

## Что такое NanoVNA

Существует несколько типов оборудования NanoVNA, и этот документ охватывает следующее оборудование:

- версия ttrfttech (оригинал) [ttrfttech / NanoVNA](#)
- версия hugen79 [NanoVNA-H](#)

Эти аппаратные компоненты практически одинаковы на схеме, и можно использовать обычные прошивки.

## Что нужно для работы

Следующее требуется как минимум.

- Прибор NanoVNA
- SMA LOAD 50Ω (нагрузка)
- SMA SHORT (перемычка)
- SMA OPEN (изолятор)
- SMA Мама-Мама Разъем (Боченок)
- Кабель SMA Папа-Папа x2

## Основы NanoVNA

VNA (Vector Network Analyzer) измеряет частотные характеристики отраженной мощности и мощности передачи высокочастотной сети (RF Network).

NanoVNA измеряет следующие элементы:

- Сигнал входного напряжения I / Q
- Отраженный сигнал напряжения I / Q
- Проходное напряжение I / Q сигнала

Отсюда мы вычисляем:

- Коэффициенты отражения S11
- Коэффициент передачи S21

Следующие элементы, которые можно рассчитать на основе этих данных, могут быть отображены.

- Потеря отражения
- Проходная потеря
- Комплексное сопротивление
  - сопротивление
  - реактанс
- SWR

Такие, как.

## Диапазон частот NanoVNA

NanoVNA измеряет коэффициент отражения и коэффициент передачи для 101 точки в измеряемой полосе частот.

Основная волна NanoVNA составляет от 50 кГц до 300 МГц. Для более высоких частот используется режим гармоник. Основная волна, в режиме гармоник, не ослабляется. Режимы использования для каждой частоты следующие.

- До 300 МГц: основная волна
- От 300 МГц до 900 МГц: 3-я гармоника
- От 900 МГц до 1500 МГц: 5-я гармоника

При измерениях на гармониках нужно учитывать, что всегда присутствует сигнал основной волны.

В любом случае вход преобразуется в промежуточную частоту 5 кГц. Сигнал преобразуется из аналогового в цифровой с частотой дискретизации 48 кГц. Цифровые данные - это сигнал, обрабатываемый микроконтроллером.

## Первым делом

Прежде чем использовать NanoVNA, вы должны сначала откалибровать его.

Первое время можете использоваться калибровкой в интервале частот 0,05-900МГц.

- Убедитесь, что START 50 кГц
- Убедитесь, что СТОП 900 МГц см. главу **Метод калибровки**

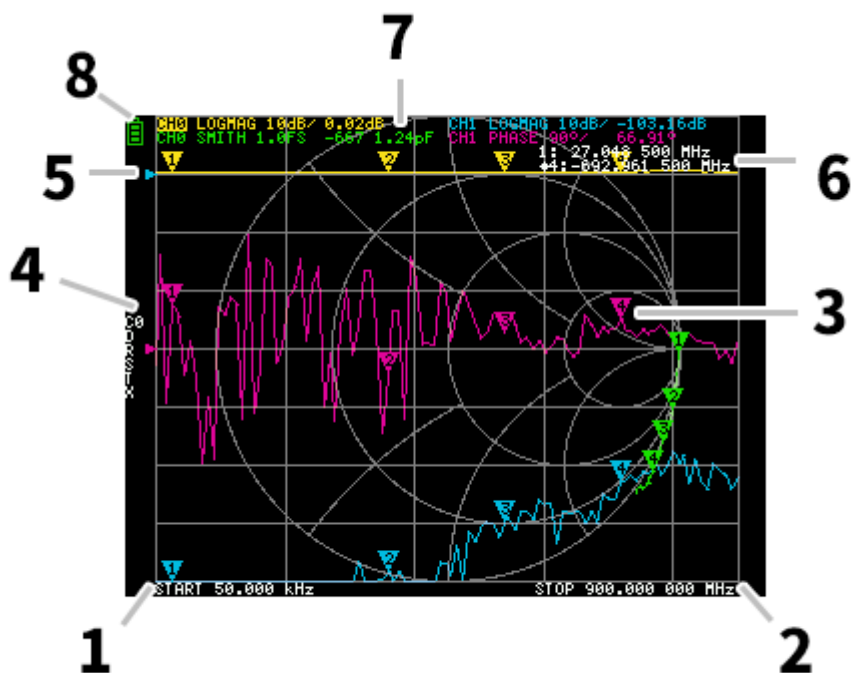
## Метод ввода

NanoVNA имеет несколько методов ввода.

- Сенсорная панель
- Рычаг
  - Лево / Лево, долгое удержание
  - Право / Право, долгое удержание
  - Нажатие / Долгое нажатие
- Выключатель питания

## Как читать экран

### Главный экран



## 1. СТАРТ 2. Частота СТОП

Отображается каждая частота при запуске / остановке.

## 3. Маркер

Положение маркера отображается каждой трассы . Выбранный маркер можно перемещать следующими способами.

- Перетащите маркер на сенсорной панели
- Длительное нажатие на рычаг Право\Лево

## 4. Статус калибровки

Отображается номер данных считываемой калибровки и примененная коррекция ошибок.

