

Podręcznik użytkownika NanoVNA

Wstęp

Ten dokument jest wolnym tłumaczeniem SP5GNI nieformalnego przewodnika użytkownika NanoVNA.

Co to jest NanoVNA?

Istnieje kilka typów analizatora sieci NanoVNA, a ten dokument obejmuje następujące:

- ttrfttech (oryginał) <https://github.com/ttrfttech/NanoVNA>
- Hugen79 <https://github.com/hugen79/NanoVNA-H>

Urządzenia te mają prawie te same komponenty układowe i mają dostęp do wspólnego firmware. Tłumaczenie dotyczy nieznannej, lecz z pewnością nie najnowszej wersji firmware (np. brak symulacji w domenie czasu).

Co jest potrzebne do pracy

Wymagane są co najmniej następujące elementy zestawu:

- Korpus NanoVNA
- Obciążenie SMA 50 ohm
- Zwora SMA
- Rozwarcie SMA
- Przejściówka SMA żeńska/żeńska
- Kabel SMA męski/męski

Podstawy NanoVNA

Wektorowy analizator sieci (VNA) mierzy charakterystyki częstotliwościowe sygnałów w.cz – odbitych lub przechodzących.

NanoVNA mierzy następujące wartości:

- napięcie wejściowe sygnału I/Q
- napięcie odbite sygnału I/Q
- napięcie przechodzące sygnału I/Q

Z tego są obliczane:

- Współczynnik odbicia S11
- Współczynnik transmisji S21

Na ich podstawie można wyliczyć i wyświetlić następujące parametry:

- Straty odbiciowe
- Straty transmisyjne (wtrącenia)
- Impedancję zespoloną
 - Rezystancję
 - Reaktancję
- WFS (SWR)

Częstotliwości oscylacji NanoVNA

NanoVNA mierzy współczynniki odbicia i transmisji dla 101 punktów w mierzonym paśmie częstotliwości.

Częstotliwości pracy NanoVNA są w zakresie od 50kHz do 300MHz. Dla większych częstotliwości wykorzystuje się tryb harmonicznym. Sygnał podstawowy nie jest tłumiony nawet w trybie harmonicznym. Tryb pracy w zależności od częstotliwości jest następujący:

- Do 300MHz: częstotliwość podstawowa
- Od 300MHz do 900MHz: trzecia harmoniczna
- Od 900MHz do 1500MHz: piąta harmoniczna

Należy pamiętać (np. podczas sprawdzania wzmocnienia wzmacniacza), że do układu badanego zawsze podawany jest sygnał o częstotliwości podstawowej.

W każdym przypadku sygnały wejściowe są przetwarzane na częstotliwość pośrednią wynoszącą 5 kHz. Sygnał jest przetwarzany analogowo-cyfrowo przy częstotliwości próbkowania 48 kHz. Dane cyfrowe są obrabiane przez procesor (MCU).

Początek pracy

Przed użyciem musi być przeprowadzona kalibracja NanoVNA. Wykonywana jest ona w następujący sposób:

- Sprawdź, czy START jest 50kHz
- Sprawdź, czy STOP jest 900MHz
- Skalibruj zgodnie z opisaną niżej procedurą kalibracji Nano VNA

