Micsig®

Автомобильный планшетный осциллограф Micsig
Серия SATO1000

РУКОВОДСТВО



Shenzhen Micsig Technology Co., Ltd.

Сведения о версии

Версия	Дата	Примечания
V1.0	2022.06	

Предисловие

Уважаемые пользователи!

Поздравляем с приобретением прибора Micsig и благодарим за покупку! Перед использованием внимательно прочитайте руководство, особенно раздел «Меры безопасности».

После прочтения сохраните руководство для дальнейшего использования.

Сведения приведены «как есть» и могут изменяться в последующих редакциях без предварительного уведомления.

Применимый стандарт для данного изделия: GB/T15289-2013.

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ ..... **I**

ГЛАВА 1. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ **1**

1.1 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ 1

1.2 ТЕРМИНЫ И СИМВОЛЫ БЕЗОПАСНОСТИ 5

ГЛАВА 2. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПО РАБОТЕ С ОСЦИЛЛОГРАФОМ **8**

2.1 ПРОВЕРКА КОМПЛЕКТА ПОСТАВКИ 9

2.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДСТАВКИ 10

2.3 БОКОВАЯ ПАНЕЛЬ 11

2.4 ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ 12

2.5 ВЕРХНЯЯ ПАНЕЛЬ 13

2.6 ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ 14

2.7 ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА 15

2.8 ЗНАКОМСТВО С ИНТЕРФЕЙСОМ ОСЦИЛЛОГРАФА 16

2.9 ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ С СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ 21

2.10 УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ МЫШИ 23

2.11 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРОБНИКА К ОСЦИЛЛОГРАФУ 24

2.12 АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА 25

2.13 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАВОДСКИХ НАСТРОЕК 30

2.14 АВТОМАТИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА 30

2.15 КОМПЕНСАЦИЯ ПАССИВНОГО ПРОБНИКА 31

2.16 ИЗМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА 36

ГЛАВА 3. АВТОМОБИЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА 37

3.1 ЦЕПИ ЗАРЯДКИ И ПУСКА 37

3.1.1 Зарядка в системе 12 V 39

3.1.2 Зарядка в системе 24 V 41

3.1.3 Пульсации напряжения генератора *42*

3.1.4 Интеллектуальный генератор Ford Focus *44*

3.1.5 Пуск в системе 12 V *46*

3.1.6 Пуск в системе 24 V *49*

3.1.7 Ток при прокрутке двигателя *51*

3.2 ПРОВЕРКА ДАТЧИКОВ 53

3.2.1 ABS *54*

3.2.2 Педаль акселератора *56*

3.2.3 Расходомер воздуха *58*

3.2.4 Распределительный вал *61*

3.2.5 Температура охлаждающей жидкости *64*

3.2.6 Коленчатый вал *67*

3.2.7 Распределитель зажигания *69*

3.2.8 Давление топлива *72*

3.2.9 Детонация *74*

3.2.10 Лямбда-зонд *77*

3.2.11 MAP *80*

3.2.12 Скорость автомобиля *82*

3.2.13 Положение дроссельной заслонки *84*

3.3 ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА 87

3.3.1 Электромагнитный клапан адсорбера *87*

3.3.2 Свечи накаливания дизельного двигателя *90*

3.3.3 Электромагнитный клапан EGR *92*

3.3.4 Топливный насос *94*

3.3.5 Клапан регулирования холостого хода *96*

3.3.6 Форсунка бензинового двигателя *98*

3.3.7 Форсунка дизельного двигателя *100*

3.3.8 Регулятор давления *102*

3.3.9 Дозирующий клапан подачи топлива *104*

3.3.10 Сервопривод дроссельной заслонки *106*

3.3.11 Вентилятор охлаждения с регулируемой скоростью *108*

3.3.12 Регулирование фаз газораспределения *111*

3.4 ПРОВЕРКА СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ 114

3.4.1 Первичная цепь *114*

3.4.2 Вторичная цепь *118*

3.4.3 Первичная и вторичная цепи *120*

3.5 АВТОМОБИЛЬНЫЕ СЕТИ 123

3.5.1 CAN High и CAN Low *123*

3.5.2 Шина LIN *126*

3.5.3 Шина FlexRay *129*

3.5.4 K-Line *131*

3.6 КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОВЕРКИ 133

3.6.1 Коленчатый и распределительный валы *133*

3.6.2 Коленчатый вал и первичная цепь зажигания *135*

3.6.3 Первичная цепь зажигания и напряжение форсунки *137*

3.6.4 Коленчатый и распределительный валы, форсунка, вторичная цепь *139*

ГЛАВА 4. УПРАВЛЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФОМ С ПОМОЩЬЮ КНОПОК **141**

4.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КНОПКИ 143

4.2 НАВИГАЦИОННЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ МЕНЮ 144

4.3 КУРСОРЫ 145

4.4 ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА 146

4.5 ВЕРТИКАЛЬНАЯ СИСТЕМА 147

4.6 СИСТЕМА ЗАПУСКА 148

4.7 ГЛАВНЫЙ ЭКРАН И БЛОКИРОВКА ЭКРАНА 150

ГЛАВА 5. ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА **151**

5.1 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММЫ ПО ГОРИЗОНТАЛИ 153

5.2 РЕГУЛИРОВКА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗВЁРТКИ (TIME/DIV) 154

5.3 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И МАСШТАБИРОВАНИЕ ОДНОКРАТНОЙ/ОСТАНОВЛЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ 156

5.4 ROLL, XY 157

5.5 РЕЖИМ ZOOM 166

ГЛАВА 6. ВЕРТИКАЛЬНАЯ СИСТЕМА 170

6.1 ВКЛЮЧЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ КАНАЛОВ, МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И ОПОРНОЙ 172

6.2 РЕГУЛИРОВКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ 177

6.3 РЕГУЛИРОВКА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ 178

6.4 ОТКРЫТИЕ МЕНЮ КАНАЛА 178

6.4.1 Выбор связи канала 180

6.4.2 Ограничение полосы пропускания 182

6.4.3 Инверсия осциллограммы 183

6.4.4 Выбор типа пробника 184

6.4.5 Коэффициент ослабления пробника 185

ГЛАВА 7. СИСТЕМА ЗАПУСКА 187

7.1 ЗАПУСК И ЕГО НАСТРОЙКА 188
7.2 ЗАПУСК ПО ФРОНТУ 201
7.3 ЗАПУСК ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА 205
7.4 ЛОГИЧЕСКИЙ ЗАПУСК 213
7.5 ЗАПУСК ПО N-МУ ФРОНТУ 219
7.6 ЗАПУСК ПО НЕПОЛНОМУ ИМПУЛЬСУ 222
7.7 ЗАПУСК ПО КРУТИЗНЕ ФРОНТА 224
7.8 ЗАПУСК ПО ТАЙМ-АУТУ 229
7.9 ЗАПУСК ПО ВИДЕОСИГНАЛУ 232
7.10 ЗАПУСК ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ШИНЕ 237

ГЛАВА 8. СИСТЕМА АНАЛИЗА 237

8.1 АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ 239
8.2 ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТОМЕРОМ 250
8.3 КУРСОРЫ 252

8.4 ФАЗОВЫЕ ЛИНЕЙКИ 258

ГЛАВА 9. СНИМКИ ЭКРАНА, ГЛУБИНА ПАМЯТИ И СОХРАНЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ 259

9.1 СНИМКИ ЭКРАНА 260

9.2 ЗАПИСЬ ВИДЕО 263

9.3 СОХРАНЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ 264

9.4 СОХРАНЕНИЕ НАСТРОЕК ОСЦИЛЛОГРАФА 272

ГЛАВА 10. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ОПОРНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАММЫ 274

10.1 ВЫЧИСЛЕНИЯ ПО ДВУМ ОСЦИЛЛОГРАММАМ 275

10.2 ИЗМЕРЕНИЯ FFT 280

10.3 РАСШИРЕННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ 287

10.4 ЗАГРУЗКА ОПОРНОЙ ОСЦИЛЛОГРАММЫ 291

ГЛАВА 11. НАСТРОЙКИ ОТОБРАЖЕНИЯ 295

11.1 НАСТРОЙКИ ОСЦИЛЛОГРАММЫ 297

11.2 КООРДИНАТНАЯ СЕТКА 297

11.3 ПОСЛЕСВЕЧЕНИЕ 298

11.4 ЦЕНТР МАСШТАБИРОВАНИЯ ПО ГОРИЗОНТАЛИ 301

11.5 ЦВЕТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА 301

11.6 ВЫБОР РЕЖИМА РАЗВЁРТКИ 302

ГЛАВА 12. СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ 303

12.1 ОСНОВЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ 304

12.2 КНОПКИ RUN/STOP И SINGLE SEQ 310

12.3 ВЫБОР РЕЖИМА РЕГИСТРАЦИИ 311

12.4 ДЛИНА ЗАПИСИ И ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ 317

ГЛАВА 13. ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ШИН 321

13.1 ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ UART (RS232/RS422/RS485) 326

13.2 ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ LIN 337

13.3 ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ CAN 345

13.4 ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ SPI 352

13.5 ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ I2C 359

13.6 ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ ARINC429 367

13.7 ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ 1553B 375

ГЛАВА 14. ФУНКЦИИ ГЛАВНОГО ЭКРАНА 383

14.1 ОСЦИЛЛОГРАФ (СМ. ГЛАВЫ 2–12) 385

14.2 МАГАЗИН ПРИЛОЖЕНИЙ 385

14.3 НАСТРОЙКИ 389

14.4 ФАЙЛОВЫЙ МЕНЕДЖЕР 396

14.5 КАЛЬКУЛЯТОР 397

14.6 БРАУЗЕР 397

14.7 ГАЛЕРЕЯ 398

14.8 КАЛЕНДАРЬ 401

14.9 ЭЛЕКТРОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 401

14.10 ЧАСЫ 402

14.11 ВЫКЛЮЧЕНИЕ 406

ГЛАВА 15. УДАЛЁННОЕ УПРАВЛЕНИЕ 408

15.1 КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА 409

15.1.1 Установка программы 409

15.1.2 Подключение компьютера 410

15.1.3 Основной интерфейс 412

15.1.4 Работа с интерфейсом 414

15.1.5 Сохранение и просмотр изображений и видео 414

15.2 МОБИЛЬНОЕ УДАЛЁННОЕ УПРАВЛЕНИЕ 417

ГЛАВА 16. ОБНОВЛЕНИЕ И РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ 421

16.1 ОБНОВЛЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 422

16.2 ДОБАВЛЕНИЕ ОПЦИЙ 423

ГЛАВА 17. СПРАВОЧНЫЕ СВЕДЕНИЯ 426

17.1 ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ КАТЕГОРИЯ 427

17.2 СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ 428

ГЛАВА 18. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ 430

ГЛАВА 19. ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОДДЕРЖКА 436

ПРИЛОЖЕНИЕ 438

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ОБСЛУЖИВАНИЕ И УХОД ЗА ОСЦИЛЛОГРАФОМ 438

ПРИЛОЖЕНИЕ В. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ 441

Глава 1. Меры безопасности

1.1 Меры безопасности

Ознакомьтесь с приведёнными мерами безопасности, чтобы избежать травм и повреждения прибора или подключённого оборудования. Для предотвращения опасных ситуаций обязательно соблюдайте эти меры при использовании прибора.

- **Обслуживание разрешено только персоналу, прошедшему профессиональную подготовку.**
- **Предотвращайте возгорание и травмы.**
- **Используйте подходящий кабель питания.** Применяйте только кабель, предназначенный для этого прибора и сертифицированный для страны или региона использования.
- **Правильно подключайте и отключайте пробники.** Подключайте пробник к прибору согласно инструкции; его вывод заземления соединён с землёй. Не подключайте и не отключайте пробники и измерительные провода, когда они соединены с источником напряжения.

Перед отключением пробника от измерительного прибора отсоедините его вход и опорный провод от исследуемой цепи.

- **Заземляйте прибор.** Для предотвращения поражения током заземляющий проводник прибора должен быть соединён с землёй.
- **Соблюдайте номинальные параметры и маркировку выводов,** чтобы избежать пожара и поражения током. Перед подключением уточните номинальные параметры в руководстве.
- **Применяйте пробники с подходящими номиналами,** чтобы избежать поражения током.
- **Отключение от сети переменного тока.** Адаптер отключается от сети; обеспечьте пользователю постоянный доступ к нему.
- **Не работайте без крышек.** Не используйте прибор со снятыми крышками или панелями.
- **Не используйте прибор при подозрении на неисправность.** Если предполагается повреждение прибора, передайте его на проверку специалистам сервисной службы, назначенной Micsig.

- **Правильно используйте адаптер.** Питайте прибор и заряжайте его только адаптером, указанным Micsig. Соблюдайте рекомендованный цикл зарядки аккумулятора.
- **Не касайтесь открытых соединений и компонентов при включённом питании.**
- **Обеспечьте надлежащую вентиляцию.**
- **Не используйте прибор во влажных условиях.**
- **Не используйте прибор в пожаро- и взрывоопасной среде.**
- **Содержите поверхности прибора чистыми и сухими.**
- **Все модели соответствуют требованиям класса A при испытании помех по EN61326:1997+A1+A2+A3, но не соответствуют требованиям класса B.**

Категория измерений

Осциллограф серии SATO предназначен для измерений категории I.

Определение категории измерений

Категория I относится к измерениям в цепях, не подключённых непосредственно к электросети: в цепях, питание которых не происходит от сети, и в специально защищённых внутренних цепях с сетевым питанием. В последнем случае переходные перенапряжения различаются, поэтому пользователь должен знать способность оборудования выдерживать их.

Предупреждение

Категория измерений по IEC. В условиях категории I вход можно подключать к цепи с максимальным линейным напряжением 300Vrms. Во избежание поражения током не подключайте вход к цепям с линейным напряжением выше 300Vrms. Кратковременные перенапряжения возможны и в цепях, изолированных от электросети. Цифровой осциллограф SATO рассчитан на безопасное выдерживание редких переходных перенапряжений до 1000Vpk. Не выполняйте измерения в цепях, где кратковременное перенапряжение превышает это значение.

1.2 Термины и символы безопасности

Термины в руководстве

В руководстве используются следующие обозначения:

⚠**Предупреждение.** Условия или действия, которые могут привести к травме или гибели.

⚠**Внимание.** Условия или действия, которые могут привести к повреждению прибора или *другого имущества*.

Обозначения на приборе

На приборе могут встречаться следующие обозначения:

Danger (опасность): непосредственная угроза травмы в момент прочтения надписи.

Warning (предупреждение): угроза травмы, не возникающая немедленно при прочтении надписи.

Caution (внимание): опасность повреждения прибора или другого имущества.

Символы на приборе

На приборе могут встречаться следующие символы:



Опасное напряжение



Внимание: см. руководство



Вывод защитного заземления



Заземление корпуса



Вывод измерительного заземления

Прочитайте меры безопасности, чтобы избежать травм и повреждения прибора или подключённого оборудования. Для предотвращения опасности используйте прибор только в указанных пределах применения.

⚠Предупреждение

Если вход прибора подключён к цепи с пиковым напряжением выше 42V или мощностью выше 4800VA, для предотвращения поражения током и пожара:

- *Используйте только изолированные пробники напряжения из комплекта прибора либо указанные в перечне эквивалентные изделия.*

- *Перед использованием проверьте пробники, измерительные провода и принадлежности на механические повреждения; повреждённые изделия замените.*

- *Отсоединяйте неиспользуемые пробники и принадлежности.*

- *Подключайте зарядное устройство к розетке переменного тока до подключения его к прибору.*

Глава 2. Быстрое начало работы

В этой главе описаны проверки и операции с осциллографом. Внимательно ознакомьтесь с внешним видом, включением и выключением, настройками и требованиями к калибровке осциллографов SATO.

- Проверка комплекта поставки
- Использование подставки
- Боковая и задняя панели
- Передняя панель
- Включение и выключение
- Интерфейс дисплея
- Основные операции с осциллографом
- Работа с мышью
- Подключение пробника
- Автоматическая настройка
- Заводские настройки
- Автокалибровка
- Компенсация пассивного пробника
- Изменение языка

2.1 Проверка комплекта поставки

После получения и распаковки проверьте прибор в следующем порядке.

1) Проверьте отсутствие повреждений при перевозке

Если упаковка или пеноматериал сильно повреждены, сохраните их до успешного завершения проверки электрических и механических характеристик прибора и принадлежностей.

2) Проверьте принадлежности

Полный перечень приведён в приложении B. По нему проверьте комплектность. Если принадлежности отсутствуют или повреждены, обратитесь к представителю Micsig или в местное представительство.

3) Проверьте прибор

Если прибор повреждён или не прошёл проверку характеристик, обратитесь к представителю Micsig или в местный офис. При транспортных повреждениях сохраните упаковку и свяжитесь с перевозчиком либо представителем Micsig; компания организует дальнейшие действия.

2.2 Использование подставки

Положите осциллограф передней панелью на стол. Подведите оба указательных пальца под подставку и слегка потяните её вверх, чтобы открыть, как показано на рисунке 2-1.



Рисунок 2-1. Открытие подставки

2.3 Боковая панель



Рисунок 2-2. Боковая панель

На боковой панели расположены следующие элементы, слева направо: кнопка питания, заземление, выход сигнала компенсации пробника, USB Host, HDMI, USB Device, блокировочный выключатель питания и разъём питания.

2.4 Задняя панель



Рисунок 2-3. Задняя панель

a) Ch1–Ch4 — каналы измерения сигналов.

b) Aux out — вспомогательный выход, предназначенный главным образом для измерения частоты обновления осциллограмм и передачи сигнала данного осциллографа на другие осциллографы.

2.5 Верхняя панель



Рисунок 2-4. Верхняя панель планшетного осциллографа

На верхней панели расположен универсальный интерфейс пробников Micsig UPI. Он обеспечивает питание активных пробников и автоматическую передачу коэффициента ослабления для отображения на экране осциллографа.

2.6 Передняя панель



Рисунок 2-5. Передняя панель планшетного осциллографа

2.7 Включение и выключение осциллографа

Включение и выключение осциллографа

Первое включение

- Подключите адаптер питания. Осциллограф не должен прижимать его кабель.
- Проверьте блокировочный выключатель сбоку и нажмите кнопку питания для включения прибора.

Включение

- Нажмите кнопку для включения прибора, предварительно убедившись, что он подключён к источнику питания.

Выключение

- Нажмите кнопку , откройте окно выключения и нажмите кнопку выключения прибора.
- Удерживайте кнопку питания для принудительного выключения прибора.

Блокировочный выключатель питания

- При положении OFF блокировочного выключателя осциллограф не включается.

⚠**Внимание:** принудительное выключение грозит потерей несохранённых данных. Будьте осторожны.

2.8 Знакомство с интерфейсом осциллографа

В этом разделе кратко описан интерфейс осциллографов серии SATO. Он поможет быстро ознакомиться с элементами экрана. Настройки и регулировки подробно рассмотрены в следующих главах и разделах. Перечисленные ниже элементы могут отображаться на экране в определённый момент, однако не все они видны одновременно. Интерфейс осциллографа показан на рисунке 2-6.

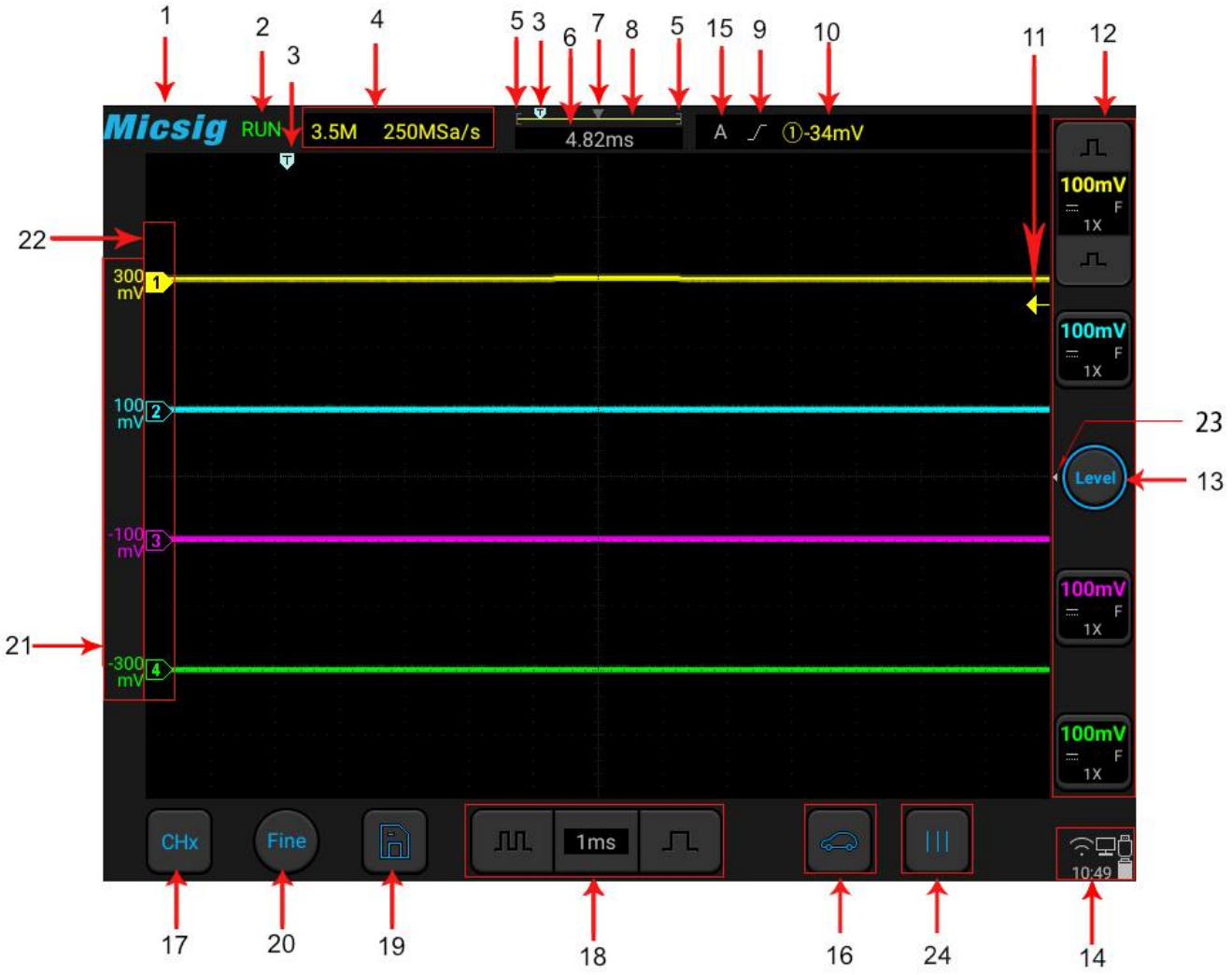


Рисунок 2-6. Интерфейс осциллографа

№	Описание
1	Логотип Micsig
2	Состояние осциллографа: RUN, STOP, WAIT, Auto
3	Точка запуска
4	Частота дискретизации, глубина памяти
5	Область в «[]» показывает положение отображаемой осциллограммы во всём объёме памяти.
6	Время задержки: положение центральной линии области отображения осциллограммы относительно точки запуска.
7	Центральная линия области отображения осциллограммы
8	Индикатор глубины памяти
9	Индикатор текущего типа запуска
10	Текущий источник запуска, уровень запуска

№	Описание
11	Индикатор уровня запуска
12	CH1, CH2, CH3, CH4 — значки каналов и чувствительности. Касание включает канал. Нажмите  или  для настройки чувствительности. Меню канала открывается смахиванием влево, закрывается — вправо. Отображаются вертикальная чувствительность каналов и тип связи.
13	Регулировка уровня запуска: нажмите кнопку и перемещайте её вверх или вниз, чтобы изменить уровень запуска.
14	Индикация USB-PC, USB, заряда аккумулятора, времени и других данных.
15	Режим запуска: A (автоматический), N (обычный).
16	Предустановки программы автомобильной диагностики
17	Выбор текущего канала. Нажмите, чтобы открыть меню переключения и выбрать текущий канал.

