej powstało całkowicie nowe, polskie radio o nazwie HUSAREK. Najważniejsze prace projektowe zostały wykonane przez zespół w składzie: Janusz SP5BMP, Adam SP5FCS, Józef SP9HVW, Zdzisław SP4HKQ. Wiele ciekawych pomysłów i cennych uwag do konstrukcji wnieśli również Koledzy: SP9FKP, SP2JQR. W ramach projektu powstał komplet modułów niezbędnych do budowy radia.

Niniejszy opracowanie stanowi podsumowanie dotychczasowych prac nad prototypem radia HUSAREK. Dokument powstał na podstawie opracowań zespołu projektującego HUSARKA, postów i dyskusji na forum SP-HM oraz doświadczeń przekazanych przez Kolegów budujących prototypy Husarka. Niniejsze opracowanie zawiera opis konstrukcji radia, sposób jego budowy i uruchomienia.

Całość materiałów została zebrana, zredagowana i uzupełniona o własne doświadczenia z budowy HUSARKA przez Bogdana SP3IQ.

Niniejsze opracowanie jest własnością „Grupy Husar” i bez zgody autorów projektu oraz autora opracowania nie może być wykorzystywane w żadnej postaci do celów komercyjnych.

Grupa Husar

Spis treści

Przedmowa.....	2
1. Wstęp.....	3
2. Montaż Husarka.....	7
2.1. Płytki automatyki.....	11
2.1.1 Schemat płytki automatyki.....	11
2.2. Filtr akustyczny CW/SSB.....	23
2.2.1. Schemat płytki filtrów akustycznych.....	26
2.2.2. Prosta metoda pomiaru indukcyjności dławików.....	29
2.3. Płytki homodyny.....	31
2.3.1.Schemat płytki homodyny.....	33
2.4. Filtr pasmowo-przepustowy w.cz. - BPF.....	43
2.5. Wzmacniacz mocy 15 W.....	46
2.6. Filtr dolnoprzepustowy w.cz. - LPF.....	57
2.7. Płytki antenowa.....	61
2.8. Wykonanie transoptora do kompresora.....	63
2.9. Przełączanie filtra akustycznego CW/SSB do toru RX/TX.....	64

1. Wstęp.

W 2010 roku zawiązała się grupa konstruktorów z SP w celu opracowania nowego radia wyczynowego o nazwie HUSAR. W radiu zastosowano nowatorskie podejście polegające na połączeniu klasycznego toru heterodynowego radia z homodyną. HUSAR ze względu na złożoną i rozbudowaną konstrukcję dedykowany jest dla zaawansowanych radioamatorów co mocno ogranicza popularność tej konstrukcji.

Zdecydowanie brakowało w środowisku radioamatorów nowoczesnego radia wielopasmowego o bardzo dobrych parametrach odbiornika, przy zachowaniu rozsądnych kosztów budowy oraz umiarkowanym stopniu trudności. W ostatnich latach dużą popularność zdobyły konstrukcje homodynowe takie jak: Pilgrim, US5MSQ czy Juma, które pozwalały uzyskać bardzo dobre parametry przy średnich nakładach na budowę radia. Dużym problemem dla początkujących radioamatorów zainteresowanych zbudowaniem takiej homodyny był jednak brak dobrej dokumentacji w języku polskim, brak lokalnego wsparcia autorów projektów oraz brak opracowania zawierającego wszystkie moduły do budowy radia.

Podczas licznych rozmów z Kolegami którzy zbudowali własne homodyny padła propozycja zaprojektowania zupełnie nowej, polskiej homodyny dla szerokiego grona radioamatorów, „radia dla każdego”. Mieliśmy spore doświadczenie z budowy innych homodyn, znaleźliśmy ich wady i ograniczenia, wiedzieliśmy co poprawić aby uzyskać lepsze parametry i ułatwić budowę własnego radia. W ramach projektu HUSAR powstał autonomiczny moduł homodyny, który mógł posłużyć do budowy wielopasmowego transceivera homodynowego. Dodatkowym atutem była możliwość wykorzystania modułów filtrów BPF, LPF oraz wzmacniacza PA opracowanego do HUSARA.

Prace projektowe rozpoczęto w grudniu 2011 roku. Konstrukcja miała być popularna ale jednocześnie bardzo nowoczesna aby w pełni wykorzystać możliwości współczesnej bazy elementowej. Główny wysiłek położono na poprawę parametrów odbiornika, technologię budowy oraz funkcjonalność urządzenia. W celu ułatwienia budowy radio podzielono na funkcjonalne moduły. Na modułach zastosowano mieszany montaż, drobne elementy w wersji SMD, układy scalone przewlekane w podstawkach.

Konstrukcja HUSARKA z założeń wstępnych jest modułowa. Przewidujemy, że składać się będzie z 7 podstawowych modułów, uzupełniona o dodatkowe moduły opcjonalne.

Moduł antenowy: układ pomiarowy SWR, układ pomiaru i sterowania mocą nadajnika, ręczna regulacja mocy PA, stabilizacja mocy na ustalonym poziomie.

Moduł filtrów wcz: zespół filtrów dolnoprzepustowych LPF wykorzystywanych podczas nadawania i odbioru, zespół prostych filtrów pasmowych BPF wykorzystywanych podczas nadawania do filtracji sygnału po mieszaczu, opcjonalny wzmacniacz 12dB na którego wejściu będzie się znajdował dodatkowy filtr na 14 MHz. Wzmacniacz załączany tylko podczas odbioru 14 MHz.

Moduł homodyny: dwa rozdzielone tory odbiorczy i nadawczy, zawierające mieszacze, dwa polifazery, tory wzmacniaczy przed i po polifazerach, układ przełączania wstęp LSB/USB, zespół kluczy przy mieszaczu nadawczym do bezpośredniego wytworzenia sygnału CW. Wspólny dla obu mieszaczy przesuwnik sygnału generatora, oraz układ kształtowania sygnału generatora przed przesuwnikiem.

Moduł filtrów akustycznych: zawiera dwa tory przełączanych filtrów do odbioru SSB i CW. Każdy z nich posiada filtr dolnoprzepustowy, filtr górnoprzepustowy, wzmacniacz eliminujący tłumienie filtru i dopasowujący oporności filtru LPF do HPF.

Moduł automatyki i m.cz: detektor ARW sterujący regulowanym wzmacniaczem automatyki o dynamice 70 dB, detektor i wzmacniacz S-metra, opcjonalny filtr LPF na MAX7400, wzmacniacz m.cz. na LA4425, zmodyfikowany kompresor dynamiki z PILIGRIMA.

Moduł DDS: tu rozwiązań jest kilka, więc wybór należy do konstruktora, wymogiem jest sterowanie wyborem pasm w kodzie BCD.

Moduł wzmacniacza PA: 15 W wzmacniacz wykonany na potrzeby projektu HUSAR.

Schemat blokowy jest przedstawiony poniżej.

2. Montaż Husarka.

Uważamy, że zbudowanie i uruchomienie Husarka jest możliwe w typowych warunkach domowych radioamatora, które z reguły nie jest wyposażone w profesjonalny sprzęt do montażu i pomiarów elektronicznych. Zakładamy jednak, że radioamator będzie posiadał podstawową wiedzę w zakresie działania oraz budowy urządzeń elektronicznych, czyli będzie posiadał umiejętność czytania i rozumienia schematów elektronicznych oraz posiadania wiedzy praktycznej w zakresie procesu lutowania elementów elektronicznych SMD. Dodatkowo zakładamy, że radioamator dysponuje minimum prostym uniwersalnym miernikiem cyfrowym do pomiarów napięć i prądów, rezystorów w zakresie od kilku omów oraz kondensatorów w zakresie od kilkudziesięciu pF. W projekcie Husarka stosowane są dławiki drutowe do separacji w.cz w układach zasilających, których wartość indukcyjności nie jest krytyczna, jedynie sprawdzeniu powinna być poddawana właściwość przewodzenia prądu elektrycznego bez szczegółowej znajomości wartości indukcyjności. Jednakże w module filtrów akustycznych CW/SSB konieczne jest przygotowanie 15 sztuk dławików o indukcyjności 160 mH w tolerancji wartości nie gorszej niż 5-6%. Posiadanie prostego miernika uniwersalnego poszerzonego do pomiaru indukcyjności będzie tutaj niezbędne. Należy jednak zwrócić uwagę, że pomiar indukcyjności na sprzęcie pomiarowym klasy popularnej, może być obciążone dość dużym błędem, przekraczającym nawet 10% wartości.

Natomiast brak precyzyjnego miernika indukcyjności w pracowni radioamatora, może być początkiem zawiązania współpracy z innym kolegą. Dokonywanie specjalnego zakupu miernika dla pomiaru tylko dławików 160 mH filtru akustycznego CW/SSB nie jest racjonalne.

W dalszej części opisu montażu Husarka będzie podany prosty i tani sposób na dość dokładny pomiar indukcyjności dławików do modułu CW/SSB.

Posiadanie urządzeń przeznaczonych do precyzyjnych pomiarów, ułatwi budowę i uruchomienie Husarka, szczególnie następujących:

- prosty NWT w zakresie minimum do 30 MHz
- oscyloskop
- mostek RLC,
- generator m.cz. lub program komputerowy do badania krzywych przenoszenia w oparciu o kartę dźwiękową komputera,
- generator do próby dwu-tonowej.

Najważniejszym jednak w budowie Husarka, aby wyniki końcowe były zadowalające, jest stosowanie następujących zasad montażowych:

- każdy element RC przed wlutowaniem powinien być sprawdzony miernikiem uniwersalnym, czy posiada wartość zgodną ze schematem
- miejsce montażu każdego elementu jest zgodne ze schematem
- stosowanie podstawek precyzyjnych pod układy scalone
- lutowane połączeń na płytce drukowanej nie posiadają „zimnych lutów”
- każdy fragment danego modułu jest szczegółowo sprawdzony pod względem poprawności montażu przed włączeniem zasilania.

Dobrą metodą oznaczania wlutowanych elementów jest stosowanie pisaka markera, w taki sposób, że każdy wlutowany element jest na schemacie zakreślany markerem.

Husarka można zbudować na wiele sposobów. Dysponując następującymi podstawowymi fabrycznie wykonanymi płytkami:

- synteza

- homodyna
- filtry akustyczne CW/SSB
- automatyka,
- wzmacniacz mocy 15W

pozostałe niezbędne płytki drukowane należy wykonać już samodzielnie metodą termo-transferu.

Opiszemy dwa sposoby budowy Husarka, gdzie pierwszy będzie posiadał znamiona „wersja podstawowa”, drugi zaś sposób będzie bardziej rozbudowany ale też będzie posiadał lepsze parametry użytkowe.

Wersja podstawowa Husarka będzie posiadała następujące znamiona:

- dowolne zakresy w ramach pięciu pasm krótkofalowych,
- filtr akustyczny CW/SSB będzie wykorzystany podwójnie dla toru odbiornika i toru nadajnika
- filtr dolnoprzepustowy BPF będzie wykorzystany również podwójnie, to jest będzie przełączany dla toru odbiornika i nadajnika w zależności od trybu pracy transiwera, nadawanie/odbiór.

Wersja podstawowa będzie też wersją ekonomiczną, gdzie wielkość naszego finansowego zaangażowania będzie najniższa z możliwych, przy utrzymaniu bardzo dobrych parametrów.

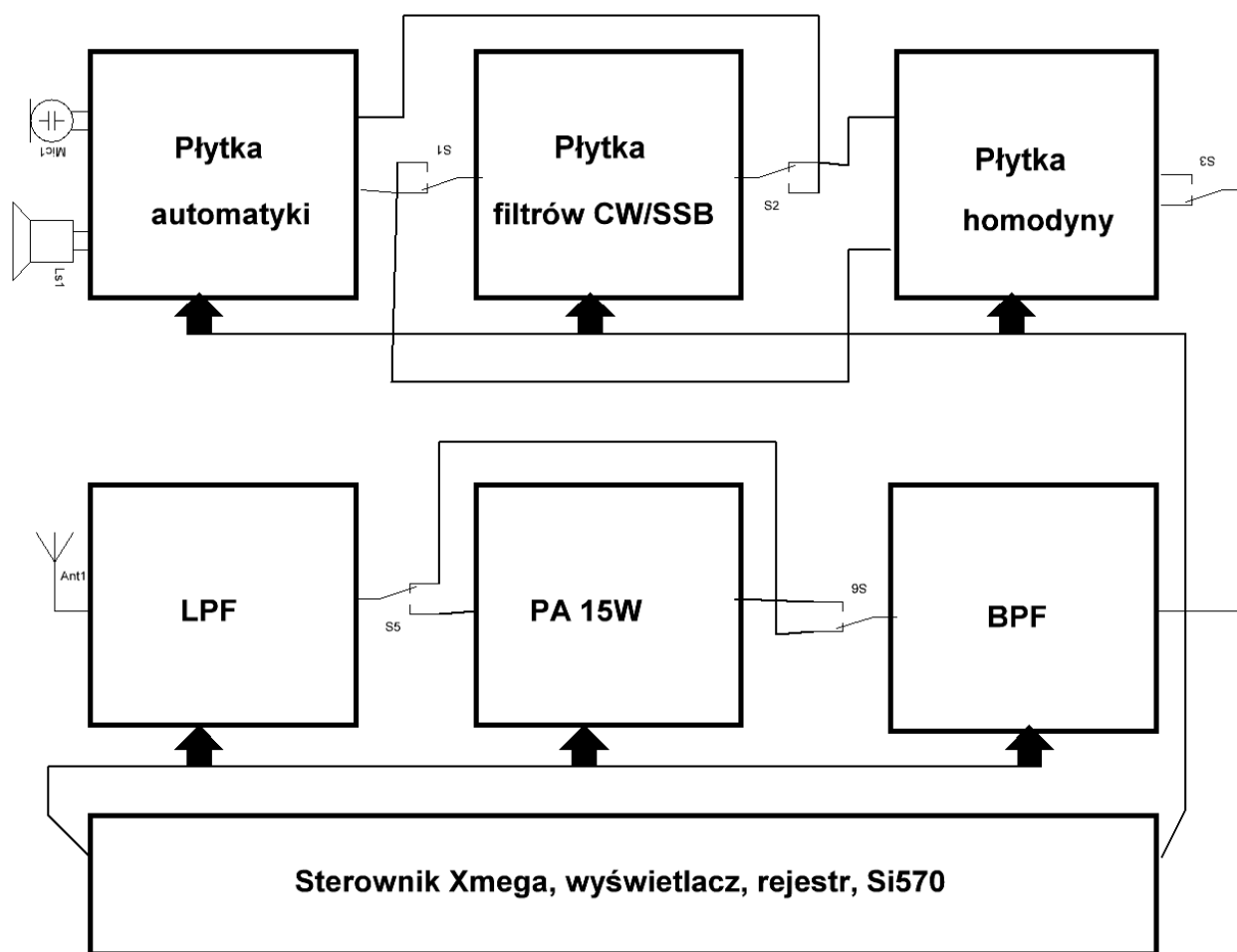
Przedstawimy w tym podręczniku również rozwiązanie bardziej rozbudowane, które przy znacznie większym zaangażowaniu finansowym, uzyskamy lepszych kilka parametrów niż w wersji podstawowej. Do takich parametrów będzie można zaliczyć:

- wszystkie 9 pasm krótkofalowych
- szybsze przełączanie nadawanie-odbiór za pomocą jednego tylko przekaźnika, ale konieczne będzie zastosowanie dwóch płytek filtrów pasmowo-przepustowych BPF, jeden tylko dla odbioru, nadawania, drugi tylko dla toru nadawczego. Ten znacznie szybszy sposób przełączania nadawania-obiór, umożliwi uzyskanie pracy BK na telegrafii, to jest możliwość słuchania korespondenta pomiędzy nadawanymi znakami telegraficznymi oraz pracę z urządzeniem VOX (automatyczne przełączanie nadawanie-odbiór głosem operatora) na SSB.
- alternatywne rozwiązanie oddzielnego filtra akustycznego w torze nadawczym z możliwością regulacji szerokości pasma przepustowego charakterystyki przenoszenia w funkcji częstotliwości.

Te dwa rozwiązania są podane tylko dla zaprezentowania przykładów, tak aby ostatecznie osoba podejmująca decyzję o budowie Husarka, mogła dokonać odpowiedniego wyboru zgodnie ze swymi potrzebami i możliwościami.

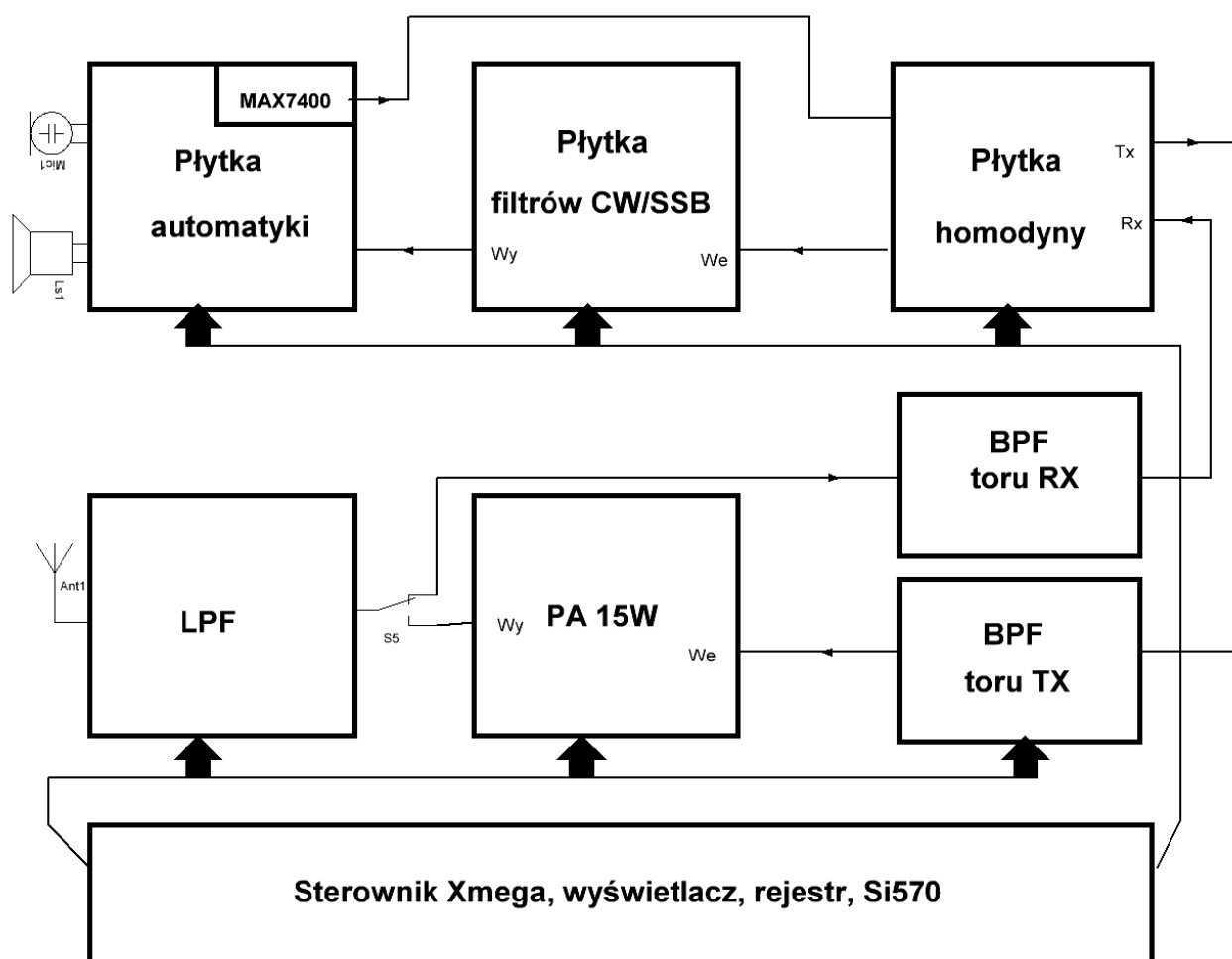
Jednak wersja podstawowa będzie potraktowana w podręczniku priorytetowo, jako wersja popularna, gdzie zaangażowanie finansowe w gromadzeniu części składowych do budowy, nie będzie zbyt wysokie.

Schemat blokowy wersji podstawowej, jest następujący.



Jak widać na schemacie blokowym, istnieje wiele miejsc, które muszą być przełączane, oddzielnie dla toru odbiornika oraz oddzielnie dla toru nadajnika. Wadą tego rozwiązania jest ilość przełączników, które muszą być użyte do funkcji przełączania. Ale z drugiej strony trudno sobie wyobrazić aby poprawnie taki transiwer pracowałby z urządzeniem VOX, do automatycznego przełączania tryby nadawania/odbiór, nie mówiąc o trybie BK na telegrafii. Natomiast zaletą tego rozwiązania, jest użycie tego samego filtra akustycznego CW/SSB oraz filtra pasmowo-przepustowego zarówno dla odbioru jak i do nadawania.

Schemat blokowy wersji Husarka bardziej rozbudowanego jest przedstawiony poniżej.



Ta powyższa wersja bardziej rozbudowana Husarka, nie posiada wad wersji podstawowej, ale jest bardziej kosztowna i bardziej pracochłonna. Należy bowiem zainwestować w drugą płytkę filtrów pasmowo-przepustowych BPF oraz w dodatkowy filtr akustyczny dla toru nadajnika, na przykład układ scalony MAX7400. Zaleta jest widoczna na schemacie blokowym, jest potrzebny tylko jeden przełącznik nadawczo-odbiorczy.

W istocie bazując na płytkach wchodzących w skład Husarka, można zbudować więcej niż dwie wersje. Dlatego mając do wyboru następujące płytki fabryczne: homodyna, filtry akustyczne, automatyka, wzmacniacz mocy 15W, dzięki temu, że pozostałe proste płytki są do wykonania metodą termo-transferową, ilość możliwości rozwiązań jest duża i zależy tylko od pomysłu budującego Husarka.

Dlatego w dalszej części tego podręcznika, będzie opisany sposób montażu każdej płytki z osobna, gdzie zaproponowana będzie kolejność montażu i uruchomienia poszczególnych jego fragmentów. Swoje rozwiązanie powinien wybrać użytkownik, zgodnie ze swymi potrzebami i możliwościami.

2.1. Płytki automatyki.

Na początek warto uruchamiać te płytki, które są najłatwiejsze do uruchomienia. Dlatego naszym zdaniem montaż Husarka należy rozpocząć właśnie od płytki automatyki. Płytki ta zawiera między innymi wzmacniacz głośnikowy, wzmacniacz mikrofonowy oraz generator tonu 700 Hz, które są najłatwiejsze do uruchomienia. Przed montażem należy szczegółowo zapoznać się ze schematem ideowym i starać się zrozumieć działanie tej płytki. Aby ułatwić analizę schematu ideowego, poniżej podajemy w skrócie zasadę działania i wskazówki do montażu płytki automatyki.

