

## NA01

miernik uniwersalny 0.5-30MHz

Dokumentacja techniczna, podręcznik użytkownika

## Spis treści

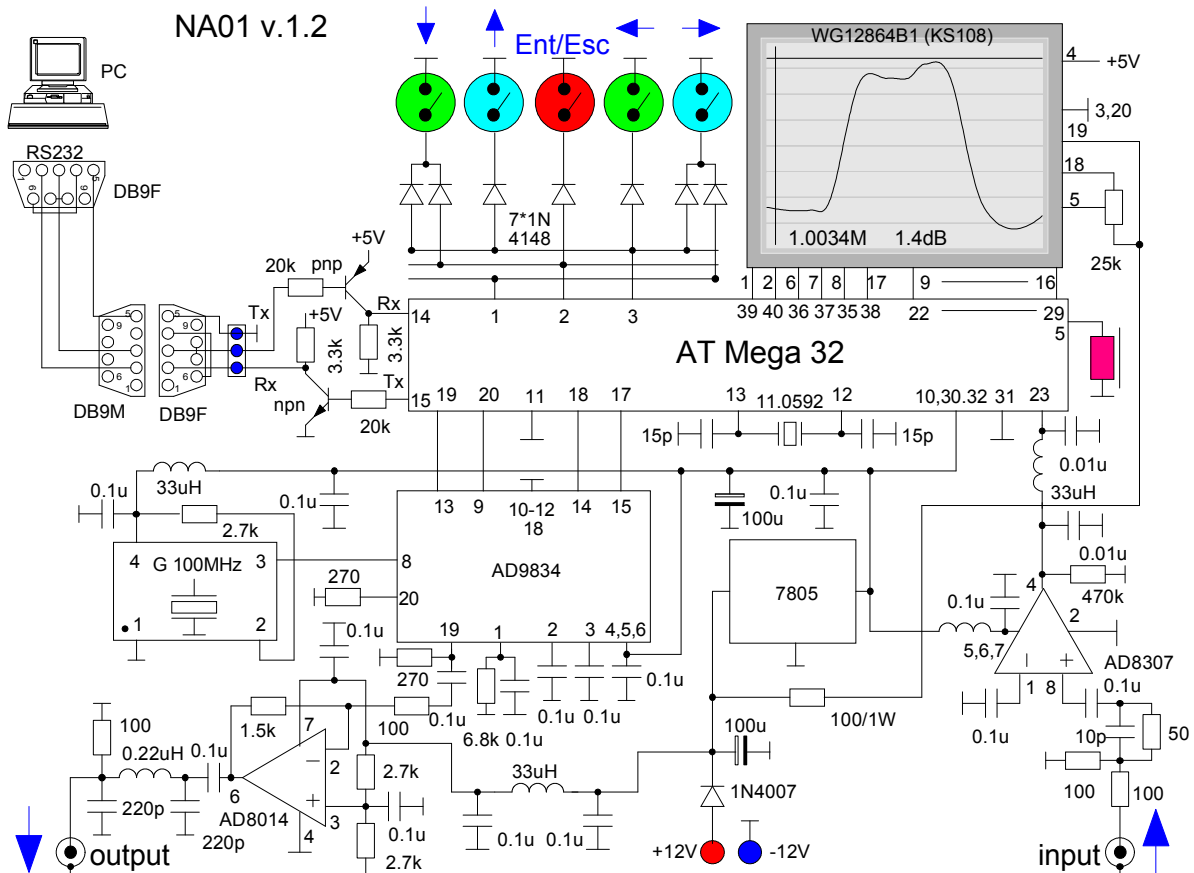
<b>1 Analizator NA01 – konstrukcja.....</b>	<b>3</b>
1.1 Zasada działania.....	3
1.2 Płytką drukowaną.....	4
<b>2 Dokumentacja użytkownika .....</b>	<b>7</b>
2.1 Klawisze.....	7
2.2 Menu podstawowe.....	7
2.3 Menu pomiarowe .....	8
2.4 Kalibracja i pomiar w paśmie.....	10
2.5 Pomiar + $Q$ .....	11
2.6 Pomiar mocy.....	12
2.7 Mostek SWR.....	13
2.8 Monitor .....	14

## 1 Analizator NA01 – konstrukcja

NA01 to prosty wielofunkcyjny miernik działający w paśmie 0.5-30MHz ułatwiający pracę konstruktora sprzętu krótkofalarskiego przez zobrazowanie w funkcji częstotliwości charakterystyk amplitudowych, pozwalający na pomiar mocy, WFS-u, pomagający ustalić parametry obwodów rezonansowych a także pełniący podstawowe funkcje analizatora widma.