№	Описание
18	Значок управления горизонтальной развёрткой. Кнопками слева и справа от значения развёртки можно изменить её масштаб. Коснитесь значения, чтобы открыть таблицу развёрток, затем выберите нужное.
19	Быстрое сохранение: коснитесь для сохранения осциллограммы как опорной.
20	Кнопка точной регулировки. Позволяет точно подстроить результат последней операции: положение осциллограммы, уровня запуска, точки запуска или курсора.
21	Значение вертикального положения указателя канала.
22	Указатель канала показывает положение нулевого уровня включённого канала.
23	Указатель быстрого меню запуска: проведите влево, чтобы открыть меню.
24	Фазовые линейки измеряют временные параметры периодического сигнала.

Таблица 2-1. Элементы интерфейса осциллографа

2.9 Основные операции с сенсорным экраном

Основные действия в SATO — касание, смахивание и перетаскивание одним пальцем.

Касание

Коснитесь кнопки на экране, чтобы открыть соответствующее меню или включить функцию. Для выхода из меню коснитесь свободного места на экране.

Смахивание

Смахивание одним пальцем позволяет открывать и закрывать главное меню, меню быстрого доступа и меню каналов. Например, открытие главного меню показано на рисунке 2-7. Для закрытия выполните движение в обратном направлении.

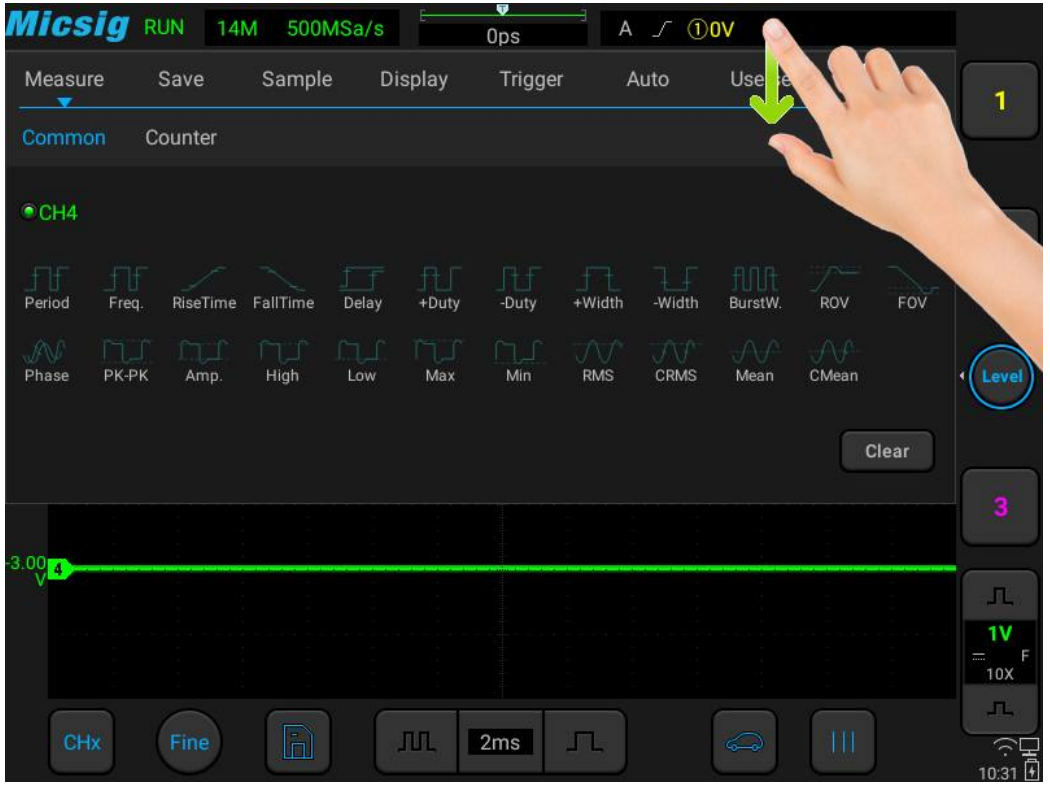


Рисунок 2-7. Открытие главного меню смахиванием

Коснитесь нужного пункта главного меню, чтобы открыть соответствующее подменю.

Перетаскивание одним пальцем

Грубая регулировка положения осциллограммы, точки и уровня запуска, курсора и т. д. Подробнее см. «4.1 Перемещение осциллограммы по горизонтали» и «5.3 Регулировка вертикального положения».

2.10 Управление с помощью мыши

Подключите мышь к разъёму «USB Host», чтобы управлять осциллографом. Левая и правая кнопки, а также колесо прокрутки выполняют функции, соответствующие сенсорному управлению. На рисунке 2-8 показан выбор функции «Run/Stop» одним щелчком мыши в пункте «Menu» меню быстрого доступа.



Рисунок 2-8. Курсор мыши

2.11 Подключение пробника к осциллографу

1) Подключите пробник к разъёму BNC канала осциллографа.

2) Подключите выдвижной наконечник пробника к нужной точке цепи или измеряемому устройству.

   Обязательно соедините провод заземления пробника с точкой заземления цепи.

⚠ **Максимальное напряжение аналогового входа**

Категория I: 300 Vrms, 400 Vpk.

2.12 Автоматическая настройка

После подключения осциллографа и подачи сигнала нажмите кнопку Auto Set 

для быстрой настройки оптимального отображения. В автоматическом режиме

Кнопка Auto Set горит 

.

Предусмотрены два варианта: Auto Set и Auto Range. По умолчанию выбран Auto Set.

Auto Set — однократная настройка. При нажатии «Auto» слева сверху появляется надпись «Auto». Осциллограф автоматически регулирует вертикальный масштаб, горизонтальную развёртку и настройки запуска в соответствии с амплитудой и частотой сигнала, подбирая подходящий размер осциллограммы. По окончании настройки автоматический режим отключается, а надпись «Auto» в левом верхнем углу исчезает.

Каналы автоматически включаются или отключаются в зависимости от уровня сигнала относительно заданного порога. Пороговый уровень можно изменять.

Источник запуска может выбираться автоматически. При выборе канала источника запуска можно задать приоритет текущему каналу или каналу с наибольшим сигналом.

Откройте главное меню и коснитесь «Auto», чтобы открыть меню автоматической настройки: включение и отключение каналов, пороговое напряжение и источник запуска.



Рисунок 2-9. Открытие меню Auto Set

Автоматическая настройка включает один или несколько каналов и регулирует горизонтальную развёртку, вертикальную чувствительность и уровень запуска. Инверсия осциллограммы отключается, устанавливаются полная полоса пропускания, связь по постоянному току (DC) и обычный режим дискретизации. Выбираются запуск по фронту и автоматический режим запуска.

Примечание: Auto Set требует частоты не менее 20 Hz, коэффициента заполнения более 1% и амплитуде не менее 2 mVpp. Если эти условия не соблюдаются, Auto Set не сработает.

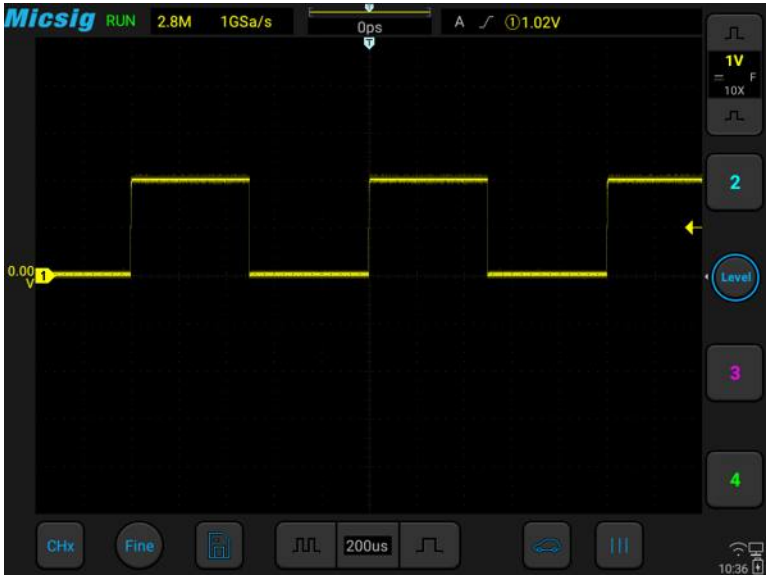


Рисунок 2-10. Осциллограмма после Auto Set

Auto Range непрерывно регулирует вертикальный масштаб, развёртку

и уровень запуска в зависимости от амплитуды и частоты сигнала. По умолчанию функция выключена; её необходимо включить в меню. Она несовместима с «Auto Set».

Откройте главное меню и коснитесь «Auto», чтобы открыть настройки Auto Range. После включения этой функции осциллограф автоматически регулирует вертикальный масштаб, горизонтальную развёртку, уровень запуска и другие параметры. При подключении или изменении сигнала повторная настройка не требуется: прибор распознаёт изменения и корректирует параметры.

- Auto Range: включение или отключение автоматического диапазона.
- Vertical scale: включение автоматической регулировки вертикального масштаба.
- Horizontal time base: включение автоматической регулировки горизонтальной развёртки.
- Trigger level: включение автоматической регулировки уровня запуска.

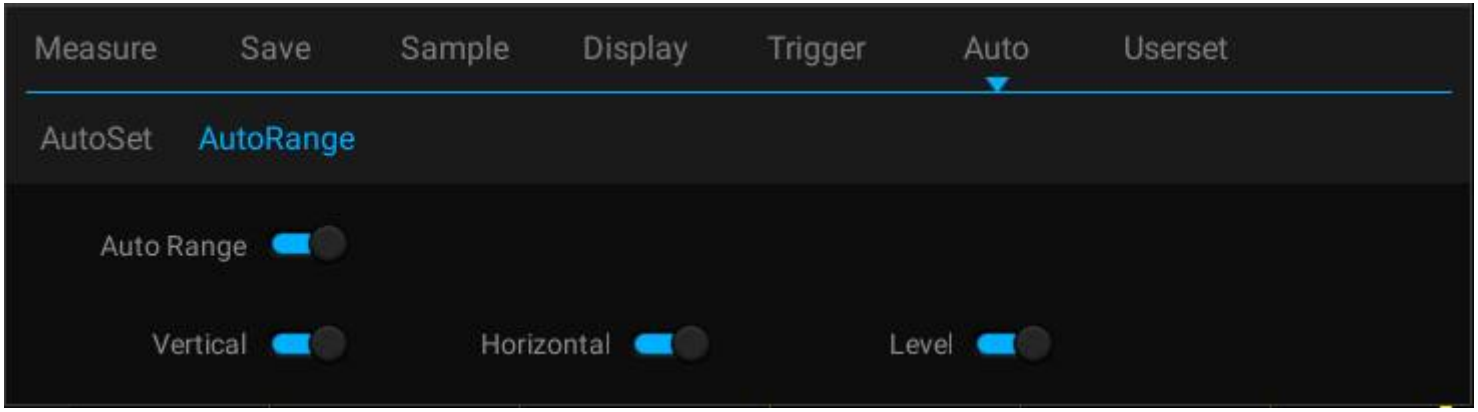


Рисунок 2-11. Открытие меню Auto Range

Auto Range удобнее Auto Set в следующих случаях:

1) При анализе сигналов, изменяющихся во времени.

2) Для быстрого просмотра нескольких последовательных сигналов без настройки осциллографа. Это удобно при одновременном использовании двух пробников или работе с пробником одной рукой, когда другая занята.

3) Для управления параметрами автоматической настройки осциллографа.

2.13 Восстановление заводских настроек

Откройте главное меню и коснитесь «User Settings». Нажмите «Factory Settings»: появится окно восстановления заводских настроек. Подтвердите восстановление кнопкой «OK». Это окно показано на рисунке 2-12.

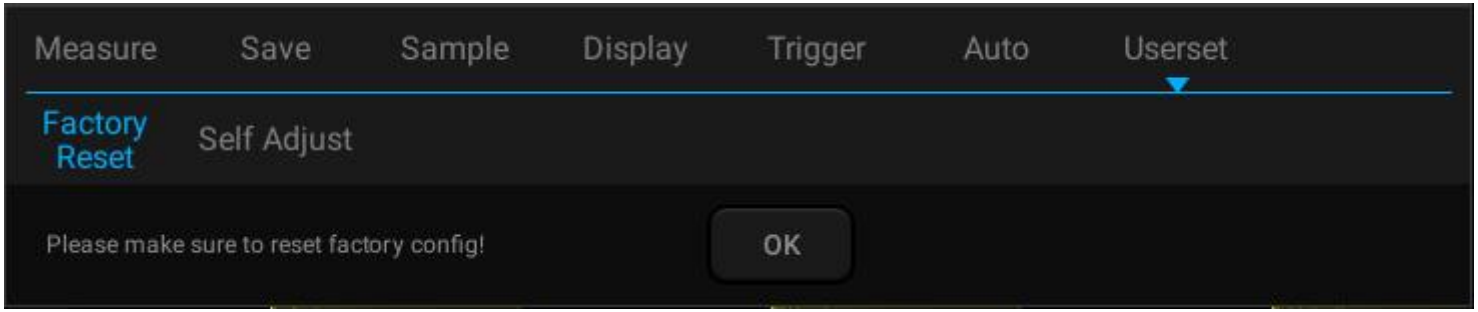


Рисунок 2-12. Восстановление заводских настроек

2.14 Автоматическая калибровка

Откройте главное меню и коснитесь «Userset». Нажмите «Self Adjust», чтобы запустить автоматическую калибровку. Во время её выполнения в левом верхнем углу экрана отображается красная надпись «Calibrating»;

после завершения она исчезает. Автоматическая калибровка позволяет сохранить максимальную точность измерений при значительном изменении температуры.

- Перед автоматической калибровкой отсоедините пробники.
- Автоматическая калибровка занимает около двух минут.
- Рекомендуется выполнять автоматическую калибровку при изменении температуры более чем на 10 °C.

2.15 Компенсация пассивного пробника

Перед подключением к каналу выполните компенсацию пробника, чтобы согласовать его с входом. Нескомпенсированный пробник может вызвать значительные погрешности или ошибки измерений. Компенсация оптимизирует тракт сигнала и повышает точность. При изменении температуры на 10 °C и более эту процедуру необходимо повторить для сохранения точности измерений.

Для компенсации пробника выполните следующие действия:

1) Подключите пробник к каналу CH1. Если используется наконечник с крючком, убедитесь в его надёжном соединении с пробником.

2) Подключите пробник к выходу калибровочного сигнала, а его провод заземления — к выводу заземления, как показано на рисунке 2-13.



Рисунок 2-13. Подключение пробника

3) Включите канал, если он выключен.

4) Установите коэффициент ослабления канала равным коэффициенту пробника.

5) Auto Нажмите кнопку или вручную настройте чувствительность и развёртку. Оцените форму осциллограммы (рисунок 2-14).

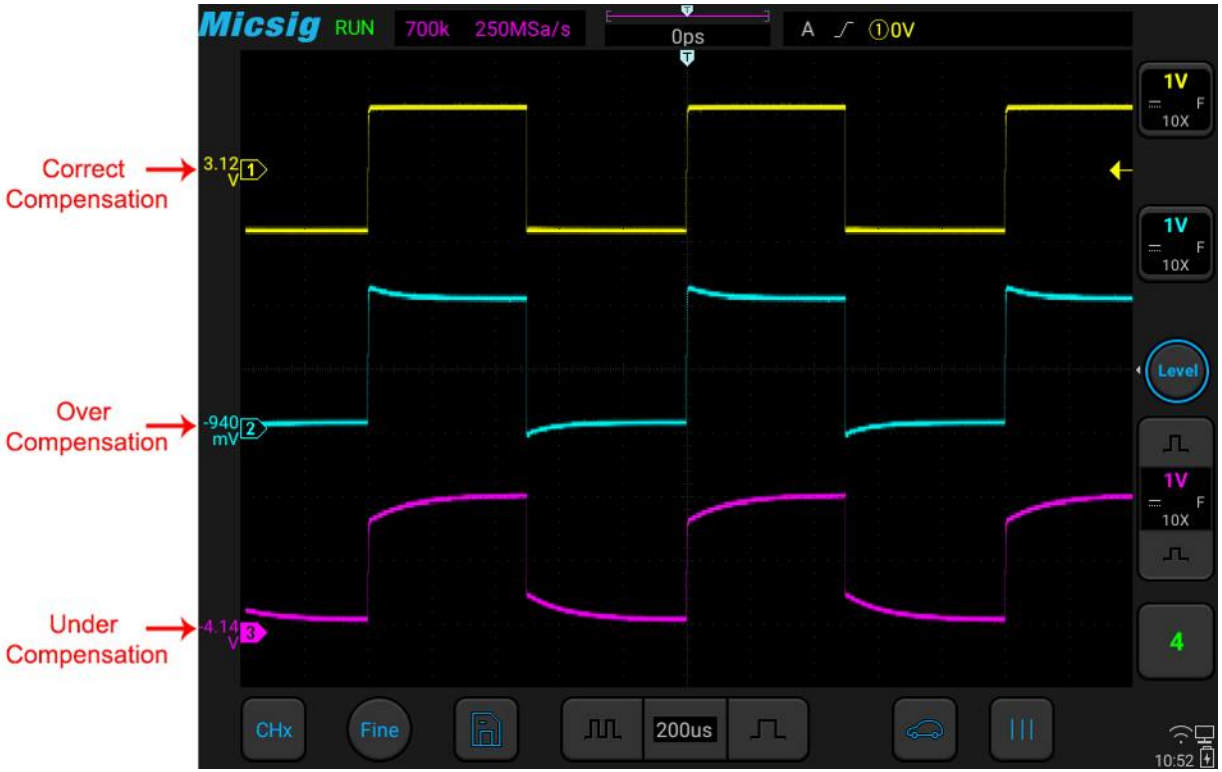


Рисунок 2-14. Компенсация пробника

Если осциллограмма соответствует недостаточной или избыточной компенсации, регулируйте подстроечный конденсатор до получения правильной компенсации. Регулировка пробника показана на рисунке 2-15.



Рисунок 2-15. Регулировка пробника

Защитное кольцо пробника ограничивает безопасную область захвата. Во избежание поражения электрическим током не перемещайте пальцы за это кольцо при работе с пробником.

6) Подключите пробник к остальным каналам осциллографа: Ch2 у двухканального прибора или Ch2, Ch3 и Ch4 у четырёхканального.

7) Повторите процедуру для каждого канала.

⚠**Предупреждение**

- *Проверьте изоляцию проводов для защиты от поражения током при высоком напряжении.*
- *Держите пальцы позади защитного кольца пробника, чтобы избежать поражения током.*
- *Не прикасайтесь к металлическим частям наконечника пробника, подключённого к источнику напряжения: это может привести к поражению электрическим током.*
- *Перед любым измерением правильно подключите вывод заземления пробника.*

2.16 Изменение языка

Об изменении языка интерфейса см. раздел «14.3 Настройки — язык и способ ввода».

Глава 3. Автомобильная диагностика

В этой главе описаны основные проверки автомобильных цепей осциллографом SATO. Они помогают быстро выявлять и локализовать неисправности электроники. Внимательно изучите главу для знакомства с основными приёмами работы автомобильным осциллографом.

3.1 Цепи зарядки и пуска

Электрооборудование автомобиля питается от генератора и аккумуляторной батареи. При исправной работе генератор питает электрооборудование и заряжает аккумулятор. Если вырабатываемая мощность меньше потребляемой, недостающую мощность обеспечивает аккумулятор. При нормальной работе двигателя необходимо обеспечить достаточное время зарядки, чтобы аккумулятор не разряжался. Состояние зарядки можно определить по индикатору на приборной панели. Поскольку частота вращения двигателя изменяется в широком диапазоне, генератор снабжён регулятором напряжения, который поддерживает номинальное напряжение независимо от частоты вращения и тока. При пуске двигателя

питание полностью обеспечивает аккумулятор, поэтому его ёмкость должна быть достаточной для уверенного пуска. Автомобильный осциллограф серии SATO позволяет проверить исправность цепей зарядки и пуска. Порядок выполнения проверки описан ниже.

Коснитесь значка в правом нижнем углу экрана, чтобы открыть окно, показанное на рисунке 3-1:



Рисунок 3-1. Цепи зарядки и пуска

3.1.1 Зарядка в системе 12 V

Эта проверка предназначена для бензиновых автомобилей с системой 12 V. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1 осциллографа, а другой конец — к выводам аккумулятора с помощью двух больших зажимов «крокодил»: красный провод и красный зажим к положительному выводу, чёрный провод и чёрный зажим — к отрицательному. Для измерения тока используйте токовые клещи с диапазоном 600 A или выше. Подключите их разъём BNC к каналу 2, включите клещи и охватите ими силовой выходной провод генератора.

Генератор обеспечивает питание автомобиля. У разных производителей зарядное напряжение отличается незначительно и обычно составляет 13.5–15.0 V. Слишком высокое или низкое напряжение нежелательно. Выходной ток зависит от производителя и модели генератора, поэтому оценивать его следует с учётом конкретного автомобиля.

Примечание: генератор вырабатывает переменный ток, который преобразуется в постоянный с помощью выпрямительных диодов. Напряжение можно измерить мультиметром. Однако при повреждении диодов мультиметр может показывать правильное значение; выявить неисправность позволяет форма осциллограммы. Проверка показана на рисунке 3-2.



Рисунок 3-2. Зарядка в системе 12 V

3.1.2 Зарядка в системе 24 V

Эта проверка предназначена для дизельных автомобилей с системой 24 V. Порядок действий такой же, как для системы 12 V. Ориентировочное напряжение составляет 26.5–30 V. Проверка осциллографом показана на рисунке 3-3.

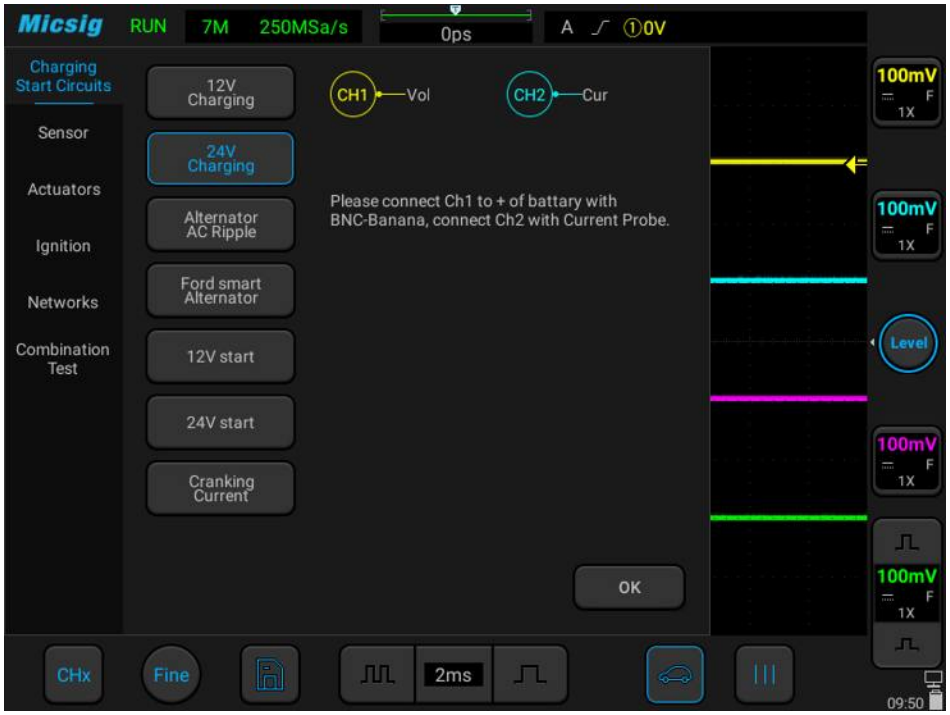


Рисунок 3-3. Зарядка в системе 24 V

3.1.3 Пульсации напряжения генератора

Осциллограф SATO позволяет проверить пульсации напряжения зарядки и оценить исправность системы. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, а его другой конец — к выводам аккумулятора: красный провод с красным зажимом к положительному выводу, чёрный провод с чёрным зажимом — к отрицательному. Запустите двигатель и начните проверку. В этом режиме осциллограф использует связь по переменному току (AC), поэтому показывает пульсации относительно постоянной составляющей, а не фактическое значение напряжения.

