

BIBLIOTEKA
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

74

KRZYSZTOF DĄBROWSKI
OE1KDA

MIESZANKA FIRMOWA
TOM 4

WIEDEŃ 2025



© Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń 2025

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.

Mieszanka firmowa

Tom 4

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Wydanie 1
Wiedeń, luty 2025

Spis treści

Wstęp	6
1. Wpływ planet na cykle słoneczne	7
2. Dawna łączność optyczna	8
3. Jak to z SSB było	14
4. Miniaturowy nadajnik WSPR	18
5. Elektroniczny nauczyciel telegrafii	21
6. Zdalne sterowanie IC-705	24
7. Odbiornik DATV dla wszystkich	28
8. Konwerter dla pasma 10 GHz do odbiorników programowalnych	32
9. Miniaturowy nadajnik SSTV	42
10. Odbiór satelitów meteorologicznych w paśmie L	47
11. FT8 od kuchni	51
12. Ocena parametrów transwertera	55
12.1. Analizator widma <i>TinySA Ultra</i>	58
13. Parametry oscyloskopów cyfrowych	59
14. Cyfrowe przyrządy pomiarowe	63
15. Pomiar czasu naświetlenia słonecznego	68
16. Instrukcja obsługi KG-UV980P	71
Literatura i adresy internetowe	95
Spis tomów „Biblioteki polskiego krótkofalowca”	97

Sommaire

Mélange de divers 4

Préface	6
1. L'influence des planètes sur les cycles solaires	7
2. Ancienne communication optique	8
3. Comment c'était avec BLU ?	14
4. Émetteur miniature WSPR	18
5. Appareil électronique pour l'apprentissage de la télégraphie	21
6. Télécommande de IC-705	24
7. Récepteur de télévision d'amateur numérique (DATV) pour tous	28
8. Convertisseur de bande 10 GHz pour récepteurs RDL (SDR)	32
9. Émetteur miniature de télévision à balayage lent (SSTV)	42
10. Réception de satellites météorologiques en bande L	47
11. Secrets de FT8	51
12. Évaluation des paramètres du transvertteur micro-ondes	55
12.1. Analyseur de spectre <i>TinySA Ultra</i>	58
13. Paramètres de l'oscilloscope numérique	59
14. Instruments de mesure numériques	63
15. Mesure du temps d'exposition solaire	68
16. Manuel d'utilisation de KG-UV980P	71
Bibliographie et les pages web	95
Liste des volumes de la „Bibliothèque de radioamateur polonais”	97

Wstęp

Tom obecny jest poświęcony tematom różnym i uzupełniającym sprawy poruszone w poprzednich opracowaniach. Tematy te nie są na tyle obszerne, żeby można było im poświęcić osobne tomy, stąd najlepiej było złożyć je we wspólną całość. Jest to już czwarty i na pewno nie ostatni tom o tym charakterze.

W obecnym tomie, podobnie jak w poprzednich, autor stara się połączyć tematy o charakterze podstawowym (ogólnokształcącym) – oczywiście o tematach związanych z elektroniką i krótkofalarstwem – ze sprawami praktyczno-konstruktorскими. Nie zabrakło też szczypty historii. Dla krótkofalowców ważna jest z pewnością historia emisji SSB i jej wprowadzenia, ale chyba mało znany jest fakt, że pierwszym rodzajem łączności bezprzewodowej była łączność świetlna. W jej rozwoju duże zasługi miał jeden z wynalazców telefonu Graham Bell. Wynalazek telefonu świetlnego cenił on zresztą wyżej niż telefonu przewodowego. Krótkofalowcy zajmują się również łącznościami świetlnymi. Stosowane w nich diody elektroluminescencyjne (świejące) i diody laserowe mogą być bezpośrednio modulowane sygnałami fonicznymi bez pośrednictwa konstrukcji mechanicznych i polaryzatorów, które przysparzały tyle problemów Bellowi. Stosowane współcześnie fotodiody reagują też szybciej niż stosowane dawniej fotoelementy selenowe. Amatorskim łącznościom świetlnym poświęcony jest tom 39 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”.

Zjawiska fizyczne występujące na Słońcu mimo długich badań są jeszcze ciągle mało poznane i ciągle pojawiają się nowe hipotezy wymagające ich potwierdzenia. Jedną z nich przedstawiamy w rozdziale pierwszym.

Zasłużonym powodzeniem cieszą się emisje cyfrowe. Obecny tom zawiera opisy prostych nadajników małej mocy dla emisji WSPR i SSTV. Są one proste w konstrukcji co powinno zachęcić czytelników do ich wypróbowania. Największym powodzeniem cieszy się obecnie emisja FT8, Pozwala ona na uzyskanie dalekich zasięgów przy małych mocach nadawania i nawet antenach zaliczających się do *dolnej strefy stanów niskich*. Do prowadzenia łączności nie jest konieczna znajomość wszystkich szczegółów działania programu ale warto jednak je poznać.

Temat zdalnego sterowania radiostacjami ciągle przewija się w publikacjach krótkofalarskich więc i tym razem go nie zabrakło. Zdalne sterowanie może nie tylko zwiększyć komfort korzystania z radiostacji ale pozwala na umieszczenie jej (w miarę możliwości) w dogodnej lokalizacji zapewniającej niższy poziom zakłóceń albo pozwalającej na zainstalowanie anten o większej skuteczności.

W obecnym tomie nie zabrakło też tematów mikrofalowych i związanych z miernictwem, bez którego niemożliwe jest uruchomienie jakiegokolwiek sprzętu i zapewnienie jego niezakłóconej pracy.

Dziedziną interesującą wielu krótkofalowców jest transmisja danych telemetrycznych. W prosty i wygodny sposób pozwalają na to między innymi sieci APRS, LoRa APRS i *Meshcom*. W rozdziale 15 przedstawiamy rozwiązanie prostego czujnika czasu naświetlenia słonecznego. Czytelnicy zainteresowani tym tematem znajdą więcej informacji w tomach 33 i 68 obecnej serii. Mikrofalom poświęcony jest natomiast tom 25, a antenom mikrofalowym tom 53.

Autor ma również nadzieję, że przetłumaczona niedawno na indywidualną prośbę instrukcja obsługi KG-UV980P przyda się również i innym czytelnikom.

Życzymy owocnej lektury. Zapraszamy też do lektury wcześniejszych tomów „Mieszanki firmowej” – numerów 66, 67, 71.

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Wiedeń

4 stycznia 2025

1. Wpływ planet na cykle słoneczne

Wszystkie znaki na niebie i ziemi wskazują, że obecny cykl słoneczny zbliża się do maksimum. Jak wiadomo, średnia długość podstawowego cyklu wynosi w przybliżeniu 11 lat. Oprócz niego można zaobserwować cykle o długościach od kilkuset dni do kilkudziesięciu, a nawet do kilkuset lat. Modułują one amplitudy cyklu podstawowego.

Mechanizm zmian aktywności słonecznej nie jest jak dotąd całkowicie zbadany. Jednym z możliwych wyjaśnień jest przepływ strumieni plazmy na głębokościach dochodzących do 200000 kilometrów pod widzialną powierzchnią Słońca. Ich pełny cykl przepływu w obu półkulach słonecznych trwa w przybliżeniu 11 lat, po czym następuje zmiana kierunku pola magnetycznego. Brakuje jednak pełnego modelu fizycznego tych zjawisk.

Zespół badawczy Instytutu Dynamiki Płynów i Centrum im. Heimholza w Dreźnie zajmuje się od dłuższego czasu hipotezą wpływu planet na Słońce. Według niej siła przyciągania planet powoduje pływy materii na Słońcu podobnie jak siła przyciągania Księżyca i Słońca powodują przyptywy i odpływy mórz i oceanów na Ziemi.

Najsilniejsze pływy na Słońcu występują średnio co 11,07 roku, gdy planety Wenus, Ziemia i Jowisz znajdują się w jednej linii ze Słońcem. Zbieżność występowania tej konstelacji koreluje wyraźnie z przebiegiem 11-letniego cyklu aktywności słonecznej.

Słabą stroną hipotezy planetarnej był dotąd brak fizycznego wyjaśnienia powiązań między słonecznym polem magnetycznym i pływami materii spowodowanymi przez konstelację wymienionych planet. Ostatnio jako to brakujące ogniwo zidentyfikowano tak zwane fale Rossbiego na Słońcu.

Fale te, nazwane na cześć amerykańsko-szwedzkiego meteorologa Carla Gustafa Rossby zostały wykryte w ziemskiej atmosferze i w oceanach w latach 30-tych XX w. Są to fale przestrzenne i wiry o wielkiej objętości powstające w wyniku przemieszczania się dużych mas na powierzchni wirującej kuli. Rozprzestrzeniają się one w kierunku przeciwnym do obrotu kuli i osiągają maksymalną amplitudę na jej równiku. Dla meteorologii ziemskiej istotny jest ich wpływ na docierające do Ziemi strumienie cząstek kosmicznych.

Fale te występują również na Słońcu i osiągają żywotność dochodzącą do kilku miesięcy. Słoneczne pole magnetyczne powstaje w wyniku złożonych ruchów zjonizowanej plazmy w jego wnętrzu. Całość można sobie wyobrazić jako gigantyczne dynamo słoneczne. Dynamo to jest wprawdzie samo z siebie przyczyną powstawania cyklu słonecznego o przybliżonym czasie trwania 11 lat, ale konstelacja planet stabilizuje zadziwiająco dokładnie jego długość na 11,07 roku. Energia niezbędna do stabilizacji dynamo słonecznego może być przenoszona właśnie przez fale Rossbiego. Hipoteza ta pozwala nie tylko na wyjaśnienie powstawania cykli 11-letniego i dłuższych, ale także krótszego cyklu Riegera, któremu dotąd poświęcano mniej uwagi.

Do powstania fal o prędkościach wystarczających do pobudzenia dynamo słonecznego wystarczy również konstelacja w jednej linii ze Słońcem dwóch spośród trzech wchodzących w grę planet. Sytuacje takie zachodzą co 118, 193 względnie co 299 dni i pokrywają się z cyklem Riegera. Z superpozycji tych trzech krótkich cykli wynikają wszystkie dłuższe, z podstawowym 11,07 roku i 85-letnim cyklem Gleissberga łącznie. Pozwala to na prognozowanie przyszłych cykli słonecznych i dowodzi związku z około 200-letnim cyklem Suess-de-Vriesa. Cykl ten powstaje w wyniku obrotu Słońca wokół środka ciężkości układu słonecznego (Słońce nie znajduje się w środku ciężkości układu). Teoretycznie powinien on mieć długość 193 lat, ale w rzeczywistości leży ona w granicach 180 – 230 lat. Możliwość wyjaśnienia powstawania tak wielu cykli słonecznych na raz przemawia na korzyść hipotezy synchronizacji planetarnej.

Hipoteza ta nie wyjaśnia jednak źródła powstawania (nieregularnych) cykli trwających 1000 – 2000 lat, z którymi związane są wyraźne minima aktywności, takie jak Minimum Maundera w 17 wieku. Spowodowało ono wystąpienie tzw. małej epoki lodowcowej w latach 1645 – 1715.

[1.1] „Beeinflussen die Planeten den Sonnenzyklus“, CQDL 8/2024, str. 49

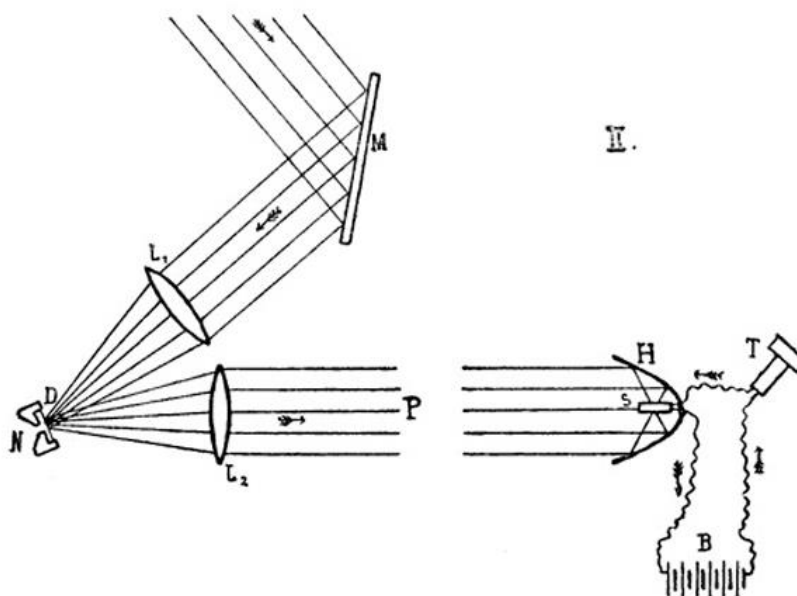
[1.2] <https://idw-online.de/de/news770590>

2. Dawna łączność optyczna

O tym, że Graham Bell był jednym z wynalazców telefonu słyszała chyba znaczna większość jego użytkowników. Pozostali zasłużeni na tym polu są niestety znacznie mniej znani. O innych wynalazkach Bella wiedzą również tylko nieliczni. A tymczasem okazuje się, że Bell za swój najważniejszy wynalazek uważał opracowanie telefonu optycznego, gdyż był to pierwszy telefon bezprzewodowy.

Po raz pierwszy wynalazek telefonu optycznego został zaprezentowany publicznie przez Bella w 1880 roku, jako kolejny po telefonie elektrycznym. Telefon optyczny nosił wówczas nazwę fotofonu lub radiofonu. Sylaba radio wiązała się z promieniami świetlnymi i nie oznaczała radia w dzisiejszym rozumieniu.

W pierwszym wydaniu wiązka światła słonecznego była skupiana na metalizowanej membranie mikrofonu i po odbiciu od niej i ponownym skupieniu przez soczewkę docierały do odbiornika. Prowadzone były też próby z przymocowanym do membrany zwierciadłem wklęsłym. W odbiorniku selenowy element światłoczuły był umieszczony w ognisku metalowego zwierciadła parabolicznego i był włączony do obwodu baterii w szereg ze słuchawkami. Drgania membrany pod wpływem głosu powodowały odchylenia kierunku wiązki świetlnej, a co za tym idzie intensywności oświetlenia elementu selenowego. Zmiany oporności selenu poprzez zmiany natężenia prądu płynącego w obwodzie powodowały ruch membrany odtwarzającej nadawany dźwięk (rys. 2.1). Bell eksperymentował również z modulatorami siły światła złożonymi z umocowanej na stałe płytki nieprzezroczystej posiadającej szereg szczelin przepuszczających światło. Druga lżejsza ruchoma płytką była połączona z membraną mikrofonu i przysłaniała te szczeliny w takt mowy. (rys. 2.3). W innym wariantcie płytki nieruchome i ruchome posiadały po jednej szerszej szczelinie, tak że ich wzajemny ruch powodował częściowe przysłanianie światła i przez to modulację jego natężenia (rys. 2.4). Modulatory takie stosowano też w połączeniu z innymi źródłami światła np. z lampami elektrycznymi, palnikami gazowymi Bunsena, palnikami wodorowymi, spirytusowymi, lampami naftowymi, a nawet świecami.

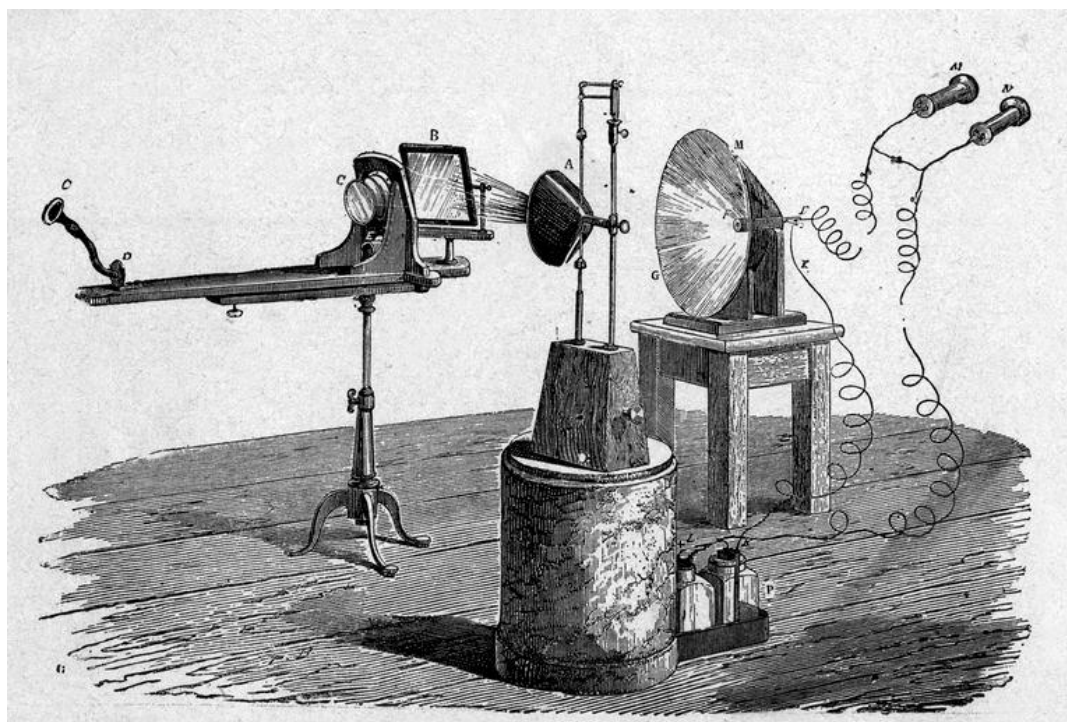


Rys. 2.1. Zasada pracy telefonu świetlnego Bella. Zwierciadło M odbija promienie słoneczne i kieruje na soczewkę L_1 skupiającą je na membranie D, do której docierają fale głosowe skupione przez tubę N.

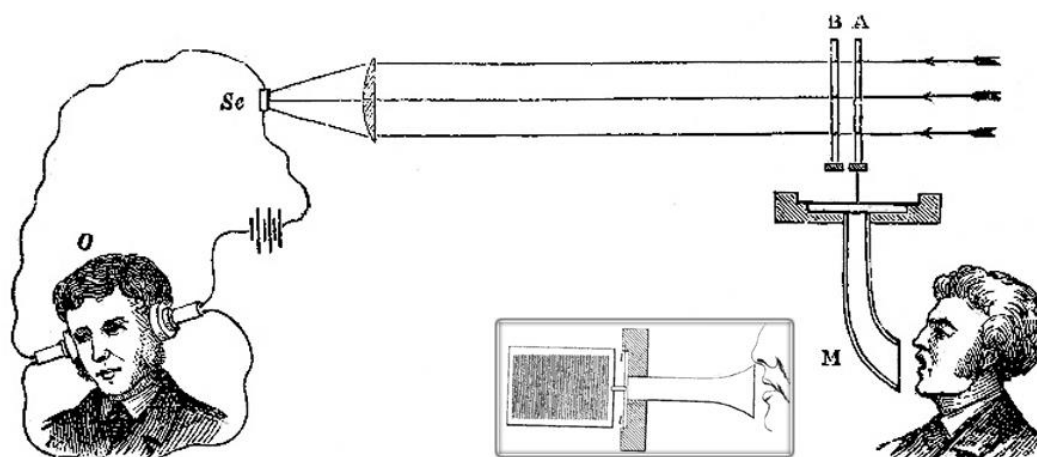
Soczewka L_2 skupia promienie odbite od membrany i kieruje je w stronę odbiornika. W ognisku reflektora parabolicznego H wykonanego z posrebrzanej miedzi znajduje się selenowy element światłoczuły S. Jest on włączony w szereg z baterią B i słuchawką T (źródło: Internet)

Na ilustracji 2.3 przedstawiono eksperymentalne wówczas rozwiązanie modulatora jasności przez zmianę płaszczyzny polaryzacji światła pod wpływem pola magnetycznego (zjawisko Faradaya). Światło ze źródła ze źródła F skupione przez soczewkę L przechodzi przez pryzmat polaryzacyjny Nikoli R, za

którym znajduje się cewka B zasilana prądem zmieniającym się w takt mowy (rys. 2.5). Pryzmat Nikoli (wynaleziony w 1828 r.) składający się z kryształu węglanu wapnia – kalcytu – rozdziela światło na promienie zwyczajny i nadzwyczajny i przepuszcza tylko ten ostatni. Światło o skróconej płaszczyźnie polaryzacji przechodzi przez drugi pryzmat R' o tym samym kierunku polaryzacji co pierwszy, z tym, że jego jasność na wyjściu zmienia się zależnie od kąta między płaszczyznami polaryzacji pryzmatu i fali. Bell robił też próby z wykorzystaniem soczewki o zmiennej ogniskowej. Najlepsze wyniki dawały jednak płaskie cienkie membrany odbijające światło, przykładowo wykonane z metalizowanej miki. Jak donosiła ówczesna prasa Bell i Tainter eksperymentowali z co najmniej 50 conceptami modulatorów.

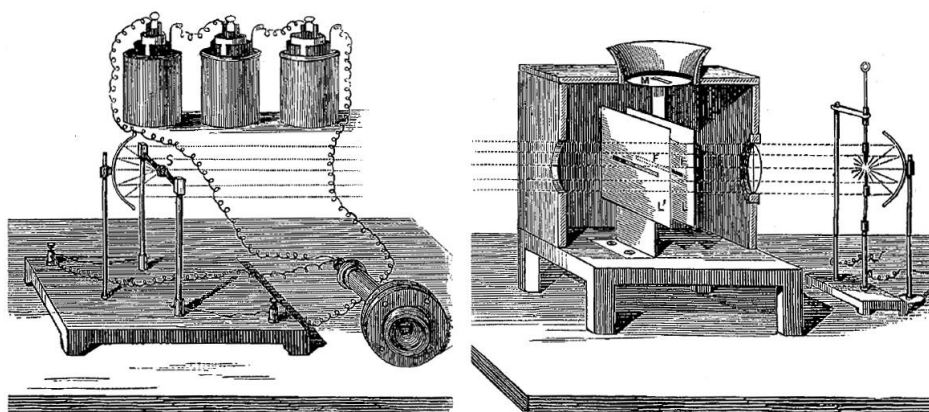


Rys. 2.2. Wariant telefonu z lampą elektryczną. Jako źródło światła służy lampa elektryczna A, której światło jest skierowane na płaskie zwierciadło B. Reszta konstrukcji odpowiada przedstawionej na rys. 2.1 (źródło: Internet)

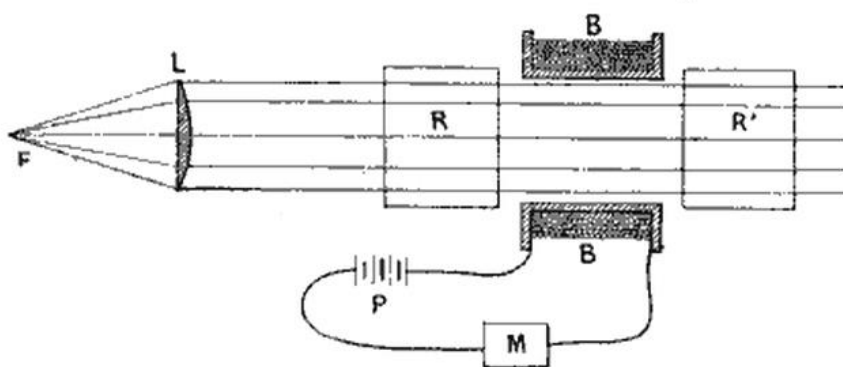


Rys. 2.3. Modulator szczelinowy składa się z dwóch płytek z wyciętymi szczelinami. Płytkę A jest połączona z membraną i porusza się w takt głosu. Płytkę B jest nieruchoma. Zmodulowana wiązka światła pada w odbiorniku na selenowy element światłoczuły. W ramce widok płytki od frontu (źródło: *Nature*, ramka – autor)

Selenowy element światłoczuły opatentowany przez Bella ma kształt walca złożonego z tarcz miedzianych izolowanych między sobą za pomocą tarcz mikowych o nieco mniejszej średnicy (rys. 2.6). Na rysunku tarcze miedziane są zakreskowane ukośnie, a tarcze izolujące pozostawiono białe. W powstałych w ten sposób przestrzeniach na obwodzie walca umieszczono selen uzyskując w ten sposób stosunkowo dużą powierzchnię oświetlaną przy małej masie i objętości selenu. Warstwa selenu S jest narysowana w kolorze czarnym. Element taki ma w płaszczyźnie poprzecznej do osi walca dookólną charakterystykę kierunkową. Tarcze są naprzemiennie połączone w elektrodami wyjściowymi (prętami T i T'). Zasadę połączenia w obwodzie elektrycznym ilustruje rys. 2.7. Jeden z takich elementów konstrukcji Bella miał średnicę 5 cm, długość 9 cm i wykazywał w ciemności oporność 1200 Ω , a w świetle dziennym – 600 Ω . Bell konstruował także podobne fotoelementy o kształcie beczki. Pomocnik Bella Tainter konstruował także płaskie elementy światłoczułe, w których warstwa selenu była naniesiona na powierzchnię dysku. Osiągane zasięgi dochodziły w terenie od 200 m do dwóch kilometrów i zależały w dużym stopniu od warunków atmosferycznych, w eksperymentach laboratoryjnych były niższe.



Rys. 2.4. Modulator jasności zawierający dwie płytki: L (połączoną z membraną M) L' (nieruchomą) posiadające pojedyncze szczeliny F i F'. Jako źródła światła służy lampa łukowa znajdująca się w ognisku reflektora parabolicznego (źródło: *La revue scientifique...*)

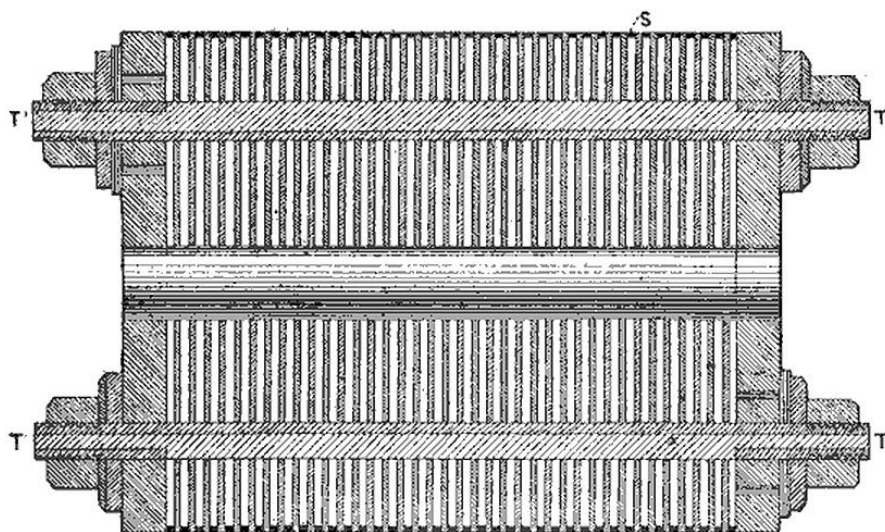


Rys. 2.5. Modulator polaryzacyjny Bella zawiera dwa pryzmaty polaryzacyjne Nikoli R i R', cewkę indukcyjną B, baterię P i mikrofon M. Światło ze źródła F jest skupiane przez soczewkę L (źródło: *Nature*)

Bell miał również koncepty przyszłych stacji wzmacniających (przełącznikowych), w których drgająca membrana odbiorcza miałyby modulować jasność silnego lokalnego źródła światła skierowanego na następny odcinek trasy. Koncepty te nie zostały wówczas wypróbowane w praktyce.

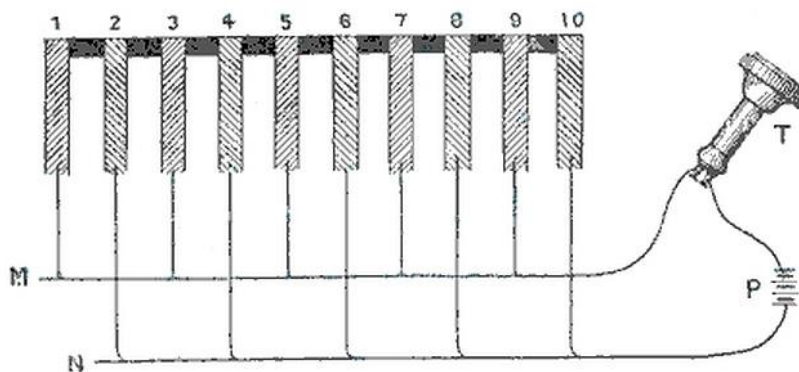
Zwiększenie zasięgów zapewniało użycie lampy łukowej. Łuk elektryczny był źródłem silnego światła, które jednak zawierało znaczny procent szkodliwych dla oczu składowych ultrafioletowych. W systemie Ernsta Ruhmera, zwanym przez niego mówiącym łukiem (opracowanym w roku 1898) sygnał z mikrofonu jest przez transformator podwyższający i kondensatory separujące równoległe do elektrod lampy – i moduluje w ten sposób jej jasność świecenia (rys. 2.8). Lampa łukowa zasilana napięciem stałym 50 V z prądnicy jest umieszczona w ognisku reflektora parabolicznego. Wypadkowa zmiana

napięcia na elektrodach lampy powoduje zmiany jej jasności i temperatury łuku, jednak zmiany oporności łuku powodowały zniekształcenia nieliniowe.



Rys. 2.6. Walcowy element świetłoczuły. T i T' są prętami kontaktowymi, tarcze mosiężne są zakreskowane ukośnie, białe pola pomiędzy nimi to izolacyjne tarcze mikowe, czarna warstwa S to świetłoczuła warstwa selenowa pomiędzy dyskami przewodzącymi (źródło: *Nature*)

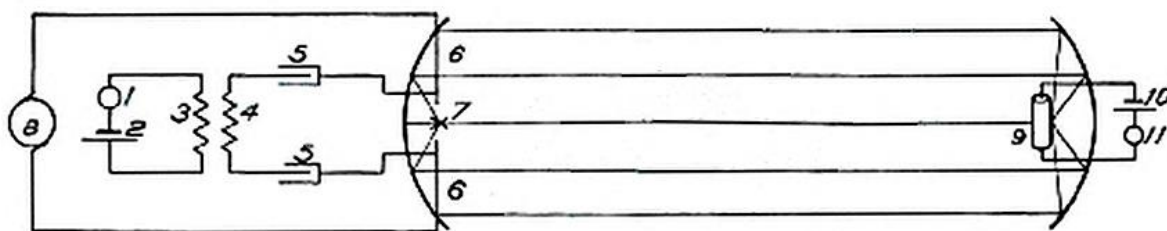
W trakcie prac nad telefonem optycznym Aleksander Bell i jego współpracownik Sumner Tainter prowadzili badania nad mogącymi wchodzić w grę zjawiskami fizycznymi. Próby z bezpośrednim przetwarzaniem energii wiązki świetlnej (a konkretnie energii cieplnej czyli jej składowej podczerwonej) na drgania mechaniczne w wyniku rozszerzania się i kurczenia materiałów stałych w tym gąbczastych i waty, cieczy, ich par i innych gazów zawartych w rurkach szklanych, których część powierzchni była nieprzezroczysta, nie dały zadowalających rezultatów. Uzyskiwano jedynie niską siłę głosu i krótkie – laboratoryjne – zasięgi przy ograniczonym paśmie przenoszonych częstotliwości. W ramach badań podstawowych konieczne było zresztą porównanie znaczenia promieniowania podczerwonego i świetlnego (w pierwszym rzędzie czerwonego) w ówczesnej transmisji świetlnej – stąd eksperymenty z różnymi źródłami światła. Na trasie promieni świetlnych umieszczane były także kryształy ałunu mające tłumić promieniowanie podczerwone. W Europie problemami tymi zajmowali się inżynierowie i fizycy Ernest Mercadier, John Tyndall, Wilhelm Röntgen i inni. Dla urządzeń przetwarzających wahania promieniowania podczerwonego bezpośrednio na dźwięki bez pośrednictwa obwodu elektrycznego proponowana była nazwa termofon.



Rys. 2.7. Zasada naprzemiennego połączenia dysków w obwodzie elektrycznym (źródło: *Nature*)

Jedynym praktycznym, wówczas, rozwiązaniem było użycie fotoelementów selenowych, ale niski poziom ówczesnej techniki powodował znaczny rozrzut właściwości wytwarzanego selenu i ich dużą niestabilność w funkcji czasu. Równolegle prowadzone były poszukiwania innych materiałów świetło-

czułych. Ze względu na rzadkie występowanie telluru jego właściwości światłoczułe – słabsze niż dla selenu – nie miały szans na szersze wykorzystanie praktyczne. Również pomysł użycia stopu selenu z tellurem dla obniżenia oporności elementu nie sprawdził się.



Rys. 2.8. Modulacja jasności lampy łukowej w układzie Ruhmera. Sygnał z mikrofonu 1 jest doprowadzony przez transformator o uzwojeniach 3–4 i kondensatory separujące 5 do elektrod lampy łukowej 7 umieszczonej w ognisku reflektora parabolicznego 6 i zasilanej ze źródła 8. Na odbiornik składają się element selenowy 9, bateria 10 i słuchawka 11 (źródło: *Technical World*)

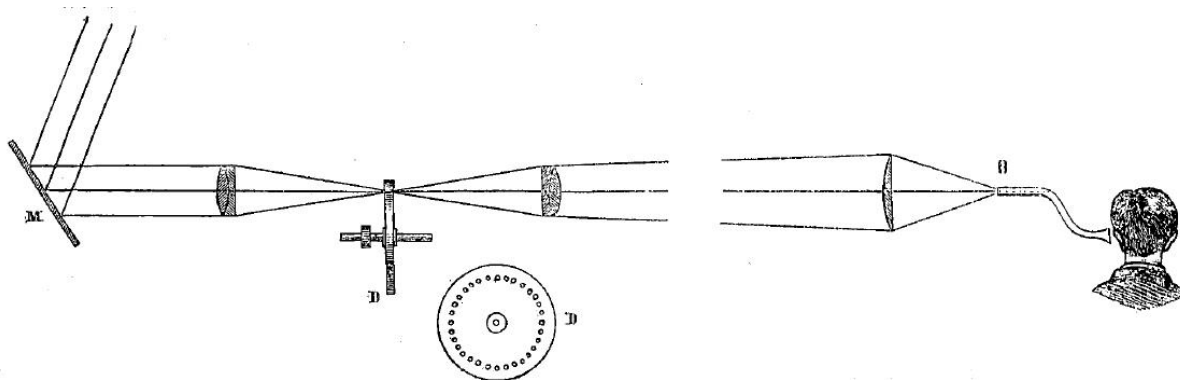
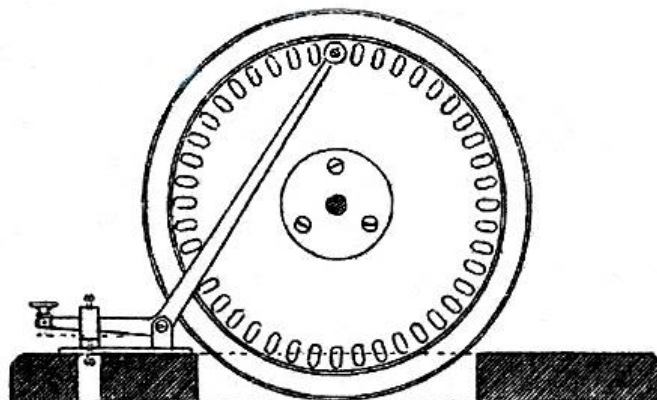


Fig. 25.

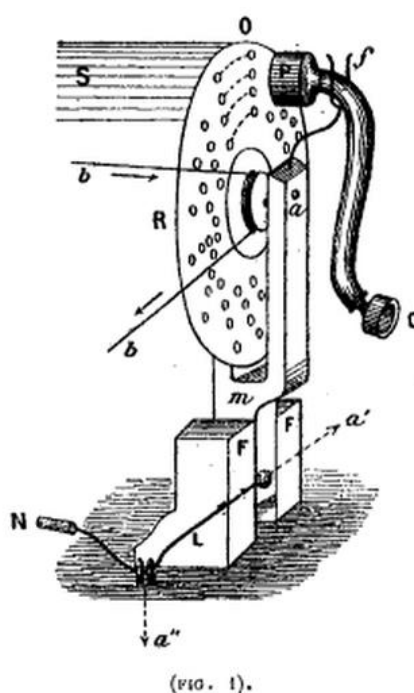
Rys. 2.9. Telefon muzyczny z tarczą dziurkowaną. Tarcza mogła znaleźć również zastosowanie w transmisji telegraficznej (źródło: *La revue scientifique...*)

Oprócz eksperymentów z transmisją głosu za pomocą promieni świetlnych Bell konstruował tak zwane telefony muzyczne. Były to odbiorniki przetwarzające na dźwięk wahania natężenia światła pod wpływem zjawisk naturalnych. Bell próbował też, bezskutecznie, odbierać szumy i dźwięki pochodzące ze Słońca. Przeważająca część wolnozmiennych sygnałów nie mogłaby być w ogóle słyszalna gdyby na drodze sygnału nie postawiono dziurkowanej tarczy powodującej przerywanie strumienia światła z częstotliwością od kilkuset Hz do 1,6 kHz (rys. 2.9). Uzyskany w ten sposób rodzaj podnośnej akustycznej był modulowany zmianami natężenia światła. Konstrukcja ta w pierwszym rzędzie miała w zamysłach Bella służyć do obserwacji zjawisk naturalnych, związków między światłem i innymi siłami fizycznymi i wpływu światła na różne substancje, ale prowadzone były także próby transmisji telegraficznej. Klucz telegraficzny powodował ruch przesłony przerywającej strumień światła padający na tarczę (rys. 2.10). W najprostszej wersji uzyskiwało się telegrafię z kluczowaniem amplitudy podnośnej – A2. Jeżeli tarcza posiadała kilka rzędów otworków możliwe było zastosowanie przesłony odsłaniającej i zasłaniającej na przemian wybrany rząd. Ponieważ w każdym rzędzie znajdowała się różna liczba otworków otrzymywano telegrafię z kluczowaniem częstotliwości akustycznej – F2. W jednym z eksperymentów tarcza posiadała rzędy z 40, 50, 60 i 80 otworkami co przy prędkości 20 obrotów na sekundę dawało maksymalną częstotliwość 1600 Hz (rys. 2.11).

Pomimo, że w 1881 roku Wiliam Wheeler opatentował rodzaj światłowodów składających się z rurek pokrytych wewnątrz warstwą odbijającą światło (patent 247 229), a wkrótce po nim Charles Boys rozpoczął wytwarzanie cienkiego włókna szklanego nie wiadomo nic o tym, aby Bell przeprowadzał próby wykorzystania światłowodów w telekomunikacji optycznej. Tłumienie światła, zwłaszcza na styku odcinków światłowodów było bardzo wysokie.



Rys. 2.10. Tarcza z kluczem telegraficznym i przysłoną do telegrafii A2 (źródło: *Scientific American*)



Rys. 2.11. Tarcza z kilkoma rzędami otworków stosowana w różnych eksperymentach, ale możliwa do użycia w telegrafii F2 (źródło: *La Lumière Électrique*)

W czasie pierwszej wojny światowej firma *Siemens i Halske* produkowała fofofony dla armii niemieckiej i austriackiej. Składały się one z modulowanej lampy łukowej i światłoczułego elementu selenowego, a ich zasięgi dochodziły do 8 km. W okresie międzywojennym telefoniczne aparaty optyczne wytwarzał w Niemczech Zeiss.

- [2.1] „La Lumière Électrique”, rocznik 1881
- [2.2] „La Revue Scientifique”, roczniki 1880-81
- [2.3] „La Nature”, roczniki 1880, 1881
- [2.4] „Scientific American”, rocznik 1881
- [2.5] „The Technical World”, rocznik 1905

3. Jak to z SSB było

Emisja SSB ma już ponad 100 lat, o czym przeważnie już się nie pamięta. Pierwszy wniosek patentowy złożył w USA John Renshaw Carson w 1915 roku i po dłuższych bojach prawnych uzyskał patent w 1923 roku. Emisja jednowstęgowa rozpowszechniła się wśród krótkofalowców dopiero w latach 50-tych XX wieku.

Urodzony w Pittsburgu w 1886 roku John Carson był absolwentem Uniwersytetu Princeton, ale studiował także na sławnej uczelni technicznej MIT. Po ukończeniu studiów w 1912 roku był zatrudniony do 1914 roku jako wykładowca na wydziale Inżynierii i Fizyki Uniwersytetu Princeton, a od 1913 roku w *American Telephone and Telegraph Company*. W ATT zajmował się opracowaniem pierwszych systemów radiowo-telefonicznych. Właśnie w ramach tych prac opracował system transmisji jednowstęgowej pozwalający na transmisję kilku rozmów telefonicznych w jednym kanale radiowym. Pierwsze łącze telefonii wielokrotnej z transmisją jednowstęgową zostało uruchomione między Pittsburgiem i Baltimore. Łącze było przystosowane do transmisji 12 rozmów telefonicznych z zastosowaniem podnośnych rozmieszczonych co 4 kHz w zakresie 60 – 108 kHz. Sygnały modulujące zajmowały pasmo 300 – 3400 Hz. Stosowana była dolna wstęga boczna (DWB). Wytlumienie nośnej następowało w modulatorze zrównoważonym, a do wyselekcjonowania pożądanej wstęgi bocznej służyły filtry LC lub kwarcowe. W późniejszym okresie grupy 12 rozmów były kombinowane tak, że tworzyły supergrupy złożone z pięciu grup podstawowych. Podnośne supergrup leżały w zakresie 312 – 552 kHz i były rozmieszczone co 48 kHz. W formowaniu supergrup stosowana była z kolei górna wstęga boczna (GWB). Kolejnym szczeblem było formowanie jednostek po 10 supergrup. Od lat 70 XX wieku rozwiązania z podziałem częstotliwościowym zostały zastąpione przez systemy cyfrowe.

Jednowstęgowe transmisje transatlantyckie rozpoczęto w 1923 roku w zakresie 50 – 60 kHz. Od 1927 roku czynna była dostępna publicznie łączność SSB między Nowym Jorkiem i Londynem. W 1934 roku uruchomiono stałe połączenie SSB między Holandią i Antylami Holenderskimi.