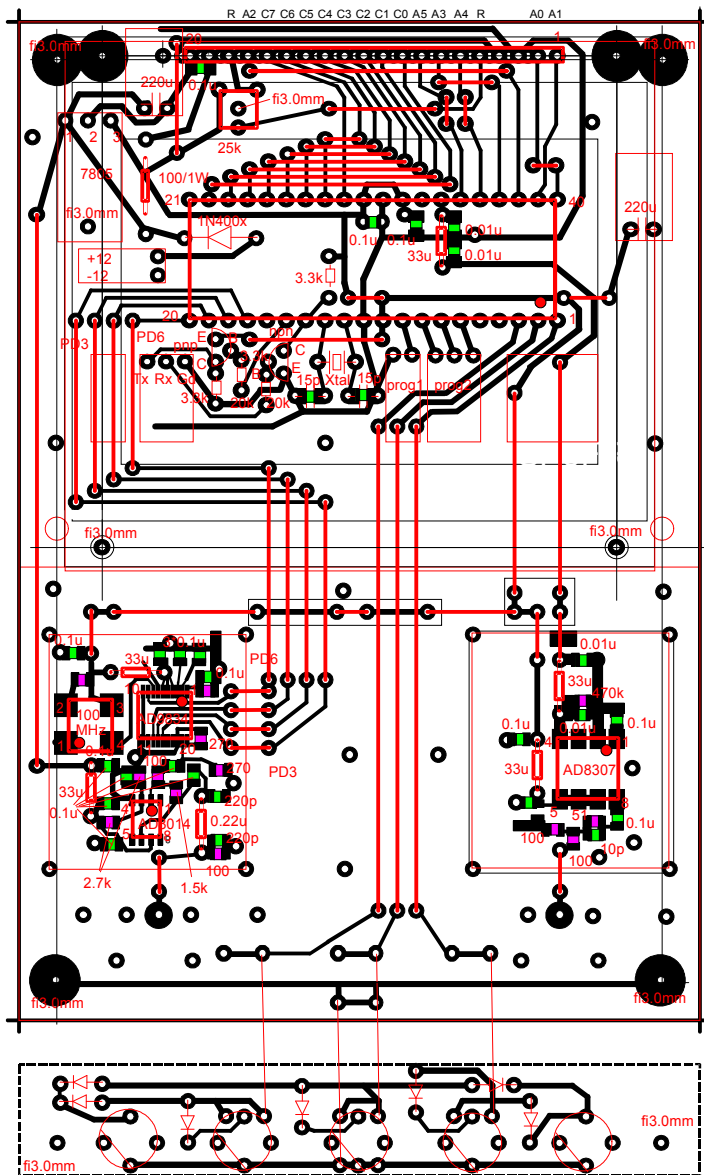
### 1.1 Zasada działania

Układ oparty jest o mikroprocesor ATmega32 działający jako kontroler wyświetlacza, sterownik układu DDS oraz kontroler logiki systemu. Układ jest niezależny choć planowane jest połączenie go z komputerem PC w celu poszerzenia funkcjonalności i jakości obrazowania wyników. Do obsługi systemu wykorzystywany jest zespół 5 klawiszy. Układ zasilany jest z zewnętrznego zasilacza 12V/0.5A choć może być zasilany również z wewnętrznej baterii 10\*1.2V/0.7A. Pobór prądu wynosi ok. 230mA.



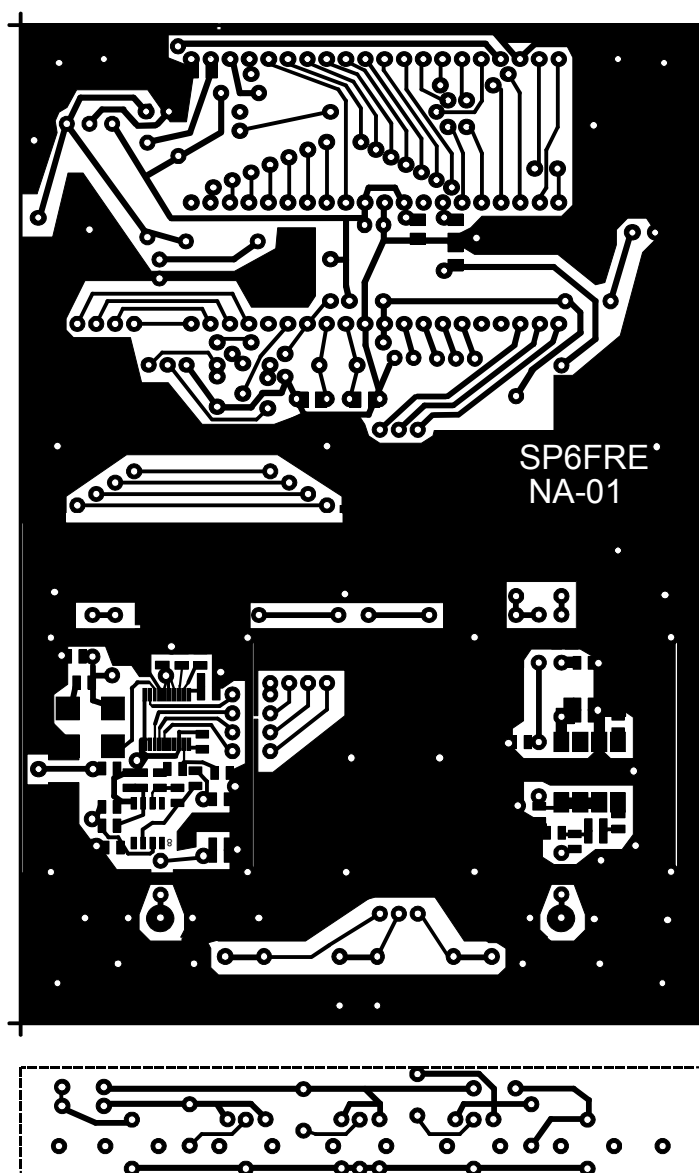
Mikroprocesor ATmega32 steruje generatorem DDS na układzie AD9834 wypracowując częstotliwości pomiarowe oraz ich cykl zmienności w czasie. Sygnał ten jest dalej wzmacniany za pomocą układu AD8014 i wyprowadzony jest na gniazdo wyjściowe miernika skąd, z reguły doprowadzany jest do wejścia badanego układu.

Wejście miernika to logarytmiczny wzmacniacz sygnału skutecznego AD8307, który mierzy sygnał skuteczny na wyjściu badanego układu. Napięcie na wyjściu tego układu związane jest z mocą sygnału wejściowego w relacji 5mV napięcia na 1dB różnicy poziomu mocy na wejściu. Napięcie to mierzone jest przez mikrokontroler za pomocą portu A/D o dokładności przetwarzania 10 bitów (1024 kroki dla napięcia 5V) a następnie przeliczane w ustalony sposób i prezentowane w formie graficznej jako przebieg mierzonego parametru w funkcji częstotliwości.

