

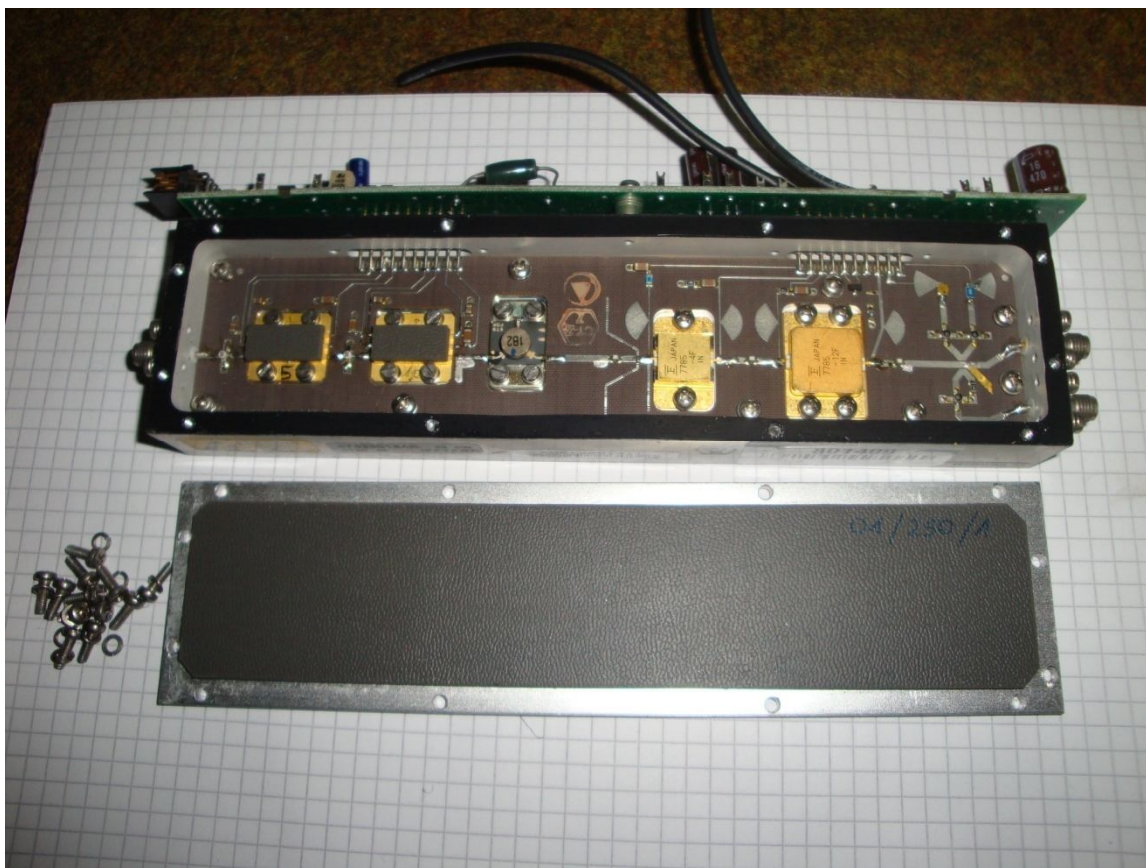


KŁODZKA GRUPA EME
SP6JLW SP6OPN SQ6OPG
JO80JK

Zjazd Techniczny PK UKF Morawa 2017

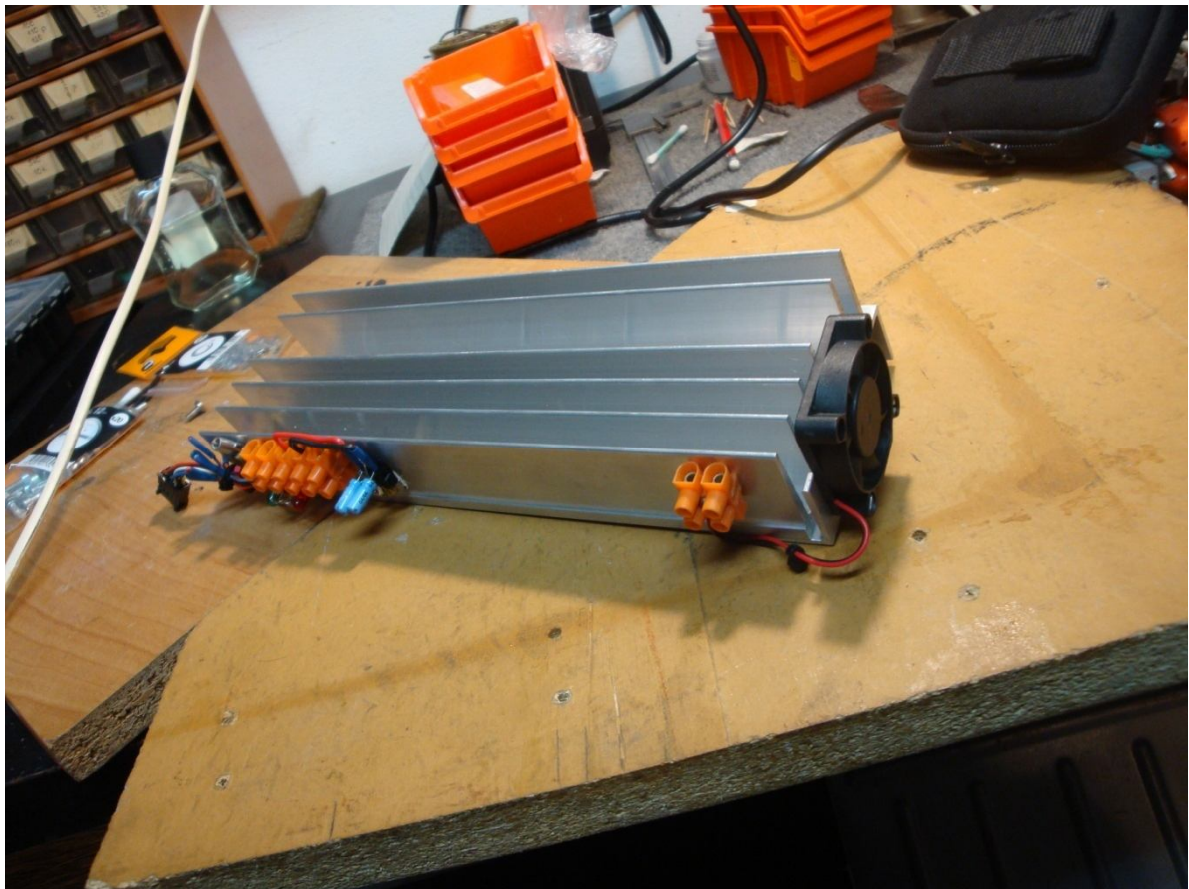
Problematyka sumowania 8 wzmacniaczy mocy na pasmo 5.7 GHz

W artykule tym opisujemy, jak można wykorzystać moduły PA 8GHz firmy ALCATEL do budowy wzmacniacza QRO na pasmo 5.7GHz.