Carson opracował także matematyczną teorię pracy falowodów (artykuł na temat transmisji falowodowej ukazał się w r. 1937) oraz wzór do obliczania szerokości pasma dla modulacji FM.

Mar. 27, 1923.

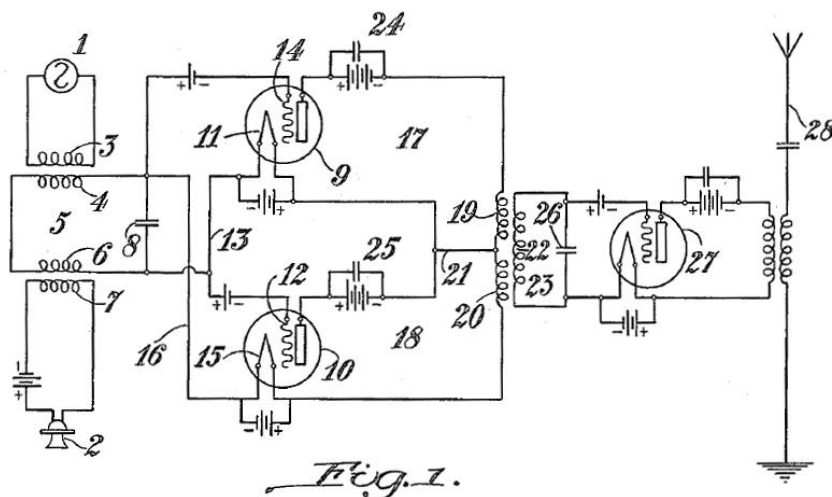
1,449,382.

J. R. CARSON.

METHOD AND MEANS FOR SIGNALING WITH HIGH FREQUENCY WAVES.

FILED DEC. 1, 1915.

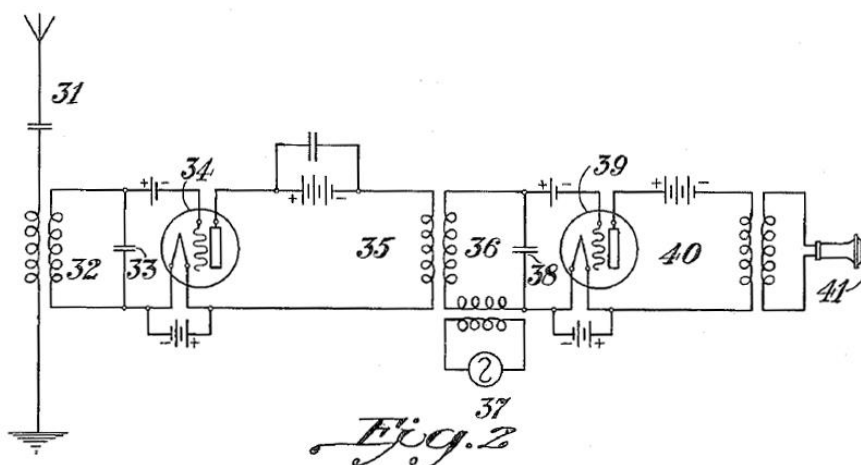
3 SHEETS—SHEET 1.



Rys. 3.1. Schemat modulatora SSB z wniosku patentowego Carsona

Wniosek patentowy nr 1,449,382 na system transmisji jednowstęgowej Carson złożył 1 grudnia 1915 roku, a patent otrzymał 27 marca 1923 roku. Od 1925 roku do śmierci w 1940 roku był on zatrudniony w firmie *Bell Telephone Laboratories* jako inżynier i matematyk. W 1937 roku otrzymał honorowy

doktorat Instytutu Politechnicznego na Brooklinie. Do jego najbardziej znanych prac należą opracowania z dziedziny teorii obwodów elektrycznych.



Rys. 3.2. Schemat mieszacza-demodulatora ze wzmacniaczem w.cz.

Na ilustracji 3.1 z wniosku patentowego nr 1,449,382 przedstawiony jest schemat telefonicznego modulatora jednowstęgowego, a na ilustracji nr 3.2 – schemat demodulatora Carsona. Modulator zrównoważony zawiera dwie triody oznaczone numerami 9 i 10. Sygnał modulujący z mikrofonu 2 jest doprowadzony przez transformator 6-7 do siatki lampy 10 i do katody lampy 9, natomiast sygnał nośnej z generatora 1 – przez transformator w.cz. 3-4 odwrotnie do siatki triody 9 i do katody triody 10. Kondensator 8 stanowi wraz z uzwojeniami wtórnymi transformatorów obwód rezonansowy dostrojony do częstotliwości nośnej. W obwodzie anod znajduje się transformator zawierający symetryczne uzwojenie 19-20 i wyjściowe 22 doprowadzające sygnał dwuwstęgowy bez fali nośnej (DSB) do obwodu siatki triody 27. Uzwojenie to wraz z kondensatorem 26 stanowi obwód rezonansowy dostrojony do pożądanej wstęgi bocznej. Przy stosunkowo niskich częstotliwościach podnośnych jego selektywność jest wystarczająca do tłumienia drugiej wstęgi. Wzmocniony sygnał w.cz. jest doprowadzony z obwodu anodowego do anteny 28. Jej stosunkowo wąskie pasmo przenoszenia zapewnia dodatkową selektywność układu nadawczego. Zwróćmy uwagę na stosowane wówczas symbole lamp elektronowych z poziomym układem elektrod na rysunku. Również symbole elektrod różnią się od obecnie stosowanych.

W odbiorniku sygnał odebrany dociera z anteny 31 przez obwód rezonansowy LC 32-33 do siatki triody 34. Z jej obwodu anodowego sygnał wzmocniony jest doprowadzony do obwodu siatkowego detektora – lampy 39 – przez transformator z rezonansowym uzwojeniem wtórnym 35-36-38. Na wejście mieszacza-detektora doprowadzony jest też sygnał z generatora nośnej 37. Stosunkowo niskie częstotliwości pracy ułatwiają precyzyjne dostrojenie generatora i uzyskanie wystarczającej stabilności. Zdetekowany sygnał m.cz. trafia przez transformator do słuchawki 41.

Wniosek zawiera też szczegółową analizę matematyczną modulacji i demodulacji SSB z uwzględnieniem nieliniowości charakterystyk lamp. Na ilustracji 3.4 Carson przedstawia schemat duplexowej stacji telefonicznej złożonej z powyższego modulatora i demodulatora podłączonych do wspólnej anteny. Na wejściu odbiornika znajduje się dodatkowo ogranicznik siły odbieranego sygnału na dwóch diodach lampowych zapobiegający uszkodzeniu odbiornika przez sygnał nadawany. Carson podkreśla we wniosku możliwość hybrydowego wykorzystania układu tzn. bez wytłumienia nośnej lub drugiej wstęgi. Na schemacie 3.3 autor patentu przedstawia układ modulatora oparty na podwójnej triodzie ze wspólną katodą. Wszystkie przedstawione na schematach lampy są żarzone bezpośrednio a do polaryzacji siatek sterujących użyto oddzielnych baterii. Było to wówczas rozwiązanie często stosowane.

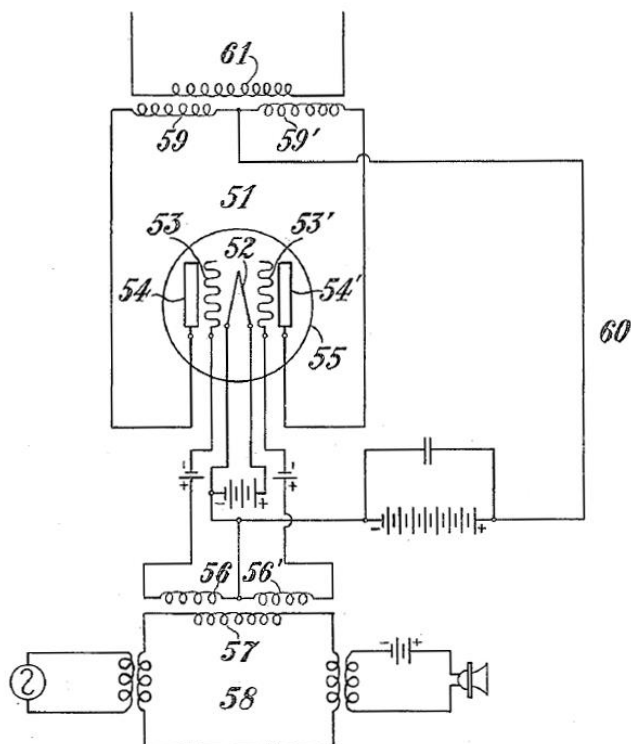


Fig. 3

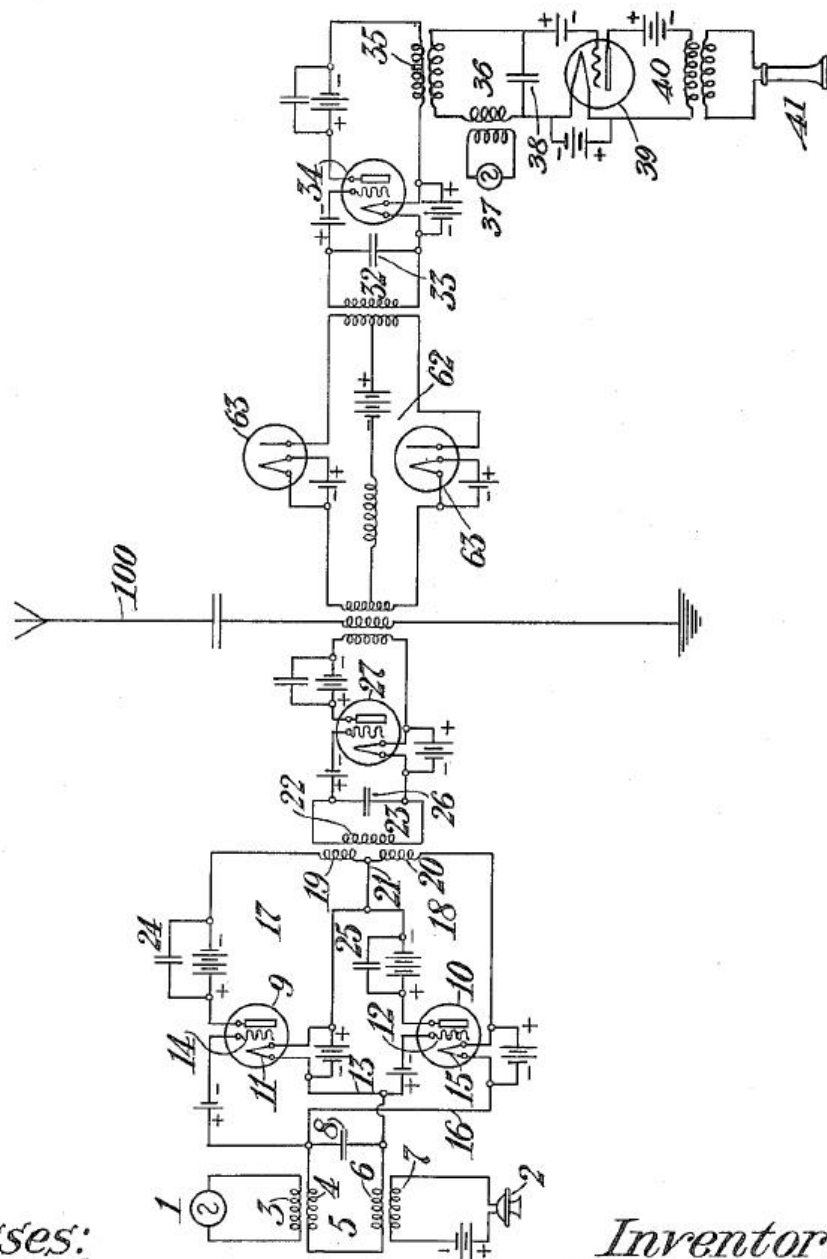
Rys. 3.3. Układ modulatora na podwójnej triodzie ze wspólną katodą

W USA eksperymenty z modulacją jednowstęgową w łącznościach krótkofalarskich rozpoczął w 1933 roku Robert Moore W6DEI, a w 1935 r. John Lamb W1CEI i J. Williams W2BFD. W tym czasie ukazały się też pierwsze artykuły na ten temat w amerykańskim czasopiśmie krótkofalarskim *Amateur Radio Magazine* R9. Następne ukazały się po wojnie w 1948 roku w QST. W okresie międzywojennym modulacja SSB nie spotkała się z większym zainteresowaniem krótkofalowców ponieważ na pasmach było jeszcze dużo wolnego miejsca. Krótkofalowcy w zachodniej Europie rozpoczęli transmisje jednowstęgowe w latach 50-tych XX wieku. Początkowo krótkofalowcy stosowali wzbudnice-przystawki do posiadanych radiostacji AM. Ze względu na wysokie koszty rezonatorów, filtrów kwarcowych i magnetystrycyjnych największym powodzeniem cieszyła się wówczas (opracowana przez Hartleya; autora układu generatora trójpunktowego – z odczepem na cewce) metoda fazowa. Po długim okresie dominacji metody filtrowej wróciła ona do łask w cyfrowej obróbce sygnałów, gdyż jest łatwiejsza do realizacji w postaci cyfrowej niż metoda filtrowa.

W Polsce pierwsze artykuły na temat techniki jednowstęgowej, autorstwa W. Wysockiego SP2DX i A. Jankowskiego SP2PJ ukazały się w „Radioamatorze” w 1957 roku w dziale „KF i UKF”. Cykl artykułów SP5PO zapoczątkowany w 1962 roku w „Radioamatorze i Krótkofalowcu” przyczynił się do opracowania konstrukcji sprzętu SSB umożliwiających polskim krótkofalowcom wyjście eter tą emisją. Wśród pionierów oprócz Andrzeja Gamdzyka SP5PO byli Antoni Zębik SP7LA i Julian Jarzombek SP3PL. Wyraźny wzrost liczby polskich stacji SSB nastąpił w latach 1965 – 67 kiedy w eterze coraz rzadziej można było napotkać stacje pracujące emisją AM. Od końca lat 60-tych XX wieku dużą popularność zyskała (później wielokrotnie modyfikowana i unowocześniana) konstrukcja radiostacji SSB Jerzego Węglewskiego SP5WW, a następnie konstrukcje opracowane przez SP5AHT.

Obecnie w łącznościach profesjonalnych do transmisji głosu są stosowane systemy cyfrowe oparte o wokodery. Krótkofalowcy natomiast na falach krótkich przeprowadzają nieśmiało próby cyfrowej transmisji głosu przy użyciu wokodera „Codec2” i programu „FreeDV”. Nie wpływają one na pozycję emisji SSB w krótkofalarstwie. Systemy cyfrowego głosu na falach ultrakrótkich są znacznie bardziej rozpowszechnione, ale jest to równoległa droga rozwoju techniki.

Fig. 4.



Witnesses:
James E. Lynch
Joseph A. Gately

Inventor:
John R. Carson
 per *Thomas D. Lockwood*
 Attorney

Rys. 3.4. Schemat dwukierunkowej stacji telefonicznej

[3.1] Wniosek patentowy nr 1449382 z 1 XII 1915 roku

[3.2] snaccooperative.org

[3.3] „100 Jahre SSB”, Alois Krischke, DJ0TR, *Funkamateure* 3/2016 str 232

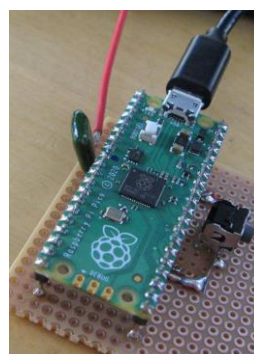
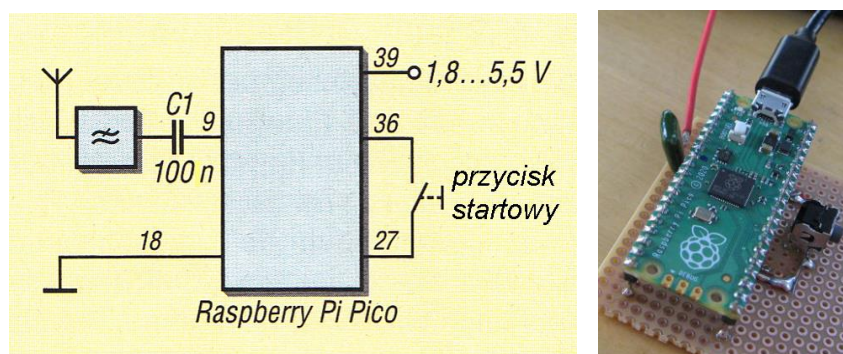
[3.4] „SSB eine Betriebsart ist älter als man denkt!“, Nils Schiffhauer, DK8OK, *Funk* 1/2003 str. 92

[3.5] „Historia krótkofalarstwa polskiego“, Zbigniew Rybka, Ireneusz Wyporski, Jan Ziembicki, Agencja Wydawnicza „Ruch”, Warszawa 1970

4. Miniaturowy nadajnik WSPR

Miniaturowy nadajnik WSPR składa się jedynie z mikrokomputera *Raspberry Pi Pico* (*Maliny Pico*) i filtra dolnoprzepustowego. Pierwsza transmisja po włączeniu jest uruchamiana ręcznie, ale dokładność pokładowego zegara pozwala na kontynuowanie pracy przez dłuższy czas bez konieczności jego synchronizacji. W zależności od pasma pracy, warunków propagacji i stosowanej anteny możliwe jest uzyskanie interesujących zasięgów pomimo małej mocy promieniowanej.

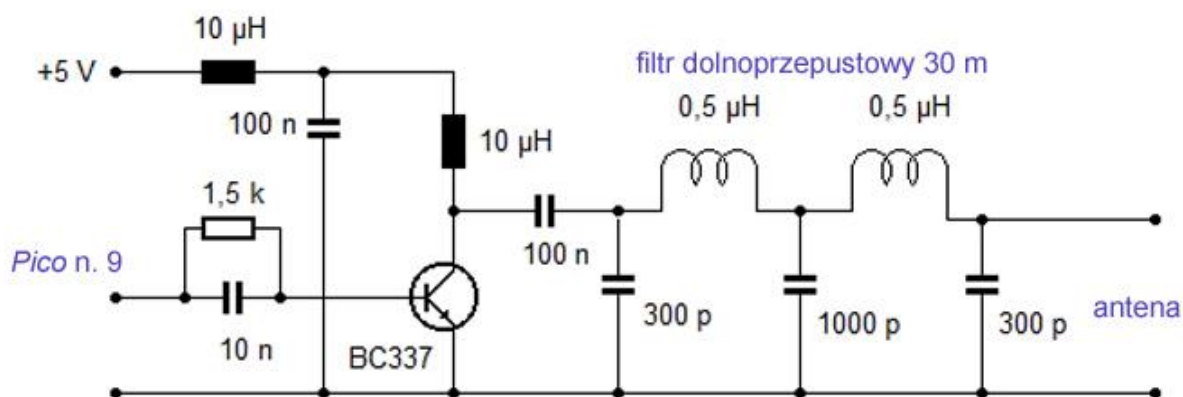
Emisja WSPR pozwala na śledzenie przez dłuższy czas warunków propagacji na falach krótkich i ultra-krótkich albo na porównywanie właściwości anten w oparciu o raporty odbioru wielu stacji pochodzące również z dłuższego okresu obserwacji. Negatywną stroną tego rodzaju obserwacji jest blokowanie przez znaczny okres czasu nadajnika stacyjnego, uniemożliwiające prowadzenie łączności innego typu. Wielu krótkofalowców posiada wprawdzie dwie lub nawet więcej radiostacji krótkofalowych i może którąś z nich przeznaczyć do tych celów, ale użycie zamiast tego prostego i niedrogiego nadajnika własnej konstrukcji stanowi atrakcyjną możliwość również dlatego, że przy okazji pozwala na zaspokojenie skłonności majsterkowiczowskich. Przykłady różnych rozwiązań nadajników WSPR są opisane m.in. w pozycjach [4.2] i [4.3]. Zastosowany w konstrukcji [4.1] mikrokomputer *Raspberry Pi Pico* (dalej w skrócie *Pico*) jest wyposażony we własny zegar czasu rzeczywistego o dokładności wystarczającej na kilka dni pracy nadajnika, 264 kB pamięci SRAM, 2 MB pamięci programu, procesor ARM-Cortex-M0+, złącza SPI, I2C, szeregowy, 12-bitowe przetworniki analogowo-cyfrowe i charakteryzuje się atrakcyjnie niską ceną. *Pico* w wersji W posiada również złącze WiFi 2,4 GHz, które w opisanej konstrukcji nie jest jednak potrzebne. Dokumentacja *Pico* znajduje się w witrynie [4.4].



Rys. 4.1. Schemat blokowy nadajnika WSPR Fot. 4.3. Prototyp nadajnika DG7JH (zdj. DG7JH)

Rozwiązanie DG7JH jest oparte na opracowaniu R2BDY, którego istotnym atutem jest program stabilnego oscylatora o rozdzielczości poniżej 1 Hz i maksymalnej częstotliwości wyjściowej 33 MHz. W oryginalnym rozwiązaniu R2BDY do synchronizacji czasu i stabilizacji częstotliwości służy odbornik GPS. Minimalistyczna konstrukcja DG7JH korzysta z pokładowego zegara czasu rzeczywistego mikrokomputera synchronizowanego przez użytkownika. Nadajnik jest wyposażony w przycisk startowy zwierający kontakty 36 i 27 mikrokomputera. Kontakt należy zewrzeć na początku dowolnej parzystej minuty obserwując czas na zegarze synchronizowanym internetowo albo przez GPS albo zapewniającym w inny sposób dużą dokładność. Odchyłka początku transmisji WSPR nie powinna przekraczać sekundy. Transmisje komunikatów WSPR trwają standardowo 111 sekund. W konfiguracji programu można wybrać odstępy wielokrotności dwóch minut między kolejnymi transmisjami.

Mikrokomputer *Pico* może być zasilany napięciem 5 V przez gniazdko USB albo napięciem 1,8 – 5 V doprowadzonym do kontaktu 39 na bocznej listwie kontaktowej. Jako źródło zasilania może służyć bateria litowa 3 V albo akumulator litowo-jonowy 4,2 V lub 5 V. Znajdująca się na płytce przetwornica dostarcza napięcia 3,3 V potrzebnego do zasilania układu. Jest ono doprowadzone do kontaktu 36, przy czym maksymalna obciążalność wyjścia wynosi 300 mA. Kontakty 3, 8, 13, 18, 23, 33 i 38 są połączone z masą. Prostokątny sygnał wyjściowy jest doprowadzony do kontaktu 9, do którego należy podłączyć filtr dolnoprzepustowy tłumiący harmoniczne. Moc wyjściowa jest w programie nastawiona na 12 dBm czyli 16 mW. W przypadku użycia dodatkowego wzmacniacza konieczne może być jej dopasowanie w sekcji definicji. Wzmacniacze jednorozmiarowe albo oparte na modułach HFM-4GLN czy HFM-6G pozwalają na podwyższenie mocy do 100 mW (rys. 4.2).



Rys. 4.2. Przykład tranzystorowego wzmacniacza 100 mW z filtrem dolnoprzepustowym

Oprogramowanie nadajnika jest dostępne na *GitHubie* pod adresem [4.5]. W celu pobrania programu należy nacisnąć zielony przycisk ekranowy z podpisem *Code* i w menu wybrać pozycję *Download Zip* („Pobierz Zip”). Pobrane archiwum należy rozpakować do oddzielnego katalogu (foldera). Dodatkowo konieczne jest pobranie programu generatora z witryny [4.6].

Najwygodniejszym sposobem wprowadzenia własnych parametrów do oprogramowania nadajnika i jego kompilacji jest skorzystanie z programu *Windows Pico Installer* dostępnego w witrynie [4.7]. Po jego zainstalowaniu w menu startowym Windows pojawia się pozycja *Raspberry Pi Pico SDKvx.x.x*, pod którą należy wybrać punkt *Pico – Visual Studio Code*. Litery x w nazwie oznaczają numer aktualnej wersji.

W oknie *Visual Studio* należy korzystając z punktu *Open Folder* przejść do rozpakowanego kodu źródłowego *pico-WSPR-tx-main*. Własne parametry takie jak znak wywoławczy, lokator, moc podawana w komunikacie i odstęp między transmisjami są wpisywane w sekcji *define* począwszy od linii 77. W linii 103 definiowana jest moc nadajnika. Nazwy odpowiednich zmiennych zawiera tabela 4.1.

Tabela 4.1

Zmienne konfiguracyjne programu nadajnika

Zmienna	Znaczenie
CONFIG_WSPR_DIAL_FREQUENCY	Częstotliwość nadawania w Hz
CONFIG_CALLSIGN	Własny znak wywoławczy pisany dużymi literami
CONFIG_LOCATOR4	Lokator stacji, czteropozycyjny
REPEAT_TXEVERY_MINUTE	Odstęp między transmisjami w krokach co 2 minuty

Do skompilowania programu po wpisaniu wszystkich danych służy przycisk ekranowy *Build*. Po bezbłędnym zakończeniu kompilacji w folderze *build* musi pojawić się plik *pico-wspr-tx.uf2*.

W celu załadowania pliku do mikrokomputera konieczne jest podłączenie go do PC za pomocą kabla USB i naciśnięcie na jego płytce przycisku z podpisem *BOOTSEL*. W oknie eksploratora na ekranie PC można wówczas wybrać plik z rozszerzeniem *.uf2* i skopiować go na dysk o oznaczeniu RP1-RP2 czyli do pamięci programu mikrokomputera. Program startuje automatycznie po zakończeniu kopiowania i w trakcie pracy nie potrzebuje połączenia z PC. Startuje on również automatycznie za każdym razem po włączeniu zasilania.

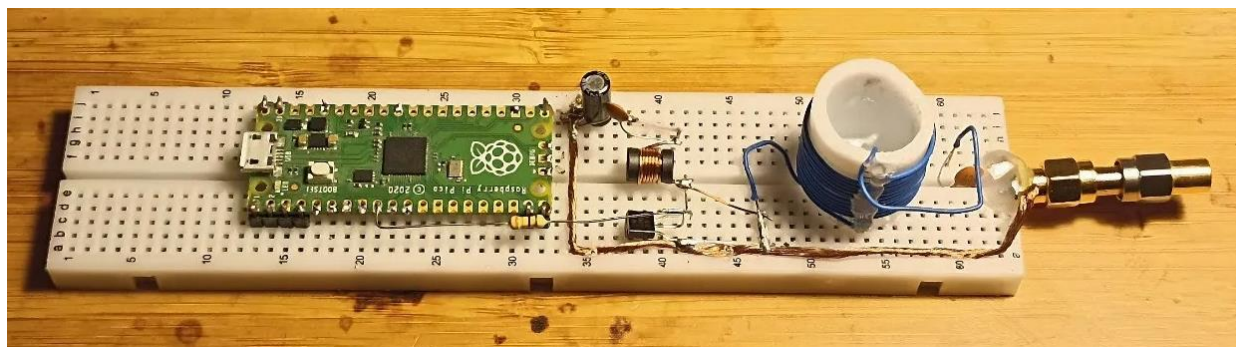
Bogata zawartość harmoniczných w prostokątnym sygnale generowanym przez *Pico* wymaga używania filtra dolnoprzepustowego aby nadajnik spełniał wymagania odnośnie czystości promieniowanego sygnału i nie powodował niepożądanych zakłóceń.

Do próbnych transmisji jako antena wystarczy kawałek przewodu o długości 30 cm. Konieczne jest sprawdzenie częstotliwości nadawania i prawidłowości modulacji za pomocą odbiornika kontrolnego (np. odbiornika radiostacji amatorskiej) połączonego z PC, na którym pracuje WSJT-X. Pierwsza transmisja rozpoczyna się po naciśnięciu przycisku startowego. Powinno to nastąpić na początku dowolnej

parzystej minuty. Po nabyciu pewnej wprawy możliwe jest uzyskanie odchyłki nie przekraczającej sekundy.

Bez błędne zdekodowanie danych przez WSJT-X oznacza, że nadajnik jest gotowy do pracy w eterze. W trakcie dwudniowych prób DG7JH zaobserwował jedynie niewielką zmianę częstotliwości nadawania i odchyłkę czasu nie przekraczającą wartości uniemożliwiającej dekodowanie komunikatów.

Nadajnik był też wykorzystywany w terenie w połączeniu z prowizoryczną anteną zawieszoną na drzewie i zasilaniem z akumulatora litowo-jonowego.



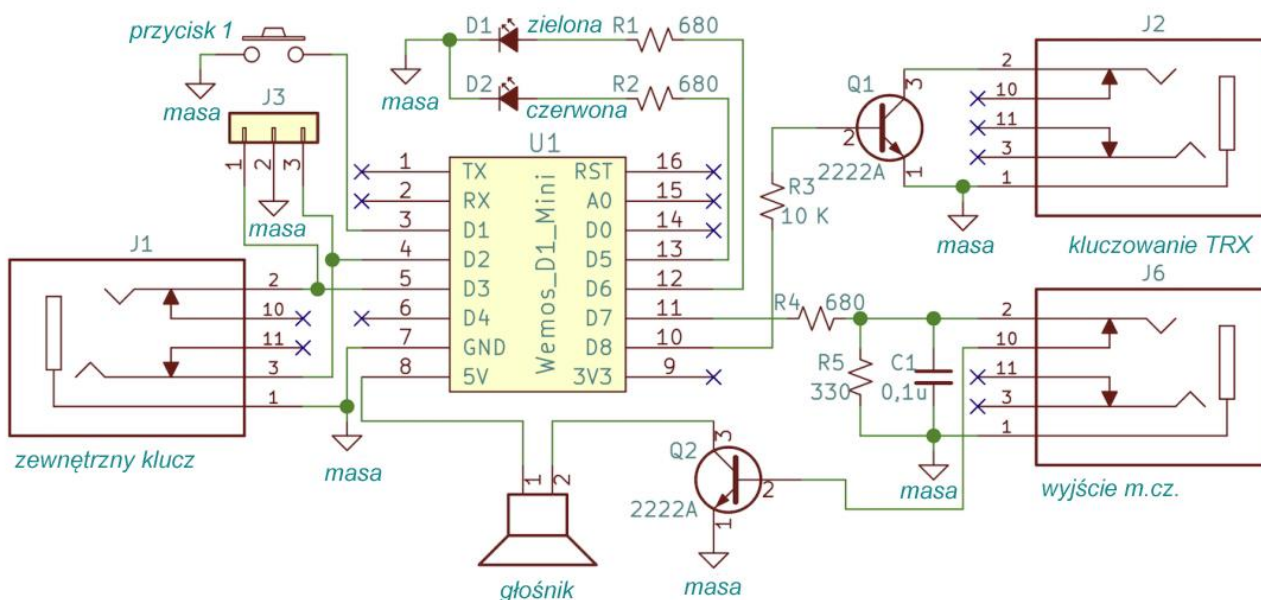
Rys. 4.4. Przykład eksperymentalnej konstrukcji nadajnika

- [4.1] „WSPR-Sender im Miniaturformat mit dem Raspberry Pi Pico“, Jochen Herrig, DG7JH, *Funkamateure* 6/2024, str. 472
- [4.2] „Mikronadajniki WSPR“, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, *Świat Radio*, 3/2021, str. 30
- [4.3] „Proste nadajniki amatorskie”, tom 56 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”
- [4.4] www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/raspberry-pi-pico.html – dokumentacja mikrokomputera
- [4.5] <https://github.com/Jochen-bit/pico-WSPR-tx> – program DG7JH
- [4.6] <https://github.com/RPiKs/pico-hf-oscillator> – program generatora R2DBY
- [4.7] www.raspberrypi.com/news/raspberrypi-pico-windows-installer – program instalacyjny dla PC

5. Elektroniczny nauczyciel telegrafii

Elektroniczny nauczyciel telegrafii *CW Hotline* może służyć nie tylko do ćwiczenia telegrafii samemu albo w Internecie, ale również jako klucz telegraficzny do radiostacji obsługiwanej zdalnie. Korzystna cena i radość z samodzielnej konstrukcji są dalszymi plusami tego rozwiązania.

Urządzenie jest dostępne w postaci zestawów konstrukcyjnych zawierających klucz sztorcowy, boczny albo pozbawionych własnego klucza. Jest ono wyposażone w stereofoniczne gniazdka 3,5 mm przeznaczone do podłączenia klucza telegraficznego, dodatkowego głośnika ze wzmacniaczem i do kluczowania radiostacji, wewnętrzny głośnik oraz diody sygnalizujące stan pracy i nadawane znaki telegraficzne. Mikrokomputer ESP8266 (*Wemos D1 mini*) zapewnia też połączenie z Internetem przez WiFi. Zamontowania wymaga jedynie około 20 elementów przewlekanych. Autorowi poz. [5.2] montaż zajął 45 minut, ale bardziej doświadczeni konstruktorzy mogą się z nim uporać w pół godziny lub nawet szybciej. Płytkę drukowaną posiada otwory dla obydwu rodzajów kluczy. Oprócz standardowej obudowy producent oferuje również pliki do samodzielnego jej wydrukowania na drukarce trójwymiarowej. Do zasilania napięciem 5 V i do komunikacji z PC służy gniazdko mikro-USB. Pod Windows konieczne jest wprowadzenie zainstalowanie sterownika CH340, ale w wielu przypadkach jest on już zainstalowany w związku z innymi wcześniejszymi potrzebami.



Rys. 5.1. Schemat ideowy *CW Hotline*. Gniazdko J2 służy do kluczowania nadajnika za pośrednictwem tranzystora wykonawczego Q1, J1 jest wejściem dla dowolnego zewnętrznego klucza, połączonego równolegle z ewentualnie wbudowanym (J3), a J6 jest przeznaczone dla zewnętrznego aktywnego głośnika. Jego podłączenie powoduje wyłączenie głośnika wewnętrznego

Użytkownicy mają do wyboru trzy sposoby konfiguracji. Jednym z nich jest połączenie z witryną producenta i po połączeniu z niej z własnym urządzeniem wprowadzenie parametrów konfiguracyjnych. Drugim z nich jest przełączenie *CW Hotline* do pracy w charakterze punktu dostępowego. Staje się on wówczas serwerem HTTP własnej sieci WiFi pozwalającym na ustawienie parametrów za pomocą przeglądarki internetowej. Zalecane jest użycie przeglądarki *Chrome*. Trzecim sposobem jest wprowadzenie danych konfiguracyjnych za pomocą programu terminalowego *TeraTerm Pro* przez złącze USB po połączeniu *CW Hotline* z PC.

Po połączeniu urządzenia z serwerem producenta nadawane telegraficznie teksty są retransmitowane przez serwer do innych połączonych użytkowników – serwer służy więc jako reflektor dla połączonych stacji. Nadawane i odbierane znaki są słyszalne w głośniku, przy czym tony dla nadawania i odbioru lekko się różnią. Czerwona dioda elektroluminescencyjna miga w takt nadawanych znaków telegraficz-

nych. Na stronie [5.4] użytkownicy mają do wyboru większą liczbę kanałów dzięki czemu mogą ćwiczyć w gronach o zbliżonym stopniu zaawansowania.



Fot. 5.2. Konstrukcja z wmontowanym kluczem bocznym. Ramiona klucza są widoczne po prawej stronie płytki, a moduł mikrokomputera po lewej



Fot. 5.3. Wariant z kluczem sztorcowym

Podłączenie radiostacji do wyjścia kluczącego *CW Hotline* powoduje jej kluczowanie znakami telegraficznymi. Kluczowanie radiostacji zdalnej wymaga użycia dwóch urządzeń: jednego pracującego lokalnie i drugiego kluczącego nadajnik. Urządzenie kluczące nie wymaga oczywiście ani montażu ani podłączenia klucza telegraficznego. Oba egzemplarze są połączone ze sobą przez sieć WiFi. Nie wielkie opóźnienie znaków w sieci nie wzrasta znacząco również w przypadku korzystania z kilku pośredniczących sieci. Zestaw dwóch egzemplarzy pozwala także na lokalne ćwiczenia telegrafii z zaprzyjaźnionymi krótkofalowcami. Oba urządzenia wymagają w tym przypadku podłączenia kluczy telegraficznych.

W witrynie producenta dostępne są instrukcja montażowa i instrukcja obsługi urządzenia. Co pewien czas udostępniane są tam nowe wersje oprogramowania. Osobom zainteresowanym można też polecić

zakup zestawów dla grupy lub klubu, ich wspólny montaż, a następnie ćwiczenie telegrafii „współ w zespół” (jak śpiewali *Starsi Panowie* w ich wspaniałym kabarecie).

[5.1] „CW Hotline Selbstbauprojekt” QSP 07-08/2024, str. 32

[5.2] „Ham Radio Solutions CW Hotline“, Sean Klechak, W9FFF, QST 2/2023, str. 46

[5.3] <https://hamradio.solutions/cwhotline> – witryna produktu

[5.4] <https://hamradio.solutions/vband> – strona kanałów ćwiczebnych CW

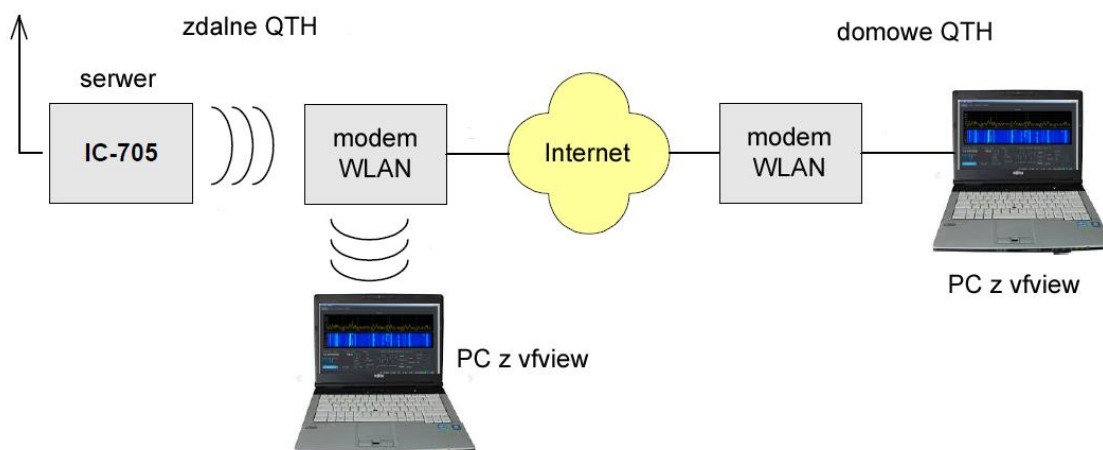
6. Zdalne sterowanie IC-705

Program *vfview* ułatwia zdalne sterowanie IC-705 i innymi radiostacjami Icoma. Rozwiązanie takie przydaje się operatorom, którzy nie mają możliwości zainstalowania anteny krótkofalowej w stałym miejscu zamieszkania, ale nie tylko.

Posiadacze domków na działkach albo samochodów kempingowych mogą zainstalować sprzęt i anteny w alternatywnej lokalizacji. Radiostacja może być zdalnie sterowana z domu, a uruchomienie zdalnego sterowania nie jest wcale trudne. Autor [6.1] korzysta w tym celu z programu *vfview*.

Instalacja IC-705 w terenowym QTH

Zdalne sterowanie IC-705 daje się łatwo zrealizować ponieważ radiostacja jest wyposażona fabrycznie w oprogramowanie serwera i łącze WLAN. W zdalnym QTH należy połączyć IC-705 z modemem internetowym i na czas uruchamiania potrzebny jest PC z zainstalowanym *vfview*, połączony z siecią przez WLAN. Konfigurację dostępu do sieci IC-705 omówiono poniżej.



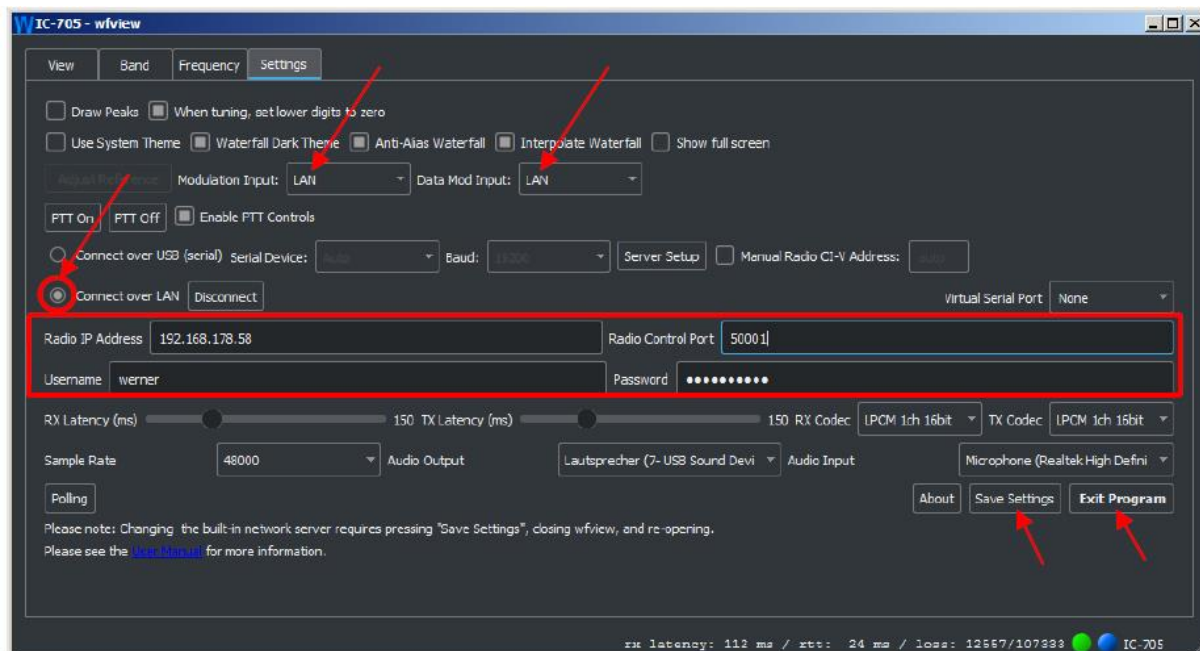
Rys. 6.1. Zasada zdalnego sterowania. PC w zdalnej lokalizacji jest potrzebny tylko w czasie uruchamiania i sprawdzania połączenia

Dostęp do IC-705 z zewnątrz wymaga przekierowania w modemie internetowym kanałów logicznych (ang. *port*) 50061, 50062 i 50063. Kanał sterowania radiostacją nosi w tym przykładzie numer 50061. W polu „Radio IP Address” wpisywany jest adres dostępu z zewnątrz do sieci lokalnej odczytany w konfiguracji modemu dostępowego do Internetu (rys. 6.2). Można też tutaj podać adres symboliczny dla dostępu za pośrednictwem DynDNS. Na zakończenie należy podać dowolnie wybraną nazwę użytkownika i hasło dostępu. Wprowadzone dane należy zapisać w konfiguracji *vfview* naciskając przycisk ekranowy Save Settings. W przeciwnym przypadku po ponownym uruchomieniu programu używana będzie nieaktualna konfiguracja.