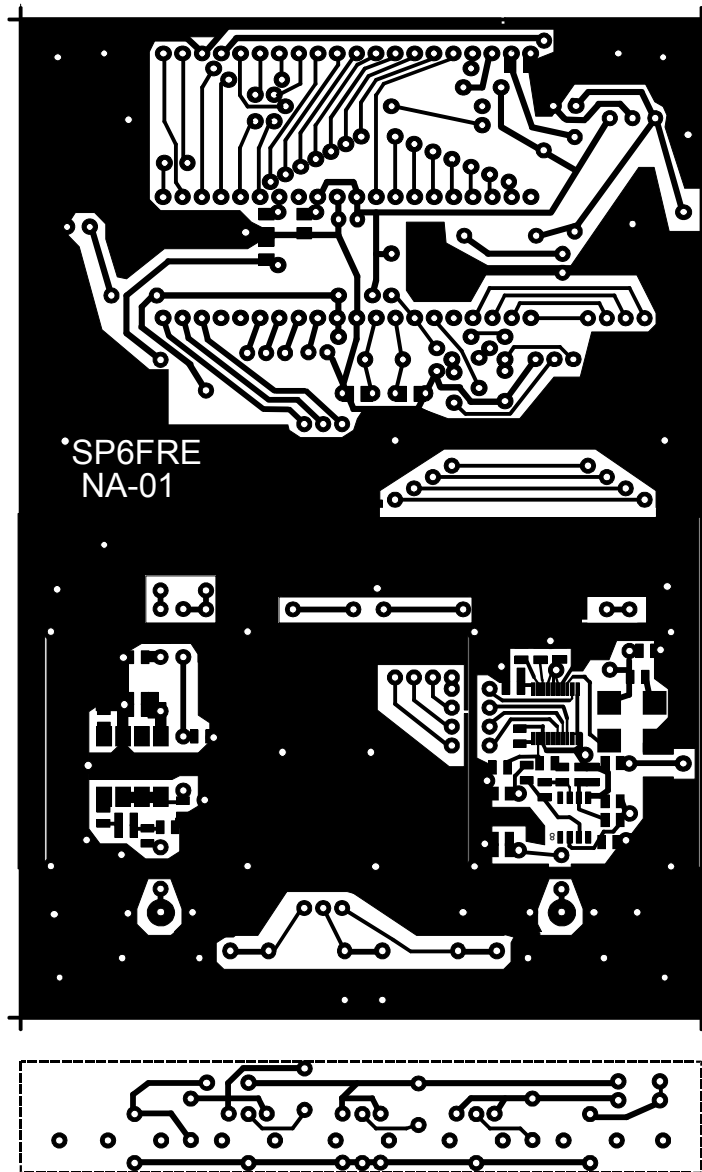


## 1.2 Płytką drukowaną

Układ zmontowany został na dwustronnym laminacie metodą przewlekaną z użyciem elementów SMD zarówno przy generatorze i wzmacniaczu sygnału jak i przy detektorze. W płytce wykonano dodatkowe otwory w otoczeniu stopni wejściowych i wyjściowych, przez które należy wykonać połączenia masy pomiędzy obiema obszarami druku. W ten sposób znacząco poprawia się czułość i dynamika układu. Płytkę z klawiszami mocowaną jest na dwóch tulejkach dystansowych o wysokości 5mm na płytce głównej a połączenia między płytkami należy wykonać za pomocą miedzianej krosówki lub srebrzanki.



Druk – obraz prosty (od strony lutów)

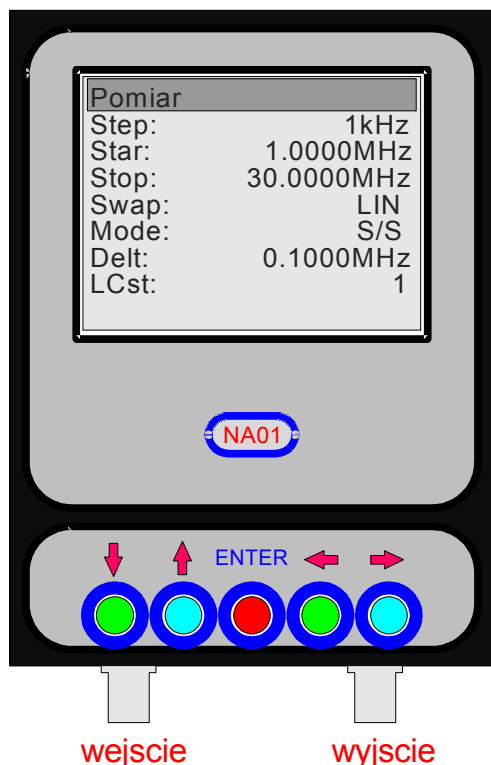


Druk – obraz lustrzany (dla metody termotransferowej)

## 2 Dokumentacja użytkownika

### 2.1 Klawisze

Miernik posiada pięć klawiszy oraz dwa gniazd pomiarowe a także gniazdo zewnętrznego zasilania +12V i wyłącznik zasilania. Niezależnie od zasilania zewnętrznego wewnątrz miernika znajduje się zespół akumulatorów 12V/700mAH pozwalający na niezależną pracę do 3 godzin bez zasilania sieciowego.



Dwa klawisze z lewej strony to klawisze nawigacyjne pozwalające na przesuwanie się po menu w pionie w górę i w dół podczas ustawiania miernika do pracy i wyboru sposobu pomiaru. Klawisze te służą również do przemieszczania na ekranie linii odniesienia tłumienia (ruchoma linia pozioma).

Dwa klawisze z prawej strony to klawisze nawigacyjne pozwalające na zmianę ustawień na wybranej pozycji menu. W trakcie pomiaru te klawisze służą do przemieszczania po ekranie pionowej linii odniesienia częstotliwości.

Klawisz środkowy to klawisz funkcyjny, którego rola zależy od kontekstu w jakim znajduje się akurat miernik. Zwykle rola ta polega na akceptowaniu wartości (funkcja ENTER) lub pozwala na opuszczenie aktualnego trybu pracy (funkcja ESCAPE).

Aktualny stan miernika sygnalizowany jest przez podświetlenie wybranej pozycji menu lub komunikat na wyświetlaczu.

