

BIBLIOTEKA
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

41

KRZYSZTOF DĄBROWSKI
OE1KDA

LICENCJA I CO DALEJ
TOM 2

WIEDEN 2018



© Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń 2018

Opracowanie niniejsze może być rozpowszechniane i kopiowane na zasadach niekomercyjnych w dowolnej postaci (elektronicznej, drukowanej itp.) i na dowolnych nośnikach lub w sieciach komputerowych pod warunkiem nie dokonywania w nim żadnych zmian i nie usuwania nazwiska autora. Na tych samych warunkach dozwolone jest tłumaczenie na języki obce i rozpowszechnianie tych tłumaczeń.

Na rozpowszechnianie na innych zasadach konieczne jest uzyskanie pisemnej zgody autora.

Licencja i co dalej

Tom 2

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Wydanie 1
Wiedeń, październik 2018

Spis treści

Wstęp	6
1. Własne konstrukcje elektroniczne	7
1.1. Montaż układów	13
2. Uruchamianie własnych konstrukcji	16
3. Łączności PSK31	19
4. Dopasowanie anten	27
5. Łączności SSB na UKF	33
6. Przyrządy pomiarowe krótkofalowca (1)	38
7. Przyrządy pomiarowe krótkofalowca (2)	44
Dodatek A. Projektowanie uniwersalnych płytek dziurkowanych	49
Dodatek B. Montaż wysepkowy	51
Literatura i adresy internetowe	53

Sommaire

Licence et après

Préface	6
1. Constructions électroniques faites à la main	7
1.1. Modes de montage	13
2. Mise en service	16
3. Liaisons PSK31	19
4. Adaptation des antennes	27
5. Liaisons VHF à BLU	33
6. Appareils de mesure de radioamateur (1)	38
7. Appareils de mesure de radioamateur (2)	44
Annexe A. Développement des cartes imprimées universelles	49
Annexe B. Montage sur îlots imprimées	51
Les pages WEB	53

Wstęp

Obecny skrypt zawiera odcinki opublikowane w „Świecie Radio” w 2018 roku. W niektórych miejscach zostały, podobnie jak w tomie 1, wprowadzone nieznaczne zmiany i uaktualnienia w stosunku do wersji opublikowanej w „Świecie Radio”.

*Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń
24 października 2018*

1. Własne konstrukcje elektroniczne

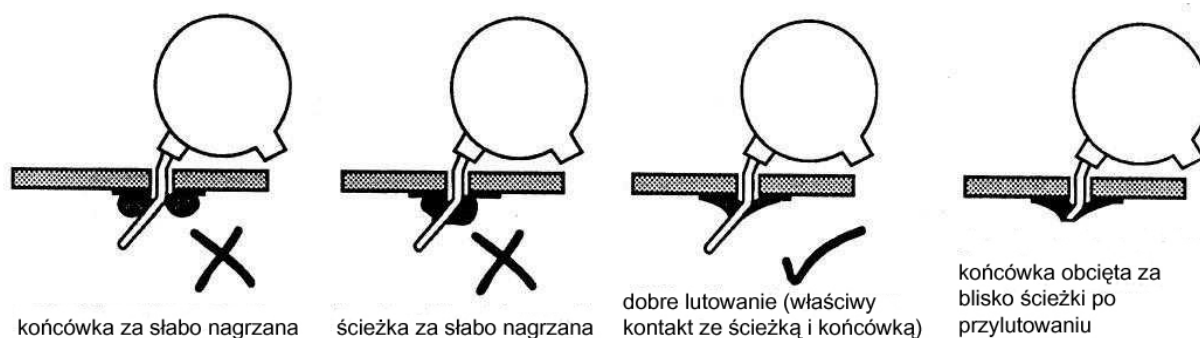
Czasy kiedy wyjście w eter wymagało samodzielnego skonstruowania wyposażenia radiowego albo przynajmniej znaczących modyfikacji sprzętu wycofywanego z profesjonalnego użytku wprawdzie dawno minęły, ale nie oznacza to, że konstruowanie różnych przydatnych urządzeń wyszło z mody. Częściowo służy to rozwijaniu własnych zainteresowań elektronicznych, a w pewnym stopniu zaspokojeniu praktycznych potrzeb – szczególnych lub wymagających w innym przypadku zbyt dużych wydatków.

Łatwa dostępność gotowego sprzętu krótkofalarskiego oznacza, że nie opłaca się konstruować skomplikowanego sprzętu nadawczo-odbiorczego o rozbudowanych możliwościach. Konstrukcja taka okazałaby się nie tylko droższa od fabrycznej, w żadnym wypadku nie mogłaby być tak zminiaturyzowana, wyposażona w takie mnóstwo funkcji i na dodatek wymagałaby tak dużo różnorodnej wiedzy specjalistycznej i specjalistycznego wyposażenia, że w praktyce nigdy nie byłaby gotowa. Stałaby się więc jedynie źródłem frustracji. W warunkach domowych celowe jest przeważnie poświęcenie się konstrukcjom prostszym, łatwiejszym do zrozumienia i wykonania, mającym wyraźne zalety dydaktyczne lub rozwiązaniom niedostępnym na rynku – przynajmniej w cenach możliwych do przyjęcia dla prywatnej kieszeni.

Przykładami takich konstrukcji są proste układy odbiorników na pasma amatorskie, radiostacji małej mocy (QRP), dodatkowe filtry w.cz. (preselektory), telegraficzne filtry m.cz., układy kluczujące np. na Arduino albo innych mikroprocesorach, mierniki WFS, generatory sygnałowe itp. Do ambitniejszych projektów wymagających pewnej praktyki należą odbiorcze konwertery częstotliwości i transwertery na pasma nie pokrywane przez posiadane wyposażenie albo też wzmacniacze większych mocy.

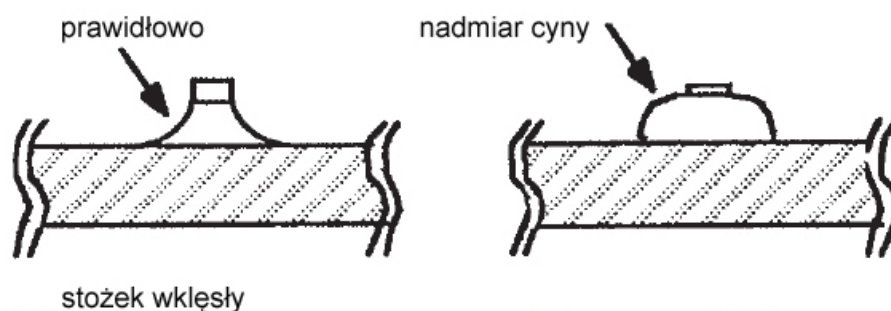
Na początek najlepiej jest wybrać układy możliwie proste, jasno opisane w wydawnictwach krótkofalarskich albo w Internecie, których działanie jest łatwe do zrozumienia nawet dla początkujących majsterkowiczów. Autor zdaje sobie oczywiście sprawę, że pewna część początkujących krótkofalowców zebrała dosyć doświadczeń konstruktorskich jeszcze z czasów przed uzyskaniem licencji bądź też posiada odpowiednie wykształcenie i te uwagi ich oczywiście nie dotyczą.

Oprócz łatwej zrozumiałości funkcjonowania układu bodźcem pozytywnie rzutującym na decyzję rozpoczęcia, a nade wszystko dokończenia, budowy jest przydatność budowanego urządzenia i perspektywa wykorzystania go możliwie jak najszybciej po ukończeniu pracy.



Rys. 1.1. Prawidłowy montaż elementów na płycie drukowanej

Warto także zawnocześnie rozważyć sposób wykonania konstrukcji. Początkowo najbardziej oczywistym może wydawać się zaopatrzenie się w potrzebne podzespoły i wykonanie układu w „jakikolwiek” sposób na kawałku uniwersalnej płytki drukowanej lub (dla układów w.cz. w montażu na wyfrezowanych wysepkach). W przypadku prostych układów i bliskości sklepów elektronicznych jest to z pewnością dobry pomysł. Jeżeli jednak choćby z konieczności przetrzegania zasad montażu w.cz. układ powinien być wykonany na dostosowanej do potrzeb płycie drukowanej albo zaopatrzenie w podzespoły sprawia mniejsze lub większe trudności warto zastanowić się nad skorzystaniem z gotowego zestawu konstrukcyjnego. Odciąża to przede wszystkim od konieczności skomplikowanego wykonywania obwodów drukowanych w warunkach domowych i od żmudnego poszukiwania trudniej dostępnych części. Dołączone do zestawów albo udostępnione do pobrania w internecie instrukcje montażu i uruchamiania układu wnoszą istotny wkład do ostatecznego sukcesu.



Rys. 1.2. Punkt lutowniczy

Niezależnie od dokładności i obszerności wymienionych instrukcji warto zebrać razem najważniejsze porady związane z montażem i uruchamianiem własnych konstrukcji tak, aby początkujący majsterkowicze nie musieli ich długo szukać gdy akurat będą bardzo potrzebne.

Na początek weźmy na tapetę zestawy konstrukcyjne, a pozostałymi rozwiązaniami zajmiemy się na zakończenie. Autor świadomie unika tutaj stosowania przejętego bezkrytycznie z języka angielskiego słowa *kit* aby nie nasuwać skojarzeń, że mogą one być do kitu – czyli nic nie warte – bo na szczęście prawie zawsze jest wprost przeciwnie.

Zacznijmy od sprawy tak oczywistej, że przeważnie zapominanej. Otóż początkujący majsterkowicze nie powinni się spieszyć. Nawet jeśli układ jest prosty i wydaje się, że wystarczy szast prast i będzie gotowy, znacznie ważniejsza jest dokładność i staranność w wykonywanej pracy. W pierwszych konstrukcjach lepiej nawet trochę przesadzić z dokładnością aniżeli odwrotnie.



Rys. 1.3 Kodowanie wartości oporników za pomocą kolorów

Do niezbędnego minimalnego wyposażenia należą lutownica o mocy 20 – 30 W, najlepiej o elektro-
nicznie regulowanej temperaturze grota, nieduże obciążki do cięcia – dobrej jakości i o płaskiej tylnej
ściance (bez tylnego zagłębienia wzdłuż ostrzy), szczypce do gięcia, pincetka, śrubokręt lub kilka

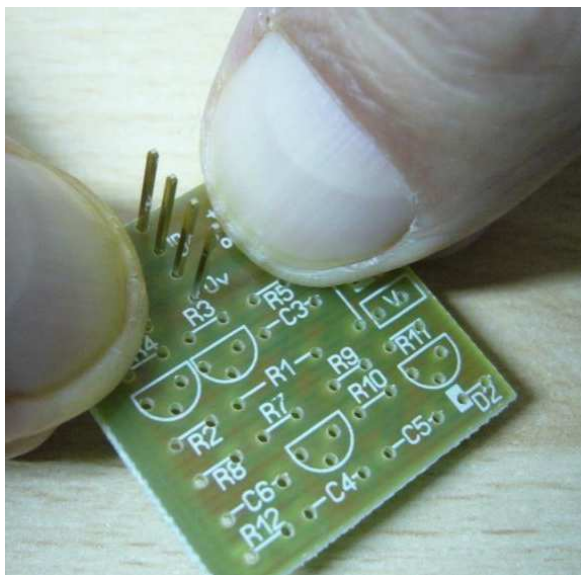
o różnych wielkościach, cyna do lutowania o średnicy 1 mm z żyłami kalafonii wewnątrz i miernik uniwersalny pozwalający oprócz pomiarów napięć i prądów także na pomiary oporności, pojemności kondensatorów i w marę możliwości także współczynnika wzmocnienia tranzystorów. Możliwości te dają obecnie również niedrogie modele mierników. Przydatne mogą okazać się również: uchwyt do umocowania płytki drukowanej w trakcie montażu (zwany czasami żartobliwie trzecią ręką), lupa (zwykła, nawet o niewielkim powiększeniu), lampka stołowa i nade wszystko zasilacz o regulowanym napięciu wyjściowym. W miarę upływu czasu wyposażenie to będzie się powiększać o dodatkowe składniki.

<input type="checkbox"/>	R1	1k
<input type="checkbox"/>	R2	150R
<input type="checkbox"/>	R3	1k5
<input type="checkbox"/>	R4	330R
<input type="checkbox"/>	R5	1k
<input type="checkbox"/>	R6	18k
<input type="checkbox"/>	R7	27R
<input type="checkbox"/>	R8	100k
<input type="checkbox"/>	R9	100k
<input type="checkbox"/>	R10	100k
<input type="checkbox"/>	R11	56R
<input type="checkbox"/>	R12	470R
<input type="checkbox"/>	R13	33R
<input type="checkbox"/>	R14	1k5

Rys. 1.4. Przykład spisu elementów z kratkami do ich zaznaczania

O ile konstruowany układ nie składa się dosłownie tylko z kilku łatwo rozpoznawalnych elementów warto sporządzić listę podzespołów (o ile nie jest załączona w zestawie) i po rozpakowaniu zaznaczać na niej kolejno wszystkie z nich (rys. 1.4), po czym ułożyć je w miejscu pracy w jakimś uznanym za wygodny porządku. W trakcie montażu dobrze jest też zaznaczać w spisie wlutowane elementy aby o niczym nie zapomnieć. Następnie trzeba dokładnie zapoznać się z rozmieszczeniem elementów na płytce drukowanej. Jest ono widoczne albo na nadruku na płytce (rys. 1.5) albo na rysunku płytki w dokumentacji.

Montaż elementów powierzchniowych jest trudniejszy, zwłaszcza dla początkujących i wymaga specjalnego wyposażenia, dlatego też w obecnych poradach ograniczymy się do klasycznych elementów przewlekanych – na szczęście jeszcze przeważnie stosowanych w zestawach do własnej konstrukcji. Jeżeli układ zawiera również elementy powierzchniowe to są one bardzo często już zamontowane fabrycznie (ewentualnie w droższym wydaniu zestawu lub za dopłatą).



Rys. 1.5. Schemat montażowy nadrukowany na płytce. Oprócz oporników R1, R2 itd., kondensatorów C4, C5 itd. widoczne są łukowate symbole w miejscach montażu tranzystorów

Montaż rozpoczynamy od elementów najniższych: ewentualnych mostków z drutu i następnie leżących na płytce oporników i kondensatorów. Końcówki elementów należy ostrożnie dogiąć tak aby pasowały do przewidzianych dla nich otworów i po włożeniu przycisnąć element tak, aby dokładnie przylegał do płytki. Następnie przyciskając dalej element do płytki odwraca się ją na drugą stronę i lutuje końcówki elementu do ścieżek przewodzących. Po przylutowaniu wyprowadzeń ich końce należy obciąć. W kolejnych fazach montażu przechodzi się do elementów wyższych – o większych wymiarach lub

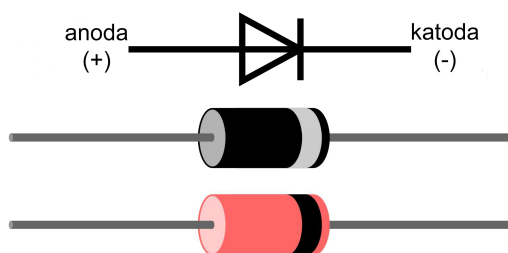
montowanych na stojąco. Jeżeli w instrukcji montażowej podana jest inna kolejność montażu dla niektórych elementów, to należy jej bezwzględnie przestrzegać. Odstępstwo od niej może utrudnić albo uniemożliwić później dostęp do niektórych punktów montażowych.

Sposób prawidłowego montażu elementów na płytce przedstawiono na rysunku 1.1. Elementy powinny dobrze przylegać do płytki (o ile w pewnych szczególnych przypadkach w instrukcji nie podano inaczej), a ich końcówki i ścieżki powinny być dobrze nagrzane, aby cyna dobrze rozpuściła się na nich – w przeciwnym wypadku może powstać tzw. zimne lutowanie grożące od samego początku lub później utratą kontaktu i wyniku tego błędną pracą układu w najmniej spodziewanym momencie. W prawidłowo wykonanym lutowaniu cyna powinna tworzyć lekko wklęsły stożek, jak to widać na rysunku 1.2. Przy jej nadmiarze wokół końcówki tworzy się poduszka grożąca zvarciami z sąsiednimi punktami

lutowniczymi. Większa ilość kalafonii pozostająca po zakończeniu lutowania może również wskazywać na zimne lutowanie.

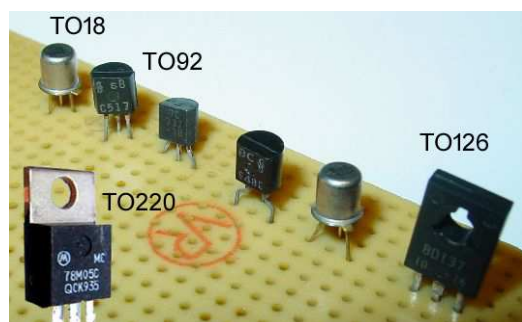


Rys. 1.6. Wyprowadzenia i oznaczenia kondensatorów elektrolitycznych



Rys. 1.7. Diody półprzewodnikowe – symbol i wyprowadzenia

Wartości oporników są przeważnie kodowane za pomocą kolorowych pasków – jak to przedstawiono na rysunku 1.3. Przy niekorzystnym oświetleniu lub w pośpiechu mogą zdarzyć się jednak omyłki w odczycie kolorów, dlatego też dobrze jest mierzyć przed wlutowaniem każdy z oporników za pomocą miernika uniwersalnego. Pozwala to uniknąć nieprzyjemnych omyłek mogących być przyczyną błędnego działania układu lub nawet uszkodzenia innych podzespołów. Również omyłki w montażu kondensatorów owocują zaburzeniami w pracy układu.



Rys. 1.8. Niektóre najbardziej rozpowszechnione rodzaje obudów tranzystorów małej i średniej mocy

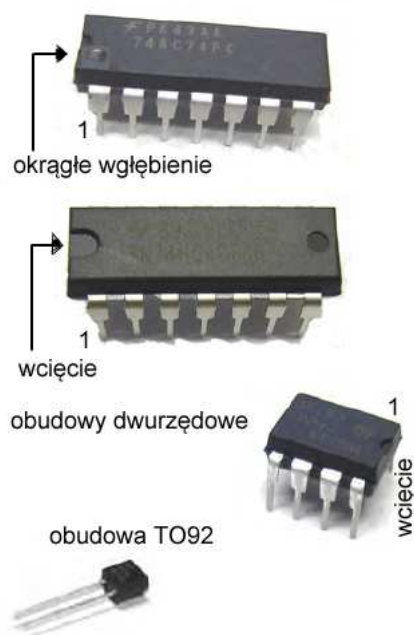
Kondensatory, zwłaszcza te o mniejszych wymiarach, są oznaczane na różnorodne sposoby, tak że może tu dojść do poważnych niejasności. Jednym ze sposobów oznaczania jest użycie cyfr w sposób odpowiadający kolorowym paskom na opornikach. Napis 470 (bez dodatku jednostek) oznacza więc 47×10 do potęgi 0 – czyli 47 pF, a nie jakby się mogło wydawać 470 pF, a napis 103 oznacza 10×1000 – 10 do potęgi 3 – czyli 10 nF. W innych oznaczeniach z kolei skrót jednostki występuje w charakterze przecinka dziesiętnego, i tak np. n47 oznacza 0,47 nF czyli 470 pF, a 10n – 10 nF. Na ostatniej pozycji, zwłaszcza na kondensatorach ceramicznych, występują też często duże litery informujące o współczynniku temperaturowym. Doświadczonym konstruktorom oznaczenia te nie sprawiają żadnej trudności, ale początkujący mogą mieć tutaj szereg wątpliwości.

Dla uniknięcia omyłek dobrze jest więc mierzyć także pojemności wszystkich lub prawie wszystkich kondensatorów przed ich wlutowaniem. Oznacza to, że zaopatrując się w miernik uniwersalny warto wybrać model pozwalający na pomiary pojemności. Pomiary indukcyjności oferują jednak tylko nieliczne i raczej droższe modele. A szkoda, bo czasem i to by się przydało. Kierunek montażu (czyli polaryzacja) kondensatorów ceramicznych, poliestrowych, styrofleksowych, mikowych itd. jest obojętny.

Kondensatory elektrolityczne wymagają natomiast zapewnienia właściwej – podanej na schemacie – polaryzacji. Przeważnie końcówka dodatnia (+) jest dłuższa od ujemnej. Kończówka ujemna (katoda) jest nieraz dodatkowo zaznaczona za pomocą paska na obudowie (ilustracja 1.6). Montując kondensatory na płytce należy zwrócić uwagę aby końcówka dodatnia znajdowała się od strony zaznaczonej plusem na schemacie montażowym.

Diody z samej zasady działania przewodzą prąd tylko w jednym kierunku (od anody do katody) i dlatego muszą być umieszczone na płytce we właściwy sposób. Katody diod są zaznaczone standardowo na obudowie za pomocą obwódki o kolorze odróżniającym się od reszty obudowy, czarnym na

jasnym tle lub jasnym na czarnym (rys. 1.7). Na schematach montażowych w instrukcji lub na płytce właściwy kierunek włączenia diody jest zaznaczony albo za pomocą jej symbolu (strzałka w symbolu jest skierowana od anody ku katodzie) albo za pomocą grubszej kreski od strony katody na prostokącie wskazującym położenie diody (ilustracja 1.5). Wyprowadzenia diod w obudowach szklanych powinny być zaginane w odległości kilku mm od obudowy aby nie spowodować jej pęknięcia. Wyprowadzenia te w trakcie zaginania można od strony obudowy przytrzymać za pomocą cienkich szczypiec lub pin-cetki. Symbole diod specjalnych: Zenera, pojemnościowych, elektroluminescencyjnych itd. zawierają wprawdzie dodatkowe elementy graficzne, ale zawsze występuje w nich strzałka skierowana od anody do katody jak w symbolu podstawowym. Obudowy diod elektroluminescencyjnych różnią się wprawdzie od przedstawionych na rysunku 1.7 ale łatwo zapamiętać, że wyprowadzenie krótsze jest katodą.



Rys. 1.9. Typowe obudowy obwodów scalonych

Zwyczajne tranzystory małej i średniej mocy są montowane przeważnie w kilku standardowych typach obudowy przy czym obecnie najczęściej spotykane są obudowy plastikowe. Obudowy TO92 mają kształt walca ściętego na płask z jednej strony, a obudowy TO220 są płaskie i posiadają z jednej strony końcówkę metalową służącą do zamontowania na radiatorze. W każdym przypadku mają one niesymetryczną konstrukcję i dlatego przed ich wlutowaniem należy zwrócić dokładną uwagę na nadruk na płytce lub schemacie montażowym. Odwrotne (mechanicznie) umieszczenie tranzystora bardzo często powoduje jego uszkodzenie – zwłaszcza, że kolejność wyprowadzeń elektrod nie jest znormalizowana i nie wiadomo co z tego wyniknie. Nie jest to jednak jedyne źródło błędów. W standardowych obudowach montowane są przecież różne typy tranzystorów, a czasami również i obwodów scalonych – stabilizatory napięcia posiadają też przeważnie tylko trzy wyprowadzenia. Dlatego też należy dokładnie odczytać oznaczenie elementu i upewnić się czy nie ma tu jakichś niejasności. Szczególnej uwagi wymagają układy,

w których występują tranzystory złączowe npn (na schemacie symbol ze strzałką emitera skierowaną na zewnątrz) i pnp (symbol ze strzałką emitera skierowaną w stronę bazy). Ich oznaczenia są często na tyle do siebie zbliżone (np. BC547 i BC557), że łatwo popełnić brzemienne w skutki omyłkę. Na małych obudowach często brakuje miejsca na pełne oznaczenie, dlatego też nadrukowywana bywa tylko jego najważniejsza część, przykładowo zamiast BC547C tylko C547C. Niektóre typy tranzystorów są fabrycznie dzielone na dwie lub trzy grupy o różnym wzmocnieniu. Grupy te są oznaczane literami A, B i C dodawanymi na końcu po numerze.

Tranzystory polowe (MOSFET) są wrażliwe na elektryczność statyczną, dlatego też jeśli końcówki są połączone ze sobą folią lub blaszką metalową należy w miarę możliwości tranzystory te montować w ostatniej fazie budowy, a zwarcie to usunąć dopiero po całkowitym zakończeniu montażu układu. Tranzystory dużej mocy muszą być umieszczone na radiatorach w sposób podany w instrukcji montażowej. Oznacza to, że są one często montowane w ostatniej kolejności. Praca układu bez zapewnienia dostatecznego chłodzenia tranzystorów mocy najczęściej powoduje ich natychmiastowe zniszczenie. A są one przeważnie dość drogie...