См. рисунок 3-4 ниже.

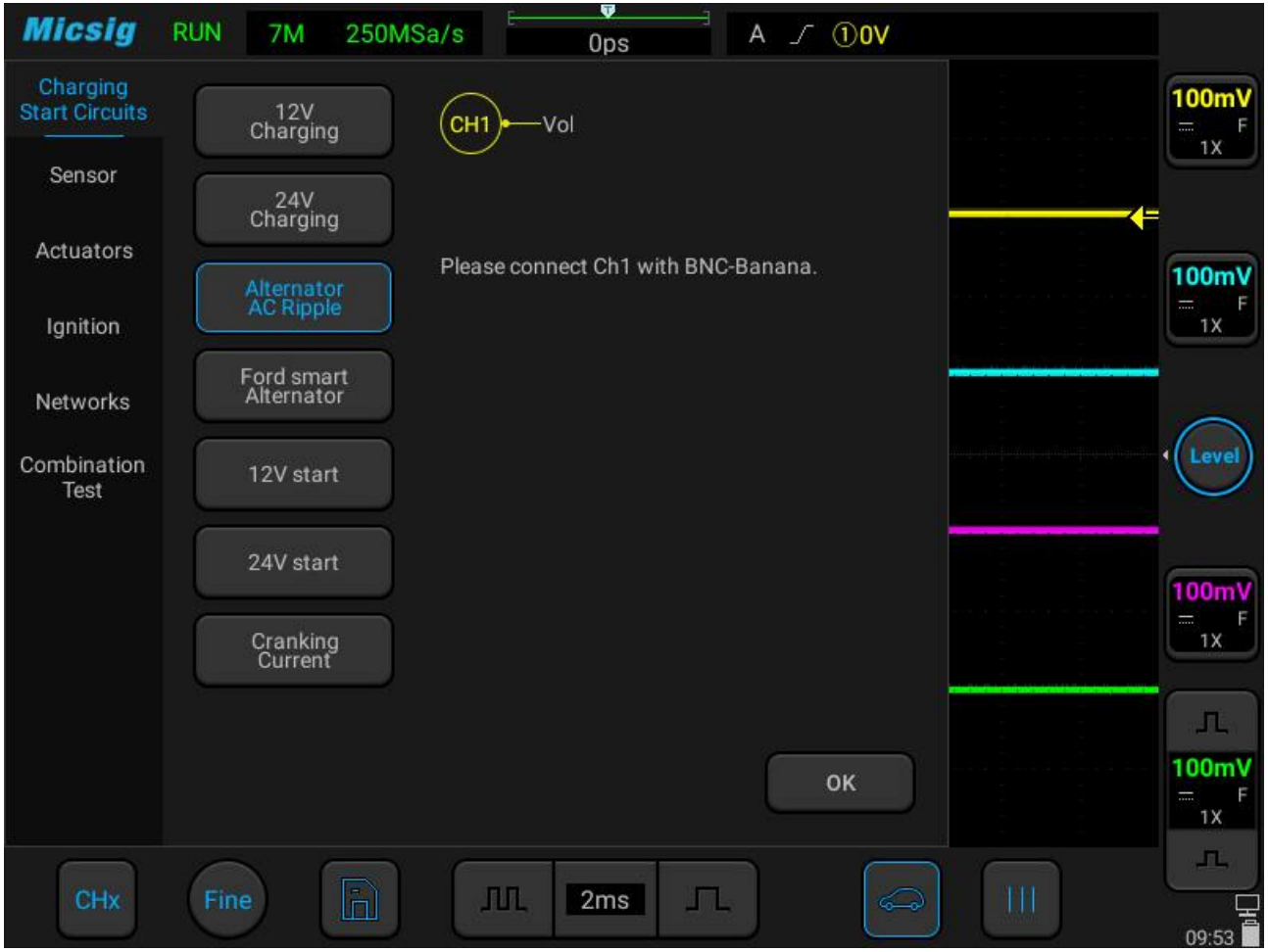


Рисунок 3-4. Пульсации напряжения зарядки

3.1.4 Интеллектуальный генератор Ford Focus

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1 осциллографа. Чёрный штекер через чёрный зажим «крокодил» соедините с массой (отрицательным выводом аккумулятора), а красный — с помощью игольчатого щупа с линией управления генератором от блока ECM двигателя. Второй кабель BNC–«банан» подключите к каналу 2; чёрный штекер через чёрный зажим соедините с массой, а красный через игольчатый щуп — с линией обратной связи от генератора к ECM двигателя.

Используйте токовые клещи с диапазоном 600 А или выше. Подключите их разъём BNC к каналу 3, включите клещи и охватите ими силовой выходной провод генератора.

Запустите двигатель и начните проверку. Канал 1 отображает управляющий сигнал ECM к генератору: прямоугольный сигнал, ШИМ или сигнал линии LIN. Канал 2 отображает обратную связь генератора: прямоугольный сигнал или ШИМ. Канал 3 отображает выходной ток генератора.

Проверка интеллектуального генератора Ford Focus осциллографом SATO показана на рисунке 3-5.

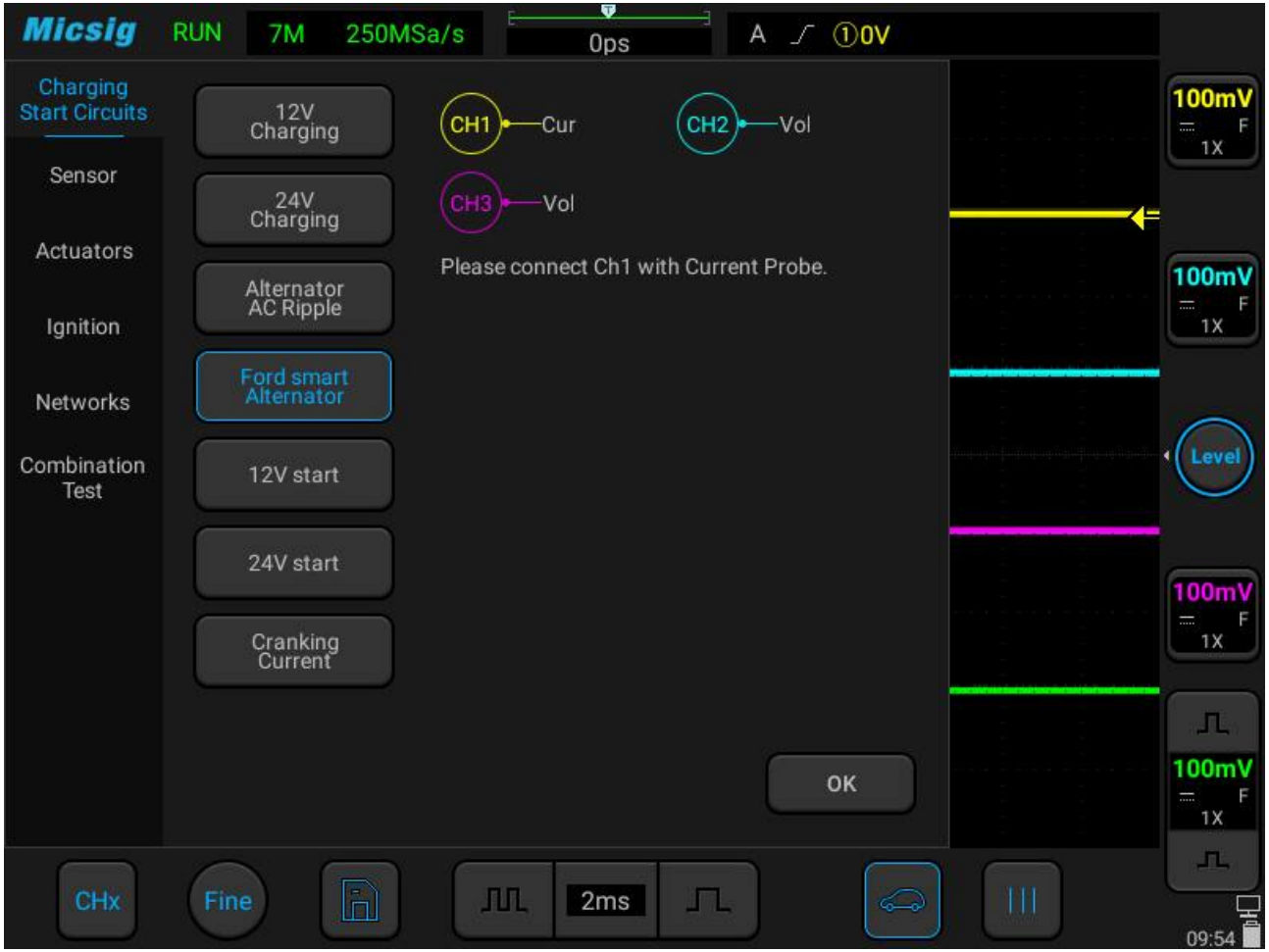


Рисунок 3-5. Интеллектуальный генератор Ford Focus

3.1.5 Пуск в системе 12 V

Проверка пуска бензинового автомобиля осциллографом SATO позволяет оценить, находятся ли характеристики аккумулятора в нормальном диапазоне. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, а второй конец — к выводам аккумулятора с помощью больших зажимов «крокодил»: красный провод с красным зажимом к положительному выводу, чёрный с чёрным — к отрицательному. Используйте токовые клещи с диапазоном более 600 A: подключите их разъём BNC к каналу 2, включите клещи и охватите ими все провода положительного либо отрицательного силового вывода аккумулятора. Соблюдайте полярность: положительным считается ток от положительного вывода аккумулятора к отрицательному. Порядок проверки показан на рисунке 3-6.

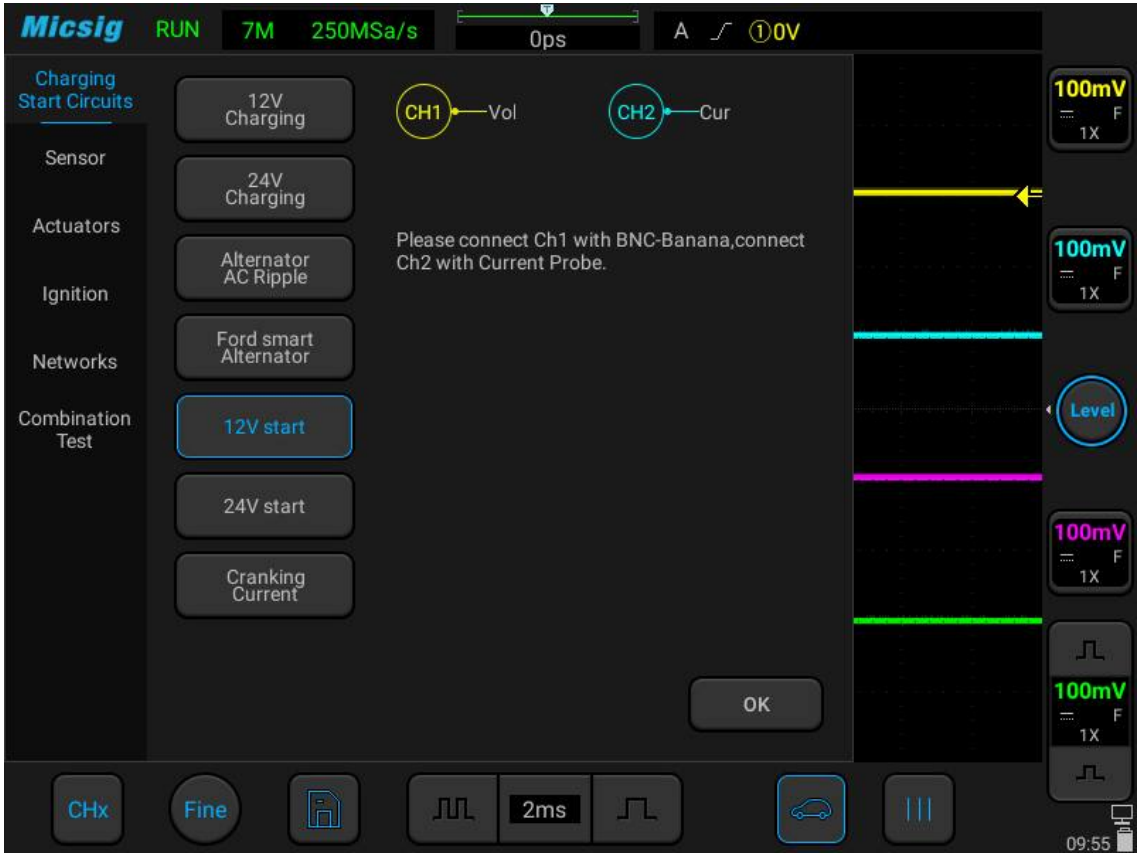


Рисунок 3-6. Пуск в системе 12 V

Ниже приведены результаты измерения напряжения и тока при пуске автомобиля Mazda одного из годов выпуска.

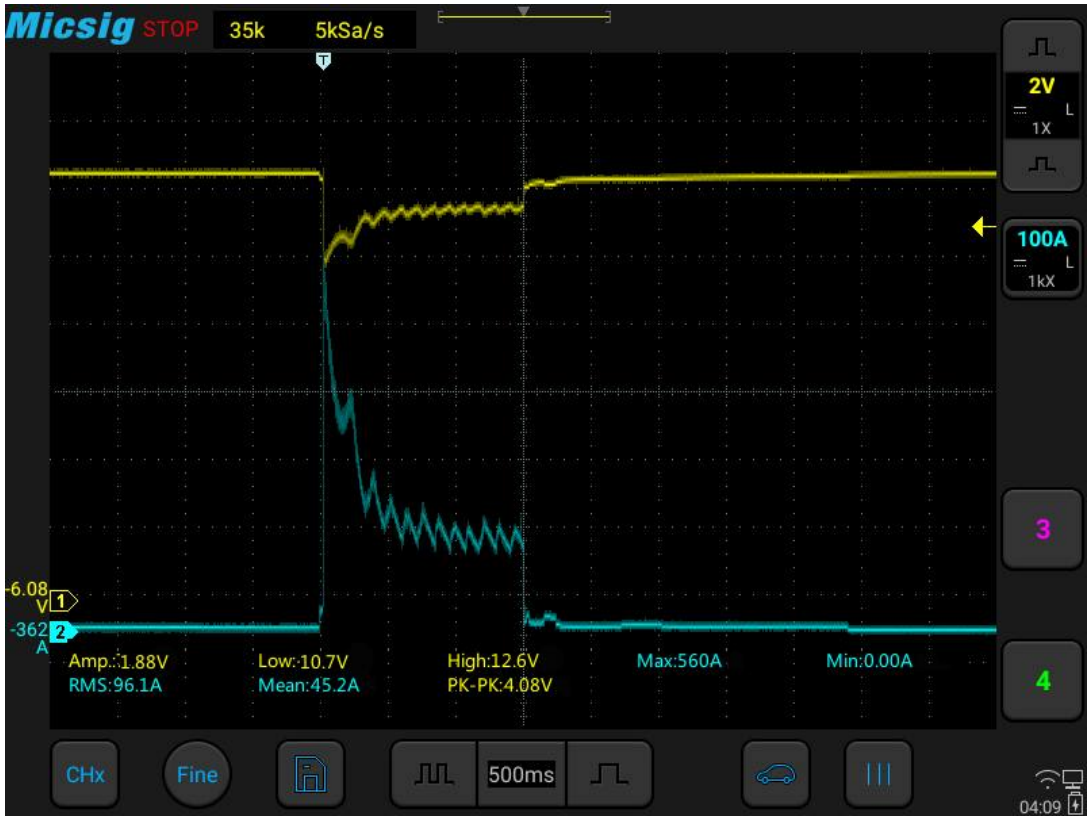


Рисунок 3-7. Напряжение и ток при пуске

3.1.6 Пуск в системе 24 V

Проверка пуска дизельного автомобиля осциллографом SATO позволяет оценить, находятся ли характеристики аккумулятора в нормальном диапазоне. Порядок действий такой же, как для пуска в системе 12 V. Проверка показана на рисунке 3-8.

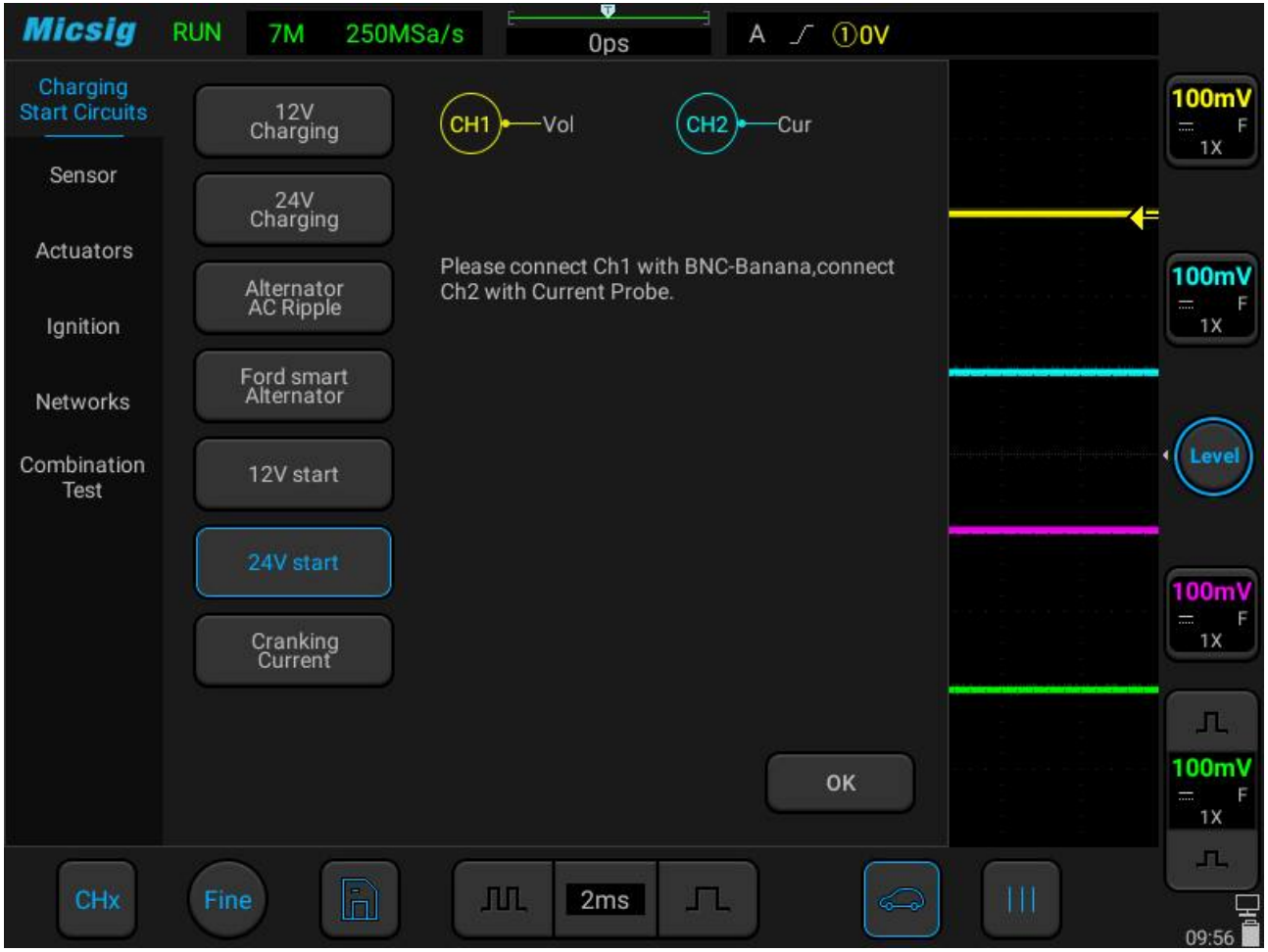


Рисунок 3-8. Пуск в системе 24 V

3.1.7 Ток при прокрутке двигателя

Осциллограф SATO с токовым пробником позволяет измерить ток при пуске бензинового или дизельного автомобиля и оценить форму осциллограммы. Используйте токовые клещи с диапазоном 600 А или выше: подключите их разъём BNC к каналу 2, включите клещи и охватите ими все провода положительного либо отрицательного силового вывода аккумулятора. Соблюдайте полярность: положительным считается ток от положительного вывода аккумулятора к отрицательному. Проверка показана на рисунке 3-9.