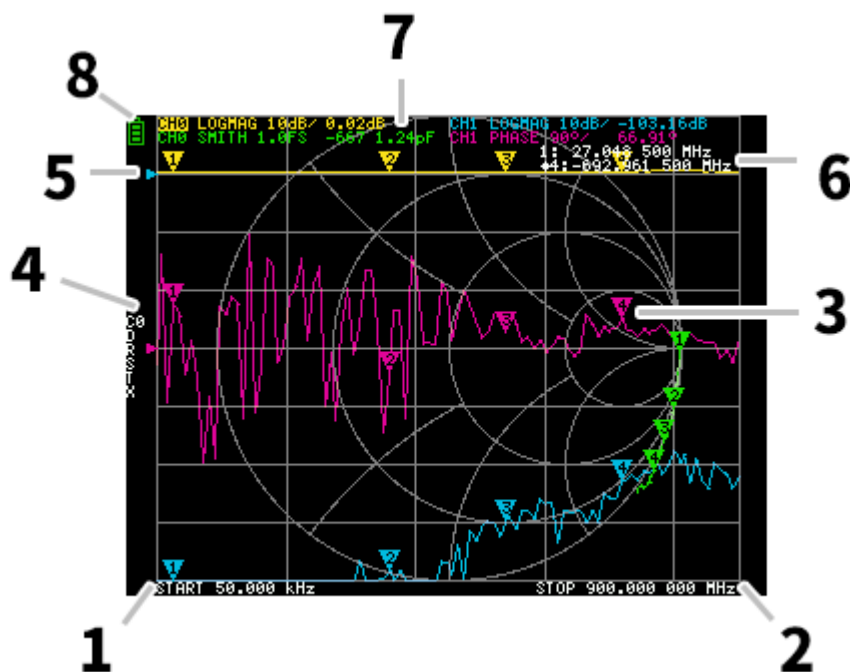
Wprowadzanie ustawień

NanoVNA posiada następujące sposoby wprowadzania danych wejściowych:

- Dotykanie panelu dotykowego
- Przełącznik
 - L długie naciśnięcie w lewo
 - R długie naciśnięcie w prawo
 - Push długie wciśnięcie
- Wyłącznik zasilania

Jak odczytywać ekran

Ekran główny



1. START Częstotliwość początkowa

2. STOP Częstotliwość końcowa

Częstotliwości START/STOP są wyświetlane.

3. Marker (znacznik)

Wyświetlane są wartości liczbowe położenia znaczników dla każdej z krzywych. Wybrane znaczniki można przesuwając w następujący sposób:

- Przeciągnięcie znacznika na panelu dotykowym
- Długie naciśnięcie przełącznika L lub R

4. Stan kalibracji

Wyświetlany jest numer odczytanej kalibracji i zastosowana korekta błędów.

- C0 C1 C2 C3 C4: wskazuje, że dane kalibracji dla każdego odpowiedniego numeru są załadowane.
- c0 c1 c2 c3 c4: wskazuje, że dane kalibracji dla odpowiedniego numeru są załadowane, ale zakres częstotliwości zmienił się od momentu załadowania i że korekcja błędów wykorzystuje uzupełnienie danych kalibracyjnych.
- D: wskazuje, że zastosowano korekcję błędów kierunkowości

- R: wskazuje, że zastosowano korekcję błędu odbicia
- S: wskazuje, że zastosowano korekcję błędu dopasowania źródła
- T wskazuje, że zastosowano korektę błędów transmisji
- X: wskazuje, że zastosowano korektę błędów izolacji (Crosstalk)

5. Pozycja referencji

Wskazuje położenie odniesienia dla odpowiedniej krzywej. Można zmienić położenie w: DISPLAY SCALE REFERENCE POSITION.

6. Status znacznika

Wyświetla aktywny znacznik, który jest wybrany i jeden znacznik, który był poprzednio aktywny.

7. Status krzywej

Wyświetlany jest status każdej krzywej i wartość odpowiadająca aktywnemu znacznikowi.

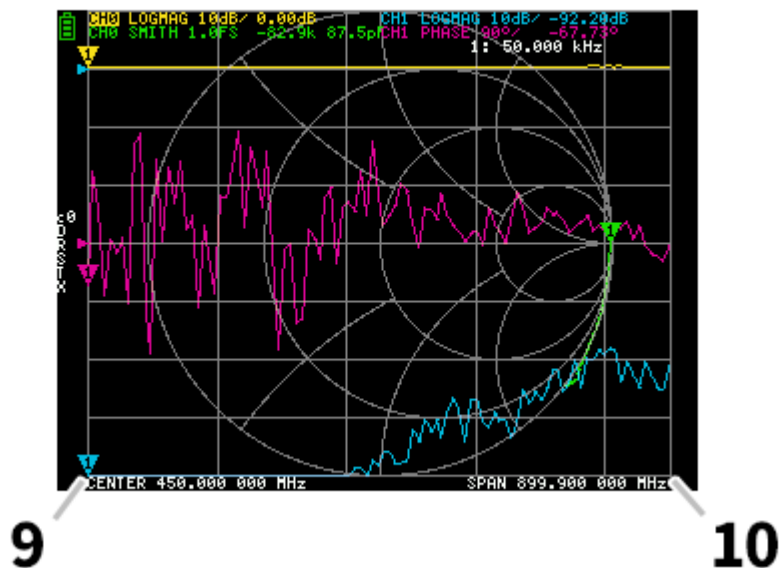
Na przykład, jeśli wyświetlane jest CH0 LOGMAG 10dB/ 0.02dB , to należy to czytać w następujący sposób:

- Kanał CH0 (odbicie)
- Format LOGMAG
- Skala 10dB
- Bieżąca wartość wynosi 0,02 dB

8. Stan akumulatora

Jeśli bateria jest zainstalowana i na PCB jest zamontowana dioda D2, to wyświetlana jest ikona o kształcie zależnym od napięcia akumulatora.

