

Tematem mojego referatu na X zjeździe technicznym w Zieleńcu był:

Transponder liniowy w pasmach mikrofalowych

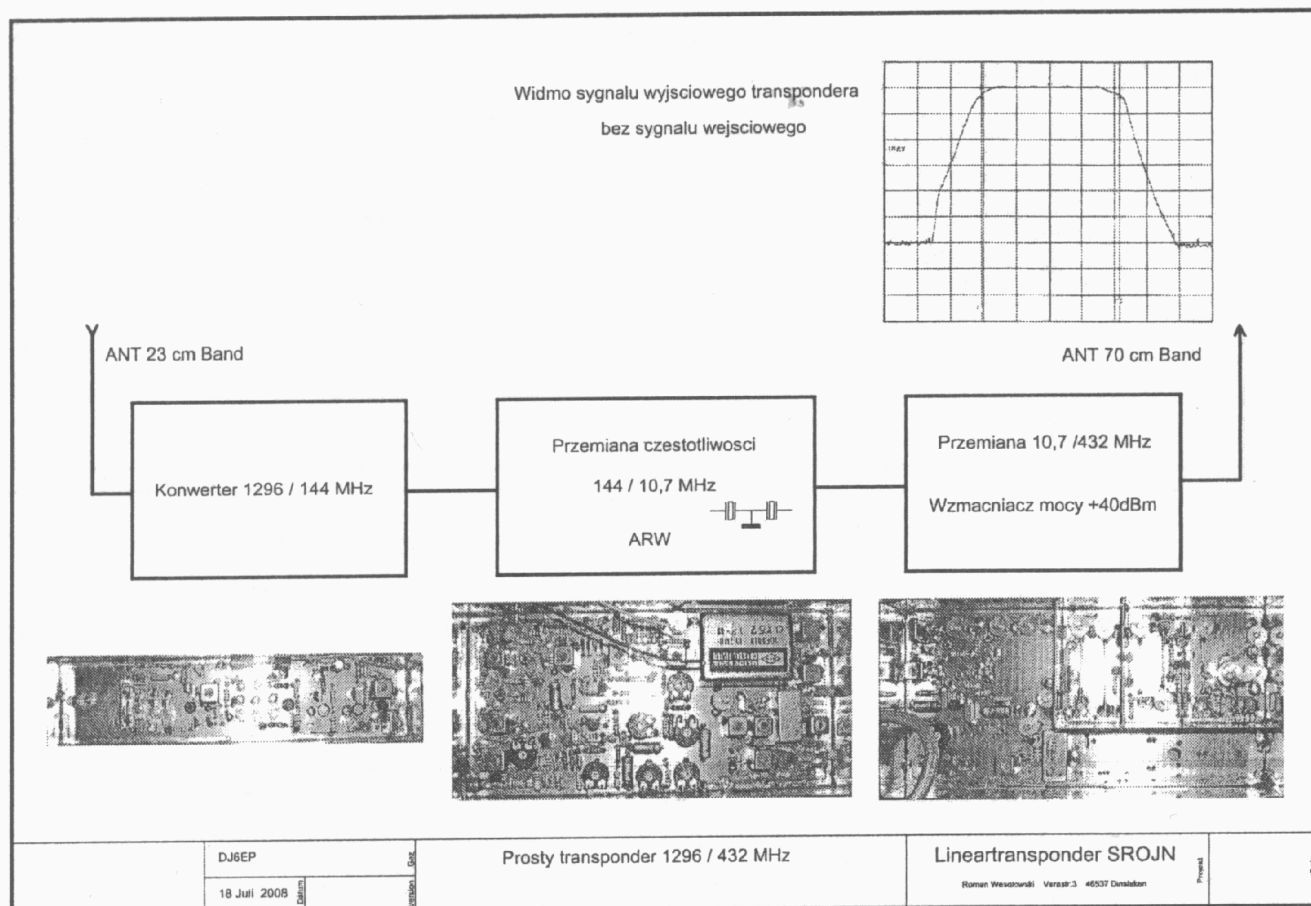
Odpowiedź na pierwsze pytanie: "co to w ogole jest??" znalazłem na stronie hamradio.pl

Przeмиenniki liniowe odbierają pewien wycinek pasma i retransmitują go w innym zakresie częstotliwości. Działa to podobnie jak przemiana częstotliwości w odbiorniku z heterodyną. Dzięki liniowości przeмиennik jest w stanie retransmitować wszystkie rodzaje modulacji o ile mieszczą się w oknie przeмиennika.

<http://www.hamradio.pl/wiki/Przeмиennik>

To interesujące lapidarnie wystawione zdanie jest w pełni sensowne, wyraźnie podkreślono w nim różnice do nieliniowo pracujących przeмиenników FM przeznaczonych do pracy tylko na jednym kanale i przede wszystkim podkreślono możliwość obsłuchiwania własnego sygnału. Wielu z nas słucha bikonów na pasmach mikrofalowych w celu oceny warunków- to jest fakt! Czy stoi coś na przeszkodzie słuchania własnej transmisji w pasmie mikrofalowym celem określenia warunków?

Myślę, że wręcz przeciwnie i chociażby dlatego chciałem prawdziwym mikrofalowcom (zwolennikom DX-ów, zdobywania nowych kwadratów i pokonywania odległości) przyswoić, lub inaczej mówiąc, nakreślić przydatność transponderów.