- c0 c1 c2 c3 c4 : (С большая) Каждый указывает, что загружены соответствующие данные калибровки.
- c0 c1 c2 c3 c4 : (с малая) Каждый указывает, что загружено соответствующее количество калибровочных данных, **но частотный диапазон был изменен после загрузки**, указывая, что для исправления ошибок используется дополнение.
- D : указывает, что применяется коррекция ошибок направленности
- R : рефракции.
- S : входа
- T : выхода
- X : изоляции (перекрестных помех)

## 5. Референтная позиция

Указывает референтную позицию соответствующей трассы. Вы можете изменить положение с помощью `DISPLAY SCALE REFERENCE POSITION`.

## 6. Статус маркера

Отображается активный маркер и один ранее активный маркер.

## 7. Статус трассировки

Отображается состояние каждого формата трассировки и значение, соответствующее активному маркеру.

Например, если на дисплее отображается `CH0 LOGMAG 10dB / 0.02dB`, прочитайте следующее.

- Канал CH0 (отражение)
- Формат LOGMAG
- Масштаб 10 дБ
- Текущее значение составляет 0,02 дБ

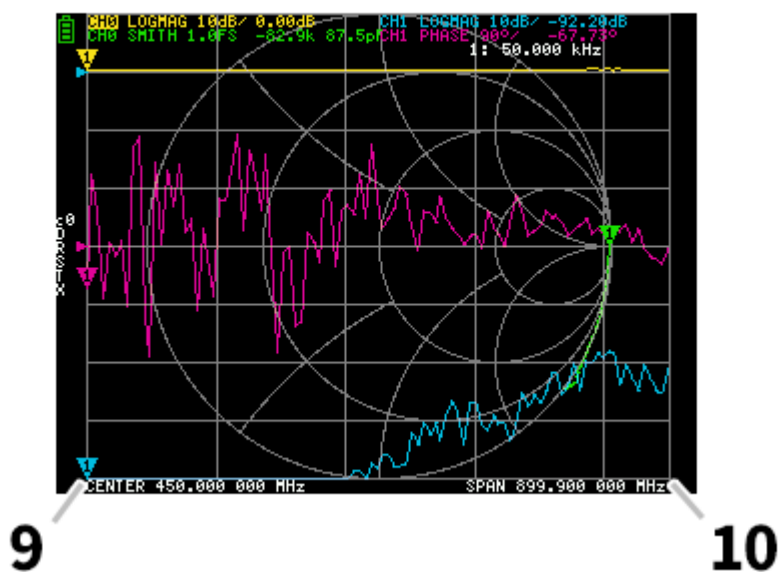
Для активных трасс отображение канала меняется на противоположное.

## 8. Состояние батареи

Когда батарея установлена и D2 на плате уже установлена, отображается значок в соответствии с напряжением батареи.

---

## Главный экран 2

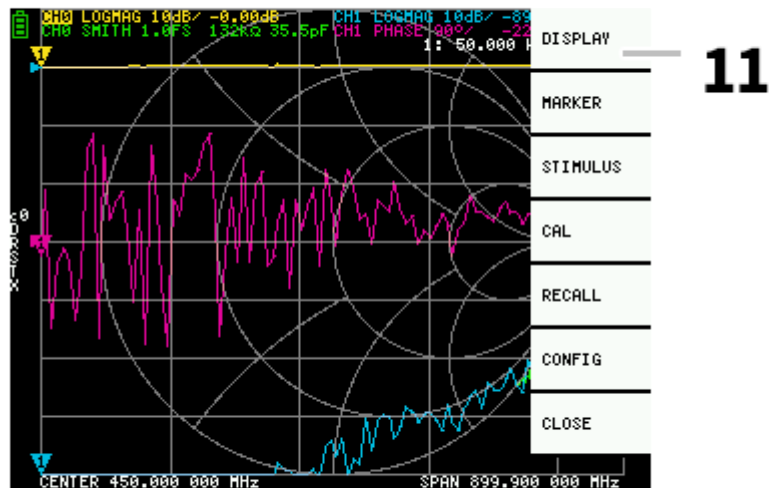


## 9. Частота центра 10. Размах

Отображается, когда указана центральная частота и диапазон.

---

## Экран меню

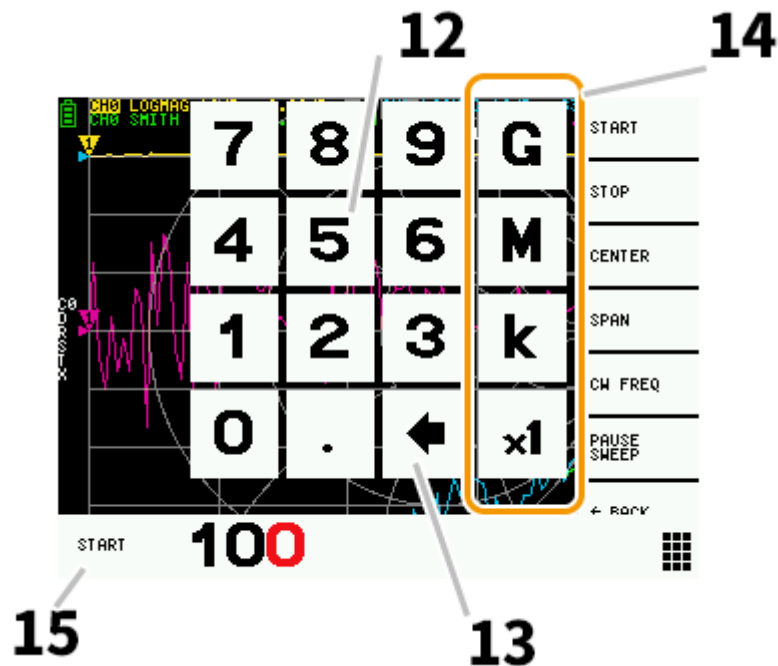


## 11. Меню

Меню может отображаться с помощью следующих операций.