Ekran główny 2

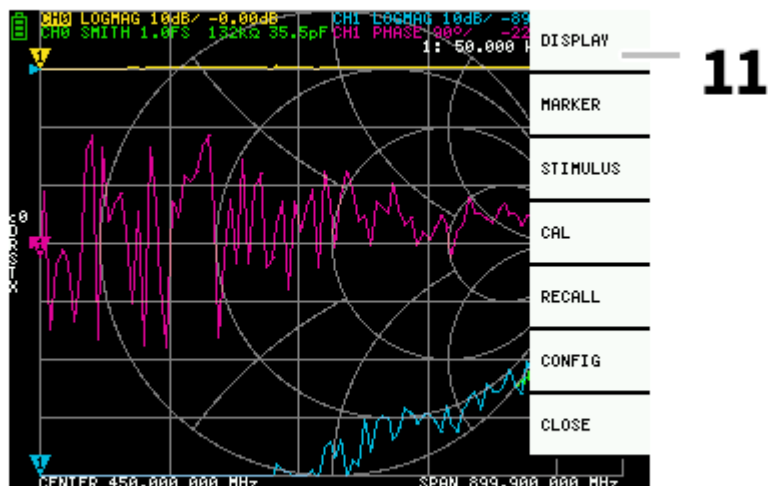


9. CENTER częstotliwość środkowa

10. SPAN rozpiętość

Częstotliwości są wyświetlane są, gdy określona jest częstotliwość środkowa i rozpiętość.

Ekran menu

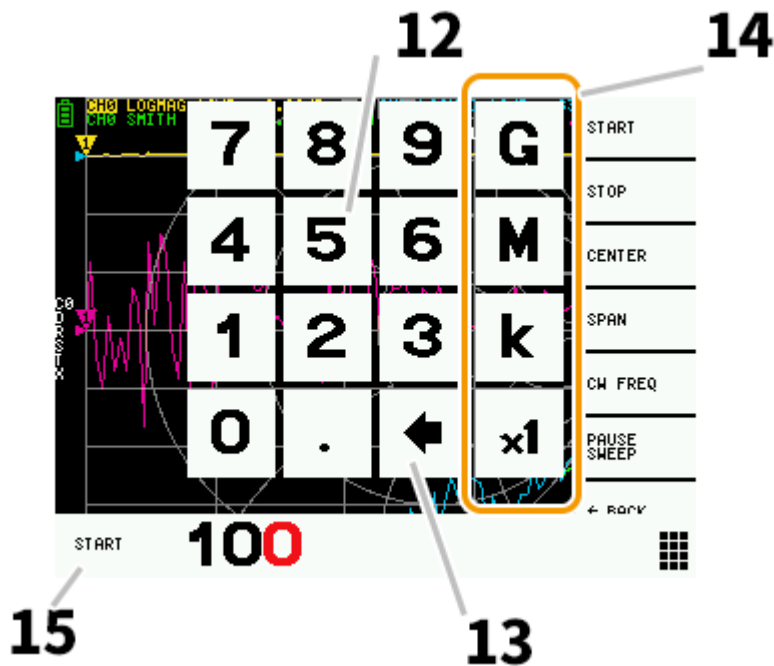


11. Menu podręczne

Można wyświetlić menu, wykonując następujące czynności:

- Po dotknięciu lokalizacji panelu dotykowego innej niż znacznik
- Po wciśnięciu przełącznika dźwigniowego

Ekran klawiatury



12. Przyciski numeryczne

Dotknij pola liczby, aby wprowadzić jeden znak.

13. Przycisk Wstecz

Usuwa jeden znak. Jeśli nie wprowadzono znaku, anuluje wpis i powraca do poprzedniego stanu.