Rys. 1

Omówiono za tym

- Zasady pracy

Następnym punktem była:

- Praktyczna demonstracja prowadzenia łączności

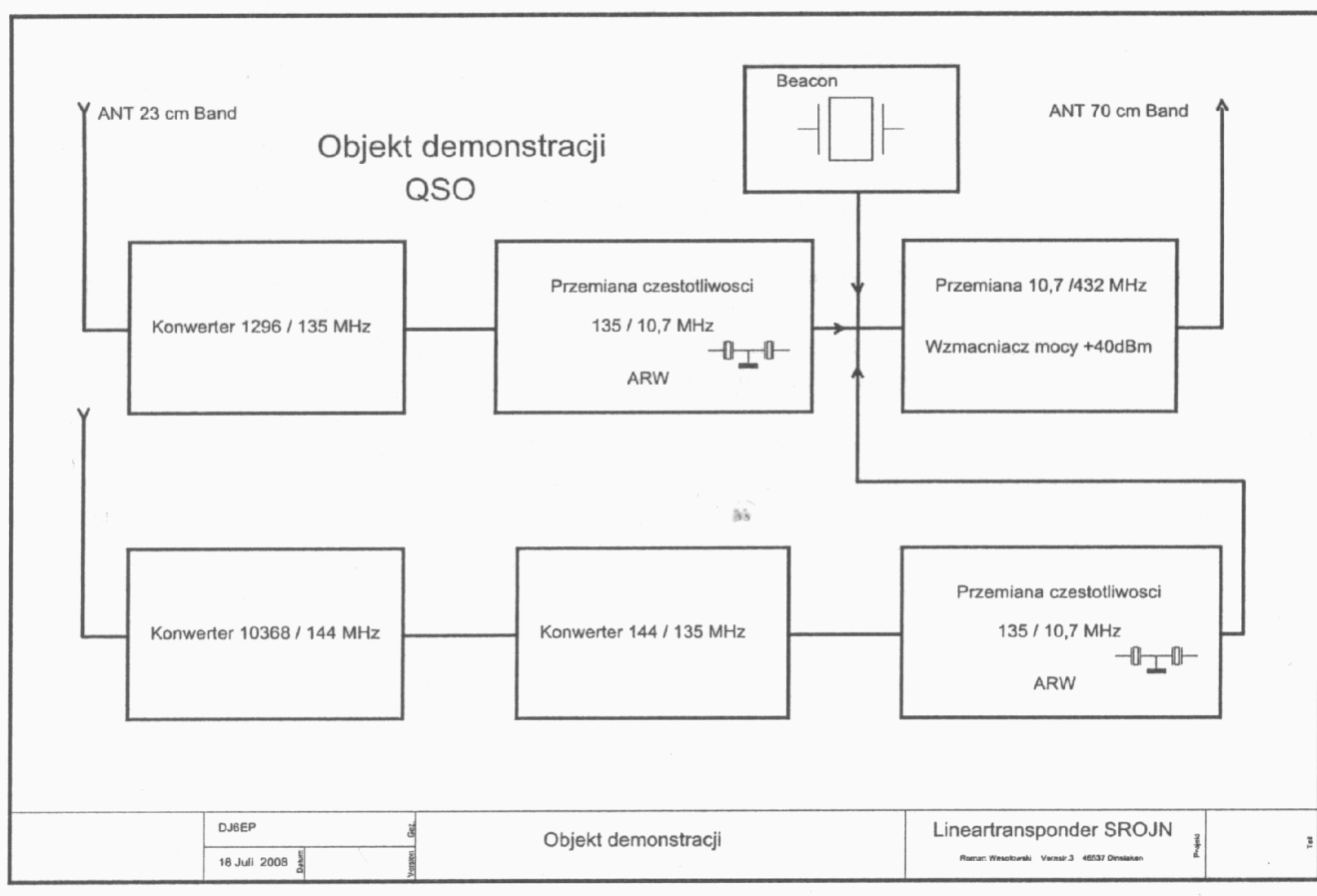
Do tego celu wykorzystałem ustawiony w sali konferencyjnej transponder SR0JN z wyłączonym stopniem mocy.

Korzystając z pomocy Staszka SP3DRT i Michała SP3WYP (ktorzy wchodzili na wejście 23cm transpondera, ja używałem wejścia 10 GHz) udało się nam w miarę dobrze przedstawić jak w rzeczywistości wygląda praca przez transponder liniowy.

Zademonstrowano szerokość przenoszonego pasma, która uzależniona jest od szerokości filtrów kwarcowych w torze p.cz. (tutaj 15 Khz), omówiono funkcje bikona pracującego na końcu pasma transpondera.

Bikon ułatwia korespondentom znalezienie pasma wyjściowego, a oprócz tego podaje ważne informacje o QTH-loc. i wszystkich częstotliwościach wejściowych, operatorach itd.

Łączność prowadzona emisją SSB i pracujący bikon zajmowały mniej niż połowę pasma użytkowego, tak że z powodzeniem można by równolegle prowadzić inną łączność.



Rys.2

Po tej krótkiej zabawie przeszliśmy do:

- Projektowanie budowy urządzenia

Tu wróciliśmy znów do naszego prostego urządzenia przedstawionego na rys.1. Zdjęcia poszczególnych stopni „wklejone” w rysunek mają podkreślać fakt, że działający transponder nie musi być aż tak skomplikowany jak np. SR0JN.