Następnie należy sprawdzić sterowanie IC-705 z PC i ewentualnie skorygować ustawienia. Po przekonaniu się, że sterowanie przez komputer działa prawidłowo można zabrać komputer do domu. Do stałej pracy nie jest on potrzebny. Pozostające w zdalnym QTH IC-705 i modem dostępowy do Internetu muszą być stale włączone, z tym że IC-705 może się automatycznie przełączać w tryb oczekiwania po upływie czasu podanego w menu. Pobiera on wówczas tylko minimalny prąd.

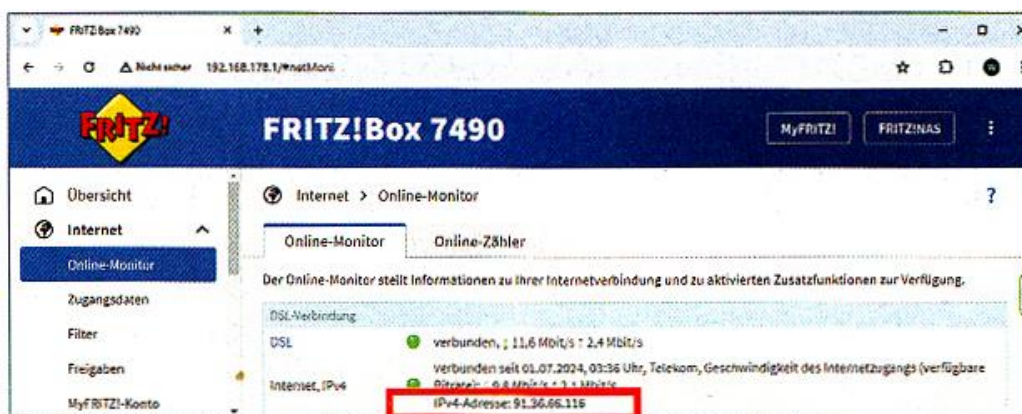
Standardowo modemy internetowe są tak skonfigurowane, że codziennie następuje przerwanie połączenia z Internetem, po czym po wznowieniu otrzymują one od operatora nowe adresy IP, pod którymi są one dostępne z zewnątrz. Oznacza to, że zdalne sterowanie z wykorzystaniem dotychczasowego adresu jest niemożliwe. Jednym ze sposobów zapobieżenia tej sytuacji jest włączenie stałego utrzymywania połączenia z Internetem w punkcie *Internet -> Dane dostępowe -> utrzymuj stałe połączenie*. Dokładne nazwy punktów menu mogą się różnić w zależności od modelu i wersji jego oprogramowania. Lepszym

rozwiązaniem jest posłużenie się adresem symbolicznym ustalonym w usłudze DynDNS, no-ip lub innej z tej kategorii. Zmiana adresów IP nie odgrywa wówczas żadnej roli.

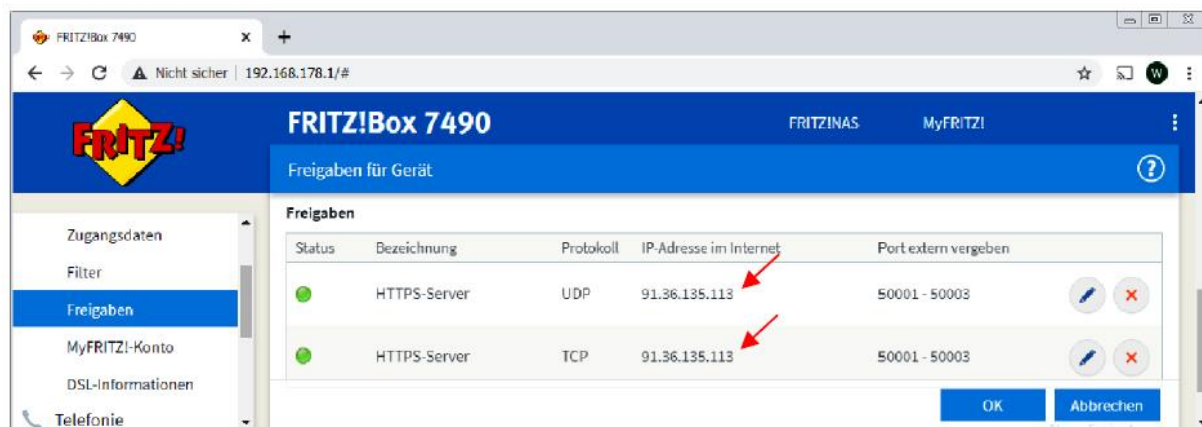


Rys. 6.2. Ustawienia *vview*. Należy podać adres IP modemu dostępnego do internetu, złącze przeznaczone do sterowania IC-705 i dane dostępowe do IC-705 od strony Internetu. Strzałkami zaznaczono używane pola i przyciski

Na domowym komputerze przeznaczonym do zdalnego sterowania IC-705 (kliente) należy również zainstalować *vview*. Po wywołaniu w konfiguracji należy podać te same dane, co na komputerze służącym do uruchomienia połączenia w zdalnej lokalizacji. Po ponownym uruchomieniu program nawiązuje połączenie z radiostacją i budzi ją ze stanu uśpienia (po naciśnięciu na ekranie przycisku „Power on”). Do przejścia na nadawanie służy przycisk ekranowy „Transmit” w głównym oknie *vview*.

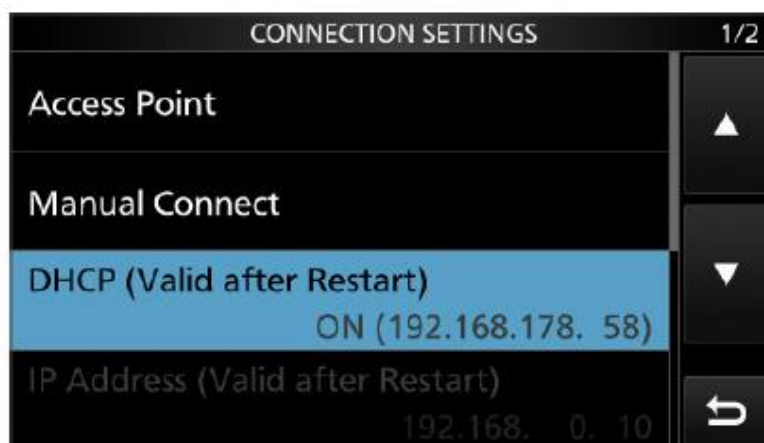


Rys. 6.3. Odczyt adresu IP modemu dostępnego w jego konfiguracji na przykładzie modelu FRITZ!Box 7490



Rys. 6.4. Przekierowywanie kanałów logicznych

Ustawienia w IC-705



Rys. 6.5. Menu IC-705

IC-705 (a także IC-9700) są wyposażone w oprogramowanie serwera i złącze WLAN. W celu połączenia radiostacji z lokalną siecią należy wejść do punktu „Set” („Ustawienia”) w menu wybrać punkt WLAN i włączyć w nim połączenie sieciowe ustawiając na ON.

Następnie w punkcie ustawień połączenia „Connection Settings” -> „Access Point” wprowadzić dane dostępowe do sieci.

W punkcie „WLAN Set” -> „Connect settings” -> „DHCP” („Ustawienia WLAN” -> „Ustawienia połączenia” -> „DHCP”) należy włączyć korzystanie z serwera DHCP („ON”).

W punkcie „WLAN Set” -> „Network Name” („Ustawienia WLAN” -> „Nazwa sieci”) trzeba wpisać nazwę sieci lokalnej,

w punkcie „WLAN Set” -> „Remote settings” -> „Network control” („Ustawienia WLAN” -> „Ustawienia zdalnego sterowania” -> „Sterowanie przez sieć”) włączyć zdalne sterowanie („ON”), w punkcie „WLAN Set” -> „Remote settings” -> „Internet access line” („Łącze dostępowe do Internetu”) ustawić FTTH.

Kolejnymi krokami są: wpisanie w punkcie „WLAN Set” -> „Remote settings” -> „Network User ID” nazwy użytkownika

i w punkcie „WLAN Set” -> „Remote settings” -> „Network user password” hasła dostępu.

Ostatnim ustawieniem jest włączenie uprawnień administratora („Yes”) w punkcie „WLAN Set” -> „Remote settings” -> „Network user 1” -> „Nazwa użytkownika” -> „Administrator”.

Po ponownym włączeniu IC-705 łączy się automatycznie z modemem internetowym i otrzymuje od jego serwera DHCP adres IP.

Ponieważ IC-7300 nie jest wyposażony w oprogramowanie serwera ani w złącza LAN lub WLAN, a jedynie w złącze USB do połączenia z modemem internetowym konieczne jest pośrednictwo PC z zainstalowanym *wfview* – realizującym funkcję serwera.

[6.1] „Fernsteuerung eines IC-705/IC-7300”, Werner Schnorrenberg, DC4KU, CQDL 10/2024 str. 16

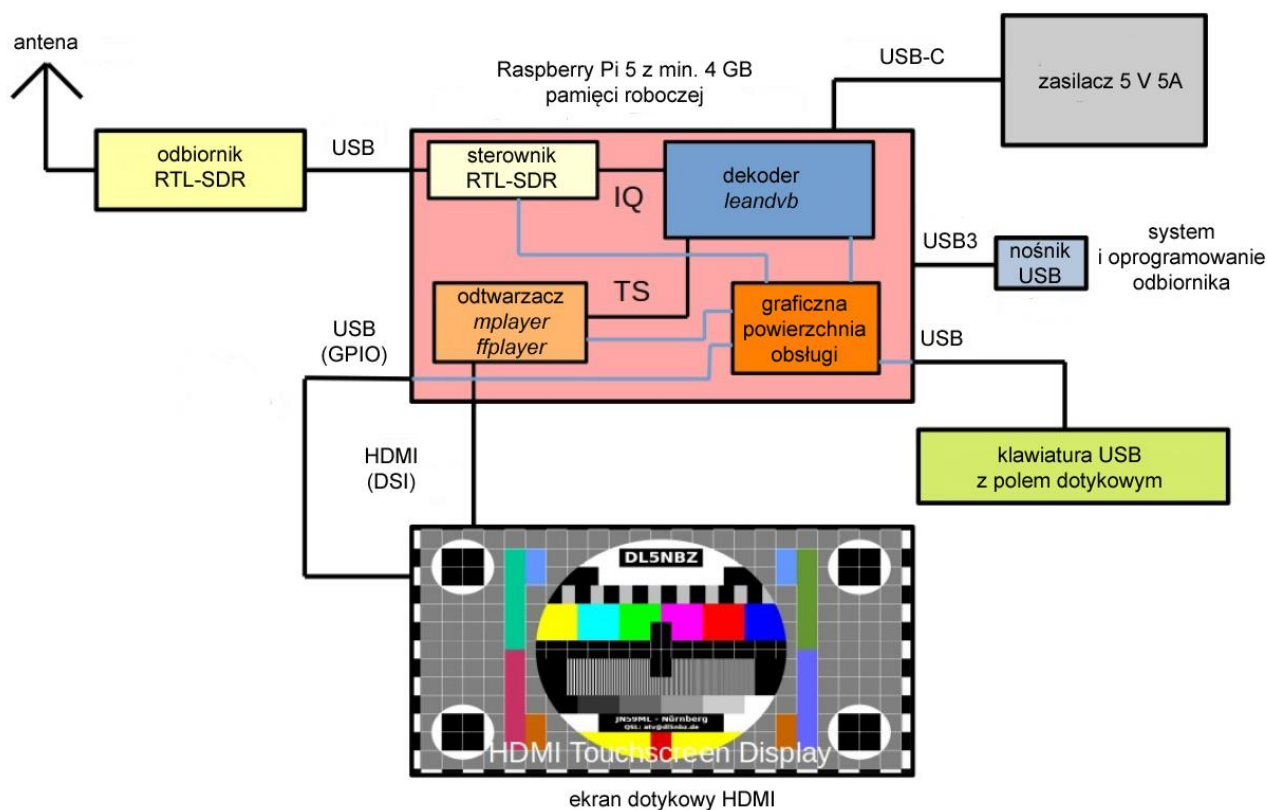
[6.2] wfview_IC-705.pdf, Werner Schnorrenberg, DC4KU, z witryny *dc4ku.com*

[6.3] dc4ku.darc.de – druga witryna DC4KU

7. Odbiornik DATV dla wszystkich

Zdaniem DL5NBZ odbiór cyfrowej telewizji amatorskiej DATV stanowił jak dotąd poważniejszy problem niż jej nadawanie. Opisane rozwiązanie ma poprawić tę sytuację i przyciągnąć nowych zainteresowanych. Jak wiadomo zapoznanie się z nowymi systemami transmisji rozpoczyna się zawsze od odbioru.

Dotychczasowe rozwiązania odbiorcze oparte o program *Portsdwn2000* korzystający z orbiornika SDR-RTL lub *MiniTiouner* straciły lub tracą aktualność. Utrzymanie zainteresowania krótkofalowców wymaga opracowania nowych rozwiązań. Odbiornik DATV-VE-RX DL5NBZ jest oparty o odbiornik programowalny typu RTL-SDR i mikrokomputer „Raspberry Pi 5” z ekranem o rozdzielczości 1024 x 600 punktów (może być to ekran dotykowy). W założeniu jest to rozwiązanie popularne i nie mające zapewniać parametrów wysokiej klasy. Główną część toru odbiorczego stanowi oprogramowanie cyfrowej obróbki sygnałów, które można łatwo dopasowywać do nowych wymagań wynikających z postępu technicznego albo zwiększających wygodę obsługi. Skrót VE w nazwie nawiązuje do przedwojennego odbiornika ludowego (*Volksempfänger*), który odegrał znaczącą rolę w radiofonizacji Niemiec w okresie międzywojennym (w Polsce taką rolę spełnił *Detefon*). W zamyśle konstruktora to nieskomplikowane rozwiązanie ma przyczynić się do popularyzacji telewizji cyfrowej wśród krótkofalowców.



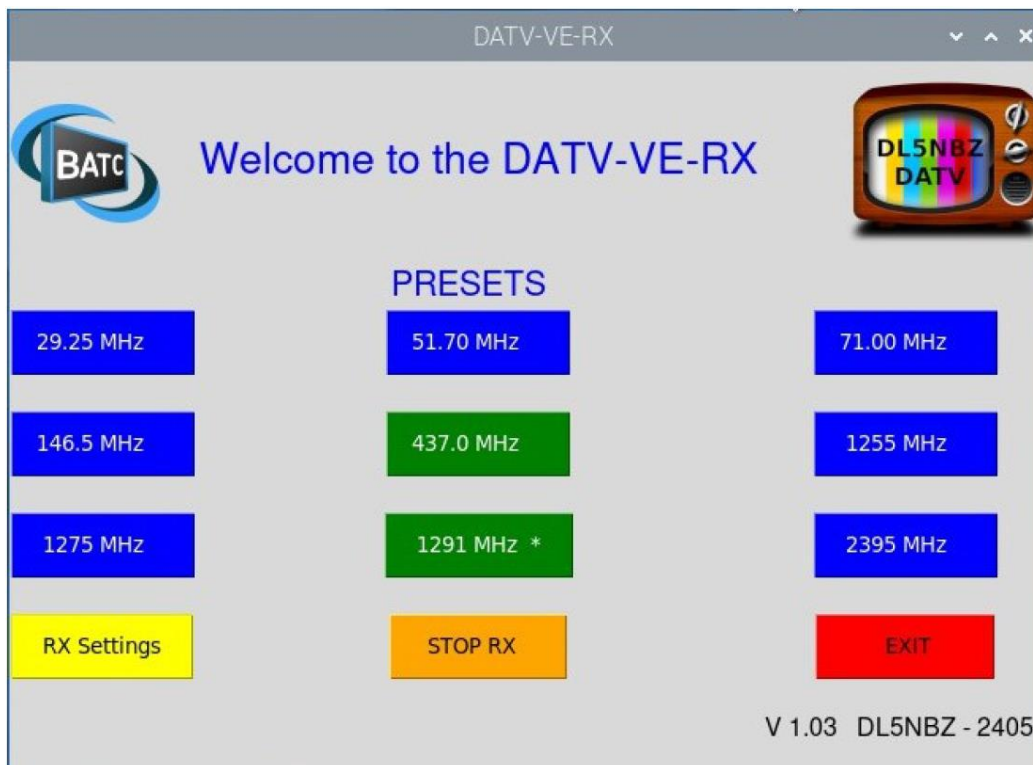
Rys. 7.1. Schemat blokowy układu odbiorczego

W obecnej wersji głównymi pasmami odbiorczymi są 70 i 23 cm. Są one pokrywane przez popularne modele odbiorników RTL-SDR i nie wymagają specjalnych systemów antenowych. Autor zaleca wykorzystanie oryginalnych modeli [7.3] w wersji 3 (z obwodem odbiorczym R820T, R820T2, R828D albo z obwodem odbiorczym E4000 i z procesorem sygnałowym RTL2832). Odbiorniki w wersji 3 są wyposażone w TCXO i posiadają metalowe obudowy ekranujące.

Odebrane sygnały są dekodowane i przetwarzane na „Malinie 5” – mikrokomputerze *Raspberry Pi 5*. Konieczne jest jego wyposażenie w minimum 4 GB pamięci roboczej i system operacyjny *Raspbian OS* oparty na dystrybucji Debian 12 (*Bookworm*) Linuksa. Zamiast (dotykowego) ekranu o rozdzielczości 1024 x 600 pkt. można zastosować monitor albo telewizor z wejściem HDMI. Konieczne jest wówczas

podłączenie klawiatury USB z polem dotykowym albo zamiast niego myszy USB. Docelowo przewidziana jest obsługa wyłącznie za pomocą ekranu dotykowego. Schemat blokowy odbiornika przedstawiono na ilustracji 7.2.

System operacyjny, oprogramowanie odbiorcze i graficzna powierzchnia obsługi są zainstalowane na nośniku USB zamiast w module mikro-SD (co było konieczne we wcześniejszych modelach). Zalecane jest korzystanie ze złącza USB 3.0. Mikrokomputer posiada dwa złącza USB 2.0 i dwa USB 3.0. W przypadku zajęcia wszystkich złączy USB do innych celów można całość oprogramowania zainstalować na module mikro-SD lub na dysku SSD.



Rys. 7.2. Okno główne programu odbiorczego

Na oprogramowanie mikrokomputera składają się oprócz systemu operacyjnego graficzna powierzchnia obsługi (zaprogramowana w *Pythonie3*; plik *datv-ve-rx.py*), sterownik RTL_SDR, dekodery DVB-S/DVB-S2 i program cyfrowej obróbki sygnałów *mplayer* lub *ffplay*. Przetwarza on strumień odbieranych danych na strumień MPG-2, MPG-4 albo AAC oraz odtwarza obraz i dźwięk. Standardowo zaprogramowanych jest dziewięć kanałów odbiorczych. Po naciśnięciu jednego z przycisków na ekranie następuje przekazanie ustawionych parametrów (częstotliwości pracy, częstotliwości próbkowania, wzmocnienia itd.) do odbiornika i włączenie odbioru. Dekoder *leandvb* otrzymuje jako parametry przepływność, współczynnik korekcji FEC, normę transmisji (DVB-S, DVB-S2) i kilka innych.

Po wywołaniu dekodera otwieranych jest standardowo pięć okien: dwa dla widma sygnału, dwa dla konstelacji odbiorczej i jedno zawierające odbierane dane. Na ekranach o mniejszych rozmiarach część z nich jest ukryta, ale najważniejsze są zawsze widoczne.

Po odebraniu sygnału telewizyjnego wywołany jest odtwarzacz *ffplay* (lub *mplayer*) wyświetlający obraz w oddzielnym oknie. Sygnał dźwięku jest doprowadzony do gniazda HDMI i może być odtwarzany przez monitor. Możliwe jest też dodanie podsystemu dźwiękowego USB i podłączenie głośników do jego wyjścia.

Poniżej przycisków kanałów w głównym oknie znajduje się przycisk ustawień odbiornika (*RX Settings*) otwierający okno pozwalające na modyfikację ustawień dla każdego z kanałów. Przycisk *Start* u dołu okna uruchamia odbiornik ze zaktualizowanymi ustawieniami.

Oprogramowanie odbiornika składa się z kilku współpracujących ze sobą pakietów. Wymagają one prawidłowego zainstalowania, część z nich także uprzedniej kompilacji pod *Raspbianem*. Dla ułatwienia użytkownikom uruchomienia odbiornika autor oferuje gotowe odwzorowanie pamięci [7.4].

Oprogramowanie odbiornika można także zainstalować na dowolnym komputerze, pod warunkiem, że jest wyposażony w system operacyjny Debian 12. Wersja dla systemu Windows nie jest obecnie planowana.

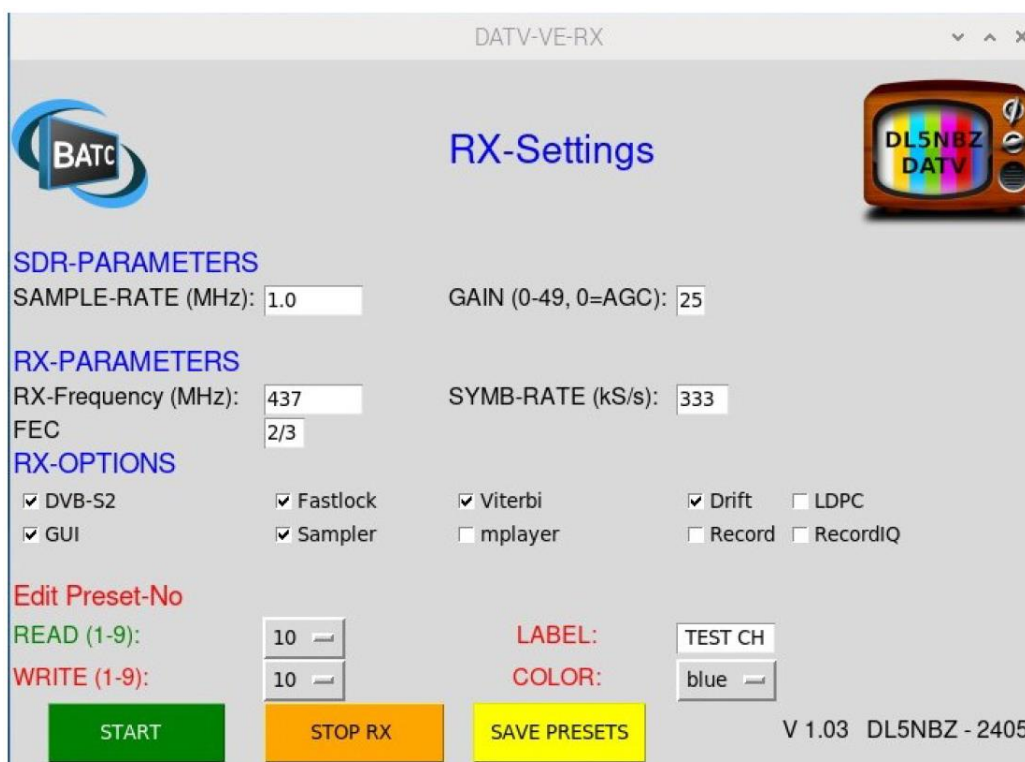
Krótki opis pakietu programów

1. `datv-ve-rx.py` – graficzna powierzchnia obsługi

Jest ona automatycznie uruchamiana po włączeniu mikrokomputera, a na ekranie otwiera się główne okno programu. (rys. 7.2). Okno zawiera wspomniane już przyciski kanałowe, wywołanie okna ustawień (*RX Settings*), zatrzymanie odbioru (*Stop RX*) i wyjście z programu (*EXIT*).

W oknie ustawień wprowadzane są parametry dla odbiornika i dekodera DVB-S(2) dla poszczególnych kanałów odbiorczych. W chwili wyłączenia programu parametry są zapisywane w pliku *presets.csv*. Plik ten można też modyfikować za pomocą edytora tekstowego (*Notatnika* itp.) ale wymaga to dobrego zrozumienia jego struktury i zawartości. Znacznie bezpieczniejsza jest jego modyfikacja przy użyciu programu *settings.py*.

2. `settings.py`



Rys. 7.3. Okno parametrów odbioru i dekodowania

Program otwiera okno ustawień odbioru i dekodowania pokazane na ilustracji 7.3. Okno dzieli się na cztery części. Górna (*SDR Parameter*) zawiera pola dla częstotliwości próbkowania, ustawienia wzmocnienia odbiornika. Do wyboru są trzy częstotliwości próbkowania: 2,4, 1,8 i 1,0 MHz. W dolnych pasmach 29, 51 i 71 MHz należy się spodziewać niższych częstotliwości próbkowania ze względu na ograniczone szerokości tych pasm. Ta sama częstotliwość próbkowania jest używana w programie dekodera *leandvb*. Wzmocnienie (*Gain*) jest standardowo nastawione na zero, co oznacza włączenie automatycznej regulacji wzmocnienia – ARW. W przypadku zbyt wysokiego poziomu szumów można dobrać wzmocnienie regulując je delikatnie w zakresie 1 – 49. Pomocą w regulacji wzmocnienia są okna widma sygnału.

W drugiej części (*RX Parameter*) nastawiana jest częstotliwość odbioru w MHz (z kropką zamiast przecinka dziesiętnego) i przepływność w liczbie próbek/sek. Typowymi wartościami są 125, 250, 333, 500 i 1000 kilopróbek/s (kS/s).

Współczynnik korekcji wyprzedzającej FEC jest podawany w postaci ułamka, którego licznik oznacza liczbę pakietów danych użytkowych, a mianownik – całkowitą liczbę pakietów w bloku (a więc łącznie z danymi korekcyjnymi). FEC 4/5 oznacza więc transmisję jednego pakietu korekcyjnego po każdym czterech pakietach danych. Obecnie zaimplementowany mechanizm korekcyjny nie spełnia jednak wymagań norm DVB-S i DVB-S2 i konieczne będą uzupełnienia. Aktualnie możliwy jest wybór współczynników FEC 1/2, 2/3 i 3/4.

Trzecia część okna (*RX Options*) zawiera parametry odbiorcze dla programu. Możliwy jest m.in. wybór normy DVB-S2 zamiast standardowego ustawienia DVB-S, wybór algorytmu synchronizacji (FAST-LOCK) dla DVB-S2, demodulatora Viterbiego (wymagającego niestety znacznej mocy przeliczeniowej), włączenie automatycznego dostrajania (ARCz) i włączenie (planowanego) dodatkowego filtra LDPC. Zaznaczenie pola GUI powoduje wyświetlenie okien widma sygnału. Są one pomocne w doborze kierunku anteny i wzmocnienia, ale w pozostałych sytuacjach można z nich zrezygnować. Pole *mplayer* powoduje korzystanie z odtwarzacza *mplayer* zamiast standardowego *ffplay*. Przewidziane są też możliwości rejestracji strumienia transportowego lub strumienia IQ w katalogu dostępnym z pulpitu systemu. Rejestracja strumieni IQ tworzy pliki o znacznych rozmiarach i należy korzystać z niej ostrożnie.

Po naciśnięciu przycisku START dane konfiguracyjne zostają zapisane na dziesiątej pozycji w pliku *presets.csv* po czy włączany jest odbiór. Naciśnięcie przycisku STOP RX powoduje wyłączenie odbiornika, zapis danych w pliku i zakończenie pracy programu *settings.py*.

Okno ustawień pozwala także na modyfikację ustawień dla dziewięciu standardowo skonfigurowanych kanałów. Pozycja dziesiąta jest przewidziana do prób. Użytkownicy mogą także zmieniać podpisy i kolory przycisków kanałowych.

3. Plik *presets.csv*

Jest on zapisany w formacie CSV, zawiera dane konfiguracyjne i składa się z jedenastu linii po trzy kolumny. Pierwsza z kolumn zawiera podpisy przycisków, druga informacje o ich kolorach a trzecia polecenia dla systemu operacyjnego włączające odbiornik, dekodery i odtwarzacz. Zawiera ona też niezbędne parametry. Ich zmiana w edytorze wymaga dobrej znajomości działania programów, ich parametrów i składni poleceń. Znacznie pewniejszą metodą jest modyfikacja za pomocą programu konfiguracyjnego *settings.py*. W przypadku nieumyślnego uszkodzenia danych konfiguracyjnych najlepszym rozwiązaniem jest skasowanie pliku. Po następnym starcie programu zostanie on założony od nowa z danymi domyślnymi.

Serwer VNC

Oprogramowanie odbiorcze zawiera wbudowany serwer VNC, dzięki czemu możliwy jest dostęp do odbiornika przez sieć domową z dowolnego innego komputera wyposażonego w program klienta VNC. Konieczne jest tylko znalezienie adresu IP mikrokomputera odbiorczego w lokalnej sieci. Standardowo użytkownik występuje pod nazwą *pi*, a hasłem dostępu jest *raspberry*.

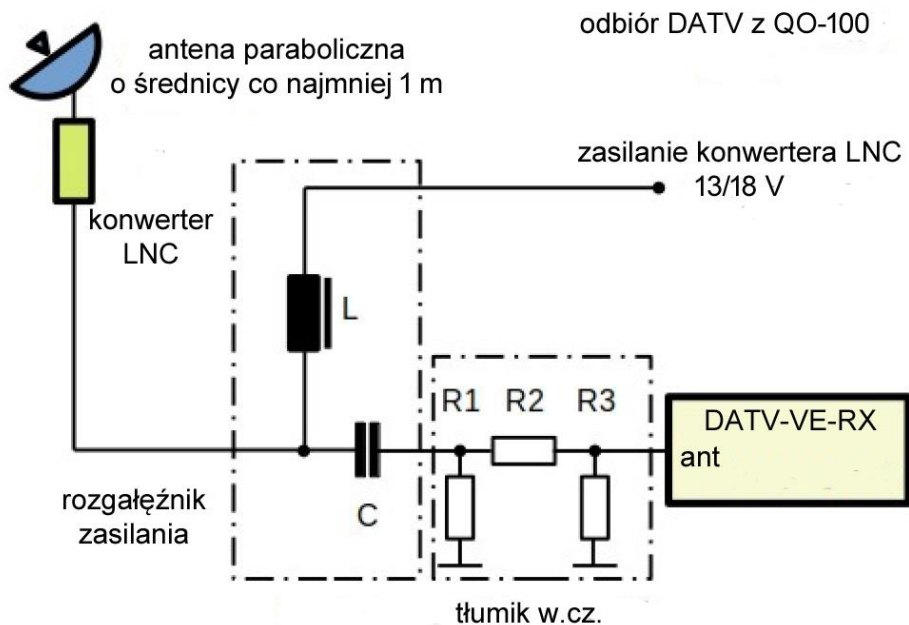
Instalacja programu

Kompletny obraz pamięci ma objętość 11,4 GB i powinien po pobraniu zostać zapisany w module mikro-SD lub na nośniku USB zapisany za pomocą programu *Image-Writer*, *Etcher*, lub dowolnego odpowiednika. Pojemność nośników powinna wynosić 32 GB. Po zapisaniu danych na nośniku należy go połączyć z mikrokomputerem. Za pierwszym razem startuje tylko system operacyjny przygotowujący do działania oprogramowanie odbiornika, a następnie automatycznie jest uruchamiany system odbiorczy. Połączenie *Maliny* z siecią domową przez LAN lub WLAN pozwala na automatyczne aktualizowanie *Raspbiana* przez Internet.

Odbiór DATV przez satelitę QO-100

Schemat blokowy instalacji do odbioru satelitarnej DATV przedstawia ilustracja 7.4. Ze względu na duże wzmocnienie LNC konieczne jest użycie tłumika zapobiegającego przesterowaniu odbiornika.

Jego tłumienie zależy od wzmocnienia LNC. Praktycznym rozwiązaniem może być użycie tłumika koncentrycznego SMA firmy *Minicircuits*. Tłumiki te pracują w zakresie do 2 GHz i zapewniają szeroką gamę tłumienności. Na wejście tłumika doprowadzono przez rozgałęźnik typu T napięcie zasilające konwerter.



Rys. 7.4. Odbiór DATV z QO-100 – schemat blokowy

Odbiór sygnałów DATV wymaga użycia anteny parabolicznej o średnicy minimalnej 1 m. Dla odbioru radiolatarni telewizyjnej QO-100 nadającej w normie DVB-S2 z przepływnością 1500 kpróbk/s konieczne jest nastawienie częstotliwości próbkowania 2,0 lub 2,4 MHz. Dzięki temu, że odbiornik DATV-VE-RX pokrywa także podzakres 730 – 750 MHz możliwe jest użycie standardowego nieprzestrojonego konwertera LNC od telewizji satelitarnej. Dokładną częstotliwość odbioru dla DATV-VE-RX należy obliczyć odejmując od częstotliwości odbieranej satelitarnej stacji częstotliwość heterodyny LNC. W określeniu częstotliwości pracy stacji odbieranej za pośrednictwem satelity może być pomocny odbiornik internetowy BATC-WebRX [7.5].

[7.1] „DATV-VE-RX. DATV-Empfänger für jedermann”, Rainer Flösser, DL5NBZ, CQDL 11/2024, str. 9

[7.2] „Empfang der DATV-Signale von QO-100“, Rainer Flösser, DL5NBZ, CQDL 11/2024, str. 14

[7.3] RTL-SDR.COM

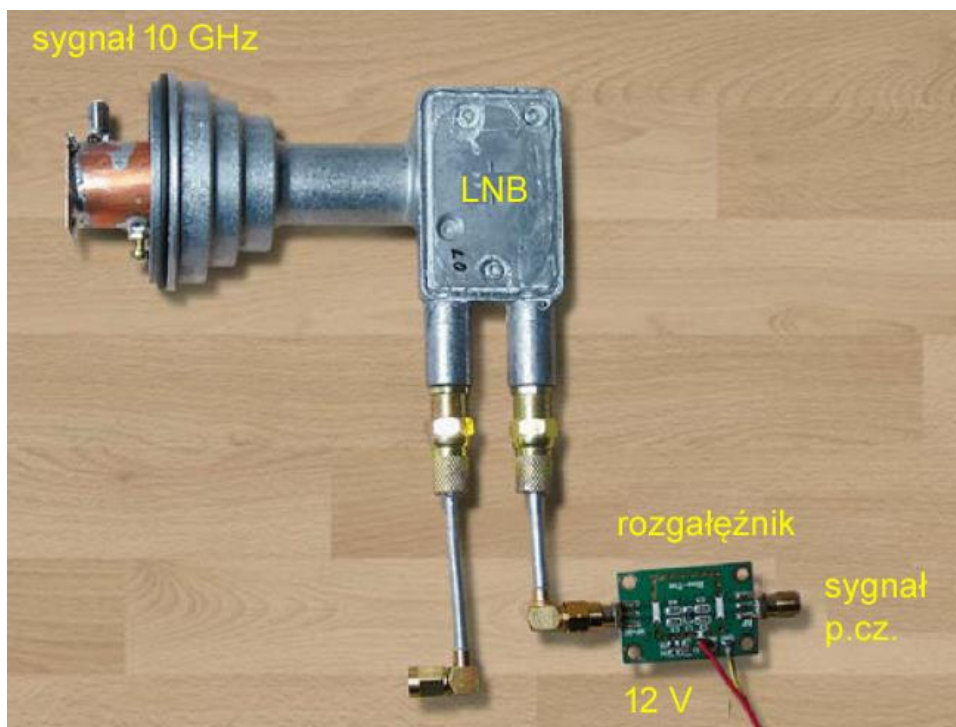
[7.4] <https://www.darc.de/der-club/referate/agaf/atv-weblinks/> – plik .img

[7.5] <https://eshail.batc.org.uk/wb> – odbiornik internetowy BATC

8. Konwerter dla pasma 10 GHz do odbiorników programowalnych

Opisany w poz. [8.1] konwerter pozwala na wyjście w prosty i tani sposób na pasmo 10 GHz za pomocą dowolnego odbiornika programowalnego (SDR) pokrywającego zakres do 750 MHz lub szerszy. Pasma 10 GHz ma wprawdzie w wielu krajach szerokość 500 MHz, ale szczególnie interesującym jest podzakres DX-owy 10,368 – 10,370 GHz. Przeważnie stosowana jest emisja SSB albo CW, ale część stacji pracuje emisją FM. Są to albo stacje posiadające wyłącznie radiostacje FM na UKF albo korzystające z różnego rodzaju prostych nadajników i transwerterów na pasmo 3 cm. Rozwiązania takie są popularne m.in. w Austrii. W pobliżu górnej granicy zakresu znajduje się też podzakres satelity QO-100 dla emisji wąskopasmowych (dla fonii, telegrafii SSTV) 10,4895 – 10,4900 GHz. Pracy w pasmach mikrofalowych jest poświęcony tom 25, a antenom mikrofalowym tom 53 „Biblioteki...”.

Schemat blokowy przedstawia rys. 8.2 a na fot. 8.1 widoczne jest połączenie elementów konwertera. Głównym elementem jest standardowy konwerter LNB od telewizji satelitarnej pokrywający zakres 10,7 – 12,75 GHz. Czułość takich konwerterów wystarcza do odbioru stacji amatorskich w paśmie 3 cm. Odbierany sygnał b.w.cz. jest doprowadzony przez gniazdko SMA do filtru wykonanego z miedzianej rurki przymocowanej do stożkowatego wejścia LNB. Sygnał pośredniej częstotliwości (p.cz.) otrzymany w wyniku zmieszania z sygnałem heterodyny jest doprowadzony do gniazdka wyjściowego LNB. Zasilanie LNB (12 V) jest doprowadzone do gniazdka wyjściowego za pośrednictwem rozgałęźnika.



Fot. 8.1. Konweter składa się ze standardowej głowicy LNB, rozgałęźnika zasilającego i filtru wejściowego wykonanego z typowej rurki miedzianej

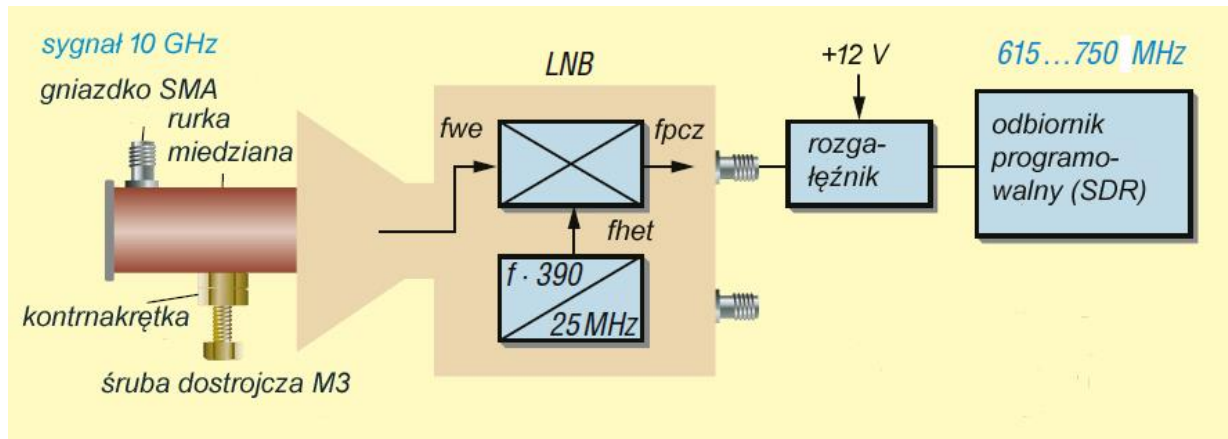
Filtr wejściowy jest wykonany z 48-milimetrowego odcinka rurki miedzianej o średnicy zewnętrznej 22 mm o wewnętrznej 20 mm. Są to typowe rurki miedziane stosowane w instalacjach wodnych i dostępne w sklepach z artykułami budowlanymi. Do jej zewnętrznego końca przylutowana jest płytka miedziana 25 x 25 mm. Wymiary filtru przedstawia rys. 8.3.

Przed ucięciem 48-milimetrowego odcinka rurki należy w odległości 7,5 mm od końca wywiercić otwór o średnicy 4,2 mm do umocowania gniazdka SMA. Po przeciwległej stronie w odległości 15 mm od końca znajduje się otwór dla śruby dostrojczej M3. Do ścianki rurki jest przylutowana mosiężna nakrętka M3. Druga nakrętka (kontrnakrętka) blokuje śrubę w pozycji dobranej w trakcie strojenia.

Dla ułatwienia najlepiej do nakrętki wkręcić stalową śrubę 3 mm i włożyć ją do otworu i przykręcić wewnątrz stalową nakrętkę M3. Po umocowaniu w ten sposób śruby można przylutować mosiężną nakrętkę. Lut nie zwilża stali, dzięki czemu śruba i nakrętka wewnętrzna pozostają nieprzylutowane.

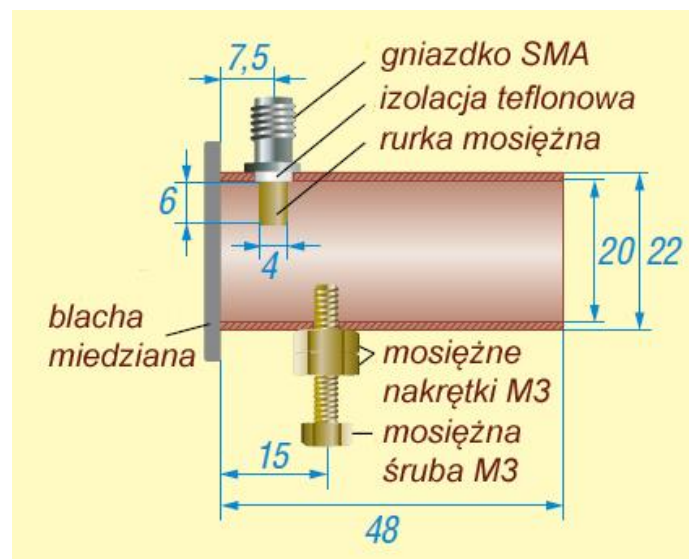
Następnie do otworu 4,2 mm wkładane jest gniazdko SMA z izolowanym kontaktem środkowym. Izolację kontaktu należy skrócić skalpelem tak, żeby jej powierzchnia zrównała się z powierzchnią wewnętrzną rurki. Dla ułatwienia można też na ten czas włożyć gniazdko odwrotne.