- При нажатии на сенсорную панель в район отображения меню -11
  - Нажатием на рычаг
- 

## Экран клавиатуры



## 12. Цифровые клавиши

Нажмите номер, чтобы ввести один символ.

## 13. Клавиша возврата

Удалить один символ. Если символ не введен, запись отменяется и предыдущее состояние восстанавливается.

## 14. Ключ устройства

Умножает текущий вход на соответствующее устройство и немедленно завершает ввод. В случае  $\times 1$  введенное значение устанавливается как есть.

## 15. Поле ввода

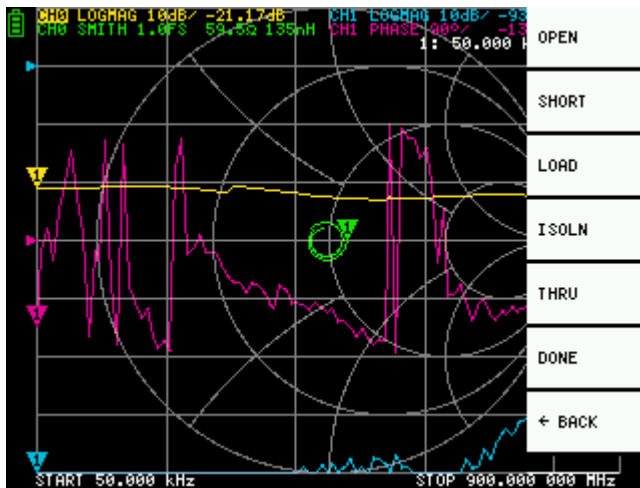
Отображается название элемента для ввода и введенный номер.

# Начать измерение

## Основная последовательность измерений

1. Установите диапазон частот для измерения
2. Выполнить калибровку
3. Подключите прибор к объекту измерения

# Метод калибровки



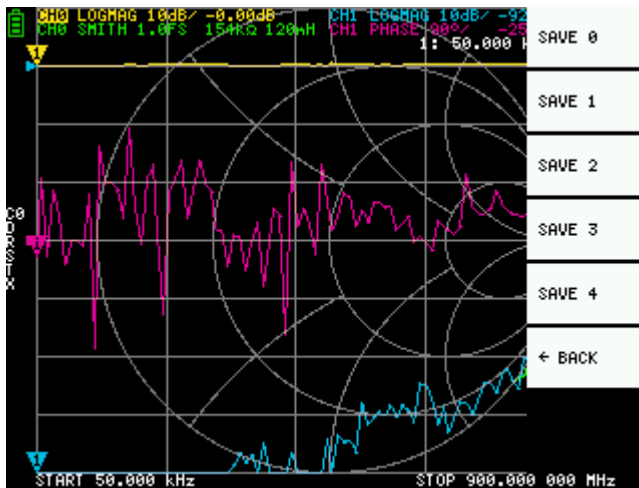
Для уменьшения погрешности, калибровка лучше выполнять всякий раз, когда изменяется диапазон измеряемой частоты. Если ошибка была исправлена правильно, на экране отображается состояние калибровки `Cn DRSTX . n` - номер калибровочных данных.

Тем не менее, если частотный диапазон изменяется после загрузки данных калибровки. NanoVNA может дополнять существующую калибровочную информацию и отображать результат измерений в некоторой степени правильно. В это время на экране отображается статус калибровки `cn DRSTX . n` - номер загружаемых калибровочных данных

## Калибровка

1. Сброс текущего состояния калибровки `CAL RESET`
2. Подключите `OPEN` (изолятор) к порту `CH0` и выполните `CAL CALIBRATE OPEN .`
3. Подключите `SHORT` (перемычку) к порту `CH0` и выполните `CAL CALIBRATE SHORT .`
4. Подключите `LOAD` (нагрузку) к порту `CH0` и выполните `CAL CALIBRATE LOAD .`
5. Подключите `LOAD`(нагрузку) к портам `CH0` и `CH1` и выполните `CAL CALIBRATE ISOLN .` Если есть только одна нагрузка, порт `CH0` можно оставить не подключенным.
6. Замкните кабелем порты `CH0` и `CH1`, и выполните `CAL CALIBRATE THRU .`
7. Для завершения калибровки и исправления ошибок, выполните. `CAL CALIBRATE DONE`
8. Укажите номер данных и сохраните. `CAL CALIBRATE SAVE SAVE 0-4`

\* Все данные калибровки должны быть импортированы после того, как дисплей достаточно стабилен



Можно сохранить до 5 калибровочных данных. NanoVNA загружает данные с номером 0 сразу после запуска.