Dokładniej mówiąc konwerterem wejściowym jest tor odbiorczy transwertera 1296/ 144 Mhz, a przemiana 10,7/432 MHz to tor nadawczy transwertera 432/28 MHz wg.S03EP. Obydwa te urządzenia były opisane w „Krótkofalowcu Polskim” w latach dziewięćdziesiątych.

Pozostaje tylko tor pośredniej i nie należy ukrywać, że jest to najtrudniejsze zagadnienie w budowie transponderów.

(prawde mowiac temat referatu powinien brzmiec: „Jak pokonac trudnosc z p.cz. w transponderach”.

Dlaczego? Odpowiedz jest dosc prosta.
Aby lepiej nakreslic wymaganie stojace przed tym stopniem, obliczono poziomy sygnalow na wejsciu i wyjsciu transpondera bez sygnalu wejscowego.

Później omówiono maksymalne możliwe przyrosty sygnałów w poszczególnych punktach urządzenia i konieczne wzmocnienie całości.

Chcąc projektować transponder do pracy w pasmach mikrofalowych warto skorzystać z praktycznych doświadczeń prowadzenia łączności „direct” na pasmach mikrofalowych. W praktyce doświadczonym kolegom nie trzeba dłużej wyjaśniać, że pracując na pasmach powyżej 1000MHz, często spotyka się wymianę raportów na poziomie 10 do 20 dB powyżej poziomu szumu. Już tych 10dB odstępów sygnału od szumu wystarczają zupełnie amatorom, którzy są przyzwyczajeni do wyszukiwania w szumach informacji potrzebnych do zaliczenia QSO.

Podobne właściwości powinien posiadać transponder liniowy „słuchający” na mikrofalach. Porównując to z naszym odbiornikiem mikrofalowym już leżący w szumach sygnał wejściowy musi powodować na wyjściu transpondera słyszalny przyrost sygnału. Z tego wynika, że jeżeli sygnał leżący w szumach na wejściu ma być retransmitowany, to same szumy wejścia transpondera muszą być w zakresie jego pracy również słyszalne (mowa jest znów o tych 15 KHz-ach).

Co to wogóle jest słaby lub leżący w szumach sygnał ?

Definicja tego zagadnienia nie jest prosta. Przytoczyć można najbardziej skomplikowany sposób obliczeń lub skorzystać z ogólnie przyjętej metody definiowania czułości dobrych odbiorników w pasmach VHF i wyższych, która mówi że :

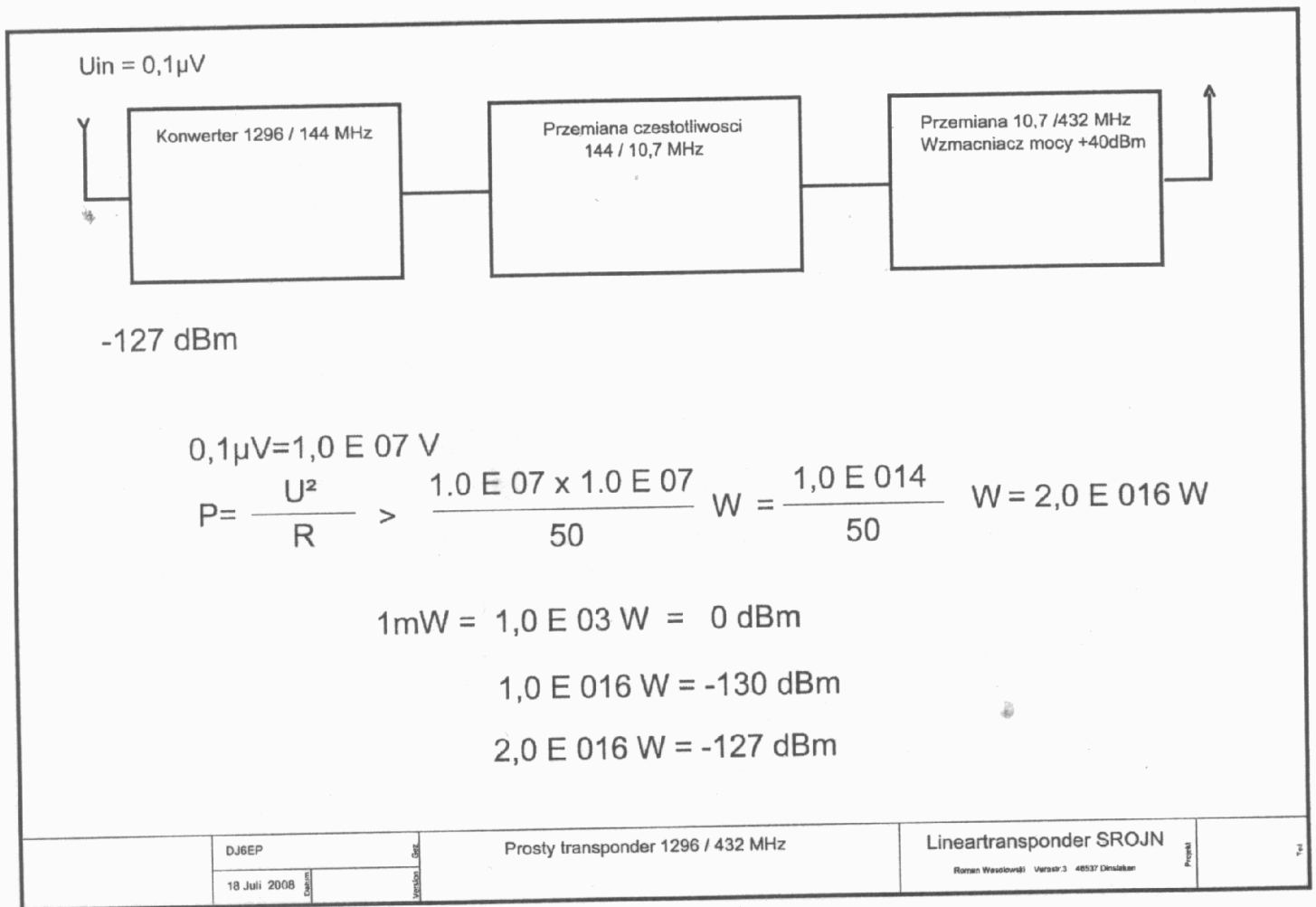
$0,1\mu V/50$ omowym wejściu systemu powoduje przyrost $S/N=10dB$