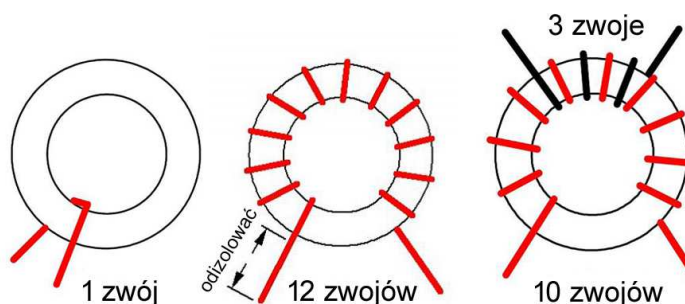
Płaskie obudowy układów scalonych z dwoma rzędami wyprowadzeń mają z jednej strony mniejsze lub większe wcięcie w kształcie litery U. Patrząc na obudowę tak aby wcięcie znajdowało się u góry lub było oddalone od obserwatora po lewej stronie wcięcia mamy wyprowadzenie numer jeden a po prawej wyprowadzenie o najwyższym numerze (zależnie od obudowy – o numerze 8, 14, 16 itd.). Wyprowadzenie numer 1 może być też zaznaczone za pomocą okrągłego wgłębienia przypominającego kropkę lub za pomocą kropki (rys. 1.9). W analogiczny sposób położenie obwodu scalonego jest zaznaczane na płytkach drukowanych lub na schematach montażowych. Ewentualne załączone w zestawach podstawki mają również wycięcia z jednej strony i powinny być zwrócone zgodnie z nadrukiem. Obwody scalone należy wkładać do otworów na płytce bardzo ostrożnie aby nie spowodować zagięcia lub złamania końcówek. Końcówki te są często odchylone ukosem od obudowy i jeżeli nie pasują z tego powodu do

otworów w płytce albo do podstawki można układ scalony położyć najpierw jedną stroną, a potem drugą na stole i lekko go przyciskając dociąć wszystkie razem.

Montowanie obwodów scalonych lub podstawek najlepiej zacząć od przylutowania, po dobrym dociśnięciu do płytki, dwóch kontaktów po przekątnej, ponownie kolejno podgrzać je lutownicą dociskając obwód scalony i dopiero przystąpić do lutowania pozostałych wyprowadzeń.

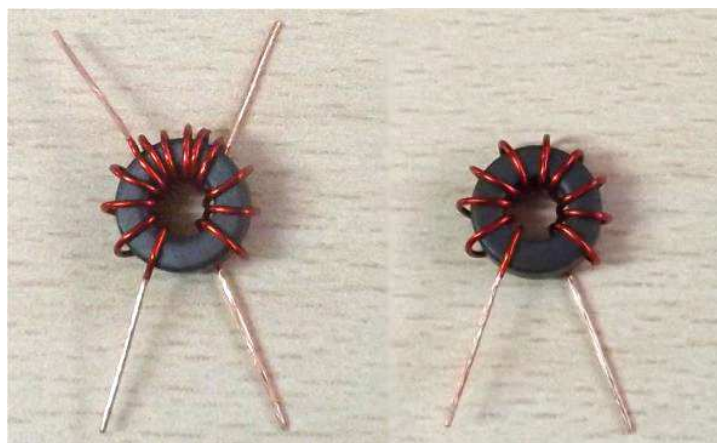
Cewki i transformatory w.cz. można nawinąć wcześniej przed przystąpieniem do montażu. Unika się dzięki temu przerw w pracy i związanego z tym niebezpieczeństwa utraty koncentracji. Należy tylko przewidzieć na to dosyć czasu i wykonać pracę starannie.

Sposób liczenia zwojów w cewkach nawijanych na rdzeniach pierścieniowych i dwuotworowych jest prosty: każde przejście przewodu przez środek pierścienia albo przez oba otwory rdzenia liczone jest jako pełny zwoj, jak to pokazano na ilustracji 1.10. W cewkach nawijanych na korpusach w kształcie walca, na walcowych rdzeniach ferrytowych, antenach ferrytowych itp. jako zwoj liczy się pełne owinięcie korpusu.



Zasada nawijania cewek i transformatorów na rdzeniach pierścieniowych

Rys. 1.10. Zasada nawijania cewek i transformatorów na rdzeniach pierścieniowych

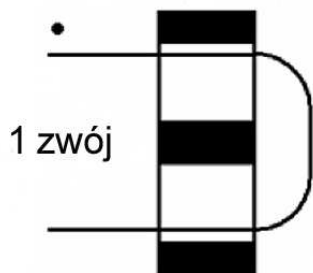


Rys. 1.11. Przykłady wykonania cewki i transformatora na rdzeniach pierścieniowych

Stosunkowo wysokie współczynniki przenikalności magnetycznej rdzeni pierścieniowych pozwalają na uzyskanie pożądanej indukcyjności za pomocą mniejszej liczby zwojów. Indukcyjność uzwojenia jest w rdzeniach pierścieniowych stosunkowo sztywno związana z liczbą zwojów (poprzez współczynnik AL zależny od rodzaju materiału i wymiarów rdzenia) i w małym stopniu zależna od ich rozmieszczenia na rdzeniu a dodatkowo strumień magnetyczny jest praktycznie całkowicie zamknięty w rdzeniu co minimalizuje niebezpieczeństwo sprzężeń zakłócających pracę układu. Wszystkie te zalety spowodowały, że rdzenie pierścieniowe są ostatnio bardzo popularne, zwłaszcza w konstrukcjach wielkiej częstotliwości. Rdzenie proszkowe (wykonane z proszku żelaznego) są lakierowane na różne kolory informujące o ich parametrach, a co za tym idzie – zakresie częstotliwości pracy. W układach na zakres fal krótkich najczęściej znajdują zastosowanie rdzenie z materiału nr 2 (czerwone) lub z materiału nr 6

(żółte). Rdzenie ferrytowe mają natomiast kolor czarny lub ciemno szary. Oprócz rodzaju materiału rdzenie pierścieniowe różnią się między sobą średnicami. Jeżeli zestaw zawiera kilka rdzeni należy więc zwrócić baczną uwagę, aby nawinąć cewki na właściwych. Końcówki uzwojeń należy ostrożnie odizolować ostrym nożem, pobielić cyną i przylutować do płytki.

W celu zmniejszenia pojemności między zwojami powinny być one możliwie oddalone od siebie, ale jednocześnie oba końce uzwojenia też nie powinny być zbyt zbliżone żeby i pojemność między nimi była możliwie mała. Najlepiej jest nawinąć uzwojenie (lub rozciągnąć je po nawinięciu) tak, by zajmowało ono około 3/4 do 80% obwodu rdzenia. W transformatorach wielkiej częstotliwości zwoje drugiego uzwojenia umieszczamy pomiędzy zwojami pierwszego.



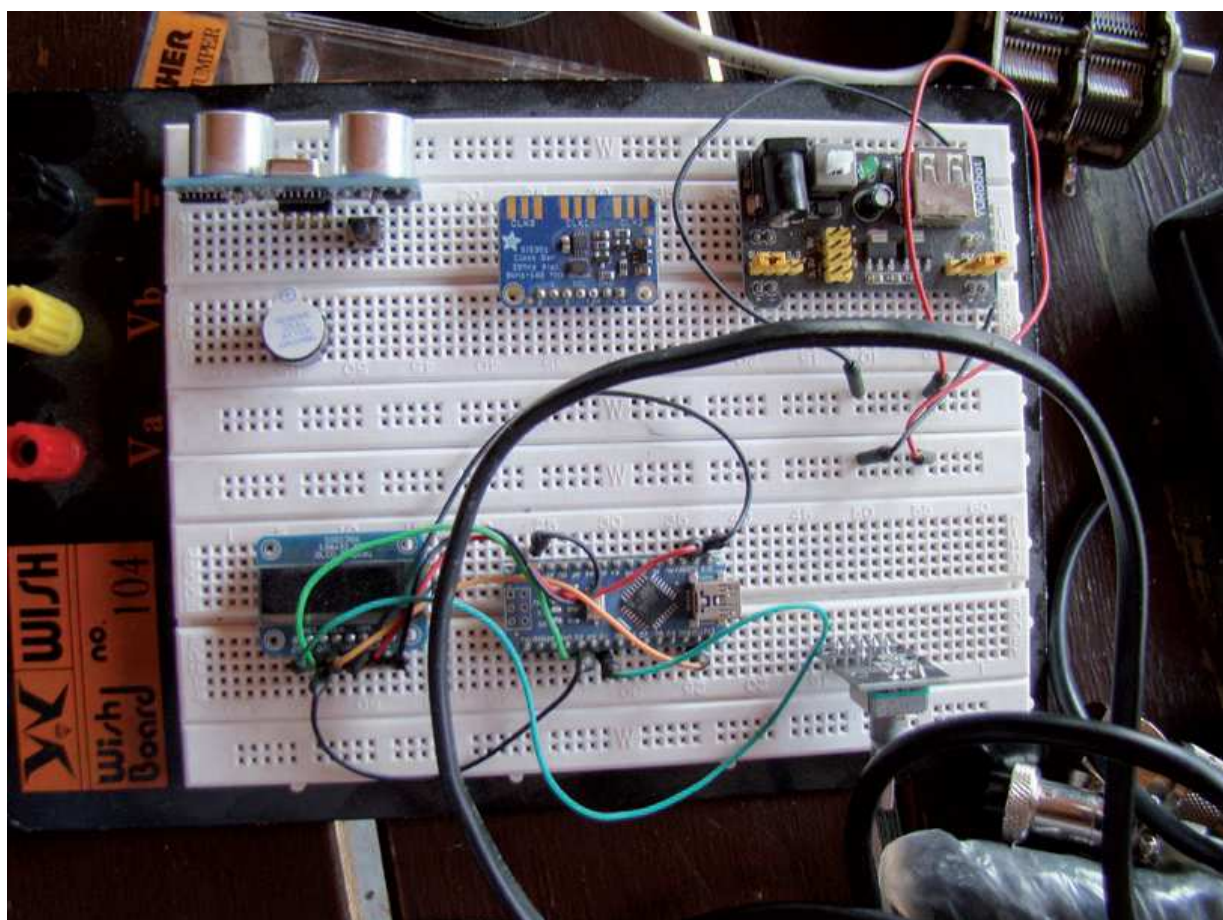
Rys. 1.12. Sposób liczenia zwojów na rdzeniach dwuotworowych

O tym czy rdzenie powinny stać pionowo na płytce czy leżeć na niej poziomo informuje schemat montażowy. Dla zmniejszenia ryzyka sprzężeń rdzenie te są często umieszczane prostopadłe do siebie. W końcowej fazie montowane są także różnego rodzaju elementy o większych wymiarach jak gniazdka, przełączniki, wyłączniki, potencjometry, kondensatory strojeniowe itd.

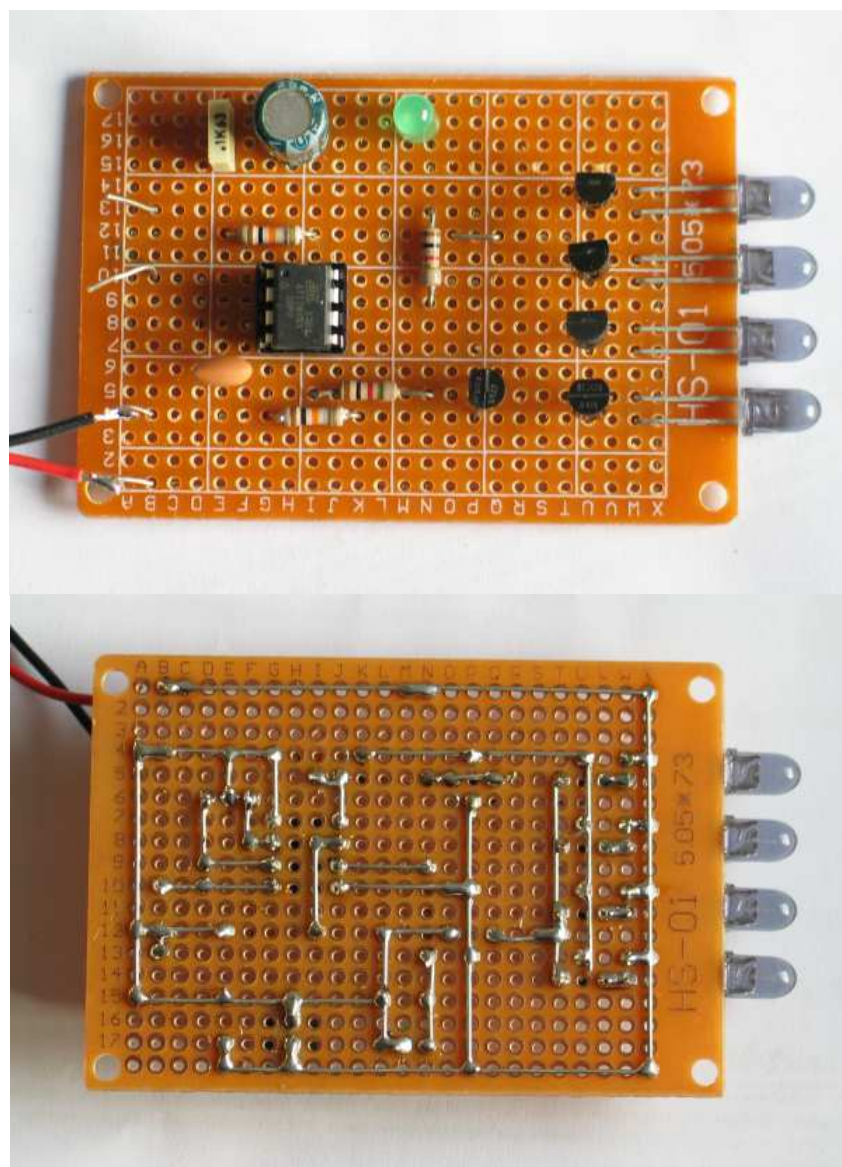
Po całkowitym zakończeniu montażu ale jeszcze przed uruchomieniem układu należy sprawdzić czy zostały wmontowane wszystkie podzespoły i czy wszystkie połączenia lutowane zostały prawidłowo wykonane, czy gdzieś nie ma zimnego lutowania, zwarc między

sąsiadującymi punktami itp.

1.1. Montaż układów

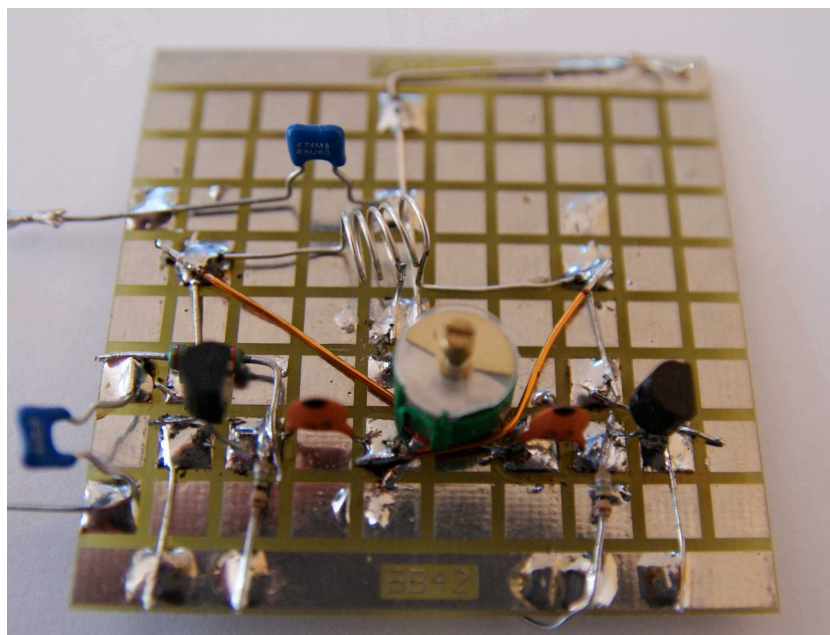


Fot. 1.1.1. Próbnny montaż układu na uniwersalnej płytce wtykowej

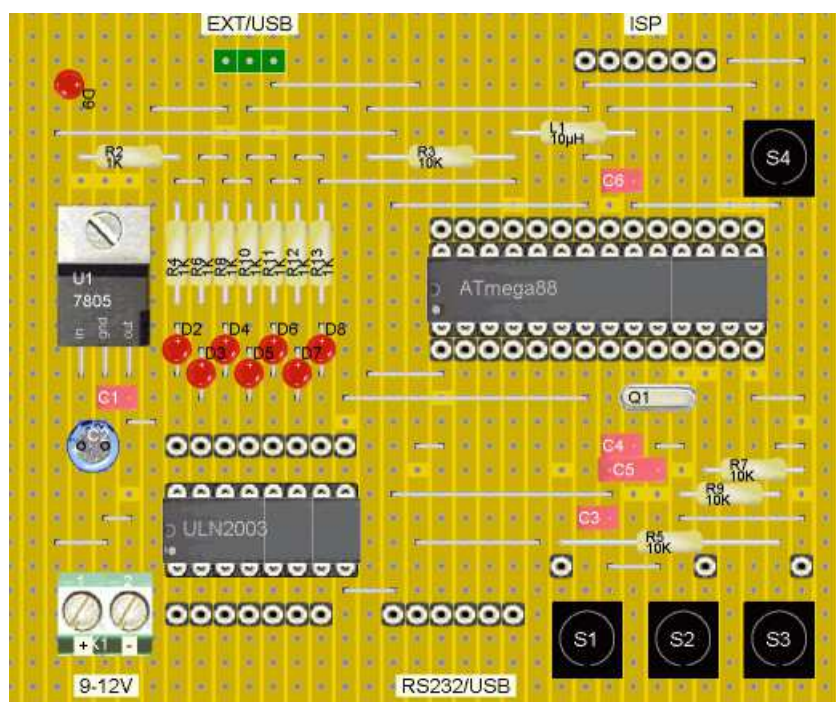


Fot. 1.1.2. Montaż na uniwersalnej płytce dziurowanej – górna i dolna strona płytki

O ile gotowe zestawy konstrukcyjne zawierają prawie zawsze płytkę drukowaną z nadrukami i podpisami, o tyle konstrukcje oparte na schematach i opisach z literatury lub własne projekty, zwłaszcza jeśli nie są zbyt skomplikowane można na początek zmontować na płytkach uniwersalnych i dopiero po ich wypróbowaniu rozstrzygnąć czy opłaca się przygotowanie specjalnej płytki drukowanej przeznaczonej dla tego układu.



Fot. 1.1.3. Wykonanie układu w.cz. na uniwersalnej płytce zawierającej wysepki lutownicze



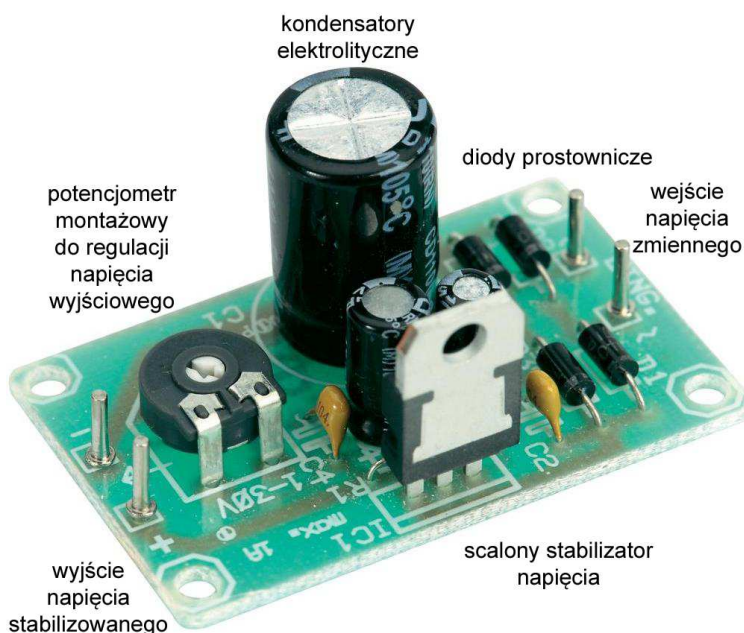
Fot. 1.1.4. Przykład komputerowego projektu wykonania układu na płytce uniwersalnej

2. Uruchamianie własnych konstrukcji

Następnym krokiem po zakończeniu montażu i sprawdzeniu jego poprawności jest jego uruchomienie i przekonanie się czy wszystko działa jak należy. Jeżeli prace montażowe były wykonane starannie istnieje duże prawdopodobieństwo, że tak właśnie będzie. Jeśli oczekiwania się nie spełnią konieczne będzie systematyczne poszukiwanie przyczyn – samemu lub z pomocą bardziej doświadczonego kolegi. Porad praktycznych można także poszukiwać na różnych forach internetowych.

Oprócz sprawdzenia poprawności montażu na płytce drukowanej, jak to opisano w poprzednim odcinku, przed podłączeniem napięcia zasilania dobrze jest sprawdzić także prawidłowość połączeń elementów zewnętrznych, takich jak potencjometr regulacji siły głosu lub inne, podłączenie przewodów zasilania do właściwych miejsc na płytce, zwłaszcza pod kątem poprawności polaryzacji zasilania itd. Jeżeli w instrukcji montażowej nie podano inaczej dobrze jest ustawić potencjometry montażowe i trymery strojenie w położeniu środkowym.

Napięcie zasilania powinno być w trakcie pierwszych prób podłączone przez amperomierz aby móc skontrolować czy nie przekracza on znacząco podanego w opisie. Konstruktorzy dysponujący zasilaczem o regulowanym napięciu wyjściowym mogą stopniowo podwyższać napięcie zasilania od zera do wartości nominalnej obserwując pobór prądu. Gdyby przekraczał on znacząco wartość podaną w opisie należy jak najszybciej wyłączyć zasilanie i przystąpić do poszukiwania przyczyn tego stanu rzeczy. Zapach nagrzanego lub przypalającego się lakieru albo dym unoszący się z któregoś z elementów są również sygnałem do natychmiastowego wyłączenia zasilania. Nawet jeżeli nie dojdzie jeszcze do tej sytuacji po wyłączeniu zasilania wskutek nadmiernego poboru prądu warto dotykając ostrożnie palcem tranzystorów, obwodów scalonych lub oporników znaleźć przeciążony (przeegrzany) element, co ułatwi analizę sytuacji.

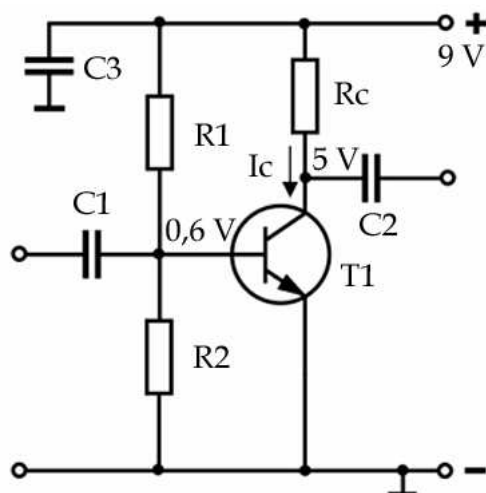


Rys. 2.1. Skonstruowany z zestawu zasilacz stabilizowany. Przy założeniu, że montaż został wykonany bezbłędnie po podłączeniu na wejście napięcia zmiennego z transformatora konieczne jest jedynie nastawienie pożądanego napięcia stabilizowanego za pomocą potencjometru montażowego

Kolejnymi krokami będzie skontrolowanie jeszcze raz części układu wokół tego elementu lub nawet jego całości pod kątem zwarć na płytce, sprawdzenie prawidłowej polaryzacji kondensatorów elektrolitycznych, kierunku przewodzenia diod, właściwego położenia obwodów scalonych i tranzystorów, sprawdzenie czy nie nastąpiła jednak omyłka w ich typie, czy obwody scalone umieszczone w podstaw-

kach są dobrze do nich wciśnięte itd. Dopiero po usunięciu wszystkich zauważonych błędów lub usterek można przystąpić do następnych, równie ostrożnych prób pod napięciem.