Данные калибровки - это данные, которые включают следующую информацию:

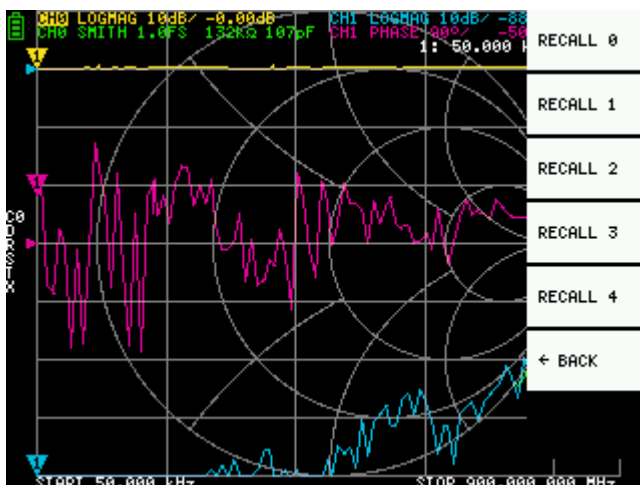
- Диапазон настройки частоты
- Исправление ошибок в каждой точке измерения (калибровочные таблицы)
- Установки в меню Display, Marker

Вы можете сохранить текущие настройки меню, выбрав CAL SAVE SAVE n .

Текущие данные калибровки можно сбросить, выбрав CAL RESET . Так же, если вы хотите откалибровать, вам необходимо выполнить сброс . CAL RESET

CAL CORRECTION указывает, выполняется ли в данный момент исправление ошибок. Вы можете выбрать это, чтобы временно остановить исправление ошибок.

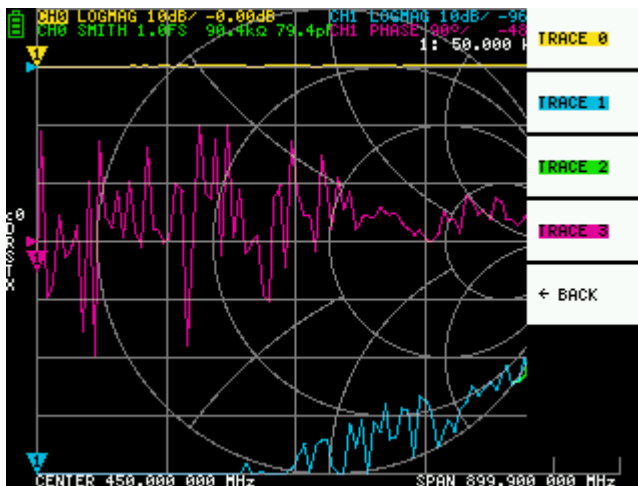
Восстановить сохраненные данные калибровки можно выбрав RECALL RECALL 0-4



**функция**



## Отображение трассы



Может отображаться до четырех трасс, одна из которых является активной.

Трассы могут отображать только то, что нужно. Для переключения дисплея выберите `DISPLAY TRACE TRACE n`.

Методы для переключения трассы в **активный** режим.

- Нажмите на маркер трассы, которую вы хотите активировать
- Выберите `DISPLAY - TRACE - TRACE n`. (Если он уже отображается, он должен быть временно скрыт и вновь открыт)

## Формат трассировки

Каждая трассировка может иметь свой собственный формат. Чтобы изменить формат **активной** трассы, выберите `DISPLAY -FORMAT`. (MORE дальше)

Отображение каждого формата выглядит следующим образом.

- LOGMAG : логарифм абсолютного значения измеренного значения
- PHASE : Фаза в диапазоне от  $-180^\circ$  до  $+180^\circ$
- DELAY : Задержка
- SMITH : диаграмма Смита
- SWR : коэффициент стоячей волны
- POLAR : полярный формат координат
- LINEAR : абсолютное значение измеренного значения
- REAL : действительное число измеренного значения
- IMAG : мнимое число измеряемой величины
- RESISTANCE : Сопротивление активное
- REACTANCE : Реактивное сопротивление измеренного сопротивления

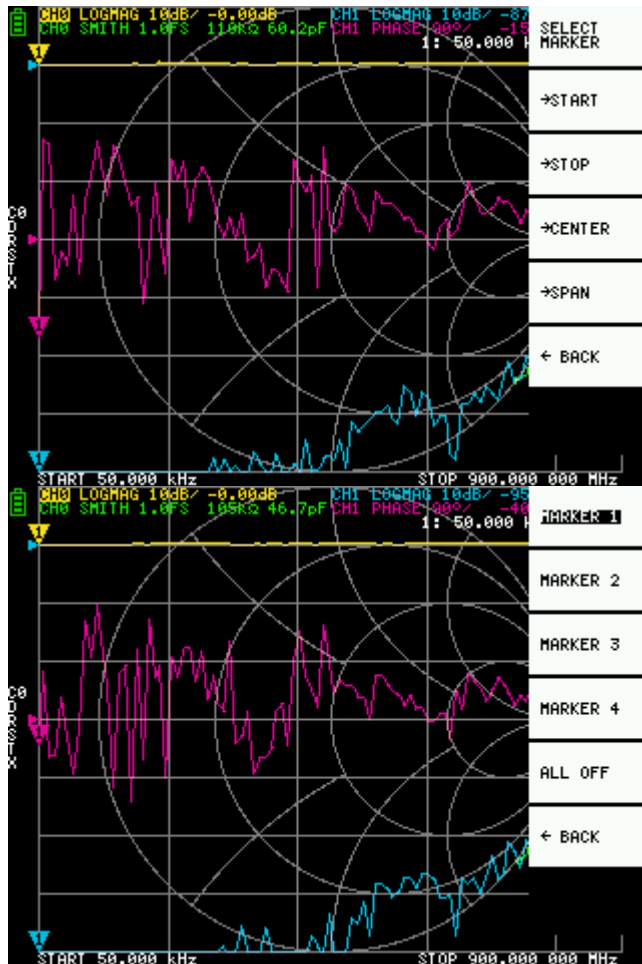
## Канал трассировки

NanoVNA имеет два порта, CH0 CH1 . Следующие параметры S могут быть измерены на каждом порту.