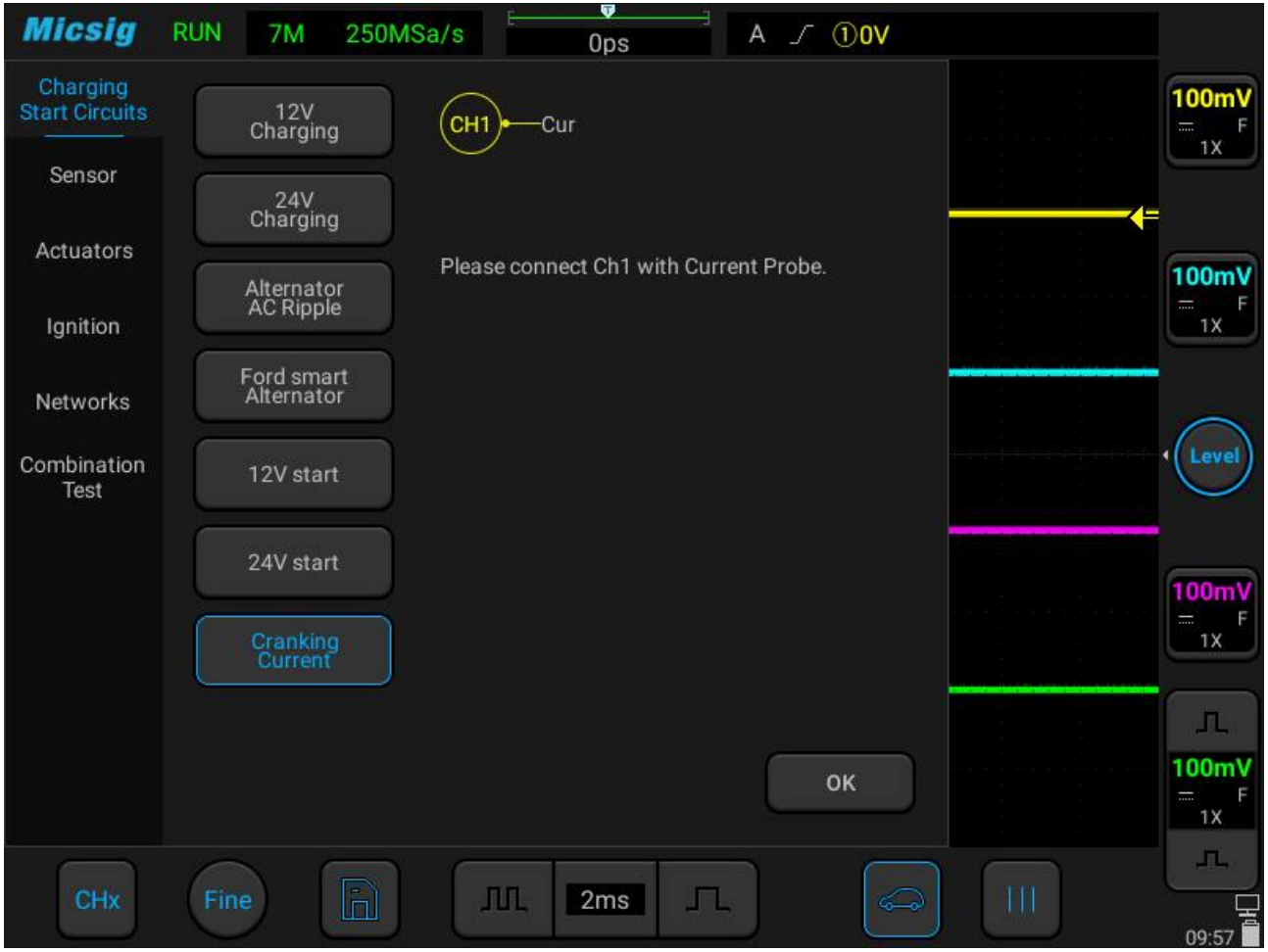


Рисунок 3-9. Ток при прокрутке двигателя

3.2 Проверка датчиков

Датчик преобразует неэлектрическую величину в сигнал напряжения и передаёт компьютеру автомобиля сведения об изменении условий работы. Например, расходомер между воздушным фильтром и дроссельной заслонкой измеряет расход поступающего в двигатель воздуха, преобразует его в напряжение и передаёт в электронный блок управления двигателем (ECU). По изменению расхода воздуха ECU корректирует количество впрыскиваемого топлива для оптимального состава смеси. Датчик скорости автомобиля, в свою очередь, преобразует скорость в сигнал напряжения и передаёт его бортовому компьютеру, который определяет момент переключения на повышенную или пониженную передачу.

По мере развития интеллектуальных автомобилей и новых источников энергии количество датчиков быстро растёт: в автомобилях среднего и высокого класса их может быть около 100. Осциллограф серии SATO непосредственно измеряет сигнал датчика. Сравнение с эталонной осциллограммой исправного датчика помогает определить его состояние.

Осциллограф серии SATO позволяет проверять перечисленные ниже типы датчиков. Сравнение текущей осциллограммы с эталонной помогает выявить неисправности. Далее каждый тип рассматривается отдельно.

3.2.1 ABS

Датчики скорости колеса ABS бывают аналоговыми и цифровыми. Аналоговый датчик имеет 2 сигнальных вывода и выдаёт синусоидальный сигнал, частота которого соответствует скорости вращения. Цифровой датчик обычно имеет 3 вывода: питание, сигнал и массу. Проверяют сигнальную линию: частота прямоугольных импульсов соответствует скорости. Для проверки подключите разъём BNC кабеля BNC–«банан» к осциллографу, а другой конец — к датчику или выводу ECM. Можно одновременно проверять 1, 2 или 4 сигнала, как показано на рисунке 3-10.

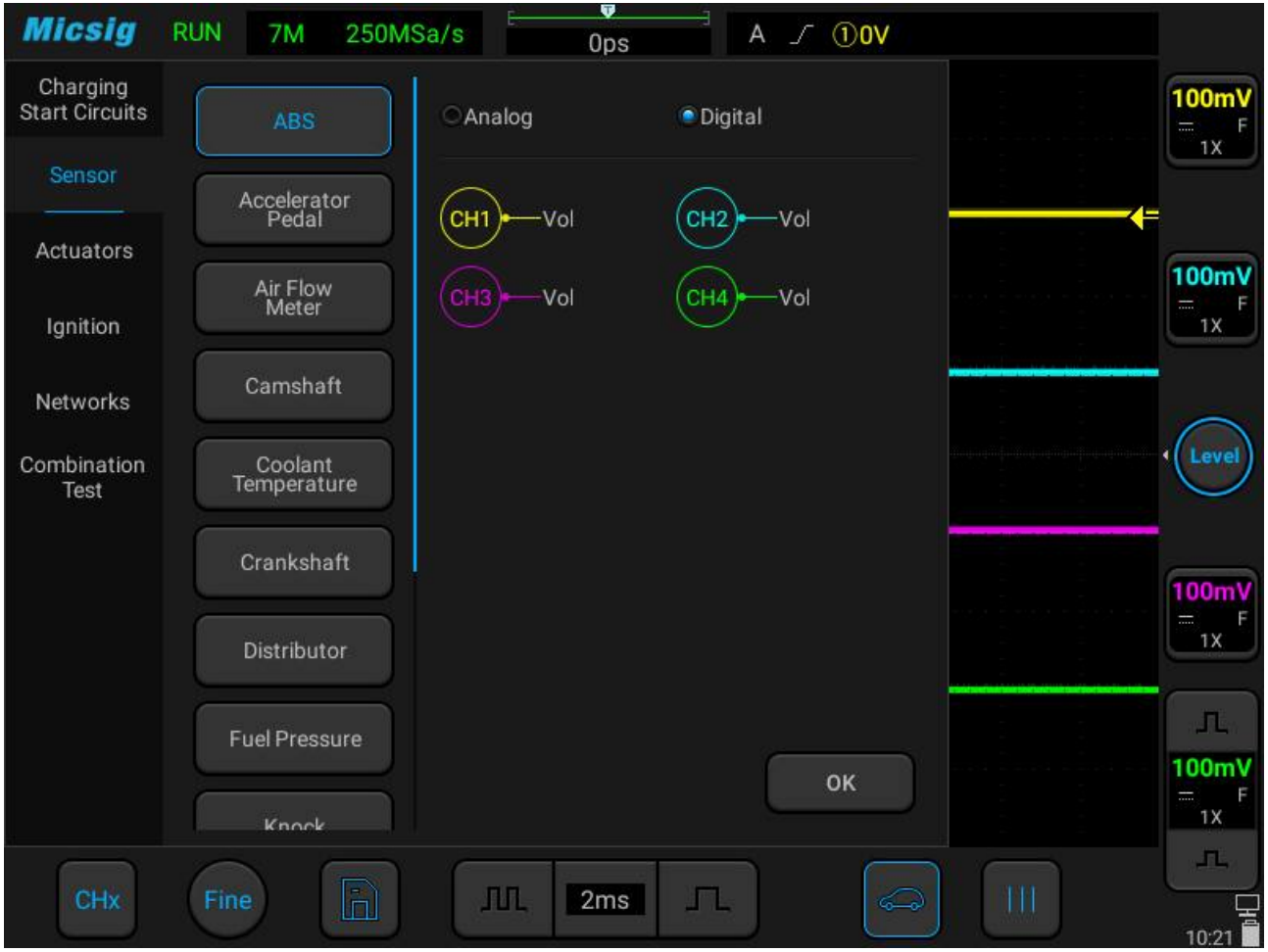


Рисунок 3-10. Датчик скорости колеса ABS

3.2.2 Педаль акселератора

Датчик педали акселератора формирует сигнал положения педали. Обычно он содержит 2 группы по 3 провода: питание, сигнал и массу. Возможны сочетания аналоговый/аналоговый и аналоговый/цифровой. В первом случае сигналы могут изменяться в противоположных направлениях: при нажатии педали один возрастает от 0.3 до 4.8 V, а другой уменьшается от 4.8 до 0.3 V. Другой вариант — одинаковое направление изменения при разных диапазонах: 0.5–2.5 V и 1–4.5 V. Эти значения приведены для справки; у разных моделей диапазоны могут немного отличаться, но характер изменения остаётся тем же.

Проверка датчика педали акселератора осциллографом SATO показана на рисунке 3-11.

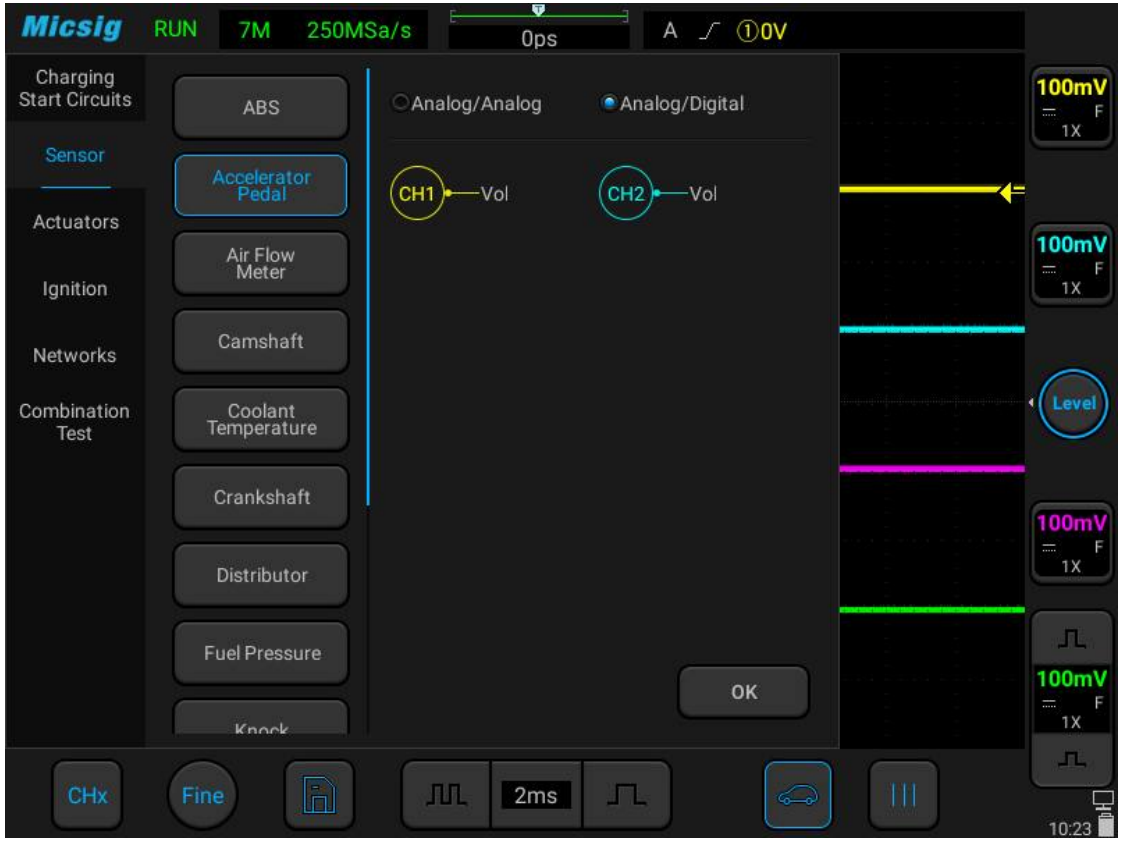


Рисунок 3-11. Педаль акселератора

Ниже приведены результаты измерения сигналов датчика педали акселератора одной из моделей автомобиля.



3.2.3 Расходомер воздуха

Расходомеры бывают лопастными, с нагретой нитью, цифровыми и др. Первые два типа имеют аналоговый выход, обычно 0.5–4.5 V. Напряжение зависит от расхода воздуха, однако зависимость

нелинейна и требует коррекции в ECM. На холостом ходу напряжение обычно около 1 V; при разгоне оно быстро возрастает до 4–4.5 V. После прекращения разгона напряжение возвращается к значению холостого хода. Значения 0 или 5 V указывают на неисправность.

Цифровой датчик содержит цифровую схему и выдаёт прямоугольный сигнал. Его частота соответствует расходу воздуха: чем она выше, тем больше расход. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1. Чёрный штекер соедините с массой, а красный через игольчатый щуп — с сигнальным проводом датчика. Запустите двигатель, быстро нажмите и отпустите педаль акселератора и наблюдайте осциллограмму.

Проверка расходомера воздуха осциллографом SATO показана на рисунке 3-12. Выберите проверку в соответствии с типом датчика: аналоговым, цифровым или с нагретой нитью.

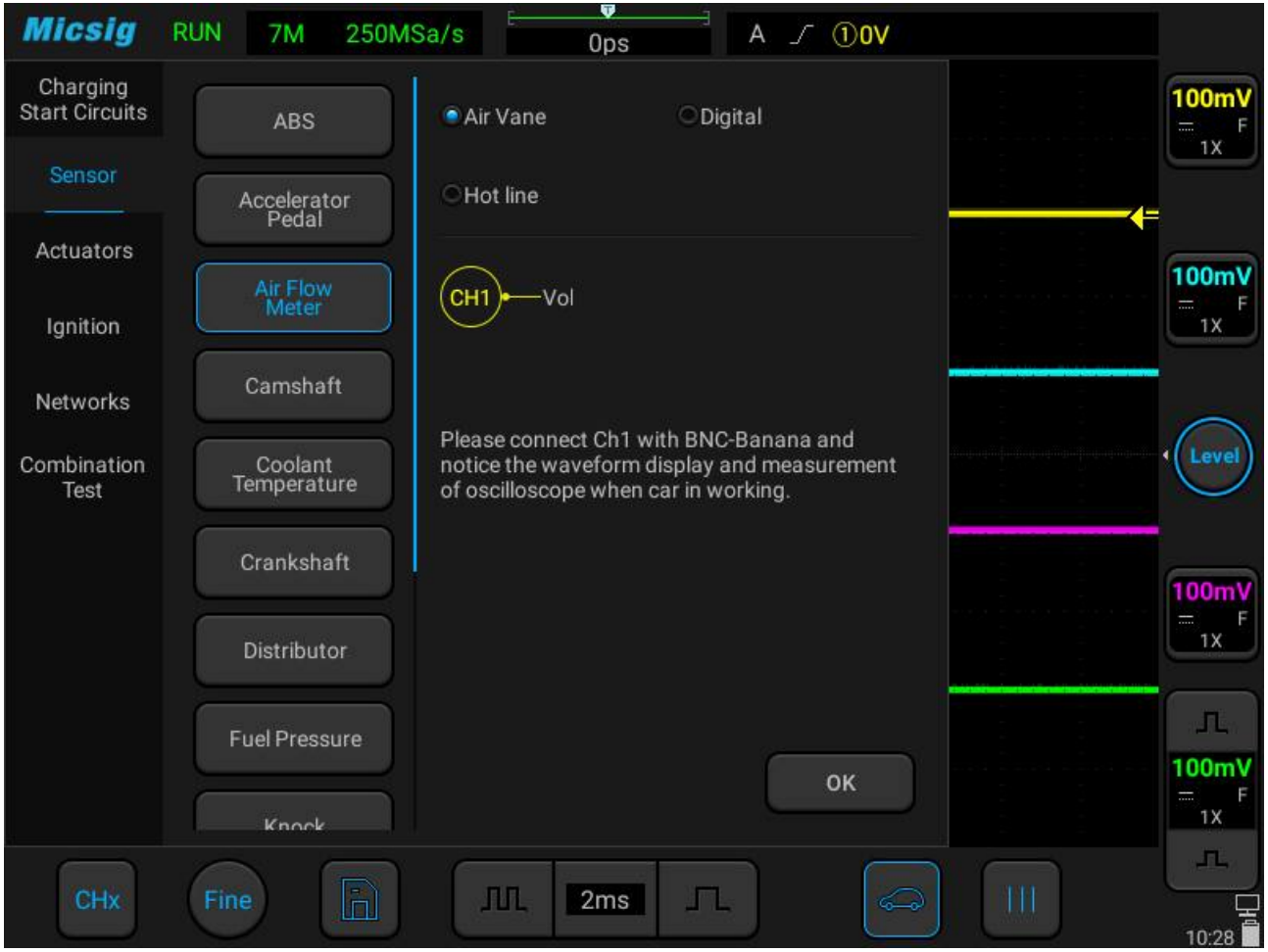


Рисунок 3-12. Расходомер воздуха

3.2.4 Распределительный вал

Датчик распределительного вала используется для определения фаз. Его часто проверяют совместно с датчиком коленчатого вала для оценки синхронизации двигателя. Обычно устанавливают один или два таких датчика; четыре встречаются реже. Распространены датчики Холла, индуктивные и датчики с возбуждением переменным током.

Датчик Холла выдаёт прямоугольный сигнал с верхним уровнем 5 или 12 V и обычно имеет 3 провода: питание, сигнал и массу. Индуктивный датчик обычно 2-проводный и выдаёт синусоидальный или прямоугольный сигнал. Датчик с возбуждением переменным током также обычно 2-проводный; его сигнал содержит несколько синусоидальных периодов. Отсутствующий участок на конце распределительного вала изменяет сигнал и позволяет определить положение цилиндра № 1.

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1 осциллографа. Чёрный штекер соедините с массой, а красный через игольчатый щуп — с сигнальным проводом датчика распределительного вала. См. рисунок 3-13.

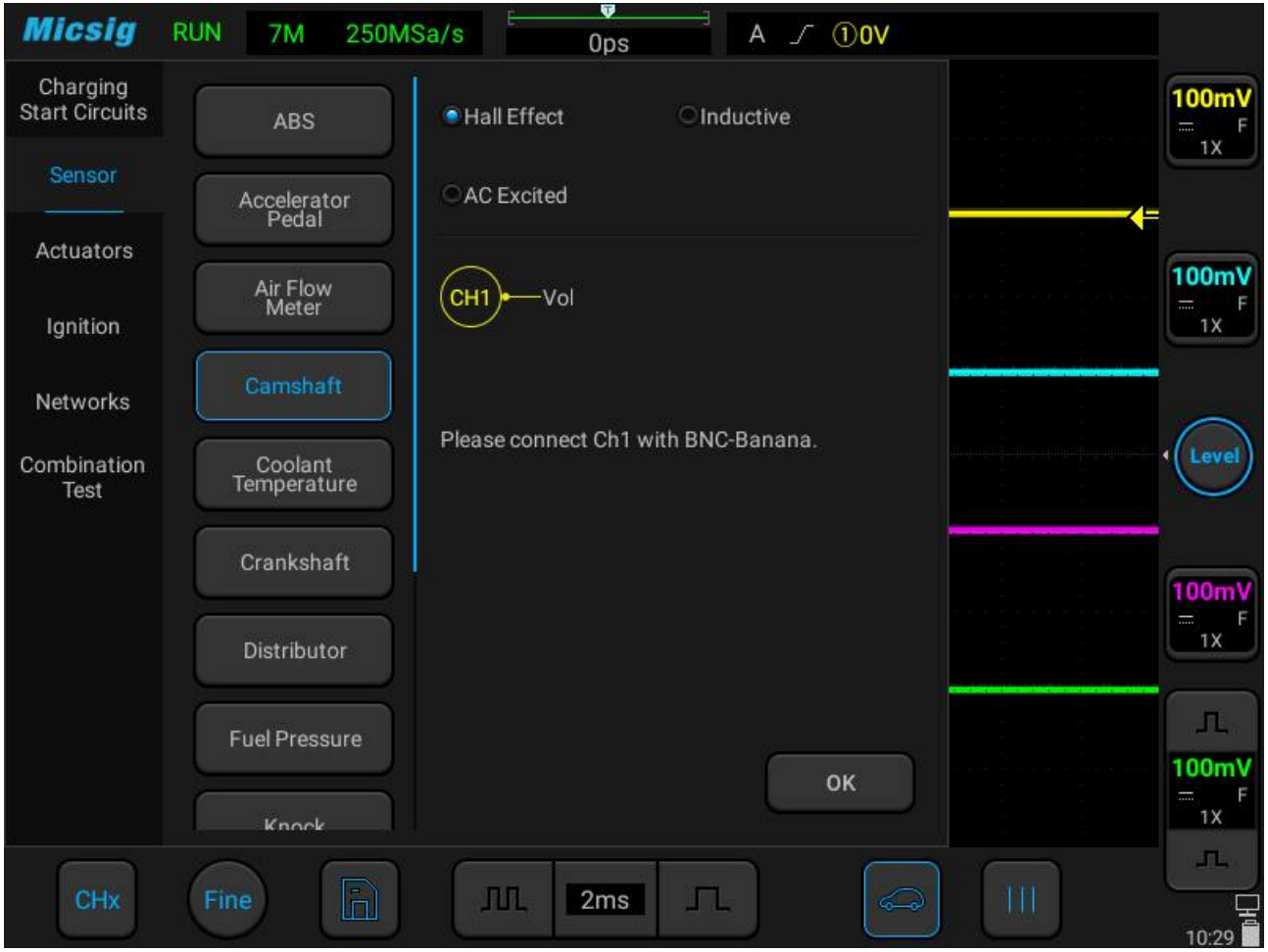


Рисунок 3-13. Распределительный вал

Ниже приведены результаты измерения сигнала датчика положения распределительного вала (датчика Холла) одной из моделей автомобиля.

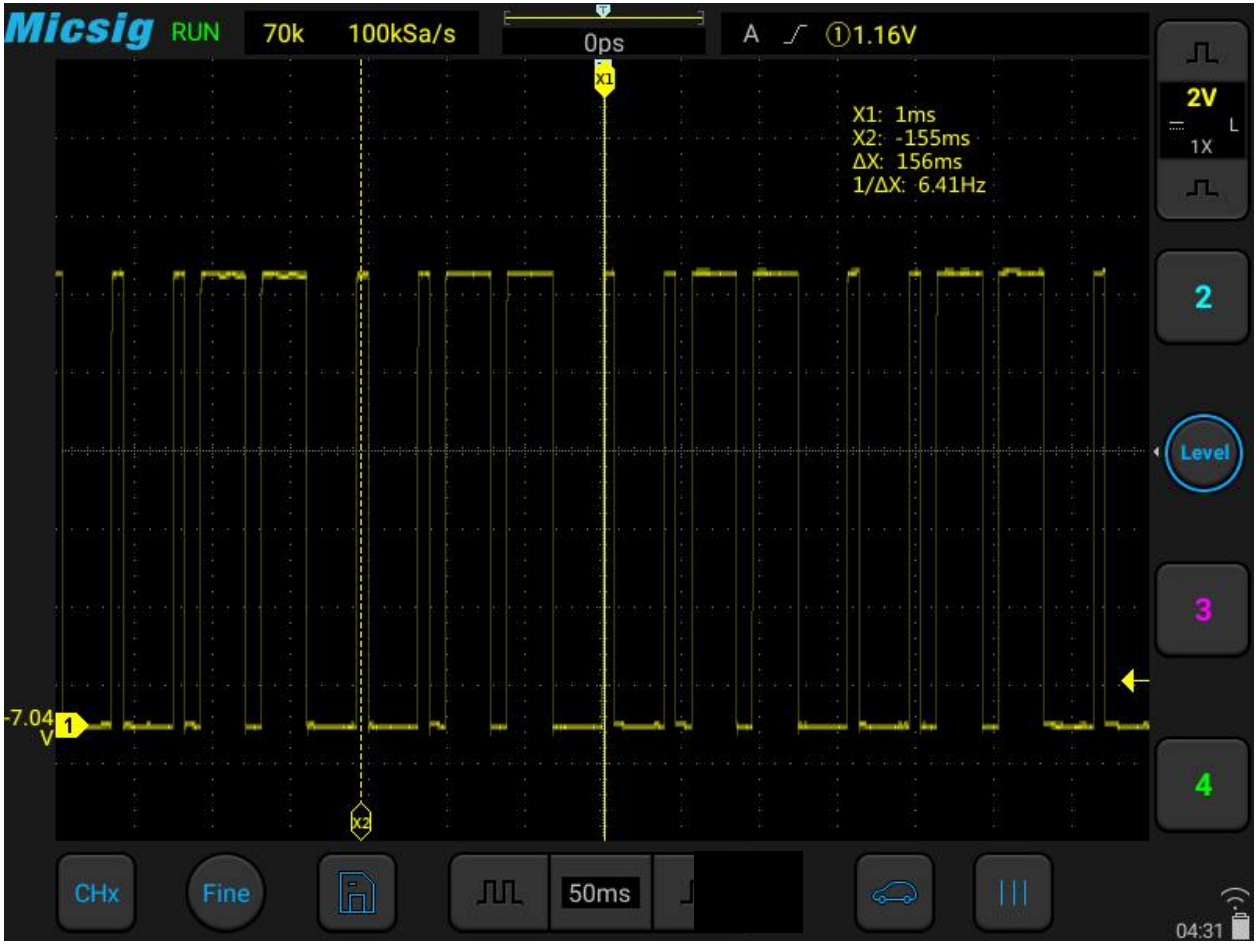


Рисунок 3-14. Датчик положения распределительного вала (датчик Холла)

3.2.5 Температура охлаждающей жидкости

Датчик температуры охлаждающей жидкости часто называют датчиком температуры воды. Обычно он содержит терморезистор, сопротивление которого уменьшается при нагреве, изменяя выходное напряжение. Температура жидкости меняется медленно, поэтому напряжение также изменяется плавно. У разных моделей выходное напряжение может как возрастать, так и уменьшаться с ростом температуры.