14. Przycisk jednostki

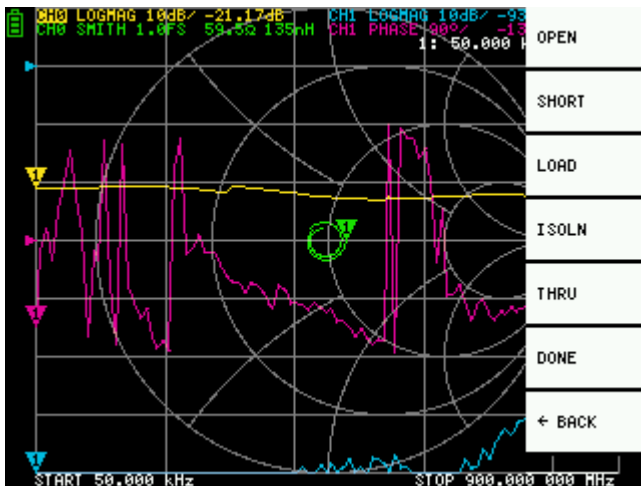
Mnoży bieżące wprowadzenie przez odpowiednią jednostkę i natychmiast kończy wprowadzanie. W przypadku x1, wprowadzoną liczbą jest wartość ustawiona.

15. Pole wprowadzania

Wyświetlana jest nazwa i wartość wprowadzonego parametru.

Kalibracja NanoVNA

Kalibrację należy zasadniczo przeprowadzać za każdym razem, gdy zmienia się zakres częstotliwości pomiaru. Jeśli błędy zostały poprawnie skorygowane, na ekranie wyświetlany jest stan kalibracji, Cn D R S T X. Liczna n to numer załadowanych danych kalibracyjnych.



NanoVNA może jednak dopełniać istniejące informacje kalibracyjne i wyświetlać wyniki w pewnym stopniu poprawnie. Może tak być w przypadku zmiany zakresu częstotliwości po załadowaniu danych kalibracyjnych. W tym przypadku stan kalibracji na ekranie jest pokazany: cn D R S T X. Liczna n to numer załadowanych danych kalibracyjnych.

1. Resetuj aktualny stan kalibracji CAL RESET
2. Podłącz Standard OPEN (rozwarcie) do portu CH0 i uruchom CAL CALIBRATE OPEN
3. Podłącz Standard SHORT (zwora) do portu CH0 i uruchom CAL CALIBRATE SHORT
4. Podłącz Standard LOAD (50 ohm) do portu CH0 i uruchom CAL CALIBRATE LOAD
5. Podłącz Standardy LOAD (50 ohm) do portów CH0, CH1 i uruchom CAL CALIBRATE ISOLN . Jeśli jest tylko jedno obciążenie, port CH0 może zostać niepodłączony.
6. Podłącz kabel SMA do gniazd CH0, CH1 i uruchom CAL CALIBRATE THRU
7. Zakończ kalibrację i obliczenia korekcji błędów CAL CALIBRATE DONE
8. Wybierz numer danych i zapisz CAL CALIBRATE SAVE SAVE 0

Uwaga: Wszystkie dane kalibracyjne powinny zostać zaakceptowane i zaimportowane dopiero wtedy, jak wskazania wyświetlacza będą wystarczająco ustabilizowane.

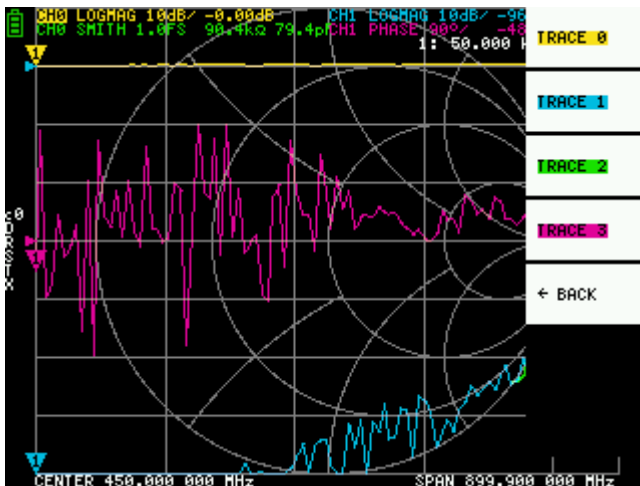
Pomiary

Podstawowa sekwencja pomiarów

1. Ustaw zakres częstotliwości pomiaru
2. Wykonaj kalibrację
3. Podłącz urządzenie do testowania (DUT)

Funkcje

Wyświetlanie krzywej



Można wyświetlić maksymalnie cztery krzywe pomiarowe (TRACE), z których jedna jest aktywna.