- CH0 S11 (потеря отражения)
- CH1 S21 (вносимые потери)

Чтобы изменить канал трассировки, выберите DISPLAY CHANNEL CH0 REFLECT или CH1 THROUGH CH0 REFLECT .

## маркер



Можно отобразить до 4 маркеров. Маркеры отображаются из MARKER SELECT MARKER MARKER n . При отображении маркера активный маркер устанавливается на отображаемый маркер.

## Операция во временной области

NanoVNA может моделировать измерения во временной области путем обработки данных в частотной области.

Выберите DISPLAY TRANSFORM TRANSFORM ON чтобы преобразовать данные измерений во временную область. TRANSFORM ON включена, данные измерений немедленно преобразуются во временную область и отображаются.

Связь между временной областью и частотной областью следующая.

- Увеличение максимальной частоты увеличивает разрешение по времени

- Чем короче интервал измерения частоты (т. Е. Чем ниже максимальная частота), тем больше максимальная продолжительность

По этой причине максимальная длительность и временное разрешение находятся в компромиссном соотношении.

Другими словами, продолжительность - это расстояние.

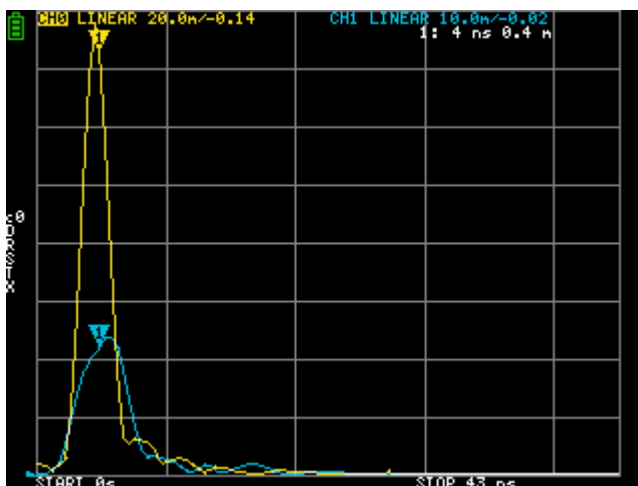
- Если вы хотите увеличить максимальное расстояние измерения, вам нужно уменьшить максимальную частоту.
- Если вы хотите точно указать расстояние, вам нужно увеличить максимальную частоту.

## Полоса пропускания во временной области

В полосовом режиме вы можете смоделировать реакцию испытуемого устройства на импульсный сигнал.

Формат трассировки может быть установлен на LINEAR LOGMAG SWR .

Ниже приведен пример импульсной характеристики полосового фильтра.

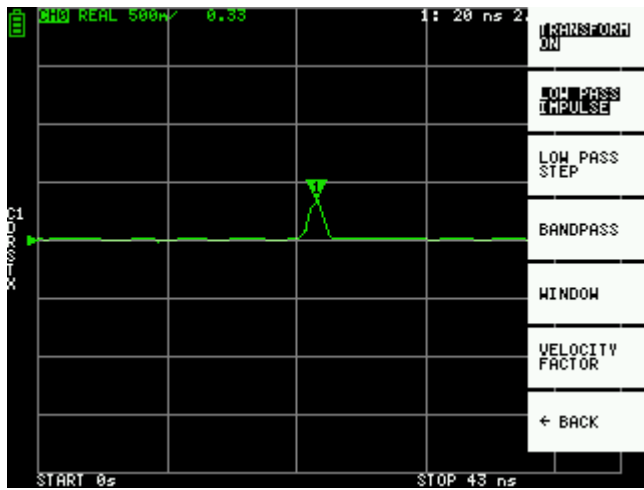


## Импульс низких частот во временной области

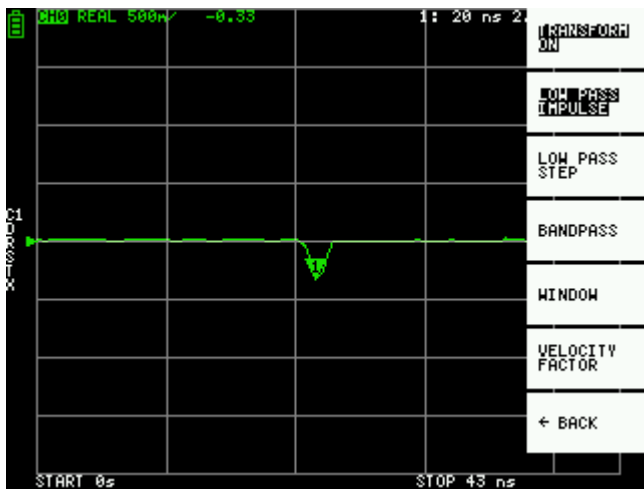
В режиме низких частот вы можете имитировать TDR. В режиме низких частот начальная частота должна быть установлена на 50 кГц, а конечная частота должна быть установлена в соответствии с измеряемым расстоянием.