Существует также особый датчик Vauxhaus. На холодном автомобиле его выходное напряжение составляет 3–4 V. После пуска двигателя по мере нагрева оно постепенно снижается; при нормальной работе обычно составляет 1 V. При достижении температуры 40–50 градусов ECM переключает напряжение, и оно быстро возрастает до 3–4 V. Это позволяет точнее определять температуру в верхнем диапазоне.

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1 осциллографа. Чёрный штекер соедините с массой, а красный через игольчатый щуп — с сигнальным проводом датчика температуры охлаждающей жидкости (проводом массы датчика).

Проверка датчика температуры охлаждающей жидкости осциллографом SATO показана на рисунке 3-15.

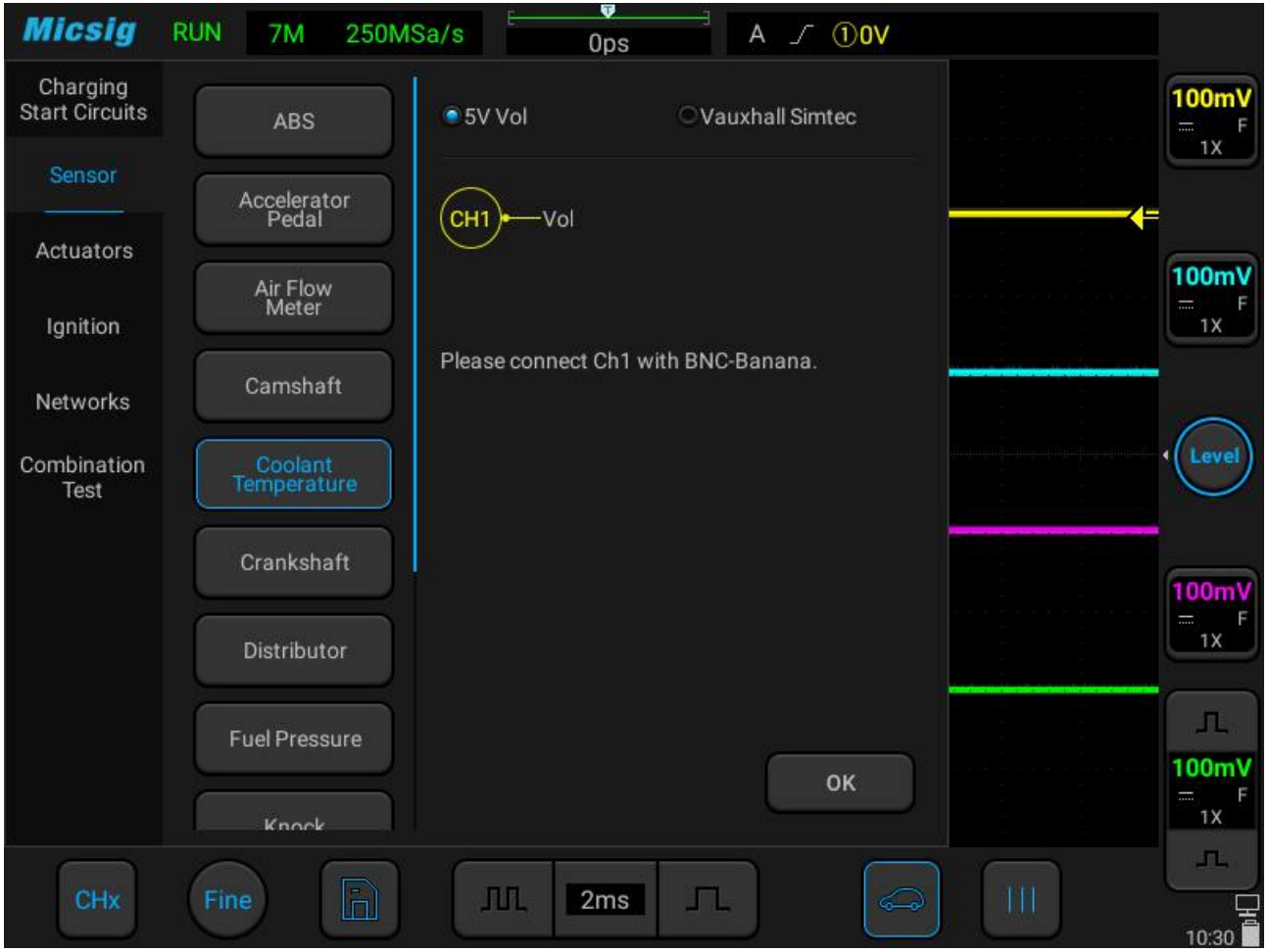


Рисунок 3-15. Температура охлаждающей жидкости

3.2.6 Коленчатый вал

Датчик коленчатого вала может располагаться у переднего шкива или заднего маховика. По его сигналу ECM определяет точное положение двигателя. Используются индуктивные датчики и датчики Холла. Индуктивный датчик обычно 2-проводный и выдаёт синусоидальный сигнал: пропускам зубьев на диске соответствуют пропуски в сигнале. Датчик Холла обычно выдаёт прямоугольный сигнал и имеет 3 провода: питание, сигнал и массу. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, а красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика распределительного вала.

Проверка датчика положения коленчатого вала осциллографом SATO показана на рисунке 3-16.

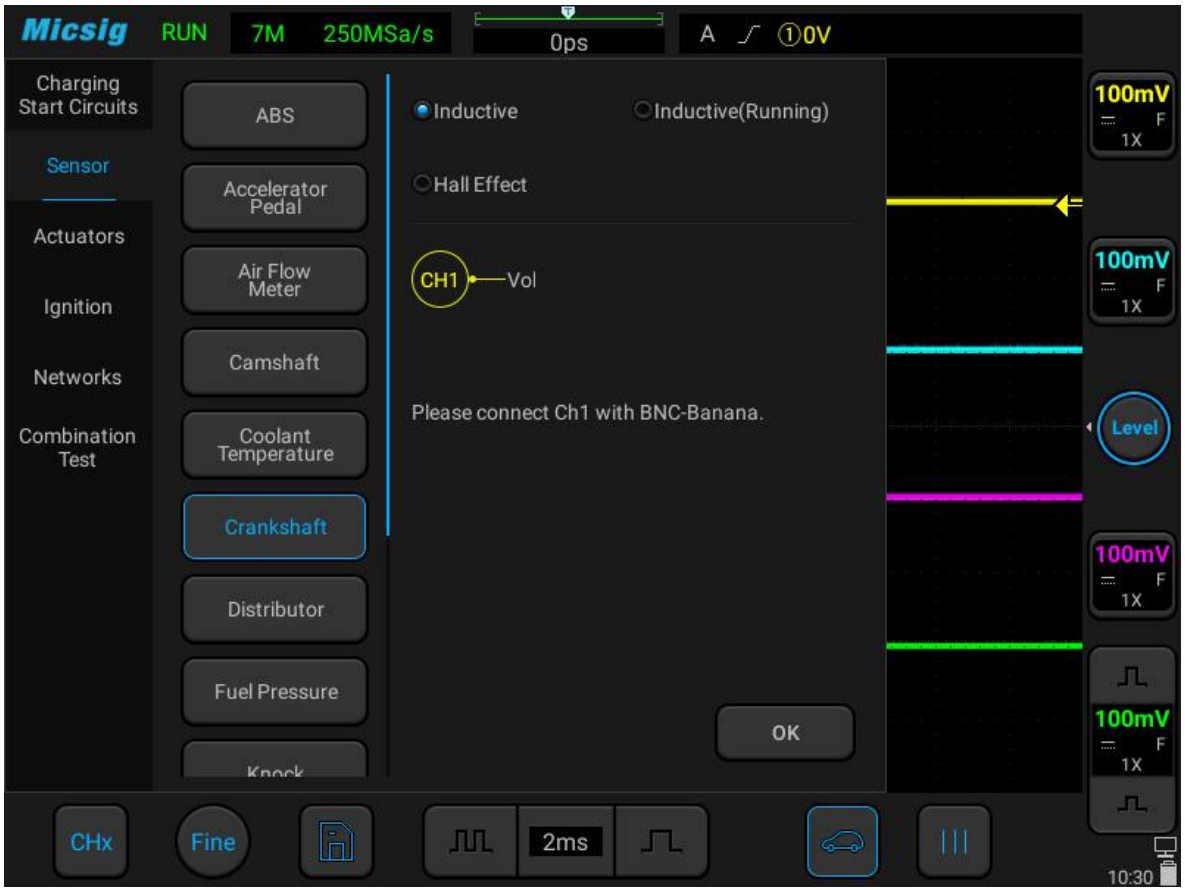
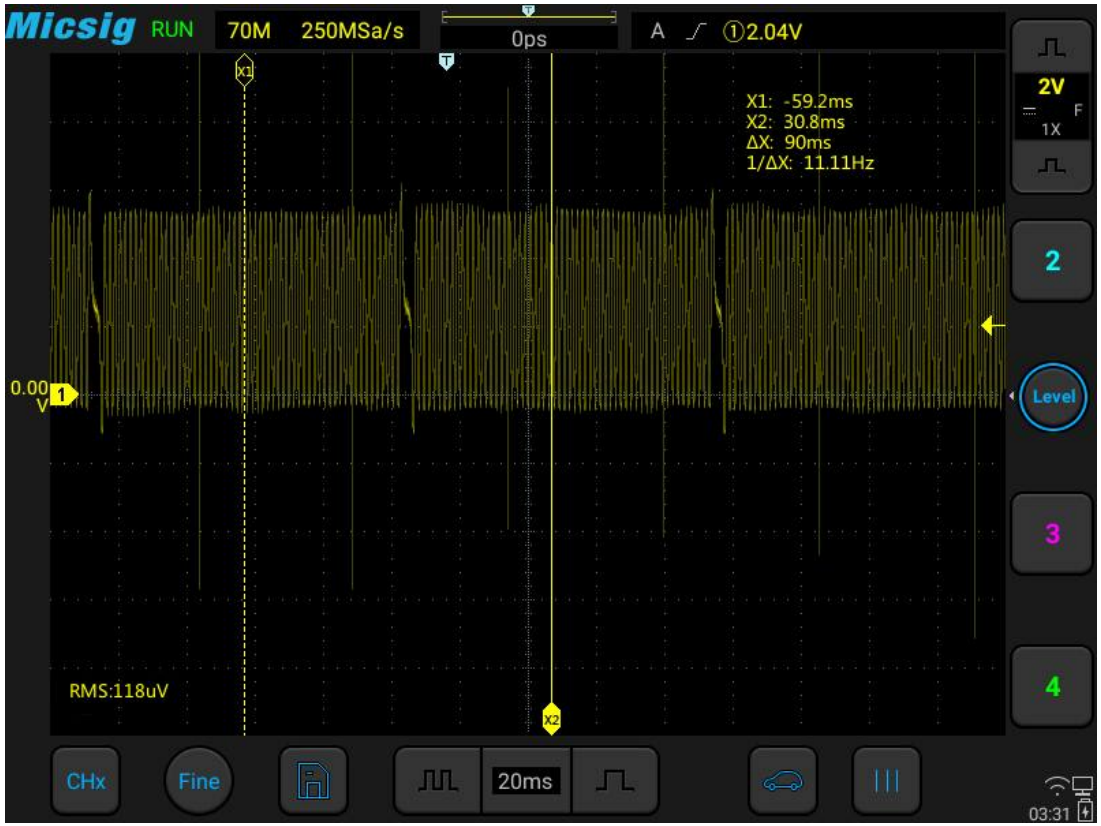


Рисунок 3-16. Датчик положения коленчатого вала

Ниже приведены результаты измерения сигнала индуктивного датчика положения коленчатого вала одной из моделей автомобиля.



3.2.7 Распределитель зажигания

Распределитель зажигания используется в автомобилях с высоковольтными проводами и последовательно подаёт высокое напряжение на свечи. Датчики распределителя бывают типа Холла и индуктивными. Датчик Холла обычно имеет 3 провода: питание, сигнал

и массу; его выходной сигнал — прямоугольный. Индуктивный датчик обычно 2-проводный и выдаёт индукционный сигнал. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, а красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу распределителя. Проверка датчика распределителя зажигания осциллографом SATO для обоих типов показана на рисунке 3-17.

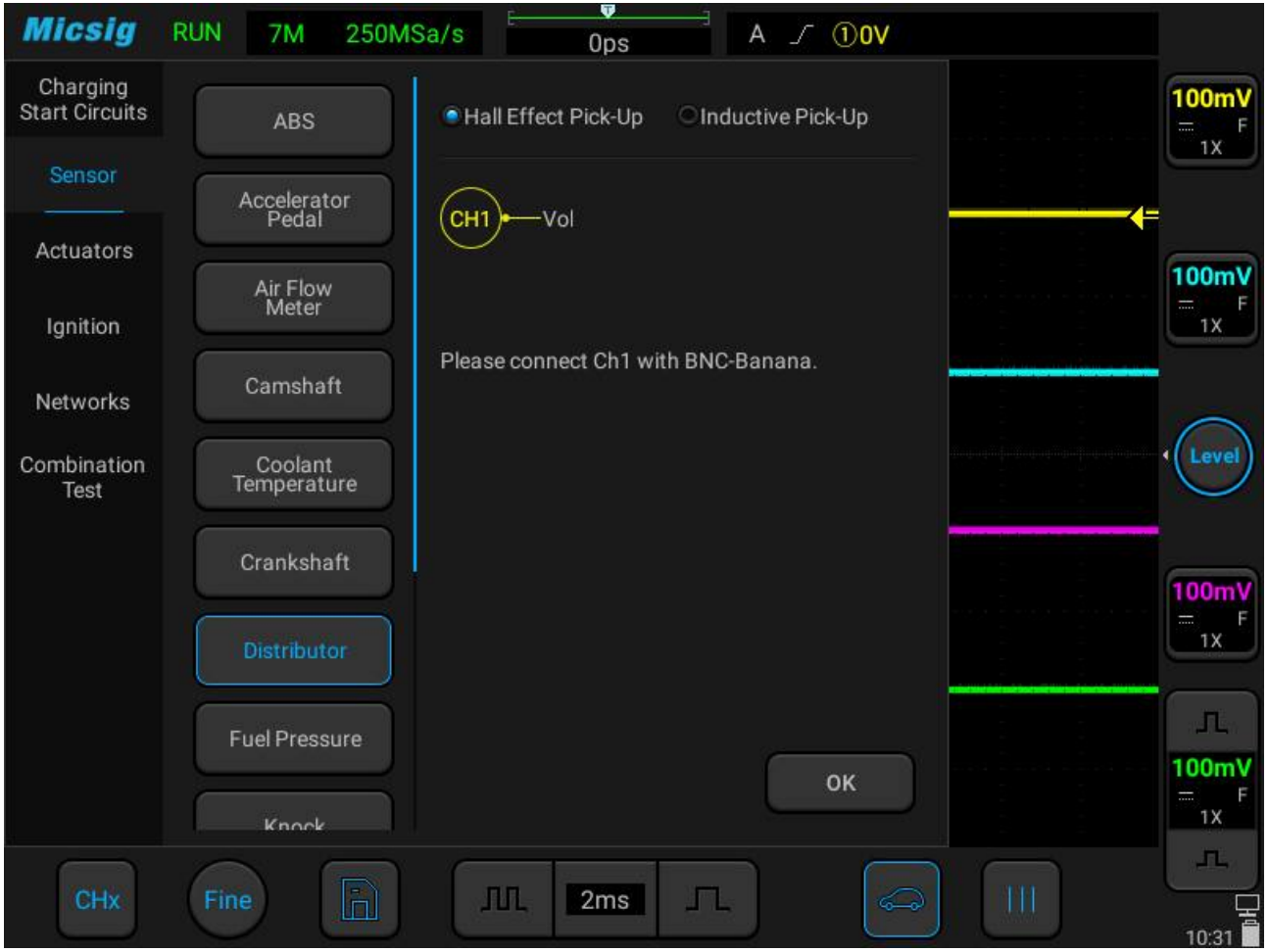


Рисунок 3-17. Распределитель зажигания

3.2.8 Давление топлива

Датчики давления топлива обычно устанавливают в топливных рампах высокого давления, в том числе в дизельных системах Common Rail. Давление обычно пропорционально выходному напряжению, которое растёт при нажатии педали акселератора. Работа без нагрузки или с полной нагрузкой влияет на время нарастания напряжения. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, а красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика давления топлива.

Проверка датчика давления топлива осциллографом SATO показана на рисунке 3-18.

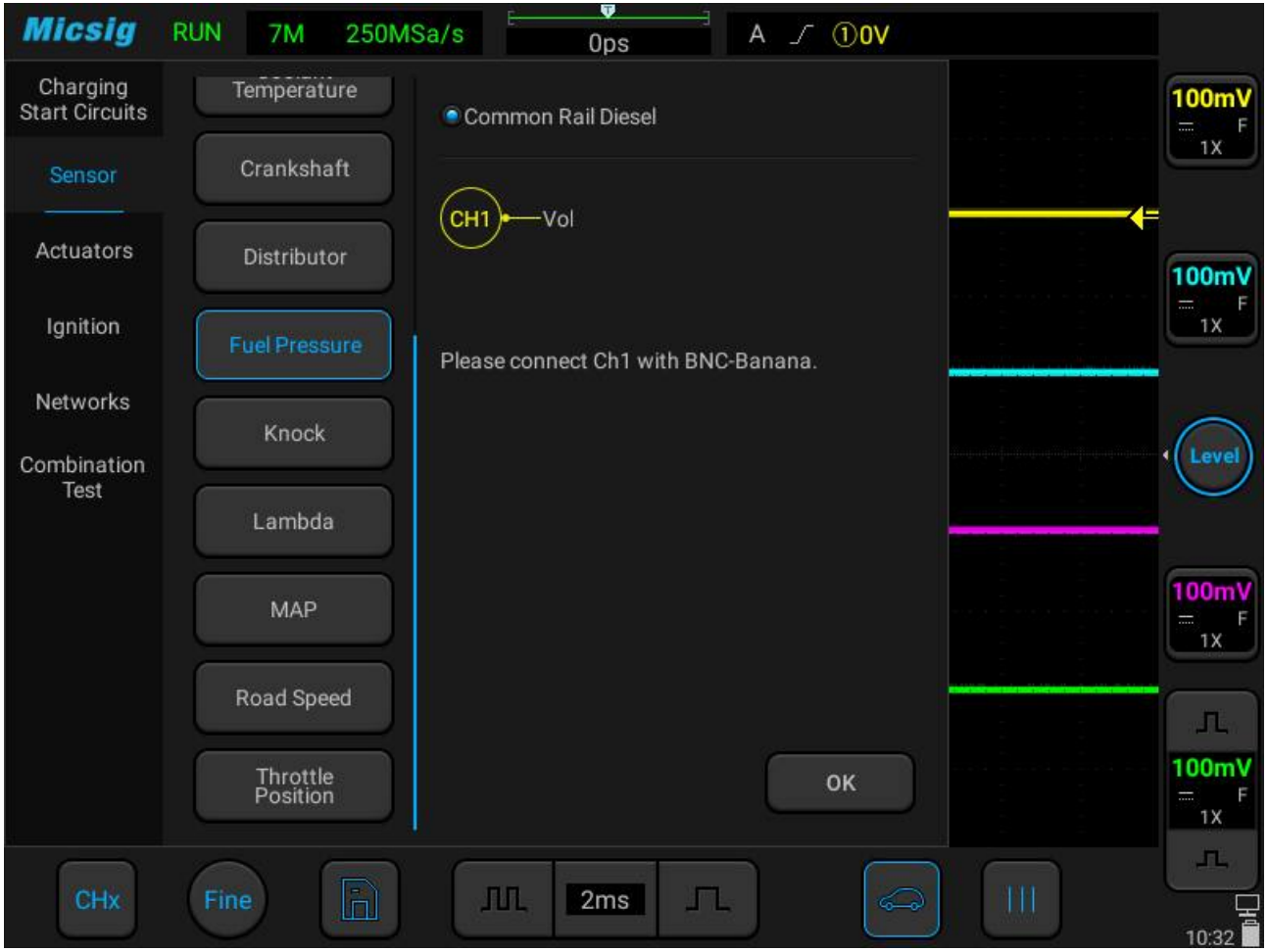


Рисунок 3-18. Проверка датчика давления топлива

3.2.9 Детонация

Датчик детонации — пассивное устройство, обычно с 2 проводами: сигнальным и массой. Он не требует внешнего питания и формирует сигнал при вибрации. Датчик можно снять и проверить лёгким постукиванием; амплитуда сигнала обычно не превышает 5 V. При повторной установке не допускайте чрезмерного момента затяжки, чтобы не повредить датчик.

Возможные причины детонации: слишком раннее зажигание, избыток нагара в камере сгорания, высокая температура двигателя, слишком бедная смесь, загрязнённое топливо или низкое октановое число.

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1 осциллографа, чёрный штекер — к массе, а красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика детонации.

Проверка датчика детонации осциллографом SATO показана на рисунке 3-19.