2.1.1. Schemat płytki automatyki.

Zestawienie elementów płytki automatyki:

C9	1	180p		
C10	1	470u		
C11	1	0,1u		
C12	1	82p		
C21	1	100nF		
C36	1	470p		
C43	1	100l'		
C58	1	4,7n		
C1,C7,C8,C52	4	0,22u		
C13,C26,C32,C33,C34,C37	6	4u7		
C18,C45,C47	3	47l'		
C2,C15,C20,C44	4	47u		
C22,C23,C27,C28,C29,C60	6	10n		
C3,C6	2	1000u		
C35,C40,C59	3	1n		
C4,C14,C16,C17,C19,C24,C31,C41,C42,C46,C54	11	100n		
C49,C53,C55,C64	4	47n		
C5,C25,C30,C38,C39,C48	6	1u		
C50,C56	2	22n		
C51,C57	2	2n2		
C61,C62,C63	3	100p		
D3	1	1N4148		
D4	1	6V2		
D8	1	3V3		
D1,D2,D5,D6,D7,D9,D10,D11,D12,D13	10	1N4148		
L1	1	100l'H		
LDR1	1	GL5616D		
LED1	1	czerwona		
P1	1	10k		
Q4	1	2n3906		
Q5	1	2N3906		
Q1,Q2	2	J310		
Q3,Q6,Q9	3	2N3904		
Q7,Q8,Q10,Q11	4	BS170		
R24	1	k56		
R32	1	1M2		
R34	1	220k		
R39	1	10R		
R47	1	33		
R48	1	20k		
R49	1	k39		
R53	1	k47		
R54	1	68k		
R71	1	5k1		
R79	1	15k*		
R80	1	k33		
R82	1	470k		
R1,R2,R3,R5,R7,R13,R15,R17,R27,R33,R35,R81	12	47k		
R10,R11,R18,R21,R40,R59,R61,R73	8	1k5		
R14,R16	2	270k		
R20,R22,R26,R31,R56,R63,R72,R75,R77,R78	10	10k		
R23,R25	2	2k2		
R28,R41,R42,R43	4	9k1		
R30,R52	2	1k		

R36,R55	2	39k	
R37,R45,R46,R70	4	4k7	
R4,R6,R29,R38,R50	5	33k	
R44,R65,R68	3	5k6	
R51,R76	2	100k	
R57,R62	2	3k3	
R58,R60	2	11k	
R64,R67	2	2k4	
R66,R69	2	12k	
R8,R74	2	22k	
R9,R12,R19	3	4R7	
U2	1	LA4425A	
U4	1	AD8307	
U5	1	TLC272	
U1,U3,U6	3	TL072	
U7,U8	2	NE5532	
VR1	1	78L06.	

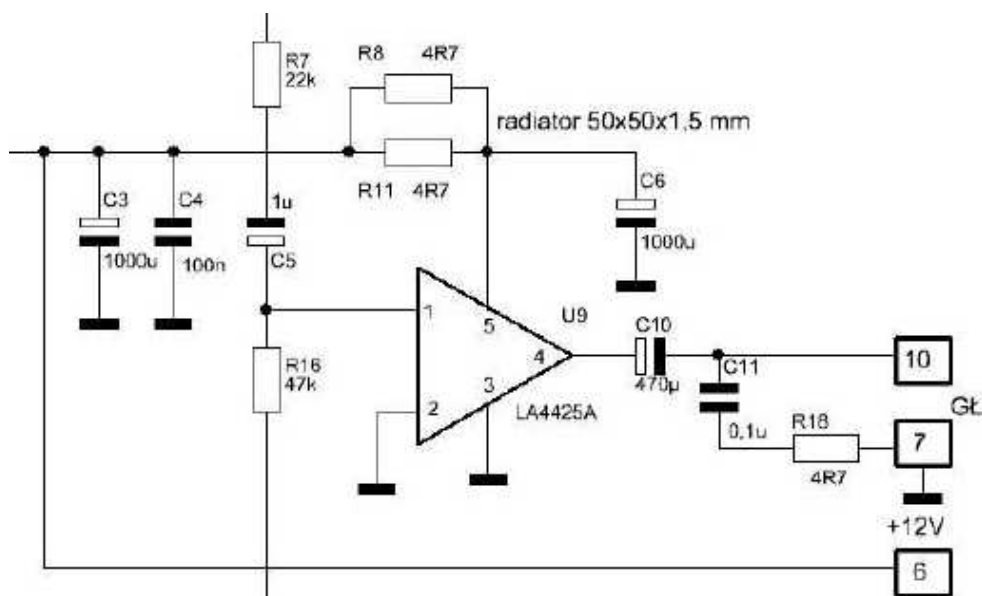
Płytką automatyki składa się z następujących modułów:

A. Wzmacniacz głośnikowy zawierający układ scalony U9 LA4425A.



Fotografia płytki automatyki ze zmontowanym wzmacniaczem głośnikowym oraz zasilaniem +12V i +6V. W górnej części widoczny jest układ LA4425A, który jest przymocowany do radiatora.

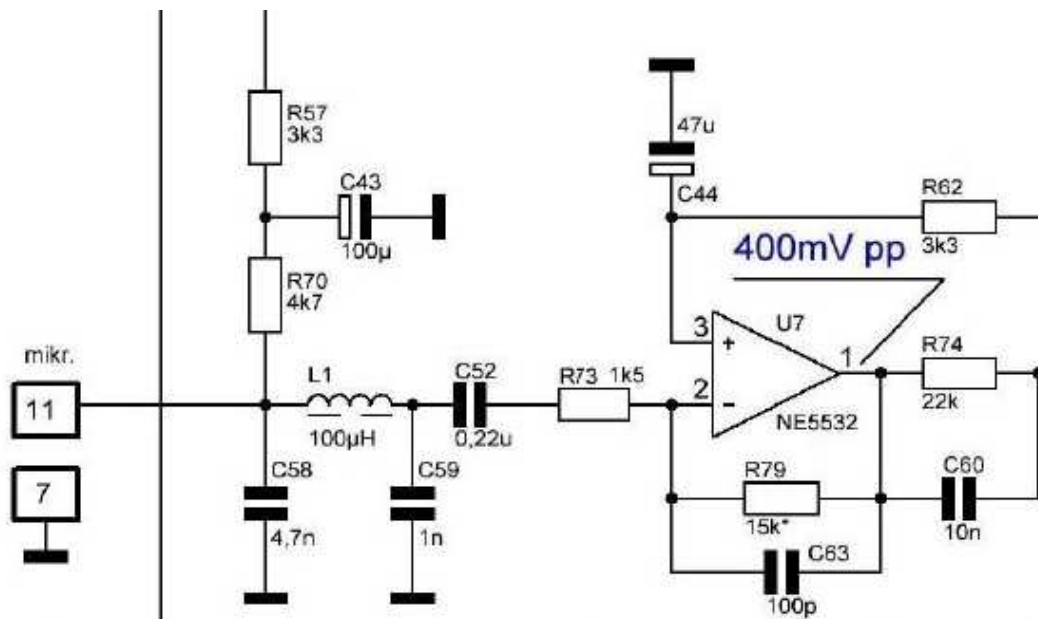
Schemat fragmentu płytki automatyki zawierający wzmacniacz głośnikowy jest następujący:



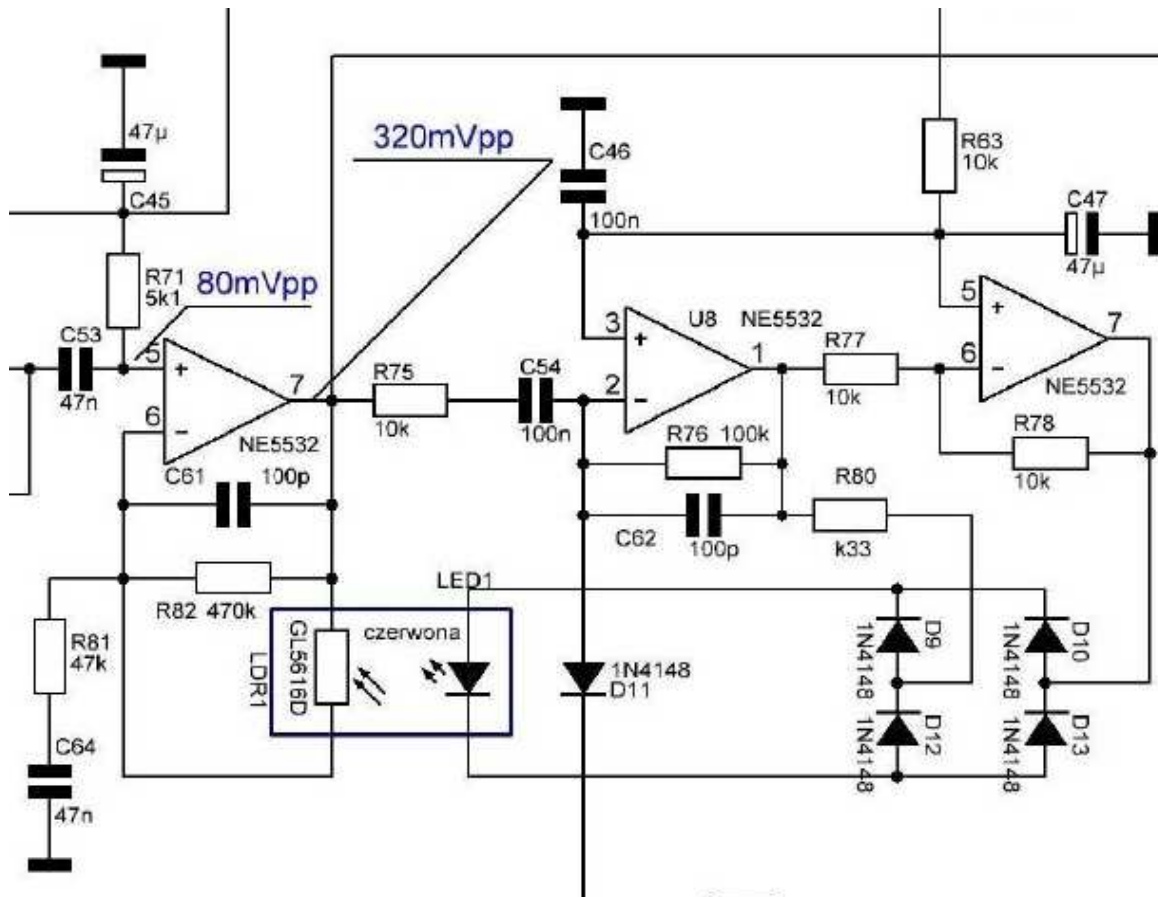
W Husarku zastosowano układ LA4425A, który charakteryzuje się bardzo małymi zniekształceniami w zakresie małych i średnich poziomów mocy wyjściowej, czyli poziomów które najczęściej są wykorzystywane w pracy urządzenia. Dodatkowym atutem tego układu scalonego jest prosta aplikacja i mało skomplikowany montaż. Na tym etapie budowy, należy wpierw wlotować gniazdo do zasilania 12V do punktu 6 (według schematu), wlotować kondensatory filtrujące 1000 uF i 100nF oraz przygotować źródło zasilania 12V. Następnie przygotowujemy odpowiedni radiator i lutujemy układ scalony LA4425A do płytki. Radiatorem może być odpowiednio wygięta blacha aluminiowa o grubości 1.5 mm i wymiarach 17 x 60 mm. Dwa rezystory 4R7 są niezbędne do prawidłowej pracy wzmacniacza. Można zastosować tradycyjne rezystory montowane metodą przewlekana lub rezystory SMD, należy pamiętać o obciążalności sumarycznej minimum 0.5W zespołu tych rezystorów. Kondensator 0.1 uF wraz z rezystorem 4R7 jest konieczny i zabezpiecza układ LA4425A w przypadku uszkodzenia lub przypadkowego braku głośnika w czasie pracy wzmacniacza. Uruchomienie polega na podłączeniu wpierw głośnika oraz w drugiej kolejności zasilania do złącza (wg schematu połączenie nr 6). Sprawdzenie działania wzmacniacza polega na dotknięciu do punktu nr 1 układu LA4425A np. przewodem pomiarowym miernika uniwersalnego. Jeżeli usłyszymy typowy silny przydźwięk w głośniku, oznacza to, że układ LA4425A pracuje prawidłowo.

B-Wzmacniacz mikrofonowy zawierający: wzmacniacz wstępny U5a, kompresor dynamiki U5b, wzmacniacz kompresora U6a i U6b oraz wzmacniacz końcowy z kształtowaniem charakterystyki częstotliwościowej U7a i U7b.

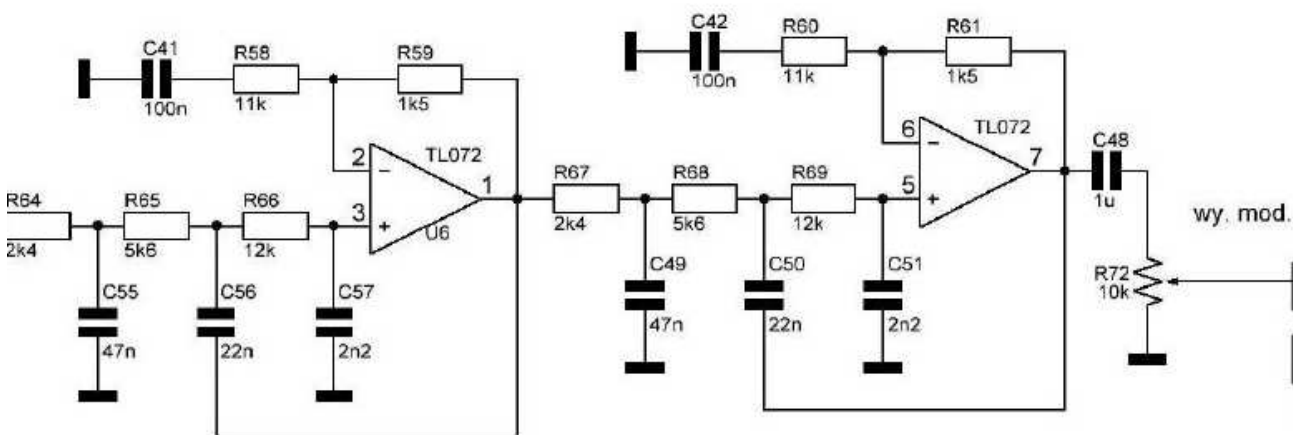
Fragment schematu ideowego wzmacniacza mikrofonowego pokazany jest poniżej.



Wzmacniacz wstępny przystosowany jest do pracy z typowym mikrofonem elektretowym, który przy usytuowaniu od ust w odległości 5 do 15 cm, generuje napięcie w zakresie średnio od 20-10 mV. W przypadku zastosowania mikrofonu dynamicznego, należy go włączyć poprzez dodatkowy kondensator 0.47 uF, tak aby nie podawać napięcia polaryzacji z opornika R57, R70.. W przypadku zastosowania jakiegokolwiek mikrofonu, który generuje większe napięcie niż 20 mV, należy zmniejszyć wzmacnienie tego stopnia, poprzez zwiększenie wartości opornika 1K5 , przy nóżce nr 1 układu U7a (np.do 5K czy nawet 10k w przypadku napięcia z mikrofonu w zakresie kilkudziesięciu mV). W przypadku stosowania mikrofonu, który generuje niższe napięcie, należy odpowiednio zwiększyć opornik R79. Wszystkie kondensatory poza filtrującymi napięcie zasilania, czyli użyte w sprzężeniu zwrotnym (połączenie wyjście z wejściem) i sprzęgające poszczególne stopnie kształtują odpowiednio do toru nadawczego charakterystykę częstotliwościową przenoszenia całego toru wzmacniacza mikrofonowego. Układ U7b jest prostym ale bardzo skutecznym układem do kontroli wzmacnienia wzmacniacza mikrofonowego, tak aby poszczególne stopnie nadajnika nie zostały przesterowane. Jego działanie jest podobne do działania ARW (automatyczna regulacja wzmacnienia) oraz kompresora dynamiki. W układzie wykorzystany jest fotorezystor w sprzężeniu zwrotnym wzmacniacza. Układ działa następująco: im większy sygnał z mikrofonu (np. gdy głośniej mówimy lub bliżej trzymamy przy ustach mikrofon), tym wyższe napięcie podawane jest z układu prostownika na diodę świecącą, co powoduje zmniejszenie wartości opornika fotorezystora podłączonego równolegle do opornika 470 K, co skutkuje zmniejszeniem wzmacnienia tego stopnia. Ten układ kompresora dynamiki ma podstawową zaletę, że nie powoduje zwiększenia zniekształceń sygnału (pod warunkiem, że napięcia wyjściowe podane na schemacie nie będą przekraczane). Układ U8a służy do wzmacnienia sygnału sterującego prostownikiem, tak aby można było stosować popularne diody krzemowe 1N4148 oraz powoduje, że ograniczenie wzmacnienia jest bardzo skuteczne. Poniżej przedstawiono schemat kompresora dynamiki.

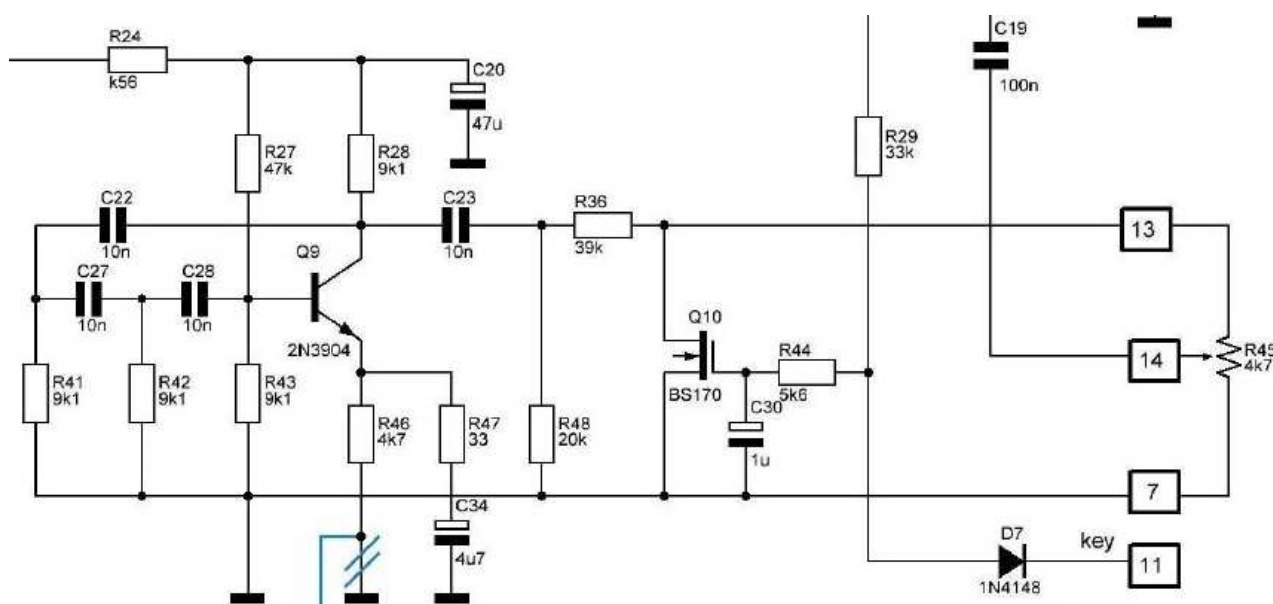


Wzmacniacz końcowy U6a i U6b toru mikrofonowego jest typowym wzmacniaczem kształtującym charakterystykę przenoszenia wzmacniacza, tak aby sygnał mikrofonowy w zakresie powyżej 3 KHz był silnie tłumiony. Na końcu toru wzmacniacza mikrofonowego jest zastosowany potencjometr 10K, aby w czasie uruchomienia dostosować poziom sterujący na dalsze stopnie nadajnika. Potencjometr ten może być użyty jako montażowy lub wyprowadzony na panel przedni lub tylny i przeznaczony do regulacji poziomu toru mikrofonowego mikrofonu podawanego na wejście płytki homodyny toru TX.



Zmontowany wcześniej wzmacniacz głośnikowy, umożliwia sprawdzenie działania wzmacniacza mikrofonowego. Należy tylko połączyć wyjście wzmacniacza mikrofonowego (punkt wg schematu nr 12) z wejściem wzmacniacza głośnikowego (punkt nr 9 wg schematu). Oczywiście należy znacznie zmniejszyć poziom sygnału na potencjometrze 4k7 wyjście wzmacniacza mikrofonowego, na przykład ustawić poziom najwyżej 1/10 poziomu maksymalnego, tak aby nie występowało zbyt silne sprzężenie akustyczne mikrofon-głośnik. Poziom wyjściowy wzmacniacza mikrofonowego (punkt 12 wg schematu), w czasie normalnej pracy, powinien być ustawiony na poziom około 0.32 Vpp. Taki poziom (0.32 Vpp) jest stanowczo za wysoki do połączenia z wejściem wzmacniacza głośnikowego, dlatego proponujemy dla tej próby znaczne zmniejszenie poziomu sygnału ze wzmacniacza mikrofonowego.

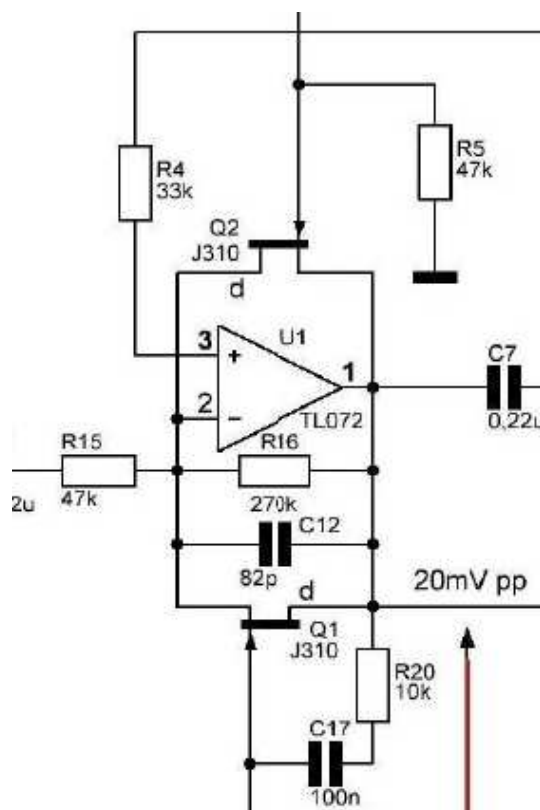
C-Generator tonu ok. 700 Hz do podsłuchu nadawania telegrafią.



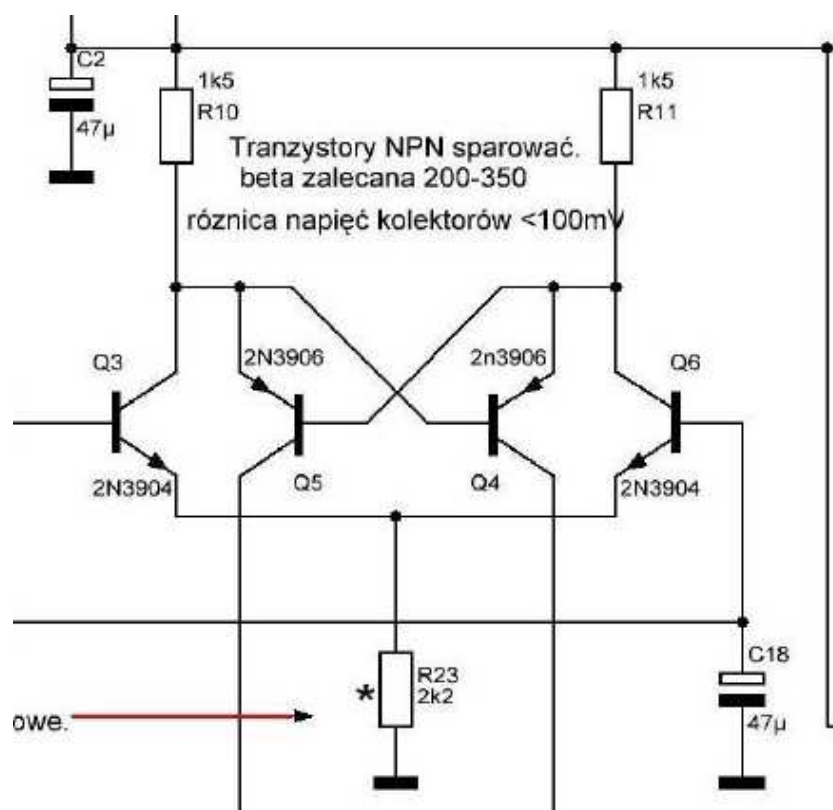
Układ zawiera generator z przesuwnikiem fazowym na tranzystorze Q9 oraz separator (klucz) na tranzystorze Q10. Tranzystor Q9 generuje sygnał sinusoidalny o częstotliwości ok 700 Hz po podaniu z klucza telegraficznego (sygnał KEY=0V). Tak więc tranzystor Q10 kluczuje sygnał podawany poprzez potencjometr 4K7 oraz dalej poprzez kondensator 100nF i opornik 47K na wejście wzmacniacza głośnikowego, w takt kluczowania znaków telegraficznych w czasie nadawania (sygnał KEY). W razie kłopotów w pracy generatora Q9, czyli brak generowanego sygnału, można zmniejszyć opornik 33R (w ostateczności zewrzeć), który jest podłączony do emitera Q9. Opornik 33R służy do ograniczenia sygnału na kolektorze Q9, do wartości ok. 3.5 Vpp. Potencjometr 4k7 może być zastosowany jako potencjometr montażowy na płytce automatyki lub wyprowadzony na przednią lub tylną płytę transiwera. Dla tego układu jest też proponowana następująca opcja. Opornik 4K7 w emiterze Q9 może być połączony z sygnałem TX (w czasie nadawania jest napięcie 0V), co powoduje, że generator będzie włączony dopiero w czasie nadawania. Ta opcja jest potrzebna w przypadku, gdy separacja tranzystorem Q10 może być czasem niewystarczająca. W normlanych warunkach separacja jest bardzo wysoka, powyżej 60-70 dB. Ale przy ustawieniu bardzo wysokich poziomów odsłuchu telegrafii, może być czasem trochę słyszalna w przerwach pomiędzy znakami. Chcąc z tej opcji skorzystać, należy przeciąć ścieżkę pomiędzy opornikiem 4K7 a masą, następnie kynarem połączyć odłączony opornik do wejścia sygnału TX.