Формат трассировки может быть установлен на REAL .

Примеры пошагового отклика в открытом состоянии и импульсного отклика и в коротком состоянии показаны ниже.



обрыв

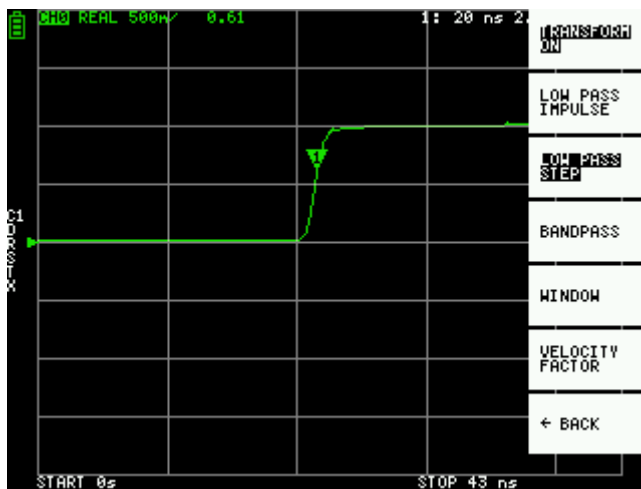


короткое

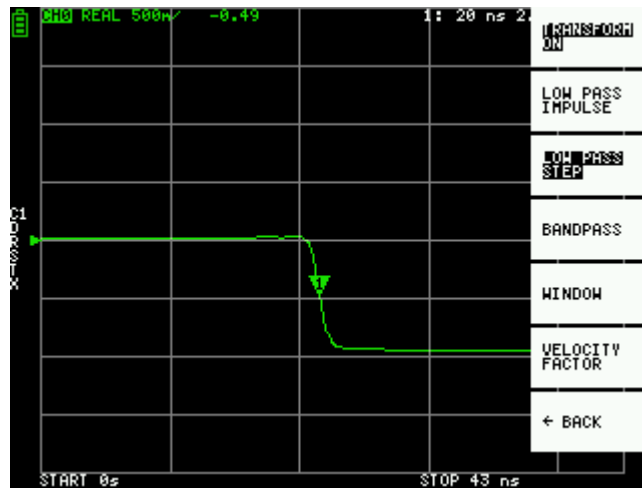
### Шаг низких частот во временной области

В режиме низких частот вы можете имитировать TDR. В режиме низких частот начальная частота должна быть установлена на 50 кГц, а конечная частота должна быть установлена в соответствии с измеряемым расстоянием.

Формат трассировки может быть установлен на REAL .



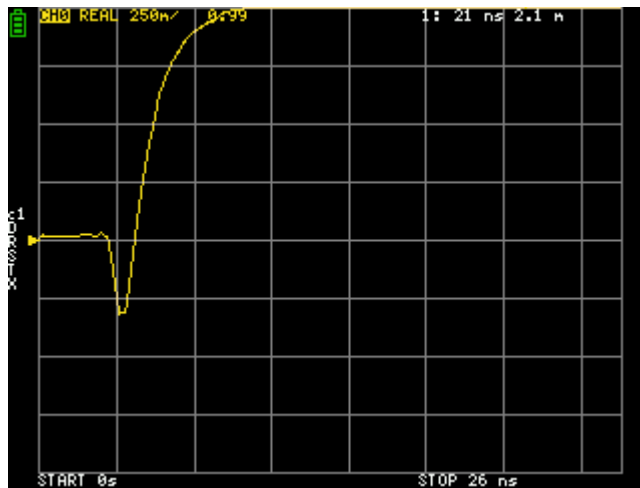
Обрыв:



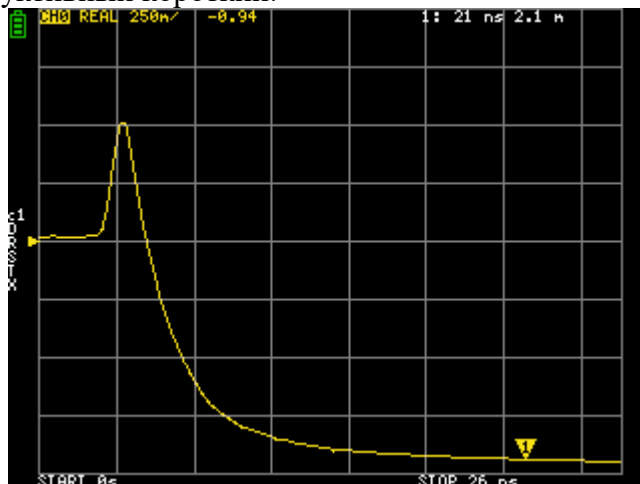
Короткое:

### Пример пошагового ответа

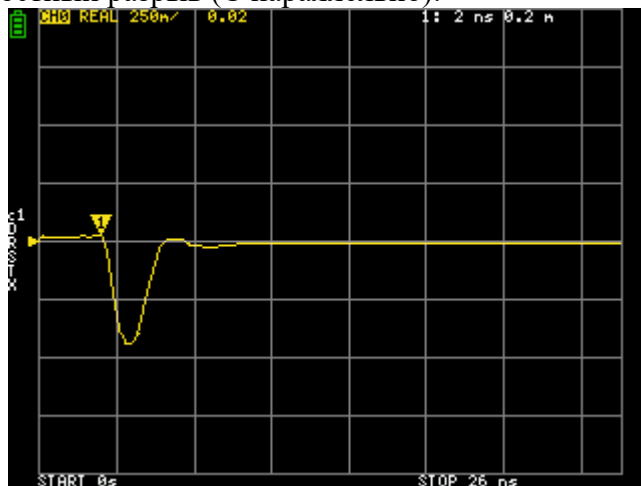
Емкостный короткий:



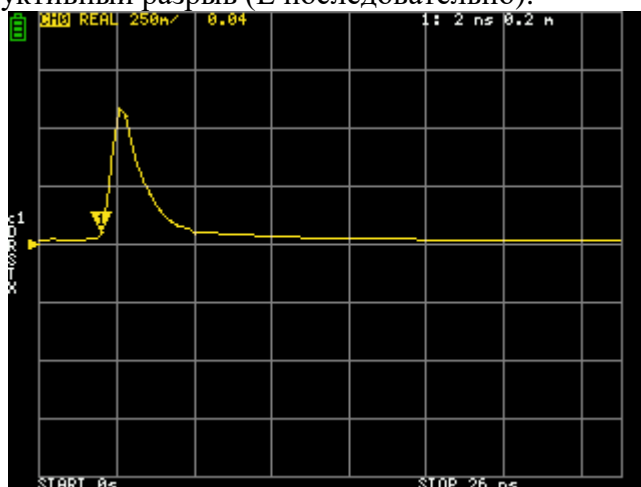
Индуктивный короткий:



Емкостный разрыв (C параллельно):



Индуктивный разрыв (L последовательно):



## Окно временного домена

Диапазон, который можно измерить, является конечным числом, и существуют минимальные и максимальные частоты. Окно может быть использовано для сглаживания этих прерывистых данных измерений и уменьшения звонков.

Есть три уровня окон.

- МИНИМАЛЬНЫЙ (без окна, то есть с прямоугольным окном)
- НОРМАЛЬНЫЙ (эквивалент окна Кайзера  $\beta = 6$ )
- МАКСИМАЛЬНЫЙ (эквивалент окна Кайзера  $\beta = 13$ )

МИНИМАЛЬНОЕ обеспечивает самое высокое разрешение, а МАКСИМАЛЬНОЕ обеспечивает самый высокий динамический диапазон. НОРМАЛЬНЫЙ находится посередине.

## Установка коэффициента длины волны во временной области

Скорость передачи электромагнитных волн в кабеле варьируется в зависимости от материала. Отношение к скорости передачи электромагнитных волн в вакууме называется коэффициентом длины волны (Velocity Factor, Скорость распространения). Это всегда указано в спецификации кабеля.

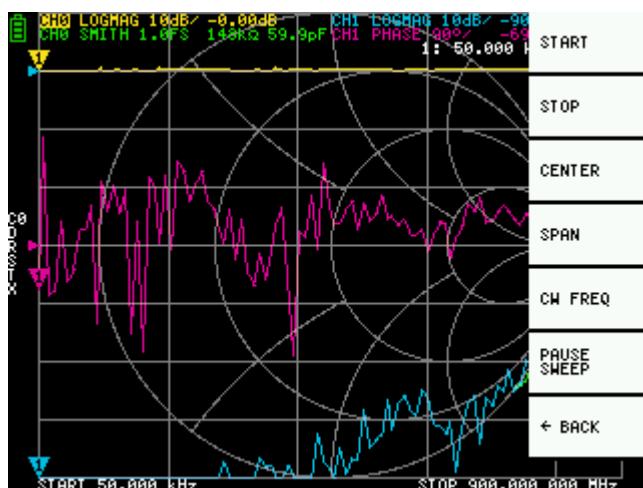
Во временной области отображаемое время можно преобразовать в расстояние. Коэффициент сокращения длины волны, используемый для отображения расстояния, может быть установлен с помощью `DISPLAY VELOCITY FACTOR TRANSFORM`. Например, если вы измеряете TDR кабеля с коэффициентом уменьшения длины волны 67%, укажите 67 для `VELOCITY FACTOR`.

## Установите частоту от маркера

Вы можете установить диапазон частот из маркера следующим образом:

- `MARKER → START` Устанавливает частоту активного маркера равной начальной частоте.
- `MARKER → STOP` Устанавливает частоту активного маркера равной частоте остановки.
- `MARKER → CENTER` Устанавливает частоту активного маркера на центральную частоту. Диапазон регулируется, чтобы максимально поддерживать текущий диапазон.
- `MARKER → SPAN` Устанавливает два отображаемых маркера, включая активный маркер, на диапазон. Если отображается только один маркер, ничего не происходит.

## Настройка диапазона измерения



Существует три типа настроек диапазона измерения.

- Установка начальной и конечной частоты
- Установка центральной частоты и диапазона
- Нулевой промежуток

### Установка начальной и конечной частоты

Выберите и установите `STIMULUS START` и `STIMULUS STOP` соответственно.