W sytuacji gdy mimo braku takich zauważalnych objawów układ nie pracuje jednak zgodnie z oczekiwaniami i opisem pomocne mogą być pomiary napięć stałych w różnych punktach układu i porównanie ich z podanymi na schemacie. Odchyłki rzędu 10 – 20% można uznać za normalne, spowodowane rozrzutami parametrów półprzewodników i tolerancjami wartości oporników. W większości punktów układu (poza niektórymi o szczególnym znaczeniu) stosowane są oporniki o tolerancjach 20%. Przed wykonaniem każdego z pomiarów warto zastanowić się przez chwilę czego się spodziewamy i dokładnie zlokalizować punkty pomiarowe, elektrody tranzystorów itp. Po wykonaniu pomiaru warto też zastanowić się co może oznaczać uzyskany wynik i jakiego pomiaru trzeba dokonać w dalszej kolejności. Dokonywanie pospiesznie pomiarów na los szczęścia przeważnie niewiele daje.



Rys. 2.2. Przykład analizy potencjalnych błędów w prostym wzmacniaczu oporowym. Jeżeli napięcie na kolektorze T1 jest znacznie niższe od podanego na schemacie to przyczyną może być mniejsza od przewidzianej oporność R1, albo większa jednego z oporników R2, Rc. Przy zbyt wysokim napięciu panuje sytuacja odwrotna – przyczyną może być za mała oporność R2 lub Rc albo za duża – R1. Także któryś z kondensatorów C1, C2 może mieć upływność lub zwarcie.

Jednak nawet w przypadku braku danych na schemacie pomiary napięć mogą być bardzo pomocne. Łącząc minus woltomierza (miernika uniwersalnego w połączeniu do pomiaru napięć stałych) z minusem zasilania i dotykając jego końcówką dodatnią poszczególnych punktów układu – ostrożnie aby nie spowodować zwarcia i uszkodzenia układu – można przekonać się czy zasilanie dociera do wszystkich stopni układu. Jeśli nie, oznacza to przerwę w połączeniach zasilania. Podobnie też można sprawdzić czy w miejscach połączenia tych stopni z masą napięcie wynosi zero jak powinno. Napięcie różne od zera wskazuje z kolei na przerwę w doprowadzeniu masy. Jeśli mimo starannego badania wszystkich połączeń i punktów lutowniczych gołym okiem i porównania ze schematem montażowym czy jednak jakieś połączenie nie zostało zapomniane, nie daje się zauważyć żadnej przyczyny warto przyjrzeć się ścieżkom drukowanym przez lupę. Czasami występują na nich niewidoczne gołym okiem przerwy spowodowane np. zarysowaniem ich ostrym narzędziem albo pęknięcia spowodowane naprężeniami mechanicznymi płytki. Przyczyny te mogły wystąpić nie tylko w trakcie montażu ale i wcześniej w czasie wytwarzania lub składowania płytki. Wszystkie podejrzane miejsca należy zalutować, zwracając oczywiście uwagę aby przy okazji nie spowodować jakichś zwarcia.

Dalszymi pomiarami napięć, które nawet w przypadku braku danych na schemacie mogą zwrócić uwagę konstruktora na ten czy inny stopień są pomiary napięć na kolektorach (lub drenach) tranzystorów w stopniach wzmacniacza (poza wtórnymi emiterowymi) i napięć na wyjściach scalonych stopni wzmacniacza. Można spodziewać się, że będą one leżeć z grubsza w pobliżu połowy napięcia zasilania (z tolerancją 20–30% bo są to tylko przypuszczenia), a przynajmniej przy typowych napięciach zasilania 6 – 15 V można spodziewać się w tych punktach napięć rzędu kilku woltów. Są to oczywiście wartości orientacyjne, głównie chodzi w tych sytuacjach o zauważenie poważnych odchyłek od takich oczekiwań. Napięcia bardzo zbliżone do zera lub do napięcia zasilania powinny w każdym razie zwró-

cić uwagę na badany stopień. W układach wtórników emiterowych (stopniach, w których sygnał wyjściowy jest pobierany z emitera tranzystora, a nie z jego kolektora) należy zamiast napięcia na kolektorze zmierzyć napięcie na emiterze.

Dla tranzystorów pracujących w układach wzmacniaczy lub generatorów napięcie między bazą i emiterem tranzystora powinno leżeć w pobliżu 0,6 V. Napięcie wyraźnie niższe od podanego powoduje zatkanie tranzystora, nie przewodzi on wówczas prądu, a napięcie na jego kolektorze jest równe napięciu zasilania, natomiast przy zbyt wysokim napięciu baza-emiter tranzystor jest w stanie nasycenia i przewodzi prąd ograniczony przez oporniki znajdujące się w obwodzie kolektora i emitera. Napięcie między kolektorem i emiterem wynosi wtedy kilka dziesiątych części wolta. W obu przypadkach tranzystor nie spełnia swej roli jako wzmacniacz. W układach mogą jednak występować tranzystory przełączające różne stopnie np. na czas nadawania lub odbioru i dlatego należyta interpretacja wyników pomiarów wymaga dobrego zrozumienia pracy układu i zadań poszczególnych tranzystorów.

Pomiarów napięcia baza-emiter trzeba dokonywać szczególnie ostrożnie aby przez zwarcie bazy z kolektorem nie spowodować zniszczenia tranzystora. Natomiast zwarcie bazy z emiterem dostarcza dowodu, że tranzystor nie jest uszkodzony. Znajdzie się on wówczas w stanie zatkania i napięcie na jego kolektorze powinno wzrosnąć do wartości napięcia zasilania, a po usunięciu zwarcia powrócić do stanu poprzedniego.

Przyczynami odchyłki punktów pracy tranzystorów lub przynajmniej części obwodów scalonych mogą być nie tylko nieprawidłowe wartości oporników w ich układach ale także upływności lub zwarcia w kondensatorach sprzęgających je z sąsiednimi stopniami.

Dopiero po usunięciu takich podstawowych usterek, jak te omówione powyżej, można przystąpić do strojenia układu: ustawienia zakresów częstotliwości pracy za pomocą trymerów, wzmocnień poszczególnych stopni za pomocą potencjometrów montażowych itp. Wszystko to powinno odbywać się w sposób podany w instrukcji.

Jeżeli w instrukcji lub na schemacie podane są przebiegi sygnałów w wybranych punktach układu wówczas dużą pomocą w pracy będzie oscyloskop. Przy większości prostych układów nie jest on jednak niezbędny.

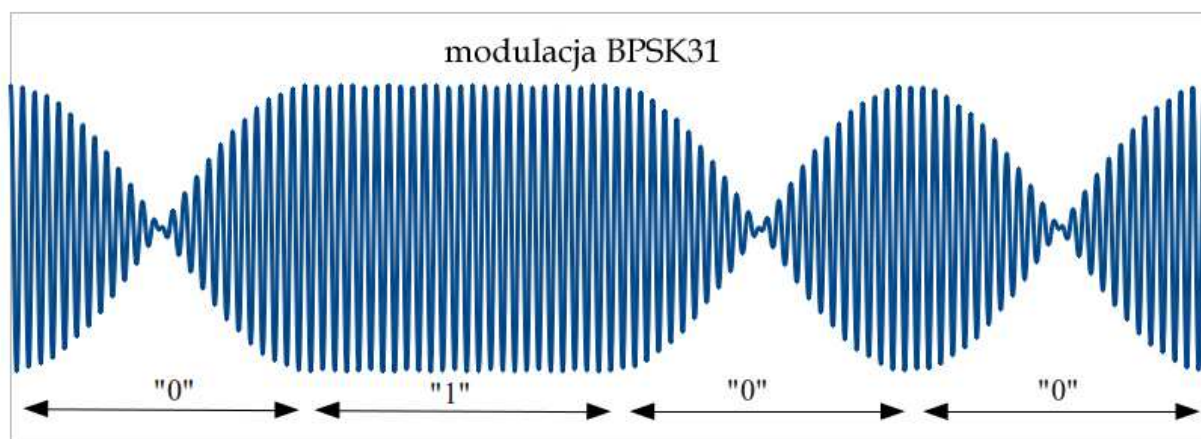
O dalszych pożytecznych urządzeniach pomiarowych pomówimy w jednym z następnym odcinków.

3. Łączności PSK31

Zdecydowanie największa część łączności na falach krótkich jest prowadzona fonią i telegrafią. Łączności pisemne i transmisję obrazów przy użyciu komputera umożliwiają emisje cyfrowe. Najstarszymi z nich są emisja dalekopisowa RTTY i służąca do transmisji wolnozmiennych obrazów SSTV.

W ostatnim 10-leciu ubiegłego wieku pojawiło się wiele innych interesujących rozwiązań i co pewien czas przybywają nowe. Do najbardziej rozpowszechnionych należy PSK31. System został opracowany przez Petera Martinez G3PLX w oparciu o wcześniejsze prace Pawła Jałochy SP9VRC (późniejszego autora Olivii i MT63). Cechą charakterystyczną tego i wszystkich innych rozwiązań dla emisji cyfrowych jest generacja przez komputer odpowiednio zmodulowanej podnośnej m.cz. Sygnał ten jest doprowadzany do gniazdka mikrofonowego radiostacji, a z kolei odebrany sygnał m.cz. jest z gniazdka głośnikowego (lub słuchawkowego) radiostacji doprowadzany do wejścia mikrofonowego lub linii komputera, który dokonuje jego zdekodowania. Oznacza to, że do prowadzenia łączności nadaje się każda zwykła radiostacja SSB i nie wymaga to dokonywania w niej jakichkolwiek przeróbek i modyfikacji. Zamiast gniazd mikrofonowego i słuchawkowego można też skorzystać z gniazda danych (lub ACC) o ile radiostacja jest w nie wyposażona.

Zanim zajmiemy się jednak sposobem połączenia obu urządzeń przyjrzyjmy się dokładniej transmitowanemu sygnałom i sposobom ich kodowania.



Rys. 3.1. Przebieg sygnału PSK31

W emisji PSK31 podobnie jak we wszystkich innych komputerowych sposobach zapisu i transmisji tekstów każdej z liter przyporządkowania jest odpowiednia jednoznaczna kombinacja bitów o wartościach logicznych 0 i 1. O ile jednak w kodzie ASCII każdemu ze znaków alfabetu i przestankowych jest przyporządkowana kombinacja 8 bitów, a w kodzie dalekopisowym (RTTY) – 5, to w kodzie stosowanym w PSK31 liczba bitów jest zmienna i zależy od statystycznej częstości występowania danej litery w tekstach. Jest to zasada podobna do stosowanej od dawna w alfabecie Morse'a. Kod o zmiennej długości został nazwany warikodem (ang. *varicode*) i chociaż jest on w pierwszym rzędzie dostosowany do warunków języka angielskiego to przynosi mniejsze lub większe korzyści również i w innych językach. Alfabet PSK31 zawiera 255 znaków przy czym średnia długość znaku wynosi 6,5 bita.

W odróżnieniu od emisji RTTY gdzie podnośna jest modulowana częstotliwościowo czyli zero i jedynce logicznej są przyporządkowane różne częstotliwości m.cz. oddalone od siebie o znormalizowany odstęp, w emisji PSK31 (BPSK31) kluczowana, czyli przełączana jest dwustanowo faza podnośnej (tonu akustycznego). Faza sygnału ulega zmianie o 180 stopni dla bitów o wartości zera logicznego, a pozostaje bez zmiany dla bitów o wartości jedynki. W ten sposób do transmisji jedynki używa się sygnału o większej mocy średniej, co podwyższa prawdopodobieństwo jego prawidłowego zdekodowania u odbiorcy.

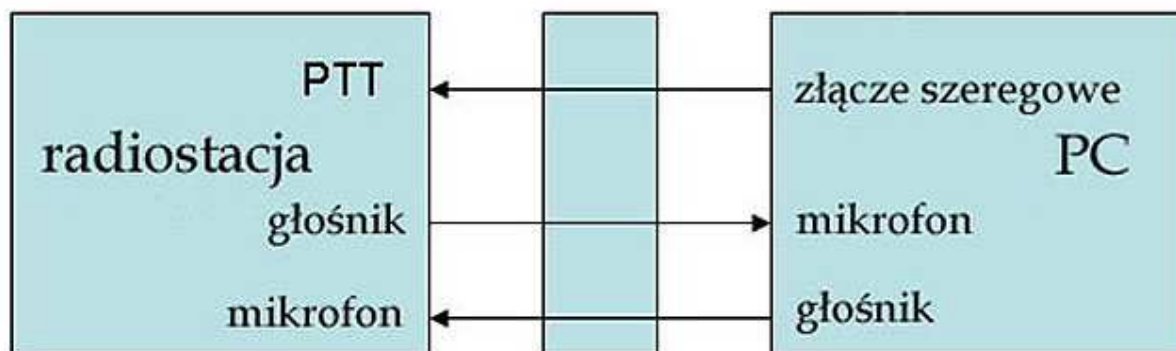
Gwałtowna zmiana fazy przy pełnej amplitudzie sygnału powodowałaby szerokopasmowe zakłócenia podobnie jak twarde kluczowanie w telegrafii. Dlatego też na czas przełączania fazy amplituda sygnału zostaje zmniejszona do zera i zakłócenia nie mogą w ogóle powstać. Sytuację ilustruje rys. 3.1.

Dzięki wykorzystaniu skomplikowanych algorytmów cyfrowej obróbki sygnałów, filtrów cyfrowych zawężających pasmo odbioru, technik kumulacji sygnałów w pamięci komputera, specjalnie opracowanych protokołów łączności i mechanizmów korekcji przekłamań cyfrowe systemy łączności pozwalają na prowadzenie bezbłędnej (lub wystarczająco bezbłędnej jak na potrzeby amatorskie) łączności przy wyraźnie niższych stosunkach sygnału do szumów i zakłóceń niż to zapewnia klasyczna telegrafia. W emisji PSK31 (BPSK31) i pokrewnych (BPSK63 itd.) mimo braku mechanizmów korekcji błędów i specjalnego protokołu komunikacji minimalny stosunek sygnału do szumu czyli czułość graniczna wynosi $-11,5$ dB. Przy założeniu szerokości pasma filtru telegraficznego 500 Hz stosunek szerokości pasm CW i PSK31 wynosi 12 dB (16 razy). PSK31 daje więc orientacyjnie 16 -krotny zysk w stosunku do telegrafii, co oznacza że moc nadajnika może być nawet 16 razy niższa. Wariant z kluczowaniem czterofazowym wyposażony z mechanizmy korekcji przekłamań – QPSK31 – nie przyjęł się w praktyce i jest bardzo rzadko używany.

Szybkość transmisji dla PSK31 wynosi $31,25$ boda (czyli bit/s), a szerokość pasma zajmowanego przez sygnał o dobrej jakości (bez przemodulowania) – $62,5$ Hz.

Pokrewna do PSK31 jest również często spotykana na pasmach emisja PSK63 o dwukrotnie większej szybkości transmisji (63 body) i szerokości pasma oraz o czułości granicznej -7 – -8 dB. Jest ona chętnie stosowana w zawodach. W trochę rzadszym użyciu jest także dwukrotnie szybsza od niej emisja PSK125.

W pracy emisją PSK31 i innymi emisjami cyfrowymi sygnał nadawany jest generowany przez komputer, a dokładniej rzecz biorąc przez jego podsystem dźwiękowy, a sygnał odebrany przez radiostację jest z kolei dekodowany na komputerze i wyświetlany na jego ekranie. Wymaga to połączenia wyjścia i wejścia m.cz. komputera z radiostacją. Oprócz tego konieczny jest sygnał przełączający radiostację z odbioru na nadawanie i odwrotnie. W najbardziej rozpowszechnionych rozwiązaniach do tego celu wykorzystywane jest jedno ze złączy szeregowych COM. Schemat blokowy połączeń przedstawia rys. 3.2.



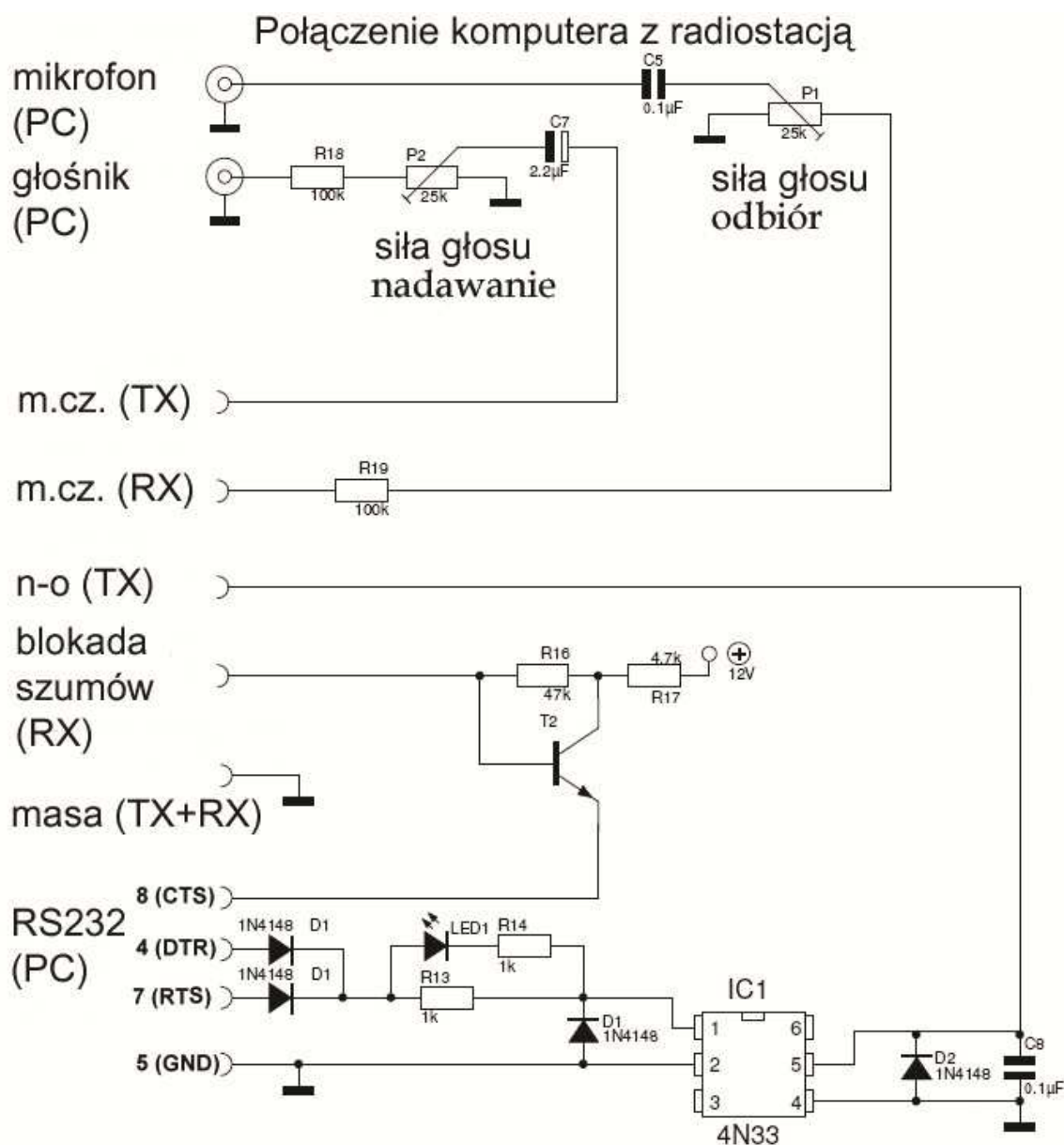
Rys. 3.2. Schemat blokowy połączeń komputera z radiostacją

Poziomy sygnał na wyjściu linii komputera jest na tyle wysoki, że spowodowałby przesterowanie wejścia mikrofonowego i zmieształcenia uniemożliwiające wogóle zdekodowanie sygnału przez korespondenta. Również poziom sygnału wyjściowego z odbiornika jest na tyle wysoki, że mógłby spowodować z kolei przesterowanie systemu dźwiękowego komputera uniemożliwiające nawet całkowicie dekodowanie odebranych stacji. Oprócz tego wielokrotne połączenia masy pomiędzy obydwooma urządzeniami powodowałyby powstanie pętli działających jak anteny niepotrzebnie odbierające zakłócenia. Dlatego też do połączenia radiostacji z komputerem stosuje się trochę bardziej rozbudowane układy. Przykładowy schemat rozwiązania łatwego do własnego odwzorowania przedstawia rys. 3.3.

W torze odbiorczym poziom sygnału doprowadzanego do komputera jest regulowany za pomocą potencjometru montażowego P1, a w torze nadawczym poziom sygnału doprowadzanego do radiostacji – za pomocą P2. Kondensatory C5 i C7 służą do separacji składowej stałej na wejściach radiostacji i komputera. Układ rozpoznawania stanu blokady szumów w radiostacji złożony z tranzystora T2 oraz oporników R16 i R17 jest przydatny tylko w nielicznych przypadkach i można go wogóle opuścić.

W układzie kluczowania nadajnika (przełączania nadawanie-odbiór) pracuje optoizolator IC1 typu 4N33, 4N25 lub dowolny podobny. Jego dioda świecąca jest sterowana sygnałami DTR i RTS ze złącza szeregowego komputera. Diody 1N4148 służą do odseparowania od siebie obydwu wyjść. W wielu pro-

gramach terminalowych można wprawdzie dowolnie wybrać jeden z obydwu sygnałów, ale nie we wszystkich, więc takie rozwiązanie pozwala nie przejmować się wyborem przy korzystaniu z różnych programów. Opornik R13 służy do ograniczenia prądu płynącego przez diodę optoizolatora.



Rys. 3.3. Prosty układ łączący radiostację z komputerem

Dodatkowo równolegle do niego podłączona jest dioda świecąca LED1 z opornikiem szeregowym R14. Pojawienie się na jednym z przewodów napięcia +12 V powoduje, że pod wpływem oświetlenia fototranzystor w optoizolatorze przewodzi zwierając do masy kontakt nadawania (PTT) radiostacji. Stan nadawania jest sygnalizowany przez diodę LED1, ale nie jest ona również niezbędna ponieważ radiostacje są wyposażone we własną sygnalizację.

Diody włączone równolegle do kontaktów 1-2 i 4-5 optoizolatora służą do jego zabezpieczenia przed skutkami pojawienia się w układzie napięć o odwrotnej polaryzacji.

Użytkownicy nie mający czasu lub ochoty na konstruowanie układu mogą się zaopatrzyć w gotowe urządzenia. Przykładem takiego prostego rozwiązania odpowiadającego funkcjonalnie opisanemu powyżej jest „Digi-1”. Posiada ono wewnątrz krosownicę umożliwiającą dopasowanie połączeń do wyprowadzeń różnych modeli radiostacji i przełącznik między mikrofonem i komputerem dzięki czemu mikrofon może pozostać podłączony na stałe. Oprócz optoizolatora „Digi-1” zawiera w torze nadaw-

czym transformator separujący zmniejszający niebezpieczeństwo powstania sprzężeń przez połączenia masy.

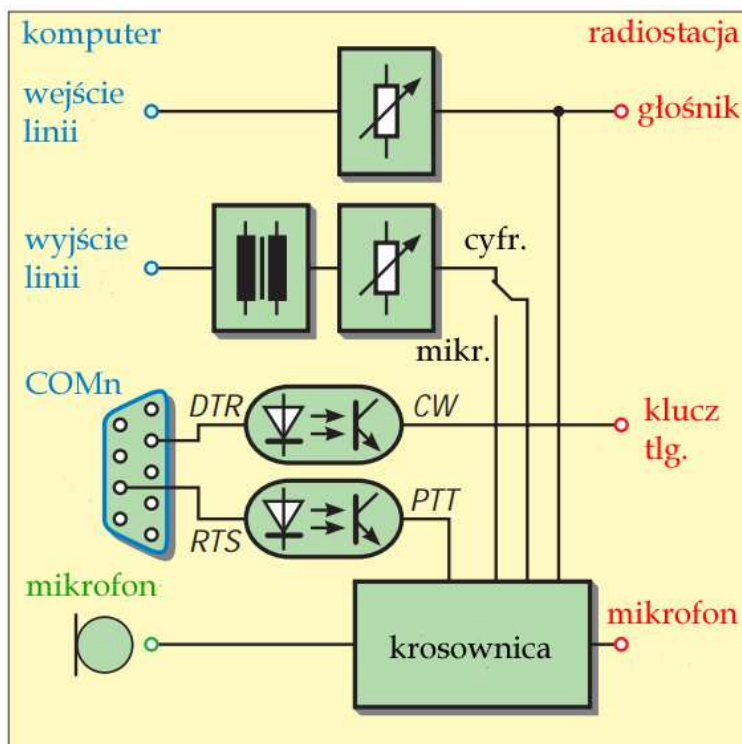
Układy bardziej rozbudowane („Signalink”, „USB Interface III” itp.) zawierają własny podsystem dźwiękowy i mikroprocesor. Są one połączone z komputerem jedynie za pośrednictwem złącza USB, a z radiostacją poprzez złącze ACC (lub danych) co zmniejsza znacznie liczbę płaczących się kabli. W odróżnieniu od poprzednich wymagają one zainstalowania dodatkowego sterownika oprócz omówionych dalej programów terminalowych.