### 2.2 Menu podstawowe

Po włączeniu miernika na wyświetlaczu pojawia się na kilka sekund ekran powitalny informujący o aktualnej wersji zainstalowanego oprogramowania a następnie pojawia się podstawowe menu pozwalające na ustawienia głównych parametrów miernika. Ze względu na rozdzielczość wyświetlacza jednorazowo może być zaprezentowanych 8 linii z 11 liniowego menu. Przeszczanie się po menu zapewniają dwa klawisze z lewej strony miernika a zmianę na danej pozycji daje użycie prawych klawiszy nawigacyjnych. Znaczenie poszczególnych pozycji menu jest następujące:

Pomiar	
Step:	1kHz
Star:	1.0000MHz
Stop:	30.0000MHz
Swap:	LIN
Mode:	S/S
Delt:	0.1000MHz
LCst:	1
Lr :	10uH
Cr :	47.0pF
SAVE	

- **Pomiar** – wybór tej pozycji umożliwia przejście do menu pomiarowego gdzie można wybrać odpowiedni tryb pomiarowy
- **Step** – w tej pozycji menu możliwa jest zmiana kroku z jakim modyfikowane będą kolejne zmienne dotyczące częstotliwości i pasma pomiarowego. Dopuszczalne wartości kroku to 10Hz, 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz i

**1MHz.** Skrajny prawy klawisz nawigacyjny zwiększa krok a klawisz lewy tej pary zmniejsza krok pomiaru

- **Star** – oznacza dolną (startową) częstotliwość zakresu pomiarowego. Zmianę tej częstotliwości umożliwiają prawe klawisze nawigacyjne ze skokiem ustawionym dla parametru **Step**.
- **Stop** - oznacza górną (końcową) częstotliwość zakresu pomiarowego. Zmianę tej częstotliwości umożliwiają prawe klawisze nawigacyjne ze skokiem ustawionym dla parametru **Step**.
- **Swap** – oznacza sposób przemiatań w ustawionym zakresie częstotliwości. Ta pozycja menu ma tylko dwie wartości: **LIN** oznacza przemiatań liniowe w paśmie a **LOG** oznacza przemiatań logarytmiczne. Przemiatań logarytmiczne przydaje się dla obrazowania charakterystyk amplitudowych mierzonych układów. Zmianę na tej pozycji umożliwia dowolny z prawych klawiszy nawigacyjnych.
- **Mode** – oznacza sposób definiowania zakresu pomiarowego. Ten parametr przyjmuje dwie wartości: **S/S** oznaczający pracę w trybie **Start/Stop** (od częstotliwości **Star** do częstotliwości **Stop**), **DEL** oznacza pracę w trybie stałego pasma przemiatań o częstotliwości początkowej ustawianej za pomocą parametru **Star**. Jeśli parametr **Mode** ma wartość **S/S** a wartość **Star** to 1MHz i **Stop** to 10MHz to miernik będzie badał mierzony układ w paśmie 1-10MHz. Jeśli parametr ten ma wartość **DEL** a dodatkowo parametr **Delt** ma wartość 2MHz to przy wartości **Star** również 1MHz pomiar odbywał się będzie w zakresie od 1MHz do  $(1+2)=3$ MHz a dodatkowo wartość parametru **Stop** automatycznie ustawi się na 3MHz. Zmianę na tej pozycji umożliwia dowolny z prawych klawiszy nawigacyjnych.
- **Delt** – to wartość pasma pomiarowego jeśli w pozycji **Mode** wybrano tryb **DEL**. Zmiana tego parametru odbywa się z krokiem określonym na pozycji **Step** menu. Zmianę na tej pozycji umożliwia dowolny z prawych klawiszy nawigacyjnych.
- **LCst** – to wartość kroku zmiany indukcyjności i pojemności referencyjnej (**Lr** i **Cr**). Ten parametr można zmieniać za pomocą prawych klawiszy nawigacyjnych w krokach: 0.1, 1, 10, 100 i 1000 – odpowiednio uH dla indukcyjności i pF dla pojemności.
- **Lr** – to wartość indukcyjności referencyjnej wyrażonej w uH i ustawianej z krokiem **LCst** za pomocą prawych klawiszy nawigacyjnych. Górną granicą dla tego parametru jest 100000uH (100mH)
- **Cr** - o wartość pojemności referencyjnej wyrażonej w pF i ustawianej z krokiem **LCst** za pomocą prawych klawiszy nawigacyjnych. Górną granicą dla tego parametru jest 100000pF (100nF)
- **SAVE** – to funkcja zapamiętania ustawionych wartości (**Star**, **Stop**, **Swap**, **Mode**, **Delt**, **Lr**, **Cr**). Wartości tych parametrów pojawia się na ekranie miernika po jego wyłączeniu i ponownym włączeniu. Parametr **Step** ustawia się zawsze na 1kHz a parametr **LCst** zawsze na 1.

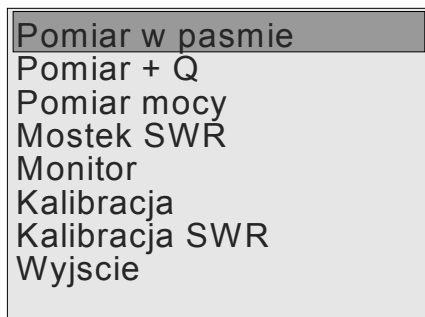
### 2.3 Menu pomiarowe

Po wybraniu parametrów pomiaru możliwe jest jego wykonanie po wyborze pozycji Pomiar z podstawowego menu. Z reguły, system pomiarowy wymaga przeprowadzenia przed wykonaniem pomiaru procedury kalibracyjnej. Taką procedurę należy wykonywać przed pierwszym pomiarem lub jeśli pasmo pomiarowe zmieniło się w sposób istotny. Sposób wykonania procedury kalibracyjnej prezentowany jest na ekranie wyświetlacza w formie komunikatów informujących jak taką procedurę należy wykonać.