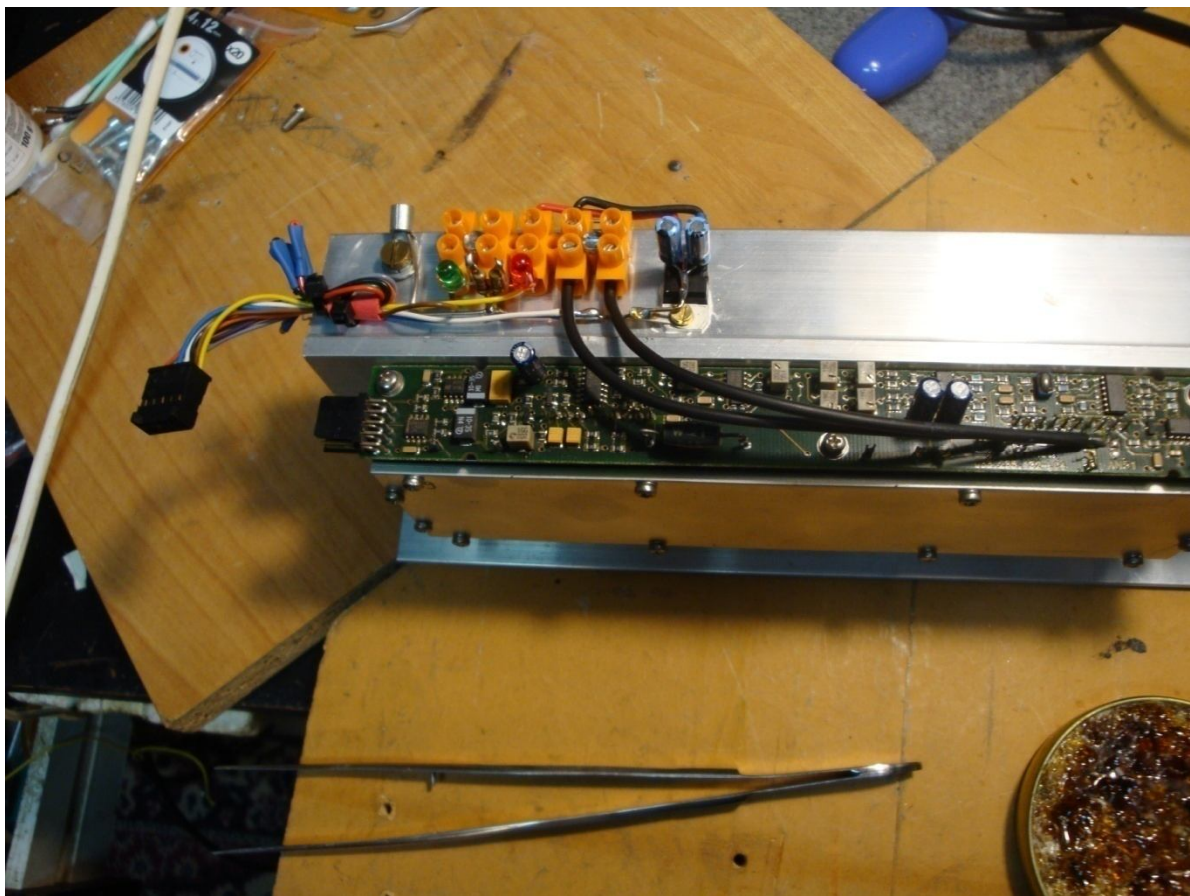
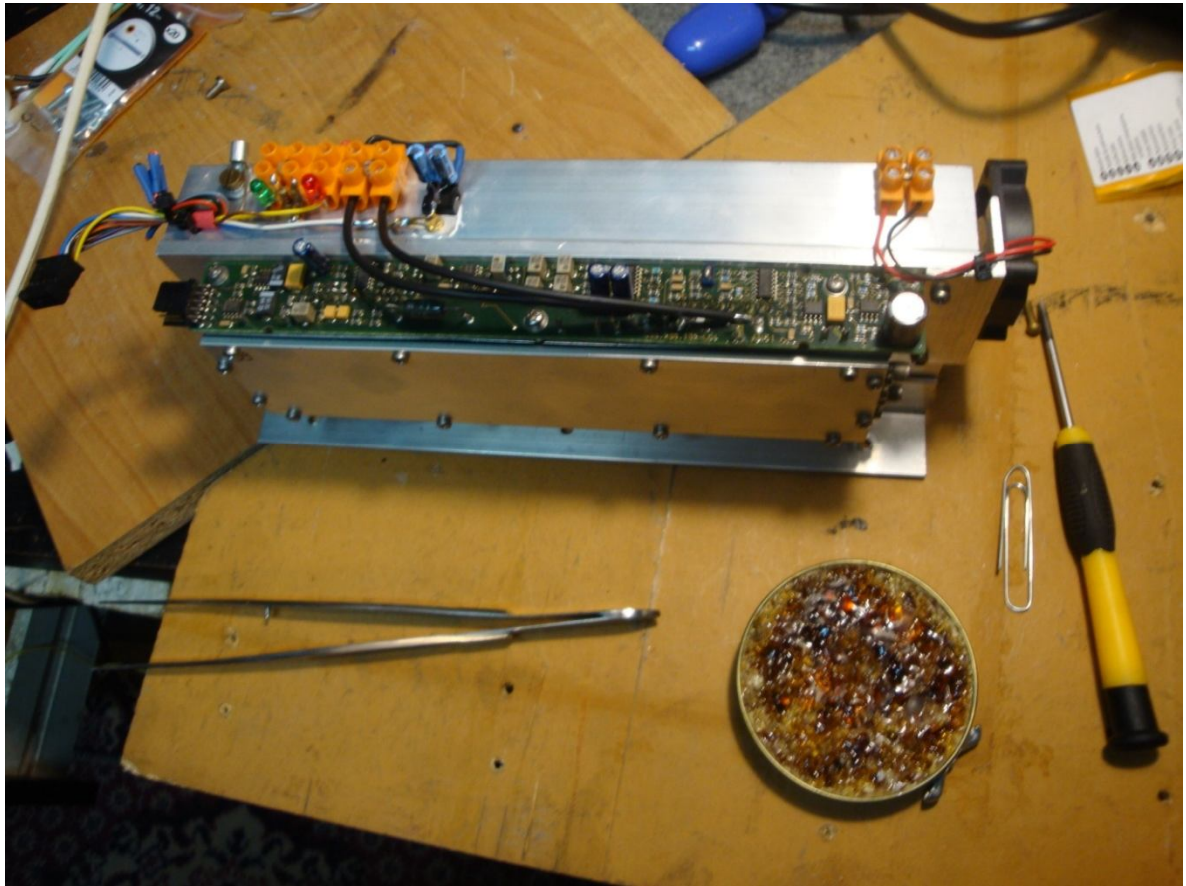


Wzmacniacze te bez większych problemów można zaadoptować na nasz zakres 5.7 GHz. Metody przestrajania zostały opisane przez kolegów i są dostępne w internecie, więc nie będziemy tego opisywać w tym artykule. Szczegółowe informacje można uzyskać od Staszka SP6GWB i z artykułu kolegi F5DQK, który dostępny jest na Forum Mikrofalowym. Z naszego doświadczenia wynika jedna uwaga, wzmacniacze te sterują się z bardzo niskiego poziomu sygnału wejściowego (ok. 100 μ W). Sygnał na poziomie kilku mW powoduje uszkodzenie wstępnego wzmacniacza hybrydowego. Wzmacniacze przestrajane były na specjalnym stanowisku pomiarowym. Wejście i wyjście

Wzmacniacze zamontowane są na oddzielnych radiatorach. W normalnych warunkach pracy, tak rozwiązane chłodzenie jest wystarczające, ale przy pracy EME, gdy orbita Księżyca jest blisko orbity Słońca, blok antenowy (zamocowany jest w rejonie ogniska anteny) nagrzewa się i wtedy konieczne jest dodatkowe chłodzenie, do czego służy niewielki wentylator. Na radiatorze zamontowana jest listwa zaciskowa do podłączenia kabli zasilających, diody LED sygnalizujące zasilanie (zielona -8V, czerwona +10.7Vtx) oraz stabilizator 7806. Stabilizator zasilany jest z napięcia +10.7Vtx. We wszystkich wzmacniaczach ustawione są takie same prądy spoczynkowe tranzystorów, drivera (2.2A) i PA (1.6A). Tak przygotowane wzmacniacze, odpowiednio wyselekcjonowane, montowane są po dwa na aluminiowych płytach. Płyty te mocowane są w bloku antenowym w miejscach poprzednich wzmacniaczy.