Aby zapewnić dobry kontakt rurki z lejkiem wejściowym należy ją owinać bardzo cienką folią metalową przed włożeniem do otworu. Owinięta folią rurka powinna ciężko wchodzić do otworu. Miejsce połączenia należy dodatkowo uszczelnić za pomocą zmiętej folii aluminiowej. Rurkę należy ustawić tak, żeby kontakt gniazdka i promiennik LNB znajdowały się w tej samej płaszczyźnie. Ostatnim krokiem jest przylutowanie miedzianej płytki zaślepiającej.



Rys. 8.2. Schemat blokowy konwertera na pasmo 10 GHz z odbiornikiem programowalnym

Napięcie zasilania 12 V jest doprowadzone za pomocą rozgałęźnika zasilającego (rozgałęźnika T). Pobór prądu wynosi około 120 mA. Rozgałęźnik musi być włączony do obwodu tak, aby napięcie było doprowadzone wyłącznie do LNB. Nieprawidłowe włączenie powoduje podanie go na wejście odbiornika i jego zniszczenie.



Rys. 8.3. Wymiary filtra

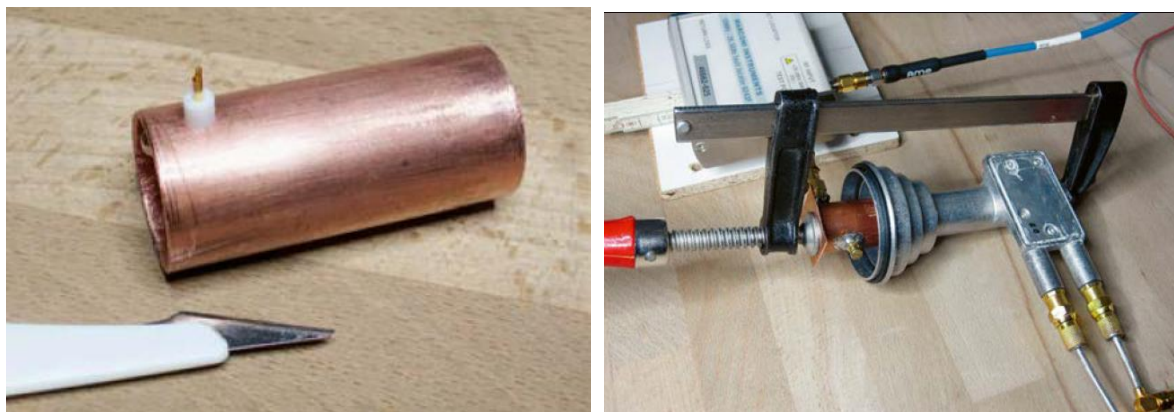
Konwerter LNB posiada generator kwarcowy 25 MHz, którego częstotliwość jest powielana 390-krotnie. Wyjściowa częstotliwość heterodyny wynosi więc 9750 MHz. Po przemianie częstotliwość DX-owa 10368,2 MHz wypada na częstotliwości pośredniej 618,2 MHz, częstotliwość satelitarna 10489,75 MHz – na częstotliwości pośredniej 739,75 MHz. Odchyłki częstotliwości kwarcu heterodyny od wartości nominalnej powodują, że rzeczywiste częstotliwości odbioru mogą odbiegać od podanych o kilkaset kHz, niestabilność może dochodzić do kilkudziesięciu kHz. Poprawa sytuacji wymaga wylutowania kwarcu i doprowadzenie w to miejsce sygnału o większej stabilności i poziomie 5 – 10 dBm. Przeróbka jest opisana w poz. [8.2].

Filtr można najłatwiej dostroić korzystając z analizatora obwodów lub generatora sygnałowego 10 MHz. Sygnał z generatora powinien mieć częstotliwość 10489,75 MHz i poziom -30 dBm. Częstotliwość po przemianie na wejściu analizatora obwodów wynosi 739,75 MHz. Wkręcając lub wykręcając śrubę należy uzyskać maksimum sygnału p.cz. W razie gdy nie udaje się uzyskać wyraźnego maksimum można spróbować lekko przesunąć gniazdko w kierunku płytki zaślepiającej lub w przeciwnym. Różnice położenia nie przekraczają ułamka milimetra. Podobnie można też skrócić o ułamek milimetra środkowy kontakt gniazdka. Próby te wymagają trochę cierpliwości. Konstruktorzy nie dysponujący generatorem 10 GHz ani analizatorem obwodów mogą skorzystać z harmonicznej sygnału generowanego przez stabilizowany GPS-em generator GPSDO produkcji firmy Leo Bodnara (LBE). Częstotliwość wyjściowa generatora powinna wynosić 655,609375 MHz, dzięki czemu jej 16-ta harmoniczna jest równa 10489,75 MHz. Konstrukcja filtra jest przedstawiona w poz. [8.3]. Przy ustawieniu prądu wyjściowego generatora Bodnara (ang. *output drive strength*) na 16 mA składowa o częstotliwości podstawowej ma poziom 8 dBm a odfiltrowany sygnał 10 GHz – poziom -86 dBm. Po zakończeniu strojenia konstruktor wyjął filtr z otworu LNB i dokładniej przylutował płytkę zaślepiającą (dotąd przylutowaną tylko prowizorycznie). Należy zwrócić przy tym uwagę aby lut nie dostał się do wnętrza rurki i nie zmienił dostrojenia rezonatora. Po ponownym włożeniu rurki konstruktor przykleił aluminiową na pomocą kleju dwuskładnikowego. Klej nie powinien dostać się do wnętrza stożka.



Fot. 8.4. Elementy filtra: miedziana płytka 25 x 25 mm i rurka z wywierconym otworem dla gniazdka SMA

Fot. 8.5. Gniazdko wejściowe SMA



Fot. 8.6. Sposób skracania izolacji

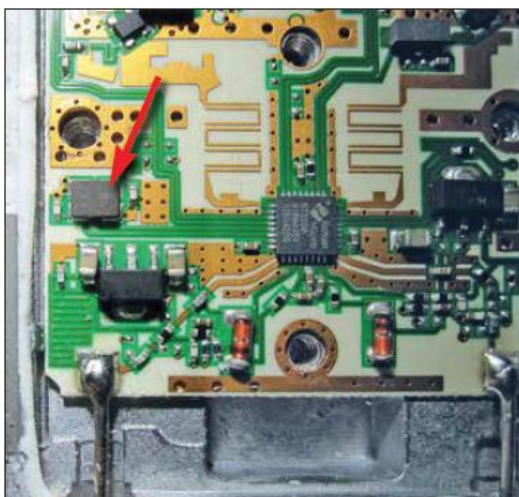
Fot. 8.7. Sposób prowizorycznego przytrzymania filtra w LNB na czas strojenia



Rys. 8.8. Zgnieciona folia aluminiowa do elektrycznego uszczelnienia styku rurki z otworem w LNB

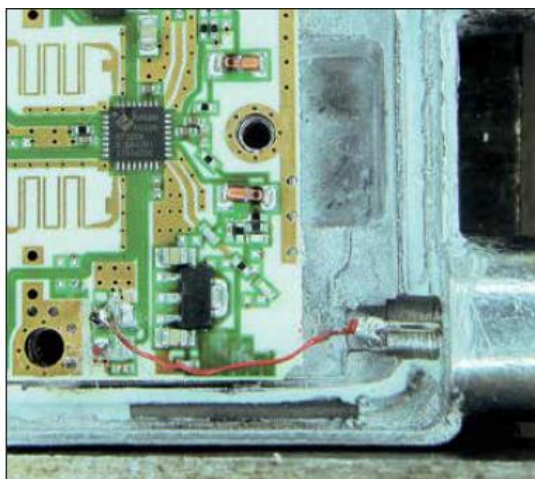
Przeróbka LNB zwiększająca jego stabilność i dokładność częstotliwości polega na wylutowaniu kwarcu 25 MHz i doprowadzeniu przez drugie gniazdko wyjściowe stabilnego sygnału odnienienia. Przeróbkę na przykładzie głowicy *Megasat Twin LNB Diavolo* przedstawiamy poniżej. Wszystkie przedstawione dalej prace, od otwarcia obudowy począwszy należy wykonywać bardzo ostrożnie i delikatnie aby nie uszkodzić obudowy i układu.

W opisanym w pozycji [8.2] układzie zamiast kwarcu na płytce drukowanej znajdował się miniaturowy generator SMD. Jest on wskazany czerwoną strzałką na ilustracji 8.9. Do wylutowania oscylatora autor [8.2] użył dwóch lutownic firmy Weller z końcówkami lutowniczymi 0,4 mm.



Fot. 8.9. Wnętrze przykładowego LNB Fot. 8.10. Kontakty na płytce po wylutowaniu oscylatora

Połączenie drugiego gniazdka wyjściowego F z płytką drukowaną należy przerwać i po wylutowaniu oscylatora połączyć kontakt środkowy gniazdka z punktem wejścia sygnału 25 MHz do układu powielacza za pomocą przewodu Cuem 0,3 mm. Punkt ten jest pokazany na ilustracji 8.10 za pomocą strzałki a gotowe połączenie jest widoczne na ilustracji 8.11.



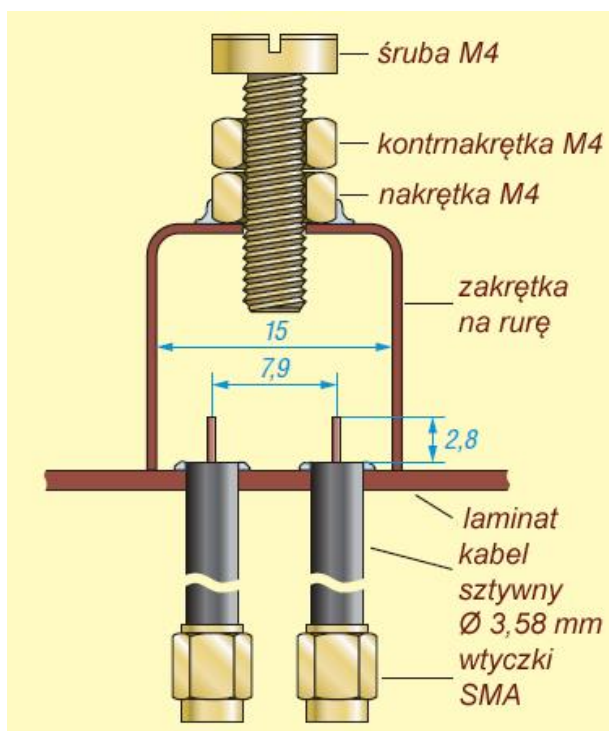
Fot. 8.11. Połączenie gniazdka z punktem lutowniczym oscylatora

Dla odbioru wąskopasmowego transpondera QO-100 i częstotliwości pośredniej 432,800 MHz częstotliwość doprowadzonego sygnału wynosi 25,787 MHz zamiast 25 MHz jak dla powyższego zastosowania w odbiorniku szerokozakresowym.

W poz. [8.3] opisany jest sposób wykonania rezonatora wnękowego na pasmo 10 GHz z miedzianej zakrętki zaślepiającej na rury instalacyjne. Zakrętka ma średnicę wewnętrzną 15 mm. Rezonator służy jako filtr 16-tej harmonicznej sygnału z GPSDO. Nakrętka jest przylutowana do płytki z dwustronnego laminatu o wymiarach 20 x 50 mm. W płytce są wywiercone dwa otwory w odległości 7,9 mm dla

doprowadzenia sztywnych kabli koncentrycznych typu RG402/UT-141 o średnicach 3,58 mm i długościach ≥ 50 mm. Wywiercone w płycie otwory o średnicy 3,5 mm są następnie powiększane za pomocą okrągłego pilnika tak, żeby akurat można było wcisnąć do nich kable. Kable wystają po stronie rezonatora na długość 0,5 mm żeby można je było przylutować do płytki. Przed wlutowaniem ich końce zostały odizolowane na długości 2,8 mm. Wystające 2,8 milimetrowe końce przewodu środkowego stanowią antenki sprzęgające kable z rezonatorem. Na drugich końcach kabli zamontowane są wtyki SMA. W górnej części nakrętki wywiercony jest otwór 4 mm dla śruby dostrajającej. Na zewnątrz obudowy przylutowana jest mosiężna nakrętka M4. Przed przylutowaniem rezonatora do laminatu należy pocynować jego krawędź. Korzystnie jest też narysować igłą lub innym ostrym narzędziem okrągłą zaznaczając właściwe położenie na płycie.

Do dostrojenia filtra konstruktor skorzystał z generatora na pasmo 2,5 GHz i powielacza częstotliwości. Po ustawieniu częstotliwości tak, aby czwarta harmoniczna odpowiadała pożądanej w paśmie 3 cm należy za pomocą śruby dostroić rezonator na maksymalny poziom sygnału. Można także filtr dostrajać na maksimum odbioru transpondera QO-100, albo w przypadku dostrojenia do pasma DX-owego skorzystać z sygnału zaprzyjaźnionej stacji, o ile znajduje się ona dostatecznie blisko.



Rys. 8.12. Konstrukcja filtra wewnętrznego



Fot. 8.13. Płytkę z laminatu przed przylutowaniem rezonatora

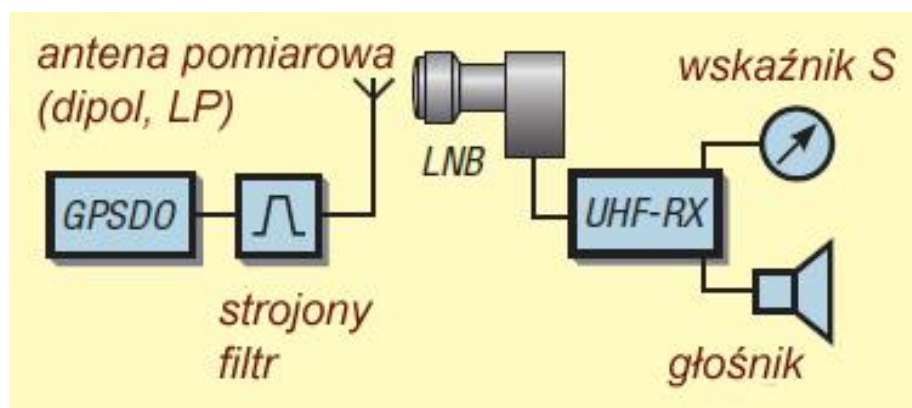


Rys. 8.14. Gotowy rezonator



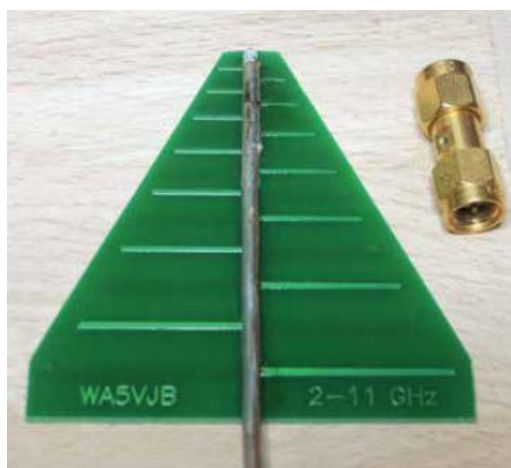
Fot. 8.15. Konfiguracja służąca do strojenia filtra z wykorzystaniem LNB od QO-100; 1 – GPSDO, 2 – filtr, 3 – antena pomiarowa (patrz fot. 8.17)

Układ strojeniowy wykorzystujący generator stabilizowany GPS-em i LNB do odbioru QO-100 (może być ewentualnie pożyczony; można też strojenie przeprowadzić u kolegi korzystającego z satelity) przedstawiono na ilustracji 8.16. W tym przypadku częstotliwość wyjściowa generatora musi wynosić 655,596875 MHz. Należy też ustawić najwyższy możliwy poziom sygnału nastawiając prąd wyjściowy (*output drive strength*) na 32 mA. Na wyjściu generatora podłączony jest strojony filtr. Do pomiaru siły sygnału służy układ odbiorczy dla QO-100. Jako antena nadawcza wystarcza prosty dipol półfalowy. Konstruktorzy zajmujący się częściej pomiarami w zakresie mikrofal mogą zaopatrzyć się w antenę logarytmiczno-periodyczną przedstawioną na ilustracji 8.17.



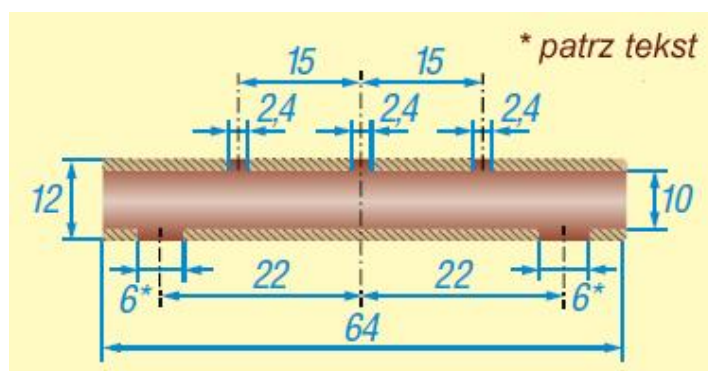
Rys. 8.16. Schemat blokowy układu strojeniowego z fot. 8.15

Strojenie polega na ostrożnym wkręcaniu lub wykręcaniu śruby aż do uzyskania maksymalnego poziomu odbieranego sygnału. Na zakończenie należy zabezpieczyć śrubę przed przypadkowym przestrojeniem przez dokręcenie kontrnakrętki. Zestrojony filtr można wykorzystać przy strojeniu i uruchamianiu innych urządzeń na pasmo 10 GHz.



Fot. 8.17. Do pomiarów albo odbioru w szerszym zakresie częstotliwości przydaje się antena logarytmiczno-periodyczna (LP)

W poz. [8.4] przedstawiona jest konstrukcja pasmowego filtra na pasmo 10 GHz wykonanego z rurki miedzianej. Jest on rozbudowaną wersją filtra wejściowego konwertera. Wymiary filtra przedstawiono na rys. 8.18, a jego wygląd na fot. 8.19.



Rys. 8.18. Konstrukcja filtra

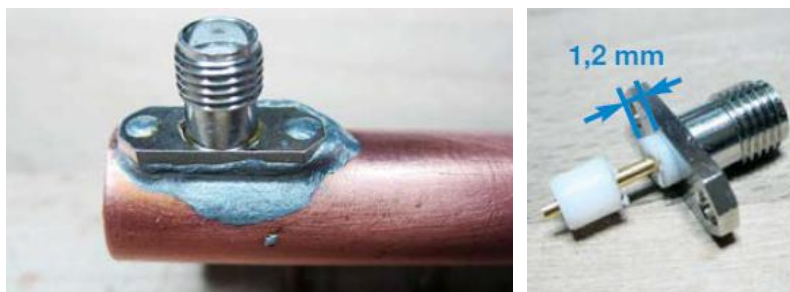


Fot. 8.19. Wygląd filtra

Filtr posiada trzy mosiężne śruby dostrojcze M3 i dwa gniazdka koncentryczne służące jako wejście i wyjście. Elementy dostrojcze znajdują się po przeciwnej stronie niż gniazdka. Filtr jest wykonany z rurki miedzianej o długości 64 mm i średnicy wewnętrznej 10 mm, a zewnętrznej 12 mm. Na końcach

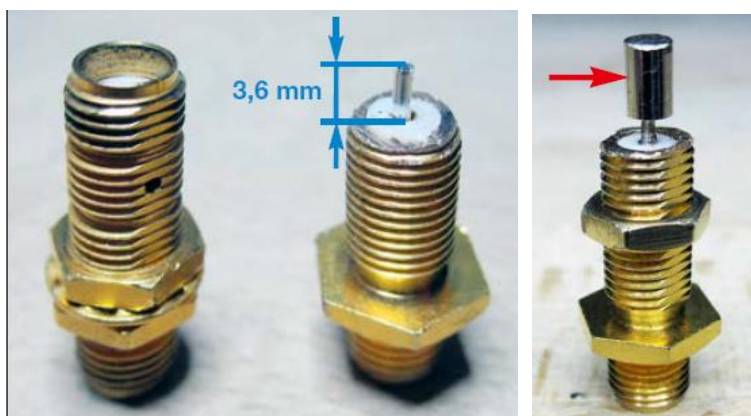
rukki przylutowane są miedziane blaszki. U góry na rys. 8.18 widoczne są trzy otwory o średnicy 2,4 mm, w których po nagwintowaniu obracane są śruby dostrojcze M3. Po przeciwnej stronie znajdują się dwa otwory dla gniazdek SMA. Konstruktor zaleca wywiercenie najpierw otworów o średnicach 1,5 mm i następnie rozwiernienie ich do potrzebnych średnic. Miedź okazała się za miękka aby zapewnić dobry i stabilny kontakt śrub ze ścianką rurki przez dłuższy czas, dlatego też na zewnętrznej ściance rurki zostały przy-lutowane nakrętki jak w pierwszym rozwiązaniu. Do zablokowania śrub w dobranej pozycji zastosowano kontrnakrętki.

W konstrukcji można zastosować gniazdka SMA z kołnierzem mocującym identyczne jak w konstrukcji filtra wejściowego do LNB albo zmodyfikowane gniazdka-prześciówki jak pokazano dalej. Sposób montażu jest podobny jak w pierwszym przypadku. Sześciomilimetrowe otwory dla gniazdek należy w tej wersji zmodyfikować aby po wprowadzeniu do rurki środkowego kontaktu gniazdka impedancje w dalszym ciągu wynosiła 50 Ω . Gniazdka z izolowanym teflonem kontaktem środkowym wymagają otworu o średnicy 4,1 mm. Izolację teflonową z kontaktu należy usunąć w odległości 1,2 mm od kołnierza. Długość kontaktu mierzona od kołnierza (a więc części izolowanej i nie izolowanej) powinna wynosić 4 mm. Dla kontaktów nieizolowanych teflonem średnica otworu powinna wynosić 2,75 mm. Kołnierz gniazdka należy przylutować do zewnętrznej powierzchni rurki.



Fot. 8.20. Montaż gniazdka na powierzchni rurki Fot. 8.21. Usunięcie izolacji z kontaktu środkowego

Konstruktor zdecydował się na zastosowanie zmodyfikowanych przejściówek ponieważ okazały się praktyczniejsze jego dalszych eksperymentach. Otwory dla przepuszczenia kontaktów środkowych mają w tym wariantcie średnice 6 mm. Otwory należy nagwintować. W celu przylutowania nakrętek dla gniazd należy je nakręcić na gniazdka, wkręcić gniazdka do otworów i następnie przylutować nakrętki do rurki, tak aby cyna nie dostała się do gwintu.



Fot. 8.22. Sposób modyfikacji przejściówki SMA. Do środkowego otworu włożony i przylutowany jest kawałek posrebrzanego miedzianego drutu wystający na długości 3,6 mm.

Fot. 8.23. Alternatywny sposób wykonania antenki sprzęgającej. Na odcinek przewodu miedzianego nałożony jest kawałek nawierconego na środku przewodu z alpacki o długości 3,5 mm. Zwiększenie średnicy kontaktu poprawiło dopasowanie

Sposoby zestrojenia filtra opisano powyżej. Przy śrubach wkręconych na głębokość 5,5 mm uzyskuje się w przybliżeniu rezonans w paśmie 10 GHz, co stanowi dobry punkt wyjścia do dokładnego dostrojenia. Tłumienie wnoszone przez filt wynosi około 1,7 dB, WFS 1,3, a szerokość pasma przenoszenia na poziomie -3 dB około 85 MHz.

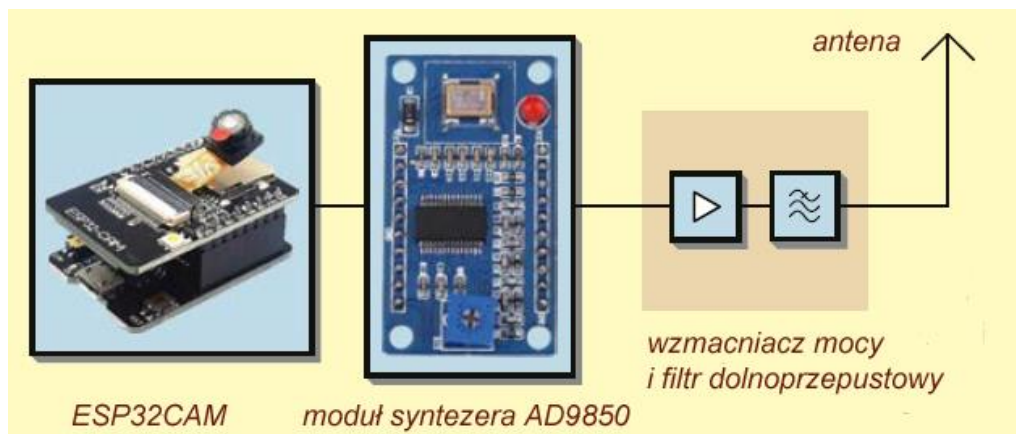
Wszystkie elementy muszą być dokładnie przylutowane do powierzchni rurki.

- [8.1] „Einfach aufzubauender 10-GHz-Konverter für SDR & Co“. Gerfried Palme, DH8AG, *Funkamateureur* 4/2024, str 302
- [8.2] „Modifikation eines Twin LNB für den QO100 Empfang“, Gerfried Palme, DH8AG, *Funkamateureur* 7/2019, str. 641
- [8.3] „10-GHz Prüfsignal zum Testen eines LNB für den QO-100 Empfang“, Gerfried Palme, DH8AG, *Funkamateureur* 8/2021 str. 639
- [8.4] „10-GHz-Bandpassfilter mit einfachen Mitteln selbst gebaut“, Gerfried Palme, DH8AG, *Funkamateureur* 8/2024, str. 709

9. Miniaturowy nadajnik SSTV

Miniaturowy nadajnik SSTV konstrukcji F4GOH [9.1] i [9.2] składa się z modułu mikroprocesora ESP32-CAM z kamerą OV2640, cyfrowego syntezerza częstotliwości AD9850 i prostego tranzystorowego wzmacniacza mocy na tranzystorze RD16HHF1 lub na dwóch połączonych równolegle tranzystorach BS170. Schemat blokowy nadajnika przedstawia rys. 9.1. Konstrukcja może być używana m.in. do transmisji obrazów z pokładów balonów wysyłanych przez krótkofalowców.

Moduł ESP32CAM zawiera mikrokomputer ESP32 przetwarzający obraz z kamery na polecenia sterujące syntezerem, który dostarcza zmodulowanego częstotliwościowo sygnału SSTV zgodnie ze stosowaną normą. Syntezer może generować prostokątne lub sinusoidalne sygnały w.c.z. w zakresie do 40 MHz, a więc pokrywa cały zakres fal krótkich. W opisanej konstrukcji syntezer pracuje w zakresie 14,225 – 14,235 MHz, a obrazy są nadawane w normie *Scottie* (QVGA). Maksymalna moc wyjściowa nadajnika wynosi 0,5 W. Program nadawczy pozwala jednak również na kodowanie obrazów w standardzie YUV i dzięki temu na korzystanie z norm Robot36 lub PD120. Do obrazów mogą być dodawane teksty: znaki wywoławcze lub inne przydatne informacje. Transmitowane obrazy można zapisywać w module pamięciowym mikro-SD. Transmisja obrazów i normy SSTV zostały omówione w tomach 5 i 6 „Biblioteki”.



Rys. 9.1. Schemat blokowy nadajnika SSTV

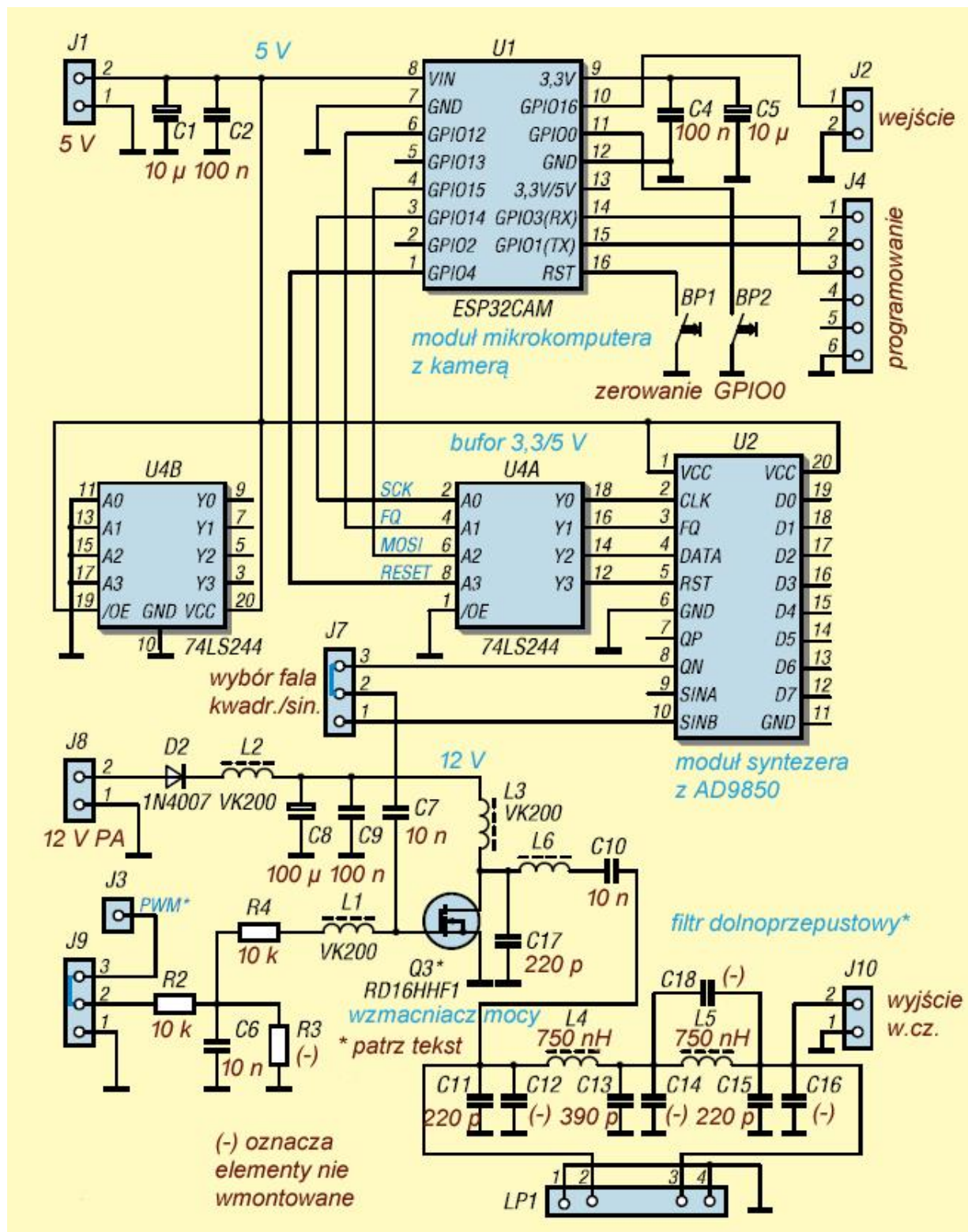
Mniejsza szybkość transmisji na złączu I2C aniżeli na magistrali SPI uniemożliwiła zastosowanie popularnego syntezerza Si5351.

Do zaprogramowania mikrokomputera służy złącze USB (J4). Przejście w tryb programowania jest wymuszane przez równoczesne naciśnięcie obu klawiszy GPIO0 i zerowania (ang. *reset*) a następnie puszczenie drugiego z nich. Układ bufora 74LS244 (U4A) służy do dopasowania napięcia 3,3 V zasilającego mikrokomputer do napięcia 5 V stosowanego na szynie SPI łączącej go z syntezerem.



Fot. 9.2. Przykłady kamer OV2640

Wzmacniacz mocy pracuje w klasie E i jest wyposażony albo w tranzystor RD16HHF1 albo w dwa równoległe tranzystory BS170. Zamiast niego można użyć wzmacniacza mocy dowolnej konstrukcji. Na wyjściu wzmacniacza konieczny jest filtr dolnoprzepustowy tłumiący harmoniczne. Na schemacie przedstawiony jest filtr dla pasma 20 m.



Rys. 9.3. Schemat ideowy nadajnika

Sygnal z modulacją szerokości impulsów (PWM) doprowadzony z mikrokomputera do gniazda J3 wzmacniacza służy do programowej regulacji wzmacnienia stopnia mocy, ale nie jest to niezbędne.

Sygnal sterujący jest doprowadzony do filtra dolnoprzepustowego, na którego wyjściu otrzymuje się napięcie stałe zmieniające polaryzację bramki tranzystora mocy. Regulacja ta nie jest niezbędna.

Program nadawczy został napisany w środowisku *Visual Studio Code IDE* z rozszerzeniami *Platform-I/O*. Program i dalsze opisy projektu znajdują się pod adresem [9.3].

Program zawiera menu testowe przedstawione na ilustracji 9.4. Do wyboru są m.in. funkcje zapisu obrazów w pamięci mikro-SD, wybór normy SSTV, nadawanie obrazów, nadawanie obrazów testowych i nadawanie obrazów zapisanych w pamięci. Obecna wersja programu obsługuje normy RGB Scottie 1, 2 i DX, Martin 1, Martin 2, Wraase, Pasokon P3, Pasokon P5, Pasokon P7 i normy YUV Robot36, Robot72, PD 50, PD 90 oraz MP73-N. W zależności od normy rozdzielczości obrazów odpowiadają standardom QVGA (320 x 240 pkt.) lub VGA (640 x 480).



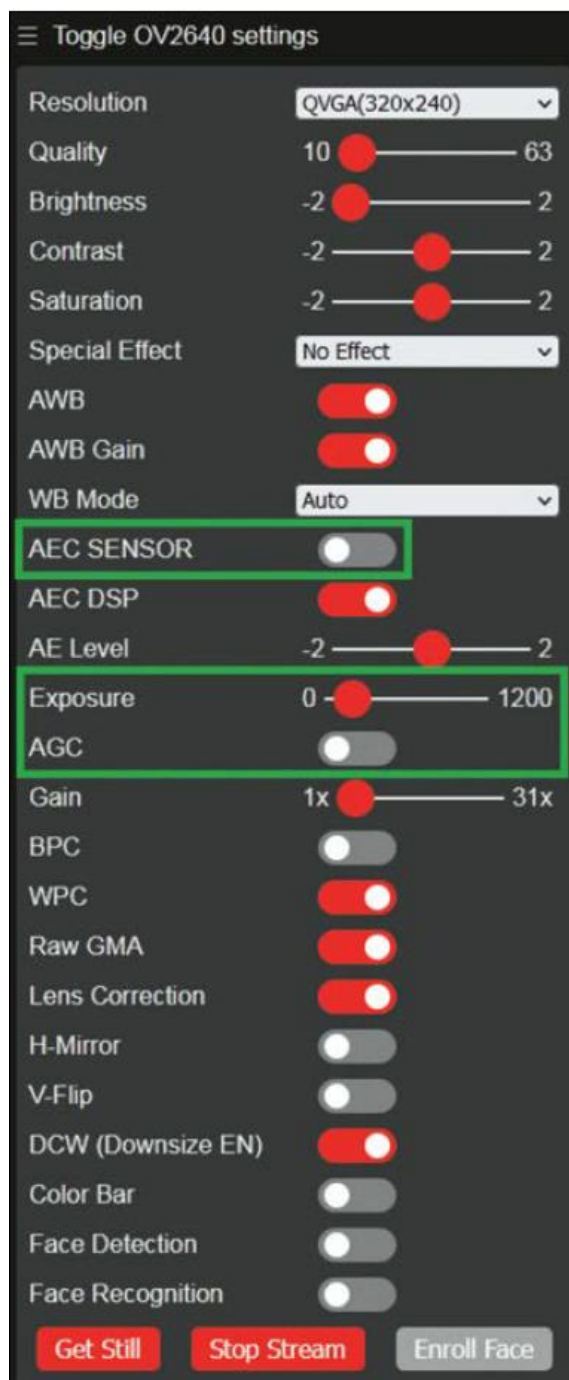
```

COM53 - PuTTY
1 Mode Scottie1
2 Mode Scottie2
3 Mode ScottieDX
4 Mode Martin1
5 Mode Martin2
6 Mode Wrasse
7 Mode PasokonP3
8 Mode PasokonP5
9 Mode PasokonP7
a Mode Robot36 YUV
b Mode Robot72 YUV
c Mode PD50 YUV
d Mode PD90 YUV
e Mode MP73-N YUV
f Add position from arduino pro mini
k tx picture with camera
m tx mire RGB or YUV
p tx test picture in progmem
r save picture on msd card
i tx idle frequency tone break 1200Hz
s stop idle

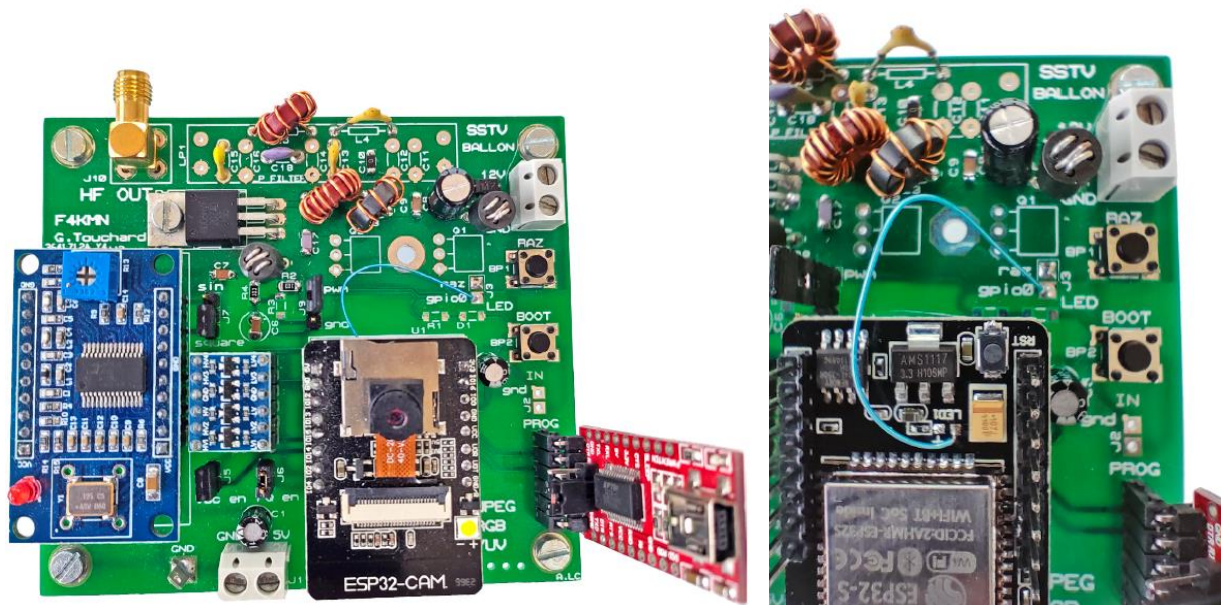
t test FM Narrow Sample
u test AM Sample
v test USB Sample
w test LSB Sample
+ increase gain by +10
- decrease gain by -10

```

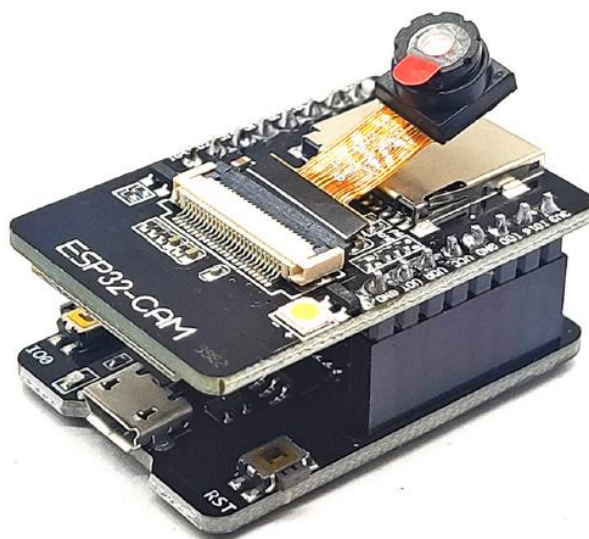
Fot. 9.4. Menu testowe programu



Fot. 9.5. Konfiguracja kamery OV2640



Fot. 9.6a i b. Widok nadajnika. Syntezator znajduje się na niebieskiej płytce po lewej stronie, a układ programatora dla ESP32 – na pionowej płytce po prawej. Powyżej modułu ESP32CAM widoczny jest połączenie (niebieskim przewodem) pozwalające na regulację wzmacnienia stopnia mocy



Fot. 9.7. Moduł ESP32CAM

Tabela 9.1
Wybrane normy SSTV

Norma	Odmiana	Paleta kolorów	Czas transmisji [s]	Liczba linii
Robot	8	Czarno-białe	8	120
	36	YC	36	240
	72	YC	72	240
Martin	M1	RGB	114	240
	M2	RGB	58	240
Scottie	S1	RGB	110	240
	S2	RGB	71	240
	DX	RGB	269	240
PasokonTV	P3	RGB	203	16 + 480

	P5	RGB	305	16 + 480
	P7	RGB	407	16 + 480
PD	50	YC	53	256
PD	90	YC	90	240
MP73	MP73-N		76	256
Wraase SC2	30	RGB	30	128
	60	RGB	60	256
	120	RGB	120	256
	180	RGB	180	256

Uwagi

Paleta YC – transmisja sygnałów luminancji i chrominancji

Sygnał MP73-N ma szerokość poniżej 500 Hz (1900 – 2300 Hz), norma jest przewidziana do pracy ma częstotliwości 10,144 MHz w paśmie 30 m. Poza regionem 1 IARU stosowane są częstotliwości 10,142 lub 10,132 MHz (w regionie 2).