Fot. 3.4. „Digi-1”

„Signalink” posiada własne potencjometry regulacji siły głosu w torach nadawczym i odbiorczym co jest wygodniejsze od wywoływania na komputerze miksera Windows albo regulacji poziomu w menu radiostacji. Wewnątrz obudowy znajduje się krosownica, na której za pomocą zworek dopasowuje się połączenia do wyprowadzeń w gnieździe radiostacji. Szczegóły połączeń dla większości spotykanych modeli radiostacji zawiera instrukcja „Signalinku”. Podobnym funkcjonalnie urządzeniem jest „USB interface

III”. Korzystanie ze złącza ACC w radiostacji może wymagać zmian w jej ustawieniach. Zapoznanie się z odpowiednimi fragmentami jej instrukcji obsługi na pewno nie zaszkodzi.



Rys. 3.5. Schemat blokowy „Digi-1”. Przełącznik służy do wyboru mikrofonu lub transmisji cyfrowej bez konieczności odłączania mikrofonu od gniazdka

Coraz więcej modeli radiostacji jest wyposażonych we wbudowany podsystem dźwiękowy. Wymagają one jedynie połączenia z komputerem za pomocą kabla USB, w miejsce mniejszej lub większej płatany kabli niezbędnych w rozwiązaniach opisanych powyżej. Współpraca komputera z radiostacją wymaga najczęściej w takim przypadku zainstalowania dodatkowego sterownika udostępnianego przez producenta sprzętu. Sterownik taki umożliwia nie tylko korzystanie z podsystemu dźwiękowego radiostacji

ale także udostępnia co najmniej jedno wirtualne złącze USB służące do kluczowania radiostacji, jak również do jej zdalnego sterowania. Możliwość ta może wymagać włączenia w menu konfiguracyjnym sprzętu. Szczegóły odnośnie sterowników, ich instalacji i ewentualnych zmian w konfiguracji zawierają instrukcje obsługi sprzętu.

Ostatnim krokiem przygotowawczym do wyjścia w eter emisjami cyfrowymi jest instalacja na PC jednego z programów terminalowych i jego skonfigurowanie.

Najbardziej znanymi programami terminalowymi dla emisji cyfrowych są MultiPSK, Fldigi i MixW. Każdy z nich pozwala na pracę nie tylko PSK31 ale i mniejszą lub większą liczbą różnych emisji. Po nabyciu wprawy z PSK31 łatwiej więc będzie zapuścić się i na pozostałe ścieżki. Pierwsze dwa są programami bezpłatnymi, a ich instrukcje obsługi po polsku zawierają skrypty „Łączności cyfrowe na falach krótkich” dostępne m.in. pod adresem [3.5]. Cenę i warunki rejestracji dla użytkowników MixW podają witryny [3.3] i [3.4].

Ograniczona objętość publikacji nie pozwala na zamieszczenie szczegółowej instrukcji do tych programów (niektóre z instrukcji są zawarte w innych tomach niniejszej serii – patrz spis na końcu skryptu) dlatego też przedstawiamy w skrócie jedynie najważniejsze punkty niezbędne do wyjścia w eter.

W konfiguracji należy wybrać złącze szeregowo COM używane do kluczowania nadajnika. Dla rozwiązań w rodzaju DIGI-1 i podobnych do niego własnych konstrukcji jest to albo złącze fizycznie zainstalowane w komputerze (najczęściej złącza te noszą niskie numery 1, 2 itd.) albo złącze zrealizowane za pomocą przejściówki USB–COM. Dla rozwiązań w rodzaju „Signalink”, „USB Interface III” itd. jest to złącze wirtualne realizowane przez sterownik urządzenia. Przeważnie system operacyjny przyznaje im trochę wyższe numery ale nie jest to regułą. Drugim ważnym punktem konfiguracji jest wybór właściwego podsystemu dźwiękowego. Dla rozwiązań z pierwszej grupy wystarczy użycie standardowego podsystemu i wtedy wybór jest łatwy. Urządzenia drugiej grupy są wyposażone we własny podsystem dźwiękowy i wówczas należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe rozpoznanie jego nazwy. Błędny wybór uniemożliwia wprawdzie pracę w eterze ale nie grozi uszkodzeniem sprzętu. Co najwyżej sygnał przeznaczony do nadania zamiast być wysłany w eter rozlegnie się z głośnika i wtedy stanie się jasne, że coś poszło nie tak jak powinno.



Fot. 3.6a. „Signalink”



Fot 3.6b. „USB Interface III”

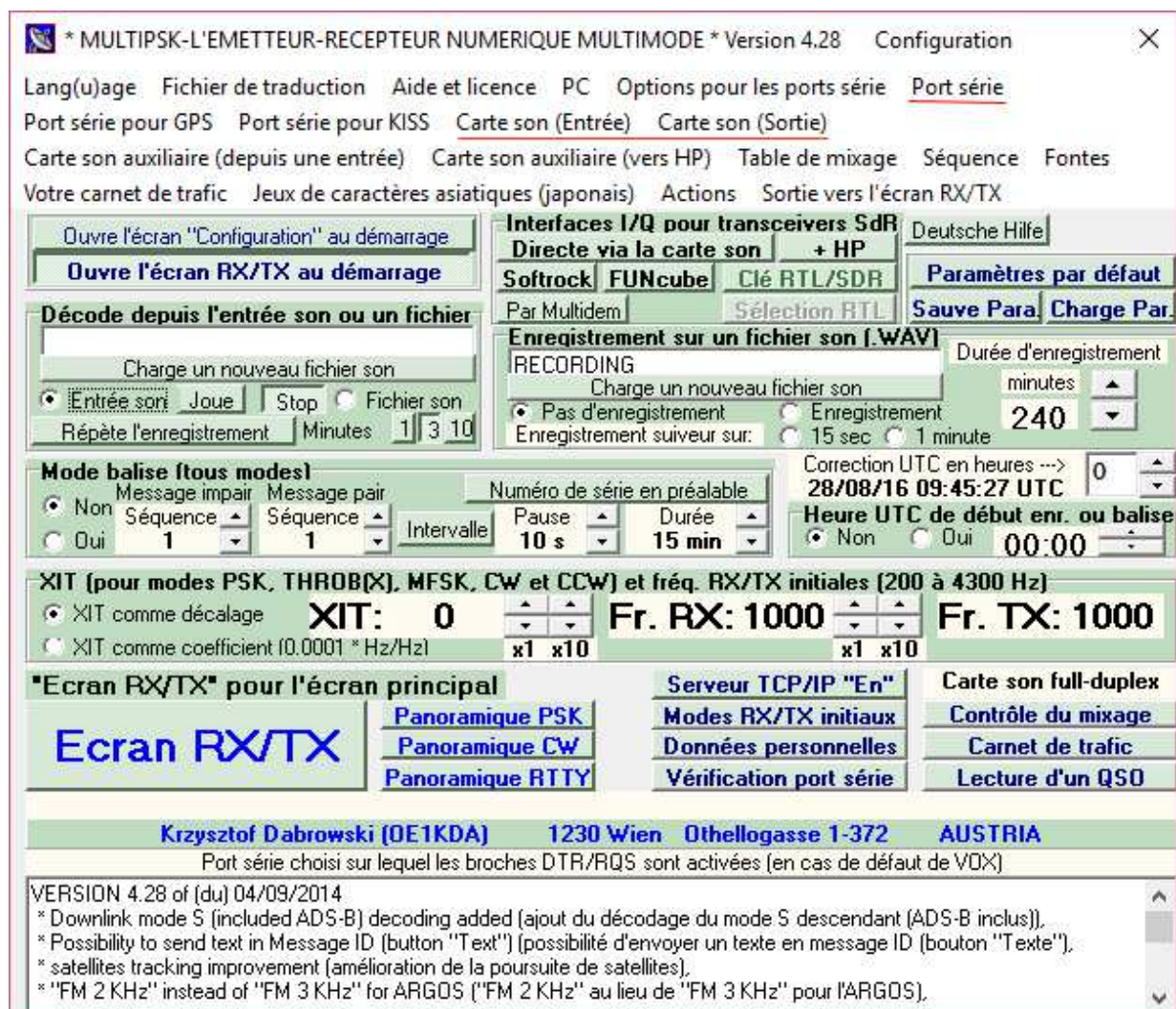
Zasadniczo do pracy PSK31 wystarczy ustawienie mocy wyjściowej nadajnika w zakresie od kilku do 20 – 30 W. Moc musi być ograniczona tak, aby nie dochodziło do obcinania szczytów modulacji przez automatyczną regulację wysteroowania ALC, co staje się źródłem zniekształceń nieliniowych.

Maksymalną dopuszczalną moc nadajnika można określić podwyższając stopniowo wysteroowanie aż do czasu gdy moc wyjściowa przestanie wzrastać wskutek ograniczania jej przez ALC, a następnie trochę ją obniżyć po czym dla PSK31 ustawić co najwyżej połowę tej wartości. Próg działania ALC powinien być ustawiony na maksimum, a wszelkich regulacji mocy wyjściowej dokonuje się poprzez poziom wysteroowania.

Dla PSK31 i większości innych emisji cyfrowych konieczne jest wyłączenie kompresora mowy (w niektórych modelach radiostacji występuje on pod nazwą procesora dźwięku). Kompresor powoduje zniekształcenia sygnału mogące całkowicie uniemożliwić jego dekodowanie.

Stacje pracujące emisjami PSK31 i PSK 63 najczęściej spotykane są w podzakresach 3580 – 3600, 7040 – 7050, 10140 – 10150, 14070 – 14080 kHz, 18100 – 18109, 21070 – 21120, 24920 – 24930 i 28070 – 28120 kHz, a więc w dolnych częściach zakresów przewidzianych dla emisji cyfrowych.

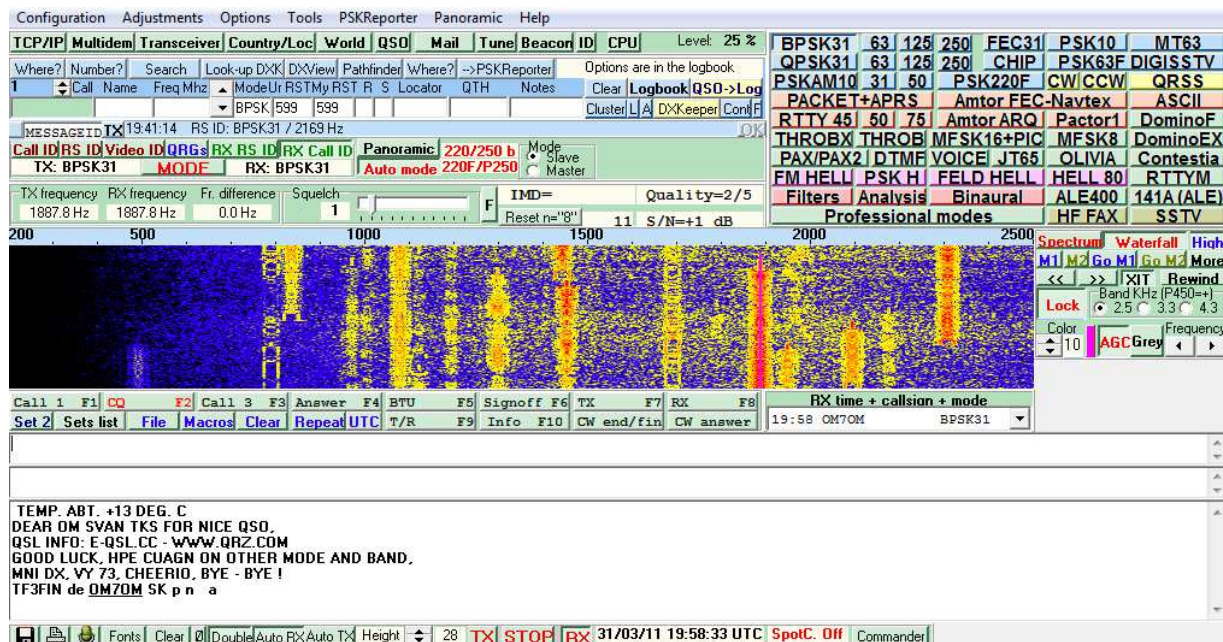
Stosowana jest zawsze górna wstęga boczna (USB), a więc inaczej niż w łącznościach fonicznych, gdzie poniżej 10 MHz stacje amatorskie używają dolnej. W dwufazowej odmianie PSK31 (BPSK31) sygnał jest wprawdzie dekodowany prawidłowo również przy ustawieniu odwrotnej wstęgi, ale ponieważ w wielu innych emisjach (a także dla QPSK31) nie jest to obojętne lepiej jest jednak zawsze przestrzegać zasady stosowania wstęgi górnej. Wybranie filtra o paśmie SSB (2 – 3 kHz) pozwala na obserwację wielu sygnałów bez konieczności ciągłego przestrajania radiostacji.



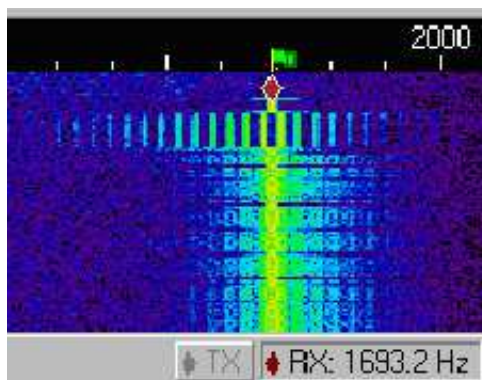
Rys. 3.7. Okno konfiguracyjne „MultiPSK”. Podkreślone punkty wyboru złącza szeregowego do kluczowania nadajnika i wyboru podsystemu dźwiękowego

Po skonfigurowaniu programu i nastawieniu radiostacji w sposób opisany pozostaje tylko wywołanie programu, wybranie w nim emisji BPSK31 i obserwacja odbieranych sygnałów na jego wskaźniku wodospadowym. Po naciśnięciu myszą na jeden z nich program rozpoczyna dekodowanie i we właściwym momencie można wywołać odbieraną stację. W celu nadania własnego wywołania wystarczy wybrać myszą wolną częstotliwość na wskaźniku. W granicach pasma przenoszenia filtra p.cz. obsługa programu przypomina trochę sposób korzystania z odbiorników i radiostacji programowalnych (SDR). Przykłady sygnałów stacji pracujących emisją PSK31 przedstawia ilustracja 3.8. W przerwach pomiędzy fragmentami tekstu, a także na początku i ewentualnie na końcu nadawane są automatycznie znaki wypełniające (wypełniacze), w czasie których zachodzi ciągła zmiana fazy. Sam sygnał jest wówczas widoczny na ekranie w postaci szyn. Tylko w tym czasie programy terminalowe mogą prawidłowo zmierzyć współczynnik zniekształceń nieliniowych IMD, wyświetlany w ich oknie. Oczywiście zmierzona wartość dotyczy sygnału korespondenta, a nie własnego. Wartości w pobliżu -20 lub poniżej (-20 – -30) uznaje się za dobre, natomiast kilkanaście lub około -10 już za złe.

Na ilustracji 3.9 widoczny jest sygnał BPSK31 poszerzony o dodatkowe prążki powstałe w wyniku przemodulowania nadajnika.



Rys. 3.8. Na wskaźniku wodospadowym widoczne są sygnały odbieranych stacji. W paśmie przenoszenia filtra SSB może zmieścić się kilkanaście lub więcej stacji



Rys. 3.9. Sygnał PSK31 poszerzony o dodatkowe prążki w wyniku zniekształceń nieliniowych

Emisje PSK31, Olivia, dalekopisy Hella, JT65, JT9 i FT8 są szczególnie przydatne w łącznościach przy użyciu małych mocy nadajników (QRP), anten niepełnowymiarowych o mniejszej sprawności lub w warunkach silniejszych zakłóceń. Obniżenie mocy pozwala na ominięcie nieprzyjemnych dla środowiska krótkofalarskiego ograniczeń prawnych, a możliwość korzystania z anten o mniejszych wymiarach ułatwia ich ukrycie przed osobami nieprzyjaźnie nastawionymi do krótkofalarstwa. Cenną właściwością jest też możliwość całkowicie cichego prowadzenia łączności, bo nasłuch na głośnik jest zbędny skoro sygnały są widoczne na ekranie, a pisanie na klawiaturze komputera też nie powoduje hałasu. Nawet więc jeśli kącik radiowy nie jest odizolowany od reszty mieszkania, łączności cyfrowe można prowadzić nie przeszkadzając domownikom w ich pracach, nauce lub odpoczynku.

Rozpowszechnienie się łączności cyfrowych przyniosło jednak ze sobą niestety niekorzystne zjawisko polegające na ograniczeniu się w łącznościach jedynie do nadawania uprzednio przygotowanych standardowych tekstów (występujących w niektórych programach pod nazwą makro). Pozbawia to łączności ich indywidualnego charakteru i powoduje, że większość z nie pozostaje na długo w pamięci. Oczywiście w trakcie łączności w zawodach, w tłoku otaczającym rzadką stację (ang. *pile up*), w trakcie pracy stacji okolicznościowej lub w sytuacjach, w których przebieg łączności jest podporząd-

kowany sformalizowanemu protokołowi (EME, MS; JT65A, JT9, FT8 na falach krótkich) sensownym jest skorzystanie z gotowych tekstów zawierających jedynie wymagane minimum informacji, o tyle we wszystkich pozostałych łącznościach miłym akcentem byłoby dodanie czegoś od siebie lub poruszenie jakiegoś interesującego tematu.

Autor czasami odnosi wrażenie, że większość tych gotowych tekstów nie jest wogóle czytana albo co najwyżej korespondent wyławia z nich drobną cząstkę informacji i to chyba jest już coś nie tak. Jeżeli przykładowo z powodu zakłóceń korespondent odebrał błędnie imię lub QTH, a wielokrotne prośby o skorygowanie nie odnoszą skutku to można przypuszczać, że nie czyta on wogóle odebranych komunikatów, a swoje nadaje w stylu buddyjskiego młynka modlitewnego: raz, dwa, trzy, tratata i po wszystkim...

Niektóre z tekstów stały się z jakiegoś powodu szczególnie modne i są nadawane przez przeważającą część stacji bez większego zastanowienia czy informacje te mogą zainteresować korespondenta.

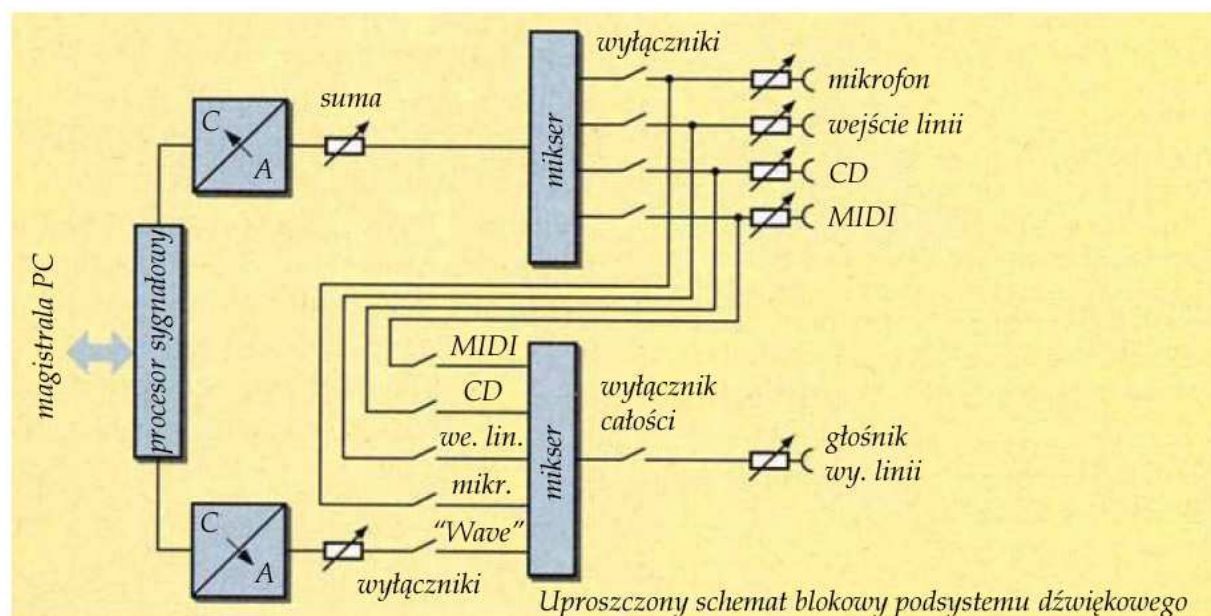
Złagodzenie przepisów dotyczących prowadzenia dziennika stacji pozwala też przypuszczać, że tylko część takich łączności pozostawia wogóle po sobie jakiś ślad. A szkoda, bo przecież mogłyby się mile zapisać w pamięci gdyby zwierzały jakieś akcenty indywidualne.

Oczywiście niektóre powtarzające się stale informacje, takie jak opis wyposażenia stacji, QTH czy kwadrat lokatora powinny znaleźć się w przygotowanych tekstach ale to nie powinno być wszystko. Teksty takie warto sformułować krótko i zwięźle.

Gotowe teksty mogą też spełnić inną pożyteczną rolę. Osoby uczące się języków obcych, ale nie czujące się w którymś z nich zbyt pewnie do prowadzenia płynnej łączności mogą przygotować sobie z góry kilka podstawowych zwrotów w tym języku (powitalnych, pożegnalnych lub innych). Taki akcent powoduje naogół bardzo sympatyczną reakcję i być może właśnie takie QSO pozostanie na dłużej w pamięci aniżeli kilka wyświechtanych tekstów używanych przez wszystkich naokoło.

Korespondenci z krajów nieanglojęzycznych reagują bardzo miło nawet na kilka słów w ich języku lub w języku najbardziej do niego zbliżonym. Doceniają w ten sposób fakt włożenia jakiegoś wysiłku w przygotowanie i prowadzenie takiej łączności.

Z konieczności omówiono tutaj jedynie najważniejsze aspekty pracy emisją PSK31 jako pierwszego przykładu z całej rodziny emisji cyfrowych.



Rys. 3.10. Uproszczony schemat blokowy podsystemu dźwiękowego komputerów PC. Przedstawione na schemacie wyłączniki i regulatory siły głosu są zrealizowane programowo, udostępnione w mikserze Windows i nie występują w postaci fizycznej

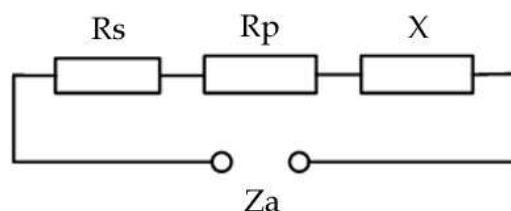
4. Dopasowanie anten

Impedancje wejściowe anten odbiegają najczęściej od pożądaných 50 omów i na dodatek zmieniają się w funkcji częstotliwości. Oznacza to, że przeważnie – zwłaszcza na falach krótkich – konieczne jest użycie układów korygujących dopasowanie – popularnie zwanych „skrzynkami antenowymi”.

Jeśli impedancja wejściowa anteny odbiega od impedancji falowej linii (najczęściej 50 Ω) część energii padającej fali ulega odbiciu i nie zostaje wypromieniowana (tabela 4.2). Pewna część tej odbitej i powracającej do nadajnika energii zostaje w nim stracona w postaci ciepła, część zostaje ponownie odbita w kierunku anteny i tak dalej. Przy okazji rosną też straty w linii zasilającej. Jest to więc stan niepożądany i warto dołożyć starań dla zminimalizowania jego wpływu.

Teoretycznie powinno się dążyć do uzyskania współczynnika fali stojącej (WFS) jak najbliższego jedności, ale bez przesady. Dla współczynników poniżej 1,8 straty energii spowodowane niedopasowaniem są na tyle niskie (poniżej 8 %), że straty wnoszone przez dodatkowy obwód dopasowujący mogą się zrównać z nimi lub nawet je przewyższyć i dlatego nie opłaca się skórka za wyprawkę.