D-Wzmacniacz m.cz odbiornika wraz pętlą ARW (automatyczna regulacja wzmocnienia).

Wzmacniacz m.cz. zrealizowany jest na układzie U1a i U1b, przy czym układ U1a realizuje ARW, czyli automatyczną regulację wzmacnienia.



Zastosowany układ ARW w Husarku różni się wyraźnie od innych znanych konstrukcji. Podstawową cechą wyróżniającą jest to, że prostownik jest pełno-okresowy, to znaczy reaguje zarówno na dolną jak i górną połówkę sygnału akustycznego poddawanego detekcji. Układem który to umożliwia jest wzmacniacz różnicowy zrealizowany na parach tranzystorów Q3-Q6.



Sygnal o częstotliwości akustycznej podawany jest na wejście pary różnicowej poprzez rezystory R18, R21. Wejście na bazę drugiego tranzystora zablokowane jest dla sygnału zmiennego kondensatorem elektrolitycznym. Na ten tranzystor sygnał zmienny dostaje się tylko poprzez sprzężenie emiterów obu tranzystorów. Na wyjściu pary różnicowej czyli kolektorach uzyskujemy dwa sygnały: lewy odwrócony w fazie i prawy w fazie zgodnej. W efekcie powstaje między kolektorami podwójna różnica napięć w takt sygnału akustycznego. Między kolektory pary różnicowej włączone są tranzystory detekcyjne w układzie przeciwsobnym Q4-Q5. Jeśli różnica napięć między kolektorami pary różnicowej wynosi 0,6V to w pełni wysteruje złącze B-E jednego z tranzystorów PNP. Gdy zmieni się połówka sygnału na przeciwną to zostanie wysterowany drugi tranzystor, a pierwszy w tym czasie będzie wyłączony.

W kolektorach tranzystorów detekcyjnych na przemian będą wymuszane prądy zmieniające się w takt biegunowości przebiegu wejściowego..W efekcie próg detekcji zaczyna się już od znacznie mniejszych poziomów napięć niż typowo 0.6 V w innych układach z prostym prostownikiem.

Aby układ ARW działał prawidłowo, wzmacniacz różnicowy powinien być zbudowany z dwóch identycznych tranzystorów. W przeciwnym wypadku na jego wyjściu czyli między kolektorami tranzystorów NPN powstanie zbyt duże napięcie niezrównoważenia. Należy więc bardzo dokładnie sparować tranzystory wzmacniacza różnicowego, aby różnica napięć na kolektorach tranzystorów NPN nie było większe niż 100 mV. Można to uzyskać stosując tranzystory Q3 i Q6 z równymi współczynnikami wzmocnienia, parametr beta. W praktyce wystarczy dobrać identyczny parametr beta tranzystorów na uniwersalnym mierniku, udostępniającym taki pomiar.

Kondensatory stałej czasowej C24, C25 i C26 są ładowane poprzez kolektory tranzystorów detekcyjnych, które stanowią źródła prądowe. Ładowanie kondensatorów następuje więc w sposób liniowy. W układzie ładowania ARW zastosowano wiele stałych czasowych.

Włączenie dodatkowego opornika w obwód kondensatora powoduje, że nie przeszkadza on wtedy w szybkim naładowaniu innego kondensatora, ale dzięki temu układ będzie reagował na krótki impuls sygnału CW bardzo szybko. W międzyczasie ładowanie rozpoczynają też kondensatory elektrolityczne włączone poprzez dodatkowe rezystory, naładują się z niewielkim opóźnieniem, ale wystarczająco szybko, aby przy zaniku sygnału przez wystarczająco długi czas podtrzymać poziom ARW, szczególnie podczas modulacji SSB.

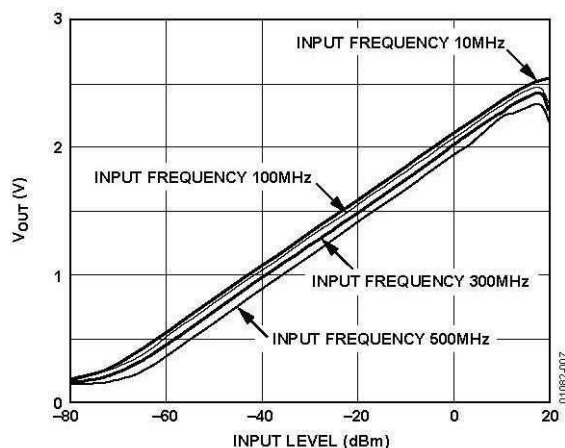
Tranzystor Q1 jest tranzystorem wykonawczym, który bezpośrednio zmienia wartość sprzężenia wzmacniacza operacyjnego i tym samym powoduje zmianę wzmocnienia wzmacniacza U1a (ARW). Odmienne zadanie posiada tranzystor Q2, który powoduje tłumienie układu U1a w czasie nadawania (sygnał RX będzie wysoki). Dodatkowe klucze na mosfetach realizują różny czas rozładowania dla rodzaju emisji CW SSB.

Napięcie ładowania kondensatora o małej pojemności musi być odseparowane od układu tranzystora regulacyjnego wtórnikiem napięciowym. Chociaż dla prądu stałego tranzystor fet jest wysoko-omowy i nie obciąża układu ładowania, to jednak dla prądu zmiennego jest już inaczej. W układzie regulacyjnego tranzystora FET jest zastosowane dla prądu zmiennego - szeregowy dwójnik RC pomiędzy źródłem i drenem - sprzężenie zwrotne. To sprzężenie jest konieczne, aby zapewnić liniową pracę regulatora z tranzystorem FET i poprzez to idealnie czyste audio podczas odbioru.

Praca tego sprzężenia podczas regulacji powoduje jednak, że sygnał cofa się od wyjścia do wejścia poprzez rezystory i zwrotnie wpływa na ładowanie kondensatorów ARW. Z tego powodu zastosowanie tu i w innych układach wtórnika napięciowego jest niezbędne. Bez wtórnika układ daje zniekształcenia i jest wrażliwy na typ i egzemplarz zastosowanych tranzystorów regulacyjnych.

E-Wzmacniacz wskaźnika S-Metra. Układ zawiera następujące elementy: U3a, U4 - wzmacniacz logarytmiczny na AD8307, wzmacniacz U2b wraz z ogranicznikiem na diodzie Zenera 3.3V.

Detektory logarytmiczne AD8307 nie zawsze zgodne z danymi prezentowanymi przez formę AD. Poniżej wykres idealnego detektora AD8307.



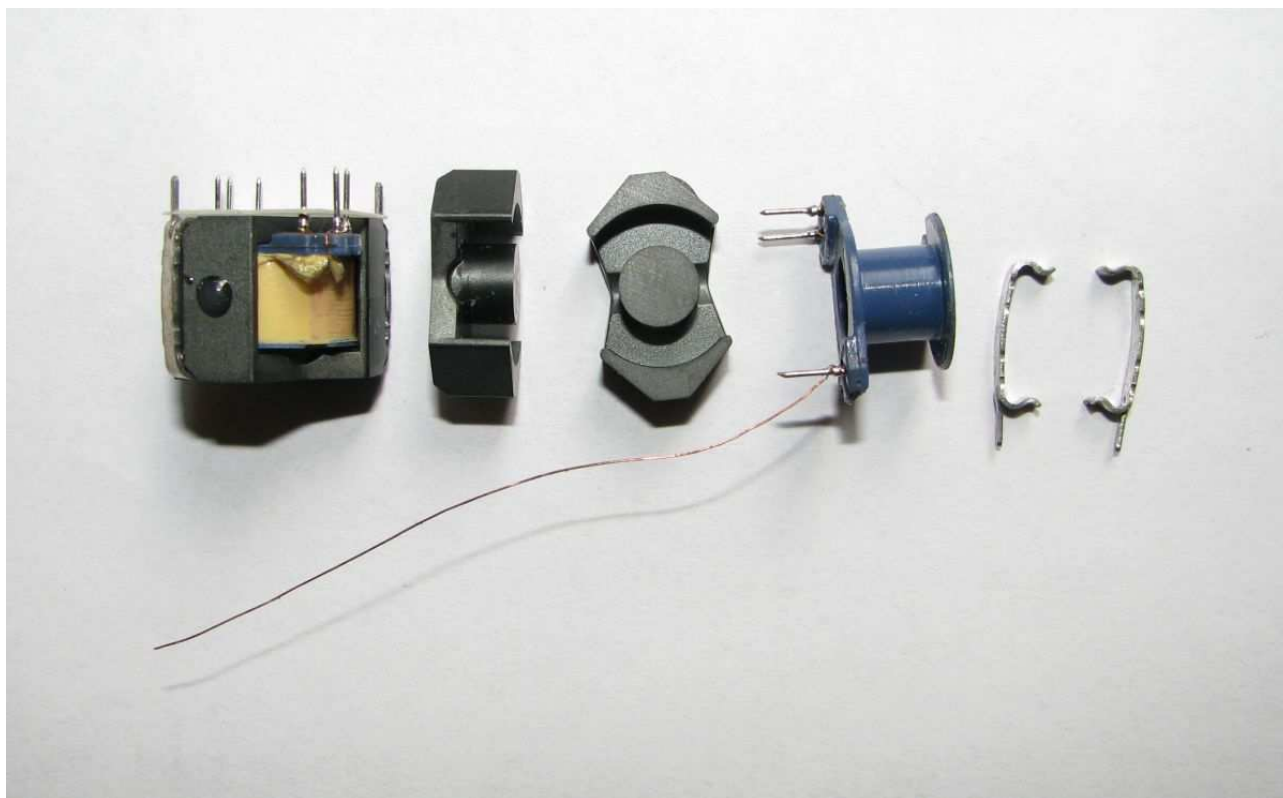
Na wykresie podano, że napięcie wyjściowe zmienia się w zakresie od 0.2V do ok 2.4 V, gdzie 0.2 V odpowiada brakowi sygnału na wejściu detektora, a 2.4 V jego maksymalnej wartości przy której detektor prawidłowo pracuje. Układy scalone które dostajemy w postaci sampli, mają wyższe napięcie minimalne (0.3V do 0.4V), a te które kupujemy w Chinach jeszcze wyższe (od 0.4V do nawet 0.7 V). Zależnie od tego napięcia musimy ustalić wzmacnienie układu U2b.

Przetwornik A/D S-Metra w syntezie przy napięciu 3.27 V odpowiada wskazaniom S9+40dB. Ponieważ na wyjściu układu U2b jest dzielnik rezystorowy 1k/10k to napięcie na nodze 1 musi wynosić 3.6 V. Zerując układ przesuwamy charakterystykę układu U2b w dół o napięcie offsetu. I tak $(2.4V - U_{offset}) \times Wzmacnienie = 3.6V$. Napięcie offsetu zmierzone na nodze 3 U2b wynosi 0.334V. Więc wzmacnienie musi wynosić $3.6V / (2.4 - 0.334) = 1.74$. Wzmacnienie regulujemy przez zmianę rezystora R52, który będzie posiadał wartość np. 54 kOm. Można też zamiast rezystora użyć potencjometr montażowy 100 kOm i wyregulować wzmacnienie na wskazanie woltomierza.
Uwaga: Po zmianie wartości rezystora R52 układ należy wyzerować.

Układ detektora AD8307 posiada bardzo duże wzmacnienie. Graniczna czułość wynosi około -70dBm co stanowi wartość 70uV i jeśli sygnał na wejściu wzrośnie do -68dBm i wyniesie 98uV. To różnica sygnału wejściowego 19uV spowoduje na wyjściu zmianę o 50 mV, a po wzmacniaczu LTC272 będzie to już około 80mV. Sumaryczne wzmacnienie wyniesie około 4200 razy. Należy pamiętać aby odłączyć od wejścia płytki automatyki płytkę filtrów podczas "zerowania".

2.2. Filtr akustyczny CW/SSB.

W kolejności drugą płytkę Husarka, którą warto składać i uruchamiać to płytka zespołu filtrów akustycznych CW/SSB. Wszystkie filtry bazują na identycznym dławiku o indukcyjności 160 mH, co jest dużym ułatwieniem w wykonaniu takich dławików. Dławiki te należy samodzielnie przygotować w ilości 15 szt. Zdecydowanie zalecamy w celu minimalizacji kosztów budowy Husarka, zastosować dławiki używane. Na poniższej fotografii pokazano elementy składowe takiego dławika:

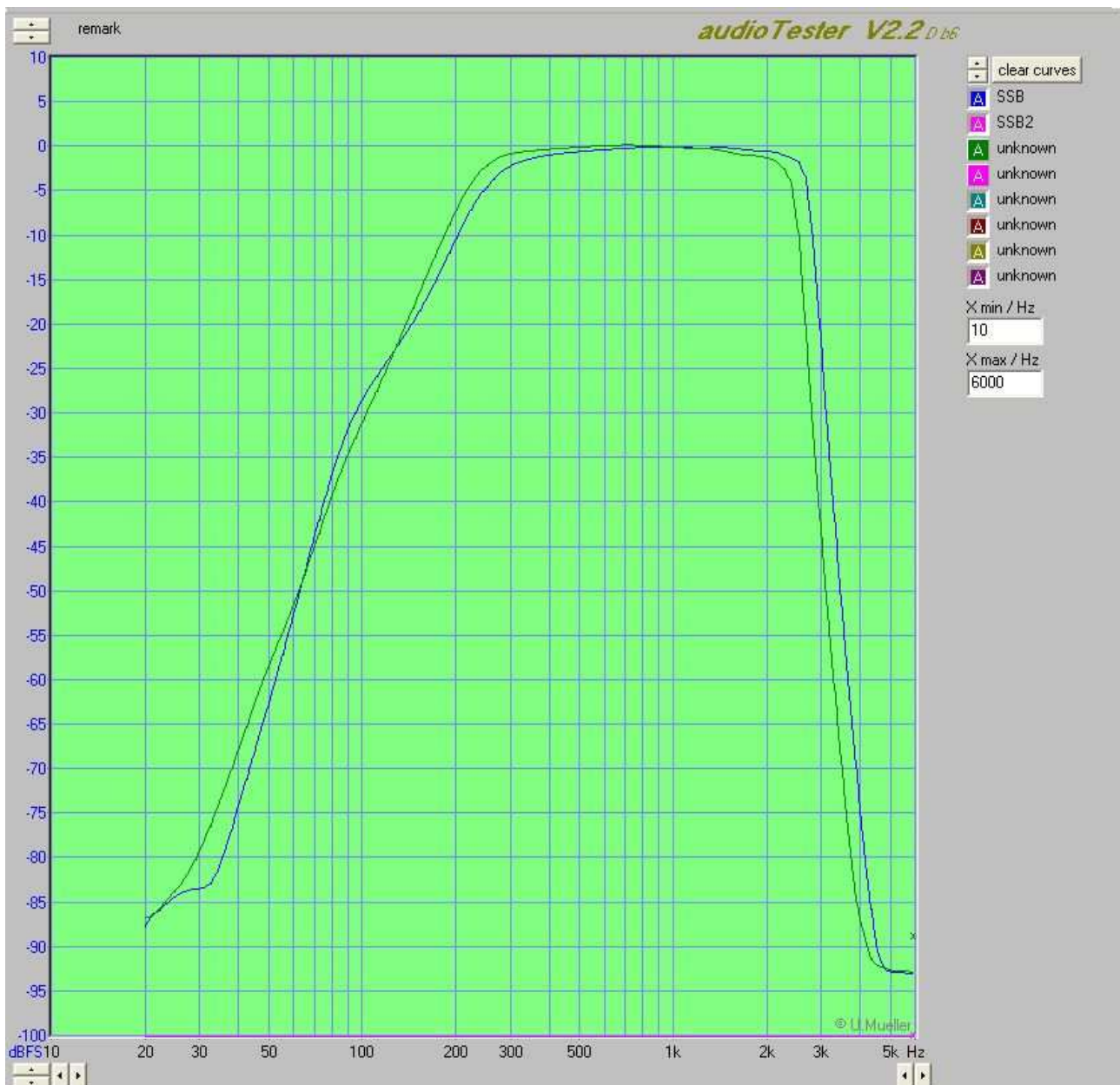


Nowe dławiki wraz z osprzętem można użyć dławiki RM-6, które powinny być dostępne na stronie internetowej www.feryter.pl lub używane dławiki modemowe V33103 w sklepie internetowym <http://rcselektronik.com.pl> .

Filtr akustyczny w homodynie jest najważniejszym zespołem zapewniającym selektywność. Najczęściej w podobnych rozwiązaniach stosuje się dwa rozwiązania: filtry pasmowo-przepustowe z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych lub specjalne układy scalone realizujące funkcje filtrów (MAX295, MAX7400, MAX7480). Wadą tych pierwszych nie są zbyt dobre nachylenia charakterystyk przenoszenia w funkcji częstotliwości, zaś ta drugie posiadają często zbyt duże szумы własne, zwłaszcza układ oparty na MAX7400.

Dlatego konstruktorzy Husarka zdecydowali się na zaprojektowanie układu pozbawionego wyżej wymienionych wad, ale nie ukrywajmy, dość rozbudowanego i trudnego w realizacji. Jednak pokonanie tych trudności w budowie bardzo się opłaca. Uzyskamy doskonały najważniejszy parametr odbiornika, to jest selektywność, taką którą można spotykać tylko w najlepszych urządzeniach fabrycznych.

Na poniższej ilustracji pokazano typową charakterystykę przenoszenia w funkcji częstotliwości przedmiotowego filtra SSB.



Schemat ideowy przedstawia dwa torry filtrów pasywnych. Jeden do odbioru CW a drugi dla SSB. Charakterystyka jest kształtowana poprzez górno i dolno przepustowe filtry w każdym torze. Natomiast ich przełączanie odbywa się za pomocą przełącznika, który jest zablokowany dużą wartością kondensatora elektrolitycznego i zasilany poprzez rezystor 100R. Układ ten powoduje powolne narastanie prądu w jego cewce, co nie powoduje powstania impulsu od załączenia w głośniku. Wnoszone straty filtru pasywnego są rekompensowane za pomocą wzmacniacza TL072. Można w to miejsce wstawić również NE5532.

Na płytce filtrów akustycznych zarówno dla odbioru emisji SSB i CW, zaprojektowano sposób na zawężanie charakterystyki przenoszenia. Dla SSB zawężanie zmienia zboczce charakterystyki z 2700 Hz na 2400 Hz, zaś dla CW z 1100 Hz na 900 Hz. Działanie zawężania polega na włączaniu za pomocą kluczy na tranzystorach 2N7002 dodatkowych kondensatorów, co powoduje zmniejszenie częstotliwości odcięcia filtrów LPF dla SSB i CW.

Najtrudniejszą pracą w wykonaniu płytki filtrów jest przygotowanie 15 sztuk dławików o

jednakowej indukcyjności 160 mH. Jeśli zastosujemy rdzenie, które zostały opisane na początku tego rozdziału, to należy nawinąć ok. 200 zwojów emaliowanego drutu nawojowego 0.2 mm. Niezależnie czy korzystamy z rdzeni fabrycznie nowych czy używanych, należy odpowiednio przygotować powierzchnie styku obu połówek każdego rdzenia. Praktycznie, aby uzyskać prawidłowe powierzchnie wystarczy polerować na zwykłym papierze do drukarek poprzez kilkukrotne kołowe przeciąganie powierzchnią każdej z połówek rdzenia po powierzchni papieru. Takie szlifowanie powierzchni rdzeni powoduje usunięcie najdrobniejszych zanieczyszczeń z ich powierzchni. Po złożeniu rdzenia i założeniu sprężynek indukcyjność powinna wynosić ok 160-164 mH. W celu eliminacji szczeliny pomiędzy półkami rdzenia, może być również pomocne przeciąganie obu połówek po ich zetknięciu. Z praktyki przygotowania tych dławików wynika, że zdecydowanie warto nawinąć kilka zwojów więcej oraz po złożeniu obu połówek rdzenia i zapięciu sprężynkami, odczekać kilka godzin i później odwinąć te kilka zwojów (bez jego ponownego otwierania), tak aby ustalona indukcyjność wynosiła 160 mH dla każdego dławika.

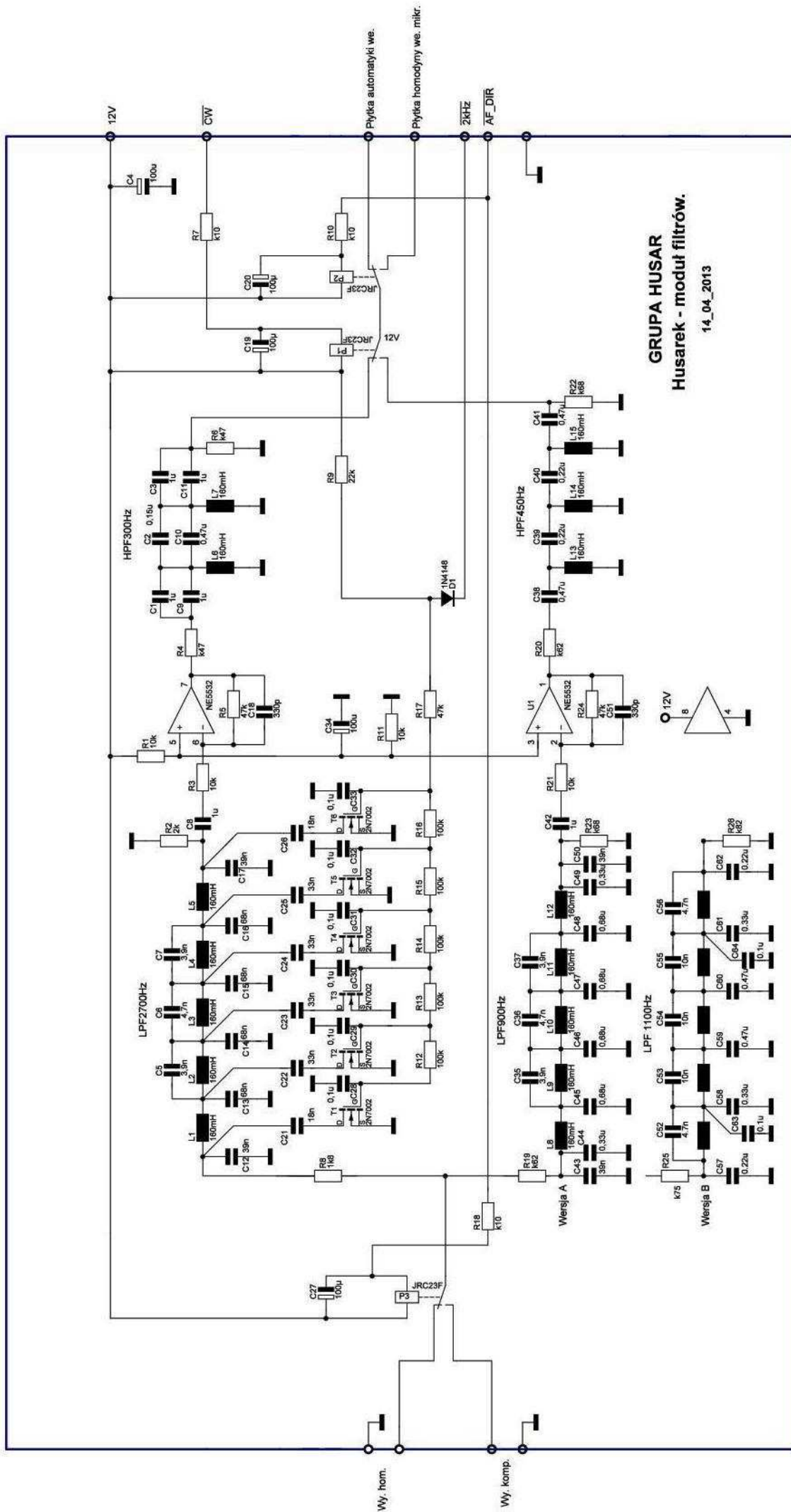
Do nawijania cewek najlepiej można użyć wiertarki z napędem ręcznym umocowanej poziomo w imadle. Najczęściej taka wiertarka posiada dwa przełożenia, przy czym warto wykorzystać to które posiada 6,666... obrotów wrzeczona na 1 obrót korwą. Tak więc przy 30 obrotach korwą wiertarki można uzyskać 200 zwojów ($30 \times 6,666 = 200$). Samo nawijanie jest najłatwiejszą czynnością budowy dławików. Dużą trudnością jest dojście do powtarzalnej metody polerowania powierzchni obu połówek rdzenia, tak aby po złożeniu (spasowaniu powierzchni rdzeni) uzyskać indukcyjność 160-162 mH przy 200 zwojach. Najlepszą w praktyce metodą polerowania powierzchni rdzeni uzyskuje się za pomocą papieru do drukarki. Należy jednak pamiętać, aby samą czynność polerowania wykonywać na gładkim laminowanym blacie. Na poniżej fotografii pokazano przykładowe stanowisko do nawijania cewek. Proszę zwrócić uwagę na to, że szpula z drutem nawojowym w czasie nawijania jest oddalona od karkasu na odległość ok. 40-50 cm. To powoduje, że uzyskujemy dużą równomierność nakładania kolejnych warstw uzwojenia.