Radiator



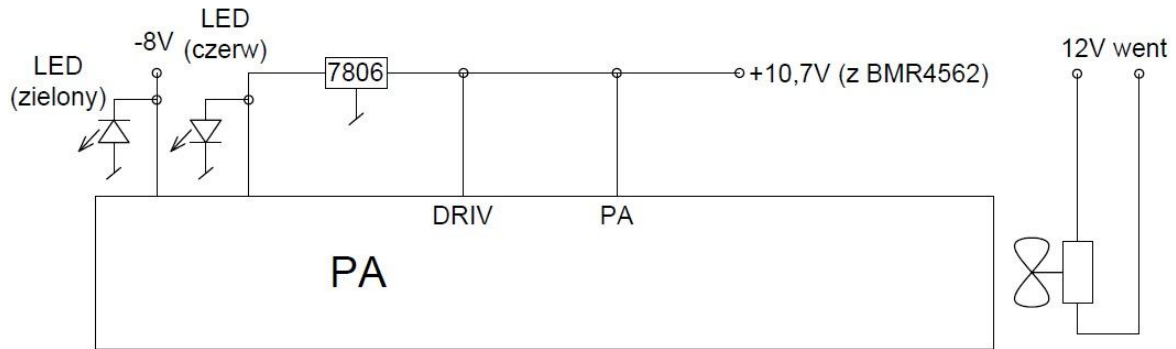
Moduł wzmacniacza przygotowany do montażu.

Zasilanie

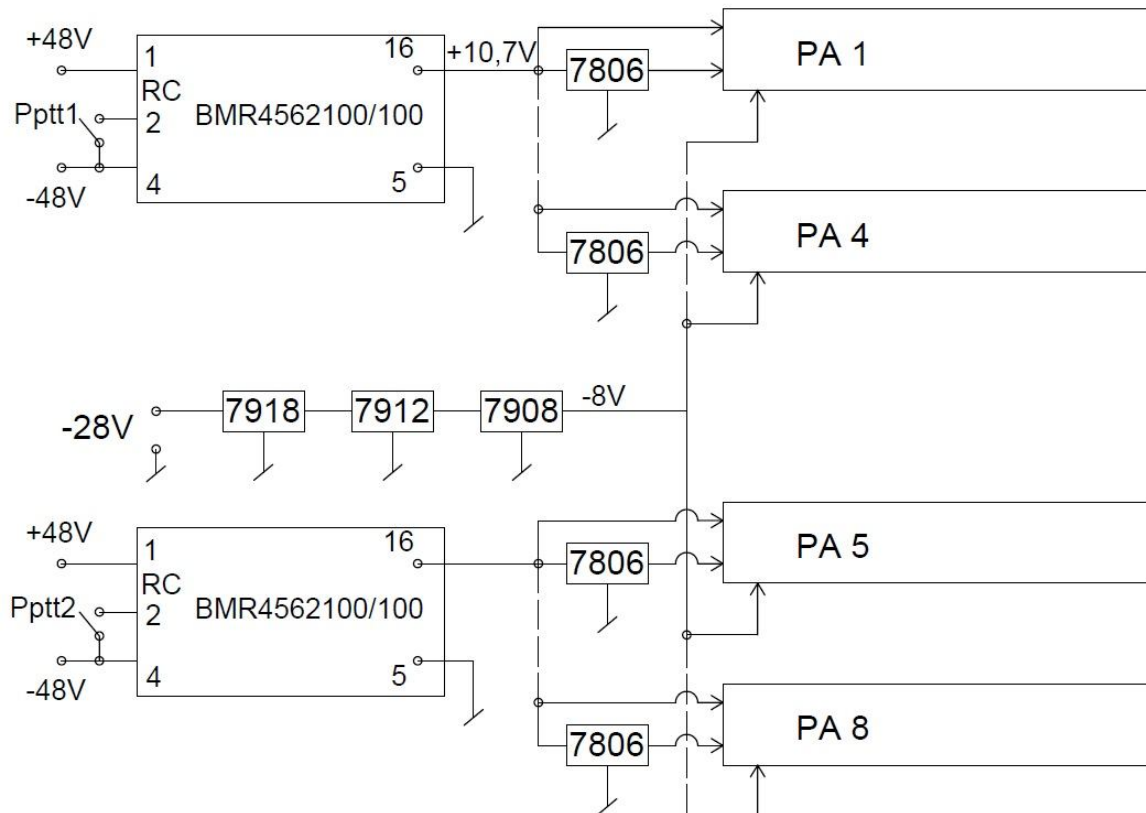
Do zasilania pojedynczego wzmacniacza wymagane są następujące napięcia:

- +6V 40mA
- -8V 20mA
- +10.7V 7A
- -24V 100mA (wentylatory 12V 100mA łączone są w szereg po 2szt)

Zasilanie musi być tak zorganizowane, aby w momencie załączania napięcie -8V pojawiało się, jako pierwsze i przy wyłączeniu zanikało, jako ostatnie. Również przy awaryjnym zaniku zasilania w trakcie pracy wzmacniacza -8V musi zaniknąć ostatnie. Niedopuszczalna jest sytuacja, w której dreny tranzystorów są zasilane przy braku napięcia na bramkach.



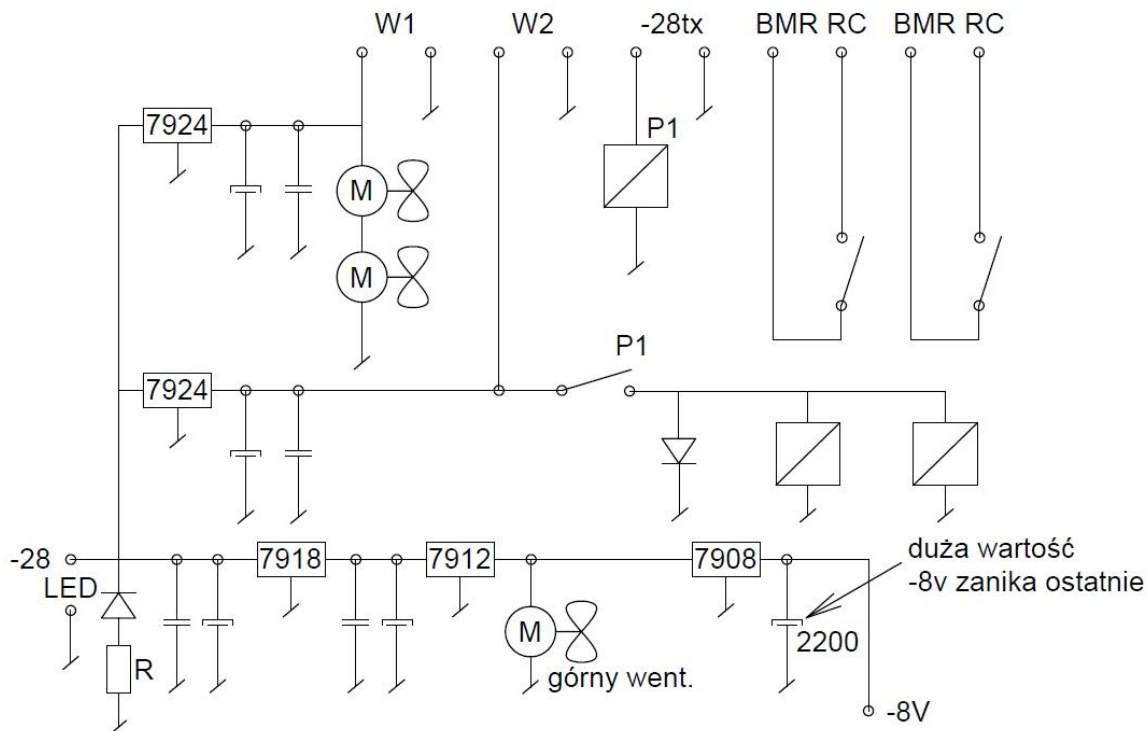
Schemat zasilania pojedynczego modułu PA.