Można wyświetlić **tylko** potrzebne krzywe. Aby przełączyć widoki wybierz DISPLAY TRACE TRACE n.

Możesz włączyć krzywą aktywną w następujący sposób:

- Dotknij znacznika krzywej, którą chcesz aktywować.
- Wybierz do wyświetlenia: DISPLAY TRACE TRACE n (Jeśli jest tylko tu widoczna, to musiała być tymczasowo ukryta).

Format krzywej

Każda charakterystyka może mieć swój własny format. Aby zmienić format aktywnej krzywej, wybierz go: DISPLAY FORMAT

Wyświetlanie dowolnego formatu może być następujące:

- LOGMAG: Logarytm wartości bezwzględnej zmierzonej wartości
- PHASE: Faza w zakresie od -180 do +180 stopni
- DELAY: Opóźnienie
- SMITH: Wykres Smith'a
- SWR: Współczynnik fali stojącej
- POLAR: Format współrzędnych biegunowych
- LINEAR: Wartość bezwzględna mierzonej wielkości
- REAL: Część rzeczywista mierzonej wielkości
- IMAG: Część urojona mierzonej wielkości
- RESISTANCE: Składowa rezystancyjna zmierzonej impedancji
- REACTANCE: Składowa reaktancyjna zmierzonej impedancji

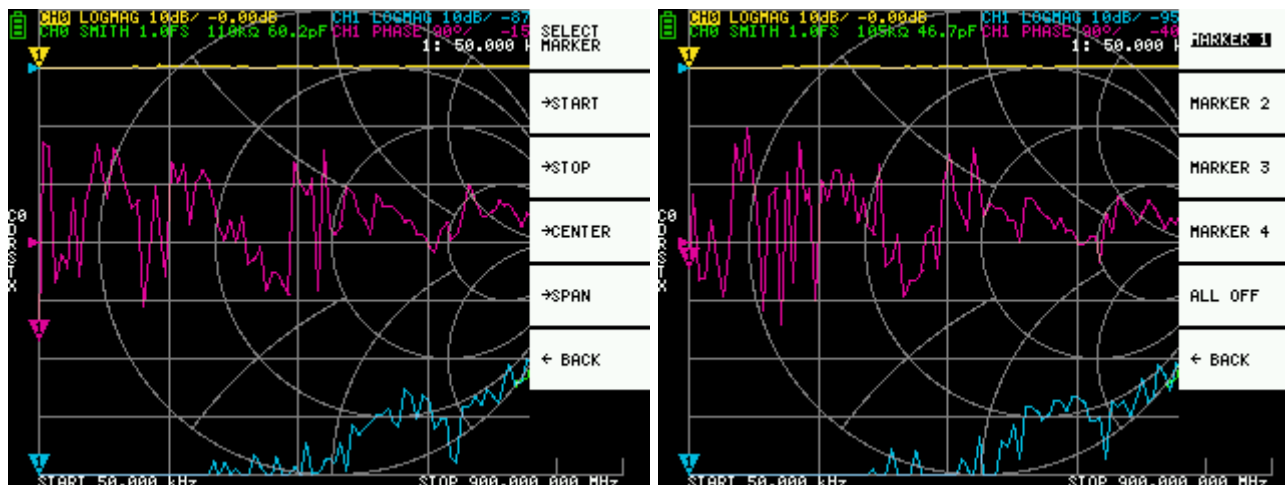
Kanał krzywej

NanoVNA ma dwa porty dla CH0 CH1. Na portach tych mogą być mierzone następujące parametry rozproszenia S:

- CH0 S11 (straty odbiciowe)
- CH1 S21 (straty wtrąceniowe)

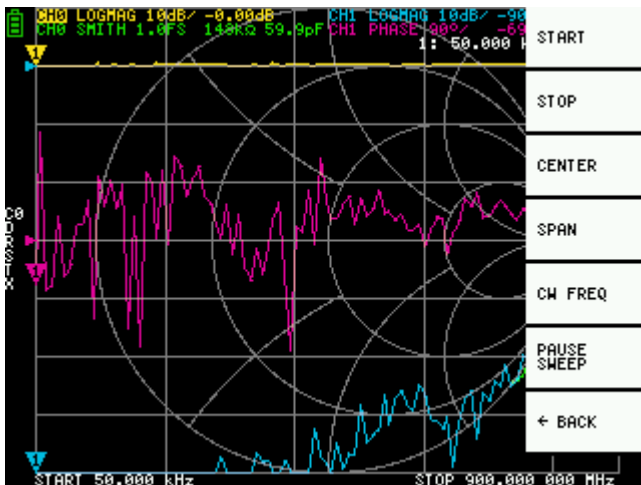
Aby zmienić kanał dla krzywej wybierz: DISPLAY CHANNEL CH0 REFLECT lub CH1 THROUGH