Testem prawidłowego spolerowania i spasowania powierzchni połówek rdzenia, jest uzyskania indukcyjności 160-162 mH dla 200 zw, przy czym, jeżeli w czasie pomiaru ściskanie rdzeni powoduje zwiększenie indukcyjności, należy ponowić proces polerowania.

Zmontowana płytki filtrów akustycznych powinna być sprawdzona, czy charakterystyka przenoszenia w funkcji częstotliwości jest prawidłowa. Najprościej taki test filtrów przeprowadzić za pomocą programu komputerowego AudioTester i karty dźwiękowej komputera. Charakterystyka powinna być zgodna z ilustracją umieszczoną na początku tego rozdziału.

2.2.1. Schemat płytki filtrów akustycznych.



GRUPA HUSAR
Husarek - moduł filtrów.
 14_04_2013

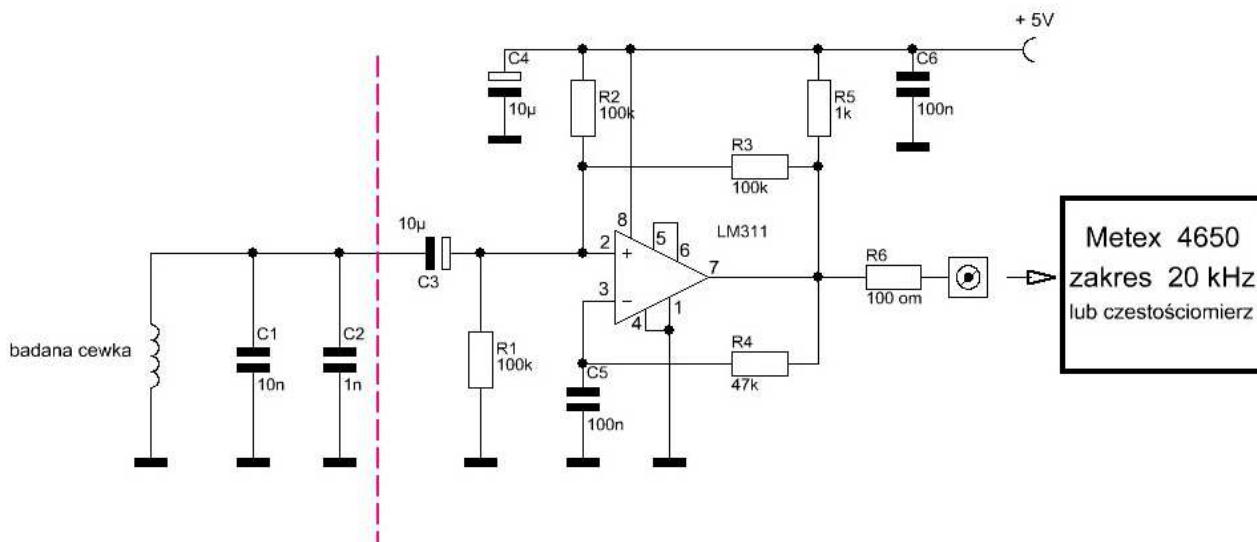
Zestawienie elementów płytki filtrów akustycznych.

C2	1	0,15u	MKT 63V 5%
C1,C3,C8,C9,C11,C42	6	1u	MKT 63V 5%
C10,C38,C41	3	0,47u	MKT 63V 5%
C12,C17,C43,C50	4	39n	MKT 63V 5%
C13,C14,C15,C16	4	68n	MKT 63V 5%
C18,C51	2	330p	SMD 1206 X7R
C19,C20,C27,C4,C34	5	100u	04/U 25V
C21,C26	2	18n	MKT 63V 5%
C22,C23,C24,C25	4	33n	MKT 63V 5%
C28,C29,C30,C31,C32,C33	6	0,1u	SMD 1206 X7R
C39,C40	2	0,22u	MKT 63V 5%
C44,C49	2	0,33u	MKT 63V 5%
C45,C46,C47,C48	4	0,68u	MKT 63V 5%
C5,C7,C35,C37	4	3,9n	MKT 63V 5%
C52,C56	2	4,7n	MKT 63V 5%
C53,C54,C55	3	10n	MKT 63V 5%
C57,C62	2	0,22u	MKT 63V 5%
C58,C61	2	0,33u	MKT 63V 5%
C59,C60	2	0,47u	MKT 63V 5%
C6,C36	2	4,7n	MKT 63V 5%
C63,C64	2	0,1u	MKT 63V 5%
D1	1	1N4148	
L1,L2,L3,L4,L5,L6,L7,L8,L9, L10,L11,L12,L13,L14,L15	15	160mH	
P1,P2,P3	3	JRC23F	
R2	1	2k	SMD 1206 5%
R8	1	1k8	SMD 1206 5%
R9	1	22k	
R25	1	k75	SMD 1206 5%
R26	1	k82	SMD 1206 5%
R1,R3,R11,R21	4	10k	SMD 1206 5%
R12,R13,R14,R15,R16	5	100k	SMD 1206 5%
R19,R20	2	k62	SMD 1206 5%
R22,R23	2	k68	SMD 1206 5%
R4,R6	2	k47	SMD 1206 5%
R5,R17,R24	3	47k	SMD 1206 5%
R7,R10,R18	3	k10	SMD 1206 5%
T1,T2,T3,T4,T5,T6	6	2N7002	
U1	1	NE5532	DIL

2.2.2. Prosta metoda pomiaru indukcyjności dławików.

Budując prosty generator według poniższego schematu można w bardzo prosty sposób określić indukcyjność dławika do budowy filtra akustycznego CW/SSB. Potrzebny będzie poniższy generator oraz częstotłomierz z zakresem do 20 kHz.

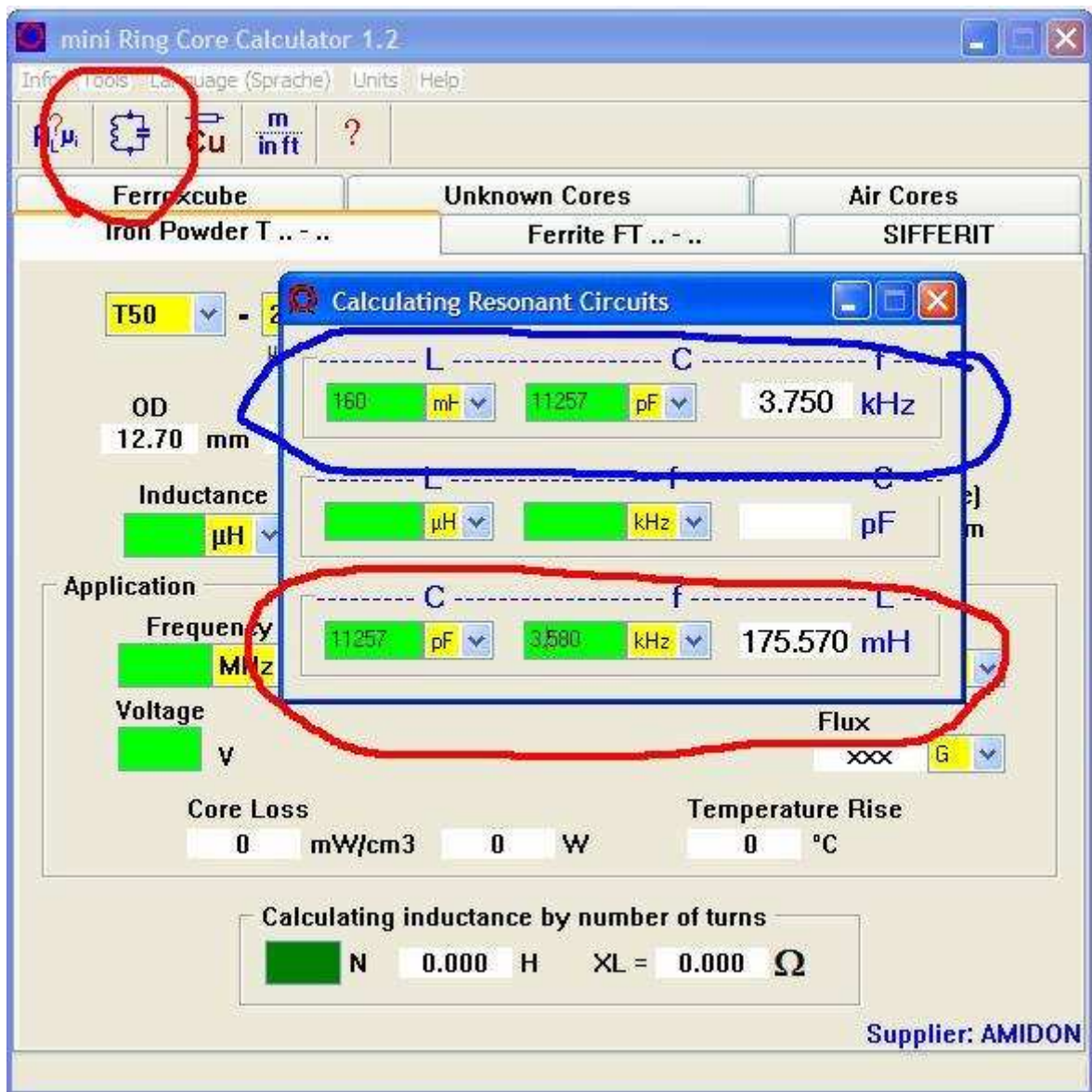
Generator do pomiaru indukcyjności



W pierwszej kolejności należy dokładnie zmierzyć pojemność kondensatora dołączanego równolegle do badanej cewki (równolegle połączone dwa kondensatory C1 i C2) przy odłączonym C3 i ją zanotować. Mierzmy częstotłowość sygnału wyjściowego z generatora. Aby obliczyć wartość indukcyjności cewki można użyć prosty program „mini Ring Core” autorstwa DL5SWB, który łatwo znajdziemy w internecie.

Na poniższej ilustracji pokazano przykładowo: wartość C1+C2 11257 pF, częstotłomierz pokazał 3.580kHz. uruchamiamy program Mini Ring Core, wprowadzamy wartości C i F i uzyskujemy z obliczeń, że wartość dołączanej cewki to 175.57 mH (okno zakreślone na czerwono).

Natomiast w górnym oknie (zakreślonym na niebiesko) możemy wyliczyć do jakiej częstotłowości mamy dążyć odwijając zwoje, aby uzyskać 160 mH.



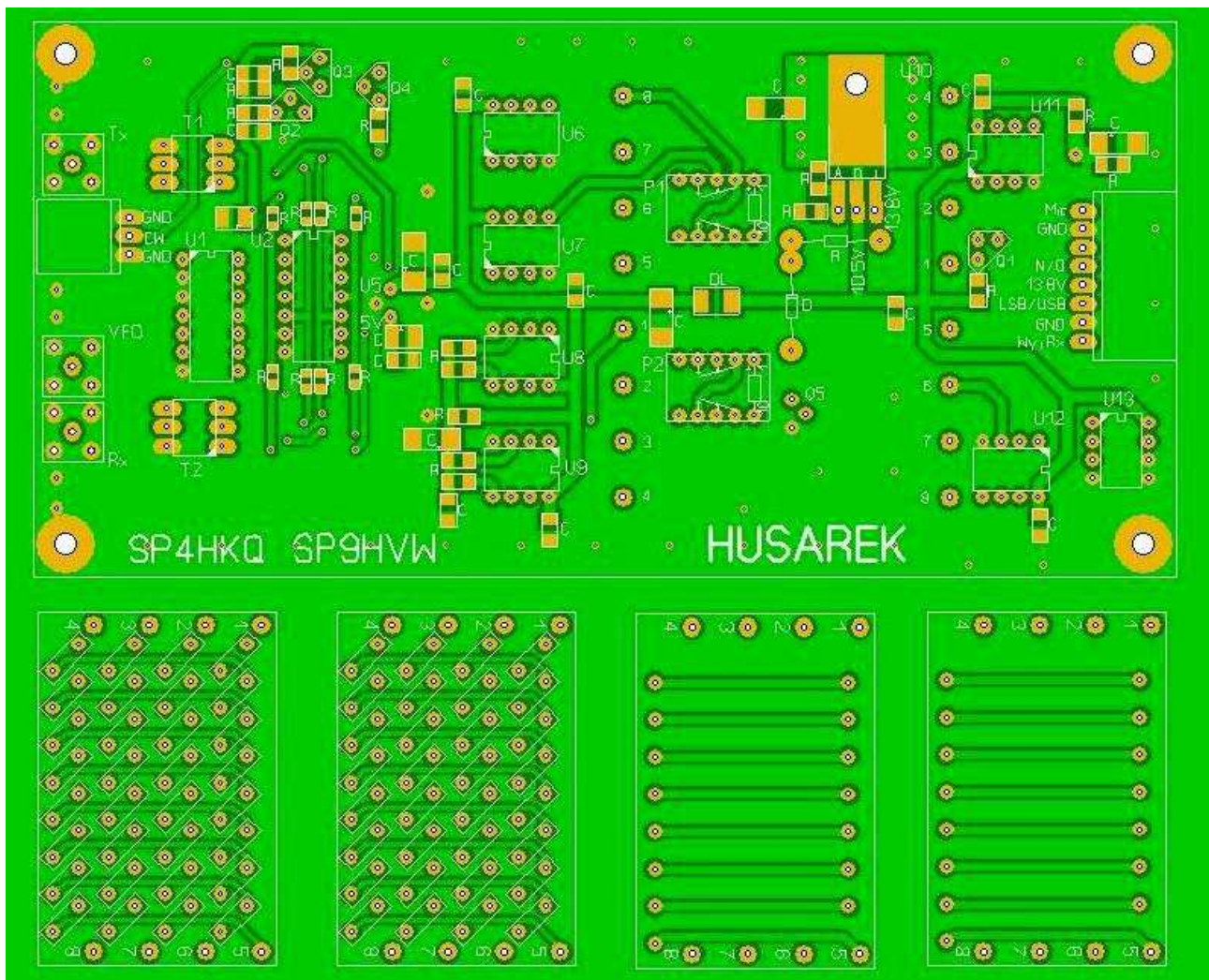
2.3. Płytki homodyny.

Moduł zasadniczy homodyny Husarka to wynik analizy konstrukcji innych homodyn oraz doświadczeń z ich budowy. Jako rozwiązanie optymalne pod względem parametrów radia został wybrany wariant z dwoma niezależnymi torami odbiorczym i nadawczym.

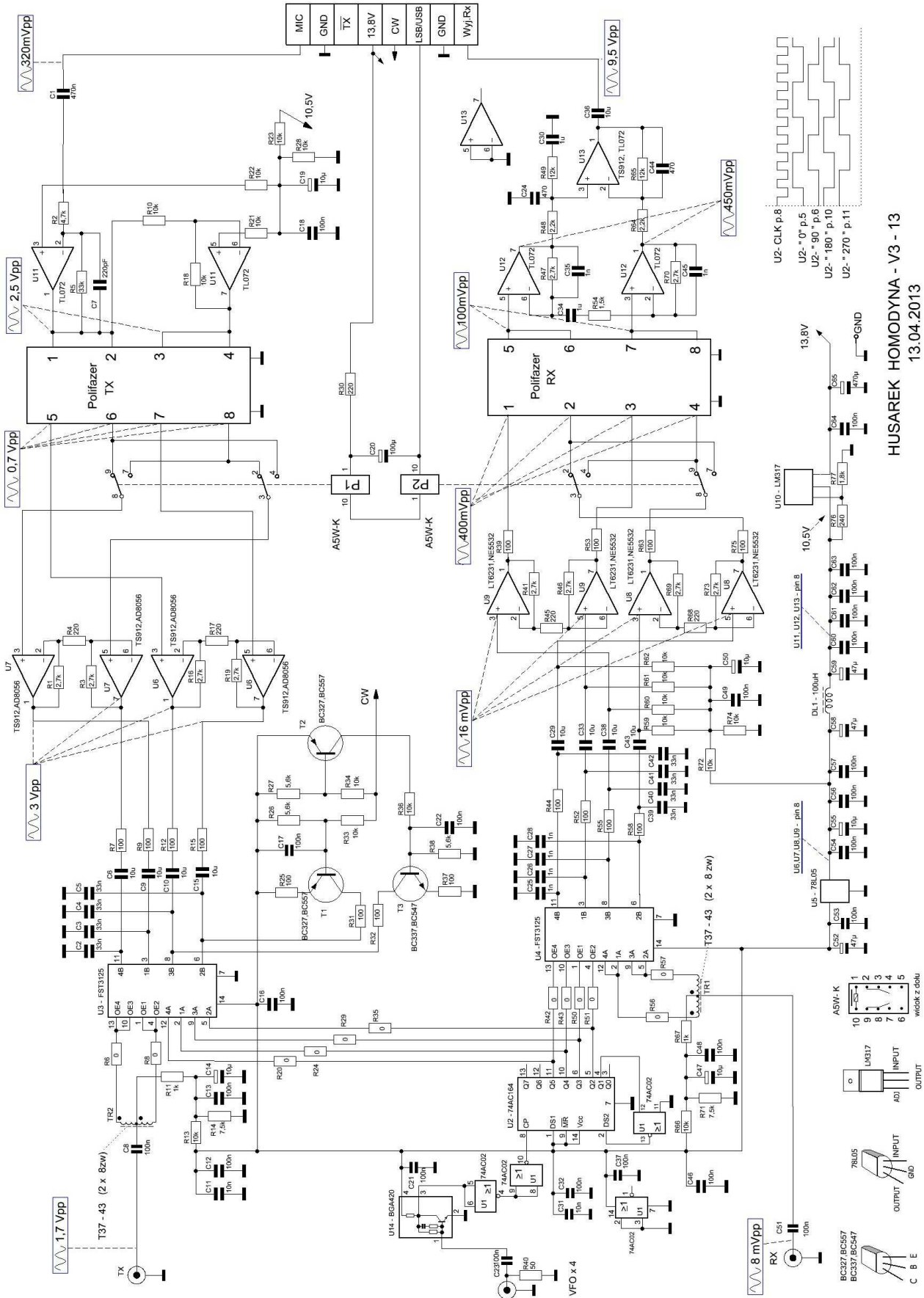
Takie rozwiązanie pozwala zastosować w poszczególnych torach optymalne typy wzmacniaczy operacyjnych, nisko szumowe na wejściu odbiornika oraz o dużym prądzie wyjściowym na wyjściu toru nadawczego. Pozwala również na niezależne dobranie wzmacnienia poszczególnych torów w zależności od potrzeb. Umieszczenie układów scalonych w podstawkach umożliwia na swobodne eksperymentowanie z różnymi typami wzmacniaczy od wariantu ekonomicznego na tanich układach po drogie wzmacniacze specjalizowane.

Na wejściu zegarowym rejestru 74AC164 znajduje się układ formowania sygnału VFO wykonany na wolnych bramkach 74AC02. Pozwala on na sterowanie mieszacza bezpośrednio z syntez opartych na układach AD9951 lub Si570 bez potrzeby stosowania komparatorów.

Płytki homodyny zostały tak zaprojektowane, aby w każdym komplecie płytki zasadniczej znalazły się po dwa komplety polifazerów, jeden komplet dla montażu przewlekanego i jeden komplet dla montażu powierzchniowego. Na poniższej fotografii widoczna jest taki komplet, w dolnej lewej części są dwie płytki polifazerów do montażu przewlekanego, po lewej dolnej dwie płytki polifazerów dla montażu powierzchniowego. Wybór rodzaju płytki polifazera jest sprawą zupełnie dowolną, umożliwiającą dowolne eksperymentowanie. Dla płytek polifazerów w miejsca oznaczona jako 1,2,3,4,..8 należy włutować gold piny i analogicznie w miejscach na płytce homodyny gniazda do gold pinów. Widok płytki homodyny jest widoczny poniższej fotografii.



2.3.1. Schemat płytki homodyny.



HUSAREK HOMODYNA - V3 - 13
13.04.2013

Dwa niezależne moduły polifazerów umieszczone na oddzielnych dodatkowych płytkach, zaprojektowane w dwóch wariantach montażu do wyboru (SMD lub przewlekany) pozwalają na eksperymentowanie z polifazerami o różnych szerokościach pasma i różnym tłumieniu bez potrzeby wylutowywania elementów. Takie rozwiązanie daje również możliwość sprawdzenia poprawności pracy oraz jakości polifazera w innym egzemplarzu Husarka.

Do przełączania wstęg zastosowano przełącznik jako wariant najprostszy i wprowadzający najmniejsze straty. Dla uroszczenia konstrukcji oraz łatwości budowy moduł jest zasilany z pojedynczego napięcia zasilania.

Specjalnego omówienia wymagają polifazery, identyczne dla toru odbiorczego i nadawczego. Płytki polifazerów są podłączane do płytki homodyny poprzez styki gold pinów. Takie rozwiązanie umożliwia łatwą wymianę lub zamianę pomiędzy torem nadawczym i odbiorczym. Dwa typy płytek polifazerów pozwala na użycie kondensatorów przewlekanych z rastrem 5 mm dla płytki przeznaczonej dla montażu przewlekanego. Natomiast płytka do montażu powierzchniowego przygotowane jest do kondensatorów w obudowie 1206 lub 805.