Schemat zasilania wzmacniacza.

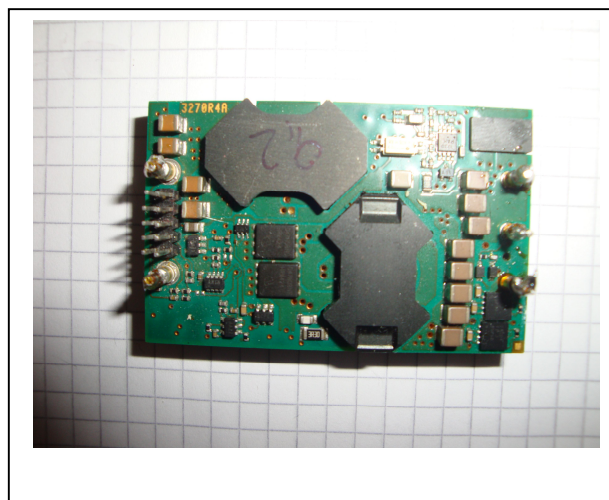
Jak już wcześniej wspomniałem wzmacniacz zamontowany został do istniejącego już bloku antenowego stacji 5.7 GHz. Na „pokładzie” tego bloku jest napięcie $-28V$ i $-28V_{tx}$.

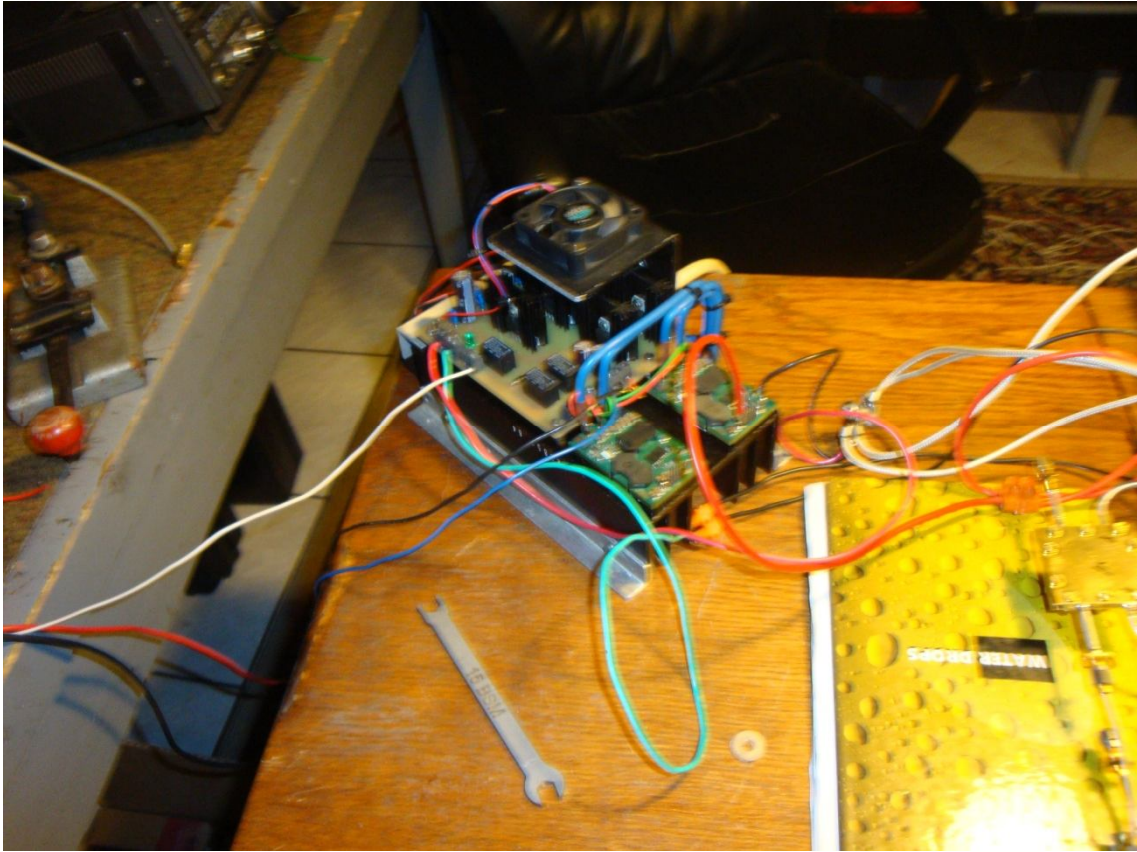
Z tego źródła uzyskujemy napięcie $-8V$ a $-28V_{tx}$ uaktywnia przetwornice BMR4562 ($+10.7V_{tx}$). Przy braku napięcia $-28V$, a w konsekwencji $-8V$, niemożliwe uruchomienie zasilacza drenów tranzystorów.



Układ manipulacji RX/TX.

Do zasilania wzmacniacza zastosowano dwie przetwornice BMR4562 10.7V 40A, zasilane zasilaczem **ASCOM 48V 1700W**, znajdującym się w shack'u i sterowane sygnałem PTT na wejściu RC. Zasilacz 48V załączany jest stycznikiem zasilanym z zasilacza $-28V$, co stanowi dodatkowe zabezpieczenie przed podaniem zasilania na dreny tranzystorów przy braku polaryzacji bramek.