Warto jeszcze raz podkreślić, że sygnały o wymienionym napięciu lub nieco silniejsze mają być pożądanym sygnałem nadajnika!!

Nasz teoretycznie projektowany jednopasmowy transponder ma mieć dobry odbiornik, który jest w stanie przerobić napięcie $0,1\mu V$ na użyteczny sygnał wyjściowy, bo należy i słabym stacjom zapewnić możliwość użytkowania transpondera.

Zaczynamy więc od przeliczenia poziomu napięcia wejściowego na moc wejściową, która ma się pojawić jako poziom szumów w 15 KHz-owym widmie nadajnika o mocy na poziomie +10dBm.

Stwierdzono, że $0,1\mu V$ (na 50 omach) na wejściu odbiornika odpowiada mocy -127dBm.



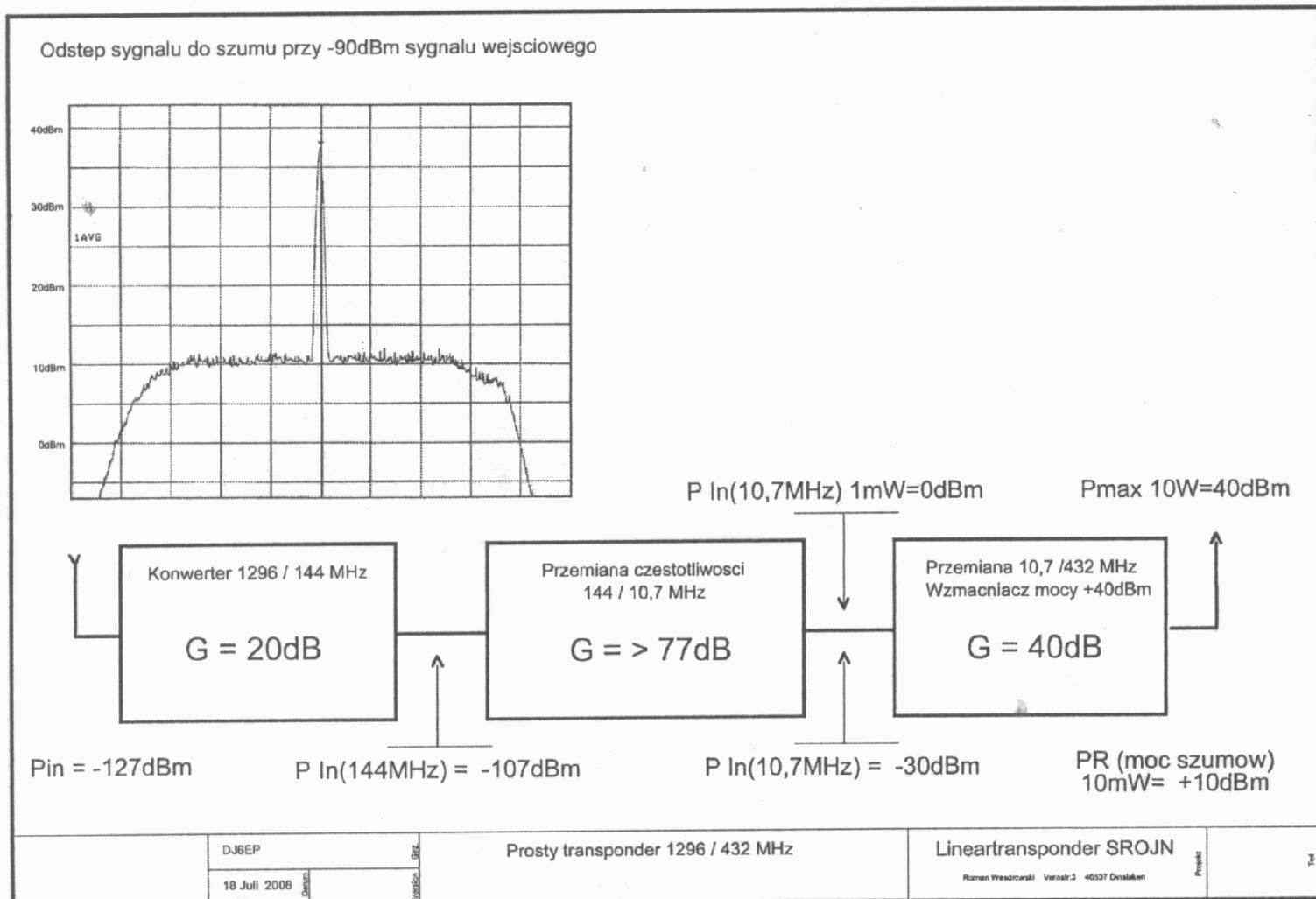
Rys.3

Konstruując transponder przyjęliśmy, że w torze nadawczym zastosowana będzie przemiana 10,7/432 MHz (część nadawcza konwertera + stopień mocy) o całkowitym wzmacnieniu $G=40\text{dB}$ i $P_{out} \text{ max. } 10\text{W}=40\text{dBm}$