[9.1] „Preisgünstiger SSTV-Sender im Miniaturformat“, Anthony Le Cren, F4GOH, *Funkamateureur* 11/2024, str. 885

[9.2] „HF SSTV Transmitter“, Anthony Le Cren, F4GOH, QEX 5-6/2024 str. 22

[9.3] <https://github.com/f4goh/sstv>

[9.4] https://github.com/PhilippeSimier/Ballon_stratospherique_aprs_2022

10. Odbiór satelitów meteorologicznych w paśmie L

Zdjęcia meteorologiczne o dużej rozdzielczości są nadawane przez satelity w paśmie 1680 – 1710 MHz. Do odbioru sygnałów można używać odbiorników z cyfrową obróbką sygnałów (ang. SDR) w rodzaju RTL-SDR lub bardziej rozbudowanych. Obecnie możliwy jest odbiór 13 satelitów meteorologicznych, z tego osiem krąży po orbitach biegunowych, a pięć – geostacjonarnych. Satelity NOAA POES nadają zdjęcia w pełnej rozdzielczości w normie HRPT.

Tab. 10.1
Satelity NOAA POES

Satelita	Norma	Częstotliwość [MHz]	Szerokość pasma [MHz]	Modulacja	Polaryzacja
NOAA 15	NOAA HRPT	1702,2	2,5	BPSK	Mieszana
NOAA 18	NOAA HRPT	1707	2,5	BPSK	Kołowa prawoskrętna
NOAA 19	NOAA HRPT	1698	2,5	BPSK	Kołowa prawoskrętna

Uwagi:

Satelita NOAA 15 nadaje przez nadajnik rezerwowo o mniejszej mocy;

Dostatecznie dobry odbiór zapewniają odbiorniki RTL-SDR już przy częstotliwości próbkowania 2,56 MHz.

Starsze satelity serii POES nadają w kanale HRPT pełny komplet danych. Wśród nich są dane z przyrządów pomiarowych AVHRR dla APT, kanały AMSU, HIRS i MHS, SEM i różne dane telemetryczne.

Z lekko zmodyfikowanej normy HRPT korzystają satelity serii METEOR-M. Dysponują one silniejszymi nadajnikami i dzięki temu dobrze się nadają do pierwszych prób odbioru.

Tab. 10.2
Czynne satelity Meteor-M

Satelita	Norma	Częstotliwość [MHz]	Szerokość pasma [MHz]	Polaryzacja
METEOR-M N 2-3	METEOR HRPT	1700	2,5	Kołowa prawoskrętna
METEOR-M N 2_4	METEOR HRPT	1700	2,5	Kołowa prawoskrętna

Uwagi:

Satelity nadają również w innych zakresach częstotliwości

W paśmie L nadawane są dane pochodzące z instrumentów MSU-MR i MTVZA. MSU-MR dysponuje dużą rozdzielczością i jest porównywalny z AVHRR, ale posiada o jeden kanał widmowy więcej.

Europejskie satelity serii *MetOp* korzystają ze standardowego protokołu AHRPT zapewniającego znacznie większą przepływność, ale wymaga to szerszego pasma przenoszenia. Z tego protokołu korzysta również nowy satelita AWS. Częstotliwość próbkowania 2,56 MHz powoduje obniżenie poziomu sygnału, ale mechanizmy korekcyjne zapewniają mimo wszystko prawidłowy odbiór.

Satelity *MetOp* posiadają najbardziej rozbudowane wyposażenie ze wszystkich wymienionych. Głównym przyrządem jest AVHRR, a oprócz tego są zainstalowane MHS i SEM oraz GOME, IASI (oraz IASI Imager), ASCAT i AMSU.

Najnowszym satelitą jest AWS – *Arctic Weather Satellite*. Znajduje się on na razie w fazie próbnej i dlatego jego nadajnik jest rzadko uruchamiany. Na jego pokładzie znajduje się wyłącznie radiometr STERNA.

Tabela 10.3
Czynne satelity serii METEOP

Satelita	Norma	Częstotliwość [MHz]	Szerokość pasma [MHz]	Polaryzacja
MetOp-B	MetOp AHRPT	1701,3	4,5	Kołowa prawoskrętna
MetOp-C	MetOp AHRPT	1701,3	4,5	Kołowa prawoskrętna
AWS	AWS PFM L-Band DB	1707	4,5	Kołowa prawoskrętna

Odbiór satelitów meteorologicznych w paśmie L wymaga użycia anten kierunkowych. Poniżej przedstawiono trzy najbardziej wypróbowane rozwiązania. Najtańszym z nich jest użycie anteny parabolicznej od telewizji satelitarnej. Wprawdzie wystarczy antena o średnicy 60 cm, ale zalecane jest użycie anteny 80 cm zapewniającej silniejsze sygnały. Ciężar i wymiary anten o większych średnicach utrudniają ich ręczne naprowadzanie.

Anteny WLAN z siatkowym reflektorem zapewniają również dobry odbiór w paśmie 1,7 GHz. Zalecane są anteny o wymiarach co najmniej 100 x 60 cm. Jest to rozwiązanie o tyle korzystne, że są to anteny lekkie, stawiające mały opór wiatrowi i łatwe w naprowadzaniu.

Trzecią możliwością są anteny helikoidalne (spiralne). Najczęściej są one jednak stosowane jako promiennik do anten parabolicznych. Po usunięciu z anteny parabolicznej głowicy telewizyjnej można ją zastąpić przez antenę helikalną. Ze względu na korzystanie z reflektora antena musi być spolaryzowana kołowo lewoskrętnie (kierunek polaryzacji ulega zmianie na przeciwny przy odbiciu fali).

W przedstawionym na ilustracji przykładzie reflektor ma średnicę 13 cm (może być też kwadratem o boku 13 cm). Antena jest nawinięta przewodem o średnicy 2,5 mm i składa się z 5 zwoi o średnicy 5,5 cm mających odstęp 3 cm.

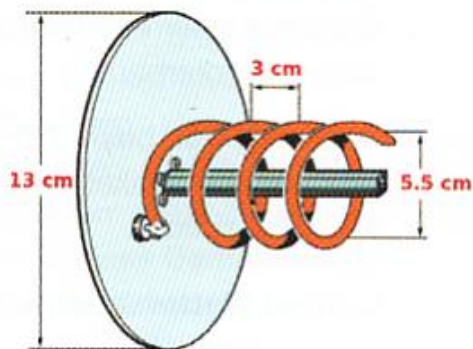
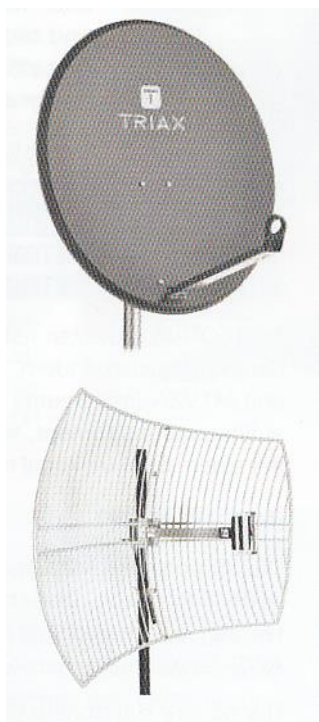
Z odbiorników szczególnie dobrze nadają się *Airspy*, *Airspy R2*, *HackRF One* i *SDR-Play*. W praktyce wystarczy odbiornik programowalny dowolnego typu pokrywający zakres 1690 – 1710 MHz i zapewniający pasmo przenoszenia co najmniej 3 MHz. Konieczne jest użycie przedwzmacniacza LNA. Korzystnymi możliwościami są *Noelec SAWbird+ GOES* i *TQP3M9037LNA*. Samodzielna konstrukcja może być skomplikowana. Odbiorniki *SDR-play* nie dostarczają wystarczającego prądu zasilania dla wzmacniacza tego typu. W przypadku zasilania wzmacniacza przez złącze USB należy w wyprowadzeniu prowadzącym do odbiornika włączyć kondensator separujący dla prądu stałego aby nie doprowadzić do uszkodzenia wejściowych stopni odbiornika.

Do odbioru i dekodowania sygnałów najlepiej skorzystać z programu *SatDump* [10.2] a do prognozowania przelotów z *Orbitronu*. W zakładce nagrań programu odbiorczego należy wybrać używany typ odbiornika i nastawić częstotliwość odbioru. Dla satelitów NOAA należy podać również oznaczenie satelity. Dla NOAA i METEOPów wystarczy częstotliwość próbkowania 2,4 MHz, dla MetOpów i AWS minimalna częstotliwość próbkowania wynosi 2,56 MHz. Przycisk *Start* uruchamia odbiór.

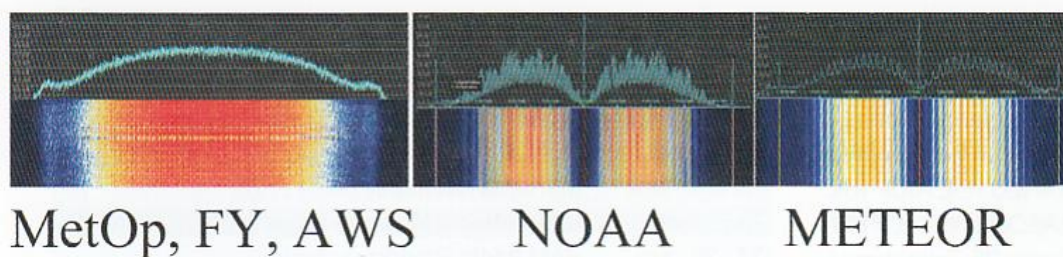
Przed wschodem satelity na horyzoncie należy ustawić antenę w przybliżeniu we właściwym kierunku. Sygnały satelitów na wskaźniku widma i wodospadowym przedstawiono na ilustracji 10.3. Po pojawieniu się sygnału należy dokładniej nakierować antenę i w trakcie przelotu korygować jej położenie. Przy większych wysokościach nad horyzontem rośnie prędkość kątowna i konieczne są częstsze korekty kierunku anteny. Przeloty o maksymalnych wysokościach przekraczających 70° wymagają skierowania anteny do góry co może być trudne do wykonania. Po zachodzie satelity konieczne jest jeszcze dokończenie przetwarzania danych i ich zapisanie w plikach, co może zająć kilka minut.

Tabela 10.4
Dane chińskiego niskoorbitalnego satelity *FengYun*

Satelita	Norma	Częstotliwość [MHz]	Szerokość pasma [MHz]	Polaryzacja
FengYun-3C	FengYun 3 C AHRPT	1701,4	5	Kołowa prawoskrętna



Rys. 10.1. Anteny kierunkowe do odbioru satelitów Rys. 10.2. Promiennik helikoidalny



Rys. 10.3. Sygnały HRPT na wskaźnikach widma i wodospadowym

HRPT jest normą szybkiej transmisji obrazów o dużej rozdzielczości stosowaną przez satelity meteorologiczne. Strumień danych zawiera nie tylko dane obrazowe pochodzące z kamery AVHRR ale także informacje atmosferyczne pochodzące z zespołu sond atmosferycznych. Szybkość transmisji wynosi 665400 bit/s. Transmisje w paśmie 1700 MHz zawiera nieprzetworzone dane pochodzące z szeregu sond i instrumentów takich jak:

- AVHRR/3 (*Advanced Very High Resolution Radiometer/3*) kamery o rozdzielczości 1,1 km. Dane te stanowią główną część strumienia danych. Obserwowanych jest pięć kanałów widmowych. Na pokładzie satelity generowane są zestawy danych globalnych GAC (*Global Area Coverage*) i lokalnych LAC (*Local Area Coverage*).

- zespoły sond satelitów NOAA-K, L, M noszące oznaczenie ATOVS (*Advanced TIROS Operational Vertical Sounder*) zawierają czujniki temperatury (AMSU-A), wilgotności atmosferycznej (AMSU-B) i promieniowania (HIRS/3). Ich dane pomiarowe są zawarte w strumieniu danych HRPT. Na pokładach satelitów NOAA-N i NOAA-N' do pomiaru wilgotności służy czujnik MHS (*Microwave Humidity Sounder*) opracowany przez EUMETSATa zamiast starszego AMSU-B.

- do pomiaru zawartości ozonu w atmosferze służy czujnik SBUV (*Solar Black scattered Ultraviolet*). W normie HRPT transmitowanych jest 360 linii/min zawierających dane z pięciu, z sześciu możliwych, kanałów. Stosowana jest modulacja fazy.

MSU-MR jest wiepassmową kamerą radiometryczną dostarczającą informacji istotnych dla rolnictwa, leśnictwa, badań roślinności i geologii.

MTVZA jest 16-kanalowym mikrofalowym czujnikiem radiometrycznym służącym do pomiaru temperatury i wilgotności w atmosferze.

GOME (*Global Ozone Monitoring Experiment*) jest spektrometrem pokrywającym zakresy światła widzialnego i ultrafioletu służącym do pomiaru zawartości ozonu i dwutlenku azotu w atmosferze.

IASI jest pracującym w zakresie podczerwieni interferometrem służącym do pomiaru temperatury i wilgotności atmosfery. Oprócz tego jest on używany do pomiarów zawartości ozonu, tlenku węgla, metanu i niektórych innych gazów w atmosferze. Jest on najbardziej zaawansowanym technicznie instrumentem pomiarowym znajdującym się na pokładach satelitów MetOp.

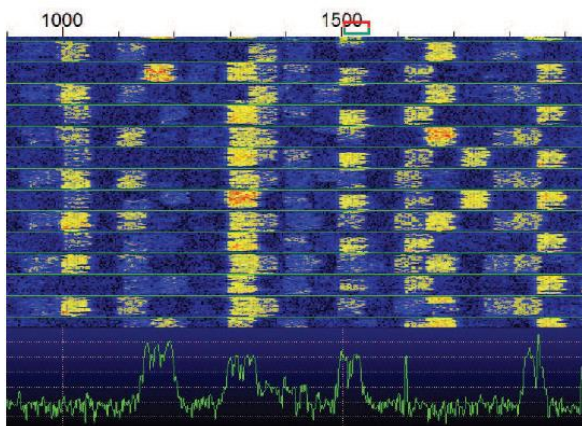
ASCAT jest instrumentem pomiarowym służącym do pomiaru prędkości i kierunku wiatrów w oparciu o rozpraszanie sygnałów radarowych.

[10.1] „Volle Auflösung: Satellitebilder aus dem L-Band“, OE1RCI, QSP 1/2025 str. 35

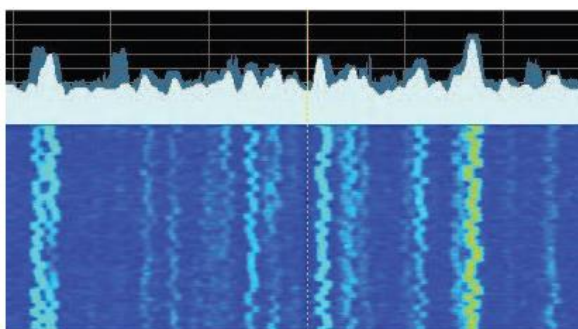
[10.2] www.satdump.org/download/

11. FT8 od kuchni

Wprowadzona w 2017 roku emisja FT8 charakteryzuje się transmisją 13-znakowych pakietów danych, piętnastosekundowymi cyklami transmisji i szerokością pasma sygnału 50 Hz. W typowym paśmie przenoszenia filtra SSB 3 kHz mieści się teoretycznie ~200 stacji. W praktyce na falach krótkich (KF) spotykanych jest do kilkudziesięciu stacji. W 2019 roku rodzina emisji WSJT-X wzbogaciła się o emisję FT4. Cykl transmisji trwa 7,5 sekundy a pasmo nadawanego sygnału wynosi 90 Hz. Strumienie danych FT8 na wskaźniku wodospadowym WSJT-X i wyświetlaczu IC-7610 przedstawiono odpowiednio na ilustracjach 11.1 i 11.2.



Rys. 11.1. FT8 na wskaźniku wodospadowym WSJT-X



Rys. 11.2. FT8 na wskaźniku wodospadowym IC-7610. Widoczna jest struktura żółtych bloków z poprzedniej ilustracji po ich rozciągnięciu w pionie

Dla zrozumienia zasady stosowanej tam korekcji wyprzedzającej FEC posłużymy się przykładem prostej łamigłówki sudoku (rys. 11.3). Każde z czterech pól o wymiarach 2 x 2 kratki musi zawierać wszystkie cyfry od 1 do 4. Dodatkowo również w każdym rzędzie czterech kwadratów i w każdej kolumnie znajdowały się również wszystkie cyfry. Struktura ta obrazuje zasadę działania korekcji LDPC (*Low Density Parity Check* – kontrola parzystości o niskiej intensywności). Zasada ta pozwala na znalezienie i skorygowanie przekłamań transmisji dzięki analizie kompletnej tabelki.

2			
		2	
3	4		2
	2		3

2			
		2	
3	4	1	2
1	2	4	3

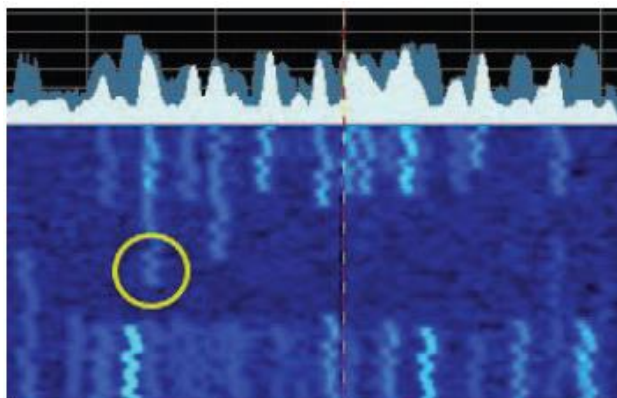
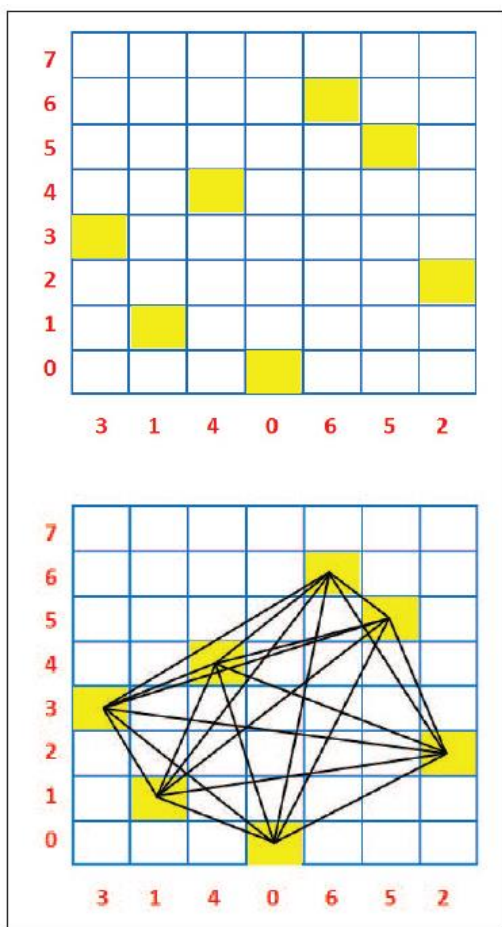
2		3	
4		2	
3	4	1	2
1	2	4	3

2	1	3	4
4	3	2	1
3	4	1	2
1	2	4	3

Rys. 11.3. Prosta łamigłówka sudoku 4 x 4

Teoria macierzy Costasa została opracowana w 1965 roku przez Johna Costasa na potrzeby systemów radarowych i lokalizacji ultradźwiękowej (echolotów, sonarów). Najprościej mówiąc macierz jest tabelą liczb. Każdy z pakietów FT8 zawiera macierz Costasa o wymiarach 7 x 7 na jej początku, w środku i na końcu. Analogicznie jak w przykładzie sudoku w każdej z cyfr 0 – 7 może występować tylko raz. Oznacza to, że każdy z kwadratów zawierających liczbę musi być połączony ze wszystkimi innymi liniami i różnej długości jeśli są skierowane pod tym samym kątem. Niedopuszczalne są linie skierowane pod tymi samymi kątami i mające te same długości. Macierz 7 x 7 umożliwia 5040 kombinacji linii połączeń, ale tylko 200 z nich spełnia warunek Costasa. ($7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 5040$). Każdy z pakietów FT8 korzysta z pól 3, 1, 4, 0, 6, 5, i 2 – patrz rys. 11.4. Pozostałe dane i ich kombinacje w ramach macierzy są niedopuszczalne.

Tabela 11.1 zawiera osiem częstotliwości stosowanych w transmisji FT8. Każdemu z nich można przypisać trzybitową liczbę dwójkową według tabeli 11.2. Zastosowano tutaj kod Graya, w którym kolejne wartości różnią się od poprzednich tylko jednym bitem.



Rys. 11.4. U góry macierz Costasa dla FT8 zawierająca wartości 3, 1, 4, 0, 6, 5 i 2. Na dolnej ilustracji dowód, że jest to rzeczywiście macierz Costasa

Rys. 11.5. Komunikaty FT8 nadawane z nadmierną odchyłką czasu DT. Jeden z nich zaznaczono żółtym okręgiem

Okno zdekodowanych komunikatów WSJT-X zawiera kolumnę DT wskazującą różnicę czasu między nadawcą i odbiorcą. Nie powinna ona przekraczać ± 1 sekundy co wymaga synchronizacji czasu systemowego komputera z (dowolnym) internetowym serwerem czasu. Przy większych różnicach czasu zdekodowanie komunikatów może okazać się trudne lub niemożliwe.

Tabela 11.1
Częstotliwości tonów FT8

Numer tonu	Częstotliwość [Hz]
0	6,25
1	12,50
2	18,75
3	25,00
4	31,25
5	37,50
6	43,75
7	50

Tabela 11.2

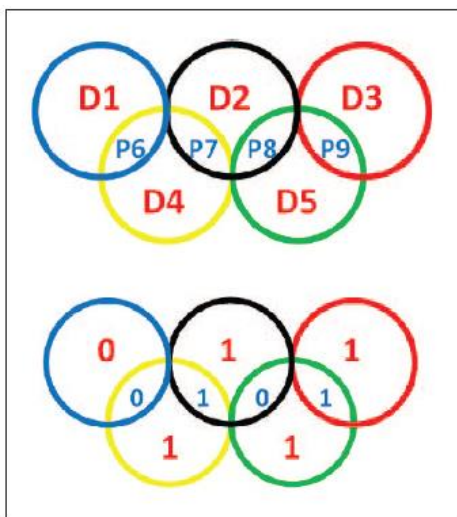
Numeracja tonów dziesiętnie, dwójkowo i w kodzie Graya

Numer dziesiętny	Numeracja dwójkowa	Kod Graya
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
	111	100

Zasada działania cyklicznej sumy kontrolnej CRC została opracowana przez Wesleya Petersona w 1961 roku. Jest to metoda stosowana od dawna w komunikacji do wykrywania przekłamań transmisji. CRC jest tworzona w wyniku dzielenia wielomianu danych przez wielomian kodu i obliczania reszty czyli wartości kontrolnej w trakcie transmisji strumienia danych. Przy odbiorze jest ona obliczana ponownie w oparciu o odebrane dane i taki sam wielomian jak po stronie nadawczej. Identyczne sumy kontrolne wskazują na bezbłądność danych, a różnice – na wystąpienie przekłamań. Nie pozwalają one jednak na wykrycie przekłamaných bitów.

W następującym przykładowym dzieleniu wielomianu danych przez wielomian kodujący $110111 : 101 = 1011$ reszta wynosi 0. Suma kontrolna CRC obliczona po stronie odbiorczej równa 0 oznacza, że dane zostały odebrane bezbłądnie. Każda inna wartość oznacza przekłamanie danych, ale nie pozwala na stwierdzenie gdzie wystąpiło. Do tego celu konieczne jest użycie korekcji LDPC.

Na rysunku 11.6 przedstawiającym inny uproszczony przykład widocznych jest pięć okręgów D1 – D5 oznaczających bity danych. Cztery obszary ich przecięć (iloczynów logicznych) P6, P7, P8 i P9 reprezentują bity parzystości. Suma bitów danych i bitów parzystości w każdym z okręgów musi wynosić 0. W arytmetyce dwójkowej $0 + 0 = 0$, $1 + 0 = 1$, $0 + 1 = 0$ i $1 + 1 = 0$ (nie uwzględniamy przeniesienia na następną pozycję).



Rys. 11.6. Ilustracja zasady kontroli parzystości o niskiej intensywności (LDPC)

Ilustracja wyjaśnia sposób wykorzystania bitów danych i parzystości do znalezienia błędnie odebranego bitu. W rzeczywistości korekcja LDPC jest znacznie bardziej skomplikowana niż to przedstawia rys. 11.6. Jej różne odmiany występują w wielu protokołach komunikacyjnych włącznie ze stosowanym w sieciach komórkowych 5G.

Komunikaty FT8 zawierają 77 bitów użytkowych, 14 bitów sumy kontrolnej CRC i 83 bity parzystości co daje w sumie długość 174 bitów. Są one przekodowywane na kod Graya i grupowane po trzy, oznaczające numer tonu. Komunikat składa się więc z 58 nadawanych kolejno tonów odpowiadających

tym trzybitowym symbolom. Po dodaniu trzech 7-bitowych macierzy Costasa (w sumie 21 bitów) komunikat składa się z 79 tonów co odpowiada 237 bitom.

Komunikat	Zdekodowany	Rodzaj
1. CQ KE1R FN31	CQ KE1R FN31	1. Standardowy
Kodowanie źródłowe komunikatu, 77 bitów:		
0000000000000000000000000000100100101101000100110001100100100010100001011011001		

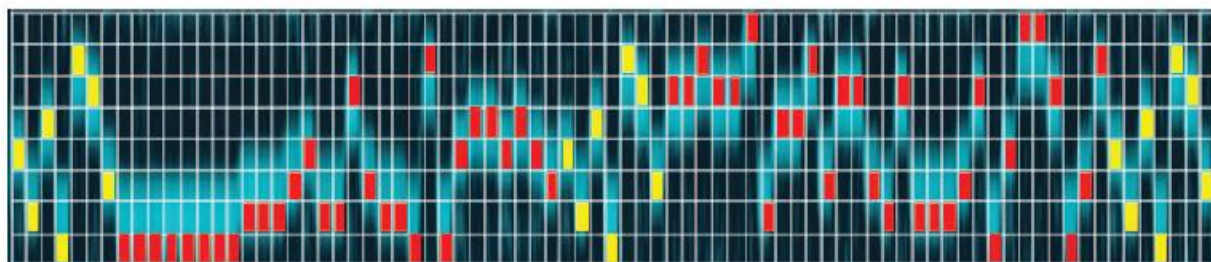
14-bitów CRC:
01100100111001

83 bity parzystości:
00101100100111001110110101011100100011001100001001001011100000010111111100000011101

Kompletny komunikat (79 tonów):

Synchr	Dane	Synchr	Dane	Synchr
3140652	00000000111231152110603443432	3140652	55655714462552151112503775026	3140652

Na czerwono zaznaczono trzy identyczne macierze Costasa 3 1 4 0 6 5 2 dodane na początku, w środku i na końcu komunikatu.



Rys. 11.7. Zdekodowany strumień bitów komunikatu CQ KE1R FN31 zawierający przyporządkowanie 79 tonów o numerach 0 – 7 do kodu bitowego. Czas transmisji wynosi 12,74 sekundy, co pozostawia 2,36 sekundy na zdekodowanie

W najnowszych wersjach WSJT-X można zaobserwować trójfazowe dekodowanie sygnału pozwalające na dokładniejszą analizę słabszych sygnałów. Emisji FT8 i praktyce operatorskiej poświęcony jest tom 38 „Biblioteki”.

[11.1] „FT8 Visualized”, Thomas W. Brooks, K1ER, QST 1/2024 str. 32

12. Ocena parametrów transwertera

Po uruchomieniu transwertera mikrofalowego i odbyciu kilku łączności na niedalekiej odległości, potwierdzających jego prawidłową pracę interesujące może być bardziej szczegółowe zbadanie jego parametrów. Dokładne pomiary czułości albo mocy wyjściowej itd. wymagają użycia przyrządów, których przeważająca część mikrofalowców nie posiada.



Fot. 12.1. Pomiar współczynnika szumów własnych przy użyciu anteny rożkowej o wąskim kącie promieniowania polega na porównaniu szumów słonecznych, szumów nieboskłonu i powierzchni ziemi. Reflektor eliminuje niepożądane szumy pochodzenia ziemskiego w trakcie pomiarów szumów słonecznych i pochodzących ze sklepienia niebieskiego

Względny pomiar mocy promieniowanej jest stosunkowo nieskomplikowany. Należy odebrać sygnał promieniowany przez transwerter za pomocą drugiej anteny znajdującej się w sensownej odległości obserwując wskaźnik mocy analizatora widma *tinySA Ultra* i znaleźć maksimum wskazań.

W pasmach mikrofalowych najważniejszym parametrem, decydującym o wartości użytkowej transwertera jest współczynnik szumów. Możliwy jest wprowadzenie jego pomiaru za pomocą analizatora *tinySA Ultra*, ale wymaga to korzystania z wykalibrowanego źródła szumów na te częstotliwości. Przyrząd taki jest trudny do nabycia i kosztowny.

Obecnie najprostszym sposobem jest użycie *Total Power* autorstwa Mario Nasaliego, IONAA i taniego odbiornika RTL-SDR połączonego z przenośnym komputerem. Wejście odbiornika jest połączone z wyjściem pośredniej częstotliwości transwertera. Konfiguracja ta pozwala na pomiar poziomu szumów i wykreślanie go na ekranie.

Współczynnik szumów samego odbiornika można określić podłączając go do niewielkiej anteny i mierząc poziom szumów powierzchni ziemi i zimnego nieboskłonu. Autor użył w układzie pomiarowym przedwzmacniacza EME na pasmo 10 GHz (rys. 12.1). Zbyt szeroki kąt rozwarcia anteny rożkowej może spowodować, że równolegle będą odbierane szumy powierzchni ziemi nawet gdy antena będzie skierowana w górę. Dlatego też antena rożkowa została zamontowana w zwierciadle parabolicznym. Czasza anteny służy tylko jako osłona i nie powoduje zwiększenia zysku antenowego. Kable zasilania i w.cz. są przeprowadzone przez otwór na środku czaszy. Poziom szumów jest wykreślany przez program *TotalPower* (rys. 12.3). W pierwszej fazie antena rożkowa jest skierowana ku słońcu, a następnie na zimny nieboskłon powyżej słońca. Na koniec antena jest kierowana ku powierzchni ziemi dla zarejestrowania poziomu jej szumów. Wykres szumów zimnego nieboskłonu składa się z dwóch części. Druga część wykresu została sporządzona po zdjęciu czaszy. Impulsowy skok na środku odpowiada momentowi zdjęcia czaszy. Poziom szumów zimnego nieboskłonu wzrósł nieznacznie po jej zdjęciu.

Do obliczenia temperatury szumowej odbiornika T_{odb} wykorzystywana jest różnica Y [dB] między temperaturą gruntu T_{gr} ($\sim 290^\circ$ K) i nieboskłonu T_{nieb} ($\sim 30^\circ$ K).

$$Y \text{ [dB]} = 10 \log \left(\frac{T_{odb} + T_{gr}}{T_{odb} + T_{nieb}} \right)$$

Dla obliczenia T_{odb} z powyższego równania autor użył arkusza kalkulacyjnego w Excelu opracowanego przez W6OYJ i pokazanego na ilustracji 12.2. Arkusz jest dostępny w Internecie niestety tylko dla członków ARRL, ale na podstawie ilustracji i podanych poniżej wzorów dla komórek B14, B16 i B17 można go łatwo utworzyć we własnym zakresie.

B14 (liczbowa wartość różnicy przeliczona z dB): $=10^{(B8/10)}$

B16 (zastępcza temperatura szumowa odbiornika): $=(B11-B14*B12)/(B14-1)$

B17 (współczynnik szumów odbiornika w dB): $=10*(\text{LOG}((B11+B16)/B11))$

W komórce B8 znajduje się różnica Y [dB], w komórce B11 – temperatura gruntu, a w komórce B12 – temperatura zimnego nieboskłonu z ewentualną składową pochodzącą z powierzchni ziemi.

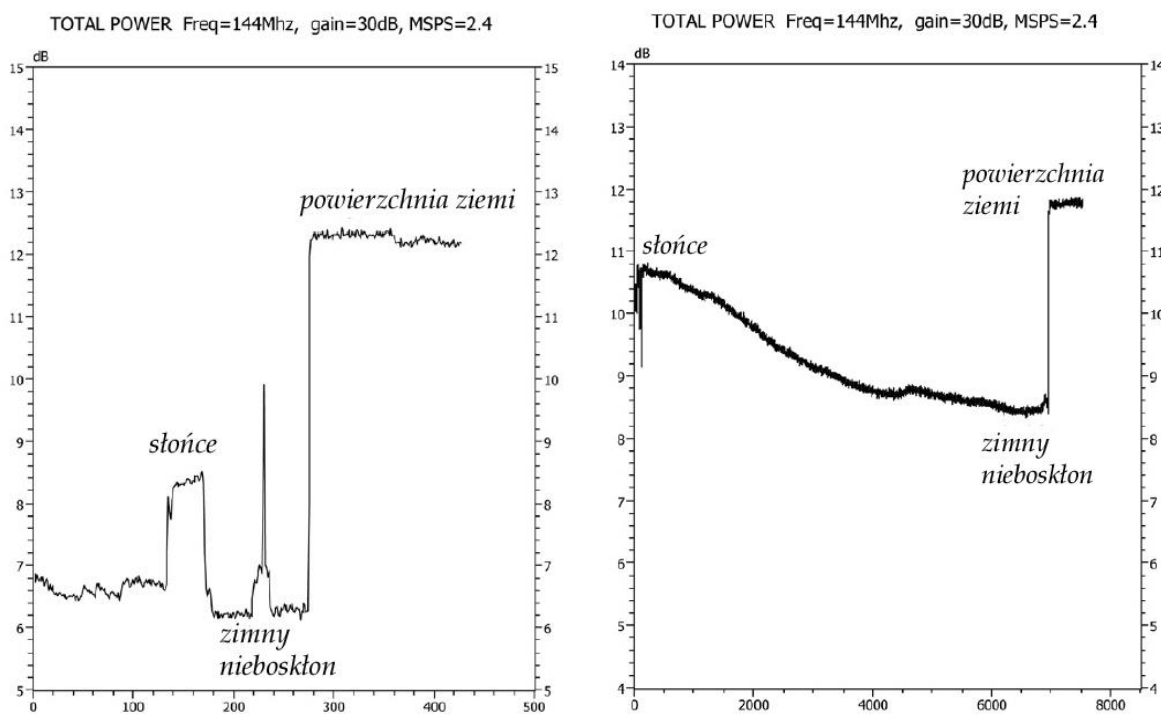
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Noise Figure Measurement from Earth/Cold Sky Comparison							27.04.2002
2	using decibel change value							W6OYJ
3								
4	Point your antenna at Earth then Cold Sky (Elev above 50 degrees)							
5	Determine Rcvr i.f. noise power output change in dB. Output must be							
6	linear (not saturated) (no AGC action) and include no extraneous signals.							
7								
8	Enter result here	6,1 dB		(Y factor in dB)				
9								
10	Calculated Values							
11	Earth Temperature	290 Kelvin		(assumed value)				
12	Cold Sky Temp.	30 Kelvin		(assumes Earth sidelobe contribution *)				
13								
14	Y factor	4,0738 (ratio)		(converted from dB)				
15								
16	System Noise Temp.	54,586 Kelvin						
17	System Noise Figure	0,749 dB						
18								
19	*Note: If your antenna has very low sidelobes this temp can be reduced to							
20	as low as 6 degrees Kelvin, the Noise Temp of coldest part of the sky							
21								

Rys. 12.2. Rozmieszczenie danych w komórkach arkusza kalkulacyjnego i wartości obliczonych za pomocą powyższych wzorów

Dla odczytanej z wykresu na rysunku 12.3 różnicy Y [dB] 6,1 dB i obliczonej zastępczej temperatury szumowej odbiornika 55° K arkusz oblicza współczynnik szumów 0,75 dB. Podany w karcie katalogowej współczynnik szumów przedwzmacniacza wynosi 0,6 dB, a więc wynik ten oznacza, że czasza paraboliczna najprawdopodobniej nie przesłania całości szumów gruntu.

Autor skierował także antenę z 45 cm reflektorem w kierunku słońca, zimnego nieboskłonu i powierzchni ziemi dla zmierzenia poziomu szumów pochodzenia ziemskiego (przewyższający poziom szumów słonecznych). Wykres sporządzony przez *TotalPower* przedstawia ilustracja 12.4.

Wykres obejmuje około półgodzinny okres czasu, w czasie którego wskutek obrotu ziemi słońce znalazło się poza wiązką odbiorczą anteny i naprzeciwko niej znalazł się zimny nieboskłon. Ostatnia część wykresu powstała po skierowaniu anteny w stronę ziemi.



Rys. 12.3. Wykres szumów z *TotalPower* dla małej anteny różkowej skierowanej w kierunku słońca, zimnego nieboskłonu i powierzchni ziemi. Pomiary przy częstotliwości pośredniej (wyjściowej z transwertera) 144 MHz

Rys. 12.4. Wykres przejścia listka głównego anteny ze słońca na zimny nieboskłon, a następnie skierowanie anteny w stronę ziemi. Wykres dla częstotliwości wyjściowej transwertera 144 MHz

Różnica między poziomem szumów słonecznych i zimnego nieboskłonu na rys. 12.4 wynosi około 2,3 dB. Temperatura powierzchni słońca wynosi w przybliżeniu 6000° K, ale powierzchnia słońca o rozwarości kątowej około 0,5 stopnia zajmuje tylko część powierzchni wiązki anteny, mającej rozwarość około 4 stopni kątowych. Antena mająca małą średnicę odbiera w wyniku tego poziom szumów słonecznych poniżej poziomu szumów z powierzchni ziemi.

Czasza o dużej średnicy i rozwarości wiązki około 0,5 stopnia kątowego odbierze pełny strumień szumów słonecznych przewyższający poziom szumów zimnego nieboskłonu o ponad 20 dB. Niektóre ze stacji pracujących EME są wyposażone w dostatecznie duże anteny paraboliczne.

Różnica pomiędzy szumami zimnego nieboskłonu i ziemskimi wynosi około 3,4 dB, co w wyniku daje zastępczą temperaturę szumów odbiornika około 189° K (współczynnik szumów 2,2 dB dla transwertera, przekaźnika antenowego i kabla w.cz).

Dla stacji wyposażonych w anteny o niewielkich średnicach szumy słoneczne stanowią dobrą podstawę do oceny parametrów systemu transwerterowego i umożliwiają porównania różnych urządzeń między sobą, szczególnie w fazach rozbudowy i modyfikacji wyposażenia. Stosunkowo małe różnice poziomu szumów nie dają się uchwycić gołym uchem, dlatego też program *TotalPower* stanowi cenne narzędzie w pomiarach.

12.1. Analizator widma *TinySA Ultra*

Analizator widma *TinySA Ultra ZS405* [12.2] jest wyposażony w kolorowy wyświetlacz dotykowy o przekątnej 4 cale i rozdzielczości 480 x 320 punktów. Pracuje on w trybie standardowym w zakresie 0,1 – 800 MHz, w trybie *ultra* do 5,3 GHz, z kalibrowanymi wskazaniami poziomu do 6 GHz. Pozwala na obserwację sygnałów w zakresie do 12 GHz.

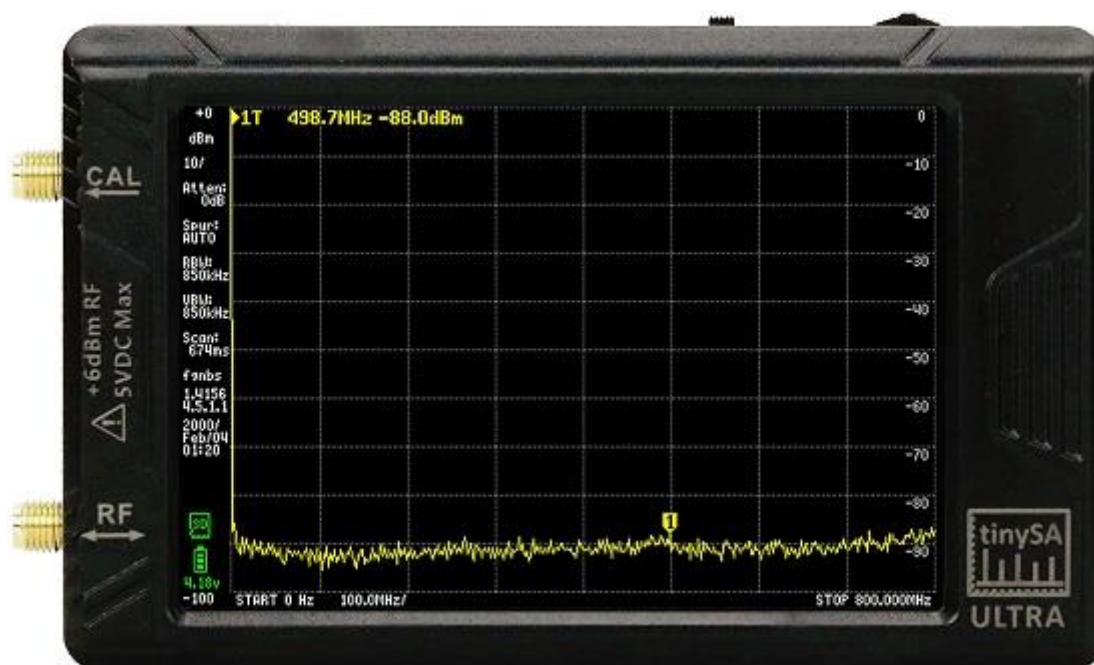
Przy pracy jako generator sygnałowy dostarcza fali sinusoidalnej w zakresie 0,1 – 800 MHz, fali prostokątnej w zakresie do 4,4 GHz lub do 5,3 GHz gdy nie jest używany jako analizator widma.

Posiada przełączane filtry pasmowe o szerokościach pasma przenoszenia 200 Hz – 850 kHz.

TinySA Ultra jest wyposażony w dodatkowy przedwzmacniacz LNA o wzmacnieniu 20 dB i współczynniku szumów 5 dB.