Menu pomiarowe zawiera 8 pozycji dotyczących zarówno konkretnych pomiarów jak i procedur kalibracyjnych związanych z pomiarami. Podświetlenie wskazuje na wybrana pozycję, która



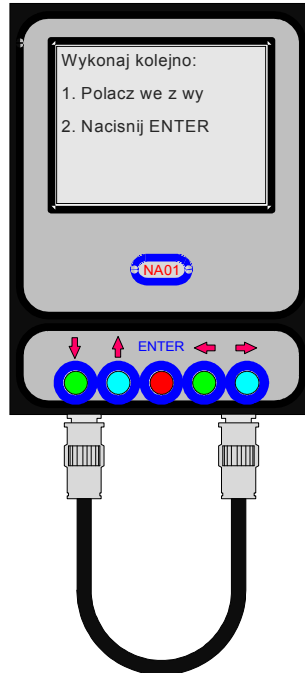
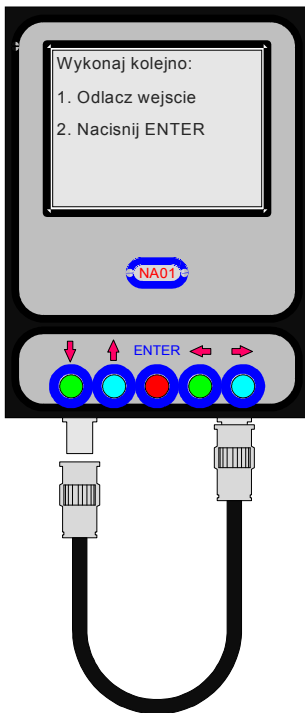
staje się aktywna po zaakceptowaniu klawiszem ENTER. Jeśli pomiar jest kolejnym to o tym czy konieczna jest procedura kalibracyjna należy zdecydować biorąc pod uwagę zakres zmiany parametrów pomiaru. Poszczególne pozycje menu pomiarowego oznaczają:



- **Pomiar w paśmie** – to klasyczny pomiar charakterystyki amplitudowej w funkcji częstotliwości. Ten pomiar wymaga wstępnej kalibracji przez wybranie funkcji **Kalibracja**.
- **Pomiar + Q** – umożliwia pomiary rezonansu rezonatorów kwarcowych lub obwodów rezonansowych. Dodatkowo, w tym trybie miernik sam określa częstotliwość rezonansu oraz wylicza dobroć obwodu lub rezonatora kwarcowego. Ta funkcja pozwala również na określenie pojemności szeregowego obwodu rezonansowego przy znanej indukcyjności lub określenie indukcyjności przy znanej

pojemności odniesienia. W tym trybie należy używać przystawki do pomiaru rezonansu. Wybranie tej opcji powoduje konieczność wykonania początkowej kalibracji.

- **Pomiar mocy** – ta funkcja pozwala na pomiar mocy skutecznej mierzonego sygnału. Do pomiaru należy używać obciążenia pomiarowego lub tłumika. Miernik może być przed pomiarem kalibrowany za pomocą wewnętrznego źródła sygnału, można go również kalibrować za pomocą źródeł zewnętrznych. Po wykonaniu kalibracji system zapisuje dane do pamięci co pozwala na późniejsze wykonywanie pomiarów już bez wstępnej kalibracji.
- **Mostek SWR** – w tym trybie możliwy jest pomiar SWR badanego urządzenia z użyciem dodatkowego mostka pomiarowego. Przed wykonaniem pomiaru SWR niezbędna jest kalibracja za pomocą obciążenia dopasowanego (50 omów)
- **Monitor** – funkcja ta zapewnia podstawową funkcjonalność analizatora widma i wymaga do wykonania pomiaru użycia mieszacza pomiarowego.
- **Kalibracja** – to podstawowa czynność przygotowująca miernik do pomiaru charakterystyk amplitudowo- częstotliwościowych (patrz funkcja **Pomiar w paśmie**)
- **Kalibracja SWR** – to czynność wstępna związana z pomiarem SWR.
- **Wyjście** – ta funkcja pozwala na przejście do głównego menu miernika.

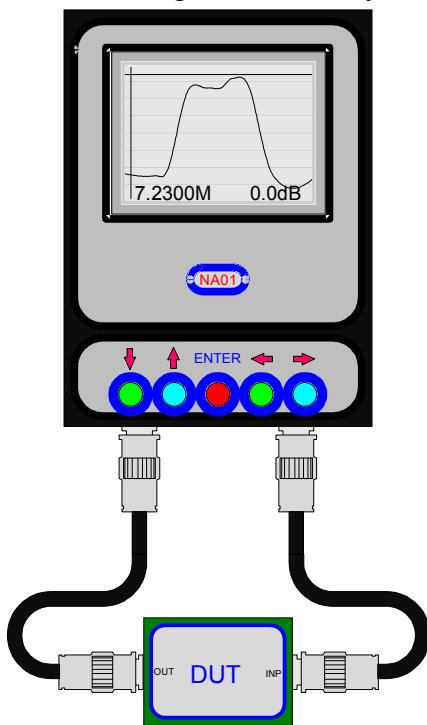


## 2.4 Kalibracja i pomiar w paśmie

**Kalibracja** to procedura, którą należy wykonać przed pierwszym pomiarem charakterystyki amplitudowej po ustawieniużądanego zakresu częstotliwości. Kalibrację wykonuje się po wybraniu opcji Kalibracja z menu pomiarowego. Pierwszym krokiem jest odłączenie od gniazda wejścia miernika kabla pomiarowego. Zamiast tego można na wejście pomiarowe założyć tłumik lub obciążenie dopasowane 50 omów. Po zaakceptowaniu pierwszego kroku klawiszem ENTER system dokona w ciągu ok. 1 sek. wewnętrznego pomiaru sygnału na wejściu co odpowiada pomiarowi tła własnego miernika. Im mniejsze tło własne tym większa czułość i dynamika pomiaru. Drugi krok w procedurze kalibracji polega na zwarciu wejścia i wyjścia a następnie

zaakceptowaniu tego stanu klawiszem ENTER. W ciągu 1 sek. system zmierzy sygnał na wejściu w paśmie pomiarowym w sytuacji kiedy w torze pomiarowym nie ma żadnego tłumienia. Na podstawie obu kroków kalibracyjnych system buduje zestaw wartości odniesienia na podstawie których określa poziom odniesienia względem tłumienia zerowego co

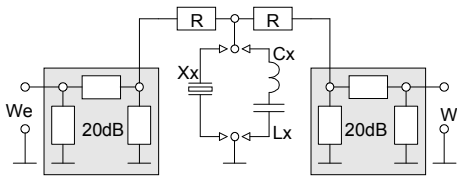
powoduje, że mierzona charakterystyka nie zmienia swojego kształtu wraz ze zmianą sygnału generatora w trakcie przemiatania w paśmie pomiarowym. Teoretycznie kalibracja jest ważna jedynie dla ustawionego zakresu częstotliwości pomiarowych ale jeśli nie zależy przy pomiarze na największej dokładności lub zmiana pasma pracy nie jest zbyt wielka to nie ma potrzeby powtarzania tej procedury. Po wykonaniu kalibracji system automatycznie przechodzi do procedury pomiarowej. Pomiędzy wyjście a wejście należy wpiąć badany układ. Jeśli nie jest on symetryczny to do wyjścia miernika należy dołączyć wejście badanego układu a do wejścia miernika wyjście badanego układu. Jeśli badany układ jest aktywny to, zwykle na wejście należy włączyć tłumik o wartości nie mniejszej niż przewidywane wzmocnienie układu.