Jeżeli szumy wejścia transpondera mają na wyjściu nadajnika produkować moc $10\text{mW}=+10\text{dBm}$, to potrzebny jest na wejściu mieszacza nadawczego lub inaczej na wyjściu toru p.cz. (przy $G=40\text{dB}$) poziom sygnału $-30\text{dBm}=1\mu\text{W}$.

W stopniu odbiorczym pracuje konwerter o „normalnym wzmacnieniu” rzędu 20dB , który podnosi nam sygnał po pierwszej przemianie do poziomu -107dBm

Analizując rozkład poziomów mocy w naszym „prostym transponderze” możemy szybko stwierdzić, że konieczne wzmacnienie stopnia pośredniej częstotliwości spełniające w/w warunki musi wynosić conajmniej 77dB .



Rys.4

Tak przykładowo obliczone urządzenie powinno spełnić wymagania co do czułości i wzmacnienia. Ale jak wygląda dynamika transpondera?

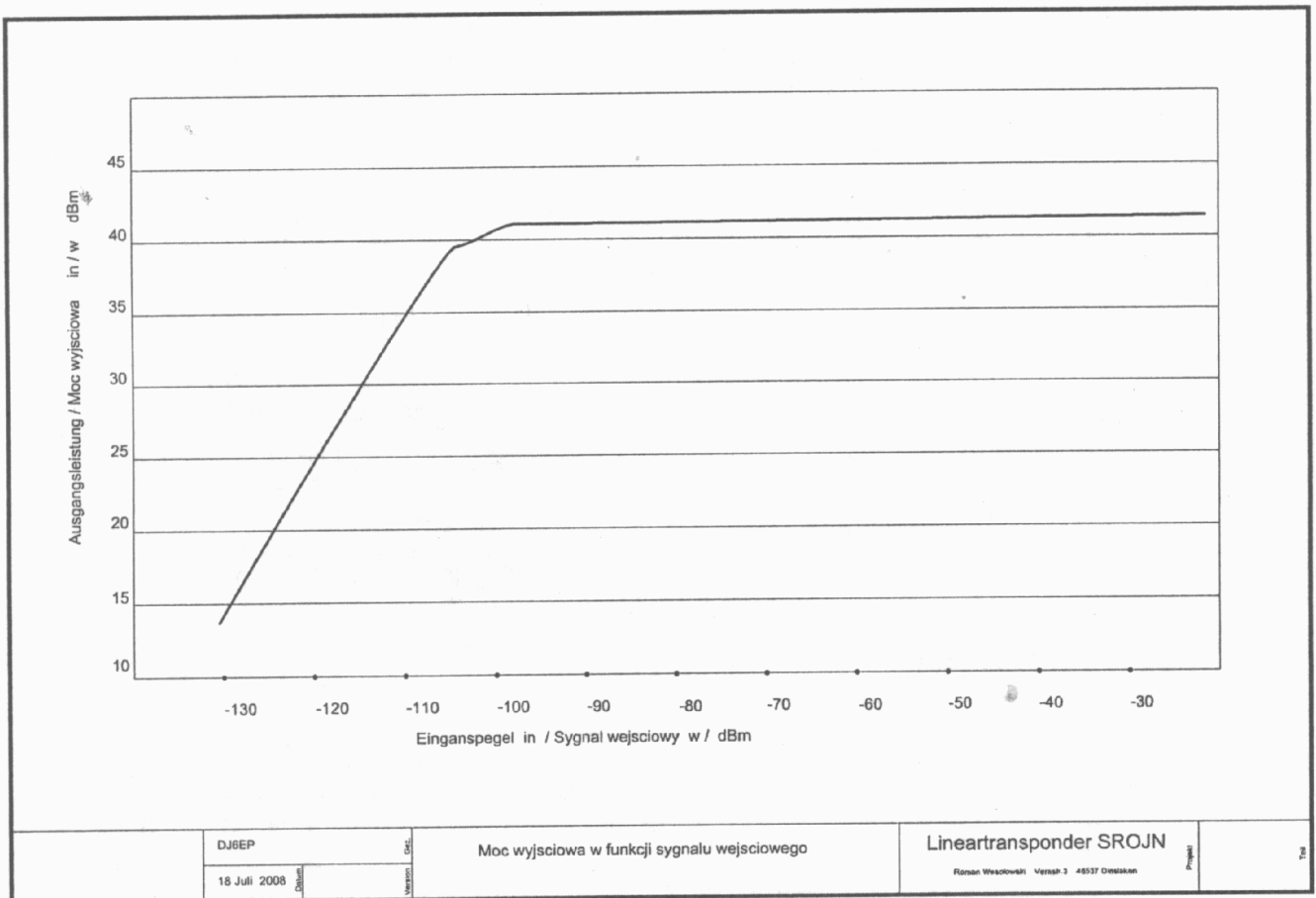
Wzrost sygnału na wejściu o około 30 dB, spowoduje pojawienie się na wyjściu sygnału równego pełnej mocy nadajnika (przyrost z +10dBm do +40dBm)

Dalsze przyrosty mocy sygnału na wejściu będą niewątpliwie powodowały przesterowanie toru nadawczego.