Dane, ustawienia i ujęcia z ekranu można zapisywać w modułach pamięci SD, można też podłączyć przyrząd do PC przez złącze USB. Analizator jest wyposażony w tłumik wejściowy o zakresie tłumienia 0 – 31 dB. Wbudowany akumulator pozwala na 2 godziny pracy w terenie.

Rodzina analizatorów obejmuje też modele *tinySA Ultra+ ZS406* i *-407* o szerszych zakresach częstotliwości oraz model podstawowy *tinySA basic* o standardowym zakresie pracy do 350 MHz i dodatkowym rozszerzonym 240 – 960 MHz.



Fot. 12.1.1. *TinySA Ultra*

[12.1] „Microwavelength. Transverters – Verifying Performance”, Paul Wade, W1GHZ, QST 10/2024, str. 52

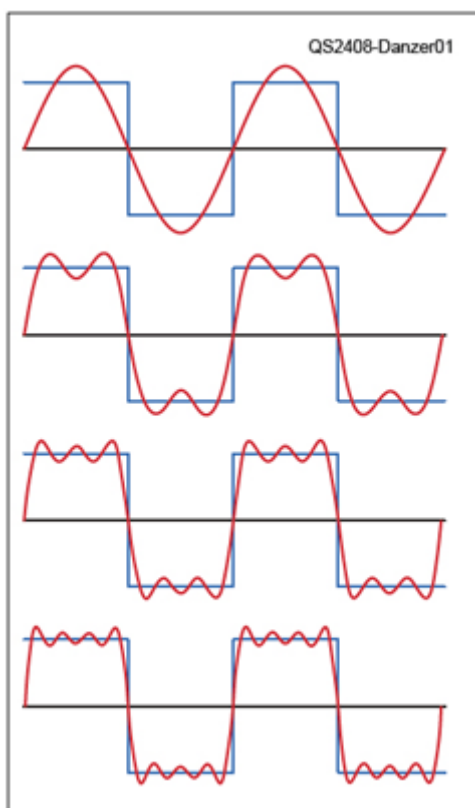
[12.2] tinysa.org – witryna producenta analizatorów widma

13. Parametry oscyloskopów cyfrowych

Oscyloskopy cyfrowe są znane od lat 1980-tych, ale dopiero od 10 – 15 lat są w powszechnym użyciu i znajdują też zastosowanie u krótkofalowców. Cyfrowe rozwiązania oznaczają konieczność zdefiniowania od nowa parametrów istotnych do oceny ich jakości i poprawności wyników. W pierwszym rzędzie konieczna jest znajomość częstotliwości próbkowania, dokładności ich amplitud i pojemności pamięci przeznaczonej dla próbek sygnału.

Podstawowe parametry oscyloskopu

Jednym z pierwszych parametrów interesujących użytkowników jest pasmo przenoszenia oscyloskopu. Jako częstotliwość graniczną przyjmuje się częstotliwość przy której wzmocnienie dla pojedynczego sygnału sinusoidalnego spada o 3 dB, czyli o około 30%. Sygnały okresowe o dowolnych kształtach można rozłożyć na szereg harmonicznym składowych sinusoidalnych o malejących amplitudach. Przykładowo symetryczna fala prostokątna składa się z pewnej (teoretycznie nieskończonej) liczby nieparzystych harmonicznym. Rysunek 13.1 ilustruje zbliżanie się sumy składowych do kształtu prostokątnego w miarę wzrostu ich liczby.



Rys. 13.1. Synteza fali prostokątnej przez dodawanie kolejnych nieparzystych harmonicznym

W praktyce przyjmuje się, że szerokość pasma przenoszenia oscyloskopu dla pojedynczej składowej sinusoidalnej powinna być pięciokrotnie wyższa od najwyższej składowej obserwowanego sygnału. Zasada ta oznacza ograniczenie błędu narastania zboczy do 2%. Niedostateczna szerokość pasma przenoszenia, nie uwzględniająca dostatecznej liczby harmonicznym powoduje zniekształcenia wyświetlanego przebiegu. Analogowe tory wejściowe posiadają w wielu przypadkach obwody podbijające charakterystykę przenoszenia dla wyższych częstotliwości. Dodatkowo w oscyloskopach cyfrowych korektę przebiegu charakterystyki można osiągnąć w drodze cyfrowej obróbki sygnałów (COS). Pozwala to na mniej rygorystyczne przestrzeganie zasady pięciokrotnej częstotliwości granicznej.

Kolejna zasada określa czas narastania zbocza przebiegu jako $0,35/\text{pasmo}$ przenoszenia. Przykładowo dla oscyloskopu o paśmie przenoszenia 100 MHz czas narastania zbocza wynosi 3,5 ns. Szersze pasmo przenoszenia oznacza zwiększenie udziału energii przenoszonej przez harmoniczne.

Całkowity czas narastania obserwowanych zboczy jest obliczany ze wzoru:

$$c_{zn} = \sqrt{c_{zn_{osc}}^2 + c_{zn_{sygn}}^2}$$

gdzie $c_{zn_{osc}}$ jest czasem narastania spowodowanym przez ograniczone pasmo przenoszenia oscyloskopu, a $c_{zn_{sygn}}$ jest rzeczywistym czasem narastania zbocza sygnału.

Przykładowo obserwacja w układzie TTL sygnału o czasie narastania 2 ns za pomocą oscyloskopu o paśmie przenoszenia 100 MHz powoduje wydłużenie zbocza do około 4 ns.

Tabela 13.1

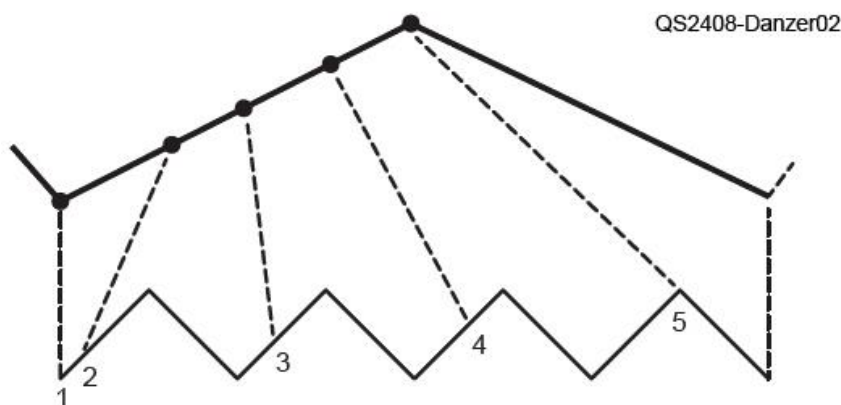
Podwielokrotne jednostki czasu

Oznaczenie	Nazwa	Ułamek sekundy
ms	milisekunda	10^{-3}
μ s	mikrosekunda	10^{-6}
ns	nanosekunda	10^{-9}
ps	pikosekunda	10^{-12}

Wpływ pamięci

O właściwościach oscyloskopu decydują również parametry związane z pojemnością pamięci próbek. Analogowy przebieg wejściowy jest próbkowany, w wyniku czego powstaje ciąg próbek. Jedna lub więcej połączonych próbek tworzą punkt reprezentacyjny fali. Zarejestrowany przebieg fali jest zbiorem takich punktów reprezentacyjnych, a liczba punktów jest nazywana długością zapisu. Przy zapisie kolejnych punktów z częstotliwością próbkowania pojemność pamięci określa długość zarejestrowanego odcinka fali.

Częstotliwość próbkowania jest ograniczona układowo. W przypadku skomplikowanych przebiegów wymagających większej częstotliwości próbkowania możliwe jest dodatkowe sztucznych próbek w wyniku interpolacji w trakcie cyfrowej obróbki sygnałów. Interpolacja jest przeważnie wykorzystywana do rekonstrukcji wyświetlanej fali ale nie do tworzenia nowych próbek rejestrowanego przebiegu. Próbkki interpolowane poprawiają wprawdzie wygląd przebiegu na ekranie, ale nie są one zapisywane w pamięci. Pojemność pamięci jest przeważnie podawana w megapunktach Mpkt (ang. Mpts).



Rys. 13.2. Zasada próbkowania w czasie ekwiwalentnym dla przebiegów okresowych. Czas zbierania próbek przedłuża się na wiele okresów przebiegu

Na ilustracji 13.2 przedstawiono zasadę próbkowania w czasie ekwiwalentnym. Próbkowanie to jest stosowane albo dla zwiększenia dokładności wskazań albo dla przewyciężenia ograniczeń spowodowanych szybkością pracy przetwornika analogowo-cyfrowego. W odróżnieniu od próbkowania w czasie rzeczywistym, w którym zbierane są kolejne próbki z dowolnego, nawet pojedynczego przebiegu próbkowanie w czasie ekwiwalentnym możliwe jest tylko w przypadku przebiegów okresowych. Pierwsza próbka jest pobierana z pierwszego analizowanego przebiegu, a następnie z kolejnych okresów

przebiegu. Pozostawia to więcej czasu na obróbkę i zapamiętanie próbki przy jednoczesnym zmniejszeniu ich odstępów w stosunku do przebiegu, co symuluje znaczne zwiększenie częstotliwości próbkowania. Zebranie pełnego zestawu próbek zajmuje jednak więcej czasu aniżeli przy próbkowaniu z czasie rzeczywistym, przykładowo zebranie 20 próbek wymaga 20 okresów przebiegu badanego.

W nowoczesnych oscyloskopach pojemność pamięci próbek zawsze przekracza rozdzielczość wyświetlacza. Pozwala to na stosowanie różnych sposobów zbierania próbek pochodzących z kolejnych okresów przebiegu. Jednym z nich jest tworzenie chmury punktów o różnej jasności co naśladuje wyświetlanie na ekranach kineskopowych oscyloskopu analogowego.

Często pomijaną sprawą jest podział pamięci pomiędzy kanały wejściowe. Pamięć ta i szybkość próbkowania mogą być podzielone na wiele kanałów, ale spotyka się zapis wszystkich danych kanałowych we wspólnym obszarze. Przykładowo oscyloskop o częstotliwości próbkowania 10 GPróbek/sek (ang. GS/s) i pamięci 46 M może zapamiętywać przebiegi o długości 46 ms. Przebiegi dłuższe mogą być zapamiętane tylko fragmentarycznie. W takich sytuacjach przeważnie obniżana jest częstotliwość próbkowania. Standardowo stosowana jest natomiast maksymalna częstotliwość próbkowania. Skala pozioma i długość zapisu wybrane przez użytkownika decydują o stosunku obniżenia częstotliwości próbkowania (przykładowo 1 z 2 próbek, 1 z 4, 1 z 10 itd.).

Przeważnie parametry są dobierane przy założeniu, że częstotliwość próbkowania jest wystarczająca do wyświetlenia wygładzonego przebiegu. W niektórych przypadkach w danych oscyloskopu jest już zawarta informacja o stosowaniu interpolacji i funkcji wygładzania przebiegów na ekranie. Jednym z ograniczeń zakresu częstotliwości próbkowania jest zasada Nyquista. Mówi ona, że w przypadku przebiegów okresowych minimalna częstotliwość próbkowania musi być dwukrotnie wyższa od częstotliwości badanego przebiegu. Ponieważ w okresie przebiegu pobierane są tylko dwie próbki, konieczne jest odczekanie wielu okresów przebiegu dla uzyskania dostatecznej liczby próbek tworzących wygładzony przebieg na ekranie. W przypadku pobierania tylko dwóch próbek na okres konieczne jest zastosowanie na wejściu filtru o stromych zboczach, gdyż w przeciwnym wypadku wśród wyświetlanych składowych sygnału znajdą się składowe lustrzane. Ostatecznie granica dwóch próbek na okres ogranicza maksymalny czas odchylenia poziomego.

Parametry kanału pionowego

Pierwszym i najważniejszym układem w kanale pionowym jest przetwornik analogowo-cyfrowy (A/C). Najczęściej jest to albo przetwornik 8 bitowy (zapewniający rozdzielczość 256 poziomów napięcia), albo 12 bitowy (4096 poziomów) albo w oscyloskopach wyższej klasy 14 bitowy (16384 poziomy).

Błąd kwantyzacji wynosi odpowiednio $U_{we}/256$, $U_{we}/4096$ lub $U_{we}/16384$. W przypadku oscyloskopów dwukanałowych jeżeli niemożliwe jest równoczesne próbkowanie obu kanałów (nie są one wyposażone w dwa przetworniki A/C) częstotliwość próbkowania w każdym z kanałów jest równa połowie podanej częstotliwości maksymalnej. Lepsze modele oscyloskopów są wyposażone w przetworniki dla każdego z kanałów. Najczęściej też ich szybkości przetwarzania są na tyle duże, że nie ma potrzeby korzystania z próbkowania w czasie ekwiwalentnym nawet dla szybkich przebiegów. W tej sprawie daje się zaobserwować wyraźny postęp w stosunku do lat poprzednich.

Przetwornik A/C jest poprzedzony sondami. Pomimo, że nie jest to podawane oficjalnie można założyć, że ich pasmo przenoszenia jest zgrane z pasmem przenoszenia oscyloskopu. Dla sond o dziesięciokrotnym stosunku podziału istotna jest ich należyta kompensacja. Jej brak może się odbić niekorzystnie na pomiarach sygnałów o częstotliwościach 10 – 20 kHz. Nowoczesne oscyloskopy cyfrowe są wyposażone w wyjście kompensacyjne. Regulacje kompensacji przeprowadza się w samej sondzie lub w pobliżu gniazda BNC.

Układ analogowy znajdujący się między gniazdem wejściowym oscyloskopu i przetwornikiem A/C może powodować błędy różnego rodzaju. Informacje na ten temat są umieszczane przez producentów w instrukcjach obsługi. Jedną z przyczyn są odchyłki od nominalnej wartości wzmocnienia. Podawane procentowe uchyby obejmują wpływ tłumika wejściowego. Są one publikowane w specyfikacji albo jako pojedyncza wartość dla całego zakresu napięć albo jako wartości dla poszczególnych zakresów napięć wejściowych na działkę skali. Może być więc to przykładowo uchyb 3% bez dodatkowych wyjaśnień, czyli dla całego zakresu napięć, albo przykładowo 2% dla ustawienia 5 mV/cm do 1 V/cm i 3% dla 1 V/cm do 10 V/cm. Skala pionowa może być podana albo jako pełny zakres np. 3 mV do 30 V, albo w postaci podzakresów 3 mV – 300 mV, 300 mV – 3 V itd.

Innym parametrem, który bywa podawany lub nie jest odchyłka poziomu zerowego (dla składowej stałej). Jest to różnica między poziomem składowej stałej wskazywanym na oscyloskopie a poziomem rzeczywistym. Przykładowo jeśli przy dotknięciu sonda masy (0 V) oscyloskop wskazuje 3 mV, to tyle właśnie wynosi odchyłka.

Podanie uchybu wzmocnienia bez dodatkowych informacji może być mylące. Przy obserwacji przebiegu dla maksimum skali równego 20 V i uchybu 2 % rzeczywisty uchyb dla przebiegu o napięciu 10 V (połowy skali) uchyb odczytu może wynosić już 4 %. Wszystko zależy od specyfikacji podanej przez producenta. Uchyb może być podany jako zależny od napięcia mierzonego, jako niezależny od niego, zależny od ustawień oscyloskopu lub jako kombinacja wszystkich zależności. Dla porównania oscyloskopów między sobą warunki te muszą być podane.

Wyzwalanie

W oscyloskopach analogowych wyzwolenie oznacza rozpoczęcie odchylenia strumienia elektronów (wyświetlania przebiegu). Oscyloskopy cyfrowe próbują dane w sposób ciągły, a moment wyzwolenia stanowi coś w rodzaju zakładki w strumieniu danych, decydującej o tym, które próbki są wyświetlane. Pozwala to na obserwację sytuacji poprzedzającej moment wyzwolenia jak i sytuacji następującej po nim. Dla większości oscyloskopów warunki wyzwalań i ich nazwy są podane w specyfikacjach. Bardzo często są to takie same warunki i możliwości jak w przypadku oscyloskopów analogowych, ale noszące inne nazwy.

Podstawowy sposób wyzwalań zapewnia dobrą stabilność wyświetlania przebiegów okresowych gdy każdy kolejny okres jest wyświetlany na miejscu poprzedniego lub poprzednich. Nadmierna niestabilność momentu wyzwalań powoduje rozmycie wskazań. Informacje dotyczące niestabilności wyzwalań (drżenie zbczy) są podawane przez producentów w różnej postaci. Niektórzy z nich podają wartość dla pełnego wyświetlanego przebiegu co odpowiada jego wydrukowi, inni podają pojedynczą wartość czasu, a niektórzy inni milczą na ten temat. Niestabilność wyzwalań jest też istotna przy korzystaniu z próbkowania w czasie ekwiwalentnym, jak to obrazuje ilustracja 13.2. Powodowałaby ona zniekształcenia wyświetlanego przebiegu, zwłaszcza gdyby niestabilność była porównywalna z odstępami próbek. Stabilność wyzwalań jest również istotna w przypadku obserwacji wycinka przebiegu. Jeżeli przykładowo okres przebiegu jest równy 500 μ s, a długość obserwowanego wycinka 30 ns dopuszczalna niestabilność wyzwalań musiałaby wynosić około 6 – 10 ps, aby wycinek ten był wyświetlany stabilnie.

Pozostałe parametry

Pomimo, że parametry te nie mogą być podane liczbowo mogą one być istotne dla porównywania między sobą różnych modeli.

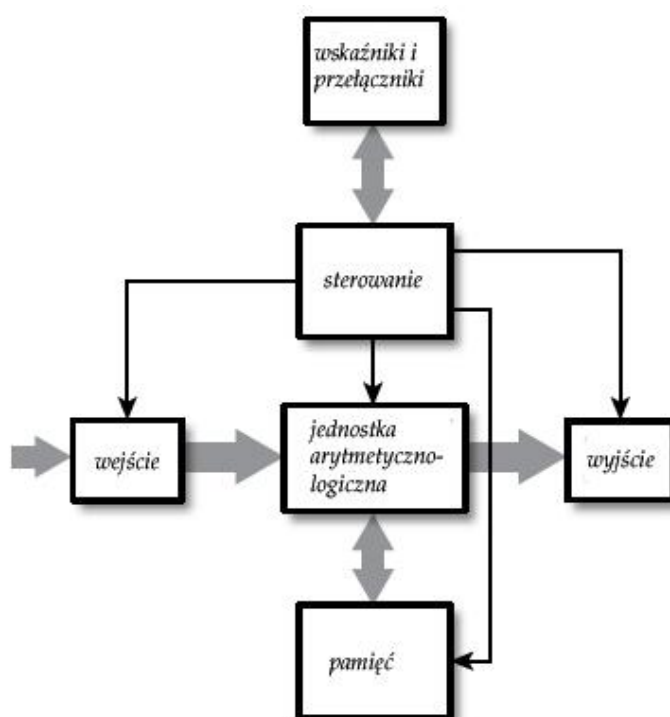
Należy do nich wyposażenie w funkcje matematyczne i zakres ich możliwości. Do podstawowych funkcji w oscyloskopach dwukanałowych należą sumowanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie wartości wejściowych kanałów. Operacje są prowadzone punkt po punkcie, a ich wyniki są obrazowane w postaci nowego wykresu.

Do dalszych funkcji należy automatyczne prowadzenie pomiarów, a w szczególności częstotliwości przebiegu, okresu powtarzania, szerokości impulsów, średniej amplitudy, czasu narastania, średniego napięcia, wartości skutecznej i wielu innych parametrów. Wśród publikowanych informacji można doszukać się nawet do 30 operacji tego rodzaju. Do często potrzebnych należy też obliczanie szybkiej transformaty Fouriera (FFT) dla obserwowanego przebiegu. Omożliwia to obserwację przebiegu w dziedzinie częstotliwości.

[13.] „Digital Oscilloscope Specifications”, Paul Danzer, NIII, QST 8/2024, str. 30

14. Cyfrowe przyrządy pomiarowe

Cyfryzacja wkroczyła szeroko również do sprzętu pomiarowego. Przed omówieniem ich możliwości przyjrzyjmy się jednak technice cyfrowej i pracy komputerów. U źródeł współczesnej techniki cyfrowej leżą dwa wynalazki. Pierwszym z nich nie jest tranzystor a krosno. W 1801 roku francuski tkacz i handlowiec Joseph Marie Jacquard zaprezentował krosna sterowane przez komplet kart dziurkowanych. Udoskonaleniami w tej dziedzinie i opracowaniem maszyny do dziurkowania kart zajmował się polski wynalazca Jan Szczepanik, zwany też polskim Edisonem. Krosna Jacquarda można uznać za pierwszą maszynę programowalną. Jej programy były zapisane na kartach dziurkowanych dzięki czemu zmiana tkanego wzoru wymagała jedynie wymiany kompletu kart. Drugim wynalazkiem było opracowanie architektury von Neumanna. Polega ona na tym, że zarówno program jak i dane są zapisane w tym samym obszarze pamięci. Schemat blokowy komputera opartego o architekturę von Neumanna przedstawiono na rys. 14.1. Architektura ta jest szeroko spotykana w mikrokomputerach i małych komputerach w rodzaju PC.

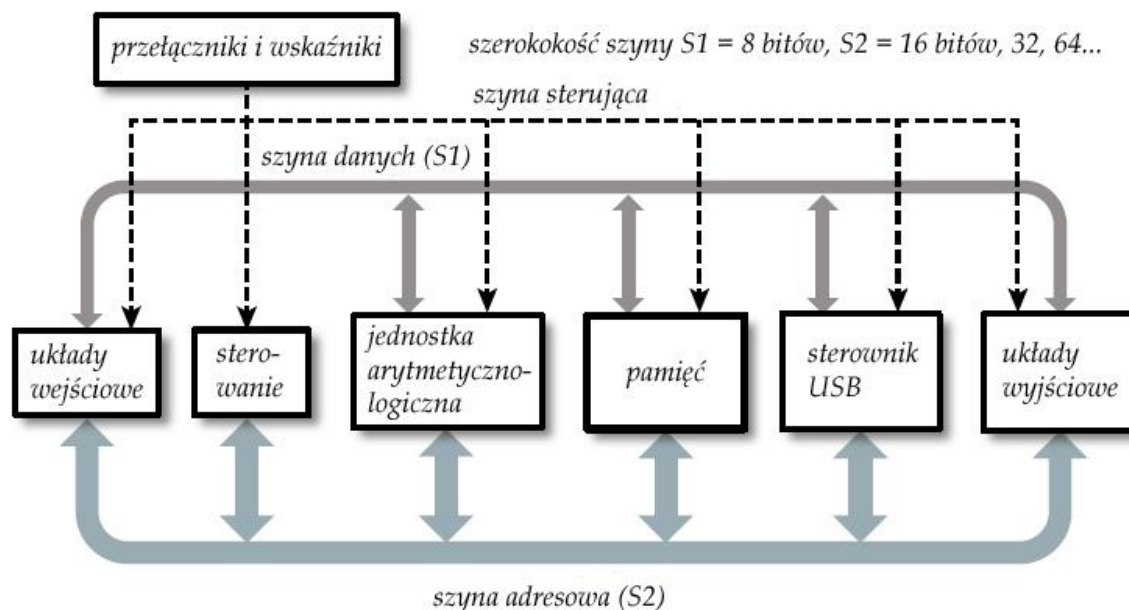


Rys. 14.1. Schemat blokowy komputera

Rys. 14.2 przedstawia nie tylko bardziej szczegółowy schemat blokowy komputera, ale również i komunikacji między poszczególnymi blokami za pośrednictwem magistral (szyn) danych, adresów i sygnałów sterujących. Po dodaniu układów peryferyjnych otrzymuje się cyfrowy przyrząd pomiarowy. Każdy z bloków lub elementów ma przypisany jednoznaczny adres w postaci liczby dwójkowej. Przykładowo jeśli jednostka arytmetyczno-logiczna (procesor; ang. CPU) wysyła dane do układu wyjściowego musi podać na szynie adresowej jego 8, 16, 32, 64-bitowy lub dłuższy adres. Same dane są podawane na szynie danych. Polecenie wykonania operacji jest podawane na szynie sterującej. Struktura szyny sterującej jest charakterystyczna dla danego systemu komputerowego.

Większość współczesnych cyfrowych przyrządów pomiarowych jest wyposażona w złącze USB. Pełni ono nie tylko rolę wejścia i wyjścia danych, ale czasami również służy jako gniazdo zasilania.

Na następnej ilustracji widoczny jest typowy schemat blokowy cyfrowego przyrządu pomiarowego. W rzeczywistości producenci optymalizują konstrukcje tak, aby je dostosować do konkretnych zadań przyrządu.



Rys. 14.2. Droga sygnałów na magistralach



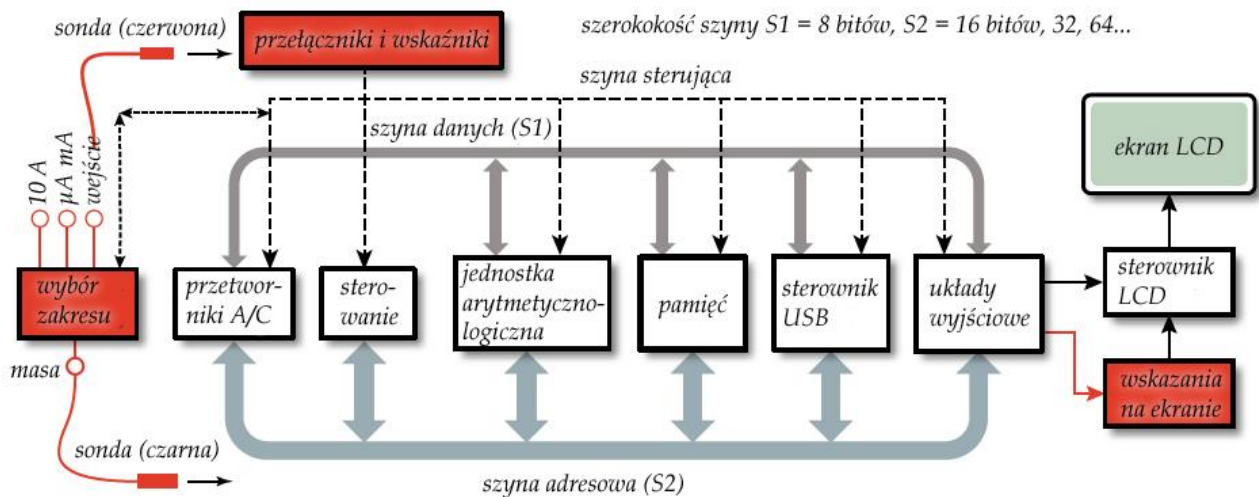
Fot. 14.3. Płyta czołowa cyfrowego miernika uniwersalnego. Po lewej stronie widoczny jest wyświetlacz ciekłokrystaliczny, po środku przyciski programowalne, po prawej stronie przełączniki mechaniczne

Uniwersalny miernik cyfrowy

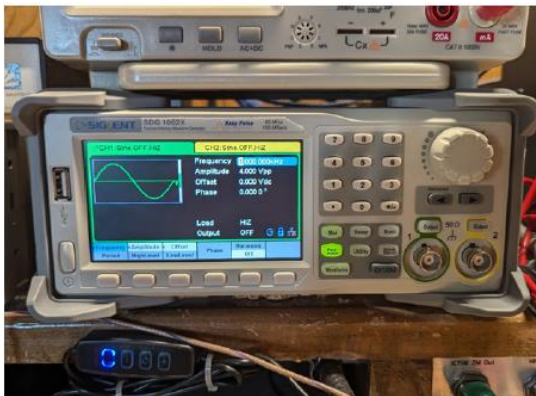
Przykład płyty czołowej cyfrowego miernika uniwersalnego (na przykładzie modelu Owon XDM1241) przedstawia fot. 14.3. Po prawej stronie u dołu widoczne są trzy gniazdka wejściowe i gniazdko masy. Umieszczone powyżej mechaniczne przyciski mogą mieć przypisaną jedną funkcję lub więcej. Na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym widoczny jest zestaw dotykowych przycisków programowalnych, których funkcja zależy od wybranego rodzaju pomiarów. Wybrany rodzaj pomiarów i ustawienia są wyświetlane na ekranie miernika. W niektórych konstrukcjach informacje te są przesyłane bezpośrednio z jednostki sterującej, a w innych przez szynę (magistralę) danych.

Podobieństwo między schematami blokowymi (mikro)komputera z rysunku 14.2 i miernika cyfrowego 14.4 wyjaśnia dlaczego mierniki cyfrowe mogą zapamiętywać ciągi danych pomiarowych i wykonywać na nich operacje arytmetyczne.

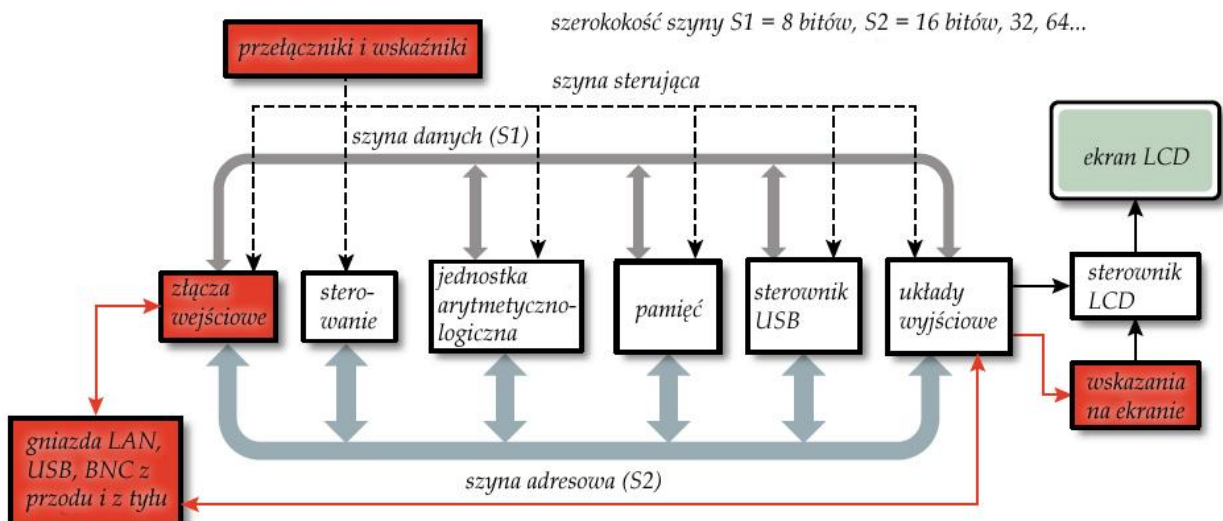
Połączenie analogowych obwodów wejściowych z mikroprocesorem umożliwia automatyczny wybór zakresów i automatyczną kalibrację. Niektóre wyświetlacze zawierają także wskaźniki paskowe ułatwiające zaobserwowanie maksimum lub zera wskazań.



Rys. 14.4. Droga sygnału w mierniku uniwersalnym. Bloki o czerwonym tle zostały dodane do schematu komputera aby otrzymać miernik cyfrowy



Fot. 14.5. Płyta czołowa generatora sygnałowego dla porównania z płytą miernika uniwersalnego Fot. 14.7. Model SDS1104X-E. Gniazda LAN i USB u dołu po lewej stronie są używane do ładowania programów, zdalnego sterowania, aktualizacji oprogramowania wewnętrznego i zapisu danych z ekranu



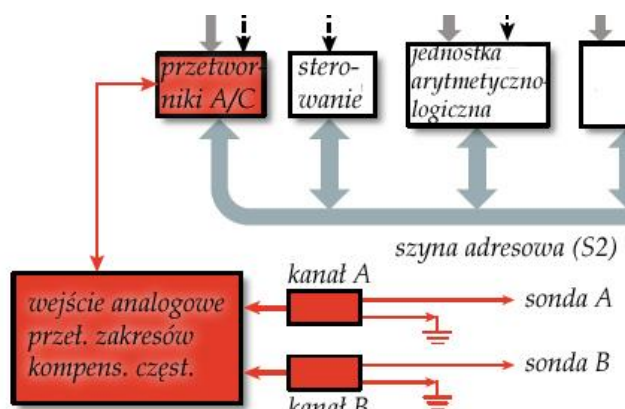
Rys. 14.6. Schemat blokowy nowoczesnego generatora sygnałowego. Bloki zaznaczone na czerwono zostały dodane do schematu komputera aby otrzymać generator sygnałowy

Generatory sygnałowe

Współczesne generatory sygnałowe oferują znacznie szersze możliwości niż starsze rozwiązania, które generowały ograniczoną liczbę rodzajów fali. Przykładowo SDG1062X firmy Siglent Technologies mogą równocześnie generować dwa przebiegi o częstotliwościach maksymalnych 60 MHz. Schemat blokowy generatora przedstawia rys. 14.6. Różni się on od poprzednich schematów w związku ze sposobem generowania fali. Każdy z możliwych przebiegów jest generowany w oparciu o algorytm zapisany w pamięci. W ten sposób możliwa jest generacja nawet kilkuset różnych przebiegów ponieważ nie są one zapisane w postaci zajmujących dużo miejsca ciągów próbek, a w postaci używanych na bieżąco algorytmów.

Jak wynika ze schematu blokowego jako wejścia lub wyjścia mogą być stosowane gniazda BNC, USB i LAN. Użytkownicy mogą definiować własne przebiegi i wprowadzać definiujące je algorytmy przez blok wejściowy widoczny po lewej stronie schematu.

Oscyloskopy cyfrowe



Rys. 14.8. Schemat blokowy oscyloskopu cyfrowego różni się od schematu generatora z rys. 14.6 tylko blokami po lewej stronie. Reszta schematu i drogi danych są identyczne

Cyfrowe oscyloskopy, takie jak SDS1104X-E (patrz fot. 14.7) mają podobną konstrukcję: wyświetlacz umieszczony po lewej stronie, a po jego prawej stronie przyciski programowalne. SDS1104X-E jest urządzeniem czterokanałowym, co oznacza, że posiada on cztery gniazda BNC i cztery klawisze wyboru kanałów. Może on być używany jako dwa oscyloskopy dwukanałowe lub jako cztery jednokanałowe.

Z rysunku 14.8 wynika, że najważniejszą różnicą w stosunku do poprzednich są dwa przetworniki A/C znajdujące się na końcach torów analogowych A i B. Pomimo ograniczeń związanych z pojemnością pamięci i szybkością przetwarzania ten podstawowy układ blokowy jest wspólny dla wszystkich czterech kanałów.

Podsumowanie

Trzy przytoczone przykłady pokazują, że większość mierników cyfrowych może posiadać taką samą architekturę jak komputery osobiste. Ponieważ większość badanych przebiegów ma charakter analogowy konieczne jest uwzględnienie w torach wejściowych przetworników analogowo-cyfrowych (A/C). Konieczne są również bloki pamięci przeznaczone do zapisu badanych przebiegów albo programów generujących sygnały.

Konieczny jest także ekran, do wyświetlania przebiegów, innych zobrazowań i opisujących je tekstów. Dzięki współczesnemu stanowi techniki objętości przyrządów nie przekraczają przeważnie 3 dm³, a masa wynosi najwyżej kilka kg. Analizując parametry i możliwości sprzętu niejednokrotnie daje się zauważyć, że istotne rozszerzenie możliwości sprzętu pociąga za sobą tylko niewielkie koszty, przykładowo może to być uzupełnienie cyfrowego oscyloskopu o funkcje generatora sygnałowego.

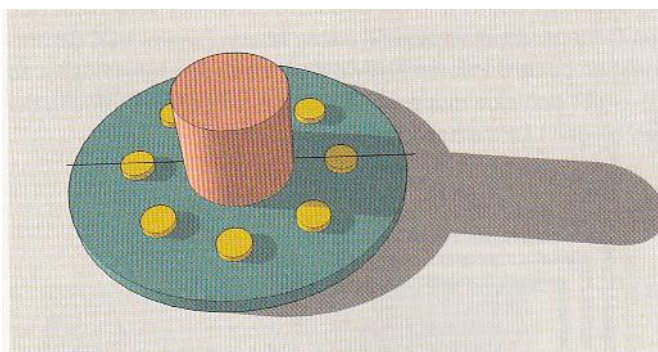
[14.1] „Digital Test Equipment”, Paul Danzer, N1II, QST 10/2024, str. 30

15. Pomiar czasu naświetlenia słonecznego

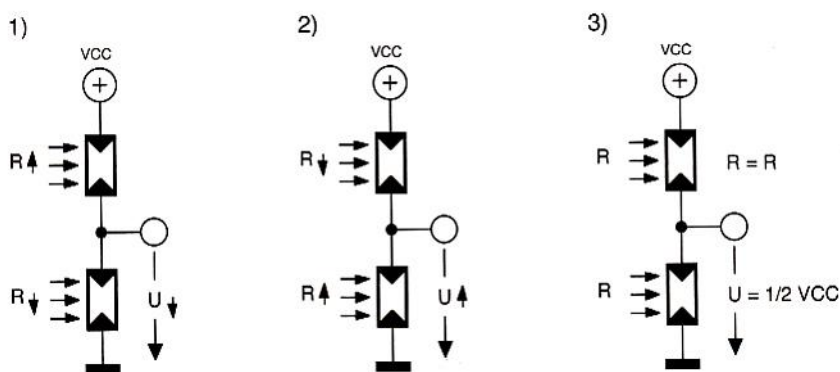
Pomiar czasu naświetlenia słonecznego pozwala pośrednio na wyciągnięcie wniosków odnośnie zachmurzenia, jego intensywności i czasu, kiedy nieboskłon jest wolny od chmur. Informacje te mają znaczenie nie tylko dla użytkowników baterii i kolektorów słonecznych. Silniejsze nasłonecznienie zwiększa wprawdzie uzysk energii ale może także oznaczać konieczność intensywniejszego nawodnienia roślin. Proces ten można oczywiście zautomatyzować dzięki opisanemu dalej czujnikowi.

Czujnik składa się z elementów światłoczułych rozmieszczonych wokół cylindra rzucającego cień padający na kolejne elementy w miarę pozornego ruchu słońca na niebie. Oświetlony element dostarcza wyraźnie silniejszego sygnału niż element znajdujący się w cieniu. Jeżeli poziomy napięcie wszystkich elementów są w przybliżeniu równe, czujnik nie jest oświetlony przez słońce.

Rozwiązanie to dobrze nadaje się do konstrukcji własnych dzięki rezygnacji z elementów ruchomych. Jako elementy światłoczułe zastosowano zwykłe fotooporniki, a jako rzucającego cień cylindra można użyć nawet korka od butelki z winem albo dowolnego przedmiotu metalowego czy plastikowego o kształcie cylindrycznym. Czujnik powinien być umieszczony w miejscu oświetlonym przez cały dzień. Należy go wyłączyć po zmierzchu dla uniknięcia błędnych pomiarów odbitego światła księżycowego lub pochodzącego z innych źródeł.



Rys. 15.1. Rozmieszczenie elementów światłoczułych wokół walca. Para elementów najsilniej oświetlonego i najbardziej zacienionego daje największe odchylenie od połowy napięcia zasilania

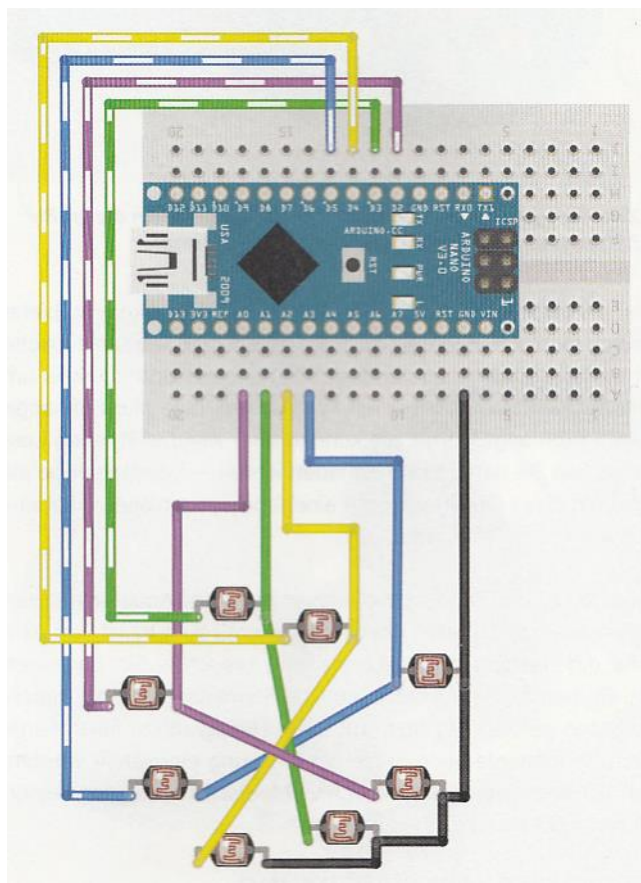


Rys. 15.2. Zależność napięcia wyjściowego dzielnika od oświetlenia jego elementów, 1) silniejsze oświetlenie dolnego elementu dzielnika niż górnego powoduje obniżenie napięcia wyjściowego, 2) silniejsze oświetlenie elementu górnego niż dolnego powoduje wzrost, 3) przy jednakowym oświetleniu obu elementów napięcie wyjściowe jest równe połowie napięcia zasilania

Osiem, umieszczonych na okręgu wokół cylindra (rys. 15.1), elementów światłoczułych jest połączonych parami jak to pokazuje rys. 15.2. Powstające w ten sposób dzielniki napięcia zapewniają większe różnice napięć dla pary o najsilniejszym kontraście między elementem oświetlonym i zacienionym. Element oświetlony ma najniższą oporność, a zacieniony wyraźnie wyższą. Dzielnik taki dostarcza wyższego napięcia na wyjściu aniżeli dzielnik, którego elementy są oświetlone mniej więcej równo. Najniższego napięcia dostarcza dzielnik, którego dolny element znajduje się w pełnym świetle,

a górny w cieniu. W ten sposób konieczne są jedynie cztery wejścia analogowe mikroprocesora zamiast ośmiu jak w przypadku podłączenia fotooporników pojedynczo. Zależnie od typu mikroprocesora konieczne byłoby użycie dodatkowego przetwornika analogowo-cyfrowego o wystarczającej liczbie wejść. W programie stany napięć wyższych zbliżonych do napięcia zasilania i niższych zbliżonych do masy są interpretowane jako oświetlenie czujnika przez słońce. Stany pośrednie między nimi wokół połowy napięcia zasilania oznaczają brak oświetlenia słonecznego. Do wejść analogowych mikroprocesora doprowadzone są cztery środkowe punkty dzielników. W czasie pomiaru napięcie zasilania jest włączane kolejno na poszczególne dzielniki. Do tego celu używane są cztery wyprowadzenia logiczne (cyfrowe) mikrokomputera. Jako elementów światłoczułych można użyć fotooporników dowolnego typu, przykładowo niedrogich GL5528. Ich oporność wynosi 8 – 20 k Ω przy oświetleniu 10 luksów. Czujnik powinien być osłonięty przezroczystą przykrywką dla ochrony przed deszczem i innymi wpływami środowiska. Przykrywka nie powinna załamywać światła i rzucać cienia, co mogłoby zafałszować wyniki.