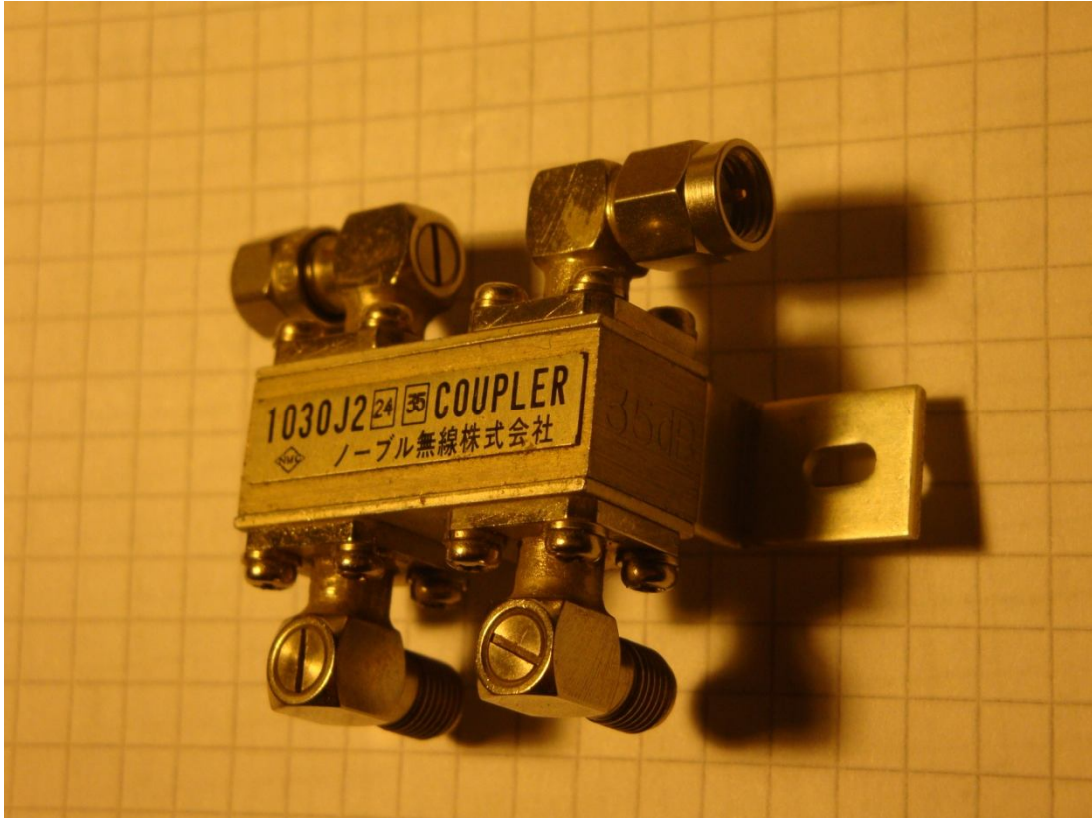




Blok układu sterowania i zasilaczy 10.7V

Sumowanie wzmacniaczy.

Do realizacji tego projektu nabyliśmy 14szt. wzmacniaczy. Przy przestrajaniu okazało się, że nie na żadnej reguły przy doborze rozmiaru jak i położenia „chorągiewek”. Każdy egzemplarz należy traktować indywidualnie. Moce wyjściowe są podobne, różnice nie większe niż 0.5W. Do pomiaru mocy zastosowano sprzęgacz, który pierwotnie pracował w aparaturze na zakresie 6GHz. Ten sam sprzęgacz służy do monitorowania mocy wyjściowej całego wzmacniacza.

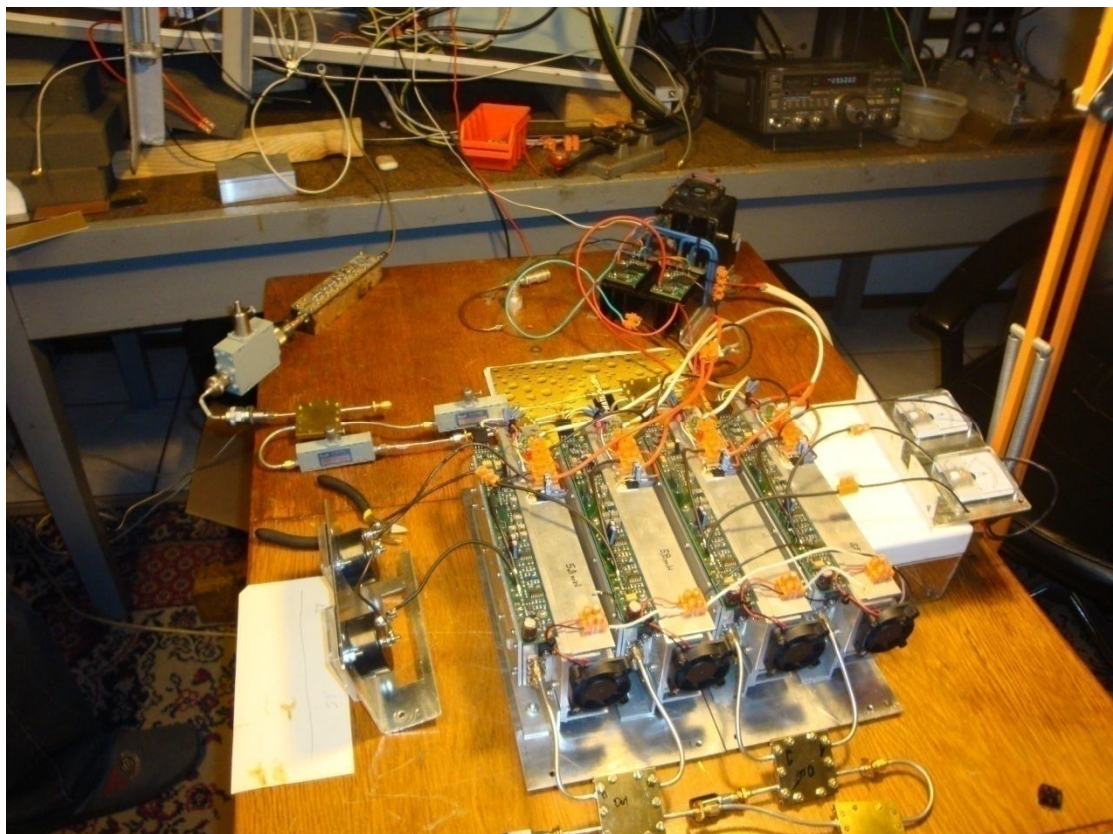


Sprzęgacz wyjściowy.

Pojawił się problem, praktycznie każdy egzemplarz wymagał innego poziomu sygnału wejściowego. Poziom sygnału wejściowego został przyjęty, jako kryterium selekcji i doboru par wzmacniaczy, które można sterować z jednego sprzęgacza. Sprzężenie dwóch modułów pokazało, że nie jest to tak jak przy składaniu klocków lego, tu raczej potwierdza się stare wojskowe przysłowie „żołnierz strzela- Pan Bóg kule nosi”. Każdy wzmacniacz ma inne przesunięcie fazowe, wykonane ręcznie sprzęgacze też nie są idealne, tak, że czasami, zamiana miejscami w parze modułów poprawiała efekty sumowania. Po tej operacji uzyskaliśmy cztery pary o mocach wyjściowych w przedziale 19,5 -21W. Każda para pracuje optymalnie przy indywidualnie dobranym poziomie mocy sterującej. Istotną rolę przy sprzężaniu odgrywa też, jakość złączy koncentrycznych, niedokładne skręcenie złącza powoduje spadek mocy i grzanie opornika na czwartym porcie sprzęgacza. Aby zsumować tak wyselekcjonowane pary należało dobrać odpowiedni poziom sygnału wejściowego. Do tego celu zastosowaliśmy dwa identyczne tłumiki regulowane podłączone do portów wyjściowych sprzęgacza sterującego.