Oznaczając impedancję wejściową anteny przez Z_a , a impedancję falową linii przez Z_0 można współczynnik fali stojącej obliczyć z następujących wzorów: dla $Z_a > Z_0$ $WFS = Z_a / Z_0$, a dla $Z_a < Z_0$ $WFS = Z_0 / Z_a$. W stanie dopasowania $Z_a = Z_0$ jego wartość wynosi 1, a we wszystkich pozostałych sytuacjach przyjmuje on wartości w przedziale od jedności do nieskończoności. Dla uproszczenia pomijamy tutaj wszystkie inne wzory i ich wyprowadzenia.



R_s : oporność strat

R_p : oporność promieniowania

X : reaktancja

Z_a : impedancja wejściowa anteny

Schemat zastępczy anteny

Rys. 4.1. Schemat zastępczy anteny

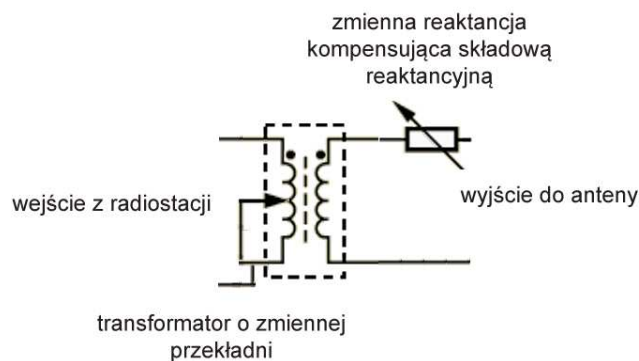
Rysunek 4.1 przedstawia schemat zastępczy anteny. Widoczne na nim oporności strat i promieniowania mają znaczenie symboliczne i stanowią zastępczą reprezentację właściwości anteny. Dla częstotliwości pracy różnych od częstotliwości rezonansowej danej anteny występuje dodatkowo oporność pozorna – reaktancja – o charakterze pojemnościowym (ujemna) dla częstotliwości niższych od rezonansowej, a o charakterze indukcyjnym (dodatnia) dla – wyższych.

Zadaniem układu dopasowującego jest z jednej strony kompensacja składowej reaktancyjnej przez włączenie do obwodu reaktancji o tej samej wartości bezwzględnej, ale o przeciwnym znaku, a z drugiej strony transformacja składowej rzeczywistej (sumy R_s i R_p) do wartości równej oporności falowej linii zasilającej, czyli w przeważającej liczbie przypadków do oporności 50 Ω. Symboliczny schemat blokowy przedstawia rys. 4.2.

Teoretycznie układ taki należałoby dopasowywać od nowa przy każdej, nawet minimalnej zmianie częstotliwości pracy. W rzeczywistości jest to kłopotliwe i zasadniczo wystarczy przeprowadzić korekcję dopasowania dopiero po przekroczeniu przez WFS pewnej wartości granicznej, przykładowo 1,8.

Istnieje mnóstwo rozwiązań układów dopasowujących dostosowanych do różnego rodzaju anten (zakresu dopasowywanych impedancji) i do zakresów częstotliwości pracy. Dla fal krótkich są to przeważnie konstrukcje oparte o elementy dyskretne, natomiast dla pasm wyższych przeważają rozwiązania

na liniach transmisyjnych (stałych rozłożonych): transformatorach ćwierćfalowych, odcinkach 1/12 fali, strojnikach itp. W dalszych rozważaniach pominiemy także rozwiązania należące do samej konstrukcji anten, takie jak transformatory gamma, delta itp.



Schemat blokowy obwodu dopasowującego

Rys. 4.2. Funkcjonalny schemat blokowy układu dopasowującego

Najprostszym układem dopasowującym jest obwód typu L (rys. 4.3). Zawiera jedynie dwa strojone elementy: cewkę i kondensator – w obwodzie filtru dolno- lub górnoprzepustowego. Niezależnie od wariantu elementy te tworzą razem szeregowy obwód rezonansowy – mający w rezonansie lub w jego pobliżu niską impedancję. Element poprzeczny (w filtrze dolnoprzepustowym jest to kondensator) ma impedancję wyższą. Dla dopasowania anten o impedancji wejściowej wyższej od 50Ω konieczne jest włączenie anteny równolegle do elementu poprzecznego i obciążenie źródła obwodem szeregowym. Dla anten o impedancji niższej od 50Ω układ podłącza się odwrotnie. W przypadku anten wielopasmowych sytuacja może się zmieniać z pasma na pasmo, co wymagałoby dość niewygodnej ciągłej zmiany połączeń. Dlatego też przeważnie urządzenie zawiera przełącznik łączący element poprzeczny (równoległy) z anteną lub z wejściem (rys. 4.4). Zakres dopasowywanych impedancji jest w jednym i w drugim przypadku ograniczony i zależy od wartości wbudowanych elementów. Dla urządzeń fabrycznych jest on podany w ich instrukcji obsługi.

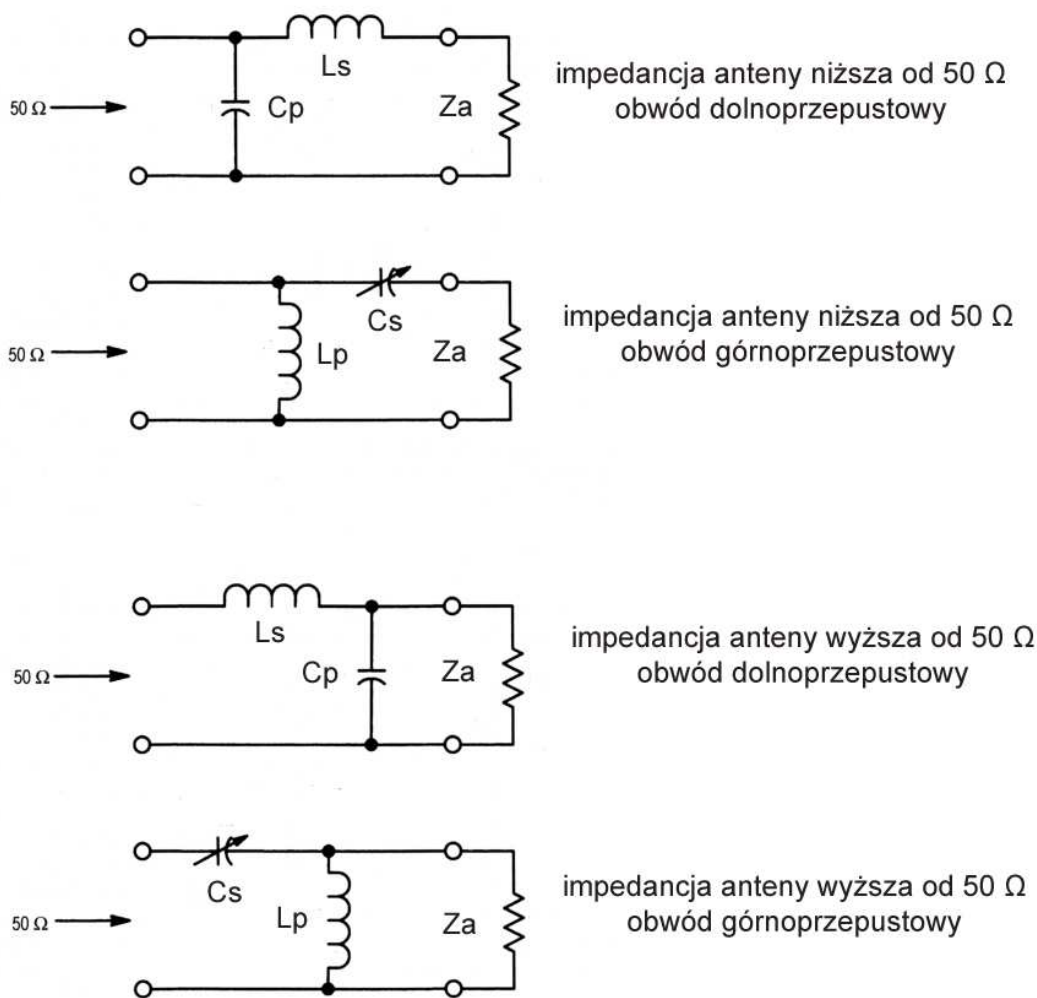
Obwód dostraja się, przy obniżonej mocy nadajnika, naprzemian cewką i kondensatorem, rozpoczynając od elementu poprzecznego, aż do uzyskania możliwie najniższego współczynnika fali stojącej – w idealnym przypadku bliskiego jedności. Przykładem fabrycznej konstrukcji tego rodzaju jest MFJ-16010 przeznaczony do dopasowywania anten długich. Antena musi być podłączona do gniazdka wyjściowego bezpośrednio, a nie za pośrednictwem kabla koncentrycznego.

Szerszy zakres dopasowań zapewnia obwód typu T, konstruowany również w postaci filtru dolno- lub górnoprzepustowego (rys. 4.5). Niezależnie od realizacji obwód typu T transformuje wewnątrz impedancję najpierw w górę, a następnie w innym koniecznym stosunku w dół. Zawiera on dwa szeregowe obwody rezonansowe mające jeden wspólny element (element poprzeczny). Wewnętrzna transformacja impedancji w górę oznacza, że mogą na nim występować dość wysokie napięcia.

Dostrojenie obwodu (na przykładzie MFJ-902 – filtru górnoprzepustowego) rozpoczyna się od ustawienia kondensatora od strony źródła (radiostacji) w położeniu środkowym, kondensatora antenowego na maksymalną pojemność i poszukiwania takiego odczepu cewki, przy którym otrzymuje się minimum WFS. Następnie należy, rozpoczynając od kondensatora od strony nadajnika naprzemian dostrajać kondensatory po stronie nadajnika i anteny aż do otrzymania minimalnego współczynnika fali stojącej. Po znalezieniu w ten sposób minimum trzeba zmniejszyć indukcyjność cewki o jeden stopień przełącznika, w identyczny sposób znaleźć minimum ponownie i cały proces powtarzać zmniejszając indukcyjność aż nie da się uzyskać dobrego dopasowania – wówczas konieczny jest powrót do poprzednio ustawionej indukcyjności. Najkorzystniejszym ze wszystkich możliwych wariantów ustawień jest wariant o możli-

wie najmniejszej indukcyjności (najniższym stopniu transformacji impedancji w górę) i dużych pojemnościach. Dostrajanie należy przeprowadzać przy mocy nadawania obniżonej do 10 – 20 W. Rzecz wydawać się może skomplikowana, ale po nabyciu pewnego doświadczenia dopasowanie uzyskuje się szybko i sprawnie. Dużą pomocą może być zapisanie otrzymanych ustawień dla danej anteny i wszystkich pasm, na których może ona pracować (najlepiej jest zapisać ustawienia dla środków pasm lub najczęściej używanych podzakresów np. telegraficznego, cyfrowego). Wówczas wystarczy tylko zajrzeć do notatek...

Dopasowanie anteny za pomocą obwodu L



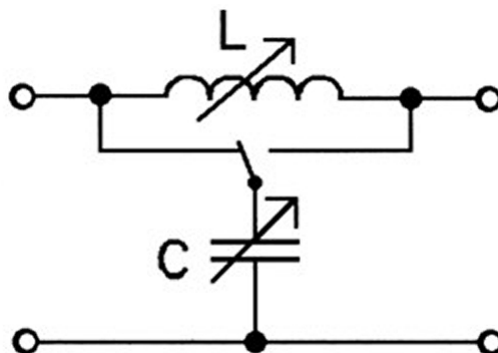
Rys. 4.3. Układy dopasowujące typu L

Dla anten symetrycznych możliwe są dwa warianty wykonania: obwód w pełni symetryczny zawierający dwa zestawy elementów szeregowych strojonych synchronicznie lub obwód niesymetryczny jak na ilustracjach 4.3 i 4.4 z dołączonym na wyjściu symetryzatorem.

Znacznie więcej komfortu dają automatyczne układy dopasowujące. Są one sterowane przez mikrokomputery i samoczynnie nie tylko szybko znajdują jak najlepsze ustawienia, ale także zapisują je w pamięci, dzięki czemu proces dopasowywania nie musi być powtarzany za każdym razem dla już używanych częstotliwości (rys. 4.6).

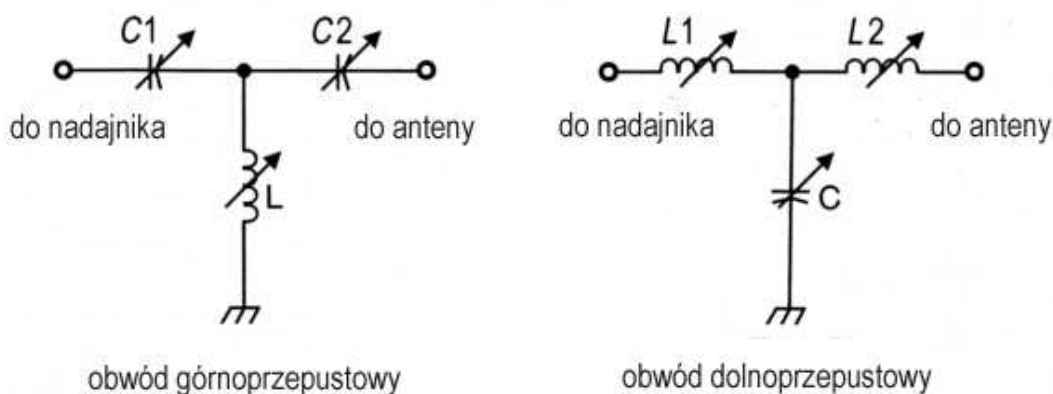
Dużą pomocą w dopasowaniu zasilanych na końcu anten o długościach przypadkowych, nie równych wielokrotnościom połówki fali, są tak zwane transformatory magnetyczne. Są one dostępne w handlu

pod oznaczeniami MTFT, MTFG, MLB lub zbliżonych. Ich samodzielne wykonanie nie jest zresztą trudne. Przykłady znajdują czytelnicy w poz. [4.2].



Rys. 4.4. Przełączanie elementu równoległego

Dopasowanie anteny za pomocą obwodów typu T



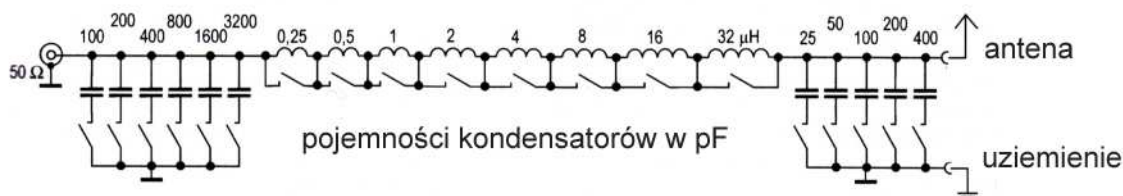
Rys. 4.5. Układy dopasowujące typu T

W lampowych wzmacniaczach mocy stosowane są też filtry Pi – obwody zawierające kondensatory równoległe do wejścia i wyjścia, a pomiędzy nimi szeregowo indukcyjność. W epoce tranzystorowych wzmacniaczy mocy występują one w sprzęcie przeznaczonym dla krótkofalowców znacznie rzadziej niż dawniej.

Jak zauważyliśmy niedopasowanie występuje w miejscu połączenia linii zasilającej z anteną i prawidłowo tam też powinien zostać umieszczony obwód dopasowujący. W praktyce jest to przeważnie trudne do zrealizowania ponieważ zaciski anteny znajdują się wysoko w miejscu trudno dostępnym i jakiegokolwiek ręczne regulacje nie byłyby możliwe. Rozwiązaniem tego dylematu mógłby być automatyczny układ dopasowujący, ale jego wymiary i ciężar pozwalają na użycie go w pobliżu anteny jedynie dla niektórych typów anten (przykładowo pionowych). Niestety najczęściej więc spotykamy się z sytuacją kiedy układ dopasowujący znajduje się (elektrycznie) w pobliżu radiostacji i dopiero do jego wyjścia podłączona jest linia zasilająca, na której końcu włączona jest antena. Zamiast dopasowania samej anteny uzyskuje się w tej sytuacji dopasowanie całości instalacji antenowej: anteny wraz z kablem zasilającym. Zależnie od stosunku (elektrycznej) długości kabla do długości promieniowanej fali niedopasowanie anteny transformuje się na jakąś trudną do przewidzenia i często także dopasowania

impedancję – różną dla każdego z pasm. W tych warunkach nawet przy stosunkowo niedużym niedopasowaniu anteny może być bardzo trudno uzyskać dopasowanie, albo też wręcz przeciwnie – dużo łatwiej, a na innym z pasm sytuacja będzie diametralnie różna.

Zasada konstrukcji skrzynek automatycznych



Rys. 4.6. W automatycznej skrzynce antenowej indukcyjności i pojemności tworzą ciąg dwójkowy dzięki czemu mikrokomputer może szybko i skutecznie nastawiać dowolne wartości

Część modeli radiostacji, zwłaszcza droższych, jest już fabrycznie wyposażona w automatyczną „skrzynkę antenową” zapewniającą większy komfort obsługi. Trzeba jednak pamiętać, że dopasowując całość instalacji mają one w pierwszym rzędzie za zadanie ochronę stopnia końcowego nadajnika przed przeciążeniami i przepięciami, a ewentualny miernik WFS wskazuje stan panujący na ich wejściu, a nie na wejściu kabla zasilającego antenę. Przy większych niedopasowaniach anteny mogą więc wokół niego panować niepożądane silne pola elektromagnetyczne.

Tabela 4.1

Parametry niektórych układów dopasowujących firmy „MFJ”

Model	Zakres dopasowywanych impedancji [Ω]	Maksymalna moc PEP [W]	Zakres częstotliwości [MHz]
Strojone ręcznie			
MFJ-16010			Do anten długich
MFJ-902B		150	3,5 – 30 + 6 m
MFJ-902H			Symetryzator 4:1
MFJ-962D		800	Symetryzator 4:1
MFJ-971		300	Do anten długich, symetryzator 4:1
Automatyczne			
MFJ-976	12 – 2000	1500	1,8 – 30
MFJ-993BRT	12 – 1600	300	1,8 – 30
MFJ-994BRT	12 – 800	600	1,8 – 30
MFJ-998RT	12 – 1600	1500	1,8 – 30
MFJ-929	6 – 1600	200	1,8 – 30
MFJ-939	6 – 1600	200	1,8 – 30

Tabela 4.2

Straty mocy w wyniku odbicia w zależności od współczynnika fali stojącej

WFS	Impedancja obciążenia (dla linii 50 Ω)		Moc odbita [%]
	wyższa [Ω]	niższa [Ω]	
1,0	50	50	0
1,1	55	45,5	0,23
1,2	60	41,7	0,83
1,3	65	38,5	2
1,4	70	35,7	3
1,5	75	33,3	4
1,6	80	32,3	5
1,7	85	29,4	7
1,8	90	27,8	8
1,9	95	26,3	10
2,0	100	25,0	11
2,2	110	22,7	14
2,4	120	20,8	17
2,6	130	19,2	20
2,8	140	17,9	22
3,0	150	16,7	25
3,5	175	14,3	31
4,0	200	12,5	36
4,5	225	11,1	40
5,0	250	10,0	44
6,0	300	8,3	51
7,0	350	7,1	56
8,0	400	6,3	61
9,0	450	5,6	64
10,0	500	5,0	67



Fot. 4.7. Obwód dopasowujący anteny długie – MFJ-16010

5. Łączności SSB na UKF-ie

Stosunkowo najczęściej w pasmach UKF, zwłaszcza 2 m i 70 cm, spotykane są stacje pracujące emisją FM lub w systemach cyfrowej transmisji głosu – przeważnie zresztą przez przemienniki. W czasie zawodów, a czasami także i w innych terminach można usłyszeć stacje pracujące fonią SSB i telegrafią. Uzyskuje się dzięki temu znacznie większe zasięgi. Niestety poza zawodami podzakresy SSB i CW obu pasm świecą przeważnie pustkami. Warto byłoby je więc ożywić.

Praca emisją SSB wymaga użycia przystosowanej do niej radiostacji. Wybór dla pasm 2 m i 70 cm w porównaniu z radiostacjami FM jest dość ograniczony. W grę wchodzi FT-817, FT-818, FT-991(A), IC-7100, TS-2000, IC-9100, a ze starszych modeli FT-857, FT-897, IC-7000, IC-910 i IC-706MKIIG. FT-817 i FT-818 są radiostacjami QRP o mocy wyjściowej 5 W i dlatego przy pracy stacjonarnej korzystne jest uzupełnienie ich o wzmacniacz mocy. Modele IC-9100 i TS-2000 po uzupełnieniu o dodatkowe moduły pozwalają także na pracę w paśmie 23 cm.



Fot. 5.1. FT-991A pracuje w pasmach UKF z mocą 50 W

Możliwe jest też zastosowanie transwertera na pożądane pasmo w połączeniu z radiostacją krótkofalową. Transwerter jest urządzeniem dokonującym przemiany częstotliwości zarówno sygnału odbieranego jak i nadawanego, wyposażonym w dodatkowy nadawczy wzmacniacz mocy i ewentualnie także niskoszumny przedwzmacniacz odbiorczy. Pozwala ono na rozszerzenie zakresu pracy radiostacji. Również i w tym przypadku konieczne może być dodanie wzmacniacza mocy ponieważ moce wyjściowe gotowych (lub dostępnych jako zestawy konstrukcyjne) transwerterów rzadko przekraczają 20 W. Częstotliwości pośrednie transwerterów dla pasm 2 m i 70 cm leżą najczęściej w paśmie 10 m. Moc radiostacji sterującej transwerterem musi być ograniczona do wartości podanej w instrukcji (najczęściej kilku W lub niższej). Podanie pełnej mocy 100 W lub zbliżonej na wejście transwertera powoduje jego bezpowrotne zniszczenie!



Fot. 5.2. Moduł transwertera na pasmo 2 m

W odróżnieniu od łączności FM w pracy telegraficznej i SSB stosowane są anteny o polaryzacji poziomej. Nadawanie w tym przypadku z polaryzacją pionową oznacza zawsze dodatkowe straty sygnału wynikające z niezgodności polaryzacji – teoretyczne mogą go słumić całkowicie, a w praktyce można się liczyć z dodatkowym tłumieniem dochodzącym do 20 dB, czyli w przybliżeniu 3 stopni S. Odbicia sygnałów od pobliskich obiektów mogą zmienić ich polaryzację na tyle, że możliwe będą nawet jakieś łączności na dalsze dystanse, ale nie należy oczekiwać żadnych rewelacji. Korzystając z anteny pionowej X-300 i radiostacji FT-817 ze wzmacniaczem 30 W autor przeprowadził jednak wiele łączności SSB pomiędzy Wiedniem, a stacjami ze Słowenii i Chorwacji w paśmie 144 MHz. Spróbować zawsze można...



Fot. 5.3. Praca stacji terenowej w zawodach

Na początek wystarczą kilkuelementowe anteny Yagi o zyskach rzędu 5 – 10 dBd, a nawet anteny HB9CV – w miarę możliwości umieszczone na dachu. Ich właściwości kierunkowe powodują konieczność obracania anten w stronę korespondentów za pomocą obrotnicy lub nawet ręcznie, jeżeli jest to możliwe. Ręcznie można ustawiać anteny w trakcie pracy terenowej albo jeżeli są zainstalowane na balkonie czy tarasie domu. Najlepiej jest zapewnić możliwość obracania anten we wszystkich kierunkach, ale dla anten balkonowych może być to tylko pewien ograniczony wycinek pełnego kąta. Przy mocach kilkudziesięciu W i antenach 6 – 9 elementowych można oczekiwać (w korzystnych warunkach) – łączności na odległości dochodzące do 300 – 500 km, przy czym łączności o zasięgach przekraczających 300 km są już traktowane jako połączenia DX-owe. Ograniczenie zasięgów w pasmach UKF w porównaniu z falami krótkimi powoduje, że głównymi jednostkami „zbieranymi” w łącznościach nie są kraje, a 4-znakowe kwadraty lokatora.