Znacznik



Można wyświetlić maksymalnie cztery znaczniki. Znaczniki są wyświetlane z: MARKER SELECT MARKER MARKER n . Po wyświetleniu znacznika, wartości położenia na krzywej dla aktywnego znacznika są wyświetlane.

Ustawianie zakresu pomiarowego



Istnieją trzy typy ustawień zakresu pomiarowego:

- Ustawianie częstotliwości początkowej i częstotliwości końcowej
- Ustawianie częstotliwości środkowej i rozpiętości
- Rozpiętość zerowa

Ustawianie częstotliwości początkowej i końcowej

Wybierz i odpowiednio ustaw STIMULUS START oraz STIMULUS STOP.

Ustawianie częstotliwości środkowej i rozpiętości

Wybierz i odpowiednio ustaw STIMULUS CENTER oraz STIMULUS SPAN.

Rozpiętość zerowa

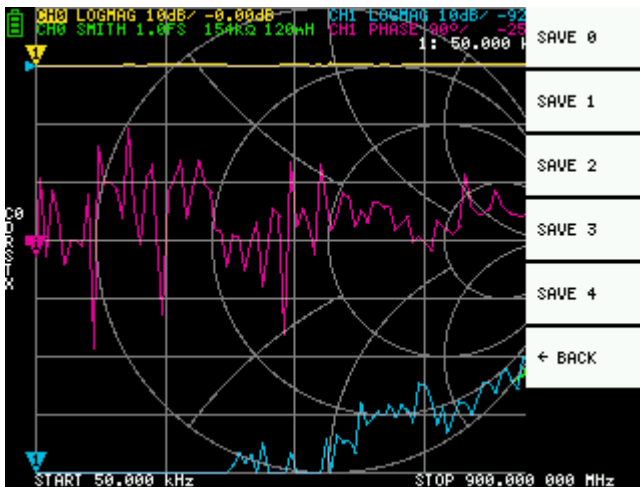
Zakres zerowy jest trybem, w który wystawiana jest jedna częstotliwość w sposób ciągły, bez przemiatań częstotliwości.

Wybierz i ustaw STIMULUS CW FREQ

Tymczasowe zatrzymanie pomiaru

STIMULUS PAUSE SWEEP tymczasowo zatrzymuje pomiar.

Przywołanie kalibracji i ustawień

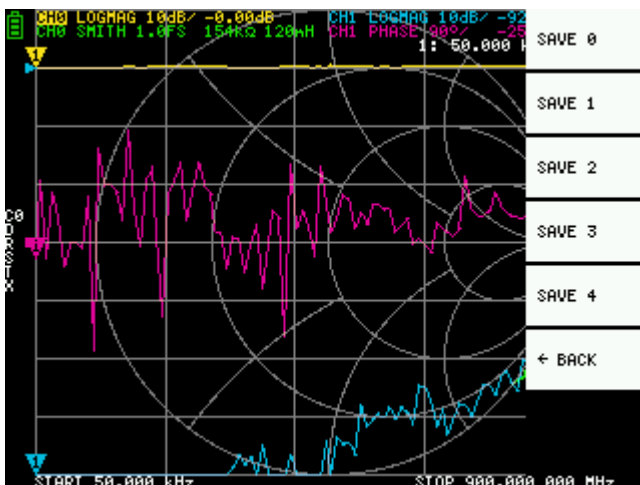


Można zapisać maksymalnie pięć zestawów danych kalibracyjnych. NanoVNA ładuje dane z numerem 0 zaraz po starcie.