Tłumik regulowany



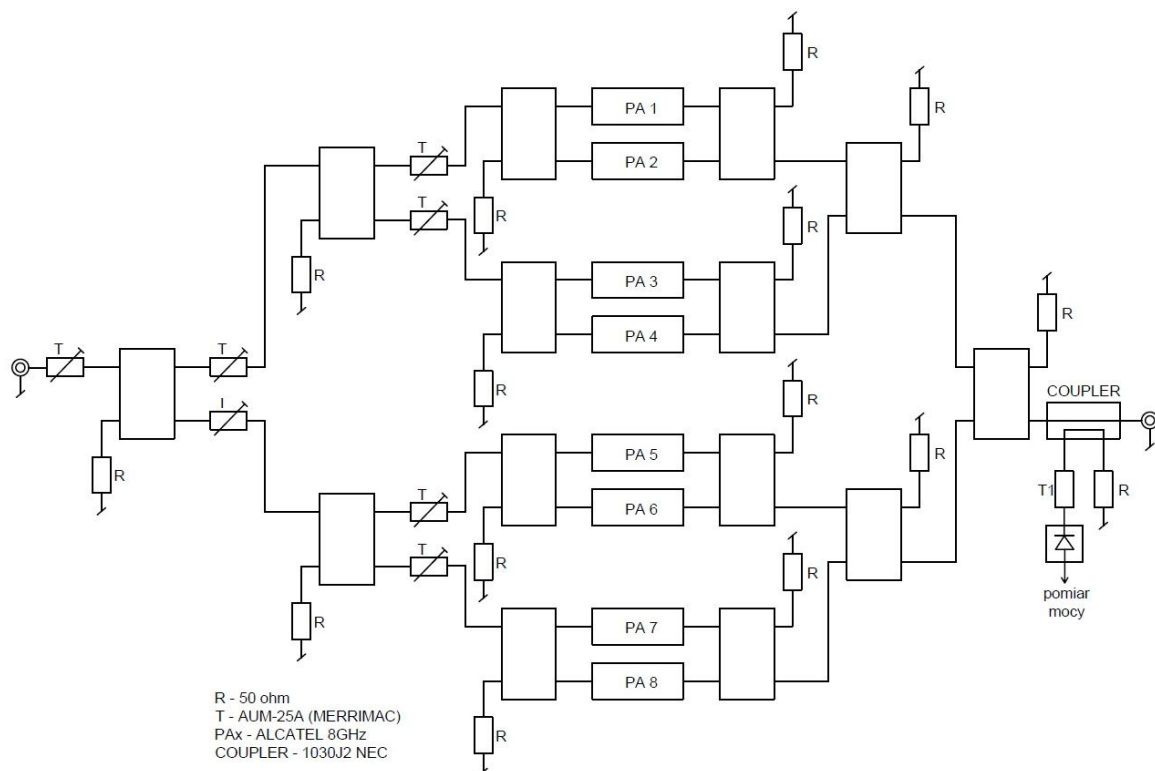
Stanowisko pomiarowe doboru poziomów sygnałów sterujących

Postępując podobnie jak przy selekcji pojedynczych modułów i dobierając wartości tłumienia zestawiliśmy dwa czteromodułowe wzmacniacze:

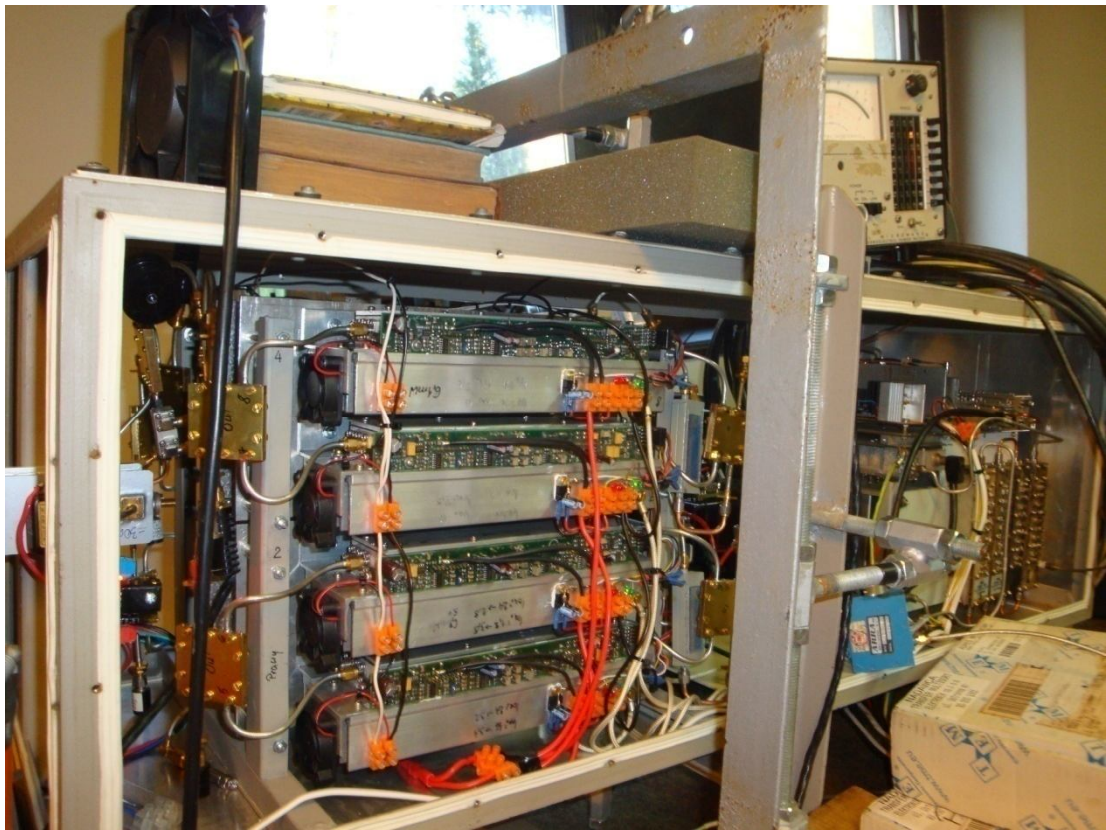
-prawy $P_{out}=40.5W$

-lewy $P_{out}=38W$

Trzeba powiedzieć, że była to bardzo żmudna praca, która zajęła nam parę długich wieczorów. W tym momencie chciałem zakończyć przygodę z sumowaniem wzmacniaczy i mieć w bloku antenowym dwa gotowe stopnie, operacyjny i gotowy do pracy, zapasowy. Upór Jacka doprowadził do tego, że dokupiliśmy brakujące tłumiki i zestawiliśmy wzmacniacz ze wszystkich modułów. Końcowy efekt to, $75W_{out}$ co i tak daje korzystny stosunek ceny do mocy wyjściowej. Orientacyjny koszt całego przedsięwzięcia wynosi ok. 2k złotych. Pod tym adresem umieszczony jest film z pierwszych operacyjnych prób wzmacniacza. <https://www.youtube.com/watch?v=VuOM9DFmFIA>