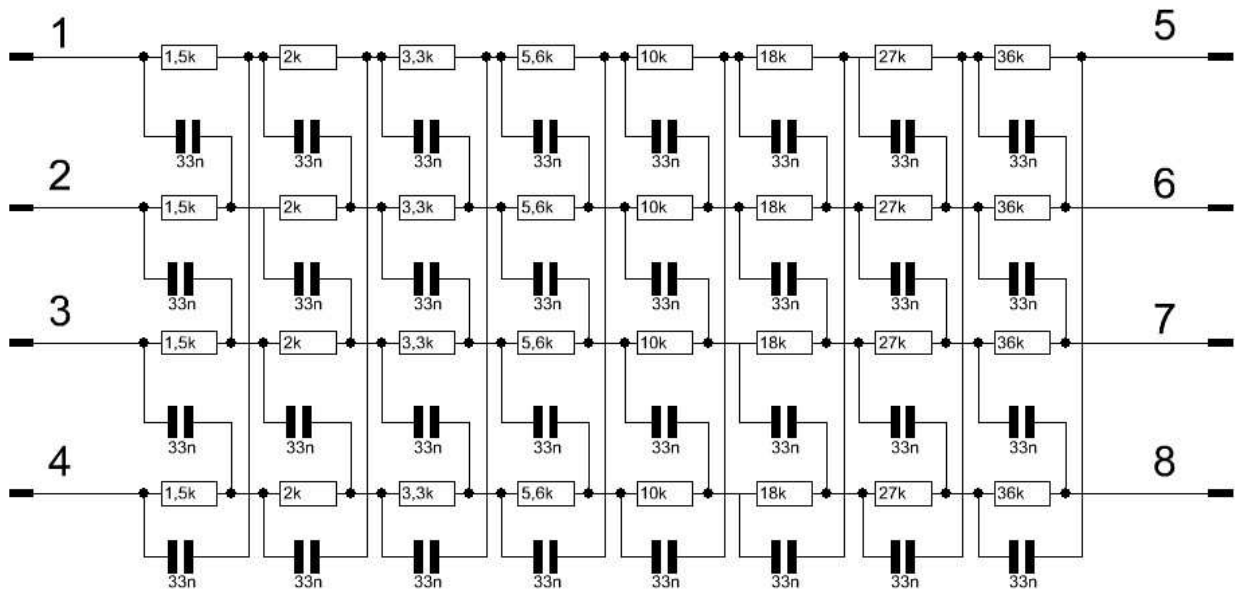
Kondensatory 33nF zarówno dla montażu przewlekanego i powierzchniowego powinny być dobierane z dużą dokładnością poniżej 0.3 %, to jest różniące się najwyżej pojemnością 100 pF a jeszcze lepiej nie gorszą jak 50-60 pF. Dobór kondensatorów jest możliwy poprzez dokonanie pomiaru każdego kondensatora z osobna i bezpośredniego ich segregowania wg odpowiednich przedziałów wartości. Do pomiaru pojemności kondensatorów może być używany w zasadzie każdy rodzaj cyfrowego miernika uniwersalnego. Ponieważ klasa dokładności popularnych mierników uniwersalnych często nie jest lepsza niż 2-3%. Dlatego na tą klasę dokładności należy zwracać uwagę, ale najważniejsze jest otrzymanie najmniejszej różnicy różnica pojemności.

Ponadto bardzo ważną sprawą jest wybór kondensatora z punktu widzenia na rodzaj dielektryka. Powinny to być kondensatory foliowe. Zdecydowanie nie powinno się używać do polifazera kondensatorów ceramicznych o dużym współczynniku temperaturowym, np. XR7 i podobnych.

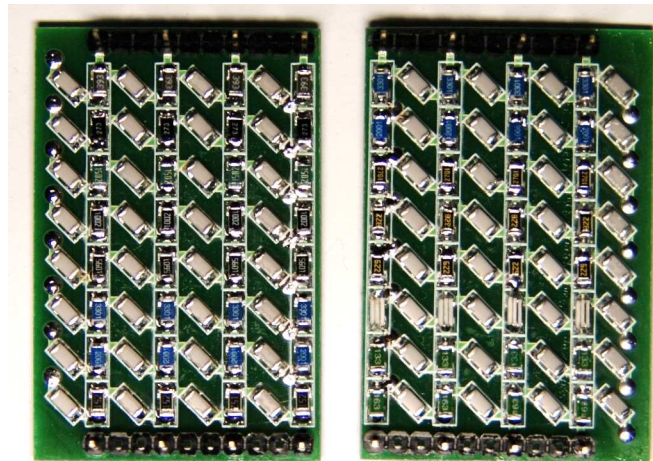
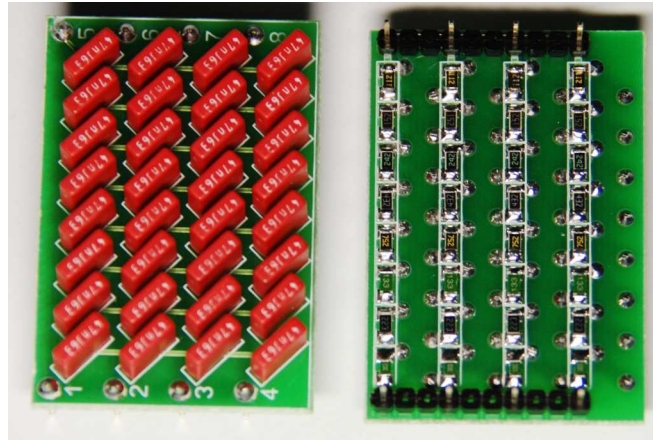
Dobór oporników do polifazera jest nieco łatwiejszy. Najlepiej jest zakupić po 100 szt z każdej wartości oporników 1% przeznaczonych do montażu powierzchniowego w obudowie 1206. Oporniki te powinny być również dobierane. Wartości nie muszą mieć wartości dokładne zgodne ze schematem, ważne aby były równe. W danej gałęzi nie poszukujemy czterech oporników dokładnie po 1500 omów, lecz cztery równe na przykład 1510R, 1511R, 1511R, 1511R.

Schemat polifazera jest następujący:

Polifazer RX,TX



Na poniższych fotografiach pokazane są polifazery wyposażony we wszystkie elementy RC, pierwszy wg montażu powierzchniowego, druga fotografia wykonany metodą montażu powierzchniowego.



Zasada działania toru odbiorczego.

Podstawą działania mieszacza odbiornika i nadajnika w homodynie jest cyfrowy mieszacz Tayloea. W dużym skrócie ten mieszacz pracuje jak bardzo szybki przełącznik taktowany częstotliwością 4-ro krotne większą niż odbierany sygnał. Na wyjściu przełącznika otrzymuje się cztery sygnały m.cz. przesunięte w fazie odpowiednio o 90 stopni jeden od drugiego (0, 90, 180, 270). Wykonując dodatkowe przesunięcie fazowe odpowiednich tych czterech sygnałów oraz ich sumowania, można z odbieranego sygnału wyodrębnić jedną ze wstęg bocznych, która będzie wzmacniana oraz stłumić drugą wstęgę boczną. Dokładność stłumienia niepożądanego wstęgi zależy od dokładności przesunięcia fazowego sygnałów, które powinny w paśmie przenoszenia być stałe i wynosić 90 stopni.

Tak więc przy odbiorze, sygnał z gniazda po przejściu przez filtry pasmowo-przepustowe (BPF) jest doprowadzony do wejść 2/12 i 5/9 mieszacza FST3125. Natomiast sygnał z heterodyny o częstotliwości czterokrotnie większej częstotliwości niż odbierany sygnał doprowadzony jest do wejść czterech 1, 4, 10 i 13 mieszacza FST3125 wprost z wyjścia rejestru przesuwającego 74VHC164. Przesunięcie tych czterech sygnałów z rejestru przesuwającego 74VHC164 o 90 stopni, powoduje, że na wyjściu mieszacza FST3125 zostaną wydzielone składowe akustyczne sygnału jako różnica częstotliwości sygnału wejściowego i

sygnału heterodyny. Po przejściu tych sygnałów poprzez proste filtry RC (C25-C28, R44-R58 oraz C39-C42) otrzymuje się odfiltrowane sygnały akustyczne, których fazy są przesunięte względem siebie o 0, 90, 180 i 270 stopni. Sygnały te, po wzmacnieniu w nisko szumowych wzmacniaczach LT62131 (U8 i U9) są doprowadzone do polifazera. Polifazer to czterofazowy przesuwnik dla zakresu sygnałów w zakresie 100-3000 Hz. Sumowanie odpowiednich sygnałów po polifazerze, powoduje stłumienie jednej wstęgi bocznej i wzmacnienie drugiej wstęgi bocznej. Układ sumujący U13.1 powoduje końcowe wydzielenie właściwej wstęgi bocznej sygnału SSB (USB/LSB).

Wybór odbieranej wstęgi w przypadku stosowania mieszacza Tayloa odbywa się przez zmianę kierunku rotacji sygnałów uzyskiwanych na wyjściu mieszacza. Rotacja w kierunku 0-90-180-270 dekoduje USB, natomiast rotacja zgodna z następującymi fazami 270-180-90-0 dekoduje LSB.

Na jakość sygnału SSB, w tym na stopień stłumienia niewłaściwej wstęgi bocznej po stronie sygnału akustycznego, mają wpływ wszystkie elementy RC, zwłaszcza te w sprzężeniach zwrotnych wzmacniaczy operacyjnych, w polifazerze oraz prostych filtrów RC włącznie, licząc od wyjść mieszacza FST312 do ostatniego stopnia wzmacniacza sumującego U13.1.

Dysponując oscyloskopem oraz NWT, można w prosty sposób zmierzyć wzmacnienie płytki homodyny. Wpierw należy zmierzyć napięcie jakie uzyskujemy na wyjściu NWT bez tłumika wewnętrznego. Należy więc obciążyć wyjście NWT opornikiem 50R, zmierzyć i zanotować to napięcie szczytowe mierząc oscyloskopem (napięcie U1). Następnie wyłączamy opornik 50R, włączamy wewnętrzny tłumik w NWT o wartości 50dB i podłączamy sygnał z NWT na wejście płytki homodyny. Mierząc oscyloskopem sygnał na obciążonym wyjściu z płytki homodyny (płytką filtrów akustycznych), notujemy sygnał jako wartość szczytową U2.

$$\text{Wzmocnienie} = 316.227 \times \frac{U2 \text{ [V]}}{U1 \text{ [V]}} \quad [-]$$

Wzmocnienie powinny wynosić około 1187 razy.

Na schemacie podano maksymalne wartości dla sygnału wejściowego:

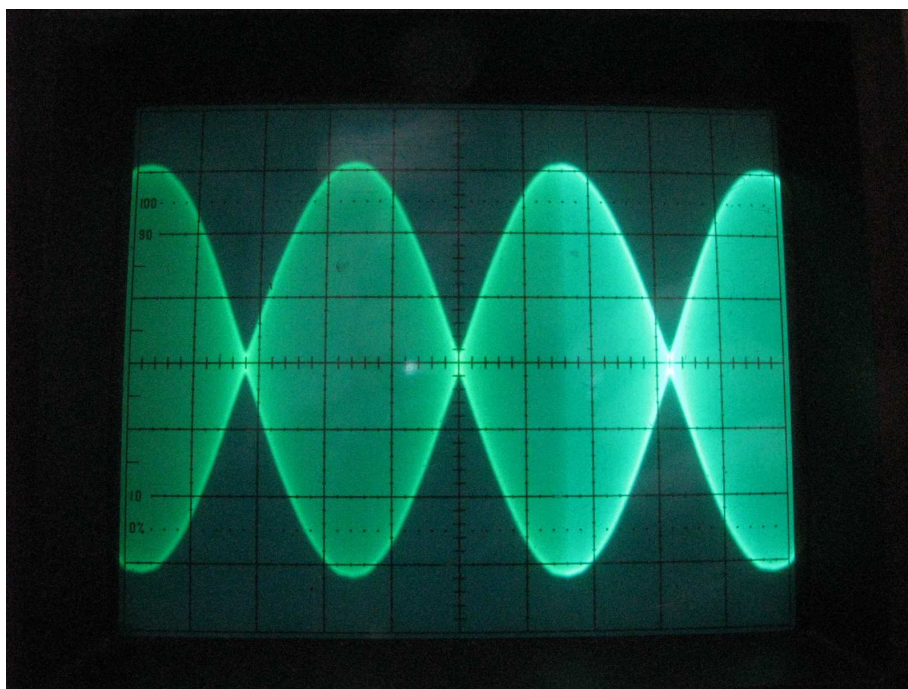
- a) na wejściu płytki, gniazdo RX 8.0 mVpp (co odpowiada sygnałowi 59+37dB)
- b) na wyjściu płytki, gniazdo Wyj.Rx- 9.5Vpp

Uwaga: podany na schemacie sygnał wejściowy 8mv pp, jest maksymalnym sygnałem wejściowym na płytkę homodyny. Sygnały powyżej 8 mVpp, powodują zniekształcenia.

Brak NWT można zastąpić prostym generatorem kwarcowym, który w danym paśmie (np. 80 metrowym) będzie generował sygnał o znanej zmierzonej wartości. Poniżej podano przykład takiego generatora do pomiaru.

niezrównoważenie mieszacza, co daje na wyjściu sygnał w.cz.

Dla ułatwienia w czasie uruchomienia toru nadawczego dla trybu fonicznego SSB, na schemacie ideowym homodyny podano wartość napięć szczytowych w poszczególnych miejscach toru nadawczego. Ostateczny test toru nadawczego SSB to próba dwu-tonowa, gdzie oscylogram na obciążonym opornikiem 50R filtrze BPF toru nadawczego, powinien wyglądać następująco.



Więcej o próbie dwutonowej można znaleźć na następującej stronie internetowej:

http://www.elecraft.com/manual/2Tgen_Manual_revA.pdf

Zestawienie elementów płytki homodyny:

Numer części	Wartość, typ	Szt.	Opis	Uwagi
C1	470nF/50V	1	SMD X7R	1206
C2,C3,C4,C5, C39,C40,C41, C42	33nF- 1% / 50V	8	SMD COG	1206, 0805.
C6,C9,C10,C15, C29,C33,C36, C38,C43	10uF- 16V	9	SMD ceramik X7R	1206
C7	220pF/50V	1	SMD	1206, 0805.

C8,C12,C13, C16, C17,C18,C21, C22,C23,C32, C37,C46,C48, C49,C51,C53, C54,C56,C57, C60,C61,C62, C63,C64	100 nF/ 50V	24	SMD	1206, 0805
C11,C31	10nF/ 50V	2	SMD	1206, 0805.
C14,C19,C47, C50,C55	10uF- 16V	5	SMD	Tantal typB
C20	100uF- 16V	1	przewlekany	Elektrolityczny
C24,C44	470pF/50V	2	SMD	1206,0805.
C25,C26,C27, C28,C35,C45	1nF – 1 % /50V	6	SMD - COG	1206, 0805.
C30,C34	1uF/50V	2	SMD - X7R	1206
C52,C58,C59	47uF- 16V	3	SMD	Tantal typ C
C65	47uF- 25V	1	SMD	Tantal typ C
R1,R3,R16,R19, R41,R46,R47, R69,R70,R73	2,7k - 0,1%	10	SMD	1206, 0805.
R2	4,7k - 1%	1	SMD	1206,.0805.
R4,R17, R45,R68	220 om - 0,1%	4	SMD	1206,.0805.
R5	33k - 1%	1	SMD	1206, 0805.
R6,R8,R20,R24, R29,R35,R42, R43,R50,R51, R56,R57	0	12	SMD	1206 tzw. zerowe
R7,R9,R12,R15, R25,R31,R32, R37,R39,R44, R52,R53,R55, R58,R63,R75	100 om - 1%	16	SMD	1206, 0805.
R10,R13,R18, R21,R22,R23, R28,R33,R34, R36,R59,R60, R61,R62,R66, R72,R74	10k - 1%	17	SMD	1206, 0805.
R11,R67	1k - 1%	2	SMD	1206, 0805.
R14,R71	7,5k- 1%	2	SMD	1206, 0805.

R26,R27,R38	5,6k - 1%	3	SMD	1206, 0805.
R40	50 om - 5%	1	SMD	1206, 0805.
R48,R64	2,2k- 1%	2	SMD	1206, 0805.
R49,R65	12k - 1%	2	SMD	1206, 0805.
R54	1,5k - 5%	1	SMD	1206, 0805.
R76	240 om - 5%	1	SMD	1206, 0805.
R77	1,8k - 5%	1	SMD	1206, 0805.
R30	220 om	1	0,125 W	przewlekany
Q2,Q3	BC327,BC557	2	TO- 92	PNP
Q4	BC337,BC547	1	TO- 92	NPN
DL1	Dławik 100uH	1	SMD	1210

P1, P2	A5W-k, EB2-5	2	Przewlekany	U - cewki 5V
TR1,TR2	Amidon - T37- 43	2	2x8 zw – bifilarnie	Przewód CU- izol. emalia d- 0,3mm
U1	74AC02	1	DIL	
U2	74AC164	1	DIL	
U3, U4	FST3125	2	SOIC	
U5	78L05	1	TO-92	
U6,U7	TS912,AD8056	2	DIL - 8p	
U8,U9	LT6231,NE5532	2	DIL - 8p	
U10	LM317	1	TO- 220	
U11,U12	TL072	2	DIL - 8p	
U13	TS912, TL072	1	DIL - 8p	
U14	BGA420	1	SMD -SOT343	Si- MMIC
Podstawki	DIL- 8 pinowe	7		Precyzyjne
Podstawki	DIL - 14pinowe	2		Precyzyjne
Gniazda	SMA	3		Męskie
Gniazdo	8 pinowe,	1	Kątowe – 2,54’’	Męskie

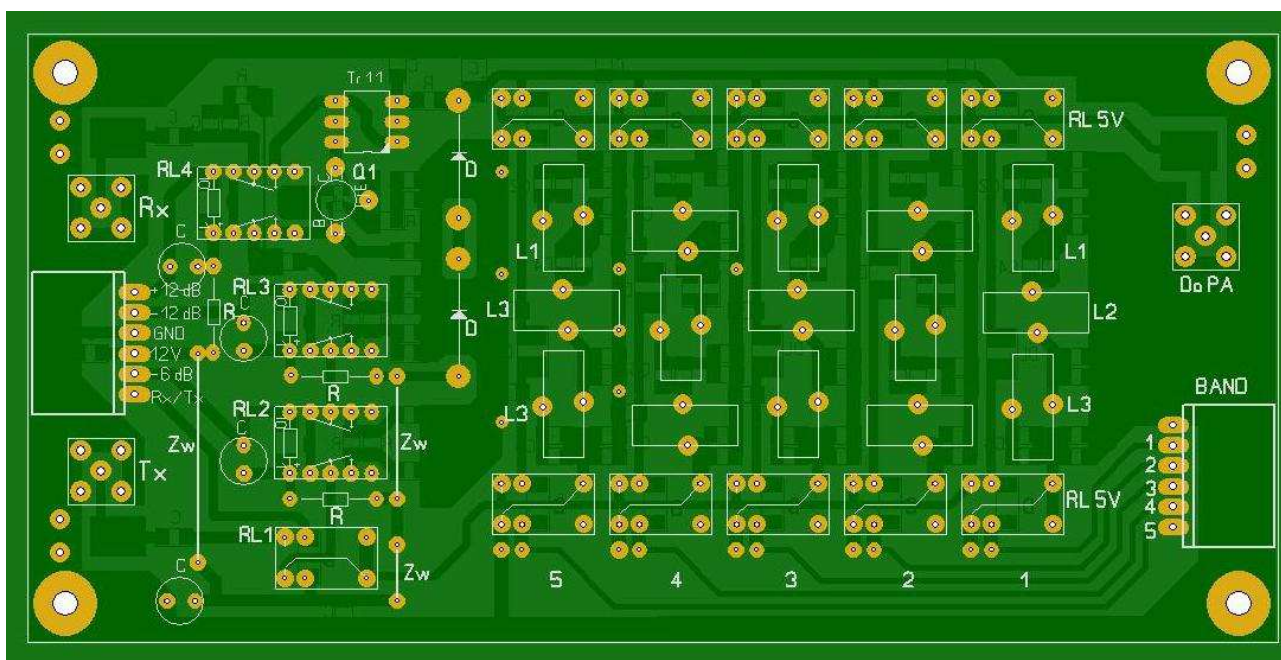
2.4. Filtr pasmowo-przepustowy w.cz. - BPF.

Dla Husarka zaprojektowano dwa rozwiązania filtrów pasmo-przepustowych. Jedno rozwiązanie podstawowe, które umożliwia zastosowanie maksymalnie do dowolnie wybranych 5 pasm krótkofalowych przez budującego Husarka. Płytką dla tego podstawowego rozwiązania zawiera 5 filtrów BPF, wzmacniacza wejściowy odbiornika oraz zestaw tłumików 6 i 12 dB.

Inne rozwiązanie, to płytkę filtrów pasmo-przepustowych, które umożliwia zastosowanie wszystkich 9 pasm krótkofalowych, przy czym niekoniecznie muszą być te pasmo wyposażone, można wyposażać sukcesywnie zgodnie z potrzebami. Jednakże ta wersją rozszerzonego BPF, nie zawiera wzmacniacza wejściowego odbiornika i zespołu tłumików.

Tak więc chcąc korzystać z tej płytki rozszerzonej BPF, należy dodatkowo wykonać płytkę ze wzmacniaczem odbiornika w.cz. i zespołem tłumików 6/12 dB. Taka płytkę można wykonać jako kopię odpowiedniej części z płytki podstawowej. Wszystkie te płytki należy wykonać metodą termo-transferową.

Widok płytki podstawowej i rozszerzonej BPF przedstawiono na poniższych fotografiach.

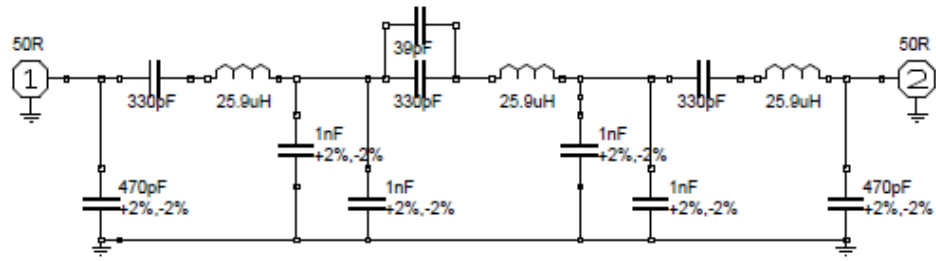


Projekt filtrów powstał na bazie projektu PA3AKE. Indukcyjności i pojemności oraz dane cewek we filtrach na poszczególnych pasmach należy się podane w poniższej tabeli.