W zależności od miejsca umieszczenia czujnika i wynikających stąd różnic maksymalnego oświetlenia konieczne może być dopasowanie wartości granicznych w przytoczonym poniżej przykładowym programie. Dla porównania reakcji programu z rzeczywistą sytuacją można włączyć w nim meldunki diagnostyczne i oglądać wykres na ekranie. Intensywność oświetlenia w ciągu ostatnich 60 sekund jest wydawana na złączu szeregowym co minutę.



Rys. 15.3. Montaż na płytce próbnej

Przykładowy program pomiarowy dla Arduino (istotne fragmenty)

```
#define DEBUG
const uint16_t minv = 200;
const uint16_t maxv = 900;
...
uint32_t sunMillis = 0, Minute = 0, sunMinute = 0;
boolean sunshine = false;
```

```

uint16_t getAnalog (uint8_t Pin)
{
  uint16_t in = 0;
  for (int i = 0; i < 10; i++)
    in += analogRead(Pin);
  return (in / 10 );
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(digitalPin1, OUTPUT); // definicja wyjść
  pinMode(digitalPin2, OUTPUT);
  pinMode(digitalPin3, OUTPUT);
  pinMode(digitalPin4, OUTPUT);
  digitalWrite(digitalPin1, LOW); // napięcie wyjściowe zasilające dzielniki zero-
  digitalWrite(digitalPin2, LOW);
  digitalWrite(digitalPin3, LOW);
  digitalWrite(digitalPin4, LOW);
  Minute = mittlis();
}

void loop()
{
  uint16_t v1, v2, v3, v4;

  digitalWrite(digitalPin1 HIGH); // włączenie zasilania dzielnika 1 z elementów światłoczułych
  v1 = getAnalog (analogPin1); // odczyt napięcia wyjściowego dzielnika 1
  digitalWrite(digitalPin1 LOW); // wyłączenie zasilania

  digitalWrite(digitalPin2 HIGH); // włączenie zasilania dzielnika 2 z elementów światłoczułych
  v2 = getAnalog (analogPin2); // odczyt napięcia wyjściowego dzielnika 2
  digitalWrite(digitalPin2 LOW); // wyłączenie zasilania

  digitalWrite(digitalPin3 HIGH); // włączenie zasilania dzielnika 3 z elementów światłoczułych
  v3 = getAnalog (analogPin3); // odczyt napięcia wyjściowego dzielnika 3
  digitalWrite(digitalPin3 LOW); // wyłączenie zasilania

  digitalWrite(digitalPin4 HIGH); // włączenie zasilania dzielnika 4 z elementów światłoczułych
  v4 = getAnalog (analogPin4); // odczyt napięcia wyjściowego dzielnika 4
  digitalWrite(digitalPin4 LOW); // wyłączenie zasilania

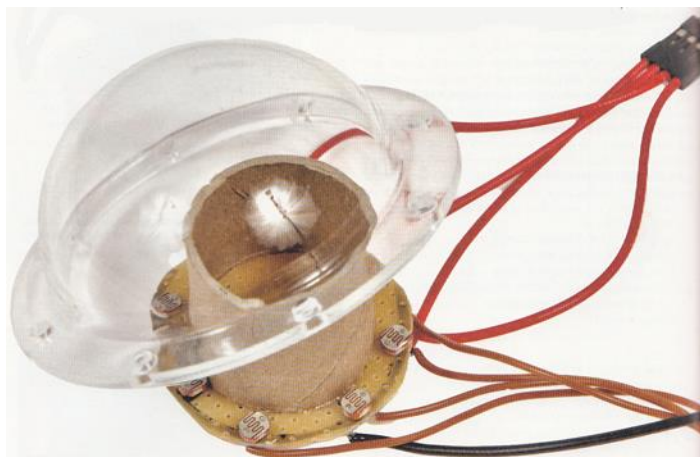
  ...
  if (( v1 < minv) || (v2 < minv) || (v3 < minv) || (v4 < minv) || (v1 > maxv) || (v2 > maxv) || (v3 > maxv)
  || (v4 > maxv))
  {
    if (!sunshine)
    {
      sunMillis = millis();
      sunshine = true;
#ifdef DEBUG
      Serial.println(„Sunshine“);
#endif
    }
  }
  else

```

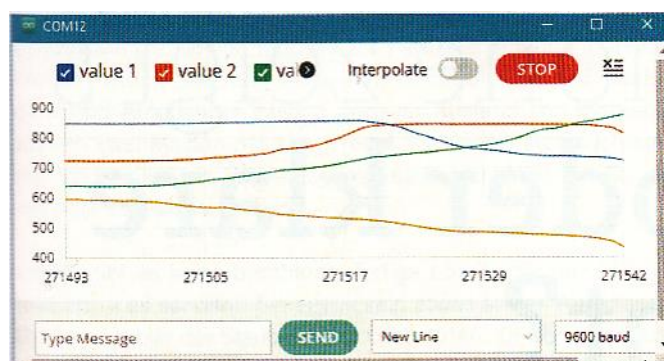
```

{
  if (sunshine)
  {
    sunshine = false;
    sunMillis = millis() - sunMillis;
    sunMinute += sunMillis;
    sunMillis = 0;
#ifdef DEBUG
    Serial.println(„No sunshine“);
#endif
  }
}
if (millis() - Minute > 60000)
{
  Minute = millis();
  Serial.print(„Sunshine last minute: “);
  Serial.print(sunMinute / 1000.0, 4);
  Serial.print(„, seconds\r“);
  sunminute = 0;
}
delay(100);

```



Fot. 15.4. Przykład konstrukcji mechanicznej

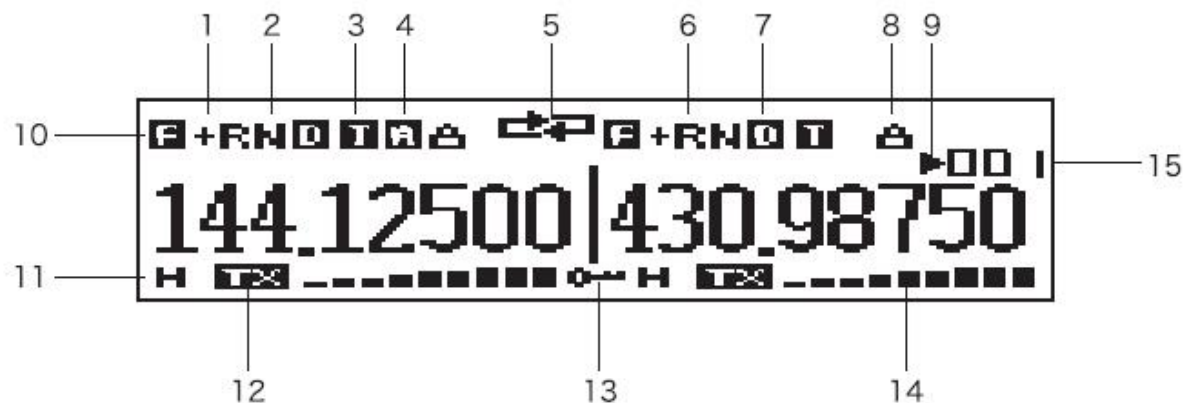


Rys. 15.5. Przykładowy wykres napięć na wyjściach dzielników w funkcji czasu

[15.1] „DYI-Sensor für die Sonnenschein Dauer“, Elector Spezial nr. 6, str. 50

16. Instrukcja obsługi KG-UV980P

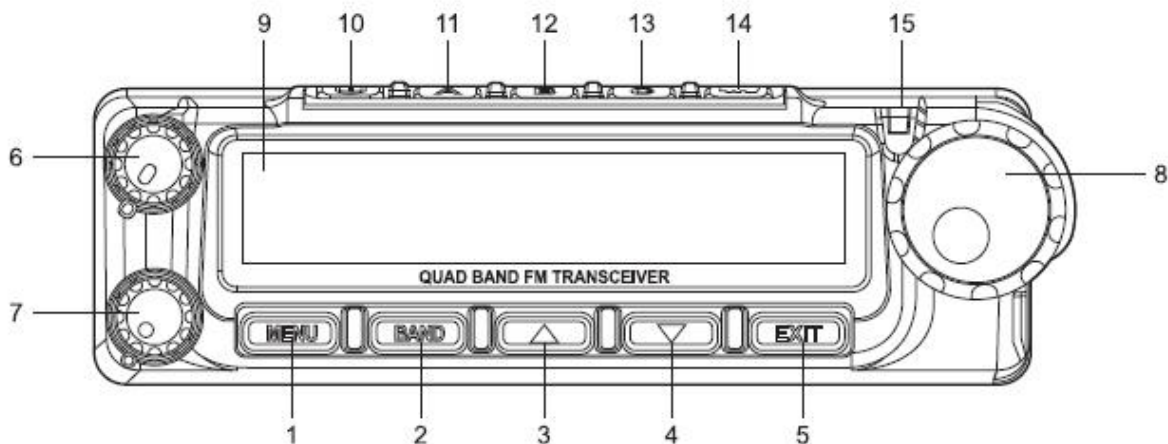
16.1. Wyświetlacz LCD



Rys. 16.1.1

1. Odstęp częstotliwości dla przemienników, + wyższa częstotliwość nadawania, - - niższa,
2. Wąskie pasmo,
3. DTMF,
4. AM,
5. Przekątnik skrośny (międzypasmowy),
6. Odwrotny odstęp częstotliwości dla przemienników,
7. DCS, C oznacza CTCSS,
8. Szyfrowanie głosu (w krótkofalarstwie niedozwolone),
9. Wskaźnik kanału priorytetowego,
10. Ustawienia w menu,
11. Wskaźnik mocy nadawania, H – duża moc, M – średnia moc, L – niska moc;
12. Nadajnik przekątnika, RX – odbiornik przekątnika;
13. Blokada klawiszy;
14. Wskaźnik siły odbioru,
15. Numer kanału w pamięci.

16.2. Płyta czołowa



Rys. 16.2.1

1. Klawisz wywołania menu,
2. Przełączanie pasm,
3. Kierunek (strzałka) „w górę”,
4. Kierunek (strzałka) „w dół”,
5. Wyjście z menu, rezygnacja z wprowadzonych zmian,
6. Regulacja siły głosu odbiornika „A”,
7. Regulacja siły głosu odbiornika „B”,
8. Gałka strojenia i wyboru kanałów pamięciowych,
9. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny,
10. Wyłącznik,
11. Klawisz programowalny „A” (patrz menu punkt 48),
12. Klawisz programowalny „B” (patrz menu punkt 49),
13. Klawisz programowalny „C” (patrz menu punkt 50),
14. Blokada klawiszy,
15. Wskaźnik nadawania i odbioru.

Do akcesoriów standardowych należą:

Radiostacja, ręczny mikrofon, dwa panele montażowe do prostego;ub ukośnego mumieszczenia płyty czołowej, uchwyt do montażu radiostacji w samochodzie, uchwyt do montażu przedniej ścianki w samochodzie, haczyk do mikrofonu, zestaw śrub, kabel zasilający, kabel łączący radiostację z płytą czołową i instrukcja obsługi.

16.3. Podstawowe funkcje

1. Pełnodupleksowy przekaźnik skrośny (korzystający z obu pasm),
2. Możliwość pracy dupleksowej przy wykorzystaniu obu pasm,
3. Dwa głośniki i dwa gniazdka wyjściowe,
4. Odbiór dwupasmowy w tym samym paśmie lub dwóch różnych,
5. Dwa obszary na wyświetlaczu – dla odbiornika „A” i „B”,
6. 999 kanałów pamięci,
7. Możliwość oddzielnego montażu płyty czołowej,
8. Odbiór AM w paśmie lotniczym,
9. Kodery i dekodery CTCSS i DCS, rozpoznawanie odebranych tonów CTCSS, i kodów DCS,
10. Nadawanie, kodowanie i dekodowanie kodów DTMF,
11. Wyświetlanie identyfikatora korespondenta,
12. Wywołania grupowe,
13. Szyfrowanie mowy (w krótkofalarstwie zakazane),
14. Obserwacja kanału priorytetowego,
15. Automatyczne wyłączenie po zadanym czasie braku aktywności,
16. Zmiana szerokości pasma,
17. Zapowiedzi głosowe (po chińsku i angielsku),
18. Nastawienie minimalnego napięcia pracy przy którym następuje wyłączenie,
19. Tony 2100, 1750, 1450 i 1000 Hz do uruchamiania przemienników,
20. Wybór jednego z trzech kolorów podświetlenia wyświetlacza (białego, zielonego, niebieskiego)
21. Zdalna obsługa,
22. Przeszukiwanie pasm i kanałów pamięci z analizą (rozpoznawaniem) odbieranych tonów CTCSS lub kodów DCS,
23. Równoległe przeszukiwanie przez odbiorniki „A” i „B”,
24. Różne możliwości chłodzenia.

16.4. Parametry techniczne

Ogólne		Odbiornik	Szerokie pasmo	Wąskie pasmo
Zakres częstotliwości	Dostosowany do kraju lub rejonu	Tłumienie kanału sąsiedniego	≤ 70 dB	≤ 60 dB
Krok strojenia [kHz]	5/6,25/10/12,5/20/25/30/50/100	Modulacja skrośna	≤ 65 dB	≤ 60 dB
		Poziom składowych niepożądanym	≤ 70 dB	≤ 70 dB
Liczba kanałów pamięci	999	Pasmo m.cz.	+1 – -3 dB: 0,3 – 3 kHz	+1 – -3 dB: 0,3 – 2,55 kHz
Emisje	F2D, F3E	Stos. sygn./szum	≥ 45 dB	≥ 40 dB
		Znieksz. nielin.	$\leq 5\%$	
Temp. pracy	-20 – + 40 °C	Moc m.cz.	Radiostacja ≤ 3 W, mikrofon 1 W	
Impedancja anteny	50 Ω	Czułość przy 13 dB SINAD	400,000 – 479 MHz: 0,25 μ V	
Zasilanie	13,8 V $\pm 15\%$, minus na masie		136,000 – 174,995 MHz: 0,25 μ V	
Masa [g]	1437,8 (z mikrofonem)		50,000 – 53,995 MHz: 0,25 μ V	
Wymiary [mm]	140 x 44 x 207		26,000 – 29,995 MHz: 0,25 μ V	
			320,000 – 349,995 MHz: 0,25 μ V	
			700,000 – 985,995 MHz -97 dBm	

Nadajnik	Pasma		Nadajnik	Pasma	
	Szerokie	Wąskie		Szerokie	Wąskie
Rodzaj modulacji	16K F3E	11K F3E	Maksymalna dewiacja	± 5 kHz	$\pm 2,5$ kHz
Moc w sąsiednim kanale	≥ 70 dB	≥ 60 dB	Stabilność częstotliwości	$\pm 5 \times 10^{-6}$	
Sygnaly niepożądane	≥ 60 dB	≥ 60 dB	Znieksz. nielin. m.cz.	$\leq 5\%$	

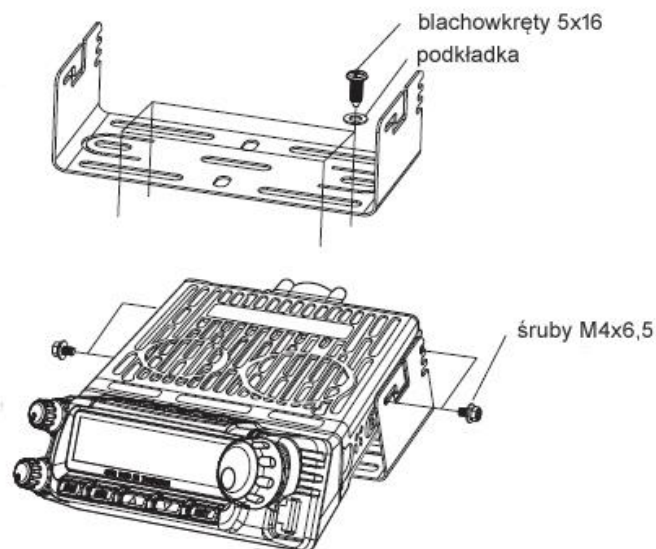
5. Instalacja w samochodzie

Należy wybrać dogodne miejsce w samochodzie, tak aby radiostacja nie przeszkadzała podróżującym i nie narażała ich na niebezpieczeństwo. Miejsce to powinno zapewniać dobrą wentylację i nie być narażone na bezpośrednie promieniowanie słoneczne.

1. Uchwyt montażowy należy przykręcić za pomocą blachowkrętów 5x16 z podkładką.

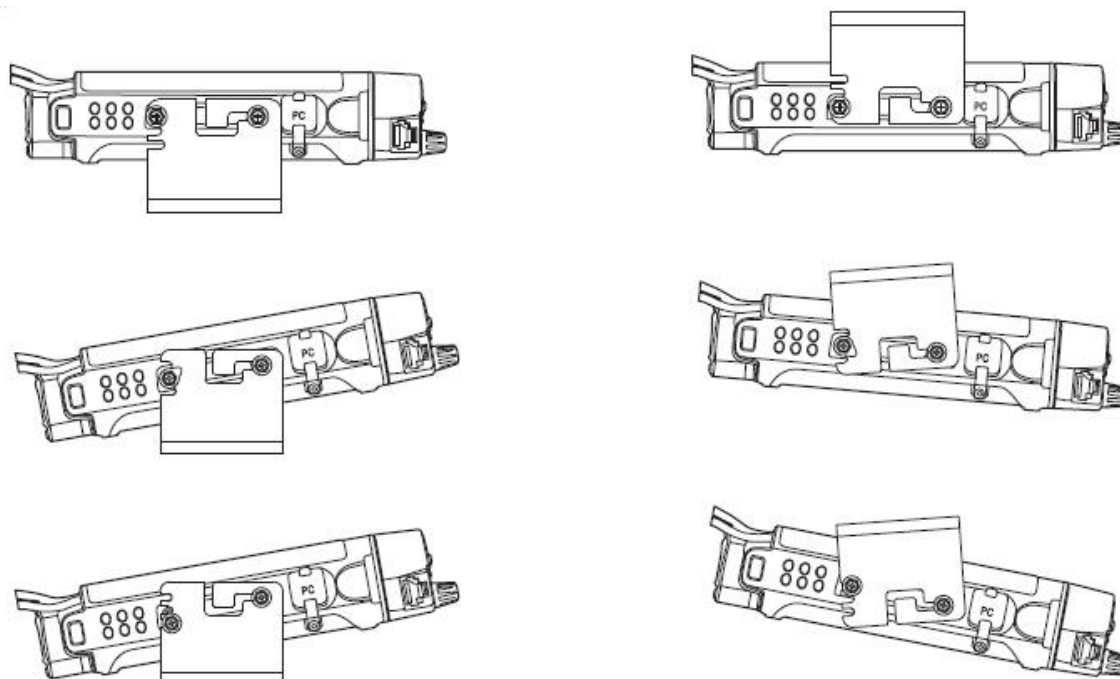
2. Umocować radiostację w uchwycie za pomocą śrub M4x6,5.

Śruby należy dobrze dokręcić aby radiostacja była stabilnie umocowana i nie obluzywała się w czasie jazdy po nierównościach.



Rys. 16.5.1

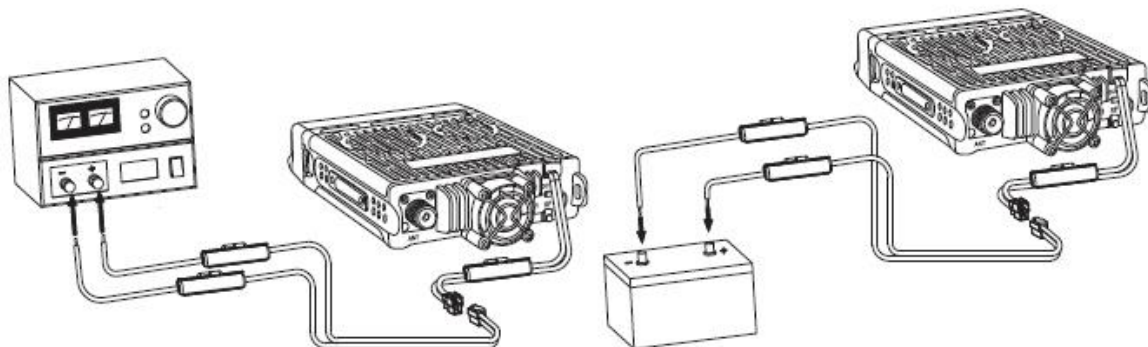
3. Możliwe jest pochylanie radiostacji w górę lub w dół albo umieszczenie jej w uchwycie prosto.



Rys. 16.5.2. Sposoby umieszczenia w uchwycie samochodowym

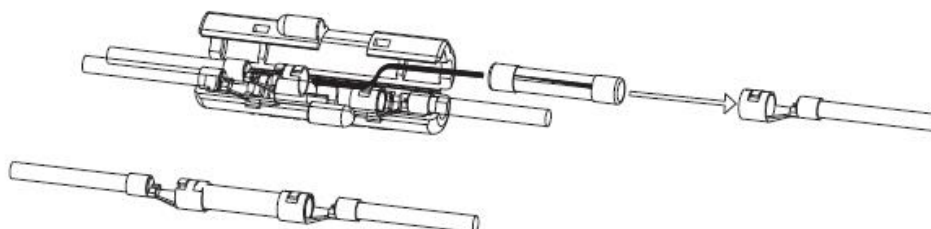
Dopuszczalne napięcie zasilania wynosi $13,8\text{ V} \pm 5\%$. Przy przekroczeniu napięcia 16 V nadawanie jest zablokowane aby nie dopuścić do uszkodzenia nadajnika. Odbiór jest możliwy w dalszym ciągu. Przy

spadku napięcia poniżej 11,5 V radiostacja zostaje wyłączona, aby nie doprowadzić do wyczerpania akumulatora w samochodzie. Dolną granicę napięcia można zmienić w menu w punkcie 38.



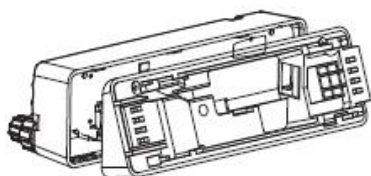
Rys. 16.5.3. Sposoby podłączenia zasilania w domu i w samochodzie

Znamionowy pobór prądu wynosi 15 A, dlatego też w obwodzie zasilania należy użyć bezpieczników topikowych 20 A. W przypadku gdy po wymianie bezpiecznika przepali się on ponownie konieczne jest zbadanie instalacji i radiostacji przez fachowca. Sposób instalacji bezpieczników ilustruje rys. 16.5.4.

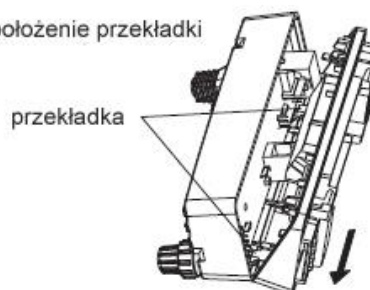


Rys. 16.5.4. Instalacja bezpiecznika

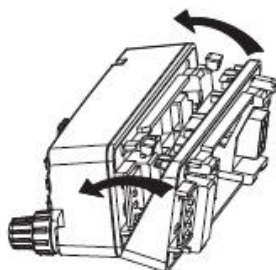
(1) dopasowanie położenia u dołu



(2) położenie przekładki

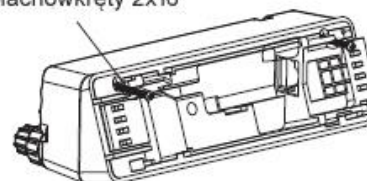


(3) domknięcie w kierunku pokazanym strzałkami



(4) umocowanie za pomocą blachowkręty

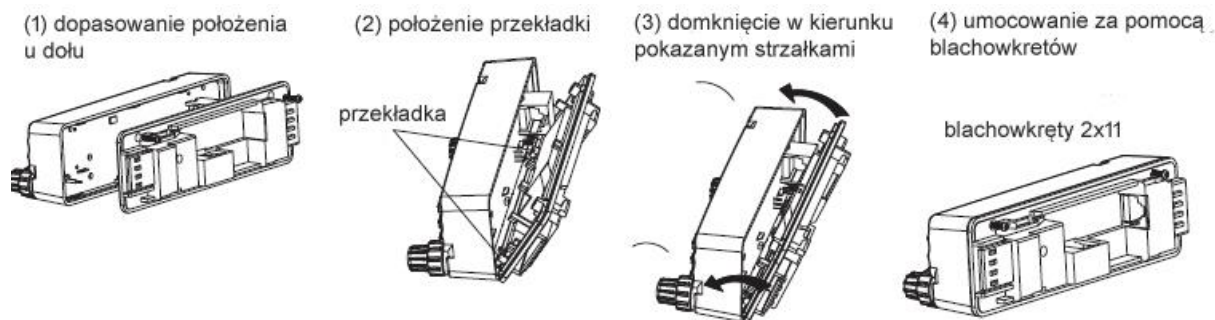
blachowkręty 2x16



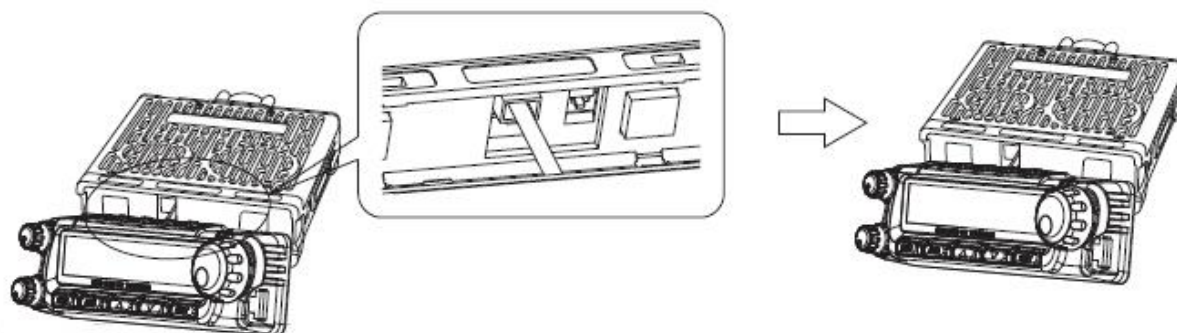
Rys. 16.5.5. Sposób montażu nachylonej płyty czołowej

Przed rozpoczęciem nadawania konieczne jest podłączenie anteny dostosowanej do zakresu pracy. Impedancja wejściowa radiostacji wynosi 50 Ω . Do połączenia z anteną należy więc użyć 50-omowego kabla koncentrycznego z wtyczką UHF i tyle samo powinna wynosić impedancja wejściowa anteny. Nadawanie bez obciążenia anteną może spowodować uszkodzenie nadajnika (w szczególności jego stopnia końcowego).

W skład standardowego wyposażenia wchodzi dwa panele montażowe: do montażu ukośnego płyty czołowej i do montażu płaskiego (rys. 16.5.5 i 16.5.6).

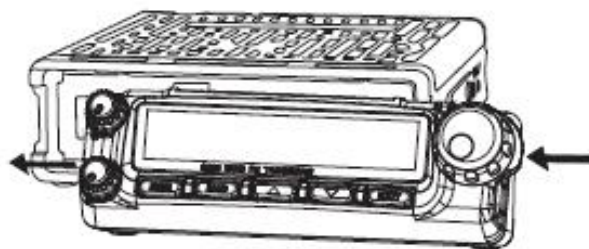


Rys. 16.5.6. Sposób montażu płyty czołowej na płasko



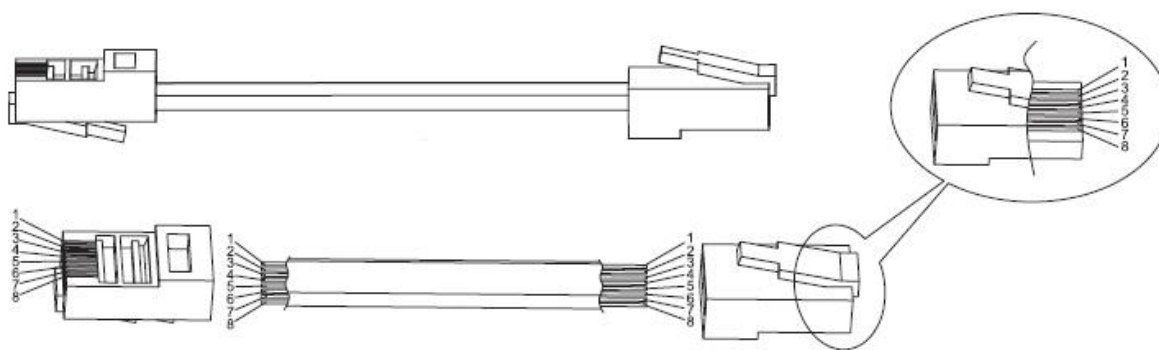
Rys. 16.5.7. Połączenie płyty czołowej z modulem radiostacji

Ośmiokontaktową wtyczkę kabla należy włożyć do gniazdka na obudowie radiostacji i umocować płytę czołową (panel obsługi) na obudowie jak to widać na rys. 16.5.8.



Rys. 16.5.8

Do połączenia płyty czołowej z radiostacją służy kabel 8-żyłowy. Na jego końcach znajdują się różne wtyczki. Ich wygląd i numerację żył pokazano na rys. 16.5.9. Kolejność numeracji różni się na końcach między sobą.



Rys. 16.5.9

Połączenia

Lewa strona: kontakt 1 poprzez kabel z kontaktem 1 po prawej stronie,
 Lewa strona: kontakt 2 poprzez kabel z kontaktem 4 po prawej stronie,
 Lewa strona: kontakt 3 poprzez kabel z kontaktem 3 po prawej stronie,
 Lewa strona: kontakt 4 poprzez kabel z kontaktem 2 po prawej stronie,
 Lewa strona: kontakt 5 poprzez kabel z kontaktem 5 po prawej stronie,
 Lewa strona: kontakt 6 poprzez kabel z kontaktem 6 po prawej stronie,
 Lewa strona: kontakt 7 poprzez kabel z kontaktem 7 po prawej stronie,
 Lewa strona: kontakt 8 poprzez kabel z kontaktem 8 po prawej stronie,
 W kablu fabrycznym połączenia 2 i 4 są skrzyżowane a pozostałe połączone zgodnie z numeracją.
 Użycie innego kabla niż fabrycznie załączony może spowodować błędne działanie lub uszkodzenia sprzętu.

Odłączenie przedniej ścianki od radiostacji

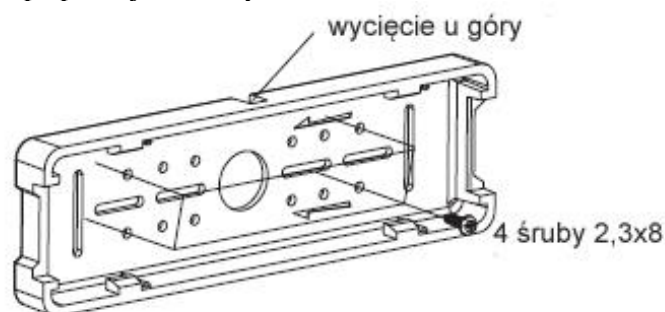
Należy odłączyć płytę czołową w kierunku pokazanym po lewej stronie rysunku 5.10 i odsunąć w sposób pokazany strzałkami po prawej stronie.



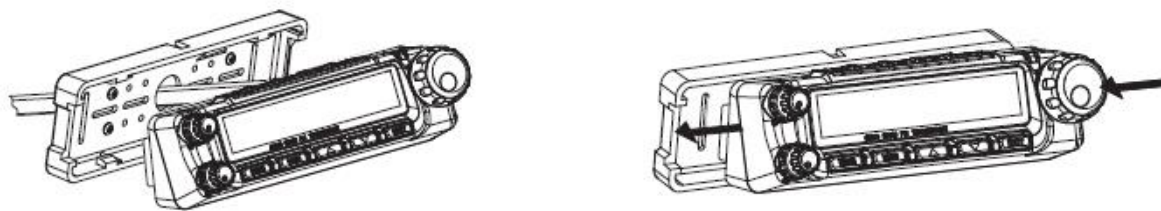
Rys. 16.5.10

Oddzielna instalacja przedniej płyty w uchwycie

Uchwyt do instalacji płyty czołowej wchodzi w skład standardowych akcesoriów. Uchwyt należy przykręcić w wybranym miejscu za pomocą załączonych śrub 2,3x8 (rys. 16.5.11). Następnie należy przeciągnąć kabel przez otwór na środku (rys. 16.5.12 po lewej) i nałożyć płytę czołową w sposób pokazany strzałkami na po prawej stronie rys. 16.5.12.



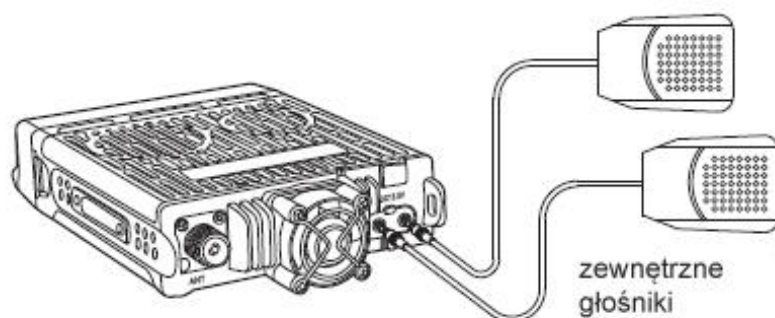
Rys. 16.5.11



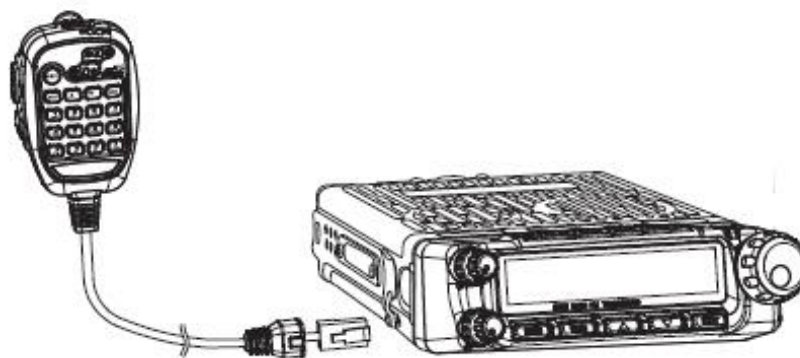
Rys. 5.12

Do podłączenia zewnętrznych głośników przeznaczone są 3,5-milimetrowe gniazda zapadkowe na tylnej ścianie obudowy (rys.5.13).

W skład standardowych akcesoriów wchodzi dwa ręczne mikrofony – z klawiaturą i bez. Wtyczkę kabla mikrofonu należy włożyć do ośmiokontaktowego gniazda na przednim panelu (rys. 16.5.14).



Rys. 16.5.13

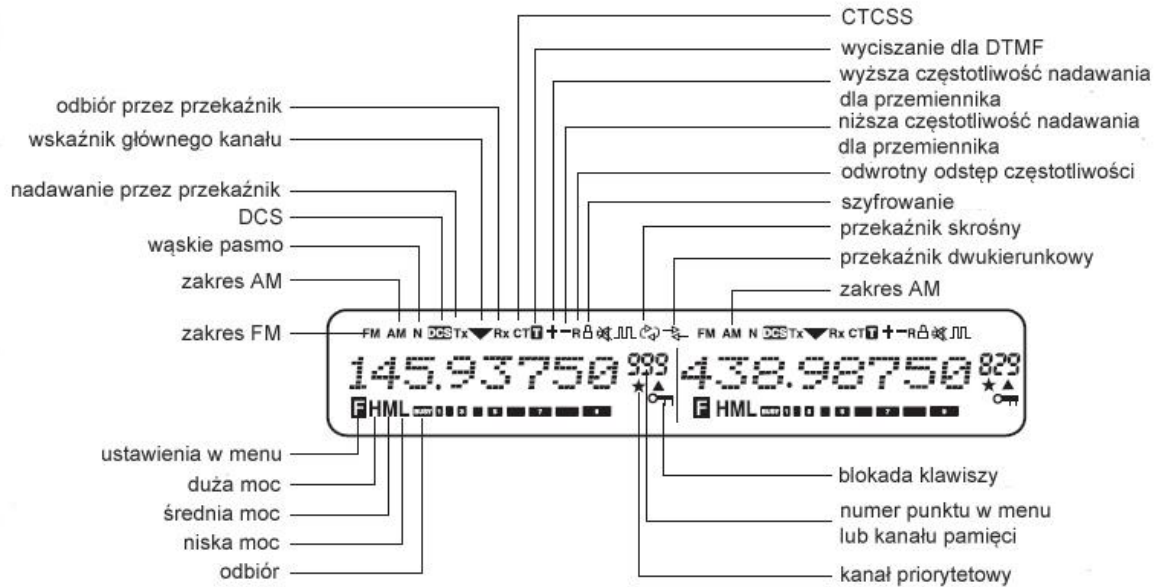


Rys. 16.5.14

16.6. Pierwsze kroki

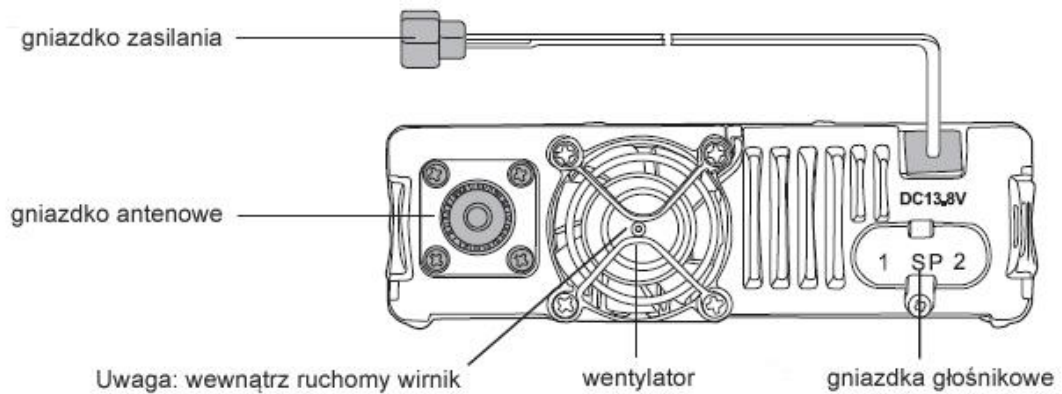
16.6.1. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny

Wyświetlacz prezentuje wszystkie niezbędne informacje o pracy i ustawieniach radiostacji. Dla ułatwienia orientacji w nich na rys. 16.6.1.1 przedstawione są znaczenia symboli.



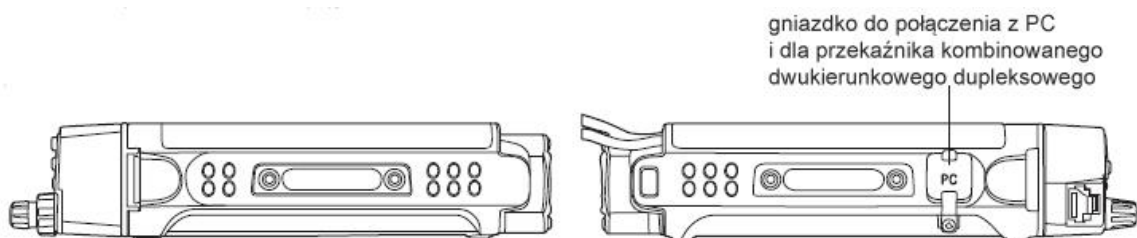
Rys. 16.6.1.1

16.6.2. Tylna ścianka



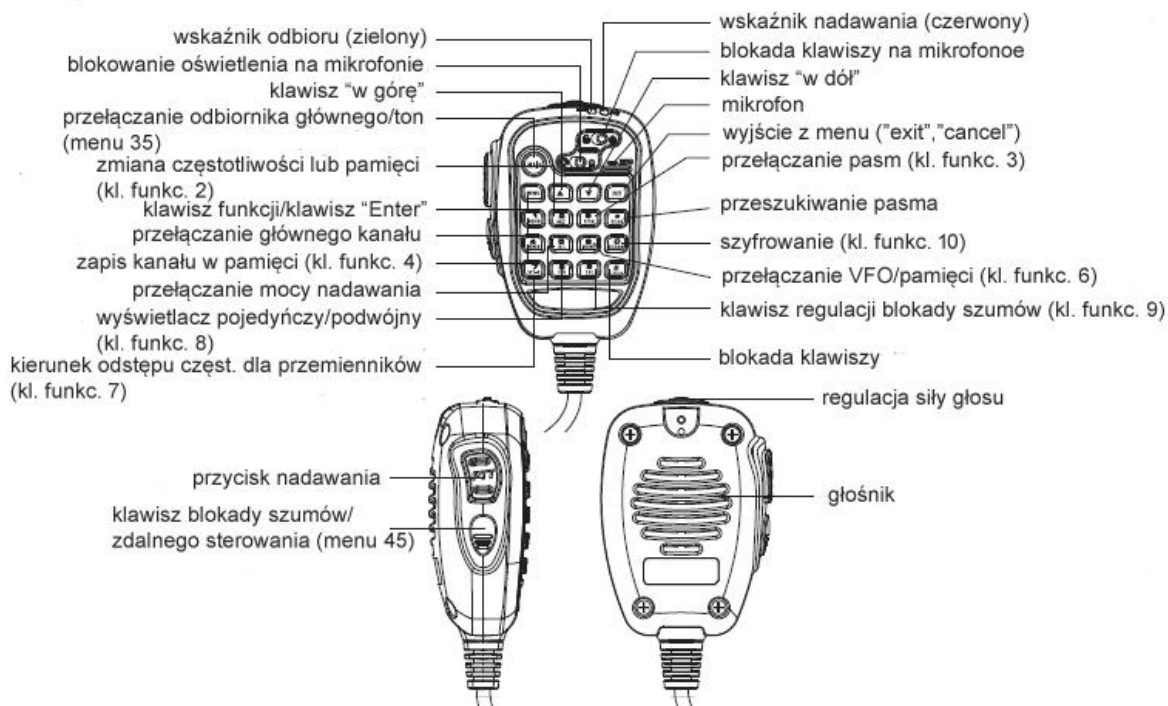
Rys. 16.6.2.1

16.6.3. Ścianki boczne



Rys. 16.6.3.1

16.6.4. Mikrofon

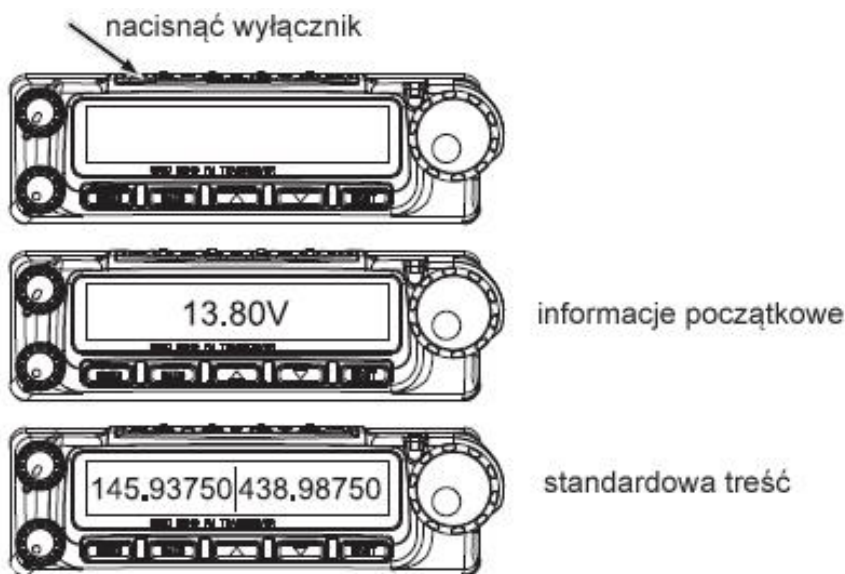


Rys. 16.6.4.1. Elementy obsługi na mikrofonie

16.7. Pierwsze QSO

Po zainstalowaniu radiostacji, podłączeniu anteny i zasilania można przystąpić do pierwszej łączności. W przypadku nieprzewidzianych trudności należy ponownie przeczytać poprzednie rozdziały instrukcji oraz porady podane na końcu.