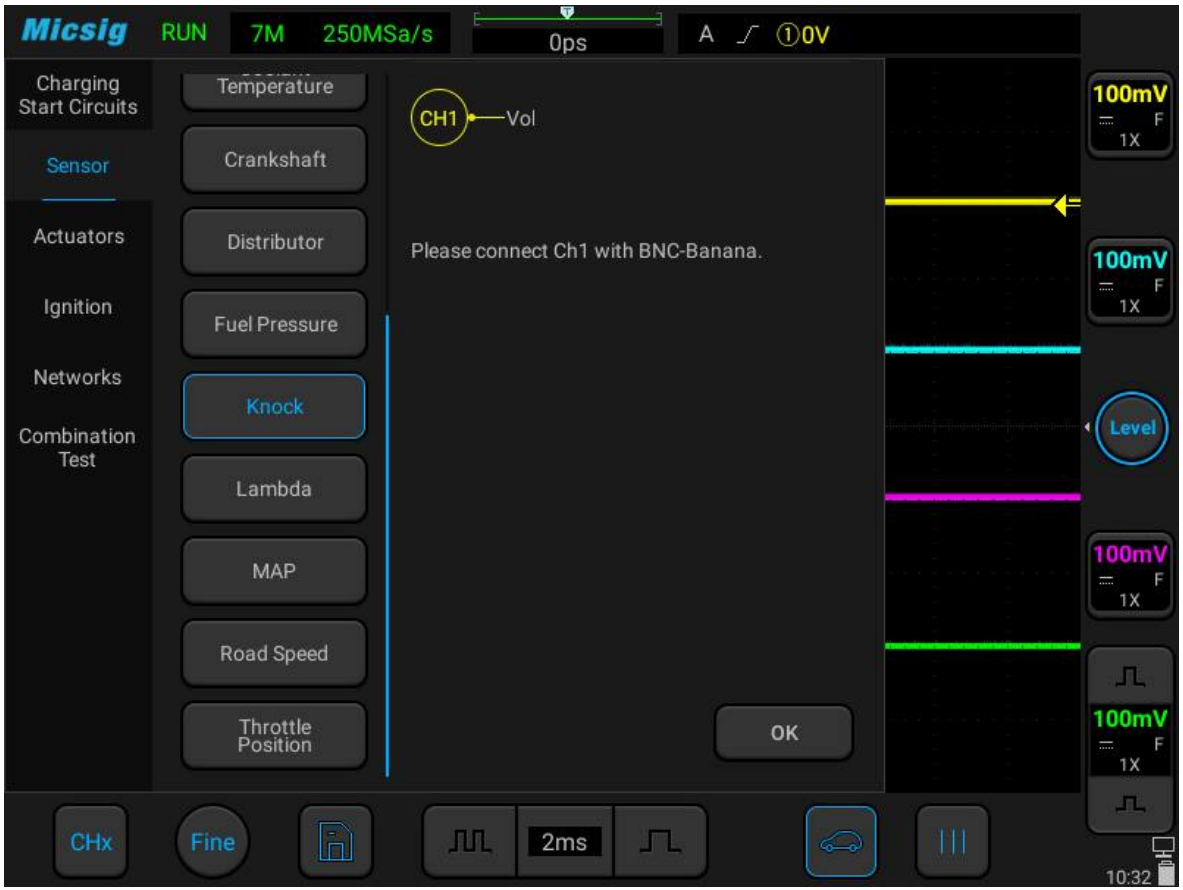


Рисунок 3-19. Проверка датчика детонации

Ниже приведены результаты измерения сигнала датчика детонации одной из моделей автомобиля.



3.2.10 Лямбда-зонд

Лямбда-зонд, или датчик кислорода, обычно устанавливают в выпускной системе перед каталитическим нейтрализатором. Он измеряет содержание кислорода в отработавших газах, обеспечивая обратную связь для ECM, который оценивает сгорание и корректирует подачу топлива. Применяются титановые и циркониевые датчики, а также пары переднего и заднего датчиков. Частота переключения сигнала около 1 Hz; датчик работает только при нормальной температуре. Богатой смеси соответствует высокое напряжение, бедной — низкое. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1; чёрный штекер соедините с массой, красный через игольчатый щуп — с сигнальным проводом переднего датчика. Аналогично подключите задний датчик к каналу 2. Если заднего датчика нет, его проверка не требуется. Для измерения тока подключите разъём BNC токовых клещей к каналу 3 и охватите клещами провод нагревателя.

Проверка датчика кислорода осциллографом SATO показана на рисунке 3-20.

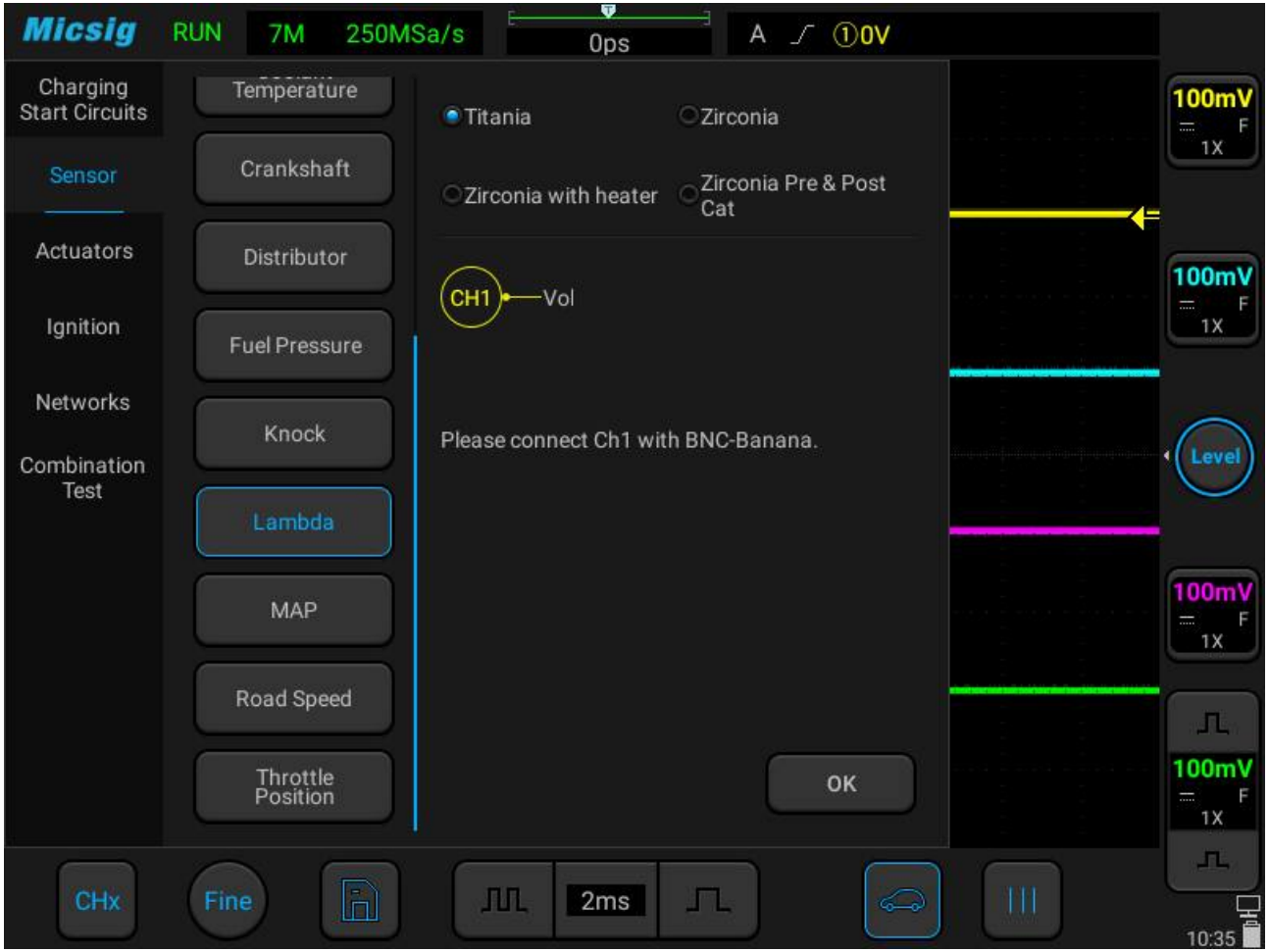


Рисунок 3-20. Проверка лямбда-зонда (датчика кислорода)

Ниже приведены результаты измерения сигнала датчика кислорода одной из моделей автомобиля.

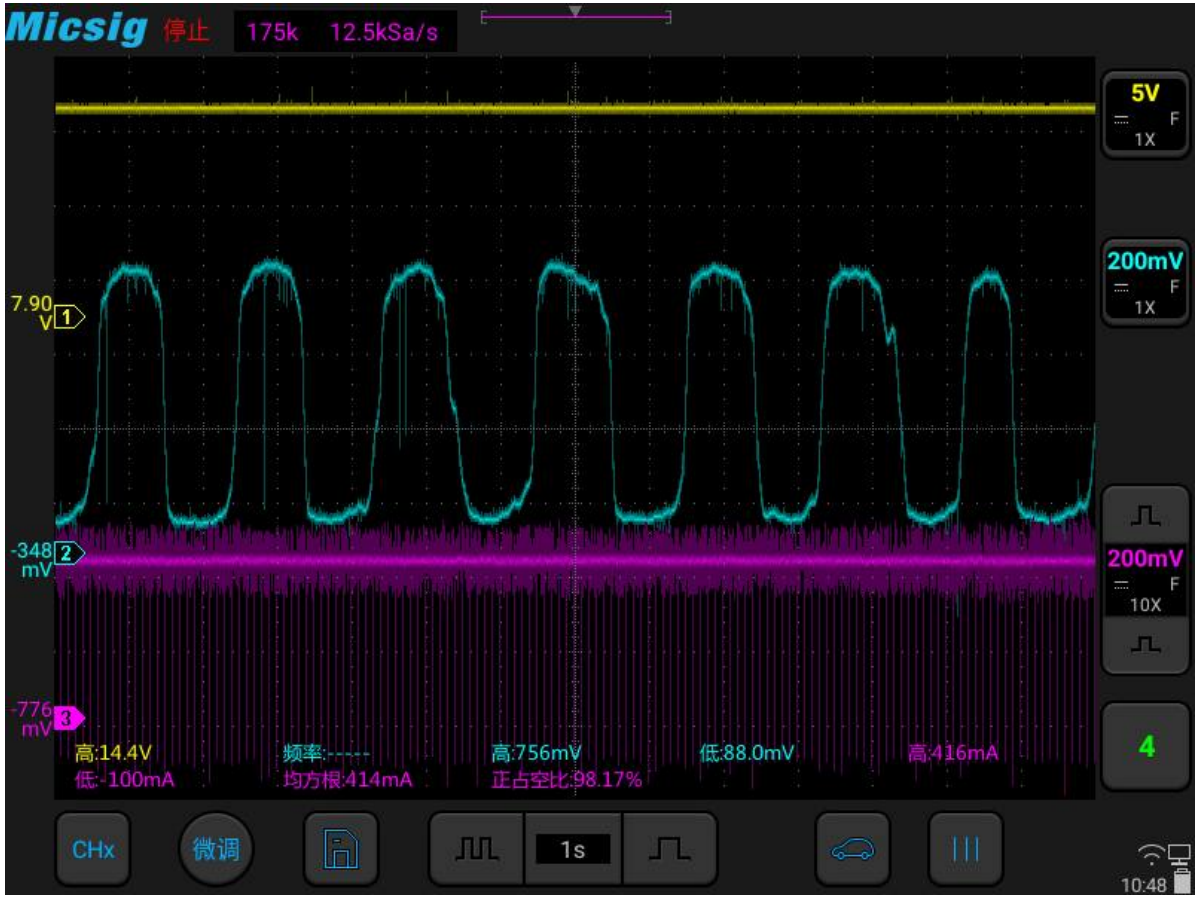


Рисунок 3-21. Осциллограмма лямбда-зонда (датчика кислорода)

3.2.11 MAP

Датчик MAP измеряет давление во впускном коллекторе и передаёт данные ECM для определения подачи топлива, разрежения (или малой нагрузки) и угла опережения зажигания. Датчики бывают аналоговыми и цифровыми. Обычно имеют 3 провода: питание, сигнал и массу; могут быть объединены с другими устройствами.

У аналогового датчика бензинового двигателя при закрытой заслонке или выключенном двигателе выходное напряжение равно 0; на холостом ходу оно обычно около 1 V, с возможными отклонениями. При резком нажатии педали заслонка открывается, и напряжение быстро возрастает до значения выше 4.5 V.

У аналогового датчика дизельного двигателя напряжение на холостом ходу составляет 1.5–2.0 V. После нажатия педали оно возрастает и может достигать 4.0 V.

Проверка датчика давления во впускном коллекторе осциллографом SATO показана на рисунке 3-22.

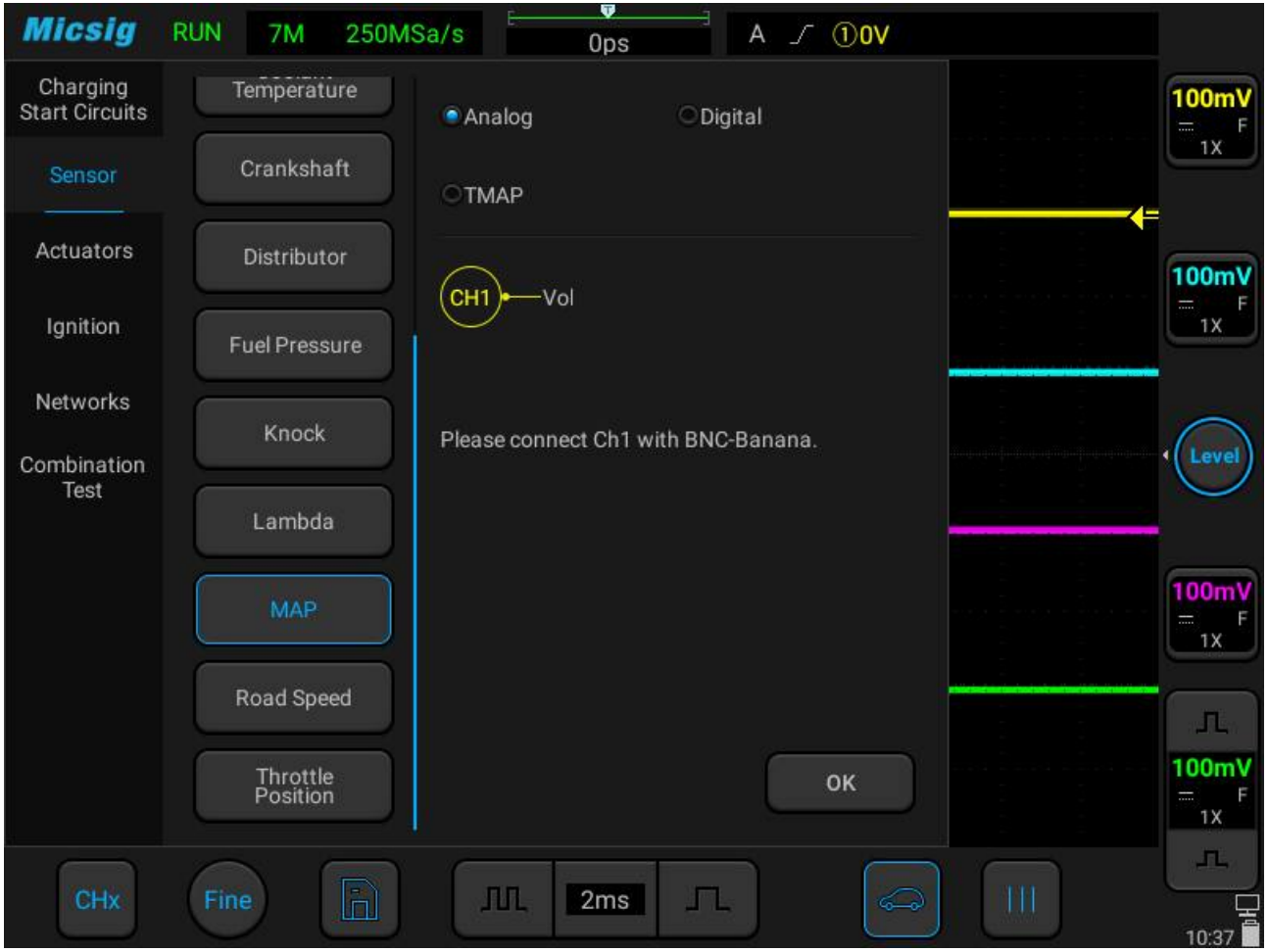


Рисунок 3-22. MAP — датчик давления во впускном коллекторе

3.2.12 Скорость автомобиля

Датчик скорости обычно установлен на выходном валу привода спидометра коробки передач или за головкой спидометра. Он передаёт данные ECM для контроля работы силовой установки. Обычно это датчик Холла с 3 проводами: питание, сигнал и масса; он выдаёт прямоугольный сигнал. В некоторых моделях используется 2-проводный аналоговый датчик с синусоидальным индукционным сигналом. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика. Поднимите автомобиль или ведущие колёса либо выполните дорожную проверку с подключённым сигналом. Запустите двигатель, включите передачу, чтобы колёса вращались, и наблюдайте осциллограмму. Частота прямоугольного сигнала растёт со скоростью автомобиля.

Проверка датчика скорости автомобиля осциллографом SATO показана на рисунке 3-23.

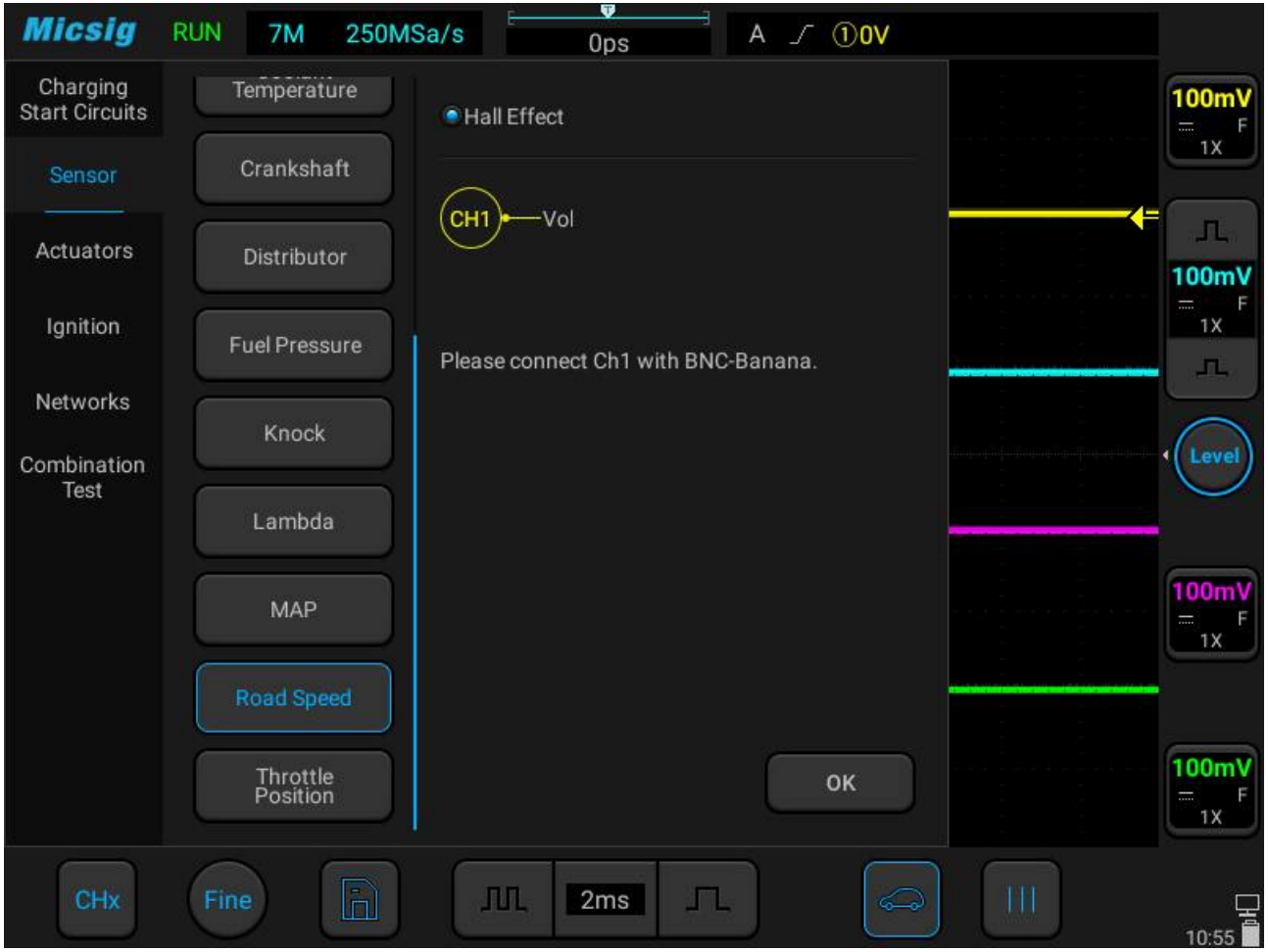


Рисунок 3-23. Проверка датчика скорости автомобиля

3.2.13 Положение дроссельной заслонки

Датчик положения дроссельной заслонки установлен на её валу. Он определяет угол открытия и передаёт ECM данные для оценки впуска. Применяются аналоговый выход и выход выключателя положения заслонки.

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, а красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика положения заслонки или сигналу 1 её выключателя. Второй такой кабель подключите к каналу 2: чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика или сигналу 2 выключателя. Для проверки выключателя подключение этого второго кабеля обязательно.

Проверка датчика скорости автомобиля осциллографом SATO показана на рисунке 3-24.

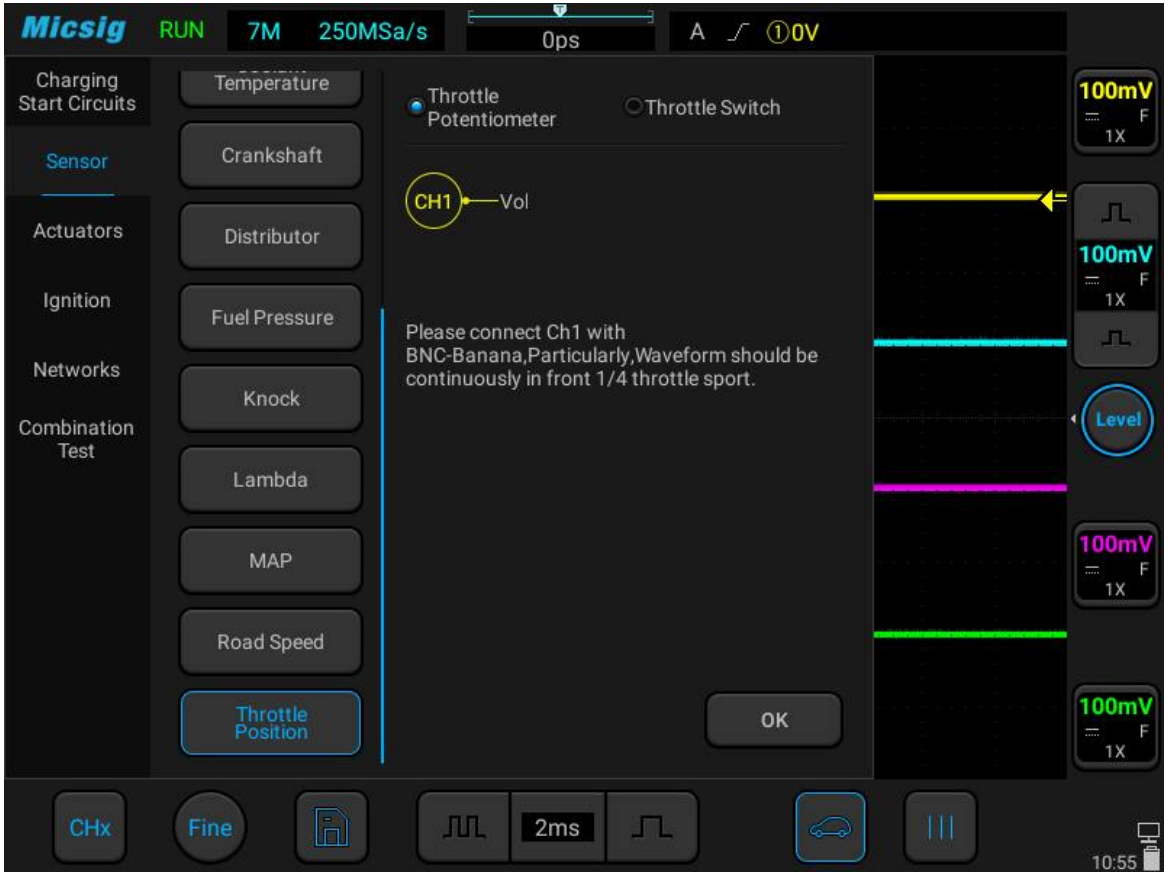


Рисунок 3-24. Проверка датчика положения дроссельной заслонки

Ниже приведены результаты измерения сигнала датчика положения дроссельной заслонки одной из моделей автомобиля.