Pasm o	Schemat, dane rdzenia i rodzaju drutu nawojowego
-----------	--

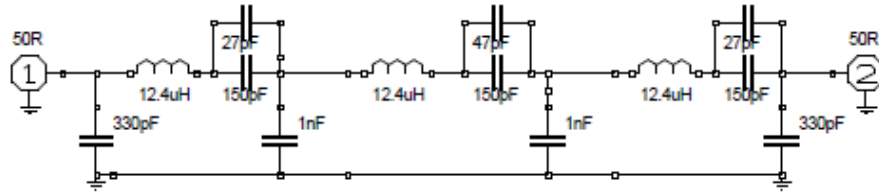
--	--

160m



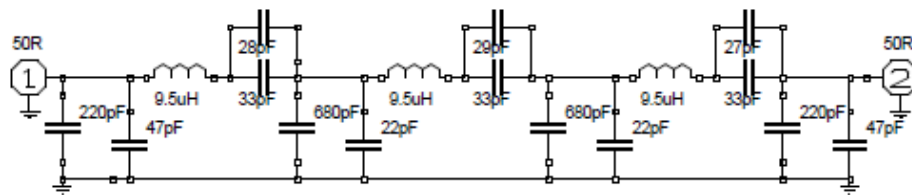
T50-1 49zw 0,3mm

80



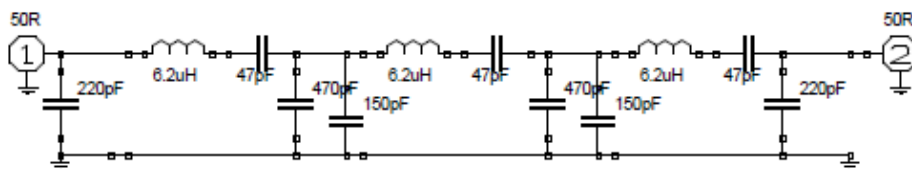
T50-2 49zw 0,3mm

40



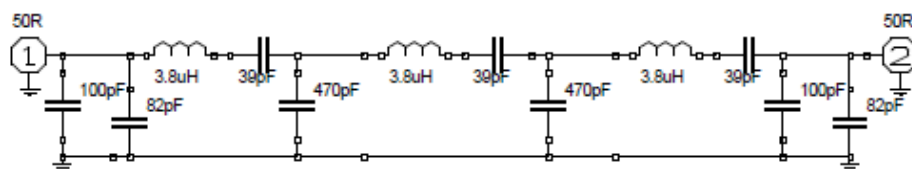
T50-2 42zw 0,4mm

30m

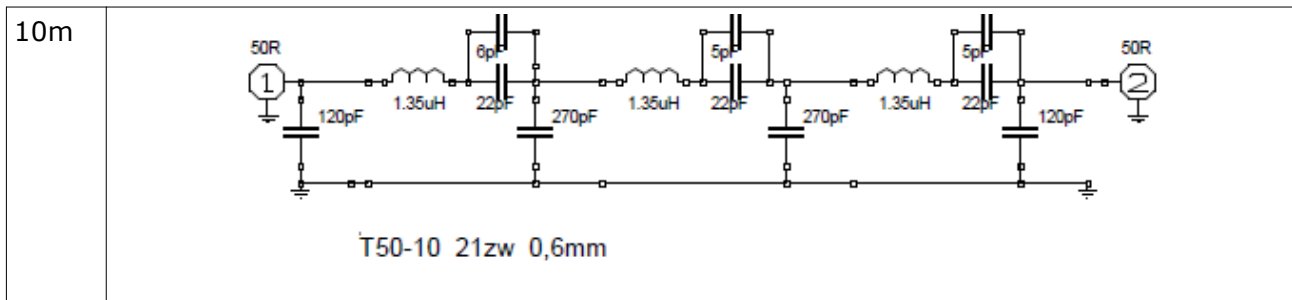
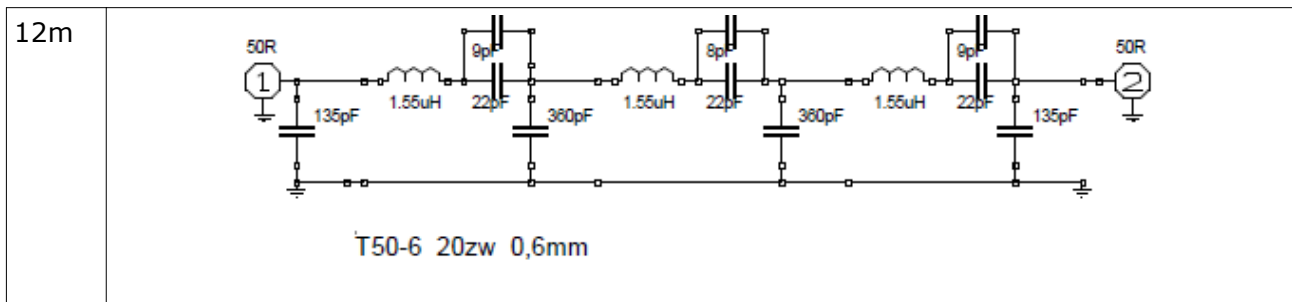
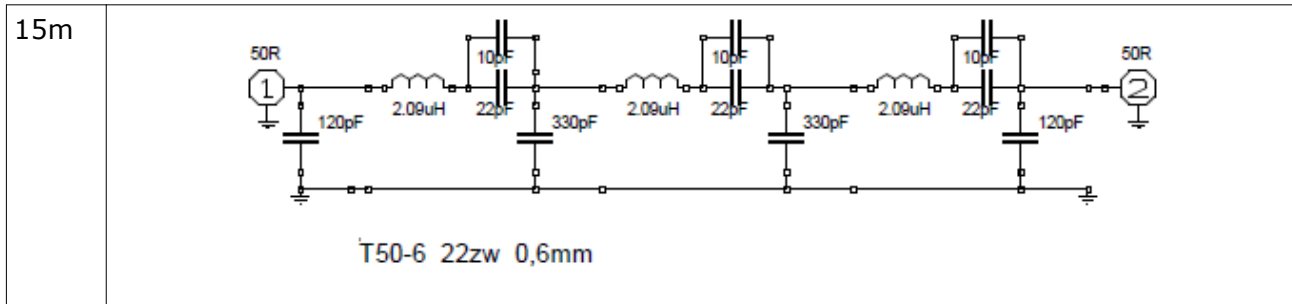
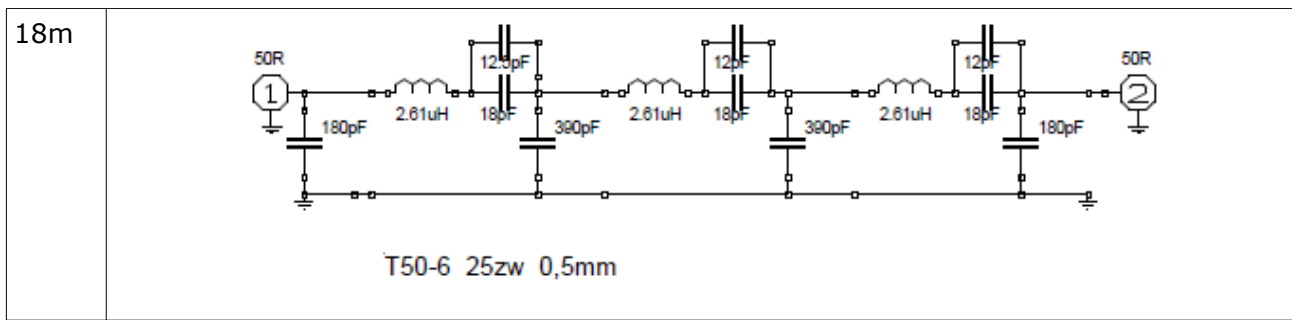


T50-2 35zw 0,4mm

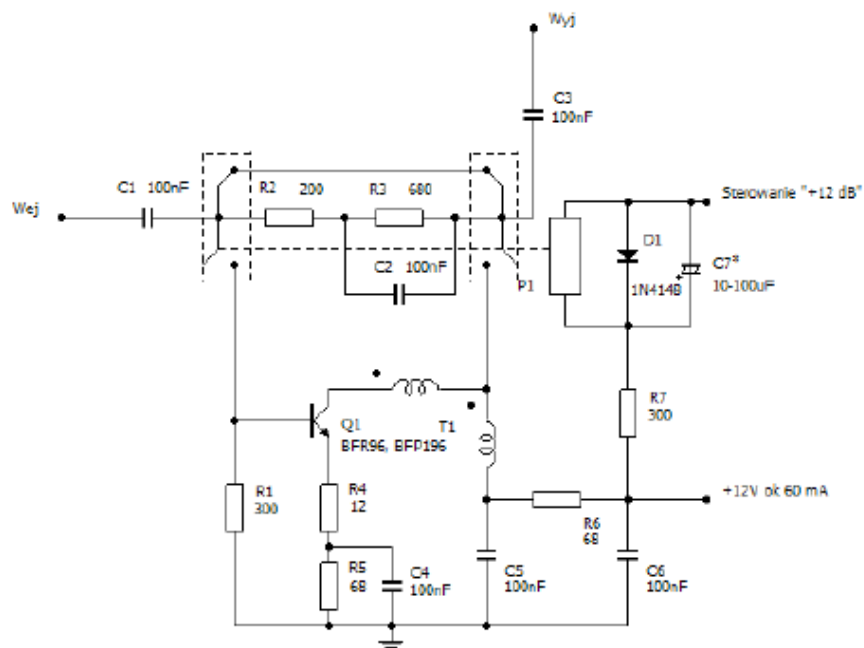
20m



T50-6 30zw 0,5mm



Schemat wzmacniacza wejściowego odbiornika przedstawiony jest poniżej.



Transformator T1 nawinąć 2x8zw. Na rdzeniu FT-37-43. Przełącznik Takamisawa 5-woltowy A5W-K lub 12-woltowy A12W-K. Na płytce znajdują się dwa przełączniki Takamisawa realizujące dwa tłumiki 6 dB i 12 dB. Sterownik umożliwia włączenie trzech ustawień tłumika: 6 dB, 12dB oraz 18 dB jako suma 6+12 dB (oba tłumiki załączone włączone). Tłumiki zostały wykonane w układzie Pi.

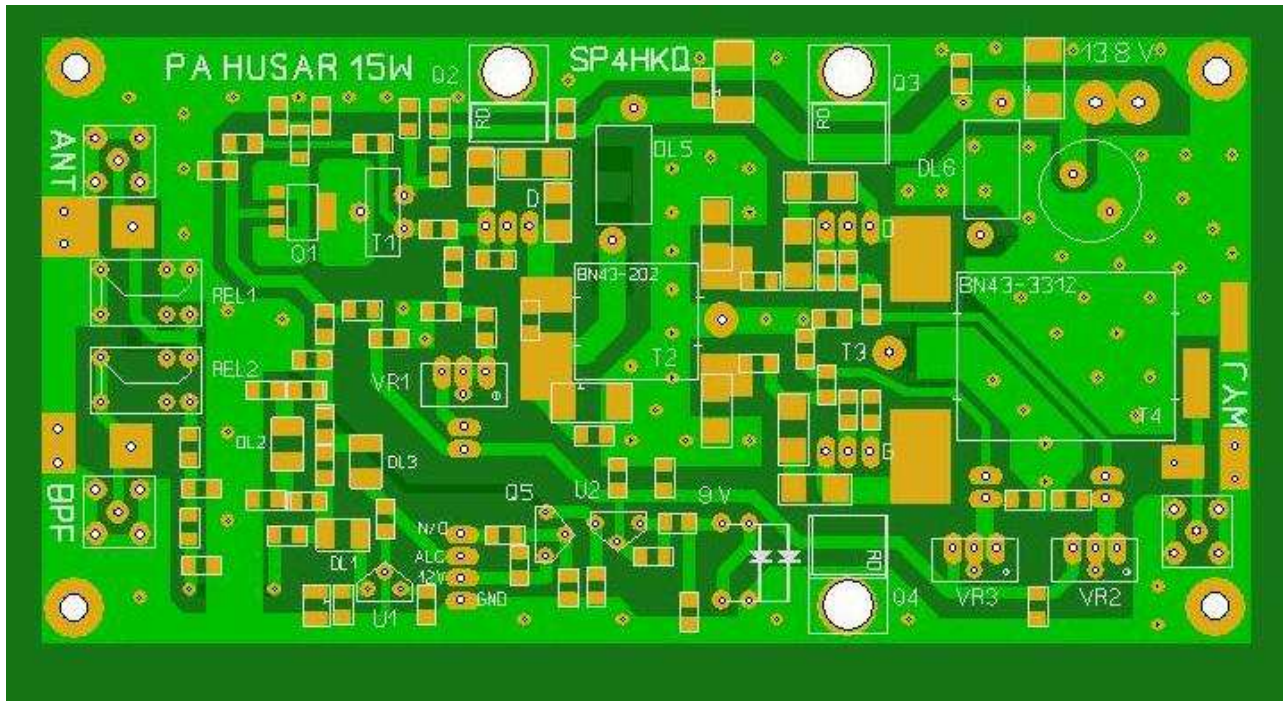
Wartości rezystorów tłumika -6 dB wynoszą R1 i R3 - 150 Om oraz R2 - 37 Om.

Wartości rezystorów tłumika -12 dB wynoszą R1 i R3 - 84 Om oraz R2 - 93 Om.

W celu umożliwienia precyzyjnego doboru oporników, zostały odpowiednio przygotowane pady, aby przygotować jako podwójne do równoległego połączenia po dwa rezystory.

2.5. Wzmacniacz mocy 15 W.

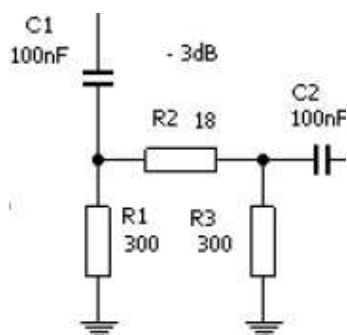
Widok fabrycznej płytki wzmacniacza 15W jest następujący:

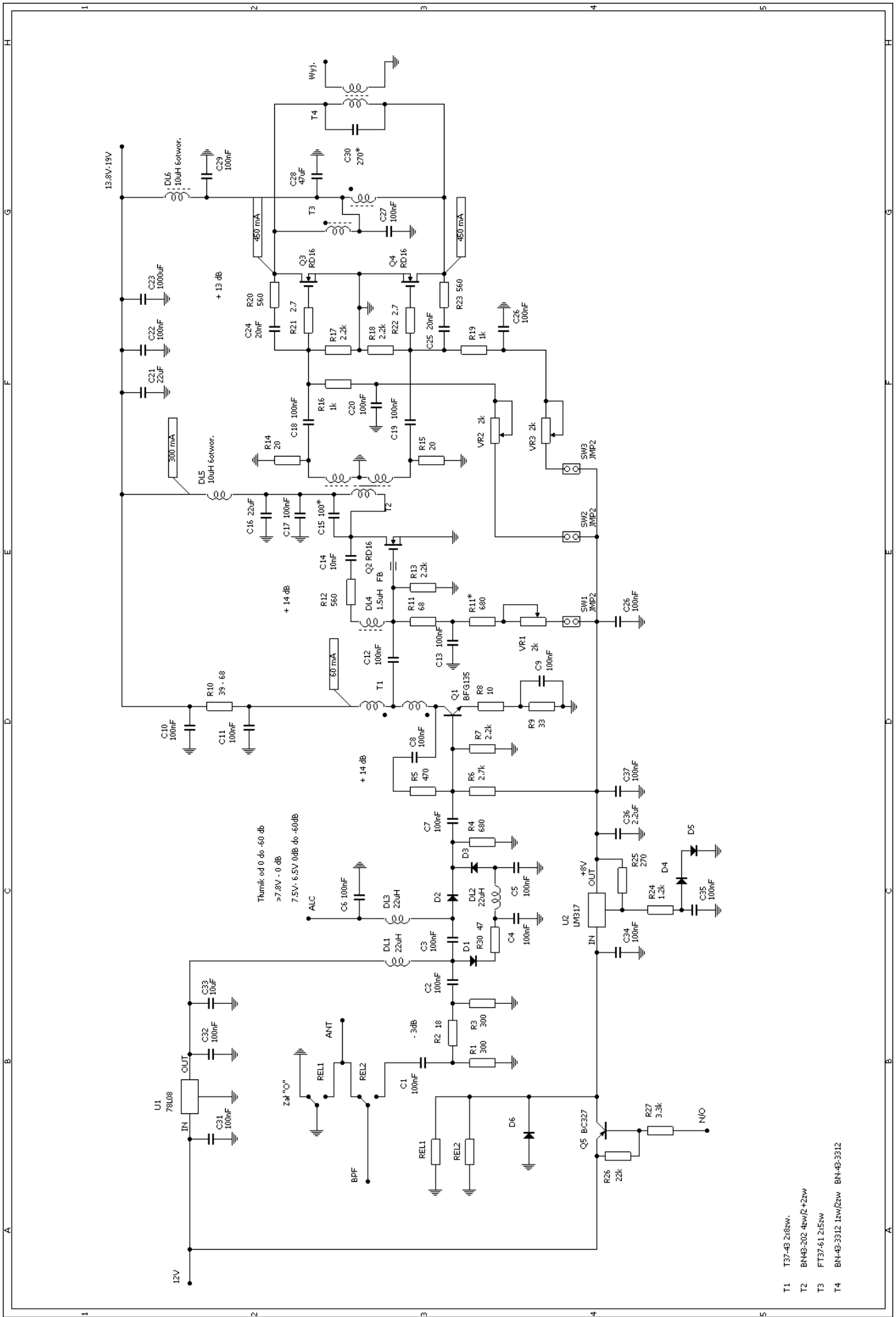


Na wejściu wzmacniacza znajduje się układ przełączania za pomocą dwóch przekaźników RL1 i RL2 antenę oraz filtr BPF. Następnie znajduje się stały tłumik 3 dB oraz tłumik regulowany zrealizowany na diodach PiN. Tłumik regulowany realizuje ręczną regulację mocy wyjściowej w zakresie 1 W-15 W i jednocześnie umożliwia działania automatycznej regulacji poziomu (ALC). Układ ALC powoduje wyrównania mocy na poszczególnych pasmach oraz zabezpiecza tranzystory wyjściowe przy dużym niedopasowaniu z anteną (duży współczynnik SWR).

Schemat ideowy wzmacniacza 15W jest podany jest na następnej stronie..

Staly tłumik wejściowy (R1, R2, R3) umożliwia lepsze dopasowanie z poprzednim stopniem

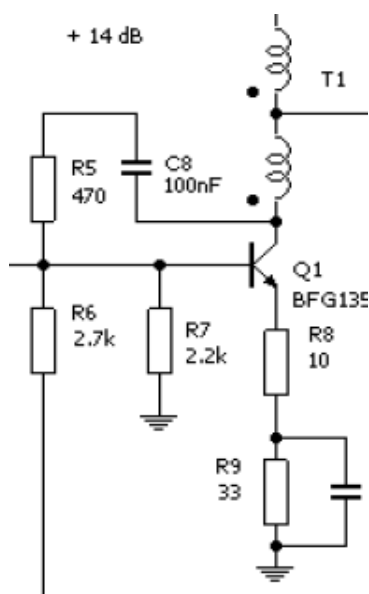




- T1 T37-43 2/62W.
- T2 BN43-202 4W/2+2zw
- T3 FT27-61 2/553W
- T4 BN-43-3312 1W/2zw BN-43-3312

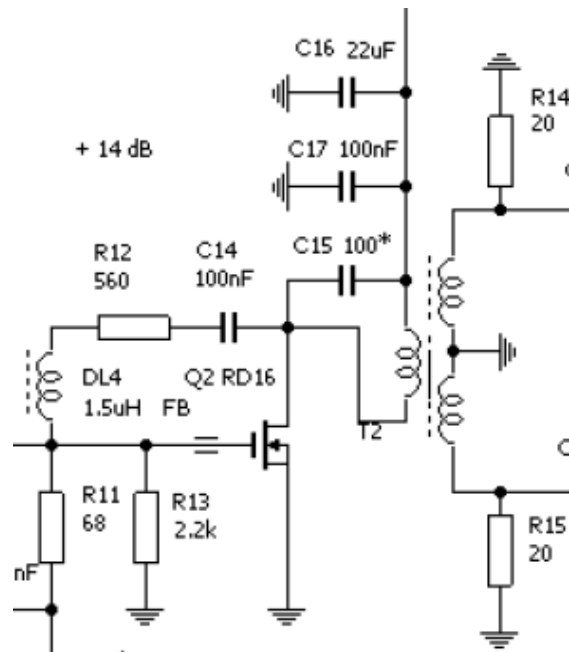
Całość wzmacnienia realizowane jest w trzech stopniach tranzystorowych: Q1 na tranzystorze BGF135, drugi Q2 na RDF16 oraz ostatni końcowy na Q3 i Q5 w układzie przeciwobnym również na dwóch tranzystorach RD16. Taki układ wymaga więc tylko dwóch typów tranzystorów BGF135 – 1 szt oraz RD16HHF1 – 3 szt. Wzmacniacz jest tak zaprojektowany, że maksymalne wzmacnienie na każdym stopniu nie było przekraczane 14 dB. Pierwszy i drugi stopień 14 dB, ostatni zaś na tranzystorach w układzie przeciwobnym 13 dB. Tak rozkład wzmacnienia jest optymalny pod względem uniezależnienia przed tendencjami do wzbudzenia.

Pierwszy stopień to wzmacniacz z szerokopasmowym transformatorem wyjściowym T1 dopasowującym impedancję wyjściową tego stopnia do wejścia stopnia na tranzystorze Q2. Sposób nawinięcia tego transformatora jest podany w dalszej części tego podrozdziału. Stopień ten na tranzystorze BGF135 pracuje z prądem ok 55-60 mA.



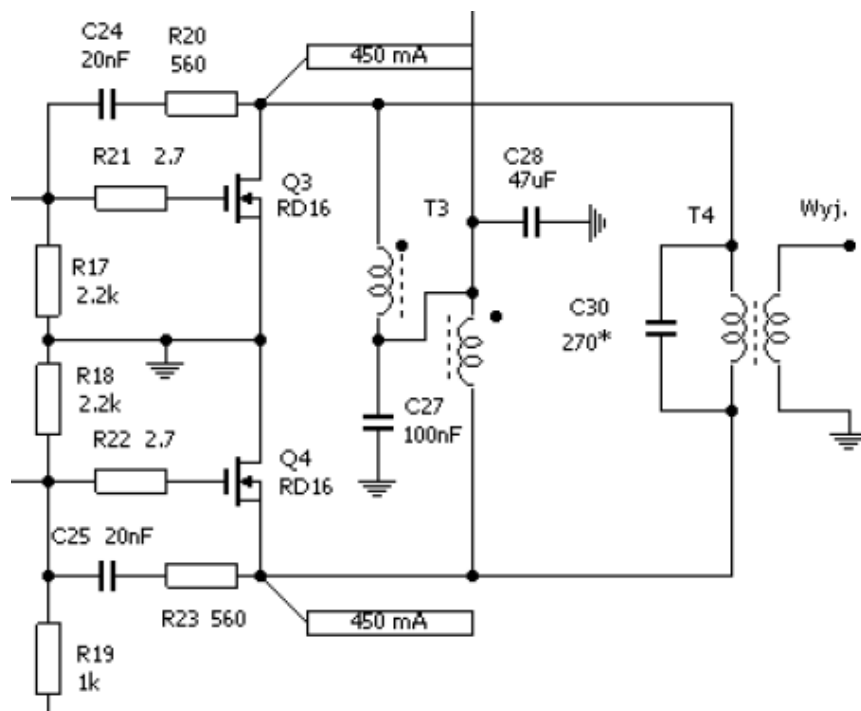
Wzmacniacz ten objęty jest sprzężeniem zwrotnym zrealizowanym w obwodzie baza-kolektor przy pomocy kondensatora C8 i opornika R5 oraz w obwodzie emitera poprzez opornik R8. Pozwala to na uzyskanie równomiernego wzmacnienia w zakresie 1.5 do 33 MHz oraz zmniejszenie tendencji do wzbudzenia się (generowania niepożądanych sygnałów) przez ten stopień.

Następny drugi stopień wzmacniacza na tranzystorze Q2, to układ na tranzystorze RD16, pozwalający na optymalne wysterowanie stopnia końcowego. Układ ten również objęty jest



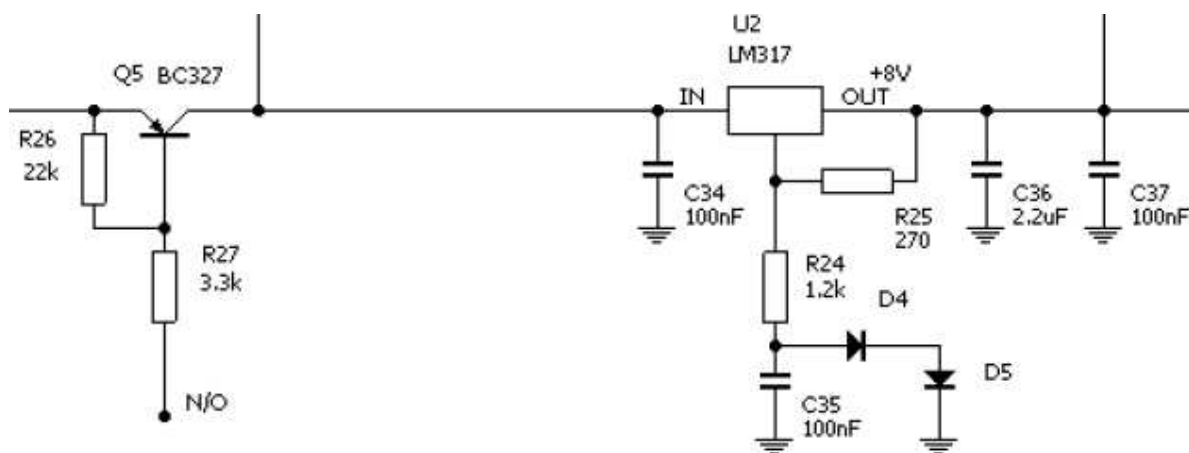
ujemnym sprzężeniem zwrotnym na złączu dren-bramka poprzez opornik R12, kondensator C14 oraz dławik DL4. Ten układ sprzężenia kształtuje charakterystykę częstotliwościową, tak aby na wyższych pasmach 24.9 i 28-30 MHz wzmocnienie tego stopnia było o kilka dB większe niż na pasmach dolnych (1.8 3.5 MHz). Na uwagę zasługuje zastosowanie małego rdzenia ferrytowego na wyprowadzenie bramki tranzystora Q2. Wymiary rdzenia: średnica zewnętrzna 3 mm, średnica wewnętrzna 1.1 mm, długość ok.3 mm. Ten rdzeń ferrytowy w znacznym stopniu zmniejszenia tendencję do wzbudzenia się tego stopnia. Wyjściowy szerokopasmowy transformator T2 dopasowuje impedancję wyjściową stopnia na tranzystorze Q2 z wejściem stopnia końcowego Q3 i Q4. Sposób nawinięcia tego transformatora jest podany w dalszej części tego podrozdziału. Kondensator C15 ok. 100 pF SMD 50V, należy tak dobrać aby uzyskać wystarczające wzmocnienie w zakresie wyższych częstotliwości powyżej 21-24 MHz. Wartość tego kondensatora nie jest krytyczna (jeśli transformator T2 będzie przygotowany zgodnie z opisem) i w większości przypadków jego wartość wynosi 100 pF.