W trakcie pomiaru można przesuwac klawiszami nawigacyjnymi pionową linię częstotliwości oraz poziomą linię tłumienia a bieżące wartości odpowiadające położeniu tych linii wyświetlane są na dole wyświetlacza. Jeśli wykonane zostanie przesunięcie linii częstotliwości stojącej skrajnie na lewo w lewą stronę lub stojącej skrajnie na prawo w prawa stronę to odpowiednia częstotliwość (startu lub końca pomiaru) zostanie przesunięta odpowiednio w górę lub w dół o ok. 10% aktualnego zakresu pomiarowego.

## 2.5 Pomiar + Q

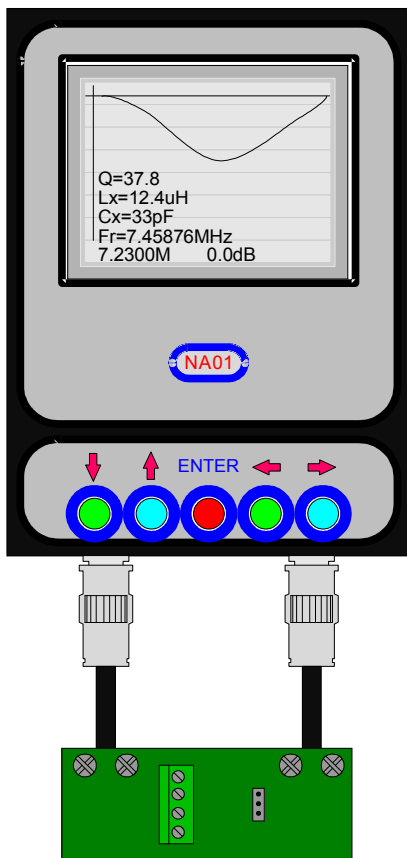
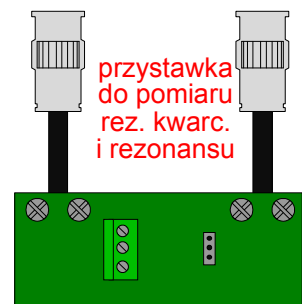
Ten typ pomiaru wymaga użycia przystawki pomiarowej LC zawierającej dwa tłumiki o wartości około 20dB pomiędzy które wtrąca się badany szeregowy układ rezonansowy, którym może być rezonator kwarcowy lub obwód rezonansowy.



Pomiar wymaga wstępnej kalibracji układu z przystawką, która jest niemal identyczna jak kalibracja dla pomiaru w paśmie z tą różnicą, że w drugim stopniu kalibracji zwarcie wyjścia i wejścia układu pomiarowego odbywa się nie za pomocą prostego kabla ale za pomocą przystawki LC. W tym kroku w gniazdach przystawki nie może znajdować się ani rezonator ani badane elementy LC. Po wykonaniu

kalibracji miernik przechodzi w tryb pomiarowy. Do gniazd przystawki należy wtedy wstawić badany rezonator kwarcowy lub obwód rezonansowy. Podczas badania rezonatorów kwarcowych pasmo przemiatania nie powinno

być większe niż ok. 10kHz, dla obwodów rezonansowych może wynosić kilka MHz z późniejszym zawężeniem po znalezieniu rezonansu.

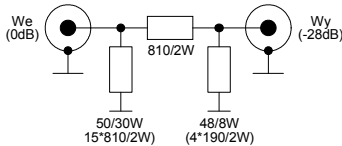


W tym pomiarze ważne jest aby znaleziony rezonans szeregowy miał swoje minimum mniej więcej w środkowej części wyświetlacza. Procedura pomiarowa znajduje częstotliwość rezonansową przez automatyczne odstrojenie w obie strony od rezonansu do wysokości 3dB w stosunku do minimum krzywej. Na tej podstawie znajdowane jest zarówno minimum krzywej (częstotliwość rezonansowa) jak i dobroć mierzonego kwarcu lub układu rezonansowego przez odniesienie częstotliwości rezonansu do pasma na wysokości 3dB.

Najdokładniejszy pomiar ma miejsce kiedy krzywa rezonansu jest możliwie szeroka i ma głębokość większą niż 3dB. Przy okazji pomiaru rezonansu system określa (wycisza) wartości pojemności  $C_x$  i indukcyjności  $L_x$  komplementarnych do indukcyjności  $L_r$  oraz pojemności  $C_r$  referencyjnych które ustawia się w menu głównym pomiaru. W ten sposób, mając na przykład dobrze określoną pojemność referencyjną  $C_r$  można sprawdzić zarówno jaka będzie częstotliwość rezonansowa z mierzoną cewką jak i stwierdzić jaka jest indukcyjność tej cewki. Na podobnej zasadzie można określić jaką pojemność ma badany kondensator  $C_x$  połączony szeregowo z cewką o znanej indukcyjności  $L_r$ .

## 2.6 Pomiar mocy

Miernik pozwala na pomiar mocy w szerokim zakresie od uW do kilkudziesięciu watów a nawet więcej o ile zastosuje się odpowiednie obciążenie (sondę) pomiarową. Zastosowane w rozwiązaniu



modelowym obciążenie ma moc nie mniejszą niż 10W (ok. 30W dla krótkich przeciążeń) oraz wbudowany tłumik o wartości ok. 28dB co pozwala na pomiar mocy prawie do 100W. Sonda do pomiaru mocy zbudowana jest z dwóch koncentrycznych gniazd w obudowie z laminatu. Gniazdo od strony wejściowej to sztuczne obciążenie złożone z 15 oporników o mocy 2W i łącznej oporności równoległej ok. 50 omów.