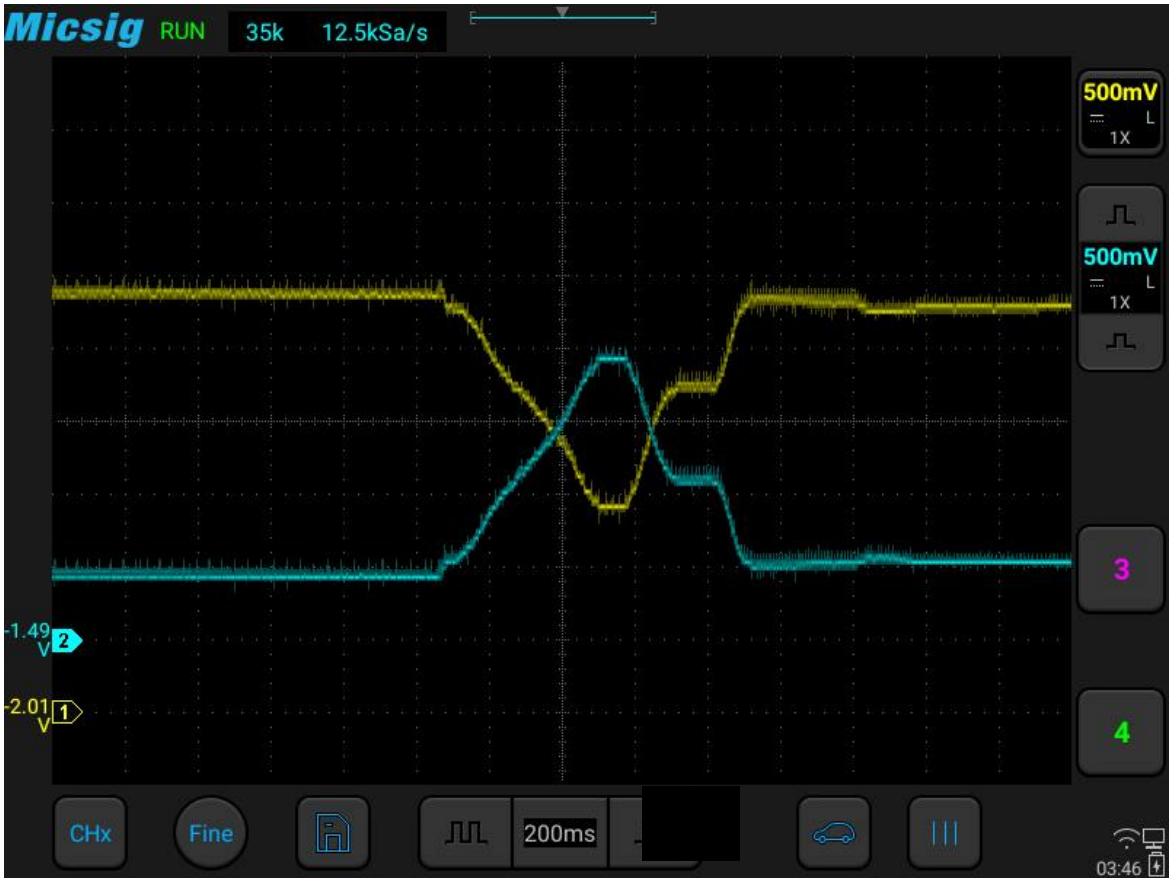


Рисунок 3-25. Осциллограмма датчика положения дроссельной заслонки

3.3 Исполнительные устройства

3.3.1 Электромагнитный клапан адсорбера

Адсорбер обычно установлен в моторном отсеке и соединён трубкой с топливным баком. Он улавливает пары топлива, препятствуя их выбросу в атмосферу. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к проводу массы электромагнитного клапана адсорбера. Проверка датчика скорости автомобиля осциллографом SATO показана на рисунке 3-26.



Рисунок 3-26. Проверка электромагнитного клапана адсорбера

Ниже приведены результаты измерения сигнала электромагнитного клапана адсорбера автомобиля Audi A6 одного из годов выпуска.

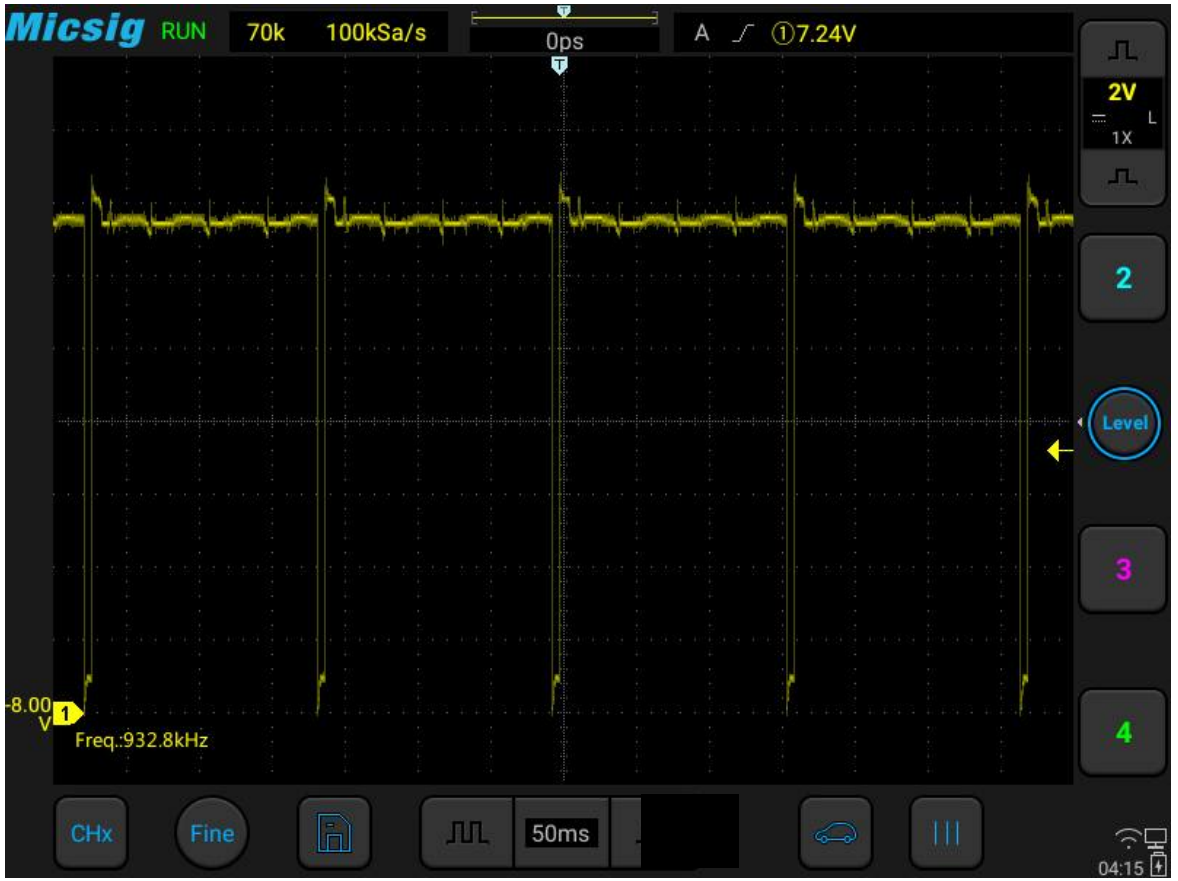


Рисунок 3-27. Сигнал электромагнитного клапана адсорбера Audi A6

3.3.2 Свечи накаливания дизельного двигателя

Холодный двигатель или низкая температура воздуха ухудшают сгорание дизельного топлива, поэтому перед пуском свечи накаливания нагревают цилиндры. Обычно на каждый цилиндр приходится одна свеча. Свечи соединены последовательно, питаются от аккумулятора и включаются и выключаются реле.

При низкой температуре воздуха или двигателя перед пуском сначала включаются свечи накаливания. После погасания индикатора предпускового подогрева можно запускать двигатель и оставлять его на холостом ходу.

Подключите токовые клещи к каналу 1 осциллографа и охватите ими провод питания свечей накаливания. Соблюдайте направление тока.

Осциллограф SATO позволяет проверять свечи накаливания дизельного двигателя. Предусмотрены два варианта: проверка свечей накаливания и одной отдельной свечи.

Порядок проверки показан на рисунке 3-28 ниже.



Рисунок 3-28. Свечи накаливания дизельного двигателя

3.3.3 Электромагнитный клапан EGR

Электромагнитный клапан EGR управляет рециркуляцией отработавших газов. После его открытия часть газов возвращается во впускной коллектор, снижая температуру сгорания и выбросы оксидов азота. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1 осциллографа, чёрный штекер — к массе, а красный через игольчатый щуп — к проводу массы клапана EGR.

Проверка электромагнитного клапана EGR осциллографом SATO показана на рисунке 3-29.

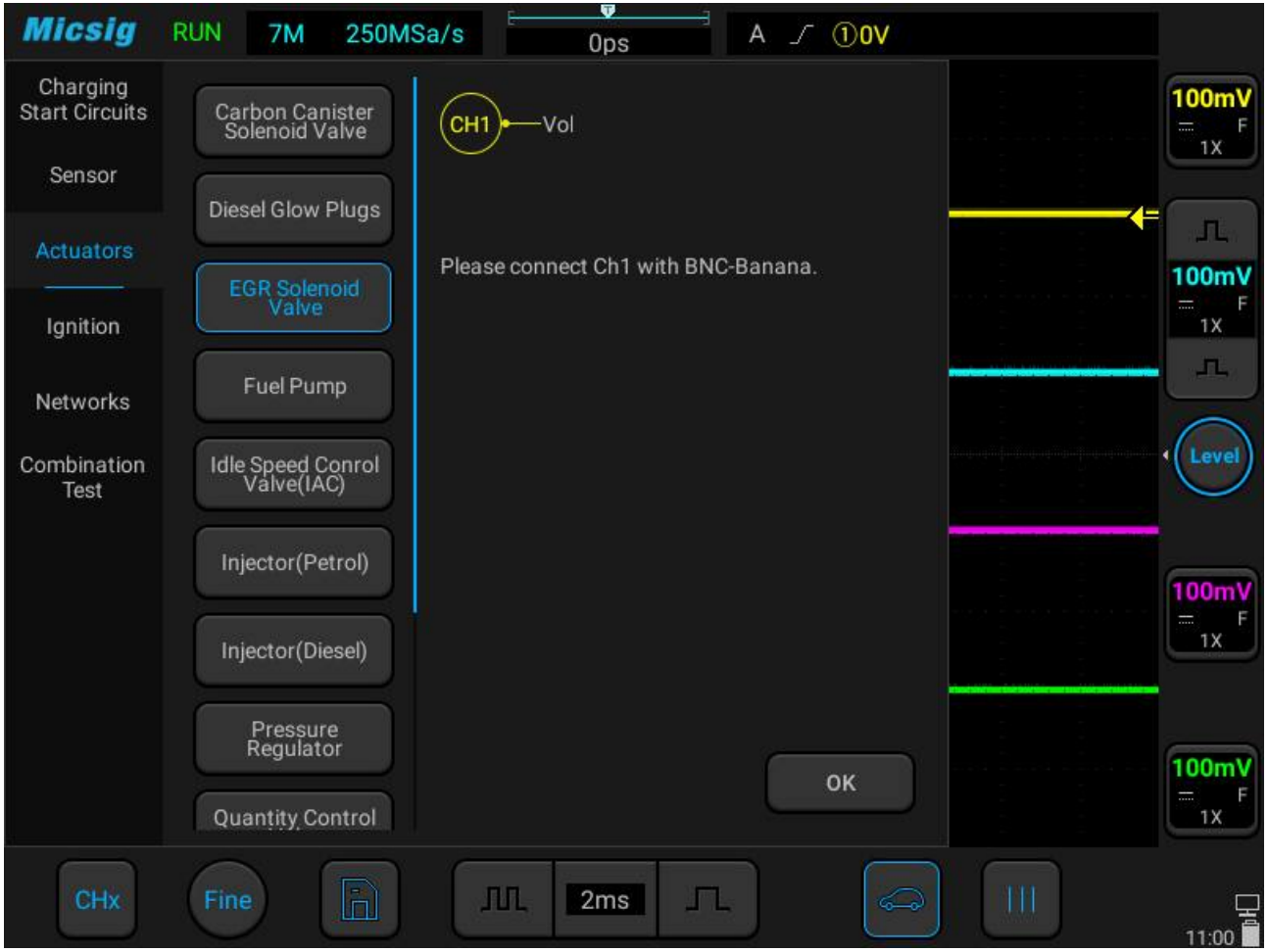


Рисунок 3-29. Проверка электромагнитного клапана EGR

3.3.4 Топливный насос

Топливный насос подаёт топливо из бака и создаёт давление. Обычно он имеет 6–8 секторов. При неизменных условиях работы двигателя исправный насос обеспечивает одинаковое, равномерное изменение тока в каждом секторе.

Подключите токовые клещи к каналу 1 осциллографа и охватите ими провод питания топливного насоса. Соблюдайте направление тока. Можно также извлечь соответствующий предохранитель, подключить вместо него удлинительный провод и охватить этот провод клещами.

Проверка электрического топливного насоса осциллографом SATO показана на рисунке 3-30.

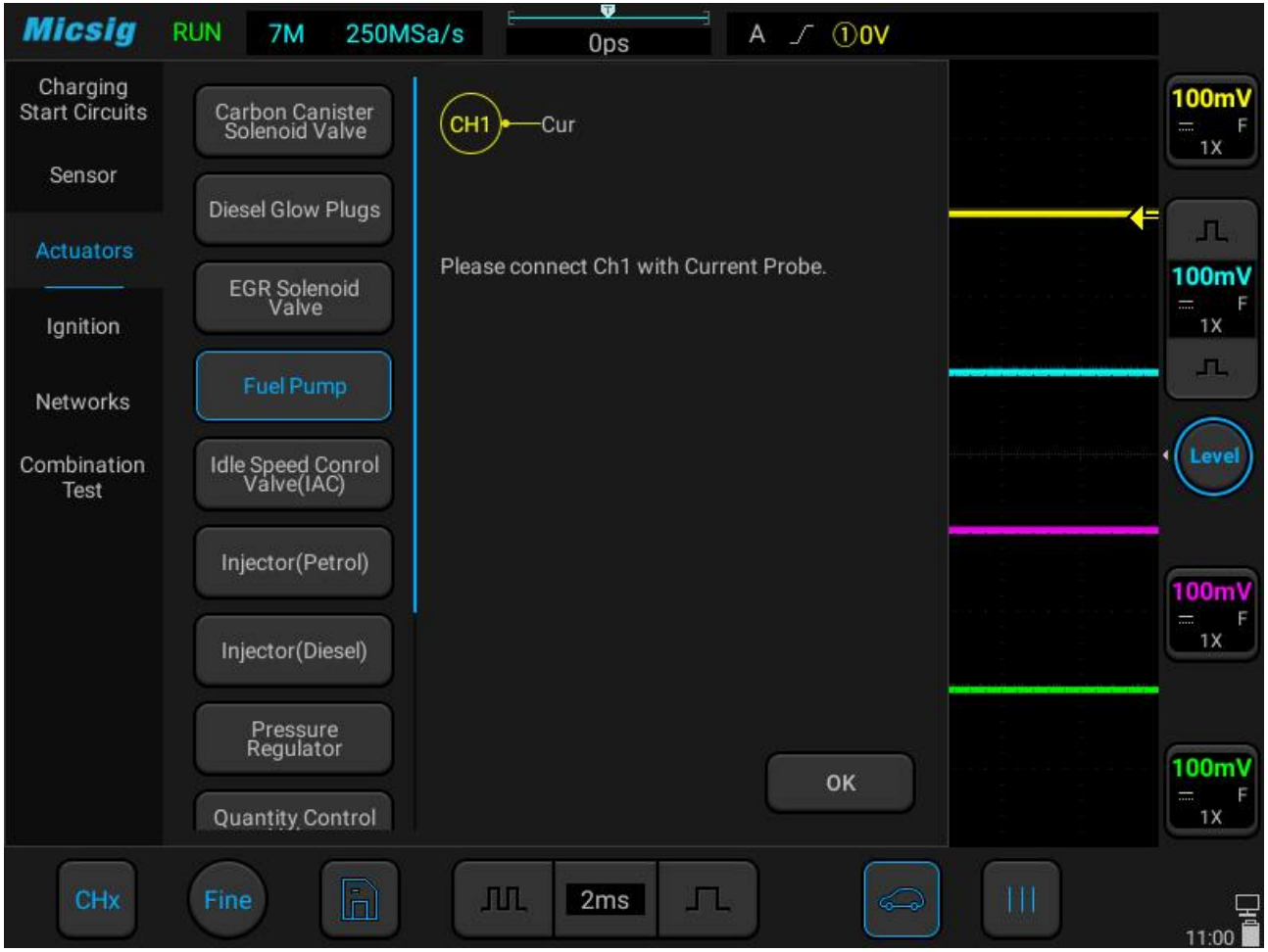


Рисунок 3-30. Проверка электрического топливного насоса

3.3.5 Клапан регулирования холостого хода

В зависимости от нагрузки и температуры двигателя клапан регулирует положение дроссельной заслонки или подачу воздуха по обходному каналу, управляя частотой вращения на холостом ходу. У бензинового автомобиля после холодного пуска частота обычно быстро возрастает примерно до 1200 об/мин. По мере прогрева она постепенно снижается и стабилизируется на заданном значении.

Проверка клапана регулирования холостого хода осциллографом SATO показана на рисунке 3-31.



Рисунок 3-31. Проверка клапана регулирования холостого хода

3.3.6 Форсунка бензинового двигателя

Форсунка — электромеханическое устройство, к которому топливо поступает из общей рампы. ECM управляет началом и окончанием впрыска. Обычно форсунка имеет 2 провода, питается напряжением 12 V, а ECM коммутирует её соединение с массой. Для снижения стоимости некоторые автомобили оснащают системой одноточечного впрыска. В ней давление невысокое, а поток воздуха во впускном тракте распыляет топливо, улучшая сгорание.

Проверка форсунки осциллографом SATO показана на рисунке 3-32.



Рисунок 3-32. Проверка форсунки бензинового двигателя

3.3.7 Форсунка дизельного двигателя

Большинство дизельных двигателей использует впрыск Common Rail. Длительность впрыска зависит от давления топлива: при низкой частоте вращения давление ниже, впрыск длительнее, а его объём меньше; при высокой частоте давление выше, впрыск короче, а объём больше. Распространены форсунки Bosch Common Rail, Delphi, системы CDi версии 3, пьезоэлектрические форсунки, системы PD Volkswagen/Audi и пьезоэлектрические PD Volkswagen/Audi.

Проверка форсунки дизельного двигателя осциллографом SATO показана на рисунке 3-33.



Рисунок 3-33. Проверка форсунки дизельного двигателя

3.3.8 Регулятор давления

Регулятор давления — клапан, управляемый коэффициентом заполнения прямоугольного сигнала. Он установлен на насосе высокого давления или общей рампе и совместно с дозирующим клапаном регулирует давление в рампе. Клапан сброса изменяет количество топлива высокого давления, поступающего в обратную магистраль, повышая или снижая давление в рампе. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, а красный через игольчатый щуп — к концу сигнального провода регулятора давления.

Проверка регулятора давления осциллографом SATO показана на рисунке 3-34.

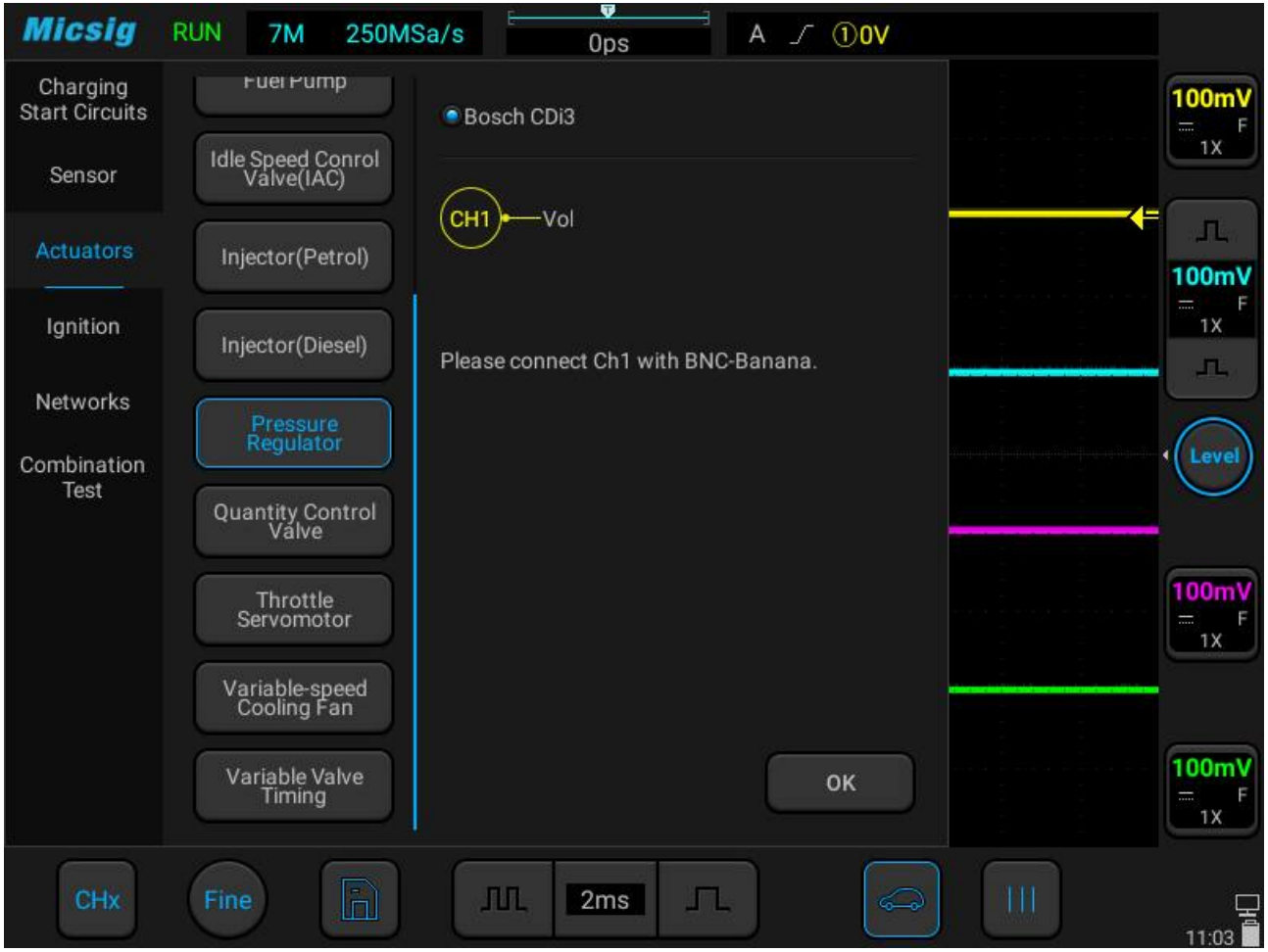


Рисунок 3-34. Проверка регулятора давления

3.3.9 Дозирующий клапан подачи топлива

Дозирующий клапан, также называемый регулятором расхода или впускным дозирующим клапаном, регулирует подачу топлива от насоса низкого давления к насосу высокого давления. Чем больше топлива поступает в поршневую камеру насоса высокого давления, тем выше давление в общей рампе, и наоборот. Обычно клапан имеет два провода: сигнальный (питание) и массу.