Wzmacniacz końcowy pracuje w układzie przeciwobnym na tranzystorach Q3/Q4 RD16. Na uwagę tego stopnia zasługują następujące elementy:



- oporniki R14 i R15 – wartość 20R obciążalność minimalna 0.5W
- kondensatory SMD C25 i C25 – wartość 20 nF na napięcie 100V
- oporniki SMD R20 i R23 – wartość 560R obciążalność 0.5W
- sposób zasilania drenów tranzystorów Q3 i Q4 poprzez dławik T3, co uzyskuje się praktycznie brak składowej stałej (zasilanie) w transformatorze wyjściowym T4
- kondensator C20 270pF minimum 250V, dobrać tak aby nie występował spadek mocy w paśmie 28-30 MHz.
- dławik DL6 10 uH 6-otworowy o obciążalności maksymalnej do 2.5 A.

Układ ustalający próg pracy stopni na tranzystorach Q2, Q3 i Q4 oraz realizujący przełączenie wzmacniacza ze stanu „dla odbioru” do stanu „do nadawania” służy tranzystor Q5 oraz układ stabilizatora tego napięcia na układzie stabilizatora U2 LM317.



Sygnal N/O w czasie odbioru posiada wartość +12V i wprowadza tranzystor Q5 w stan nie

przewodzenia. Natomiast w czasie nadawania sygnał N/O posiada wartość bliską 0V co wprowadza w stan przewodzenia tranzystor Q5, co powoduje podanie napięcia dodatniego na bramki tranzystorów Q2, Q3 i Q4. Na uwagę zasługuje rozdzielenie napięcia ustalającego odrębnie na bramki Q3 i Q4, co pozwala na precyzyjne ustalenie punktu pracy każdego ze stopnia.

Dla ułatwienia uruchomienia wzmacniacza i ustalenia prawidłowych prądów drenów tranzystorów Q2, Q3 i Q4 zastosowano zworki SW1, SW2 i SW3. Jeśli zworki SW1, SW2 i SW3 będą wyjęto, to tranzystory Q2, Q3 i Q4 będą zablokowane, nie będą przewodzić. Dlatego też w czasie normalnej pracy wzmacniacza, już po ustaleniu poszczególnych prądów drenów każdego ze stopnia Q2, Q3 i Q4 powinny być założone.

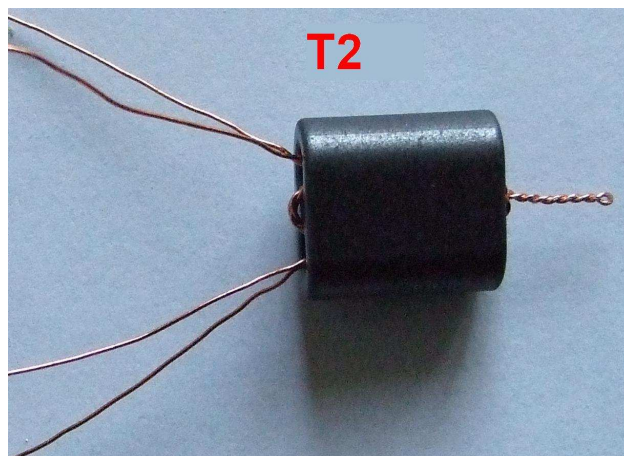
W celu ustalenia prądu drenu danego stopnia, wkładamy odpowiednią zworę przynależną tylko dla tego stopnia i regulując odpowiednim potencjometrem VR1, VR2 lub VR3 regulujemy odpowiedni prąd zasilania drenu. Prąd drenu danego stopnia, będzie różnicą płynącego prądu z zasilacza w czasie regulacji, minus prąd w przypadku braku wszystkich zwor SW1, SW2 i SW3.

Lp.	Zwora	Potencjometr	Wartość prądu	Tranzystor
1	SW1	VR1	300 mA	Q2
2	SW2	VR2	450ma	Q3
3	SW3	VR3	450 mA	Q4

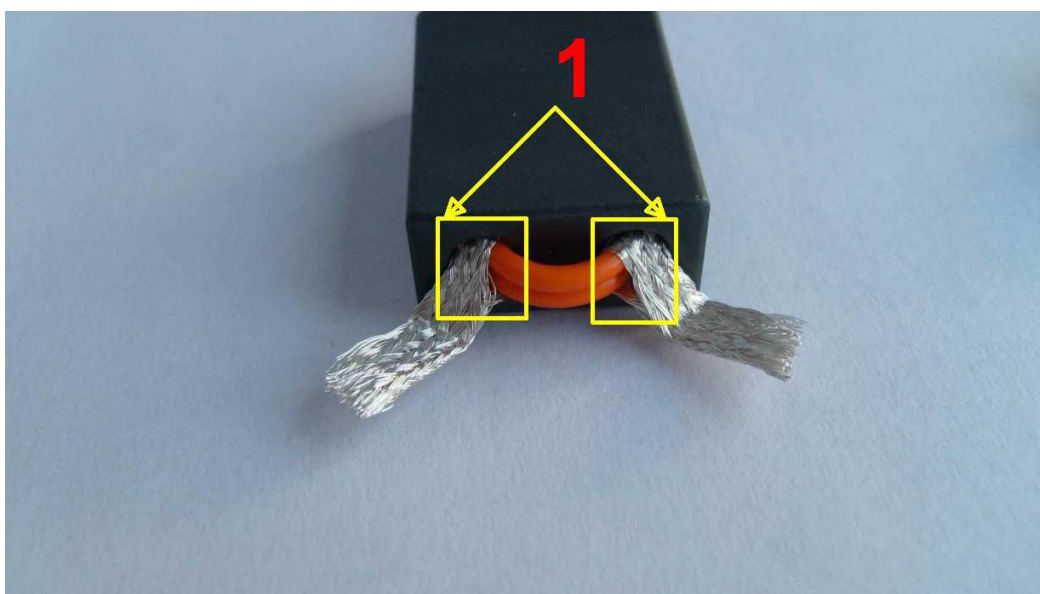
Dane uzwojeń i zastosowanych rdzeniu podane są w poniższej tabeli:

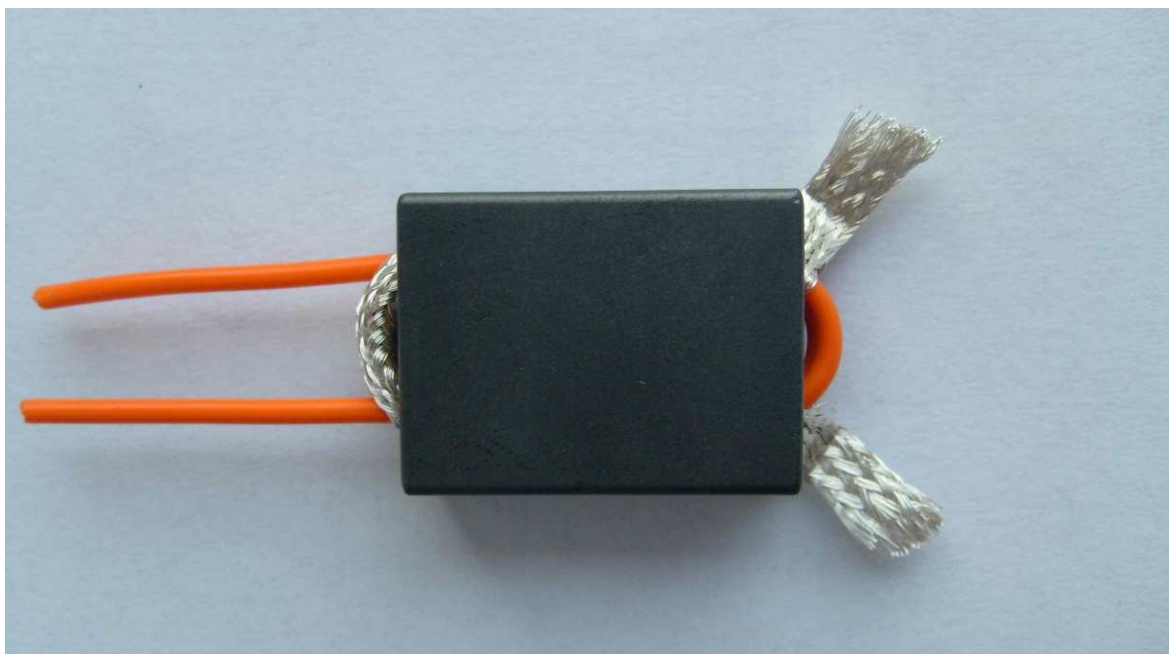
Lp	Transformator	Rodzaj rdzenia	Dane uzwojenia
1	T1	T37-43	bifilarnie 2 x 8 zw. DNE 0.3 mm
2	T2	BN43-202	pierwotne: 4 zw + wtórne: 2 x 2 zw. oba uzwojenia kynarem 0.25 mm
3	T3	BV43-3312	pierwotne: 1zwój, wtórne: 2 zw. pierwotne oplotem kabla koncentrycznego, wewnątrz oplotu wtórne drutem 0.4 mm w izolacji teflonowej

Widok na transformatory T1 i T2 jest następujący.

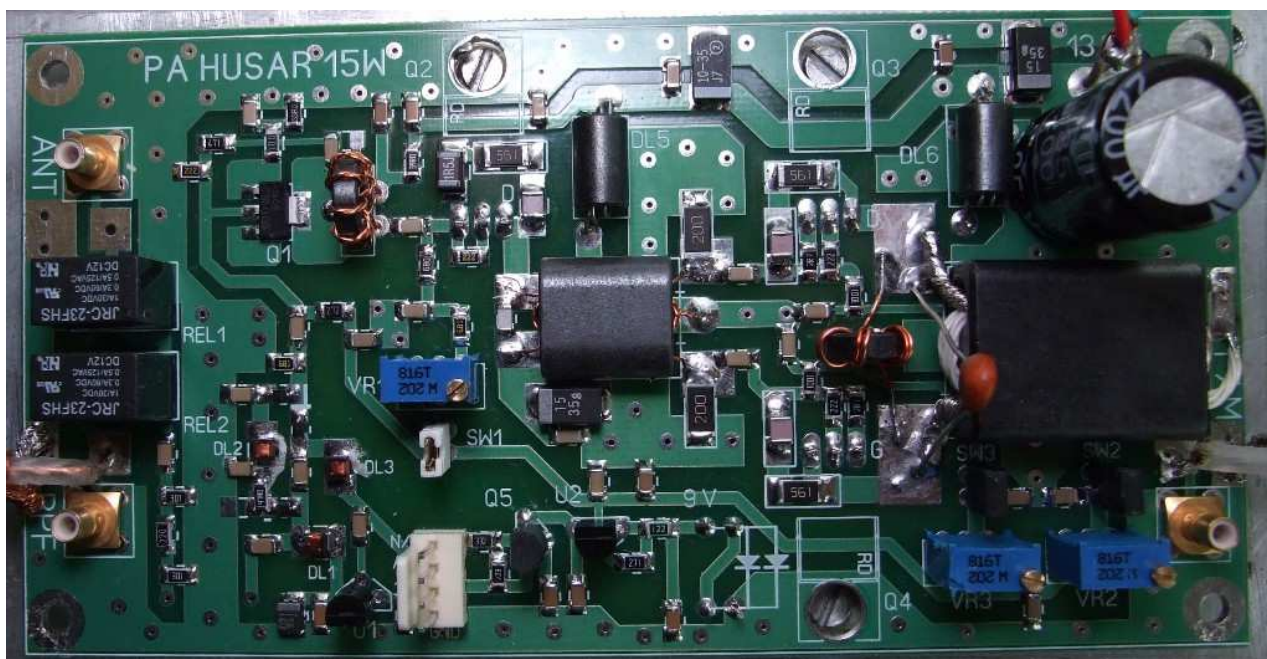


Specjalnego omówienia wymaga sposób przygotowania transformatora T3. Uzwojenie pierwotne jest wykonane z wierzchniej srebrzonej warstwy podwójnego oplotu kabla koncentrycznego. Natomiast uzwojenie wtórne wykonane może być z linki lub drutu srebrzonego w izolacji teflonowej. Przed układaniem uzwojeń, należy odciąć odpowiedniej długości kawałek oplotu i linki/drutu na uzwojenie wtórne. Najpierw wkładamy oplot przez rdzeń tak aby tworzył jeden zwój. Następnie wykonujemy w nim otwory zaznaczone na fotografii nr 1 - tak, aby oplot zachował ciągłość, czyli bay nie został rozplątany. W kolejnym kroku delikatnie wyciągamy oplot z rdzenia oraz przez wykonane otwory przekładamy uzwojenie wtórne, tak aby na razie uzwojenie to tworzyło 1 zwój. Natomiast jedną z końcówek, która wystaje w miejscu otworów nr 1 wkładamy do otworu w rdzeniu. Delikatnie przepychamy uzwojenie wzdłuż otworów. Tą operację ułatwia linka w izolacji teflonowej. Poprzez tą operację układania uzwojenia, powinniśmy uzyskać 1 niepełny zwój jako uzwojenie pierwotne oraz dwa zwoje uzwojenia wtórnego ułożonego wewnątrz uzwojenia pierwotnego. Widok nawiniętego transformatora T3 pokazano na poniższych dwóch fotografiach.





Na koniec, końce oplotu stanowiące wyprowadzenia uzwojenia pierwotnego należy odpowiednio wyprofilować, tak aby pasowały do pól lutowniczych na płytce drukowanej. Widok zmontowanej płytki wzmacniacza pokazano na poniższej ilustracji.



Oraz widok przeciwnej strony płytki, gdzie widoczny jest sposób przymocowania tranzystorów RD16, to jest Q2, Q3 i Q4.

Tłumiki -6 i -12dB zostały wykonane w układzie Pi.

Wartości rezystorów tłumika -6 dB wynoszą R1 i R3 - 150 Om oraz R2 - 37 Om.

Wartości rezystorów tłumika -12 dB wynoszą R1 i R3 - 84 Om oraz R2 - 93 Om.

Ponieważ takich wartości nie znajdziemy, pola pod rezystory zostały przygotowane jako podwójne do równoległego połączenia po dwa rezystory. Tłumiki -6 i -12dB zostały wykonane w układzie Pi.

Wartości rezystorów tłumika -6 dB wynoszą R1 i R3 - 150 Om oraz R2 - 37 Om.

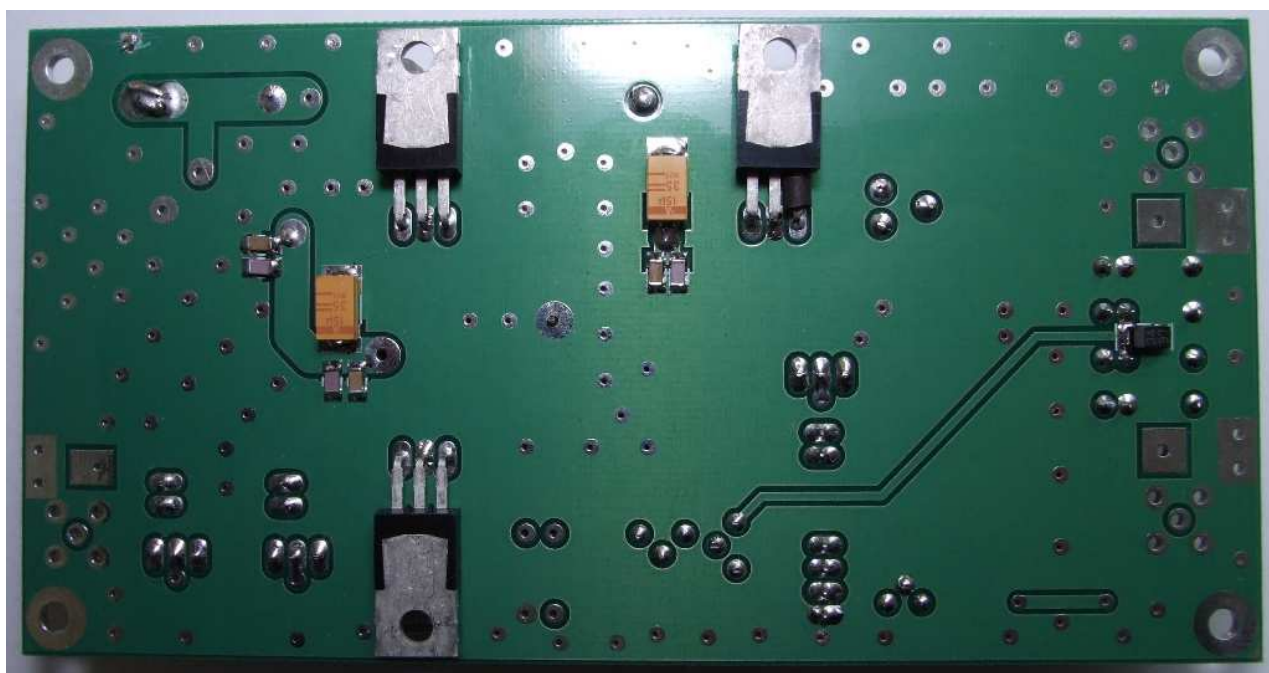
Wartości rezystorów tłumika -12 dB wynoszą R1 i R3 - 84 Om oraz R2 - 93 Om.

Ponieważ takich wartości nie znajdziemy, pola pod rezystory zostały przygotowane jako podwójne do równoległego połączenia po dwa rezystory. Tłumiki -6 i -12dB zostały wykonane w układzie Pi.

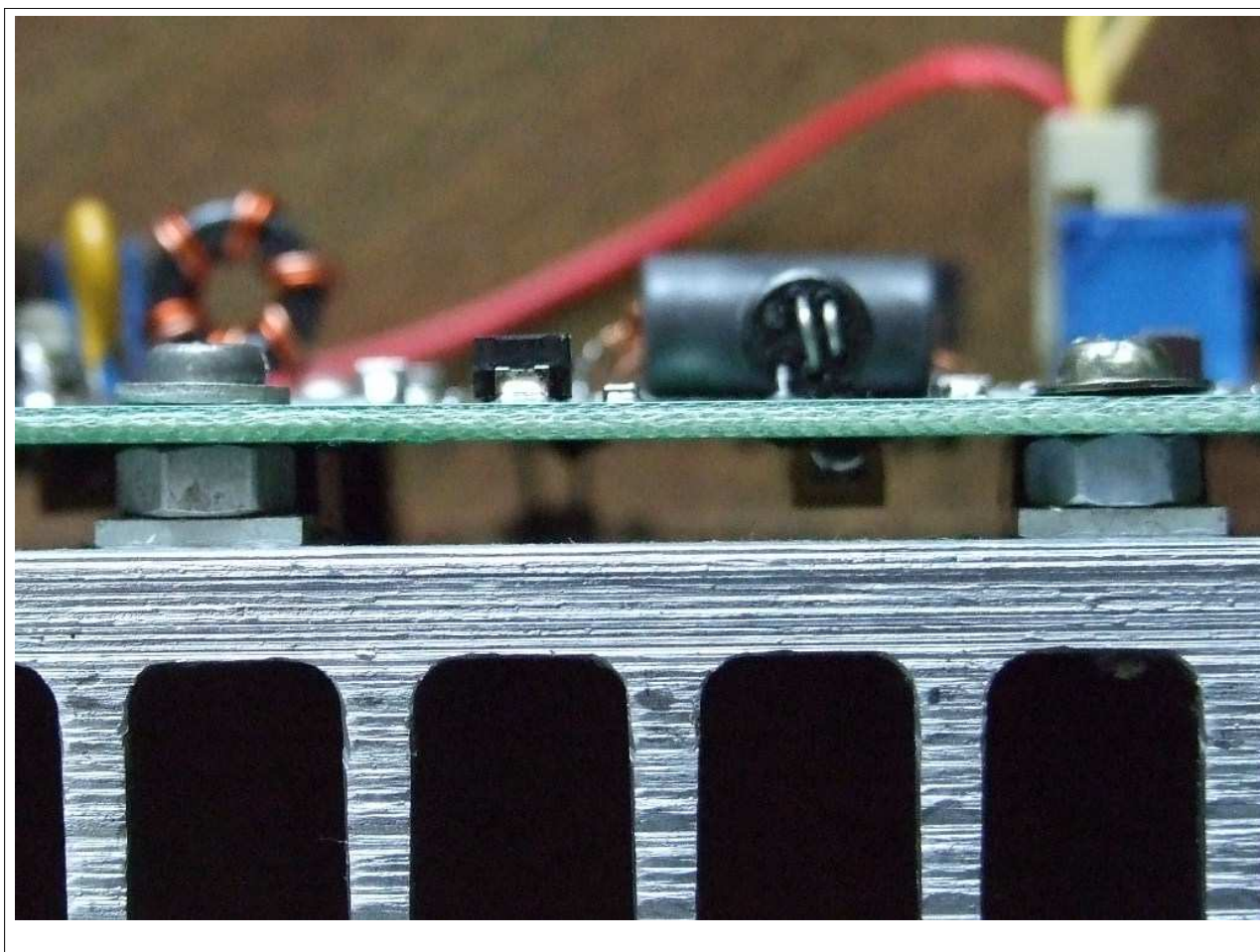
Wartości rezystorów tłumika -6 dB wynoszą R1 i R3 - 150 Om oraz R2 - 37 Om.

Wartości rezystorów tłumika -12 dB wynoszą R1 i R3 - 84 Om oraz R2 - 93 Om.

Ponieważ takich wartości nie znajdziemy, pola pod rezystory zostały przygotowane jako podwójne do równoległego połączenia po dwa rezystory.



Bardzo ważny jest sposób przymocowania płytki wzmacniacza oraz obudów tranzystorów Q2, Q3 i Q4. Obudowy tych tranzystorów powinny być połączone z radiatorem w celu odprowadzenia ciepła ale również z masą płytki drukowanej. Widać ten sposób mocowania na poniższej fotografii. Warto zwrócić uwagę na podkładki pomiędzy płytką drukowaną a płaskownikami obudowy tranzystorów Q2, Q3 i Q4. Na miejsca styku tranzystorów Q2, Q3 i Q4 należy nałożyć specjalną pastę termo-przewodzącą w celu jak najlepszego odprowadzenia ciepła.