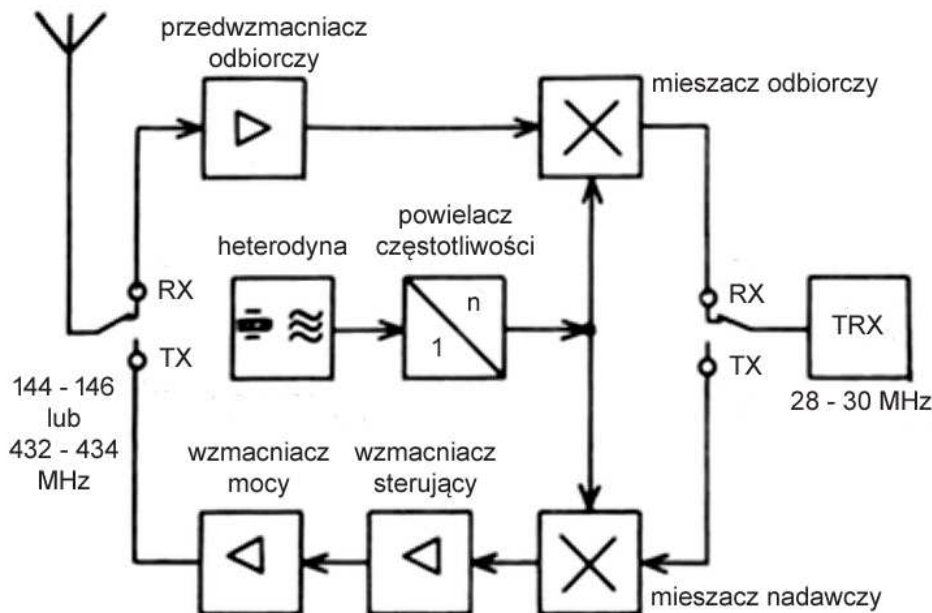
Stacje SSB pracują przeważnie w podzakresie 144,150 – 144,400 MHz, poniżej znajduje się podzakres telegraficzny, a pomiędzy 144,400 – 144,500 MHz leży wycinek dla radiolatarni. W paśmie 70 cm sytuacja jest podobna: dla stacji SSB przeznaczony jest wycinek 432,150 – 432,400 MHz. Aktualne spisy i mapy polskich radiolatarni znajdują się m.in. pod adresem [5.2], a zagranicznych – pod adresem [5.3].

Poza terminami zawodów aktywność SSB jest znikoma, o ile nie panują jakieś szczególne warunki propagacji. W okresie od maja do sierpnia można liczyć się z występowaniem sporadycznej warstwy Es, ale wymaga to regularnych obserwacji sytuacji przez nasłuchy na paśmie 2 m albo śledzenie komunikatów skrzynek DX-Cluster, przykładowo pod adresami [5.1] i [5.2]. Sprawami łączności specjalnych takich jak przez odbicia od smug meteorów (MS) zajmiemy się w przyszłości.

W odróżnieniu od obecnie omawianych dominują w nich emisje cyfrowe z grupy WSJT takie jak FSK441, MSK144 albo JT6M.

Rozbudowany kalendarz zawodów ultrakrótkofalowych znajduje się w witrynie Polskiego Klubu UKF. Wśród nich warto zwrócić uwagę na zawody aktywności SPAC odbywające się w kolejne wtorki miesiąca w godzinach 19 – 23 czasu lokalnego: w pierwszy wtorek miesiąca w paśmie 144 MHz, w drugi w paśmie 432 MHz, a w trzeci – 1296 MHz oraz na zawody aktywności w pasmach od 144 MHz wzwyż odbywające się w trzecie niedziele miesiąca w godzinach 7 – 13 UTC [5.7]. Terminy te – zsynchronizowane z krajami ościennymi – są o tyle dogodne dla początkujących adeptów, że powtarzają się regularnie, pozwalając na ciągłe zdobywanie doświadczeń i wykorzystywanie ich w następnej

turze, a poza tym są to zawody raczej spokojne, w których łatwiej znaleźć czas na wyjaśnienie jakichś wątpliwości i co nie mniej ważne – kilkugodzinny czas trwania nie powoduje nadmiernego zmęczenia u uczestników. Raporty w obu przypadkach są też nieskomplikowane – słyszalność (najczęściej 59), kolejny numer w każdym z pasm począwszy od 001 i sześciocyfrowy własny lokator (przykład: JO90CK). Przykładowy raport wygląda więc jak następuje 59 001 JO90CK.



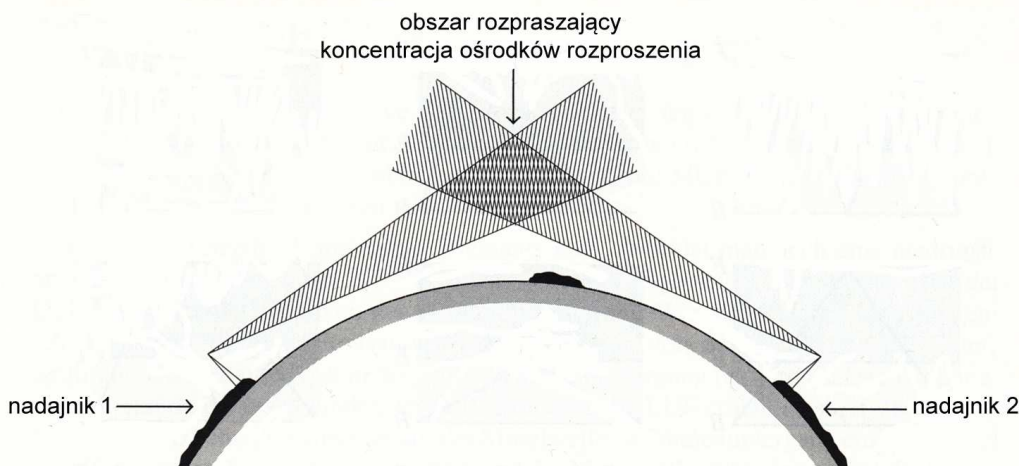
Rys. 5.1. Schemat blokowy transwertera

W odróżnieniu od zawodów krótkofalowych na pasmach panuje wyraźnie mniejszy tłok i łączności przeprowadzane są przeważnie bez panującego na KF pośpiechu. Drugą istotną różnicą jest fakt, że ważną częścią raportów są lokatory. Lokator domowy jest przeważnie dobrze znany operatorowi, ale w przypadku pracy terenowej dobrze jest sprawdzić go wcześniej dla wybranego miejsca.

Dla stacji słabszych – płotek (ang. *little pistols*) – korzystniejszą taktyką jest systematyczne przeszukiwanie pasma i odpowiadanie na odebrane wywołania. Stacje silniejsze – grube ryby (ang. *big guns*) – mogą przeważnie od samego początku zająć jedną wybraną częstotliwość i nadawać na niej wywołania. Nie oznacza to jakiejś niezłomnej zasady i w okresach mniejszego ruchu można śmiało postępować odwrotnie. Najważniejsze, żeby przyniosło to dalsze łączności. Operatorzy stacji mniejszej mocy powinni pamiętać, że w porach małego ruchu każda ze stacji stara się być szczególnie wyczulona na słabe sygnały dające im szansę zdobycia choćby niewielu dodatkowych punktów, mogących jednak zadecydować o zajętych miejscach.

Większość łączności na dystansach ponad 100 km odbywa się za pomocą rozproszenia troposferycznego, co oznacza stosunkowo szybkie zmiany warunków propagacji i co za tym idzie siły sygnałów. Konieczne jest więc wielokrotne i systematyczne przeszukiwanie pasma (dla stacji, które obrały tę taktykę), gdyż stacja ginąca w szumach w danej chwili może niedługo potem być odbierana wystarczająco dobrze. Przyczyną znacznych różnic siły sygnałów odbieranych stacji może być też kierunek ustawienia ich anteny i dlatego stacje odbierane bardzo słabo w danym momencie mogą być trochę później, po zmianie tego kierunku, odbierane dostatecznie dobrze dla przeprowadzenia pełnej łączności. Pomocne bywają też dłuższe odpowiedzi na wywołania lub też dłuższe wywołania własne dające korespondentowi możliwość skierowania anteny na maksimum sygnału. Położenie własnej anteny wymaga też przeważnie skorygowania. Cierpliwość i wytrwałość są w każdym razie bardzo pomocne w tych sytuacjach. Dużą pomocą w orientacji na paśmie mogą okazać się odbiorniki panoramiczne – funkcje obserwacji pasma wbudowane w radiostacje lub dodatkowe odbiorniki programowalne (SDR). W zawodach UKF punktowane są, poza nielicznymi wyjątkami, odległości, dlatego też w niektórych przypadkach warto rozważyć czy zamiast nadmiernie długich i bezowocnych prób nawiązania połączenia z odległą stacją nie opłaci się poświęcić czasu na kilka łączności z bliższymi i w ten sposób uzyskać jednak większą liczbę punktów. Oczekiwanie opłaci się jednak jeśli głównym celem nie jest punktacja,

a zdobycie interesujących połączeń – potrzebnych np. do uzyskania dyplomu lub innego trofeum. Może być to zresztą głównym powodem uczestnictwa w zawodach.



Rys. 5.2. Łączność za pośrednictwem rozproszenia troposferycznego

Przy dobrej pogodzie zamiast pracy z domu korzystne może być wybranie się w teren na miejsce leżące wyżej i dalej od przeróżnych źródeł zakłóceń – dające dzięki temu trochę większe szanse na dobry wynik. Początkujący zawodnicy powinni jednak mieć na uwadze to, że ich wyniki nie zapewnią od razu miejsc w czołówce. Przeważnie możliwe jest to dopiero po zdobyciu pewnych doświadczeń i udoskonaleniu wyposażenia. Niezależnie od wszystkiego samo uczestnictwo w zawodach może dać dużo satysfakcji, szans na łączności z nowymi stacjami i na zdobycie nowych kwadratów lokatora. Przed wzięciem udziału w zawodach konieczne jest dokładne zapoznanie się z regulaminem i dokładne zrozumienie jego postanowień, aby nie stracić niepotrzebnie mniejszej lub większej liczby punktów lub w skrajnym przypadku uniknąć nawet dyskwalifikacji. W razie wątpliwości z pewnością pomogą bardziej doświadczeni koledzy.

Rzadko zdarza się obecnie użycie emisji cyfrowych w pasmach UKF, ale w dawniejszych próbach dominowały RTTY i pochodna Olivii – Contestia 8/500. Krótkofalowcy niemieccy podjęli nawet swego czasu próbę zorganizowania zawodów cyfrowych w pasmach 2 m i 70 cm, ale sprawa poszła jakoś w zapomnienie. Również lokalne kółeczka foniczne SSB są w tej chwili rzadkością, ale nic nie stoi na przeszkodzie w podejmowaniu takich inicjatyw. Eksperymenty z emisjami cyfrowymi mogłyby również okazać się interesujące. Miejsca na pasmach UKF jest przecież dosyć. Od czasu rozpowszechnienia się emisji FT8 jest ona spotykana także w paśmie 2 m (144,175 – 144,176 MHz) i to niezależnie od terminów zawodów.

Call Sign	Freq	Mode	Power/Status	Time
KW4BY	144277.0	W4FWS/B	559	10:47
DK2EA	144441.4	IK4PNJ/B	JO50UF TR JN54QK 329 QSB	10:43
DK2EA	144428.0	DB0JT	JO50UF TR JN67JT 559 vy QSB	10:39
DK2EA	144454.0	OK0EWW	JO50UF TR JO80FF 439 0.3W/Dp	09:53
DK2EA	144481.3	SR3VHX	JO50UF TR JO82KL 319	09:52
DK2EA	144471.0	OZ7IGY	JO50UF TR JO55WM 429 QSB	09:49
M0BUL	144214.0	F8BRK	in qso	09:37
GW8JLY	144362.0	IW4BET	IO81JM MS JN54QL 300/7	09:31
DK5OX	144362.0	GW8JLY	tnx ms qso Lyn 73	09:29
DK5OX	144360.0	M0XVF	tnx ms qso 73 GL	09:27
DF1JC	144471.0	OZ7IGY	PI4 -8 dB Q=100 565 km vy QSB	09:10
GW8JLY	144362.0	DK5OX	IO81JM MS JN59MO 140/3	08:42
G4TRA	144376.0	EB6AOK	IO81 MS JM09 Mni trx Enric	08:34
DL6BF	144480.0	LA8VHF/B	JO32QI TR JO48XX 519/529 , normal	08:33
DL6BF	144471.0	OZ7IGY/B	JO32QI TR JO55WM PI4 +9 Q98	08:29
DL6BF	144461.0	SK7VHF/B	JO32QI TR JO65UQ 529, norm	08:23
DL6BF	144444.5	SK6VHF/B	JO32QI TR JO57TX 529, normal	08:20
SM7NMO	144457.0	SK2VHF	JO77ER TR JP94TF svaga signaler	07:37

Rys. 5.3. Okno „DX Cluster” w witrynie „Świata Radio”

Jakiś czas temu pracowało też w Niemczech na 145 MHz kilka eksperymentalnych przemienników z wejściem SSB i wyjściem FM. Sporadycznie, i niestety przeważnie na krótki czas uruchamiane są w różnych krajach także transpondery liniowe (właśnie do pracy emisjami SSB i CW) z wejściem w paśmie 2 m i wyjściem w paśmie 70 cm lub odwrotnie. Transpondery takie w przeciwieństwie do przemienników FM pozwalają na pracę przez nie większej liczby stacji równolegle.

Atrakcyjna może być także praca QRP z wierzchołków górskich w ramach programu SOTA.

Emisja SSB w pasmach 2 m i 70 cm jest również stosowana w łącznościach przez niektóre satelity amatorskie, ale temat ten wymaga osobnego rozwinięcia.

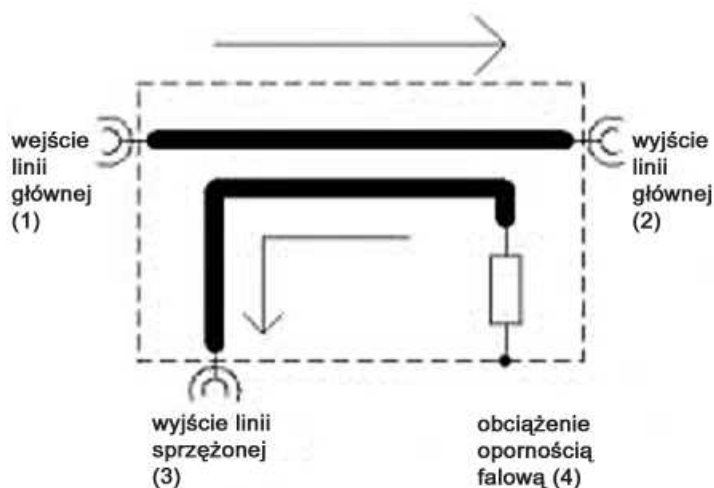


Rys. 5.4. Kalendarz wydarzeń w witrynie „Swiata Radio”. Dobrze widoczne są w terminy wtorkowych zawodów aktywności SPAC. Po naciśnięciu na wybrany dzień wyświetlają się szczegółowe informacje

6. Przyrządy pomiarowe krótkofalowca (1)

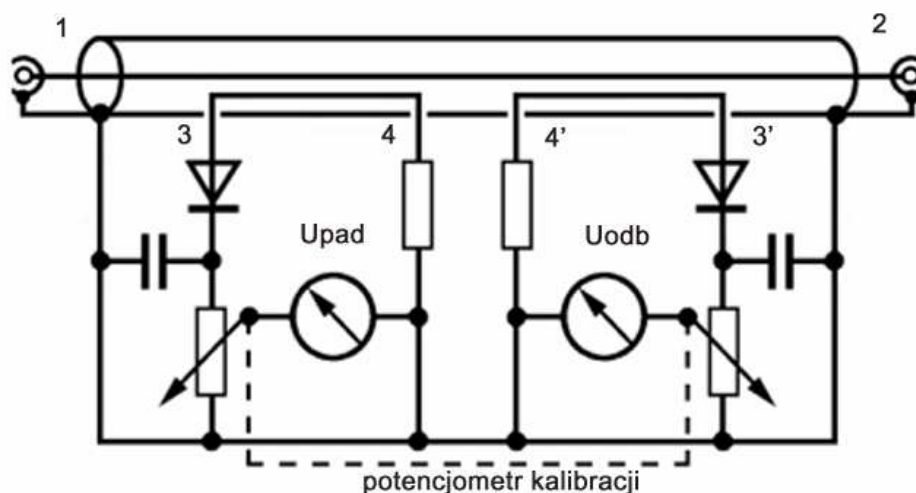
Zapewnienie prawidłowego działania stacji amatorskiej, diagnoza usterek i ich naprawa wymaga posiadania przynajmniej minimalnego wyposażenia w przyrządy pomiarowe. Stan anteny i jej dopasowania najłatwiej stwierdzić obserwując wartość współczynnika fali stojącej, ale pomiar prądu płynącego w antenie lub w linii zasilającej też może wiele powiedzieć. Uruchamianie i strojenie układów nadawczo-odbiorczych bardzo ułatwia Grid Dip Meter chociaż rozpowszechnione są już rozwiązania nowocześniejsze i doskonalsze. A miernika uniwersalnego nie powinno nigdzie zabraknąć.

Nie są to wszystkie spotykane u krótkofalowców przyrządy. W czasach nadajników samowzbudnych i skal analogowych do niezbędnego wyposażenia stacji należał też częstotłomierz dowolnego rodzaju gwarantujący utrzymanie częstotliwości transmisji w dozwolonych granicach. Od czasu gdy standardem stały się sterowane kwarcowo syntezery częstotliwości i cyfrowe skale częstotłomierz nie stanowi już obowiązkowego wyposażenia stacji amatorskiej. Oddaje on jednak niezwykle cenne usługi wszystkim majsterkowiczom budującym i uruchamiającym własne układy radiowe lub pomocnicze. Oczywiście przeważnie są to częstotłomierze cyfrowe. Majsterkowiczom i osobom naprawiającym własny sprzęt przyda się także oscyloskop. Ale nie to stanowi główny temat obecnego odcinka. Autor pragnie przedstawić w nim zasady działania i zakresy przydatności przyrządów znacznie prostszych i częściej potrzebnych. Nie będą to jednak opisy konstrukcyjne.

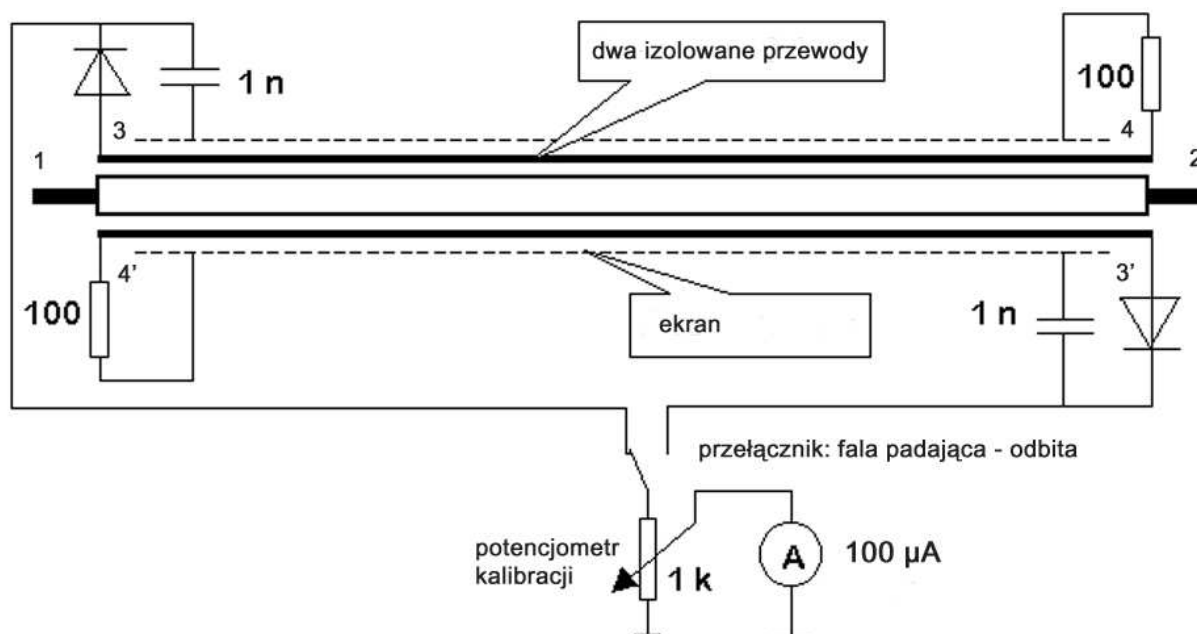


Rys.6.1. Sprzęgacz kierunkowy. W nawiasach podano standardową numerację wrót tego czterowrotnika

Pierwszym z nich jest miernik fali stojącej – reflektometr. Jak pamiętamy z poprzednich odcinków impedancja wejściowa anteny jest najczęściej różna od impedancji falowej linii ją zasilającej i zmienia się z zależności od częstotliwości, co wymaga podjęcia kroków w kierunku jej dopasowania. W przypadku braku należytego dopasowania część energii dostarczanej do anteny odbija się na końcu kabla i wraca do źródła czyli nadajnika – marnując się po drodze czyli zamieniając na ciepło. Fala padająca i odbita nakładają się na siebie powodując powstanie w linii zasilającej (kablu antenowym) miejsc, w których występują naprzemian minima i maksima amplitudy napięcia wielkiej częstotliwości (a także płynącego w nim prądu). Ze stosunku tych maksimów i minimów obliczany jest współczynnik fali stojącej (WFS; ang *SWR*, niem. *VSWV*) – $WFS = U_{maks}/U_{min}$. Pomiar WFS informuje więc operatora stacji o dokładności dopasowania i sygnalizuje konieczność jego skorygowania. Ale na tym nie koniec – uszkodzenie anteny lub kabla ją zasilającego powoduje znaczne pogorszenie dopasowania – co oznacza duży i wyraźny wzrost WFS. Jego pomiar informuje więc również o stanie instalacji antenowej. Miernik WFS – reflektometr – jest więc przyrządem praktycznie niezbędnym. Wprawdzie obecnie zdecydowana większość użytkowników korzysta z reflektometrów fabrycznych i nie buduje ich samemu warto poznać ich konstrukcję i zasadę działania i dzięki temu lepiej zrozumieć prawidłowy sposób przeprowadzania pomiarów i uniknięcia kardynalnych błędów.



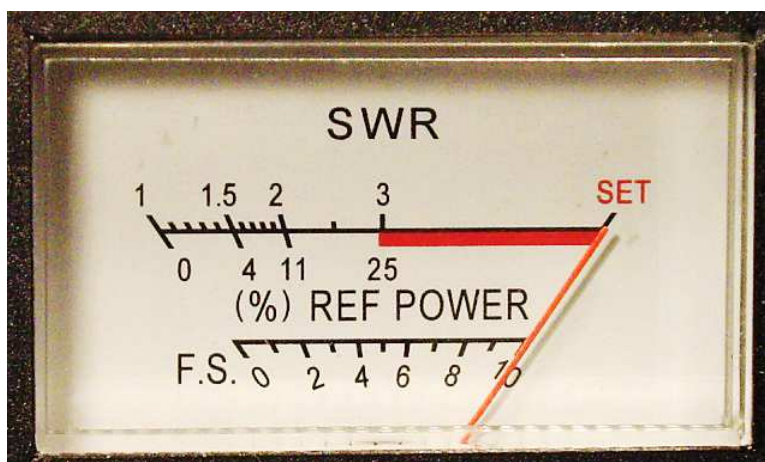
Rys. 6.2a. Schemat reflektometru z dwoma miernikami wychyłowymi



Rys. 6.2b. Schemat reflektometru z przełączanym miernikiem

Najważniejszą częścią reflektometru jest sprzęgacz kierunkowy. Jest on czterowrotnikiem składającym się najczęściej z dwóch linii transmisyjnych sprzężonych ze sobą elektromagnetycznie i tworzących swego rodzaju transformator (rys. 6.1). W najprostszym przypadku linia przesyłowa jest uzupełniona o krótki odcinek dodatkowego przewodu. Jeden z końców linii pomocniczej jest obciążony opornikiem o oporności falowej linii. Na drugim z nich znajduje się detektor amplitudy i miernik napięcia (najczęściej wychyłowy, ale spotyka się też mierniki cyfrowe). W zależności od tego, który koniec linii pomiarowej jest obciążony opornikiem mierzona jest albo moc fali padającej albo odbitej – mówimy tutaj o sprzęgaczu kierunkowym. W układzie z rys. 6.1 mierzona jest moc fali padającej – czyli doprowadzanej do anteny. W reflektometrze konieczny jest oprócz tego pomiar napięcia fali odbitej. Układy pomiarowe z dwoma sprzęgaczami kierunkowymi przedstawia rysunek 6.2. W rozwiązaniach prostszych występuje pojedynczy miernik przełączany na pomiar fali padającej i odbitej. Czułość miernika (jego maksymalne wychylenie) jest regulowana za pomocą potencjometru. Pomiar współczynnika fali stojącej za pomocą takiego przyrządu polega na ustawieniu go najpierw na pomiar mocy fali padającej i takiemu wyregulowaniu – kalibracji – czułości aby miernik wychylał się do końca skali. Następnie przełącza się miernik na pomiar fali odbitej i odczytuje ze skali wartość WFS. Skala (rys. 6.3) odpowiada stosunkowi napięcia fali odbitej do pełnej skali czyli do wykalibrowanej mocy fali padającej. Zmiana mocy padającej np. po przejściu na inny zakres częstotliwości albo zmianę występowania

nadajnika wymaga ponownej kalibracji miernika. Bez tego wskazania WFS będą miały niewiele wspólnego z rzeczywistością. W reflektometrze z dwoma niezależnymi miernikami wychyłowymi kalibrację przeprowadza się tak, aby na wskaźniku fali padającej otrzymać pełne wychylenie i wtedy na drugim z nich odczytuje się wartość WFS (ang. *SWR*, niem. *VSWV*).