Gniazdo od strony wyjściowej jest wyjściem monitorowania mierzonej mocy. To gniazdo należy przy pomiarze dołączyć do wejścia miernika. Pomiar

mocy wymaga wstępnej kalibracji miernika z użyciem źródła mocy o znanej wartości skutecznej. W tym celu, po wyborze zadania pomiaru mocy z menu pomiarowego należy odpowiedzieć pozytywnie na pytanie o kalibrację mocy. Kalibracja polega na dołączeniu do wejścia sondy mocy o znanej wartości a następnie na ustawieniu na wyświetlaczu wartości tej mocy za pomocą prawej pary klawiszy nawigacyjnych.

Jeśli nie ma w dyspozycji źródła mocy o

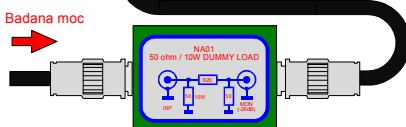
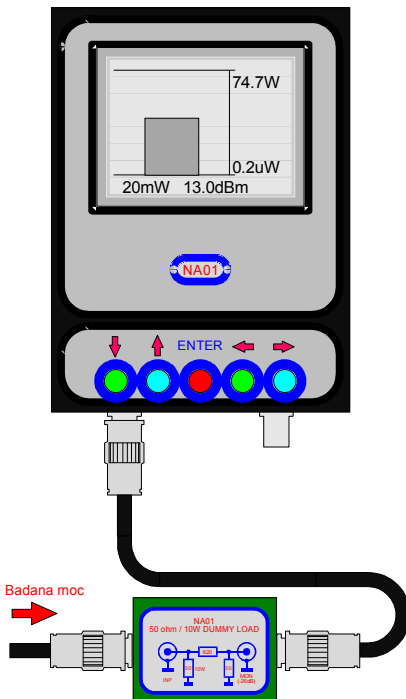
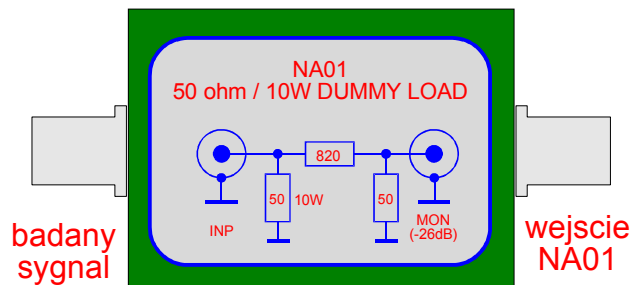
odpowiedniej wartości można skorzystać z wewnętrznego generatora, który na czas kalibracji

ustawiony zostaje na częstotliwość 5MHz. Generalnie, poziom tej mocy dla każdego z mierników może być różny ale powinien znajdować się w zakresie 15-30mW. Wartość tą należy ustalić raz dla konkretnego egzemplarza mierząc napięcie skuteczne na wyjściu generatora na obciążeniu 50 omów. (dla sygnału sinusoidalnego moc skuteczna to  $U \cdot U / (8 \cdot R)$  gdzie U to napięcie międzyszczytowe sinusoidy a R to oporność obciążenia – w tym przypadku 50 omów. Mierzona moc wyświetlana jest na ekranie miernika w formie wartości w dolnej linii ekranu w jednostkach bezwzględnych (uW, mW i W) oraz w odniesieniu do mocy 1mW czyli w dBm.

Dodatkowo, poziom mocy prezentowany jest w formie graficznej jako słupek odpowiadający poziomowi zmierzonej mocy umieszczony pomiędzy dwoma liniami poziomymi określającymi zakres pomiaru od dołu jak i od góry. Oba te poziomy mocy opisane są wartościami cyfrowymi z prawej strony ekranu.

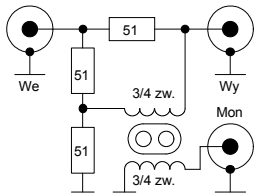
Raz wykonana kalibracja miernika dla znanej mocy oraz dla tej samej sondy pomiarowej wystarcza aby w kolejnych pomiarach pominąć procedurę kalibracyjną. Pomiar jest najdokładniejszy w zakresie kilku rzędów w otoczeniu mocy referencyjnej. Dla zwiększenia dokładności pomiaru dla konkretnej częstotliwości

należy zastosować źródło sygnału mocy referencyjnej leżące możliwie blisko częstotliwości mierzonego sygnału ze względu na różnice w charakterystyce sondy w paśmie pracy.



## 2.7 Mostek SWR

Do pomiaru SWR wymagany jest mostek pomiarowy stanowiący klasyczny układ czteroramienny gdzie w trzech ramionach znajdują się oporności 50 omów, w czwartej gałęzi znajduje się mierzona impedancja a równowagę mostka określa się przez pomiar napięcia rozrównoważenia na



przekątnej mostka. Ze względu na pracę szerokopasmową oraz symetryzację wyjścia w przekątnej mostka włączony jest transformator szerokopasmowy wykonany z ferrytowego rdzenia dwuotworowego.