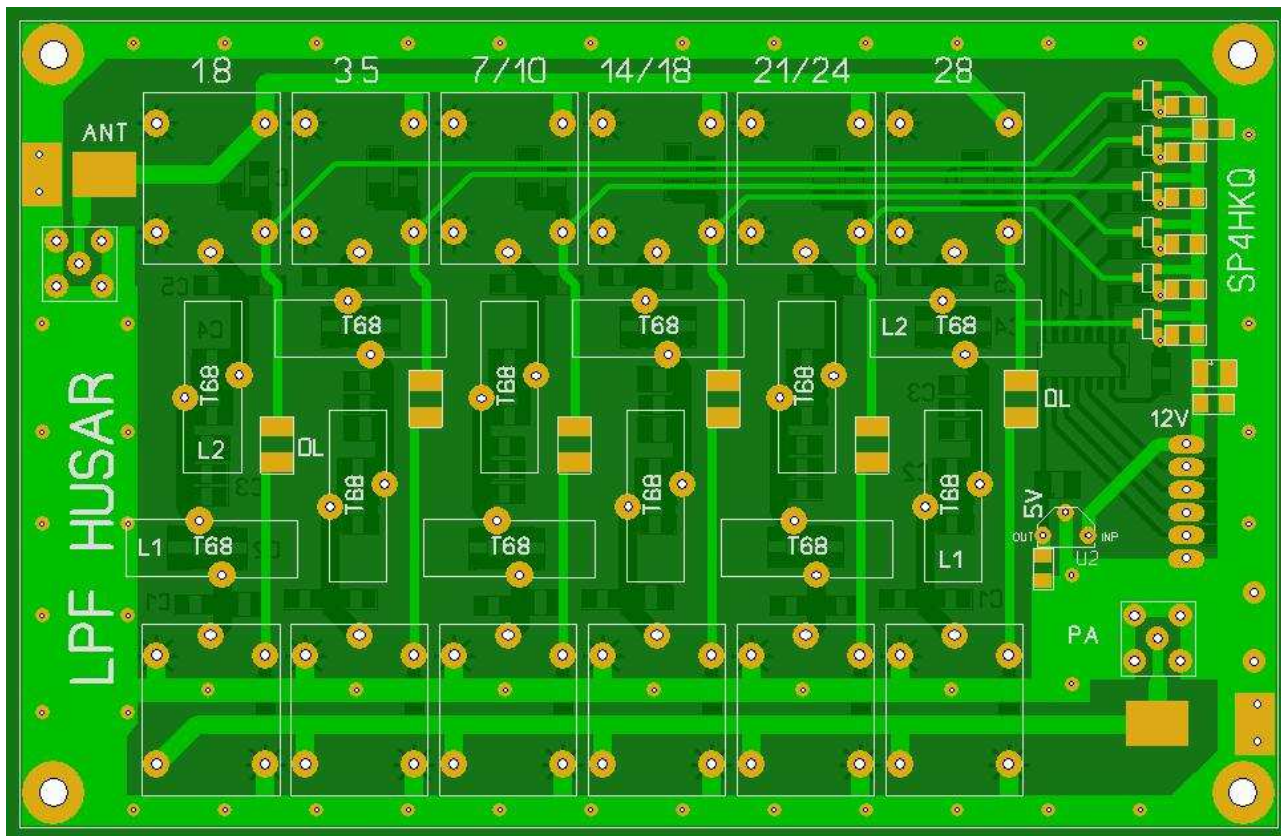


Wartość mocy wyjściowej 15 watów dotyczy zasilania stopnia końcowego napięciem 13.6 V. Natomiast zasilając napięciem 16.5V można uzyskać moc wyjściową 18-20 watów.

2.6. Filtr dolnoprzepustowy w.cz. - LPF.

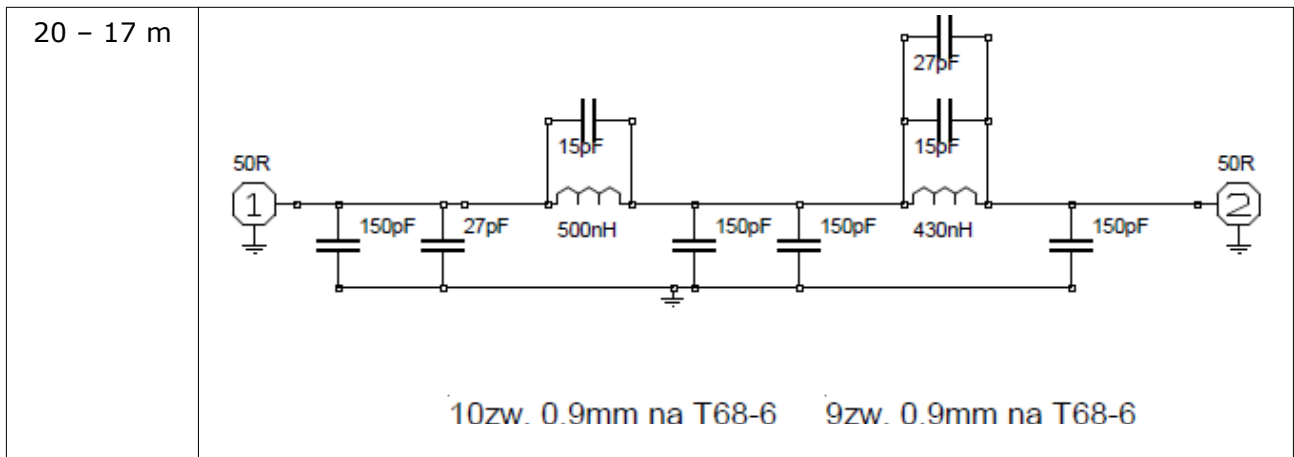
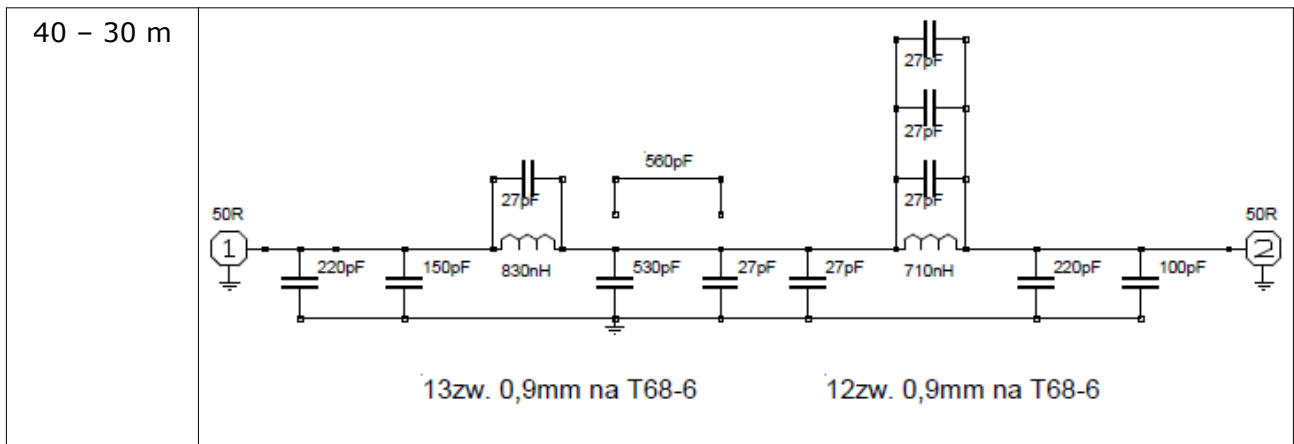
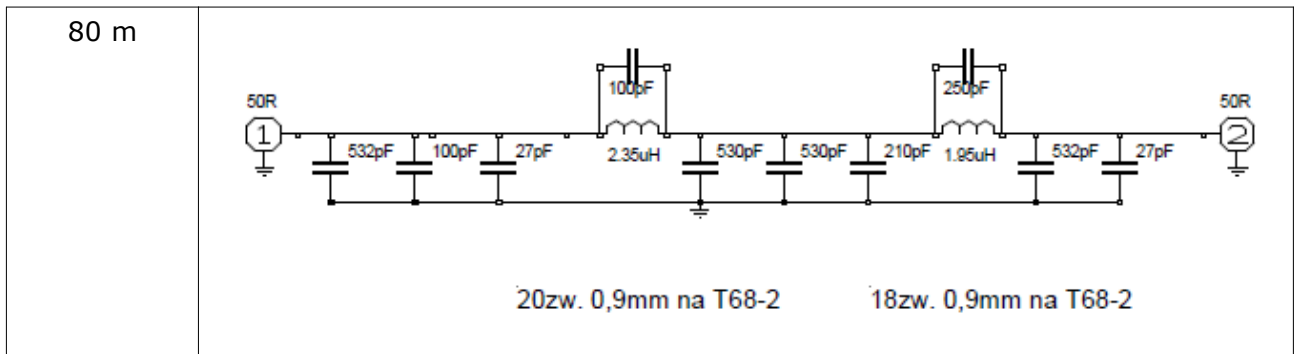
Moduł filtrów dolnoprzepustowych LPF do Husarka wykonany jest na płytce fabrycznej. Wymiary płytki wynoszą 90x140mm, przełączniki 12V typu JZC-6F, rdzenie od T68 Amidon, kondensatory SMD CG0 500V. Dane rdzeni, uzwojeń, wartości kondensatorów i drutu nawojowego są podane w poniższej tabeli. Moc wyjściowa wzmacniacza Husarka to 15-20 watów, więc dla tej mocy możliwe jest zastosowanie mniejszych rdzeni T50. Należy jednak przeliczyć uzwojenia dla tych samych indukcyjności cewek.

Widok płytki drukowanej jest przedstawiony na poniższej ilustracji.

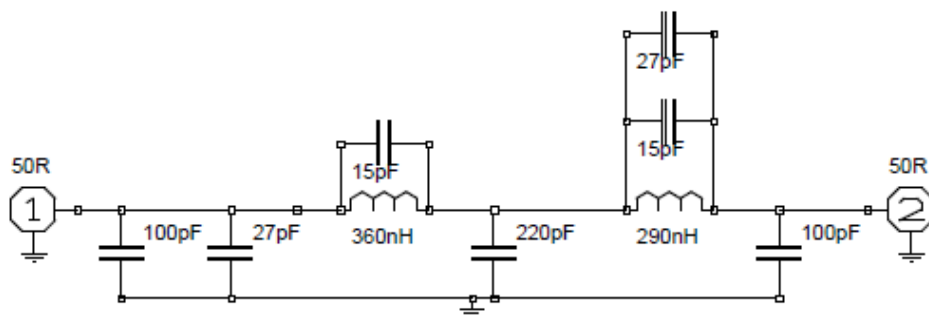


Schematy poszczególnych pasm filtrów LPF są przedstawione w poniższej tabeli.

Pasmo	Schemat ideowy
160 m	<p style="text-align: center;">29zw. 0,6mm na T68-2 24zw. 0,6mm na T68-2</p>



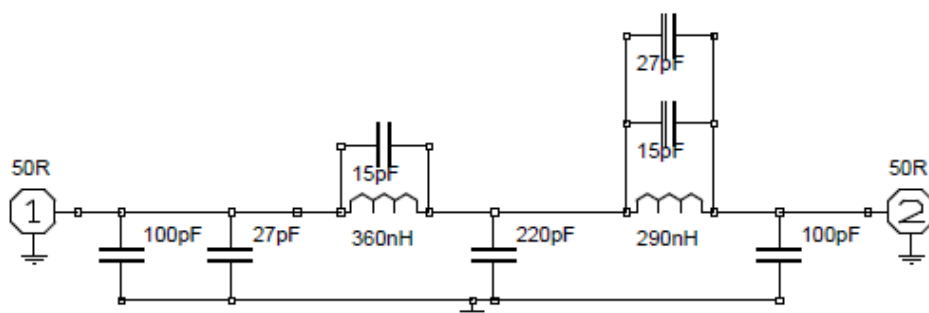
15 - 12 m



9zw. 0,9mm T68-6

8zw. 0,9mm T68-6

10 m



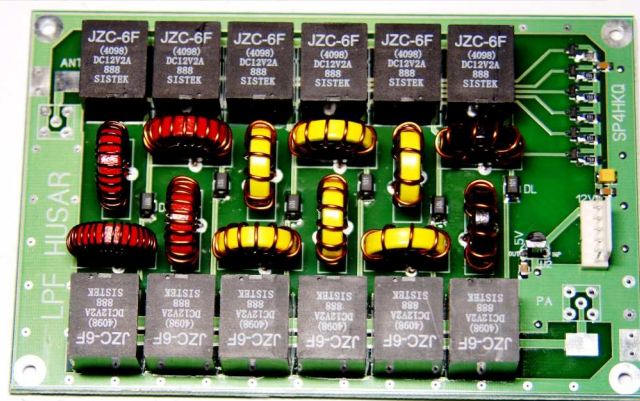
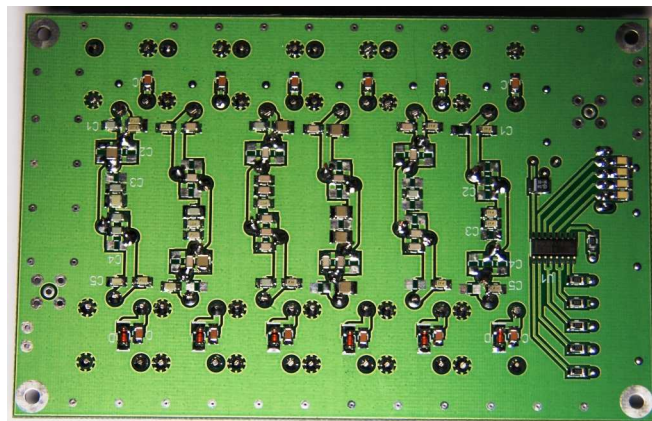
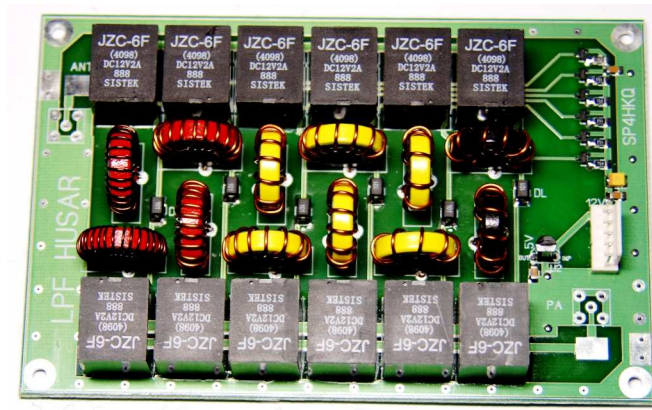
9zw. 0,9mm T68-6

8zw. 0,9mm T68-6

Stosowane kondensatory są obudowach SMD i są dostępne w HFO w dość atrakcyjnych cenach. Większość wartości jest zgodna, niestety wszystkie 560pF są w przedziale 525...535pF a 470pF w przedziale 460...490pF. Dlatego na schemacie ideowym występują takie wartości jak 530, 532, 490pF (rzeczywiste wartości posiadanych kondensatorów). Większość kondensatorów ma na płytce drukowanej po trzy pola SMD do składania różnych wartości, na wejściu i wyjściu trzeba składać kondensatory piętrowo na "kanapkę".

Dokładna wartość indukcyjności zależy nie tylko od ilości zwojów na rdzeniu ale również od sposobu nawinięcia. Ściskanie uzwojenia zwiększa indukcyjność cewki a rozsuwanie ją zmniejsza. Przed wlutowanie cewki należy dokonać jej pomiaru i skorygować indukcyjność zmieniając odległość pomiędzy poszczególnymi zwojami. Wszystkie uzwojenia zostały nawinięte na prawie całym obwodzie rdzenia. Górne pasma zostały pogrupowane na sztywno na dekodерze LS145 (suma na wyjściach OC) tak jak w opisach plików symulacyjnych.

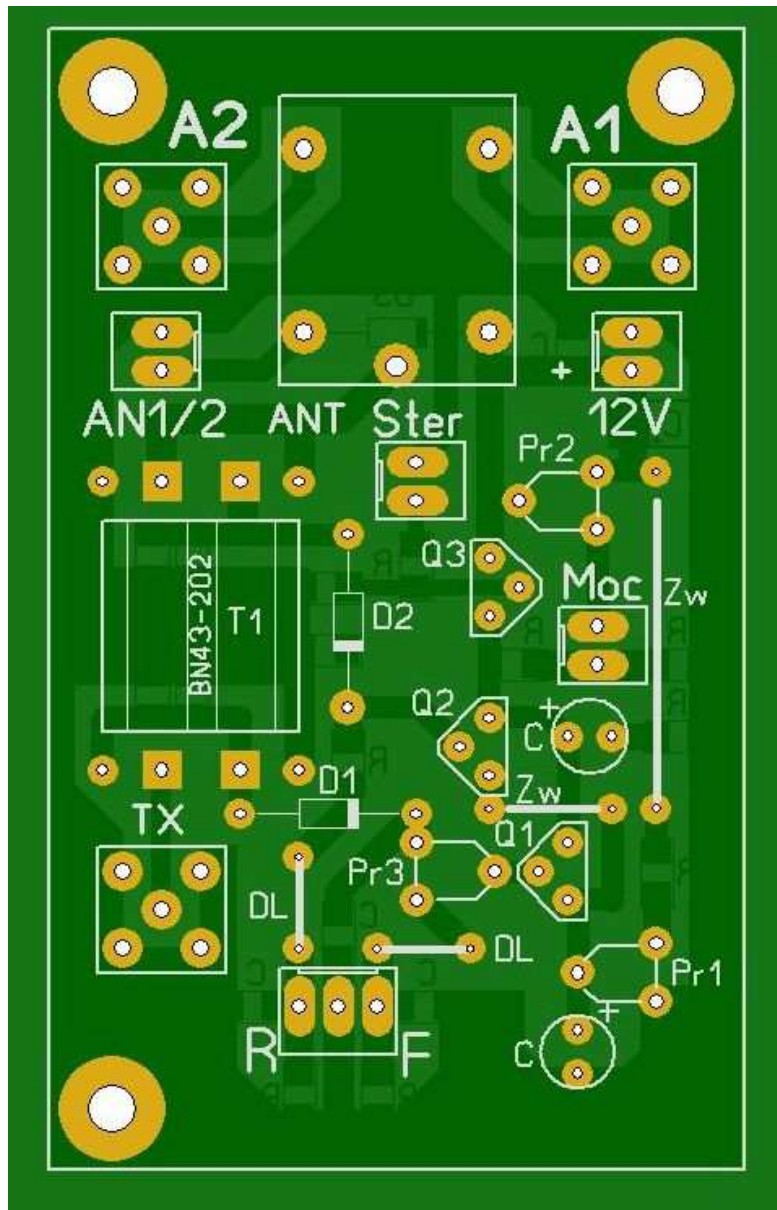
Widok zmontowanych filtrów LPF są przedstawione na poniższych fotografiach.



2.7. Płytki antenowa.

Pomiar następuje przez przekładnik prądowy obciążony na wszystkich wrotach opornością 50 Om. Ma on przełożenie 1/20. Przy mocy 16-20 W na oporności anteny odkłada się napięcie 82-90 Vpp. Więc napięcie pomiarowe po prostowniku szczytowym wyniesie ok 4.1-4.5 V. Regulację mocy na płytce PA HUSAR realizujemy sterując prądowo diodami PIN tłumika wejściowego. Na płytce antenowej tą funkcję pełni sterowane napięciem z potencjometru P1 źródło prądowe wykonane na tranzystorze Q3. Rezystory R6 i PR2 ograniczają zakres regulowanej mocy. Natomiast tranzystory Q1 i Q2 realizują zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem SWR (powyżej 3) gdy pracujemy pełną mocą PA. Pomiar SWR będzie realizować synteza SP-HM. Wykorzystane przetworniki procesora wymagają aby maksymalnie napięcie pomiarowe nie przekroczyło 1V. Dlatego oporniki R14 i R16 przy gnieździe R F muszą być dobrane na tę wartość wyjściowego napięcia.

Widok płytki antenowej przedstawia poniższa ilustracja.

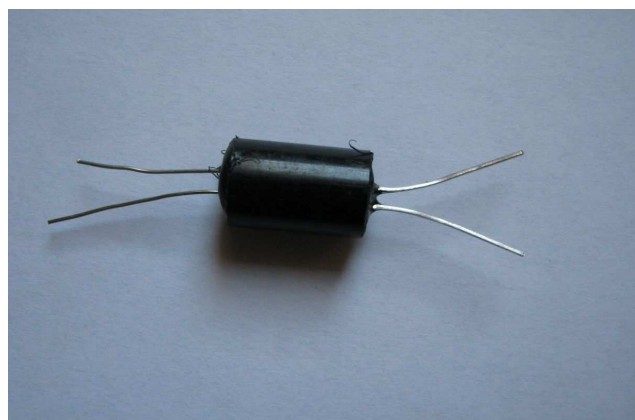
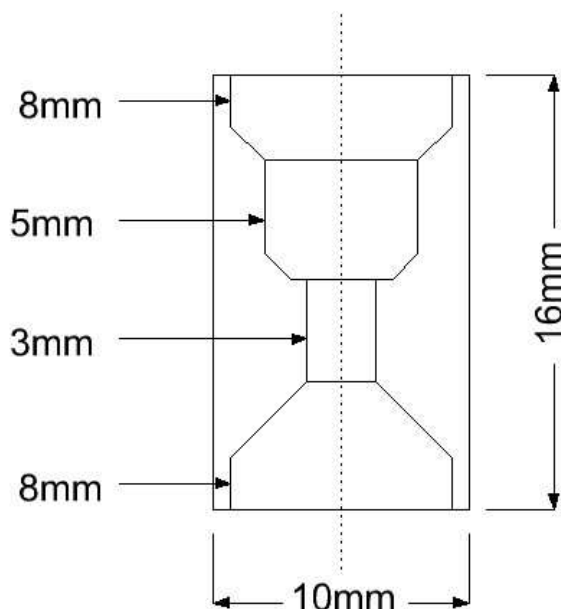


2.8. Wykonanie transoptora do kompresora.

Obudowę można wykonać z plastiku jak i aluminium. Może to być pręt kwadratowy jak i okrągły. Dla przykładu pokazano jak wykonano to z czarnego tworzywa, okrągłego pręta o nazwie technicznej POM, według poniższego rysunku. Jest to bardzo dobry materiał do obróbki mechanicznej.

Typ użytego fotorezystora to GL5616D. Można go nabyć w cenie ok. 1.00 Zł. Dioda świecąca o średnicy 3 mm koloru czerwonego. Najpierw wkładamy w otwór o średnicy 5 mm fotorezystor i zalewamy jego wyprowadzenia gorącym czarnym klejem, tak aby wypełnił otwór o średnicy 8 mm. Po ostygnięciu kleju wkładamy diodę, aby dotykała do fotorezystora i wyprowadzenia też zalewamy klejem. Należy zwrócić uwagę, aby wyprowadzenia fotorezystora u diody leżały w jednej płaszczyźnie. Wykonany według poniższego rysunku transoptor będzie pasował do zamieszczonej dokumentacji płytki.

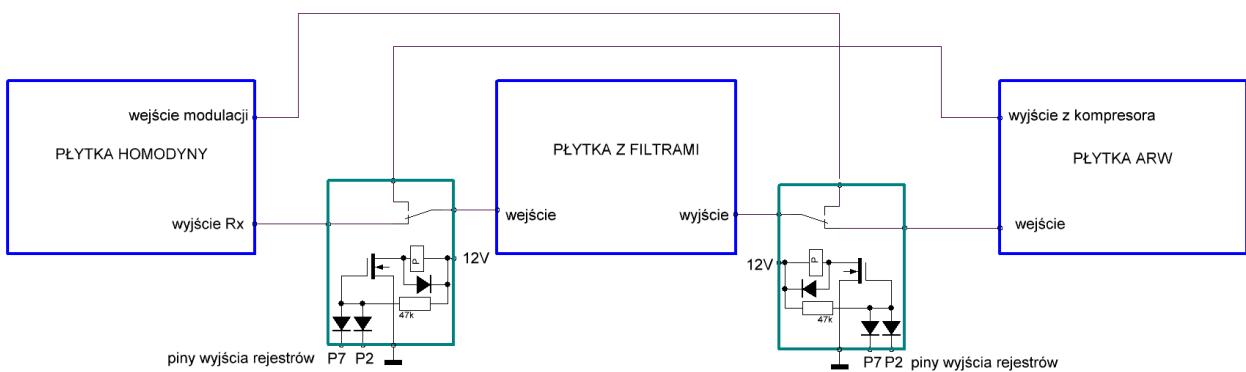
Tulejka optorezystora



2.9. Przełączanie filtru akustycznego CW/SSB do toru RX/TX.

W rozwiązaniu podstawowym filtr akustyczny CW/SSB jest wykorzystywany zarówno dla toru odbiornika i nadajnika.

Schemat przełączania filtru akustycznego jest przedstawiony poniżej.



Schemat przełączania filtrów mcz V2

04/2014 sp5bmp