Dane kalibracyjne zawierają następujące informacje:

- Zakres ustawień częstotliwości
- Korekcja błędów w każdym punkcie pomiarowym
- Ustawienia krzywej
- Ustawienia znacznika
- Ustawienia dziedziny
- Ustawianie współczynnika skrócenia długości fali
- Opóźnienie

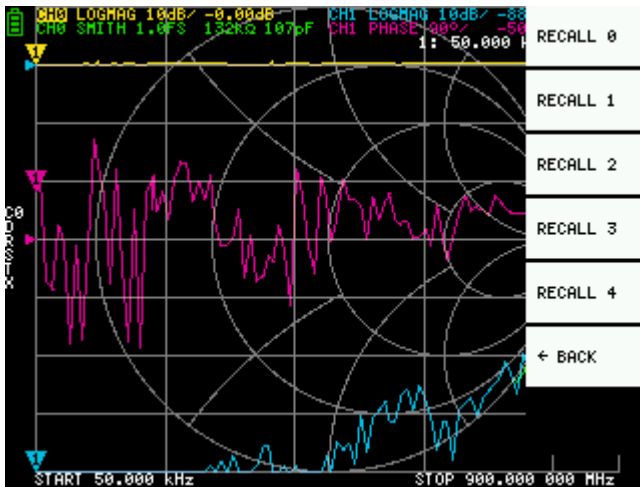
Możesz zapisać bieżącą konfigurację: CAL SAVE SAVE n



CAL Bieżące dane kalibracji można zresetować, wybierając opcję CAL RESET. Resetowanie jest wymagane, jeśli kalibracja wykonywana jest ponownie.

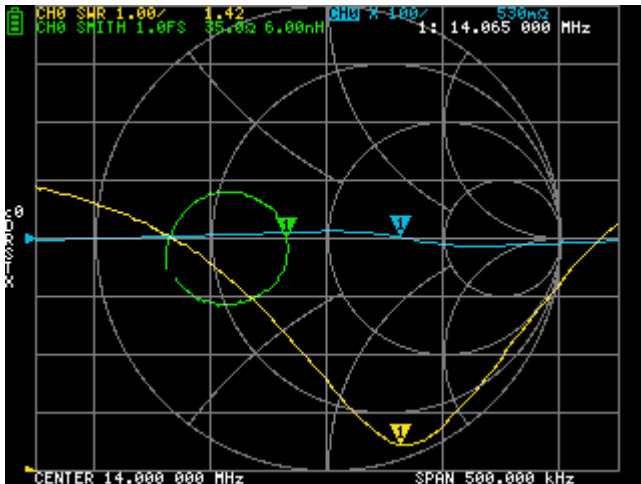
CAL CORRECTION wskazuje, czy korekta błędów jest aktualnie stosowana. Można wybrać tę opcję, aby chwilowo zatrzymać korekcję błędów.

RECALL Zapisane ustawienia można przywołać: RECALL RECALL n



Przykładowe skanowanie

Regulacja anteny



Oto przykład użycia NanoVNA jako analizatora antenowego.

Są dwa ważne aspekty strojenia anteny:

- Czy antena znajduje się w stanie rezonansu
- Czy SWR anteny jest mały (czy jest wystarczająco dobrze dopasowana)

Konfigurowanie pomiaru

Ponieważ do strojenia anteny używany jest tylko kanał CH0, kalibracja jest wykonywana dla wszystkich parametrów z wyjątkiem THRU i ISOLN.

Ustawienia charakterystyki są następujące:

- TRACK 0: CH0 SWR
- TRACK 1: CH0 REACTANCE
- TRACK 2: CH0 SMITH
- TRACK 3: Wył.

Ustaw częstotliwość, na jakiej antena ma być dostrojona jako CENTER i odpowiednio ustaw rozpiętość SPAN .

Znajdź częstotliwość, gdzie dla krzywej TRACK 1 wyświetlana reaktancja jest bliska 0. Ponieważ częstotliwość ta jest punktem strojenia, wyregulować antenę tak, aby punkt strojenia był osiągnięty dla żądanej częstotliwości.

Jeśli punkt strojenia jest na żądanej częstotliwości sprawdź, czy TRACK 0 (wyświetlanie SWR) wskazuje wystarczająco małą wartość (blisko 1). Jeśli SWR nie jest wystarczająco mały (mniej niż 2), do dopasowania używany jest wykres Smith'a. W takim przypadku

można użyć układu dopasowującego, jak tuner antenowy umieszczony bezpośrednio pod anteną.

Jeśli SWR jest mały, regulacja anteny na żądanej częstotliwości jest zakończona.