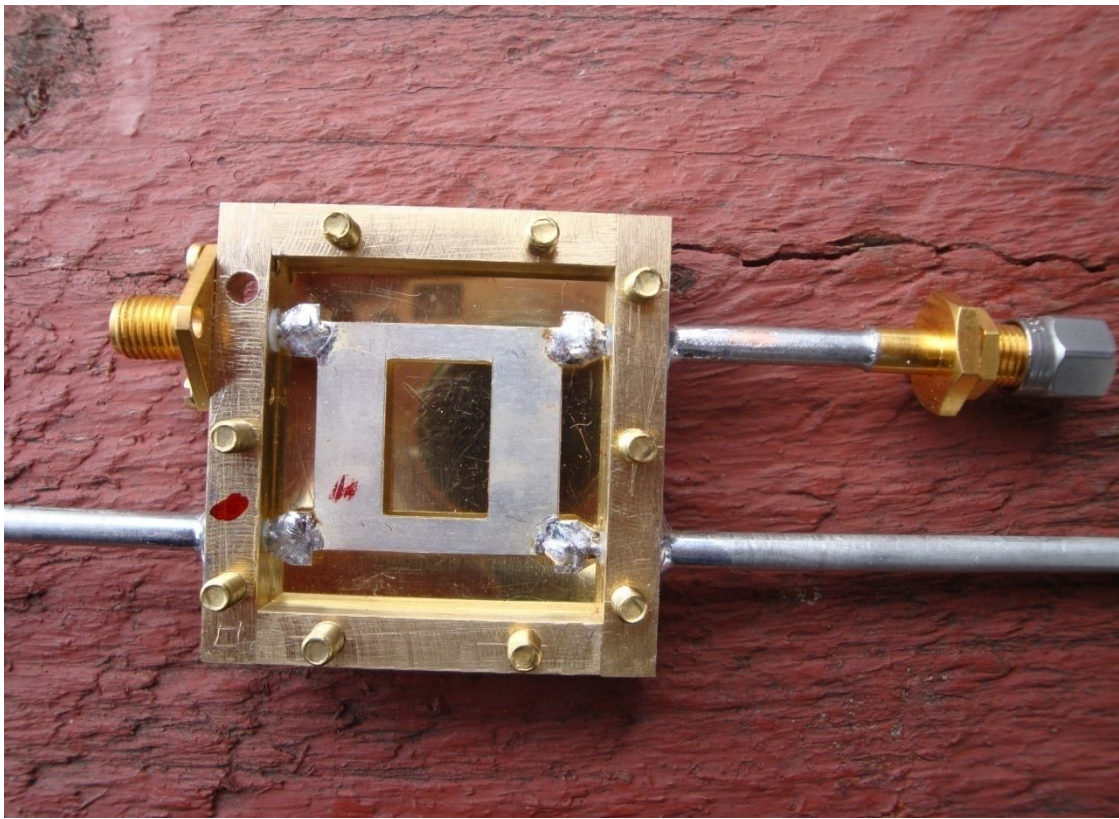
Schemat blokowy 8x PA Alcatel.



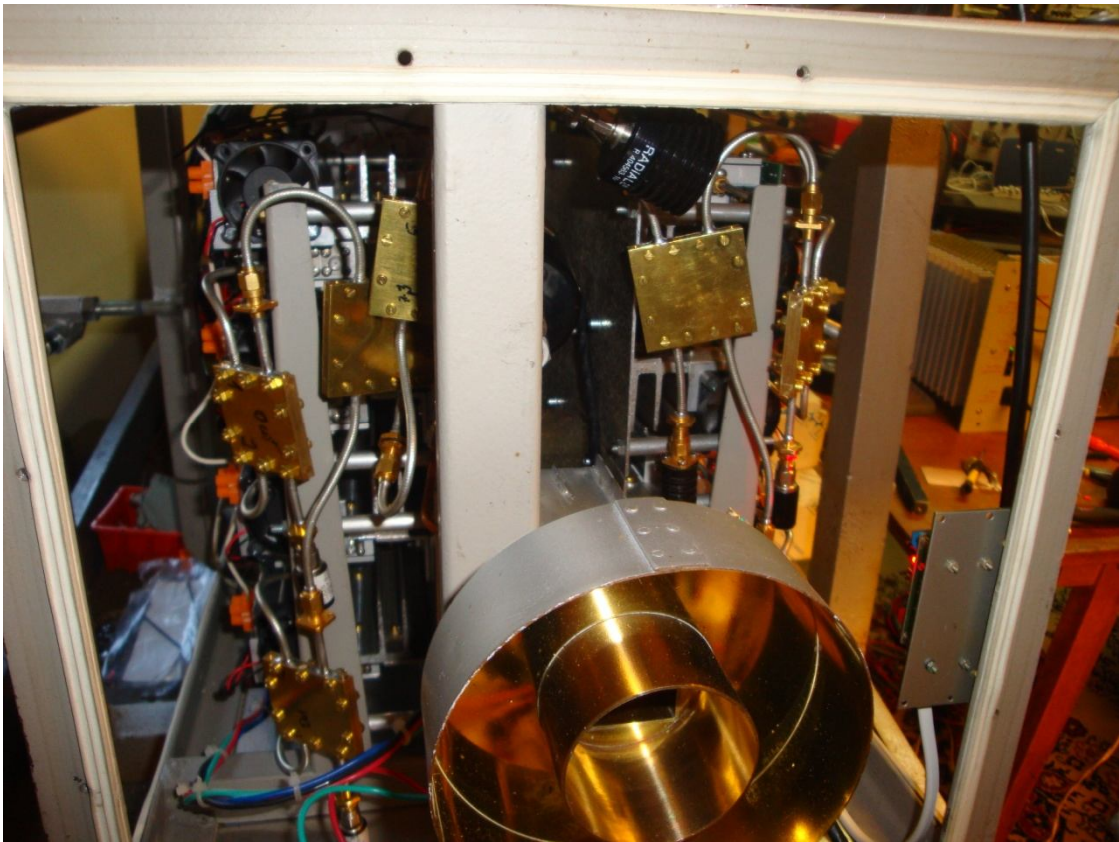
Wzmacniacz 4xALCATEL (prawy)



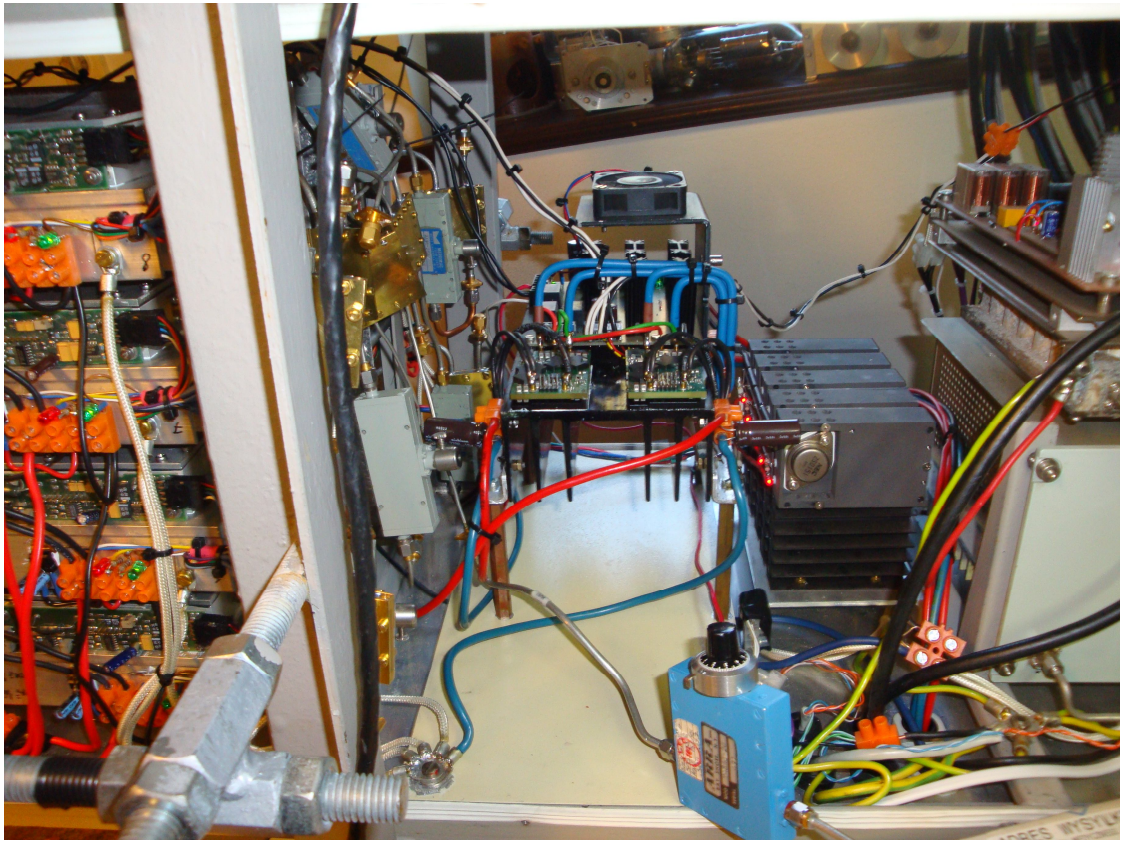
Wzmacniacz 4xALCATEL (lewy)