### Установка центральной частоты и диапазона

Выберите и установите `STIMULUS CENTER` и `STIMULUS SPAN` соответственно.

### Нулевой промежуток

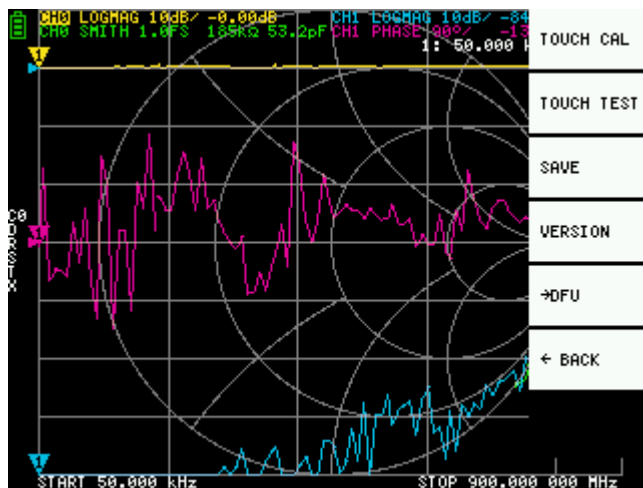
Нулевой диапазон - это режим, в котором одна частота отправляется непрерывно без развертки частоты.

Выберите и установите STIMULUS CW FREQ .

## Временно прекратить измерение

STIMULUS PAUSE SWEEP , измерение временно останавливается.

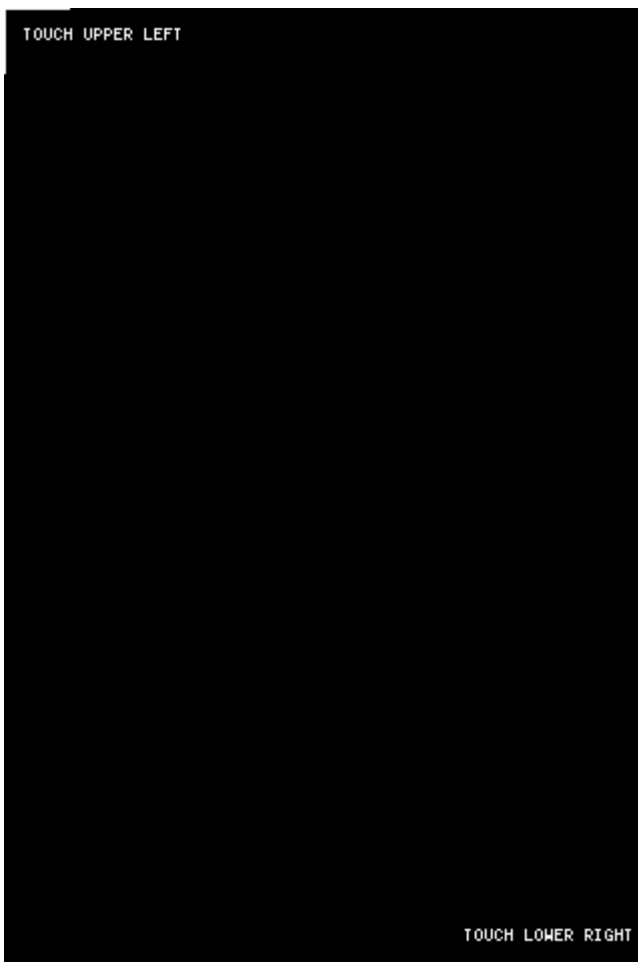
## Настройки устройства



CONFIG вы можете сделать общие настройки для устройства.

## Калибровка и тестирование сенсорной панели





CONFIG TOUCH CAL сенсорную панель можно откалибровать. Если существует большая разница между фактическим положением касания и распознанным положением касания, это можно решить, выполнив это. После выполнения TOUCH CAL выполните TOUCH TEST чтобы подтвердить правильность настроек и сохранить настройки с помощью SAVE .



CONFIG вы выберете CONFIG TOUCH TEST , вы можете протестировать сенсорную панель. Линия рисуется при прикосновении к сенсорной панели. После снятия с сенсорной панели он вернется в исходное состояние.

## **Сохранение настроек устройства**

Выберите `CONFIG SAVE` чтобы сохранить общие настройки прибора. Общие настройки устройства - это данные, которые включают следующую информацию:

- Информация о калибровке сенсорной панели
- Сетка цветная
- Цвет трассировки
- Номер данных калибровки, загруженный по умолчанию

В настоящее время нет другого способа установить, кроме информации о калибровке сенсорной панели.

## Показать версию

A screenshot of a terminal window displaying the version information for NanoVNA. The text is as follows:

```
NanoVNA
2016-2019 Copyright @edy555
Licensed under GPL. See: https://github.com/ttrftech/NanoVNA
Version: 0.1.1-10-g60e8021
Build Time: Sep 20 2019 - 01:49:42
Kernel: 4.0.0
Compiler: GCC 8.2.1 20181213 (release) [gcc-8-branch revision 2
Architecture: ARMv6-M Core Variant: Cortex-M0
Port Info: Preemption through NMI
Platform: STM32F072xB Entry Level Medium Density devices
```

Выберите `CONFIG VERSION` для отображения информации о версии устройства.