Dynamika transpondera powinna wynosić przynajmniej 100dB !!

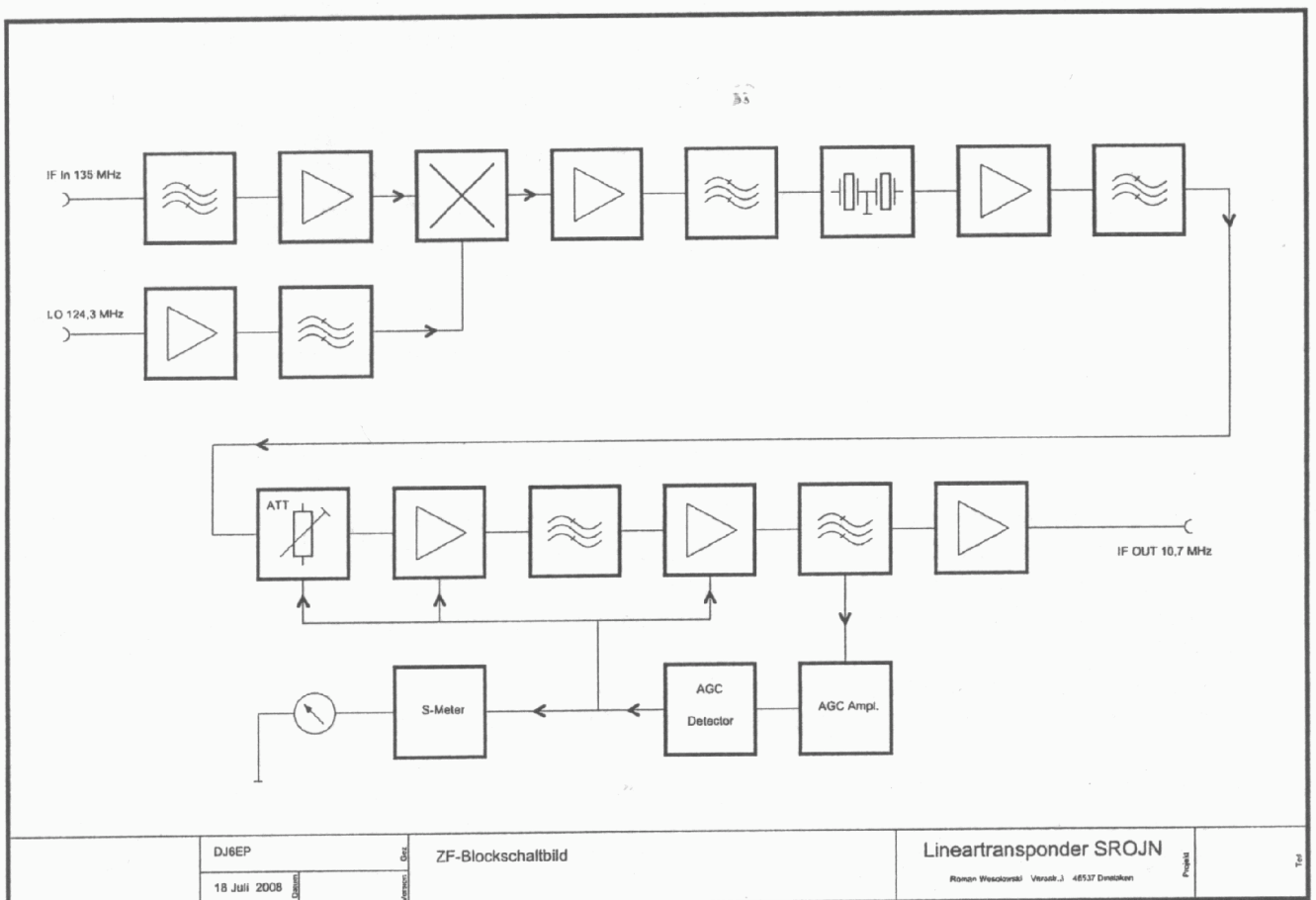
Jak wyżej założono z tego 30db przypada na tor nadawczy, a resztę czyli przynajmniej 70dB musi przejąć automatyczna regulacja wzmacnienia (AGC) w torze p.cz.