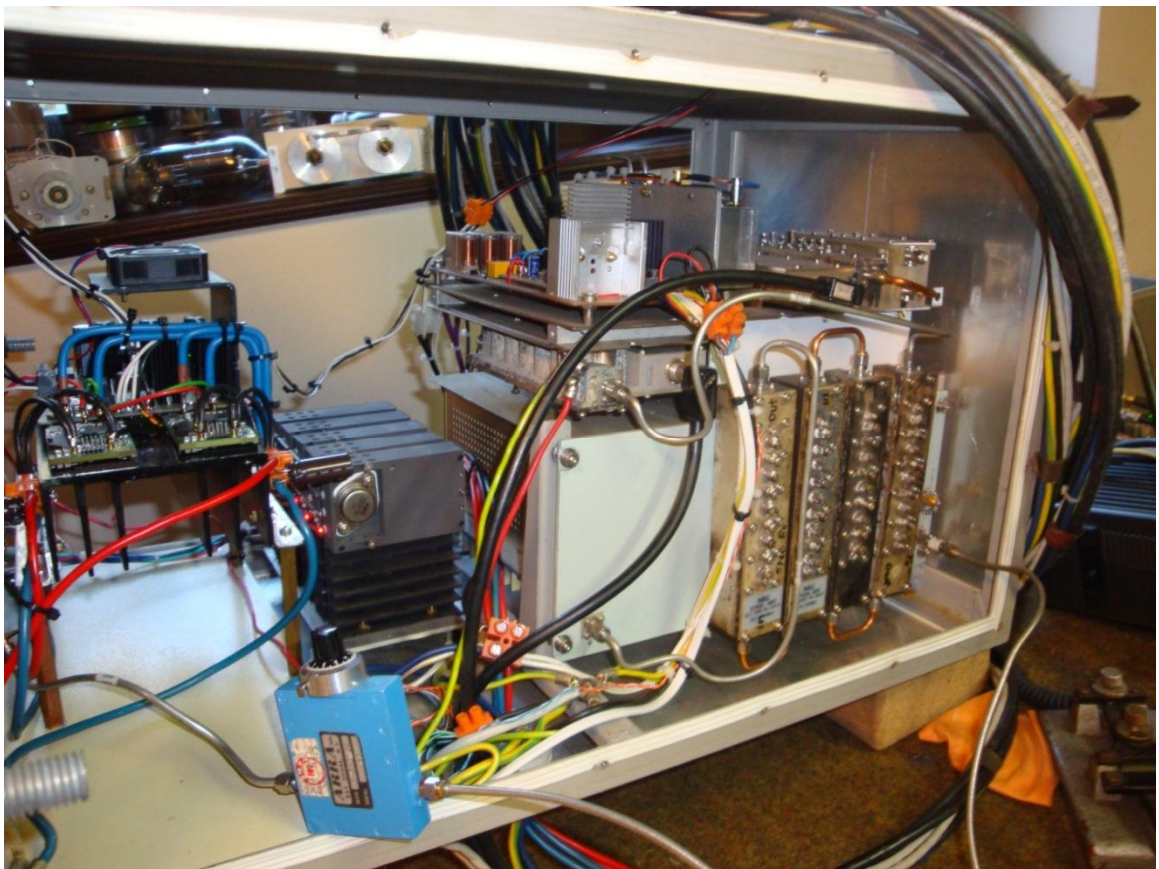
3dB sprzęgacz.



Sprzęgacze wyjściowe.



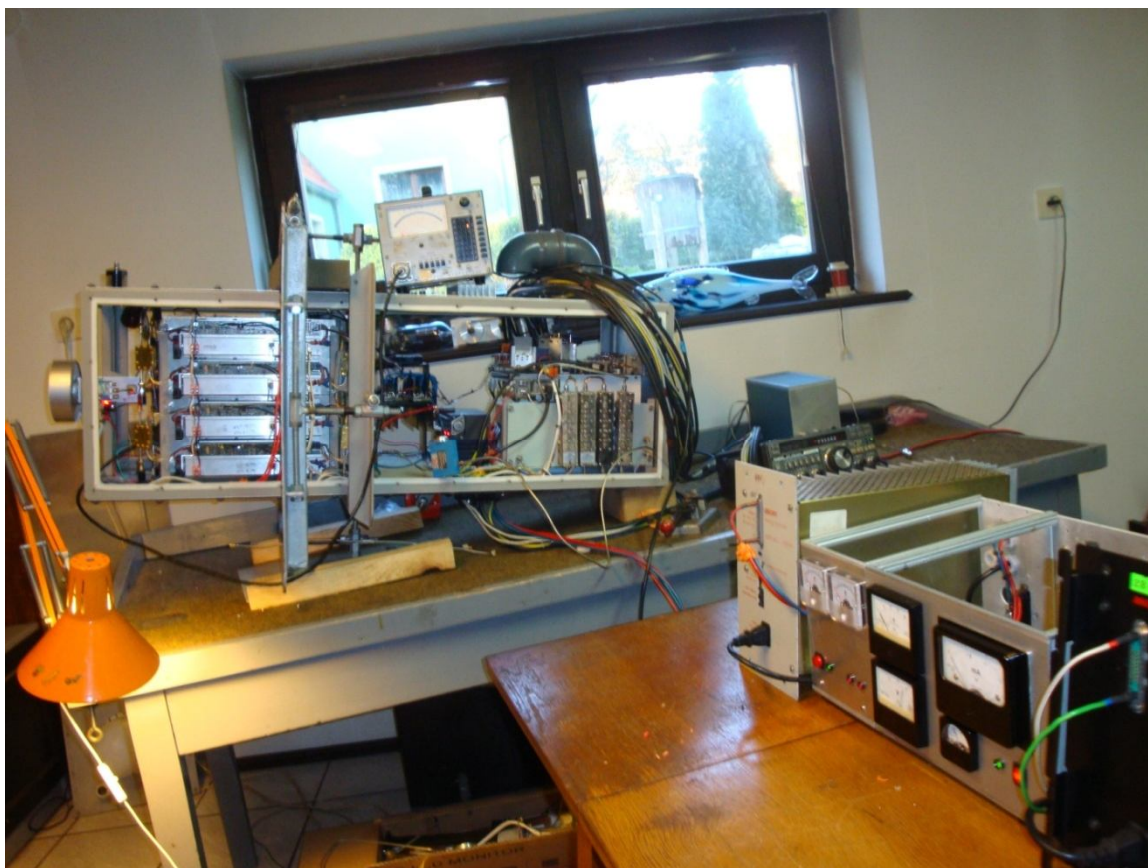
Sprzęgacze wejściowe



Transwerter 5760/70 MHz (NEC 500).



Zasilacze i monitor mocy wyjściowej.



Stacja EME 5760MHz.

Dziękujemy za uwagę

Chętnie odpowiemy na szczegółowe pytania (sp6jlw@wp.pl)

Andrzej Matuszny (SP6JLW)

Jacek Masłowski (SP6OPN)

Paweł Matuszny (SQ6OPG)