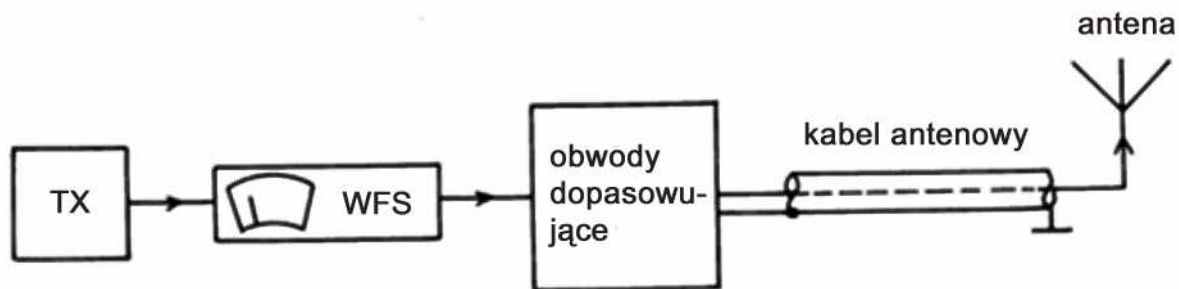


Rys. 6.3. Skala WFS reflektometru. Dolna część górnej skali wskazuje procentowe straty mocy w wyniku niedopasowania. Jak z niej wynika dla WFS równego 2 lub poniżej straty mocy są stosunkowo nieduże

Znacznie wygodniej dokonuje się pomiaru za pomocą przyrządu wychyłowego o dwóch wskazówkach. Najczęściej jest to miernik o dwóch skrzyżowanych wskazówkach i dwóch skalach mocy jak to widać na ilustracji 6.4. Dodatkowo pomiędzy nimi wykreślone są linie (na rys. 6.4 rozchodzące się promieniście od środka i w kolorze czerwonym) odpowiadające poszczególnym wartościom współczynnika fali stojącej. Przyrząd taki nie wymaga przeprowadzenia kalibracji i daje natychmiastowy odczyt WFS – na kresce, na której krzyżują się obie wskazówki. Równoległe możliwe odczyt mocy nadawania. Reflektometr posiadający miernik jednowskazówkowy wymaga przełączenia na pomiar mocy, tak więc WFS i moc nadawania nie mogą być odczytywane równoległe. W modelach najwyższej klasy do obliczenia WFS i wyświetlenia wyników pomiarów służy mikrokomputer z wyświetlaczem cyfrowym.



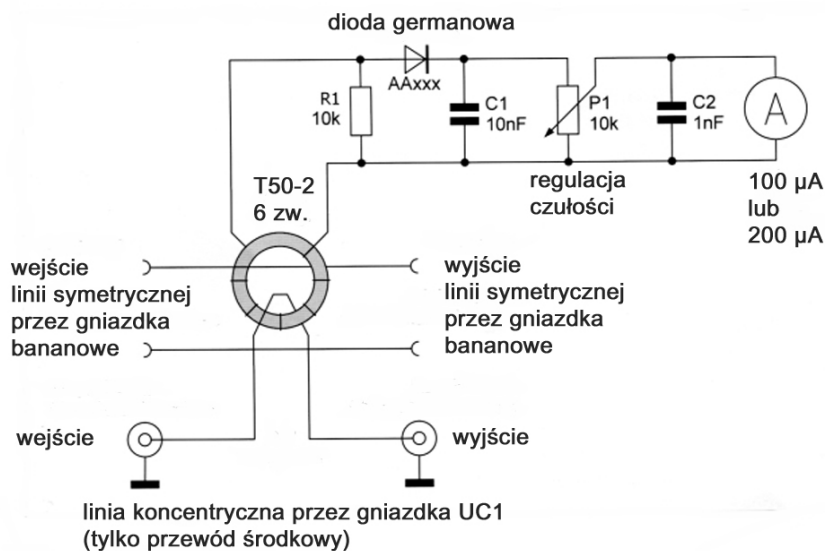
Rys. 6.4. Reflektometr ze skrzyżowanymi wskazówkami. Wartość WFS jest odczytywana na czerwonych rozchodzących się gwiazdźście liniach, bez konieczności kalibracji. Równoległe odczytywane są moce fali padającej (podpis. *FORWARD*) i odbitej (podpis. *REFLECTED*). W pozycji przełącznika *AVG* mierzona jest średnia moc nadawanego sygnału, a w pozycji *PEP* – moc szczytowa



Rys. 6.5. Sposób włączenia reflektometru do instalacji antenowej

W zakresie częstotliwości do 30 MHz zamiast linii równoległych stosowane są też transformatory na rdzeniach pierścieniowych, a w zakresach mikrofal – linie paskowe. Przed zakupem reflektometru trzeba upewnić się czy pokrywa wszystkie potrzebne zakresy częstotliwości. Modele najtańsze pracują najczęściej w zakresie do 30 MHz, pasma 2 m, 70 cm i ewentualnie także 23 cm obejmują modele droższe. Fabryczne układy dopasowania anten, zwane gwarowo skrzynkami antenowymi są również często wyposażone w reflektometry. Reflektometr powinien być włączony elektrycznie pomiędzy wyjście nadajnika i obwód dopasowujący (rys. 6.5). Jeżeli obwód dopasowujący stanowi część anteny jak to ma często miejsce w antenach ultrakrótkofalowych reflektometr jest włączany między nadajnik i antenę. Ze względów praktycznych znajduje się on w pomieszczeniu stacji i wskazuje wobec tego współczynnik z uwzględnieniem wpływu strat w kablu – a więc niższy niż panujący bezpośrednio przy antenie.

Fabryczne reflektometry są z reguły wyposażone w gniazda koncentryczne UC1 lub N i przystosowane do pomiarów w instalacjach 50-omowych. W liniach symetrycznych o impedancjach 300, 450 Ω albo w niesymetrycznych liniach zasilających anteny Windom konieczne jest użycie innych rozwiązań – najlepiej amperomierzy wielkiej częstotliwości. Amperomierz taki przydaje się również w instalacjach zasilanych kablami współosiowymi.



Rys. 6.6. Schemat amatorskiego amperomierza w.cz. (źródło: QRP Report 3/2013)

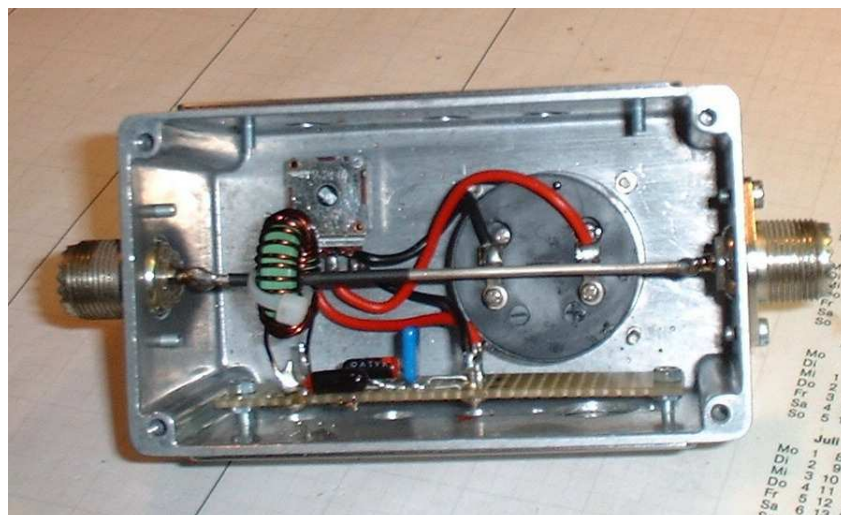
Skuteczność promieniowania anteny jest zależna od płynącego w niej prądu, dlatego też wszystkie zabiegi strojenia i dopasowywania anten mają na celu uzyskanie jak najsilniejszego prądu płynącego w antenie, oznaczającego maksimum wypromieniowującej mocy. Pomiar współczynnika fali stojącej jest w tym wprawdzie bardzo pomocny, ale już przy omawianiu obwodów dopasowujących zauważyliśmy, że możliwych jest więcej kombinacji ustawień elementów dających minimalny WFS. Nie są one jednak równie dobre. Przy omawianiu obwodów typu C-L-C (typu T) zauważyliśmy, że najlepszym rozwiąza-

niem jest wariant o najmniejszej indukcyjności, bez dalszego wyjaśnienia powodów. W rzeczywistości prądy płynące w antenie w poszczególnych przypadkach różnią się między sobą i najkorzystniejszym jest to, które zapewnia maksimum prądu w antenie. Płynący w pozostałych przypadkach niższy prąd antenowy sygnalizuje większe straty w obwodzie dopasującym. Niska wartość WFS sama w sobie nie informuje jeszcze dostatecznie dokładnie o tym, jaka część mocy jest rzeczywiście wypromieniowywana przez antenę.



Rys. 6.7. Amperomierz w.cz. w wykonaniu OE1KDA

W takich przypadkach pomocny jest amperomierz wielkiej częstotliwości. Amperomierze wyższej klasy posiadają element rozgrzewający się pod wpływem prądu w.cz. i termoparę dającą napięcie proporcjonalne do temperatury. W latach 1920-tych i 1930-tych były one pięknie nazywane po polsku – amperomierzami cieplikowymi. Do celów amatorskich wystarczają rozwiązania prostsze złożone z transformatora w.cz. i miernika wychyłowego z prostownikiem diodowym – jedno- lub dwupołówkowym. Schemat trochę bardziej rozbudowanego amperomierza jest przedstawiony na rysunku 6.6. Przez rdzeń pierścieniowy transformatora przewleczony jest kabelek, do którego podłączany jeden z przewodów linii symetrycznej, oraz drugi połączony z kontaktem środkowym gniazdek współosiowych. Układ pozwala więc na pomiar prądu w obu rodzajach linii zasilających. Ze względu na niższe napięcie progowe w prostowniku (detektorze) powinna być użyta dioda germanowa lub Schottkiego zamiast diody krzemowej. Transformator w.cz. jest nawinięty na proszkowym rdzeniu pierścieniowym T50-2. Do pomiaru większych prądów należy ewentualnie zastawić rdzeń o większym przekroju. Układ nie mierzy wartości bezwzględnej prądu, a jedynie pozwala na pomiary porównawcze w celu znalezienia maksimum. W sytuacji występowania fali stojącej – czyli w praktyce prawie zawsze – absolutna wartość wskazywanego prądu zależy od miejsca włączenia amperomierza, ale dla porównań względnych wartości jest to nieistotne.



Rys. 8. Przykład mechanicznej konstrukcji amperomierza dla linii koncentrycznych z transformatorem na rdzeniu pierścieniowym

W wykonaniu z fot. 6.7 uzwojenie transformatora jest nawinięte na drewnianym pierścieniowym korpusie (kółku służącym do zawieszania firan lub zasłon). Pierścień ten jest z jednej strony przecięty co pozwala na założenie go na dowolny przewód: anteny, linii zasilającej, przeciwwagi itp. bez konieczności jego rozłączania. Uzwojenie składa się z 24 zwojów nawiniętych po 12 zwojów od początku do miejsca przecięcia korpusu i 12 z powrotem, a więc w sumie dwuwarstwowo tylko bez przekładki. Korpus jest przyklejony do kawałka płytki drukowanej z wycięciem pozwalającym na zawieszenie go na przewodzie. Amperomierz wielkiej częstotliwości jest przyrządem na tyle nieskomplikowanym, że opłaca się jego samodzielna konstrukcja. W odróżnieniu od reflektometru włączany jest on między obwód dopasowujący i antenę.

Firma MFJ oferuje m.in. amperomierz dla linii koncentrycznych MFJ-834, a także podwójny przeznaczony do pomiaru różnicy prądów w symetrycznych liniach zasilających MFJ-835 (fot. 6.9). Dla obu maksymalny zakres pomiarowy wynosi 3 A (dla MFJ-834H – 30 A), a zakres częstotliwości obejmuje fale krótkie. Prąd 3 A odpowiada w przybliżeniu mocy 450 W na obciążeniu 50 Ω .

Pomiary prądów płynących w antenie lub przeciwwagach są obecnie stosowane znacznie rzadziej niż dawniej. Swego czasu strojenie anten przy użyciu żarówki (lub żaróweczki, zależnie od mocy nadawania) włączonej w linię zasilającą, tak aby uzyskać maksimum jasności oznaczające maksimum płynącego prądu było metodą bardzo rozpowszechnioną lub nawet dominującą.

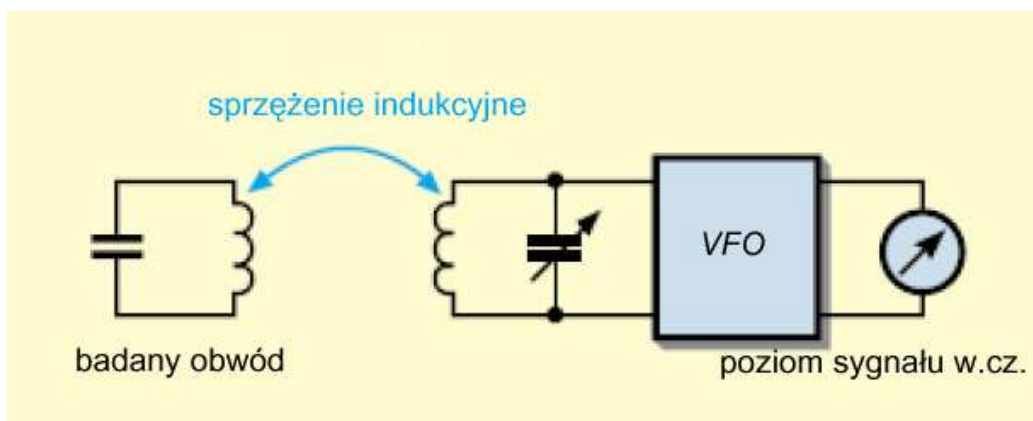
Ograniczenie zakresu częstotliwości pracy większości fabrycznych reflektometrów od dołu do 1,8 MHz powoduje, że pomiary prądu antenowego są popularniejsze w amatorskich pasmach długo- i średniofalowym.



Rys. 6.9. Skala amperomierza do pomiaru symetrii linii. Wychylenie wskazówki poza czerwone pole wskazuje na wystąpienie nadmiernej różnicy prądów płynących w obu przewodach linii

7. Przyrządy pomiarowe krótkofalowca (2)

Kolejnym godnym omówienia przyrządem jest wskaźnik rezonansu „Grid Dip Oscilator” (GDO) lub „Grid Dip Meter” (GDM). Jego – historyczna już – nazwa powstała w czasach konstrukcji lampowych. Obecnie rozwiązania tranzystorowe noszą też nazwę „Trans-Dip-Oscillator”, w skrócie TDO lub „Trans-Dip-Meter” (TDM), a dla układów na tranzystorach polowych „Gate Dip Meter” (nazwa „Tunnel dipper” wyszła z użycia w związku z zaprzestaniem produkcji diod tunelowych). W polskiej literaturze bywa używana nazwa rezonansomierz.



Rys. 7.1. Zasada pomiarów

Przyrząd składa się z generatora wielkiej częstotliwości pokrywającego najczęściej zakres do 30 lub do 150 MHz, wskaźnika amplitudy sygnałów i wskaźnika częstotliwości. Szeroki zakres częstotliwości pokrywany jest dzięki kompletowi wymiennych cewek. Zasada pracy (rys. 7.1) polega na tym, że po zbliżeniu cewki obwodu generatora TDO do badanego obwodu rezonansowego ten ostatni pobiera z generatora część energii drgań jeśli oba układy są dostrojone do tej samej częstotliwości. W celu zmierzenia częstotliwości rezonansowej badanego obwodu należy zbliżyć do niego TDO i przestrajać częstotliwość drgań generatora aż do wystąpienia – wskazywanego na mierniku – minimum ich amplitudy. Pragnąc dostroić natomiast obwód do pożądanej częstotliwości należy dostroić do niej najpierw TDO, a następnie przestrajać obwód badany aż do wystąpienia maksimum. TDO pozwala również na pomiar indukcyjności cewek lub pojemności kondensatorów. Łącząc badaną cewkę z kondensatorem o znanej pojemności (lub badany kondensator z cewką o znanej indukcyjności) otrzymuje się obwód rezonansowy. Po zmierzeniu częstotliwości jego rezonansu można obliczyć wartość badanego elementu. Nieznaną indukcyjność oblicza się ze wzoru $L_x[\mu\text{H}] = 25300 / C f^2$ – gdzie częstotliwość f podawana jest w MHz, a pojemność C – w pF.

I analogicznie nieznaną pojemność $C_x [\text{pF}] = 25300 / L f^2$, gdzie L podawana jest w μH , a częstotliwość f – w MHz.

Znajomość indukcyjności L uzwojenia nawiniętego na rdzeniu pierścieniowym o nieznanymi właściwościami pozwala na obliczenie jego współczynnika $A_L = L / n^2$, gdzie n jest liczbą zwojów.

Dla zmierzenia częstotliwości rezonansu anteny należy wykonać pętelkę złożoną z dwóch lub trzech zwojów, połączyć ją z kablem antenowym i po nałożeniu na cewkę TDO poszukiwać w zwykły sposób rezonansu (minimum amplitudy drgań).

W dawniejszych rozwiązaniach TDO częstotliwość odczytywało się z analogowej skali mającej najczęściej postać tarczy (fot. 7.2), natomiast w nowszych modelach stosowane są częstościomierze cyfrowe (fot. 7.3). Do pomiaru amplitudy drgań w układach tranzystorowych TDO służy prostownik w.cz. dostarczający napięcia stałego dla miernika wychyłowego (mikroamperomierza). W dawniejszych układach lampowych dokonywało się pomiaru prądu siatki sterującej lampy. Jego minimum zbiegało się z minimum amplitudy drgań generatora i stąd też pochodziła pierwotna nazwa (*grid* oznacza po angielsku siatkę, w tym przypadku siatkę lampy elektronowej, a *dip* – w tym przypadku właśnie minimum – dołek – mierzonego prądu). W niektórych obecnych rozwiązaniach TDO zamiast miernika wychyłowego występuje linijka z diod świecących.



Fot. 7.2. Miernik starszej konstrukcji ze skalą analogową

Do pomiaru częstotliwości drgań generatorów w niektórych modelach występuje tryb pasywny (falomierza absorbcyjnego). Generator TDO jest wówczas wyłączony i po zbliżeniu obwodu rezonansowego TDO do badanego generatora po jego dostrojeniu dawało się zaobserwować maksimum amplitudy energii odbieranej przez przyrząd. W modelach nowszych wyposażonych w cyfrowe częstościomierze wystarczy podanie sygnału z generatora badanego na wejście częstościomierza.



Fot. 7.3. Nowoczesny TDO z cyfrowym częstościomierzem

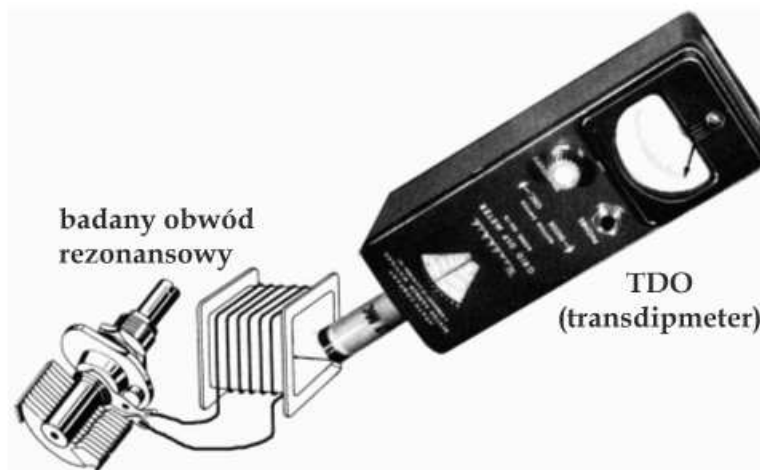
Dokładność pomiarowa TDO jest wystarczająca dla większości zastosowań amatorskich w zakresach fal krótkich i UKF do 150 MHz. Dolna częstotliwość pracy leży przeważnie około 1 MHz.

Miernik jest stosunkowo łatwy do wykonania w warunkach amatorskich. Schematy prostych przyrządów z generatorem na dwubramkowym tranzystorze polowym BF966 i złączowym BC557 przedstawiono na rys. 7.6 i 7.7. W układzie pierwszym na drugą bramkę tranzystora T1 można podać sygnał modulujący m.cz. co jest przydatne przy wykorzystaniu przyrządu jako generatora sygnałowego. Jednopołówkowy prostownik miernika amplitudy (woltomierza w.cz.) pracuje na diodzie D1.

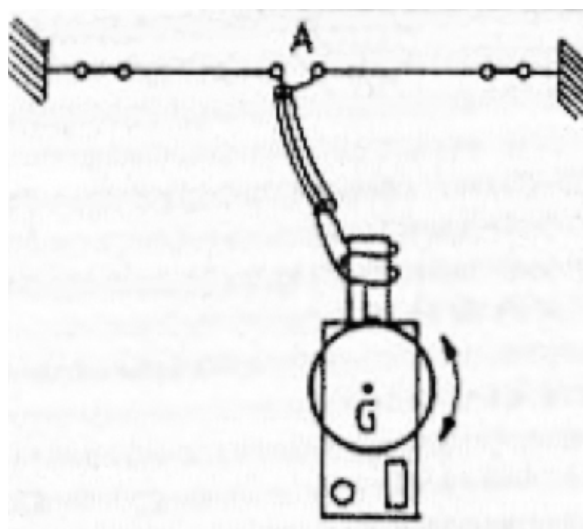
W układzie drugim zastosowano dwupołówkowy prostownik sygnału z generatora na diodach D3 i D4, a do strojenia generatora służą diody pojemnościowe D1 i D2. Po przełączeniu przełącznika z pozycji G (generator) na pozycję F (falomierz) układ pracuje jako falomierz absorbcyjny – czyli w trybie biernym – i wskaźnikiem rezonansu jest maksimum wychylenia się wskazówki mikroamperomierza.

Przy wykorzystaniu TDO jako generatora sygnałowego sygnał w.cz. jest pobierany odpowiednio ze źródła lub z emitera tranzystora. Jako częstotściomierza można użyć dowolnego dostępnego modułu z mikroprocesorem lub specjalnym obwodem scalonym.

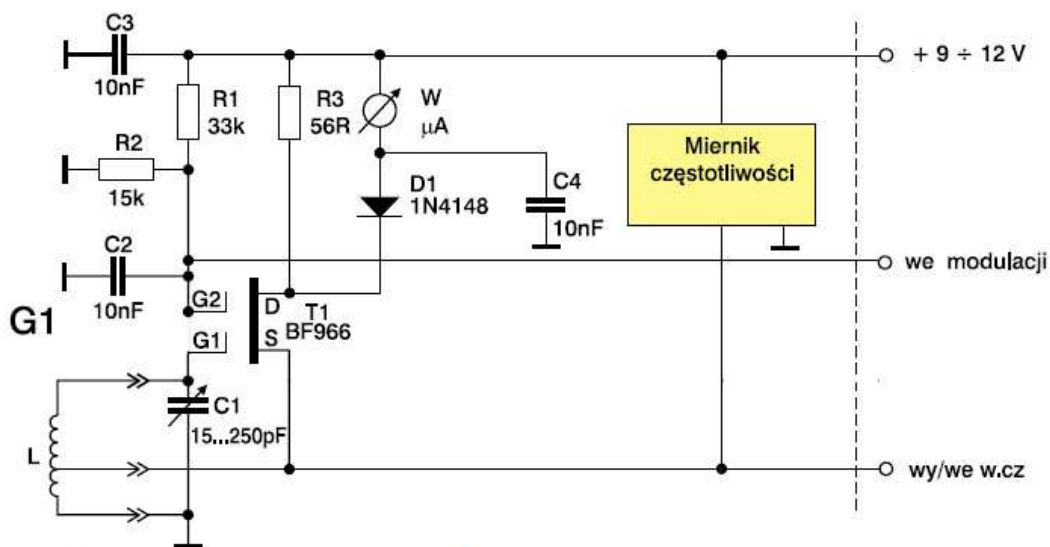
Większe dokładności i wygodniejsze sposoby prezentacji wyników (na ekranie komputera) zapewniają popularne obecnie analizatory obwodów i analizatory antenowe – VNA, miniVNA, NWT i podobne. Ich ceny przekraczają jednak znacznie cenę zakupu lub wykonania rezonansomierza (TDO). Przyrządy te ogólnie rzecz biorąc pozwalają nie tylko na pomiar impedancji anten w szerokim zakresie częstotliwości, ale także impedancji (a dzięki temu rezonansów) kwarców, obwodów rezonansowych, cewek, kondensatorów, a także stratności kabli, współczynników S11, S21 macierzy rozproszenia itd.