Przybliżony przebieg mocy wyjściowej w funkcji sygnału wejściowego przedstawia rys.5

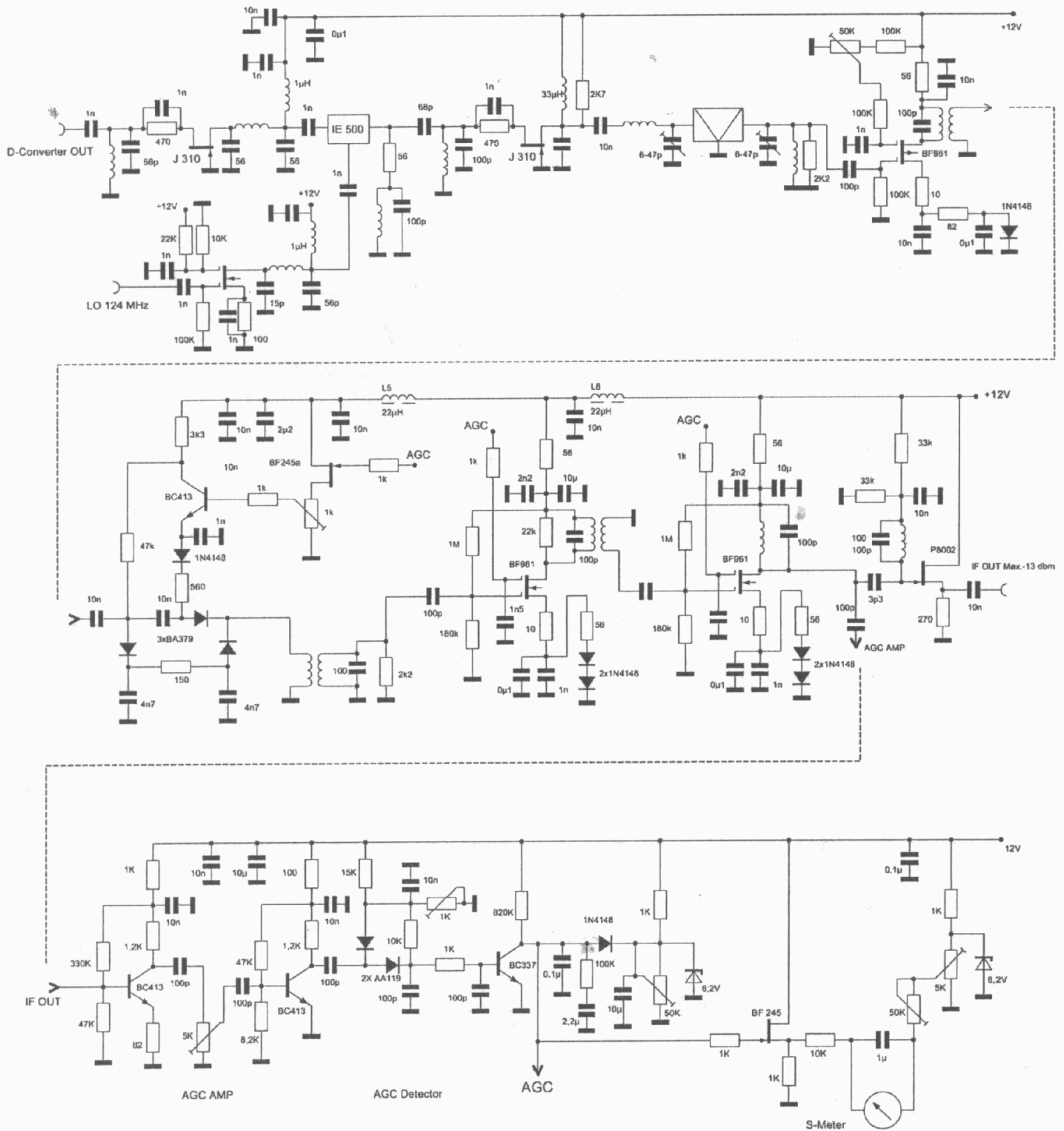


Rys.5

Tor pośredniej częstotliwości w transponderze SROJN (schemat blokowy na rys.6) spełnia wymiennice wyżej założone warunki, posiada jednak jedną wadę, którą należałoby w przyszłych konstrukcjach wyeliminować. Problem ten omówimy poniżej.



Rys.6



Rys.7 Schemat ideowy kompletnej częstotliwości pośredniej.

Schemat z rys.7 nie wymaga dokładnego opisu, wrócić chcę jednak do omówienia wspomnianej wyżej wady tego układu. Podczas konstrukcji zespołu pośredniej nie przywiązywano do tego zagadnienia dużej wagi, problem ujawnił się dopiero podczas pomiarów zmontowanego transpondera. Aby osiągnąć wysokość żądanej dynamiki pośredniej częstotliwości napięcie AGC reguluje tłumienie diodowego tłumika i wzmacnienie dwóch stopni wykonanych na tranzystorach BF 961. Gdy spada napięcie na bramkach G2 wymienionych tranzystorów (wywołane pojawieniem się bardzo silnego sygnału na wejściu) stopnie te tracą swoją liniowość i mają tendencję do produkowania sygnałów intermodulacyjnych.

W transponderze SR0JN, gdzie pracują równolegle trzy tory p.cz. dla każdego wejścia oddzielnie, nie było to w praktyce wielką wadą, bo po sumatorze sygnałów znajduje się następnym wspólny dla wszystkich wejść filtr kwarcowy, który skutecznie eliminował w widmie sygnały niepożądane.