Zasada pomiaru

współczynnika SWR wiąże się z faktem, że napięcie na jego przekątnej jest tym

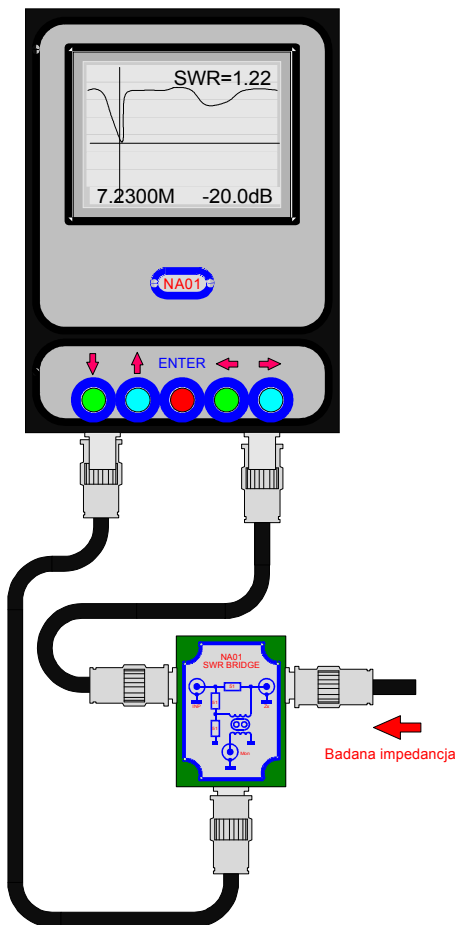
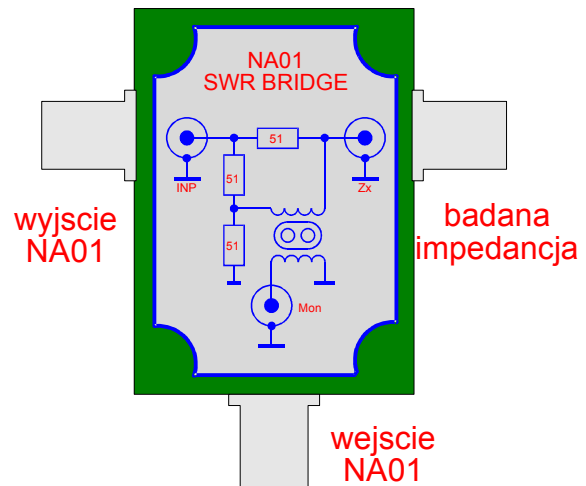
większe im bardziej mierzona impedancja różni się wartością od impedancji charakterystycznej (w tym wypadku 50 omów). Jeśli mierzona impedancja ma wartość impedancji charakterystycznej to mostek jest w równowadze, napięcie na przekątnej ma wartość 0 a współczynnik SWR ma wartość 1. Dwa skrajne przypadki to kiedy mostek jest zwarty i rozwarty na wyjściu. Odpowiada to wartości SWR równej

nieskończoności.

Pomiędzy wartościami skrajnymi SWR

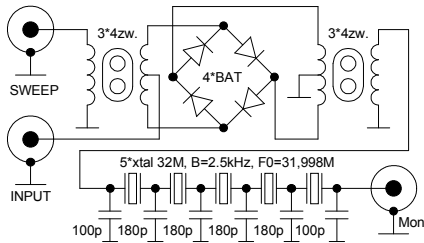
przyjmuje w mierzonym paśmie wartości zgodne z wartością SWR na danej częstotliwości co jest szczególnie ważne przy pomiarach anten. Zbyt duży współczynnik odbicia anteny oznacza, że część mocy wraca do nadajnika powodując w skrajnych przypadkach jego uszkodzenie.

Przed wykonaniem pomiaru SWR niezbędne jest wykonanie kalibracji oznaczonej w menu pomiarowym jako kalibracja SWR. W celu wykonania kalibracji SWR należy połączyć układ pomiarowy z mostkiem jak na pokazanym rysunku oraz dołączyć w pierwszym kroku do wyjścia pomiarowego obciążenia charakterystycznego (50 omów). Ten krok należy zaakceptować klawiszem ENTER. W kroku drugim obciążenie należy odłączyć i zaakceptować drugą część kalibracji klawiszem ENTER. Pomiar SWR odbywa się z reguły w pewnym paśmie częstotliwości gdzie obowiązują podobne zasady dla linii odniesienia na ekranie. Linia pozioma pozwala odczytać wartość SWR przez jej przesunięcie w pionie za pomocą prawej pary klawiszy nawigacyjnych a lewa para klawiszy pozwala na ustalenie częstotliwości gdzie następuje odczyt mierzonych współczynnika SWR. Podobnie, przesuwanie pionowej linii odczytu częstotliwości poza skrajne punkty z prawej lub lewej strony powoduje przesunięcie zakresu pomiaru w dół lub w górę o ok. 10% aktualnej wartości pasma.



## 2.8 Monitor

Funkcja monitor zawiera podstawowe możliwości analizatora widma. System pomiarowy



składa się z dodatkowego, podwójnego mieszacza zrównoważonego oraz działającego za nim wąskopasmowego filtra kwarcowego o częstotliwości ok. 32MHz dzięki któremu możliwa jest dość dokładna analiza sygnału na wejściu mieszacza. W tym przypadku układ działa jako odbiornik o paśmie przenoszenia ok. 2.3kHz. Heterodyna tego odbiornika może być przestrajana w zakresie od ok.

31.5MHz do 0.5 MHz i

leży poniżej częstotliwości pośredniej co powoduje, że kierunek wyświetlania wyniku jest na wyświetlaczu odwrócony. Dokładność przemiatania jest rzędu pasma przenoszenia zastosowanego filtra kwarcowego co powoduje, że czas pomiaru wydłuża się ze wzrostem zakresu analizy sygnału i osiąga dla pasma 1-30MHz ok. 10 sek. Sam pomiar wymaga wykonania wstępnej kalibracji jak dla pomiaru w paśmie. Po wykonaniu tej kalibracji

należy do miernika dołączyć mieszacz pomiarowy oraz wybrać funkcję Monitor. Należy pamiętać, że ze względu na większą częstotliwość pośrednią niż częstotliwość badanego sygnału niezbędne jest odpowiednie wyliczenie zakresu przestrajania. Zakładając, że częstotliwość pomiaru zmieniać się ma

między  $F_{min}$  a  $F_{max}$  należy dobrać częstotliwość startową jako  $Start=32-F_{min}$  a częstotliwość końcową jako  $Stop=32-F_{max}$  zakładając, że zarówno  $F_{min}$  jak i  $F_{max}$  wyrażone są w MHz.

W wyniku pomiaru na wyświetlaczu pojawia się u dołu wyszarzony pasek odpowiadający tłu własnemu miernika oraz pionowe prążki odpowiadające składowym częstotliwościom badanego sygnału. Częstotliwości prążków składowych widma można odczytać przez przesunięcie pionowej linii odniesienia częstotliwości. Za pomocą linii poziomej możliwe jest odczytanie względnej różnicy mocy (w dB) pomiędzy poszczególnymi prążkami. Dokładność miernika można powiększyć stosując na wyjściu mieszacza dodatkowy wzmacniacz aktywny.