Rys. 7.4. Pomiar rezonansu obwodu LC

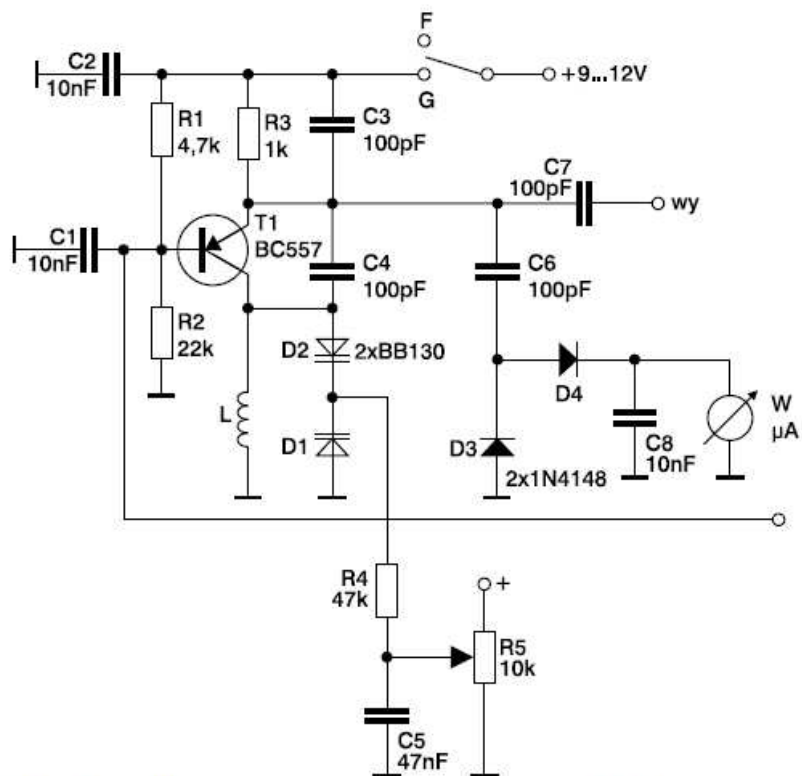


Rys. 7.5. Pomiar rezonansu anteny



Schemat ideowy układu TDO

Rys. 7.6. Schemat TDO z dwubramkowym tranzystorem polowym (źródło [7.1])

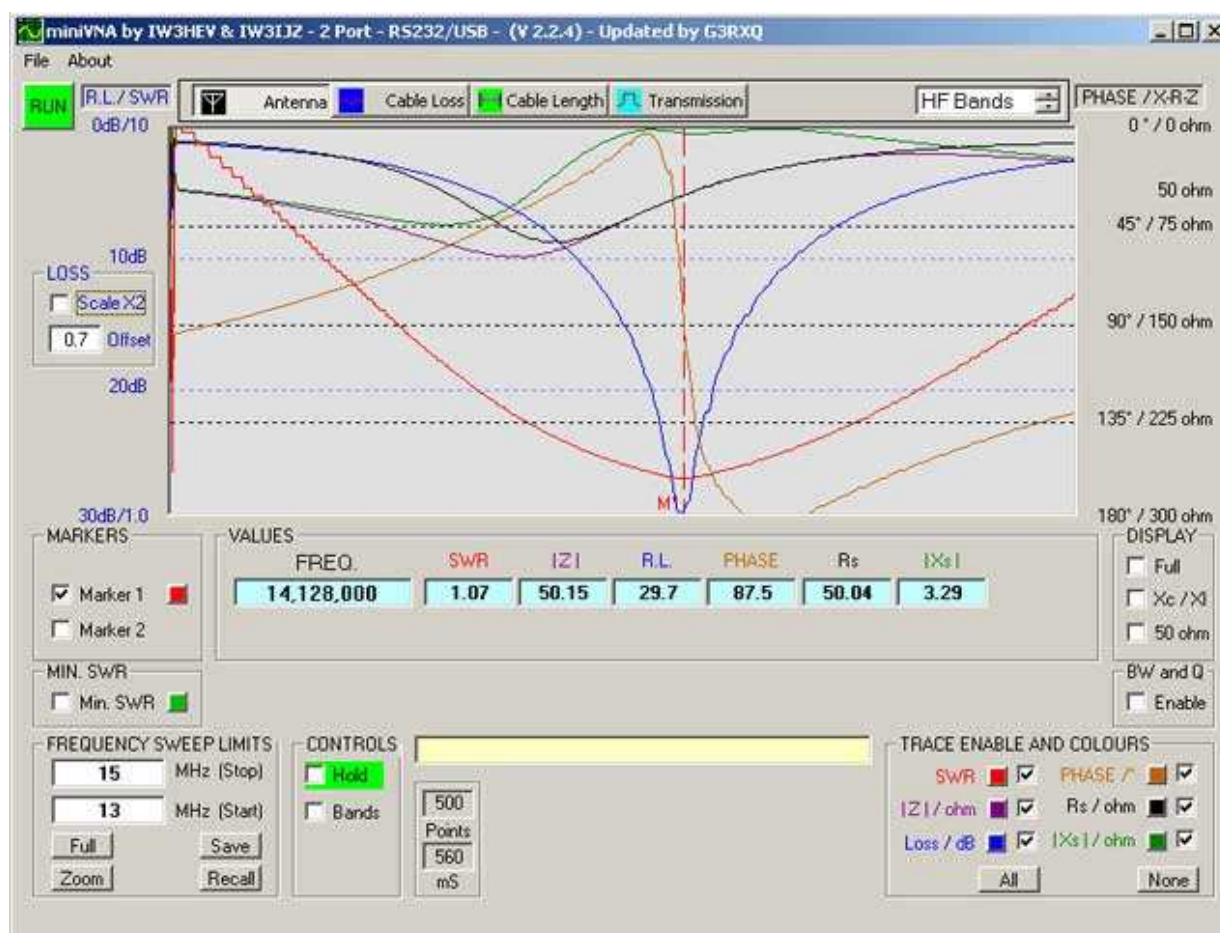


Rys. 3. Alternatywny schemat układu TDO

Rys.7. 7. Schemat TDO z tranzystorem złączowym i przestrajaniem za pomocą diod pojemnościowych (źródło [7.1])



Fot. 7.8. Wektorowy analizator anten i obwodów miniVNA



Rys. 7.9. Przykładowe wyniki pomiarów wykonanych za pomocą miniVNA

Dodatek A

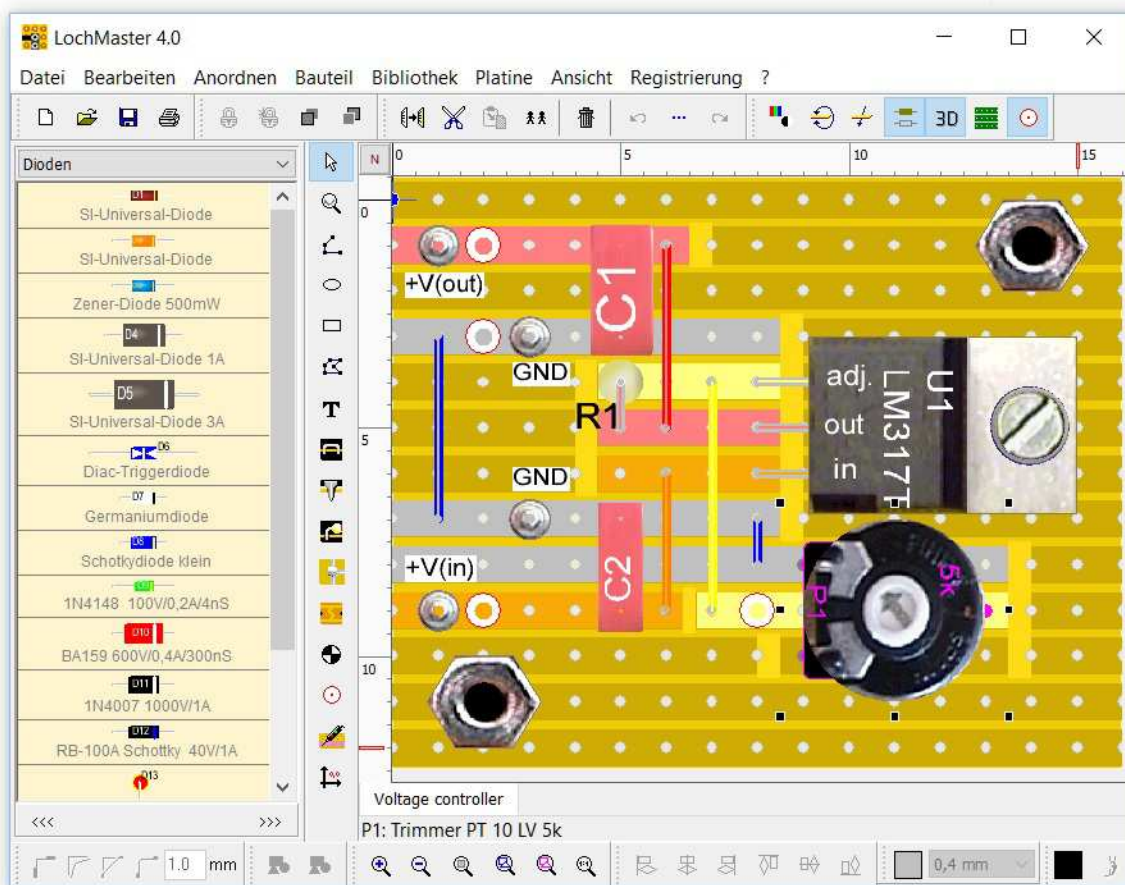
Projektowanie uniwersalnych płytek dziurkowanych

Projektowanie układów na uniwersalnych płytkach dziurkowanych i dokumentowanie konstrukcji ułatwia program „Loch Master” dla Windows 7 – 10 firmy „Abacom”.

Program prowadzi też spisy elementów (z możliwością eksportu do Excela), listy zakupów, spisy wyników pomiarowych, zawiera obszerną bibliotekę podzespołów i generuje pliki HPGL.



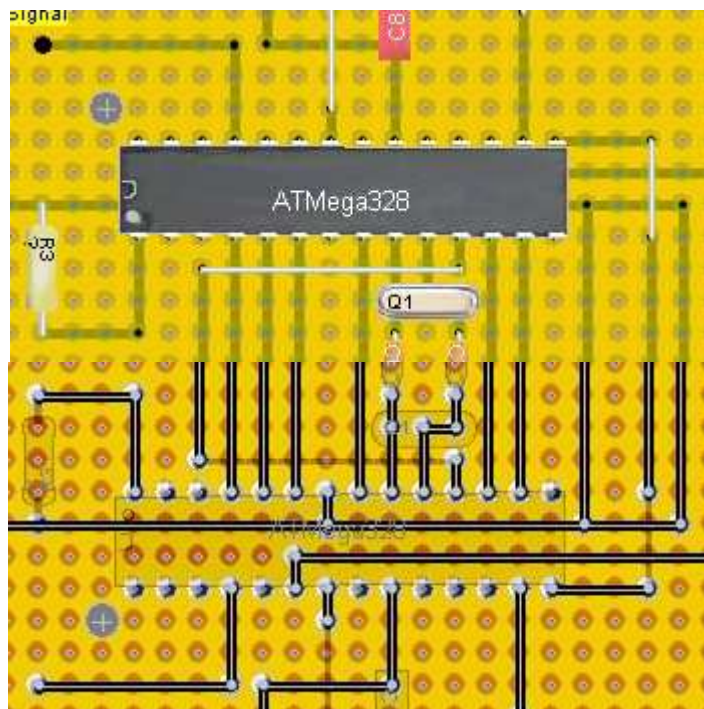
Fot. A.1. Etykieta dysku programu



Fot. A.2. Okno główne z projektem płytki i otwartą biblioteką podzespołów. Pożyteczną funkcją jest zaznaczanie jednakowym kolorem wszystkich ścieżek o tym samym potencjale w stosunku do masy

Program dysponuje wieloma wzorami rozwiązań płytek i montażu na uniwersalnych płytkach wtykowych, a bibliotekę podzespołów można dowolnie uzupełniać i łączyć z nią karty katalogowe elemen-

tów. Do wyboru jest skala milimetrowa, calowa lub względna oparta o liczby dziurek. Maksymalny wymiar płytek wynosi 1000 x 1000 mm. W projektach można korzystać z elementów montowanych piętrowo jeden nad drugim i z ich ukośnego umieszczenia. Realistyczny widok płytki na ekranie ułatwia obsługę w trakcie projektowania i późniejszy montaż układu na płytce. Oprócz wersji płatnej w Internecie dostępna jest też wersja próbna. Ta sama firma oferuje również program „Front Designer” służący do projektowania płyt czołowych urządzeń.



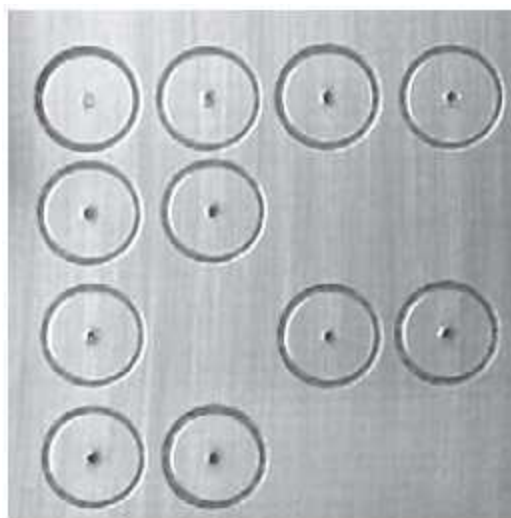
Rys. A.3. Górna i dolna strona płytki z mikroprocesorem

Uniwersalne płytki drukowane dobrze nadają się do montażu niezbyt skomplikowanych układów logicznych, mikroprocesorowych, analogowych małej częstotliwości i krótkofalowych wielkiej częstotliwości.

Dodatek B

Montaż wysepkowy

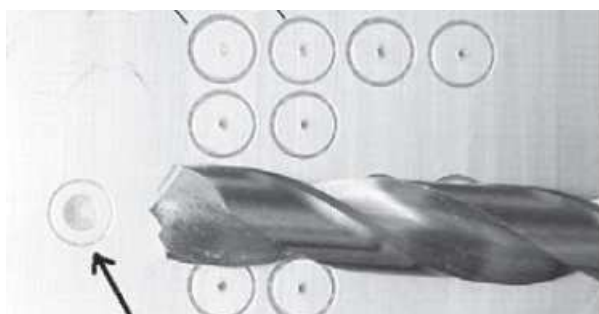
Jednym z praktycznych sposobów montażu układów wielkiej częstotliwości jest lutowanie podzespołów do wyfrezowanych na płytce drukowanej wysepek. Najczęściej stosowany jest laminat dwustronny (na płytce z włókna szklanego), przy czym jedna strona pełni rolę masy, a na drugiej za pomocą specjalnie spreparowanego wiertła do drewna 6 – 10 mm lub obrotowego nożyka oddzielane są okrągłe wyseпки służące jako pola lutownicze. Reszta powierzchni laminatu stanowi również masę. Oszlifowanie wiertła do drewna polega na usunięciu części ostrego przodu wokół kolca i na częściowym zeszlifowaniu (zmniejszeniu) samego kolca, tak aby wystawał on tylko na około 0,5 mm. Oczywiście sposób ten nie jest ograniczony wyłącznie do układów w.cz. i można go stosować w realizacji dowolnych niezbyt rozbudowanych układów elektronicznych.



Fot. B.1. Płytkę z laminatu z wykonanymi domowym sposobem (wyfrezowanymi) wysepkami lutowniczymi



Fot. B.2. Szlifowanie wiertła do drewna



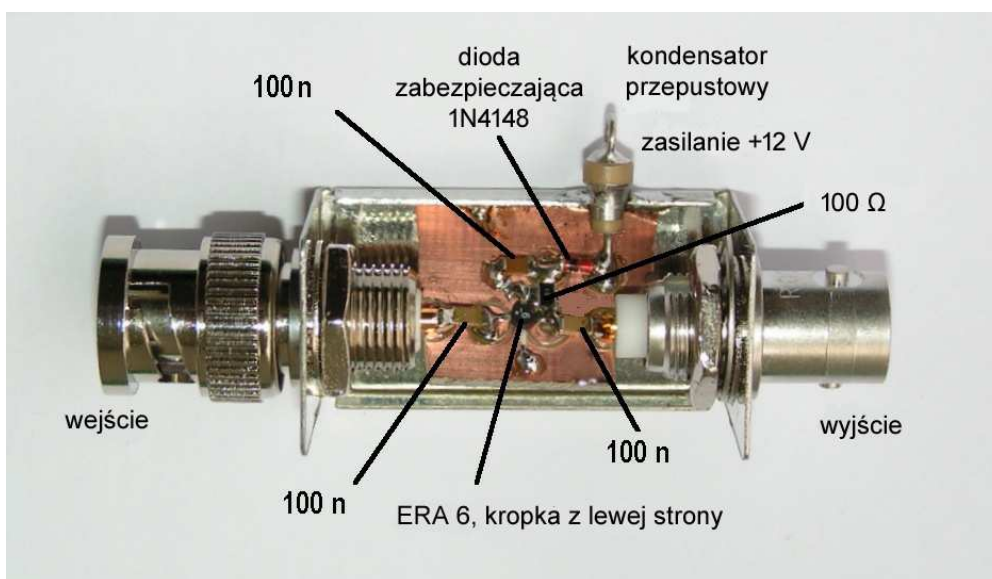
Fot. B.3. Porównanie wysepek wykonanych oszlifowanym wiertłem z nawierceniem płytki wiertłem w stanie oryginalnym

Otwory powinno się frezować przy użyciu wiertarki zamontowanej na stojaku i korzystać z szybkich obrotów wiertła. Zamontowanie wiertarki na stojaku pozwala też na całkowite usunięcie kolca, a szybkie obroty wiertła zapobiegają jego wychylaniu się (biciu) na boki nawet przy braku centrującego pozycję kolca.

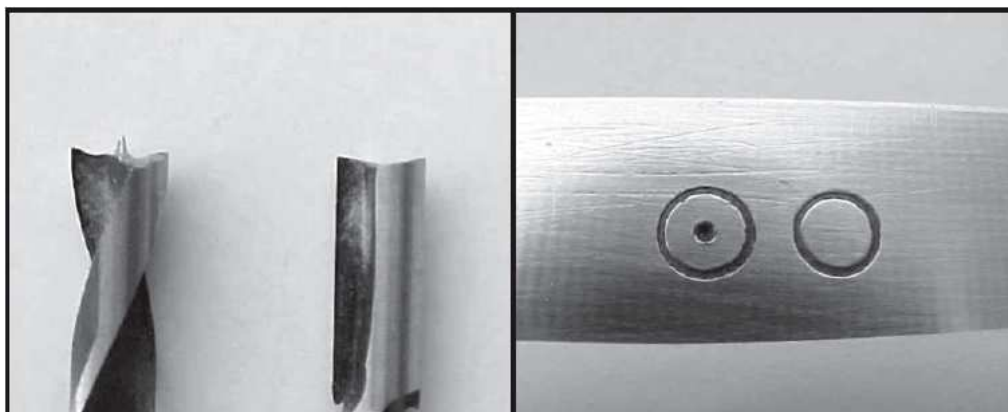
W przypadku używania laminatu dwustronnej masy po obu stronach płytki muszą być połączone ze sobą.



Fot. B.4. Konstrukcja wysepkowa



Fot. B.5. Wzmacniacz w.cz. na obwodzie ERA 6 wykonany techniką wysepkową i umieszczony w obudowie ekranującej z białej blachy



Fot. B.6. W przypadku całkowitego usunięcia kolca wysepki nie mają środkowego otworu

Literatura i adresy internetowe

- [3.1] <http://f6cte.free.fr/> – witryna MultiPSK
- [3.2] <http://www.w1hkj.com/> – witryna Fldigi
- [3.3] www.mixw.de – witryna MixW
- [3.4] mixw.net
- [3.5] www.swiatradio.com.pl, odnośnik „Biblioteka Radioamatora” – skrypty „Łączności cyfrowe na falach krótkich” tom 1 i 2

- [4.1] „Rothammels Antennebuch”, Alois Krischke DB0TR, Wydawnictwo DARC, 13 wyd., Baunatal 2013
- [4.2] „Anteny łatwe do ukrycia”, tom 32 z serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca”

- [5.1] www.swiatradio.com.pl – aktualne informacje o zawodach i aktywności
- [5.2] pk-ukf.org.pl – Polski Klub UKF
- [5.3] www.mmmonvhf.de – bieżące informacje o warunkach propagacji, aktywności DX-owej, bazy danych stacji
- [5.4] www.vhfdx.de – strona poświęcona łącznościom DX-owym w pasmach od 50 MHz wzwyż
- [5.5] www.pskreporter.info – aktywność emisjami cyfrowymi, również w pasmach UKF
- [5.6] www.pskreporter.de
- [5.7] logsp.pzk.org.pl – niedzielne zwody aktywności i niektóre inne

- [7.1] „TDO z cyfrowym miernikiem częstotliwości”, Andrzej Janeczek, SP5AHT, „Elektronika Praktyczna” 9/2007, str. 29

W serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca” dotychczas ukazały się:

- Nr 1 – „Poradnik D-STAR”, wydanie 1 i 2
- Nr 2 – „Instrukcja do programu D-RATS”
- Nr 3 – „Technika słabych sygnałów” Tom 1
- Nr 4 – „Technika słabych sygnałów” Tom 2
- Nr 5 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 1
- Nr 6 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 2
- Nr 7 – „Packet radio”
- Nr 8 – „APRS i D-PRS”
- Nr 9 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 1
- Nr 10 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 2
- Nr 11 – „Słownik niemiecko-polski i angielsko-polski” Tom 1
- Nr 12 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 1
- Nr 13 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 2
- Nr 14 – „Amatorska radioastronomia”
- Nr 15 – „Transmisja danych w systemie D-STAR”
- Nr 16 – „Amatorska radiometeorologia”, wydanie 1 i 2
- Nr 17 – „Radiolatarnie małej mocy”
- Nr 18 – „Łączności na falach długich”
- Nr 19 – „Poradnik Echolinku”
- Nr 20 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 1
- Nr 21 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 2
- Nr 22 – „Protokół BGP w Hamnecie”
- Nr 23 – „Technika słabych sygnałów” Tom 3, wydanie 1, 2 i 3
- Nr 24 – „Raspberry Pi w krótkofalarstwie”
- Nr 25 – „Najpopularniejsze pasma mikrofalowe”
- Nr 26 – „Poradnik DMR” wydanie 1 i 2, nr 326 – wydanie skrócone
- Nr 27 – „Poradnik Hamnetu”
- Nr 28 – „Budujemy Ilera” Tom 1
- Nr 29 – „Budujemy Ilera” Tom 2
- Nr 30 – „Konstrukcje D-Starowe”
- Nr 31 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 3
- Nr 32 – „Anteny łatwe do ukrycia”
- Nr 33 – „Amatorska telemetria”
- Nr 34 – „Poradnik systemu C4FM”
- Nr 35 – „Licencja i co dalej” Tom 1
- Nr 36 – „Cyfrowa Obróbka Sygnałów”
- Nr 37 – „Telewizja amatorska”
- Nr 38 – „Technika słabych sygnałów” Tom 4
- Nr 39 – „Łączności świetlne”
- Nr 40 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 4
- Nr 41 – „Licencja i co dalej” Tom 2