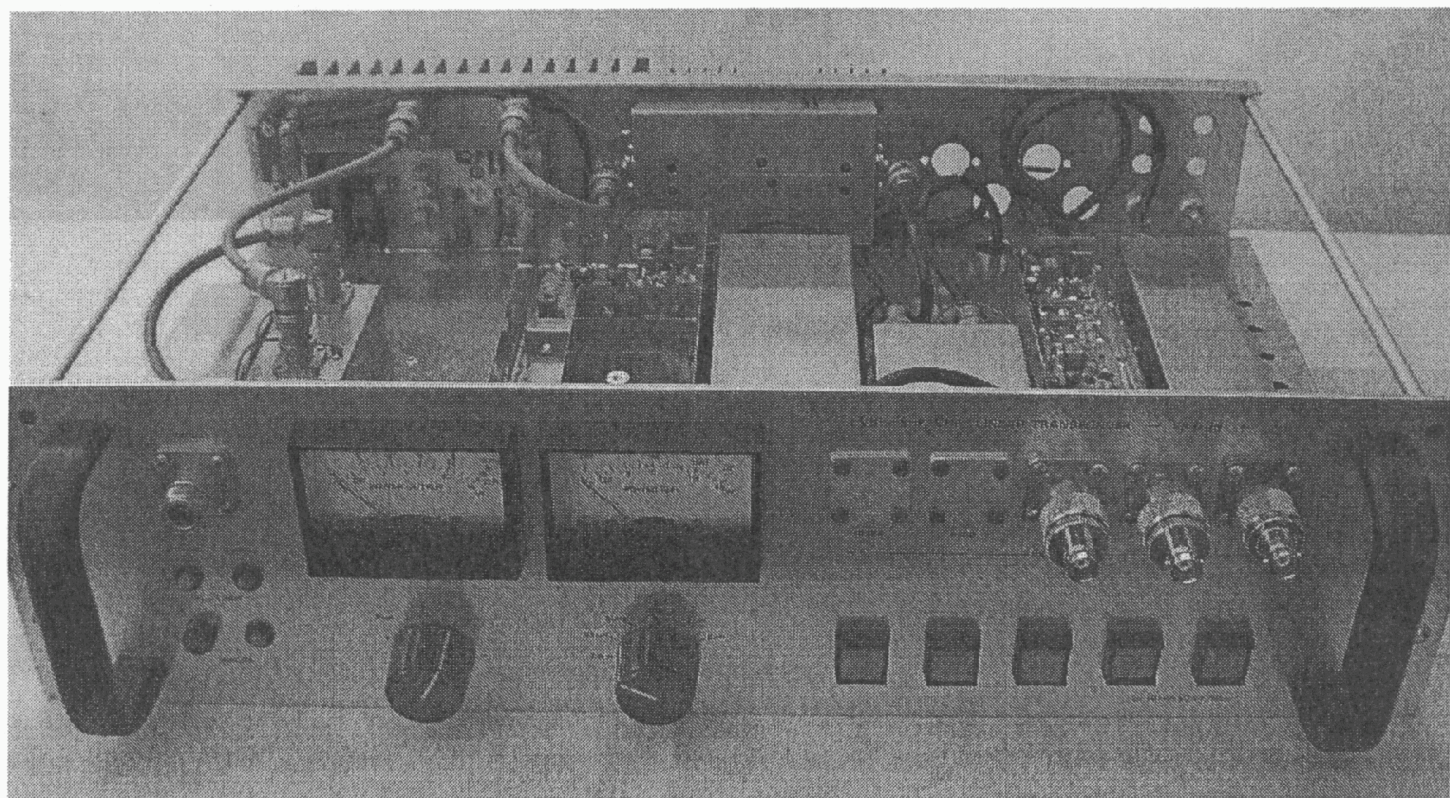
Powyższym referatem chcę zachęcić zainteresowanych amatorów do budowy tych jak myślę bardzo przydatnych urządzeń. SR0JN który niebawem będzie znów QRV (niestety pod innym znakiem, ale nadal z JO81SX) przyczynił się bardzo do rozwoju mikrofal przynajmniej w SP3. Tylko z okolic Jarocina, Kalisza i Poznania gdzie pracowało około 10-ciu stacji na 23cm i częściowo również na 13cm, prawie wszystkie na „gołych transwerterach”, umożliwił nam transponder prowadzenie łączności w większych grupach i to bez obracania anten. Transpondery liniowe pracują z reguły z antenami o polaryzacji poziomej i charakterystyce dookólnej, co ułatwia pracę przez przemiennik z wykorzystaniem posiadanych anten. Porównanie siły własnego sygnału z aktualnym poziomem bikona na wyjściu transpondera pozwala określić warunki propagacji w pasmie wyjściowym i wejściowym.

SR0JN wróci w eter w starej konfiguracji. Chcąc krótko nakreślić parę możliwych rozwiązań wspomnę o planach na bliską przyszłość. Wejście 144 MHz będzie użyte do pacy z konwerterami mikrofalowymi dla pasm 5,7GHz do 24GHz. Wybór poszczególnych wejść realizowany będzie przez użytkowników za pomocą DTMF-u, kody wejściowe i częstotliwości w paśmie 2-metrowym będą opublikowane. Na tym samym maszcie pracują już bikony, które będą na czas pracy poszczególnych wejść transpondera automatycznie wyłączane. Powrót do trybu „Beacon on Air” będzie realizowany również automatycznie.

Napewno nie udało się powyżej nakreślić dokładnie wszystkich zagadnień związanych z budową tego typu urządzeń. Z zainteresowanymi konstruktorami chętnie podzielę się moimi doświadczeniami w realizacji urządzeń mikrofalowych.

DJ6EP@aol.com

Best 73! Roman DJ6EP.



SR0JN. Konwertery wejściowe, tor nadawczy