Po naciśnięciu wyłącznika (pierwszego przycisku po lewej stronie u góry) wyświetlane są najpierw informacje wstępne i napięcie zasilania, a następnie, częstotliwości pracy i pozostałe informacje (rys. 16.6.1.1).

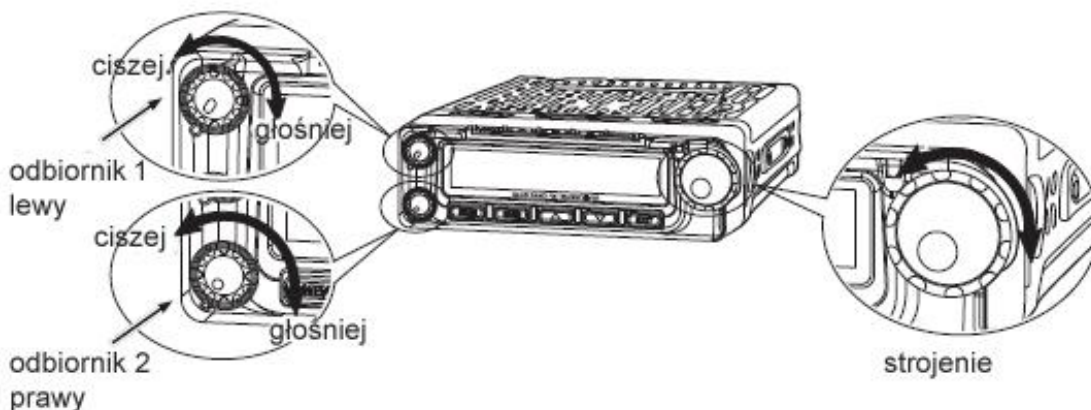


Rys. 16.7.1. Kolejne fazy uruchamiania

16.7.1. Regulacja siły głosu

Po lewej stronie wyświetlacza znajdują się dwie gałki regulacji siły głosu dla odbiornika 1 i 2. Górna gałka nastawia siłę głosu odbiornika z lewej strony wyświetlacza, z dolna – prawego. Ustawiony poziom siły głosu jest wskazywany na wyświetlaczu radiostacji w skali od 0 do 16.

W trybie VFO obrót gałki strojenia powoduje przestrajanie radiostacji z wybranym krokiem strojenia. Częstotliwość pracy można także wpisać na klawiaturze mikrofonu wpisując kolejne cyfry od najstarszej począwszy. Wprowadzanie kończy się po wpisaniu szóstej cyfry.



Rys. 16.7.1.1

16.8. Ustawienia w menu

Poszczególne punkty menu konfiguracyjnego są wybierane na klawiaturze mikrofonu.

16.8.1. Krok strojenia „Menu 1” (STEP)

Wybór kroku przestrajania radiostacji.

Dostępne wartości: 2,5/5/6,25/10/12,5/20/25/30/50/100 kHz.

Domyślnie 5 kHz.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **1**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **STEP**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek w górę lub w dół wybrać pożądaną wartość i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. W pasmach 2 m i 70 cm w Europie stosowany jest krok 12,5 kHz.

16.8.2. Wybór pasma szerokiego lub wąskiego „Menu 2” (W/N)

Wybór szerokości pasma.

Dostępne możliwości: wąskie (N) lub szerokie (W).

Domyślnie: pasmo szerokie.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **2**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **WN**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądaną szerokość i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. Szerokie pasmo 25 kHz odpowiada standardowej dewiacji FM i odstępowi kanałów 25 kHz, a wąskie – dewiacji FM-N i odstępowi kanałów 12,5 kHz.

16.8.3. Wybór mocy średniej „Menu 3” (MPOW-SET)

Wybór jednego z dwóch średnich poziomów mocy.

Dostępne możliwości: MPOW-1 lub MPOW-2.

Domyślnie: MPOW-1.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **3**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **MPOW-SET**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądaną moc i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. **MPOW-1** odpowiada mocy 20 W, a **MPOW-2** – 10 W. W przekaźniku dwupiętrowym złożonym z dwóch radiostacji należy ustawić na obydwu ten sam poziom mocy.

16.8.4. Wybór odstępu częstotliwości „Menu 4” (OFF-SET)

Nastawienie odstępu częstotliwości.

Dostępny zakres: 0 – 999,99500 MHz.

Domyślnie: 0.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **4**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **OFF-SET**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** na wyświetlaczu pojawia się napis -00,00000 z migającą pierwszą cyfrą. Można wpisać na klawiaturze pożądaną wartość lub wybrać ją za pomocą klawiszy strzałek i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Zakres pracy radiostacji wynosi 0 – 599,99500 MHz, a ostatnie cyfry są korygowane automatycznie w zależności od wybranego kroku. Funkcję można wyłączyć w trakcie korzystania z przemiennika skrośnego albo wykorzystania radiostacji w przemienniku dwupiętrowym.

16.8.5. Sygnalizacja początku lub końca relacji „Menu 5” (ROGER)

Włączenie lub wyłączenie sygnalizacji.

Dostępne możliwości: OFF/BOT/EOT/BOTH.

Domyślnie: OFF (wyłączona).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **5**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **ROGER**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądaną ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. Znaczenie: BOT – sygnał na początku transmisji (*beginning of transmission*), EOT – sygnał na końcu transmisji (*end of transmission*), BOTH – na początku i na końcu i OFF – sygnał wyłączony. Sygnalizację można także nastawić w programie konfiguracyjnym (patrz: instrukcja programu).

16.8.6. Sygnalizacja dźwiękowa radiostacji „Menu 6” (BEEP)

Sygnalizacja błędów w obsłudze.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: ON (włączona).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **6**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **BEEP**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek włączyć lub wyłączyć sygnalizację i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. Z sygnalizacją związane są też zapowiedzi głosowe (**MENU 7**).

16.8.7. Zapowiedzi głosowe „Menu 7” (VOICE)

Włączenie lub wyłączenie zapowiedzi głosem.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: ON (włączone).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **7**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **VOICE**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. Jako język zapowiedzi można wybrać chiński albo angielski, albo też całkiem wyłączyć zapowiedzi.

Jeżeli użytkownik nie potrzebuje sygnalizacji błędów powinien wyłączyć ją w punktach 6 i 7.

16.8.8. Blokada nadawania w zajętych kanałach „Menu 8” (BCL)

Blokada nadawania w zajętych kanałach, aby nie zakłócać pracujących w nich stacji.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: ON (włączona).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **8**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **BCL**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.9. Wyciszanie głośnika „Menu 9” (SP-MUTE)

Warunki wyciszania głośnika.

Dostępne możliwości: QT/QT + DTMF/QT * DTMF.

Domyślnie: QT.

QT – głośnik jest włączany dla sygnałów nadających ten sam ton CTCSS co ustawiony we własnej radiostacji.

QT + DTMF – głośnik jest włączany dla sygnałów z tym samym tonem CTCSS i które są poprzedzone tym samym kodem DTMF co ustawiony w radiostacji.

QT * DTMF – głośnik jest włączany dla sygnałów spełniających jedno z powyższych kryteriów.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **9**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SP-MUTE**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Takie same kryteria są do wyboru warunku otwarcia blokady szumów: QT/QT + DTMF/QT * DTMF.

A. Użycie w wywołaniach do wszystkich: należy nacisnąć przycisk nadawania, nadać identyfikator radiostacji i nacisnąć klawisze ***/SCAN** i **#/LOCK**.

B. Użycie w wywołaniach grupowych: należy nacisnąć przycisk nadawania, nadać identyfikator radiostacji, nacisnąć klawisze ***/SCAN** i **#/LOCK**, nacisnąć [numer grupy] + ***/SCAN** i **#/LOCK**.

C. Użycie w wywołaniu selektywnym: należy nacisnąć przycisk nadawania, nadać kod wywołania selektywnego korespondenta.

16.8.10. Ustawienia dla przeszukiwania pasma „Menu 10” (SC-REV)

Ustawienia wpływające na działanie funkcji przeszukiwania: zachowanie w przypadku odebrania sygnału.

Dostępne możliwości: TO/CO/SE.

Domyślnie: SE.

TO: po odebraniu sygnału przeszukiwanie zatrzymuje się na 5 sekund, dając operatorowi czas na zareagowanie (zatrzymanie albo nie).

CO: Zatrzymanie do czasu zaniknięcia sygnału przez 3 sekundy.

SE: Zatrzymanie przeszukiwania, daje szansę na odpowiedź lub zapisanie kanału w pamięci.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **10**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SC-REV**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. W przekaźniku skrośnym lub dwupłeskowym złożonym z dwóch radiostacji przeszukiwanie jest wyłączone.

16.8.11. Ograniczenie czasu nadawania „Menu 11” (TOT)

Ograniczenie czasu nadawania (parametr „Timeout Timer”). Sygnalizowane dźwiękowo. Po ponownym naciśnięciu przycisku nadawania transmisja jest wznawiana po 10 sekundach.

Dostępne możliwości: 1MIN/2MIN — 60MIN.

Domyślnie: 2MIN.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **11**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **TOT**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. Maksymalna długość nadawania 60 minut, minimalne ograniczenie 1 minuta.

16.8.12. Alarm przed przekroczeniem czasu nadawania „Menu 12” (TOA)

Alarm dźwiękowy przed upływem czasu ograniczającego nadawanie, w sekundach. Po przekroczeniu czasu nadawania – rozlega się ton alarmowy. Należy przerwać nadawanie i w razie potrzeby wznović naciskając ponownie przycisk nadawanie. Transmisja jest wznawiana po 10 sekundach.

Dostępne możliwości: OFF/BOT/EOT/BOTH.

Domyślnie: 5S.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **12**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **TOA**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. Maksymalne wyprzedzenie 10 sekund, minimalne – 1 sekunda.

OFF – wyłączenie alarmu.

16.8.13. Nadanie identyfikatora stacji „Menu 13” (ANI-SW)

Nadanie identyfikatora stacji.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączone).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **13**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **ANI-SW**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.14. Sygnalizacja kodów DTMF „Menu 14” (RING)

Czas sygnalizacji po zdekodowaniu kodu DTMF.

Dostępne możliwości: OFF/1S – 10S.

Domyślnie: 3S.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **14**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RING**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.15. Wpisanie identyfikatora stacji „Menu 15” (ANI-EDIT)

Wpisanie do pamięci identyfikatora stacji. Zawiera on jedynie cyfry 0 – 9, przy czym pierwsza cyfra nie może być zerem. Długość identyfikatora może wynosić 3 – 6 cyfr.

Dostępne możliwości: 0 – 9.

Domyślnie: 101.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **15**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **ANI-EDIT**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można wpisać liczbę (naciskając kolejno klawisze cyfr, rozpoczynając od pierwszej, migającej pozycji) i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje

wyjście z menu. Radiostacja może mieć tylko jeden identyfikator, jest on używany niezależnie od aktywnego toru A lub B.

16.8.16. Dźwięk DTMF „Menu 16” (DTMFST)

Wybór dźwięku dla identyfikatora i kodów DTMF.

Dostępne możliwości: OFF/DT-ST/ANI-ST/DT+ANT.

Domyślnie: DT-ST.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **16**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **DTMFST**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Warianty:

1. DT-ST – dźwięk słyszalny w czasie nadawania kodów z klawiatury,
2. ANI-ST – dźwięk słyszalny w trakcie nadawania identyfikatora,
3. DT + ANI – dźwięk słyszalny w obu przypadkach.

16.8.17. Sposób transmisji identyfikatora „Menu 17” (PTT-ID)

Wybór sposobu transmisji identyfikatora.

Dostępne możliwości: BOT/EOT/BOTH.

Domyślnie: BOT.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **17**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **PTT-ID**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Znaczenie: BOT (*beginning of transmission*) – na początku relacji, EOT (*end of transmission*) – na końcu transmisji, BOTH – na początku i końcu.

16.8.18. Kolor sygnalizacji nadawania „Menu 18” (TX-LED)

Wybór koloru sygnalizacji nadawania.

Dostępne możliwości: OFF/RED (czerwony)/ORG (pomarańczowy).GREEN (zielony).

Domyślnie: RED (czerwony).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **18**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **TX-LED**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Radiostacja ma trzy możliwe kolory podświetlenia: niebieski, zielony, biały lub wyłączone.

16.8.19. Podświetlenie w stanie oczekiwania „Menu 19” (WT-LED)

Kolor podświetlenia w stanie oczekiwania.

Dostępne możliwości: OFF/RED/ORG/GREEN.

Domyślnie: ORG (pomarańczowy).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **19**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **WT-LED**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Radiostacja ma trzy możliwe kolory podświetlenia: niebieski, zielony, biały lub wyłączone.

16.8.20. Kolor sygnalizacji odbioru „Menu 20” (RX-LED)

Wybór koloru sygnalizacji odbioru.

Dostępne możliwości: OFF/RED/ORG/GREEN.

Domyślnie: GRREN (zielony).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **20**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RS-LED**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Radiostacja ma trzy możliwe kolory podświetlenia: niebieski, zielony, biały lub wyłączone.

16.8.21. Skasowanie zawartości kanału z pamięci „Menu 21” (DEL-CH)

Skasowanie zawartości pamięci kanałowej.

Dostępne możliwości: kanały o numerach 0 – 999.

Domyślnie: CH-001.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **21**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **DEL-CH**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądany kanał lub wpisać na klawiaturze jego numer i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Kanały priorytetowe 1, 2 i 3 nie mogą być skasowane.

16.8.22. Podpisanie kanału „Menu 22” (CH-NAME)

Wpisanie nazwy (oznaczenia) kanału w pamięci. Litery wybiera się za pomocą strzałki w górę, do przejścia do następnego znaku służy strzałka w dół, a klawisz z gwiazdką – do kasowania (błędnego) znaku.

Dostępne możliwości: maksymalnie 8 znaków alfanumerycznych.

Domyślnie: brak podpisu.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **22**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **CH-NAME**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można wpisać nazwę (pierwsza pozycja miga) i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Nazwy kanałów można wpisywać tylko w trybie pamięciowym i to pojedynczo dla nastawionego kanału. Na pierwszej pozycji nie można wpisać zera. Dla kanałów nie podpisanych wyświetlany jest numer poprzedzony przez „CH-„. Podpisywanie nie jest możliwe jeśli drugi odbiornik pracuje w trybie przeszukiwania albo radiostacja nie znajduje się w standardowym trybie nadawczo-odbiorczym.

16.8.23. Obserwacja kanału priorytetowego „Menu 23” (PRICH-SW)

Włączenie lub wyłączenie obserwacji kanału priorytetowego. W trakcie obserwacji jest on wybierany co trzy sekundy.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączona).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **23**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **PRICH-SW**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

W trybie VFO włączenie obserwacji wymaga tylko ustawienia w menu 23. Kanał priorytetowy jest tylko kanałem odbiorczym. Nadawanie wymaga dostrojenia się do niego. W torze A kanał priorytetowy może leżeć w dowolnym paśmie, a w torze B – tylko w pasmach 2 m i 70 cm. Przykładowo kanał w paśmie 50 MHz może być użyty tylko w torze A, ale nie w B.

Obserwacja jest możliwa tylko w zwykłym trybie nadawczo-odbiorczym.

16.8.24. Wybór głośnika „Menu 24” (SPK-CONT)

Wybór głośnika mikrofonu lub wbudowanego do radiostacji. .

Dostępne możliwości: SPK1/SPK2/SPK1+2.

Domyślnie: SPK1.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **24**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SPK-CON**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądany głośnik i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Radiostacja posiada trzy głośniki: dwa wbudowane do obudowy przeznaczone odpowiednio dla odbiornika A i B i jeden wbudowany do mikrofonu.

Znaczenie: SPK1 – czynny tylko głośnik w obudowie radiostacji,

SPK2 – tylko głośnik w mikrofonie

SPK1+2 – włączone głośniki w obudowie i w mikrofonie.

16.8.25. Blokada klawiszy „Menu 25” (AUTOLOCK)

Włączenie lub wyłączenie blokady.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączona).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **25**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **AUTOLOCK**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.26. Odbiorcze ustawienia dla tonów CTCSS „Menu 26” (RX-CTC)

Ustawienia dla odbioru tonów CTCSS – blokady lub włączenia odbioru w zależności od zgodności tonów.

Dostępne możliwości: OFF/50 standardowych tonów/niestandardowe tony: 65,0 – 255,0 Hz..

Domyślnie: OFF (wyłączony).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **26**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RX-CTC**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.27. Odbiorcze ustawienia dla kodów DCS „Menu 27” (RX-DCS)

Ustawienia dla odbioru (dekodowania) kodów DCS – blokady lub włączenia odbioru w zależności od zgodności kodów.

Dostępne możliwości: OFF/105 standardowych kodów/niestandardowe kody DCS: D000N – D766L.

Domyślnie: OFF (wyłączony).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **27**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RX-DCS**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

(1) Dozwolone niestandardowe kody zaczynają się od cyfr 8 lub 9.

(2) Po wybraniu kodu należy nacisnąć krzyżyk # w celu wybrania wariantu negatywnego lub pozytywnego, a wybór potwierdzić za pomocą klawisza **MENU**.

16.8.28. Nadawcze ustawienia dla tonów CTCSS „Menu 28” (TX-CTC)

Ustawienia dla nadawania tonów CTCSS – do otwierania przemienników lub blokady szumów u korespondentów.

Dostępne możliwości: OFF/50 standardowych tonów/niestandardowe tony: 65,0 – 255,0 Hz.

Domyślnie: OFF (wyłączone)

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **28**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **TX-CTC**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.29. Nadawcze ustawienia dla kodów DCS „Menu 29” (TX-DCS)

Ustawienia dla nadawania kodów DCS – do otwierania przemienników lub blokady szumów u korespondentów.

Dostępne możliwości: OFF/105 standardowych kodów DCS/niestandardowe kody DCS: D000N – D766L.

Domyślnie: OFF (wyłączona).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **29**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **TX-DCS**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.30. Przelączanie głośnika przekaźnika „Menu 30” (RPT-SPK)

Przelączanie głośnika przy pracy jako stacja przekaźnikowa.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączony).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **30**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RPT-SPK**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.31. Ustawienia dla przycisku nadawania przekaźnika „Menu 31” (RPT-PTT)

Ustawienia dla przycisku nadawania przy pracy jako stacja przekaźnikowa.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączony).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **31**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RPT-PTT**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.32. Ustawienia do pracy jako stacja przekaźnikowa „Menu 32” (RPT-SET)

Ustawienia przycisku nadawania do stacji przekaźnikowej.

Dostępne możliwości: RADIO/X-DIRPT/X-TWRPT/RPT-RX/T-W RPT.

Domyślnie: RADIO.

Znaczenie ustawień:

1. RADIO – zwykły tryb pracy nadawczo-odbiorczej,
2. X-DIRPT – praca jako kierunkowa skrośna stacja przekaźnikowa, główna częstotliwość przekaźnika skrośnego jest częstotliwością odbioru, a pomocnicza jest częstotliwością nadawania.

Przykład:

Częstotliwość toru A (głównego) leży w zakresie 145 MHz, pomocnicza (tor B) w paśmie 430 MHz. Tor A pracuje jako odbiornik, tor B nie może odbierać nic przy ustawieniu X-DIRPT, ale po przejściu na nadawanie jest automatycznie używany do nadawania w paśmie 430 MHz.

3. X-TWRPT – dwukierunkowy przekaźnik skrośny.

W stanie gotowości oba tory pracują odbiorczo, po odebraniu sygnału w którymś z nich drugi tor przechodzi na nadawanie i retransmituje odebrany sygnał.

Przykład:

Tor A (główny) pracuje w paśmie 145 MHz, tor B (pomocniczy) – w paśmie 430 MHz. Po odebraniu sygnału w torze A jest on retransmitowany przez nadajnik toru B; jeśli sygnał zostanie odebrany w torze B, jest on nadawany przez nadajnik toru A.

4. RPT-RX – praca w charakterze odbiornika w przekaźniku kombinowanym (dupleksowym) złożonym z dwóch radiostacji, częstotliwość odbioru jest nastawiona w torze głównym.

5. T-W RPT – dwukierunkowy przekaźnik kombinowany (złożony z dwóch radiostacji). Tor główny może pracować jako nadajnik lub odbiornik.

Uwagi:

jeżeli w wymienionych trybach pracy jako stacja przekaźnikowa nastawiony jest odstęp dla pracy przez przemienniki tor nadawczy nie przechodzi na nadawanie gdy częstotliwość nadawania wypada poza pasmem.

W trybie pracy przemiennika skrośnego jedna z częstotliwości (przykładowo tor A) musi leżeć w paśmie 2 m a druga 70 cm (przykładowo tor B). Nie mogą leżeć w tym samym paśmie.

Warianty RPT-RX i T-W RPT mogą być wykorzystywane w przekaźniku dupleksowym złożonym z dwóch radiostacji.

Operator może też decydować o włączeniu lub wyłączeniu głośnika w menu 30 i o tym czy przycisk nadawania jest dostępny lokalnie – w menu 31.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **32**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RPT-SET**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Przy pracy w charakterze przekaźnika skrośnego na środku wyświetlacza widoczny jest symbol elipsy z dwoma strzałkami, a przy pracy jako przekaźnik kombinowany dwie strzałki skierowane w przeciwną stronę. Menu 46 służy do włączenia uruchamiania przekaźnika tonem. Punkt „Repeating Hold Timer” decyduje o pozostaniu na nadawaniu przez krótki czas po zakończeniu odebranej relacji. Jeżeli w tym czasie nie zostanie odebrany dalszy sygnał przekaźnik przechodzi na odbiór. Funkcje te są konfigurowalne w programie konfiguracyjnym.

16.8.33. Uwzględnienie bieżącego kanału w przeszukiwaniu „Menu 33” (SCAN-ADD)

Decyduje o uwzględnieniu aktualnie nastawionego kanału w przeszukiwaniu.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: ON (używany).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **33**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SCAN-ADD**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.34. Automatyczne wyłączenie radiostacji „Menu 34” (APO-TIME)

Wyłączenie radiostacji po upływie zadanego czasu braku aktywności.

Dostępne możliwości: OFF/30MIN/60MIN/120MIN/150MIN.

Domyślnie: OFF (funkcja wyłączona).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **34**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **APO-TIME**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Wyłączenie zasilania radiostacji następuje jeżeli w podanym czasie nie był odbierany żaden sygnał i operator nie podejmował żadnej innej akcji.

16.8.35. Ton uruchamiający przemienniki „Menu 35” (ALERT)

Wybór i transmisja tonu uruchamiającego przemienniki. Wybrany ton jest nadawany po naciśnięciu przycisku **MENU** na płycie czołowej albo przycisku **MAIN** na mikrofonie. Obecnie ton ten jest wymagany tylko przez małą część przemienników, przeważnie do uruchomienia przemienika stosowane są

tony podakustyczne CTCSS. W trakcie nadawania (przy naciśniętym przycisku nadawania) ton jest nadawany za pomocą klawisza **1** na płycie czołowej lub **MAIN** na mikrofonie.

Dostępne możliwości: 1750,2100, 1000, 1450 Hz.

Domyślnie: 1750 Hz.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **35**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **ALERT**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądany ton i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.36. Ograniczanie szumów „Menu 36” (COMPAND)

Ograniczanie szumów, przydatne przy łącznościach na większe odległości.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączone).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **36**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **COMPAND**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.37. Wentylator „Menu 37” (FAN-SET)

Ustawienia chłodzenia. Wentylator może być uruchamiany w zależności od temperatury panującej wewnątrz.

Dostępne możliwości: TX/HI-TE/ALWAYS.

Domyślnie: TX.

Ustawienia:

TX – wentylator jest czynny w czasie nadawania,

HI-TE – wentylator jest uruchamiany po przekroczeniu zadanej temperatury granicznej,

ALWAYS – wentylator jest ciągle czynny.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **37**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **FAN-SET**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.38. Wyłączanie radiostacji przy spadku napięcia zasilania „Menu 38” (LOW-V)

Podanie minimalnego napięcia zasilania, przy którym następuje wyłączenie radiostacji. Zapobiega rozładowaniu akumulatora w samochodzie. Niskie napięcie jest zawsze sygnalizowane dźwiękowo. Przy zbyt wysokim napięciu blokowane jest nadawanie. Próg napięcia można zmienić w programie konfiguracyjnym w zakresie 9,5 – 10,5 V.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (nieczynne).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **38**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **LOW-V**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.39. Szyfrowanie „Menu 39” (SCRAM)

Szyfrowanie mowy. Zakazane w łącznościach krótkofalarskich.

Dostępne możliwości: OFF/SCRAM1 – 10.

Domyślnie: OFF (wyłączone).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **39**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SCRAM**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Do wyboru jest 8 wariantów szyfrowania.

16.8.40. Zapis rozpoznanych tonów CTCSS lub kodów DCS „Menu 40” (SC-QT)

Zapisanie rozpoznanego tonu CTCSS lub kodu DCS. Przydatny przy korzystaniu z przemienników otwieranych nie znanym użytkownikowi tonem CTCSS lub kodem DCS

Dostępne możliwości: DECODER/ENCODER/ALL.

Domyślnie: DECODER.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **40**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SC-QT**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Znaczenie:

ALL – zapis tonu do nadawania i dekodowania (odbioru),

ENCODER – zapis kodu do nadawania (otwierania przemienników),

DECODER – zapis odbieranego kodu do otwierania własnej blokady szumów.

Zapis rozpoznanego tonu lub kodu nie daje nic w trybie pracy jako stacja przekaźnikowa.

16.8.41. Rozpoznawanie tonów CTCSS „Menu 41” (SC-CTC)

Służy do rozpoznawania odebranego nieznanego tonu CTCSS.

Dostępne możliwości: 50 tonów CTCSS

Domyślnie: Rozpoznawanie włączone.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **41**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SC-CTC**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** rozpoczyna się rozpoznawanie. Kierunek przeszukiwania tonów można wybrać za pomocą klawiszy strzałek lub przez obrót gałki strojenia. Funkcja nie może zostać włączona w przypadku braku tonu CTCSS w odbieranym sygnale.

16.8.42. Rozpoznawanie tonów DCS „Menu 42” (SC-DCS)

Służy do rozpoznawania odebranego nieznanego kodu DCS.

Dostępne możliwości: 105 kodów DCS

Domyślnie: Rozpoznawanie włączone.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **42**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SC-DCS**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** rozpoczyna się rozpoznawanie. Kierunek przeszukiwania tonów można wybrać za pomocą klawiszy strzałek lub przez obrót gałki strojenia. Funkcja nie może zostać włączona w przypadku braku kodu DCS w odbieranym sygnale.

16.8.43. Podział na grupy pamięci „Menu 43” (SC-GROUP)

Wybór grupy pamięci do przeszukiwania. Wszystkie zaprogramowane pamięci można dowolnie podzielić na grupy. Domyślnie przeszukiwane są wszystkie pamięci. Z funkcji nie można korzystać przy pracy w trybie przemiennika.

Dostępne możliwości: ALL/GROUP01 – 10.

Domyślnie: ALL (wszystkie).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **43**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **SC-GROUP**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.44. Zdalne sterowanie „Menu 44” (RC-SW)

Zezwolenie na zdalne sterowanie po podaniu kodu dostępu.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączenie).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **44**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RC-SW**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu. Radiostacja uruchamia się od nowa.

16.8.45. Funkcja przycisku poniżej przycisku nadawania „Menu 45” (PF1-SET)

Wybór funkcji dla klawisza znajdującego się na ścianie bocznej mikrofonu poniżej przycisku nadawania. Funkcja jest wywoływana przy nadawaniu. Przy odbiorze przycisk powoduje otwarcie blokady szumów. Znaczenie poszczególnych ustawień jest opisane w instrukcji zdalnego sterowania.

Dostępne możliwości: OFF/STUN/KILL/MONI/INSPECTION.

Domyślnie: OFF (bez funkcji).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **45**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **PF1-SET**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.46. Otwieranie własnego przekaźnika tonem „Menu 46” (RPT-TONE)

Włączenie tony wywoławczego dla przekaźnika (skrótnego itp.) zrealizowanego na własnej radiostacji.

Dostępne możliwości: OFF/ON.

Domyślnie: ON (uruchamianie tonem).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **46**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **MPOW-SET**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Przy wyłączeniu uruchamiania tonem przekaźnik jest uruchamiany po odebraniu nośnej.

16.8.47. Zerowanie radiostacji „Menu 47” (Reset)

Użytkownik ma do wyboru skasowanie ustawień (powrót do ustawień fabrycznych) – VFO i kompletne wyzerowanie (ALL).

Dostępne możliwości: VFO/ALL.

Domyślnie: VFO.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **47**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **RESET**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Wyświetla się prośba o potwierdzenie **SURE?** i po naciśnięciu jeszcze raz klawisza **MENU** następuje skasowanie wybranych danych. Radiostacja jest automatycznie uruchamiana ponownie.

16.8.48. Wybór funkcji dla klawisza funkcyjnego A

Wybór funkcji dla klawisza A na górnej ścianie – nr 11 na rys. 16.2.1.

Dostępne możliwości: OFF/ B/ SW/ MENCH/ H/M/L / VFO/MR /SET-D/ TDR/ SQL/ SCAN/FM-RADIO/ SC-CTC/SC-DCS.

Domyślnie: H/M/L.

16.8.49. Wybór funkcji dla klawisza funkcyjnego B

Wybór funkcji dla klawisza B na górnej ściance – nr 12 na rys. 2.1.

Dostępne możliwości: OFF/ B/ SW/ MENCH/ H/M/L / VFO/MR /SET-D/ TDR/ SQL/ SCAN/FM-RADIO/ SC-CTC/SC-DCS.

Domyślnie: VFO/MR.

16.8.50. Wybór funkcji dla klawisza funkcyjnego C

Wybór funkcji dla klawisza C na górnej ściance – nr 13 na rys. 2.1.

Dostępne możliwości: OFF/ B/ SW/ MENCH/ H/M/L / VFO/MR /SET-D/ TDR/ SQL/ SCAN/FM-RADIO/ SC-CTC/SC-DCS.

Domyślnie: TDR.

16.8.51. Czas podświetlenia ekranu (ABR)

Wybór czasu podświetlenia wyświetlacza.

Dostępne możliwości: OFF (wyłączone)/ALWAYS (zawsze)/1 – 20S

Domyślnie: ALWAYS (zawsze).

16.8.52. Odbiór radiofonii FM

Włączenie lub wyłączenie odbioru radiowego w zakresie UKF.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF (wyłączony).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **52**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **FM-RADIO**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek włączyć odbiór UKF lub wyłączyć go i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

Odbiór radiowy jest niemożliwy w trakcie pracy w charakterze przekaźnika. Odbiór radiofonii UKF jest możliwy tylko w torze A (na odbiorniku A).

16.8.53. Automatyczne rozpoznawanie zakresu, w którym stosowana jest AM „Menu 53” (AUT.AM)

Automatyczne rozpoznawanie zakresu, w którym jest stosowana modulacja AM i przełączanie detektora. Lotniczy zakres AM rozciąga się od 108,000 MHz do 135,995 MHz. Odbiór możliwy tylko na odbiorniku A.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: ON (włączone).

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **53**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **AUT.AM**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.8.54. Odbiór modulacji AM „Menu 54” (AM-SW)

Przełączenie na odbiór modulacji AM. Dotyczy tylko odbiornika A, ale za to jest możliwe w każdym zakresie częstotliwości.

Dostępne możliwości: ON/OFF.

Domyślnie: OFF.

Należy nacisnąć klawisze **MENU** i **54**, na wyświetlaczu widoczny jest napis **AM-SW**. Po ponownym naciśnięciu klawisza **MENU** można za pomocą klawiszy strzałek wybrać pożądane ustawienie i potwierdzić klawiszem **MENU**. Klawisz **EXIT** powoduje wyjście z menu.

16.9. Akcesoria dodatkowe



zasilacz impulsowy 30 A



kabel USB do programowania



ręczny mikrofonogłośnik



antena dookólna



antena dookólna



antena kierunkowa



elementy montażowe



kabel dla płyty czołowej



siła stopa magnetyczna

16.10. Problemy

Problem	Rozwiązanie
Pomimo sygnalizacji odbioru nie słychać głosu	Sprawdzić czy siła głosu nie jest nastawiona na zero Skasować ustawienia dla tonów CTCSS i kodów DCS Sprawdzić ustawienia blokady szumów
Klawiatura nie reaguje	Sprawdzić czy klawiatura nie jest zablokowana Sprawdzić czy nie są naciśnięte inne klawisze
Odbierane transmisje z innych grup korespondentów	Zmienić ustawienia CTCSS / DCS
Przerwy o odbiorze co około 3 sekundy	Sprawdzić czy nie jest włączona obserwacja kanału priorytetowego
Nie można włączyć przeszukiwania pasma	Sprawdzić czy nie jest włączone przeszukiwanie grup albo dodanie kanału („Scan Add”)
Radiostacja samoczynnie się wyłącza	Sprawdzić czy napięcie zasilanie nie spadło poniżej 11,5 V albo czy nie jest czynne automatyczne wyłączenie przy braku aktywności.
Radiostacja nie nadaje i nie odbiera po naciśnięciu przycisku nadawania	Sprawdzić czy nie są włączone ustawienia STUN lub KILL
Nie można uruchomić przekaźnika skrośnego	Sprawdzić ustawienia torów A i B radiostacji, częstotliwości itp.
Radiostacja nie nadaje przy pracy jako przemiennik	Sprawdzić blokady szumów i ustawienia CTCSS / DCS odbiorników

Literatura i adresy internetowe

Roczniki 2019 – 2024 Świata Radio, Funkamateura, CQDL, QST, QEX i QSP
Strony internetowe podane na końcu rozdziałów

W serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca” dotychczas ukazały się:

- Nr 1 – „Poradnik D-STAR”, wydanie 1 (2011), 2 (2015), 3 (2019) i 4 (2021)
- Nr 2 – „Instrukcja do programu D-RATS” (2011)
- Nr 3 – „Technika słabych sygnałów” Tom 1 (2011)
- Nr 4 – „Technika słabych sygnałów” Tom 2 (2011)
- Nr 5 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 1 (2011)
- Nr 6 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 2 (2011)
- Nr 7 – „Packet radio” (2011)
- Nr 8 – „APRS i D-PRS” (2012)
- Nr 9 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 1, wydanie 1 (2012)
- Nr 10 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 2, wydanie 1 (2012)
- Nr 11 – „Słownik niemiecko-polski i angielsko-polski” Tom 1 (2012)
- Nr 12 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 1 (2012)
- Nr 13 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 2 (2012)
- Nr 14 – „Amatorska radioastronomia” (2012)
- Nr 15 – „Transmisja danych w systemie D-STAR” (2013)
- Nr 16 – „Amatorska radiometeorologia”, wydanie 1 (2013) i 2 (2017)
- Nr 17 – „Radiolatarnie małej mocy” (2013)
- Nr 18 – „Łączności na falach długich” (2013)
- Nr 19 – „Poradnik Echolinku” (2013)
- Nr 20 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 1 (2013)
- Nr 21 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 2 (2013)
- Nr 22 – „Protokół BGP w Hamnecie” (2013)
- Nr 23 – „Technika słabych sygnałów” Tom 3, wydanie 1 (2014), 2 (2016) i 3 (2017)
- Nr 24 – „Raspberry Pi w krótkofalarstwie” (2014)
- Nr 25 – „Najpopularniejsze pasma mikrofalowe”, wydanie 1 (2015) i 2 (2019)
- Nr 26 – „Poradnik DMR” wydanie 1 (2015), 2 (2016) i 3 (2019), nr 326 – wydanie skrócone (2016)
- Nr 27 – „Poradnik Hamnetu” wydanie 1 (2015) i 2 (2021)
- Nr 28 – „Budujemy Ilera” Tom 1 (2015)
- Nr 29 – „Budujemy Ilera” Tom 2 (2015)
- Nr 30 – „Konstrukcje D-Starowe” (2015)
- Nr 31 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 3 (2016)
- Nr 32 – „Anteny łatwe do ukrycia” (2016)
- Nr 33 – „Amatorska telemetria”, wydanie 1 (2017) i 2 (2022)
- Nr 34 – „Poradnik systemu C4FM”, wydanie 1 (2017), 2 (2019) i 3 (2021)
- Nr 35 – „Licencja i co dalej” Tom 1 (2017)
- Nr 36 – „Cyfrowa Obróbka Sygnałów” (2018)
- Nr 37 – „Telewizja amatorska” (2018)
- Nr 38 – „Technika słabych sygnałów” Tom 4, wydanie 1 (2018), 2 (2020) i 3 (2022)
- Nr 39 – „Łączności świetlne” (2018)
- Nr 40 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 4 (2018)
- Nr 41 – „Licencja i co dalej” Tom 2 (2018)
- Nr 42 – „Miernictwo” Tom 1 (2019)
- Nr 43 – „Miernictwo” Tom 2 (2019)
- Nr 44 – „Miernictwo” Tom 3 (2019)
- Nr 45 – „Testy sprzętu” Tom 1 (2019)
- Nr 46 – „Testy sprzętu” Tom 2 (2019)
- Nr 47 – „Licencja i co dalej” Tom 3 (2019)
- Nr 48 – „Jonosfera i propagacja fal” (2020)
- Nr 49 – „Anteny krótkofalowe” Tom 1, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 50 – „Anteny ultrakrótkofalowe” Tom 1, wydanie 1 (2020) i 2 (2022)
- Nr 51 – „Anteny krótkofalowe” Tom 2, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 52 – „Anteny ultrakrótkofalowe” Tom 2, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 53 – „Anteny mikrofalowe” (2020)

- Nr 54 – „Proste odbiorniki amatorskie” Tom 1 (2020)
- Nr 55 – „Proste odbiorniki amatorskie” Tom 2 (2020)
- Nr 56 – „Proste nadajniki amatorskie” Tom 1 (2021)
- Nr 57 – „Proste nadajniki amatorskie” Tom 2 (2021)
- Nr 58 – „Mini- i mikrokomputery w krótkofalarstwie” Tom 1 (2021)
- Nr 59 – „Mini- i mikrokomputery w krótkofalarstwie” Tom 2 (2021)
- Nr 60 – „DX-y w C4FM” (2021)
- Nr 261 – „Poradnik DMR” Tom 1, z nru 26, wydanie 1 (2021)
- Nr 262 – „Poradnik DMR” Tom 2, z nru 26, wydanie 1 (2021)
- Nr 63 – „Testy sprzętu” Tom 3 (2021)
- Nr 64 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich”, z nrów 9 i 10, wydanie 2 (2022)
- Nr 65 – „Testy sprzętu” Tom 4 (2022)
- Nr 66 – „Mieszanka firmowa” Tom 1 (2023)
- Nr 67 – „Mieszanka firmowa” Tom 2 (2023)
- Nr 68 – „System LoRa”, wydanie 1 (2023), 2 (2024), 3 (2025)
- Nr 69 – „Poradnik cyfrowego głosu” (2024)
- Nr 70 – „Konstrukcje antenowe” (2024)
- Nr 71 – „Mieszanka firmowa” Tom 3 (2024)
- Nr 72 – „Testy sprzętu” Tom 5 (2024)
- Nr 73 – „Poradnik DMR” Tom 3 (2024)
- Nr 74 – „Mieszanka firmowa” Tom 4 (2025)

Nr 356 – „Słownik historycznych terminów z elektroniki i radiotechniki” (2020)

W serii „Biblioteka historii techniki” dotychczas ukazały się:

- Nr 1 – „Praprzemysł na ziemiach polskich”, wyd. 1 (2024)
- Nr 2 – „Witelon”, wyd. 1 (2024)

Nr 356 – „Słownik historycznych terminów z elektroniki i radiotechniki”