Проверка дозирующего клапана осциллографом SATO показана на рисунке 3-35.



Рисунок 3-35. Проверка дозирующего клапана подачи топлива

3.3.10 Сервопривод дроссельной заслонки

Сервопривод дроссельной заслонки обычно используется в двигателях с электронным управлением и поворотной заслонкой. ECM управляет её открытием по сигналу педали акселератора. Датчик положения заслонки передаёт фактическое положение обратно в ECM, обеспечивая замкнутый контур управления.

Проверка сервопривода дроссельной заслонки осциллографом SATO показана на рисунке 3-36.

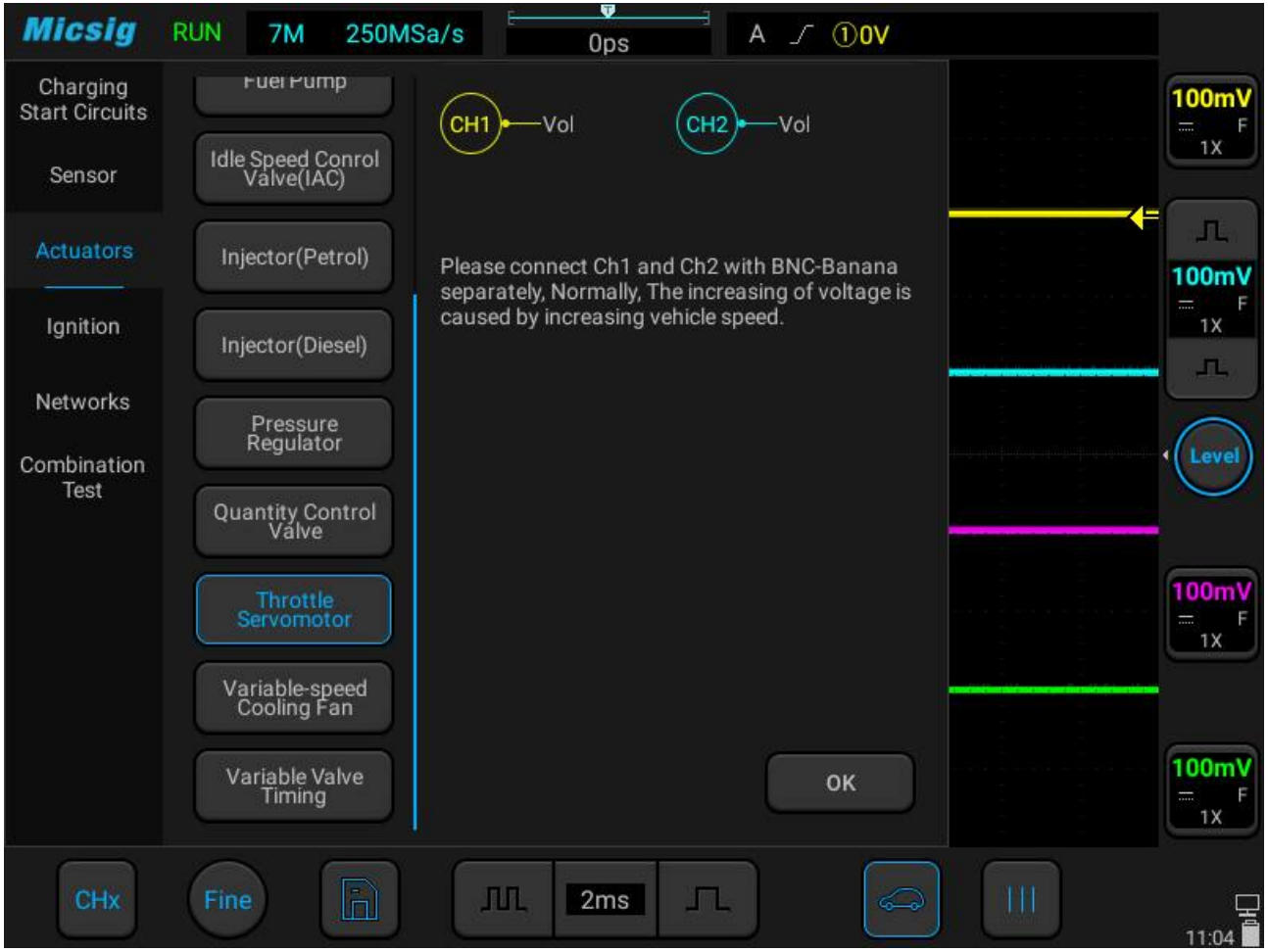


Рисунок 3-36. Проверка сервопривода дроссельной заслонки

3.3.11 Вентилятор охлаждения с регулируемой скоростью

У большинства современных автомобилей скорость вентилятора регулируется в зависимости от условий работы и температуры.

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу разъёма вентилятора. Для измерения тока подключите токовые клещи к каналу 2 и охватите ими провод питания вентилятора, соблюдая направление тока.

Проверка вентилятора охлаждения осциллографом SATO показана на рисунке 3-37.



Рисунок 3-37. Проверка вентилятора с регулируемой скоростью

Ниже приведены результаты измерения сигнала вентилятора охлаждения одной из моделей автомобиля.

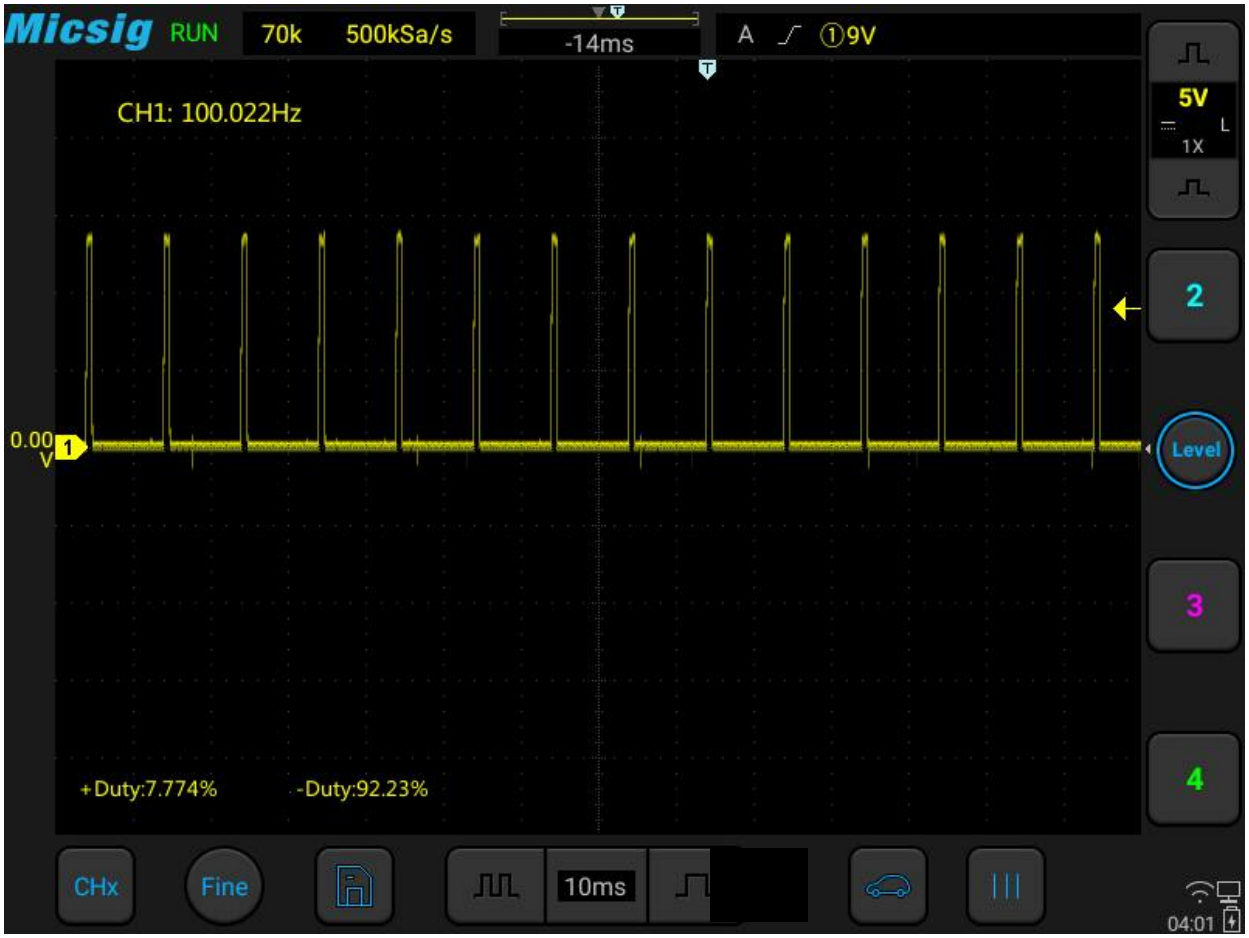


Рисунок 3-38. Результаты измерения сигнала вентилятора охлаждения

3.3.12 Регулирование фаз газораспределения

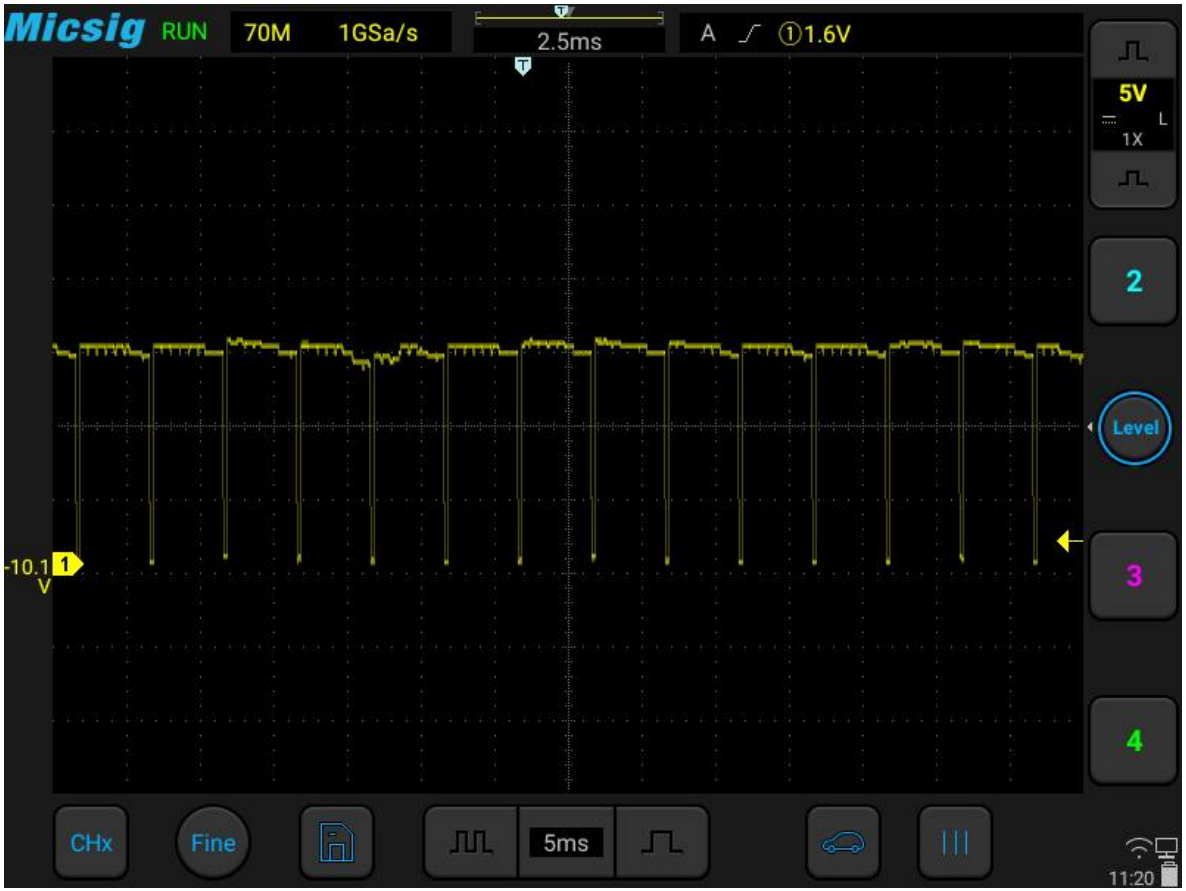
Система изменяет фазы распределительного вала двигателя, регулируя поступление воздуха в зависимости от частоты вращения. Это позволяет оптимизировать сгорание и повысить топливную экономичность. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу системы регулирования фаз.

Проверка системы регулирования фаз осциллографом SATO для одного или двух валов показана на рисунке 3-39.



Рисунок 3-39. Проверка системы регулирования фаз газораспределения

Ниже приведены результаты измерения сигнала системы регулирования фаз одной из моделей автомобиля.


Micsig
RUN
70M
1GSa/s
2.5ms
A
①1.6V
5V
1X
2
Level
3
4
-10.1
V
CHx
Fine
5ms
11:20

3.4 Проверка системы зажигания

⚠ Особое внимание! Вторичная цепь зажигания имеет напряжение около 40 тысяч вольт, поэтому обязательно используйте пробник вторичной цепи зажигания. Применение обычного пробника строго запрещено: это может привести к травмам и повреждению прибора.

3.4.1 Первичная цепь

Система зажигания бензинового автомобиля обычно включает первичную и вторичную обмотки катушки и свечу зажигания. Существуют традиционные и электронные системы; большинство современных автомобилей использует электронные. Первичная цепь развивалась от контактных и конденсаторных систем до распространённой сегодня системы без распределителя с отдельной катушкой на цилиндр. Подключите пробник P100 к каналу 1, его чёрный зажим — к массе. Введите игольчатый щуп в провод массы первичной обмотки и зацепите пробник за металлическую иглу. Для измерения тока подключите токовые клещи к каналу 2 и охватите ими

провод питания первичной обмотки, соблюдая направление тока. Осциллограф SATO позволяет отдельно проверять напряжение, ток, напряжение вместе с током и сигнал первичной цепи, помогая выявить неисправности. Порядок проверки показан на рисунке 3-40.



Рисунок 3-40. Первичная цепь зажигания

Ниже приведены результаты измерения сигнала первичной цепи зажигания одной из моделей автомобиля.

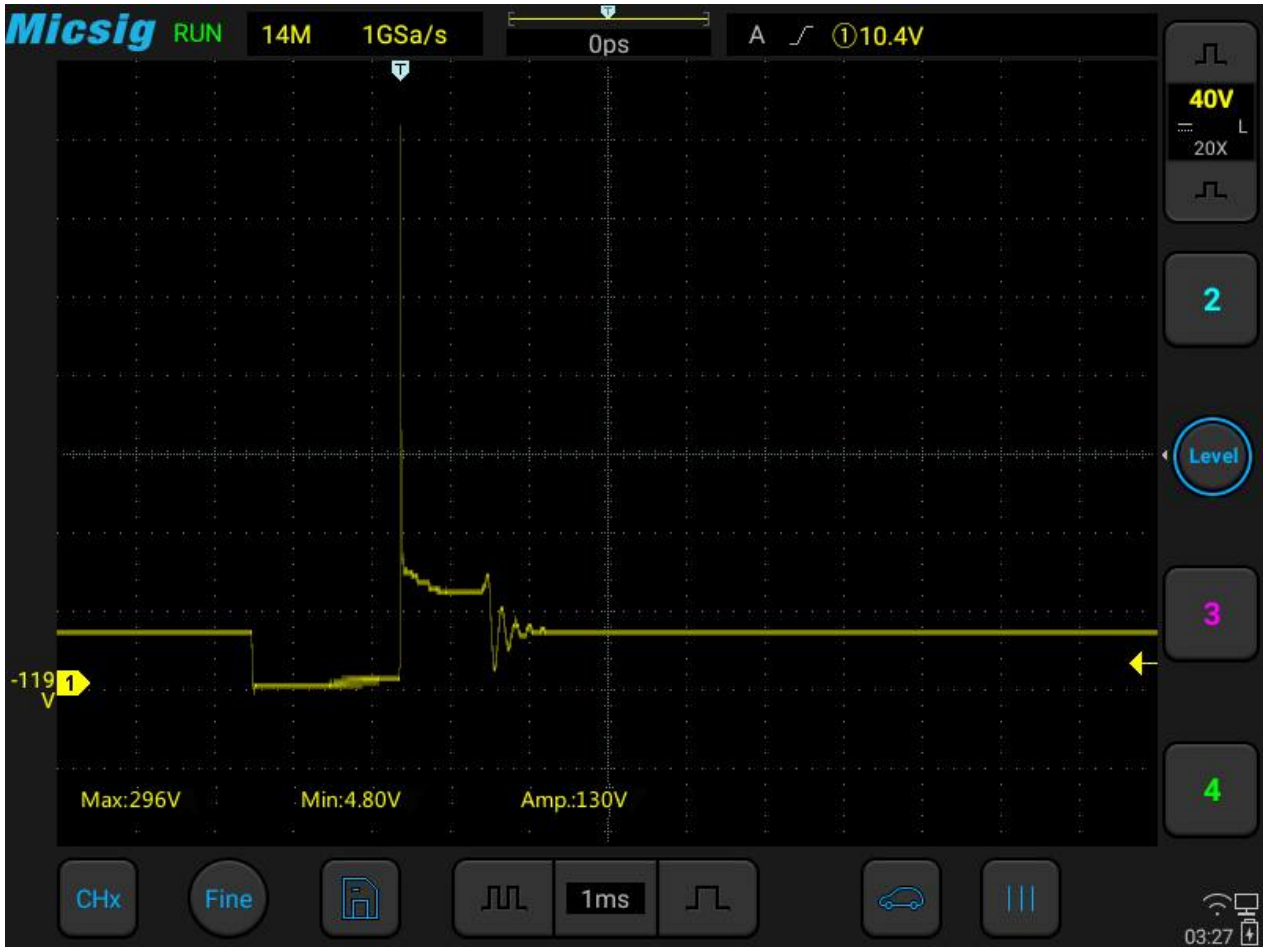


Рисунок 3-41. Измеренный сигнал первичной цепи зажигания

3.4.2 Вторичная цепь

Вторичная обмотка содержит больше витков, чем первичная, и создаёт напряжение до 40 kV, обеспечивающее пробой промежутка свечи и воспламенение смеси. Применяются системы с распределителем, без распределителя с холостой искрой, индивидуальные катушки COP и объединённые блоки из нескольких катушек COP.

Осциллограф SATO проверяет вторичную катушку: ⚠(нужен пробник вторичной цепи).

Можно измерять напряжение (kV), выходное напряжение катушки и напряжение (mV).

Это помогает найти неисправности. Проверка показана на рисунке 3-42.

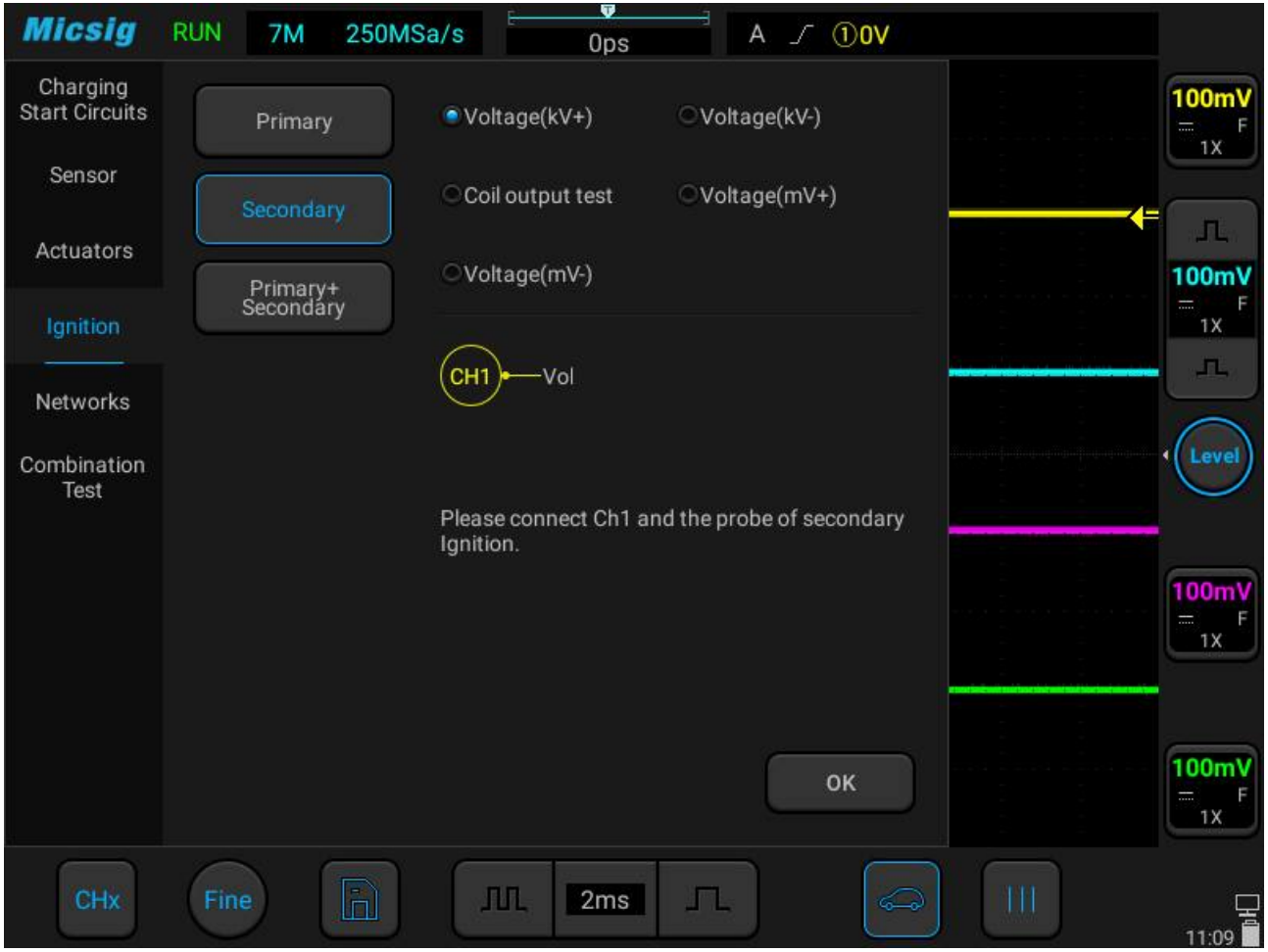


Рисунок 3-42. Проверка вторичной цепи зажигания

3.4.3 Первичная и вторичная цепи

Для одновременного измерения сигналов первичной и вторичной цепей подключите пробник P100 к каналу 1, его чёрный зажим — к массе. Введите игольчатый щуп в провод массы первичной обмотки и зацепите пробник за металлическую иглу. К каналу 2 подключите подходящий пробник вторичной цепи и выполните подключение согласно типу системы зажигания двигателя. Осциллограф SATO позволяет одновременно измерять напряжения первичной и вторичной обмоток, напряжение и ток первичной обмотки, а также напряжение вторичной обмотки.

⚠Обязательно используйте пробник вторичной цепи зажигания. Проверка показана на рисунке 3-43.

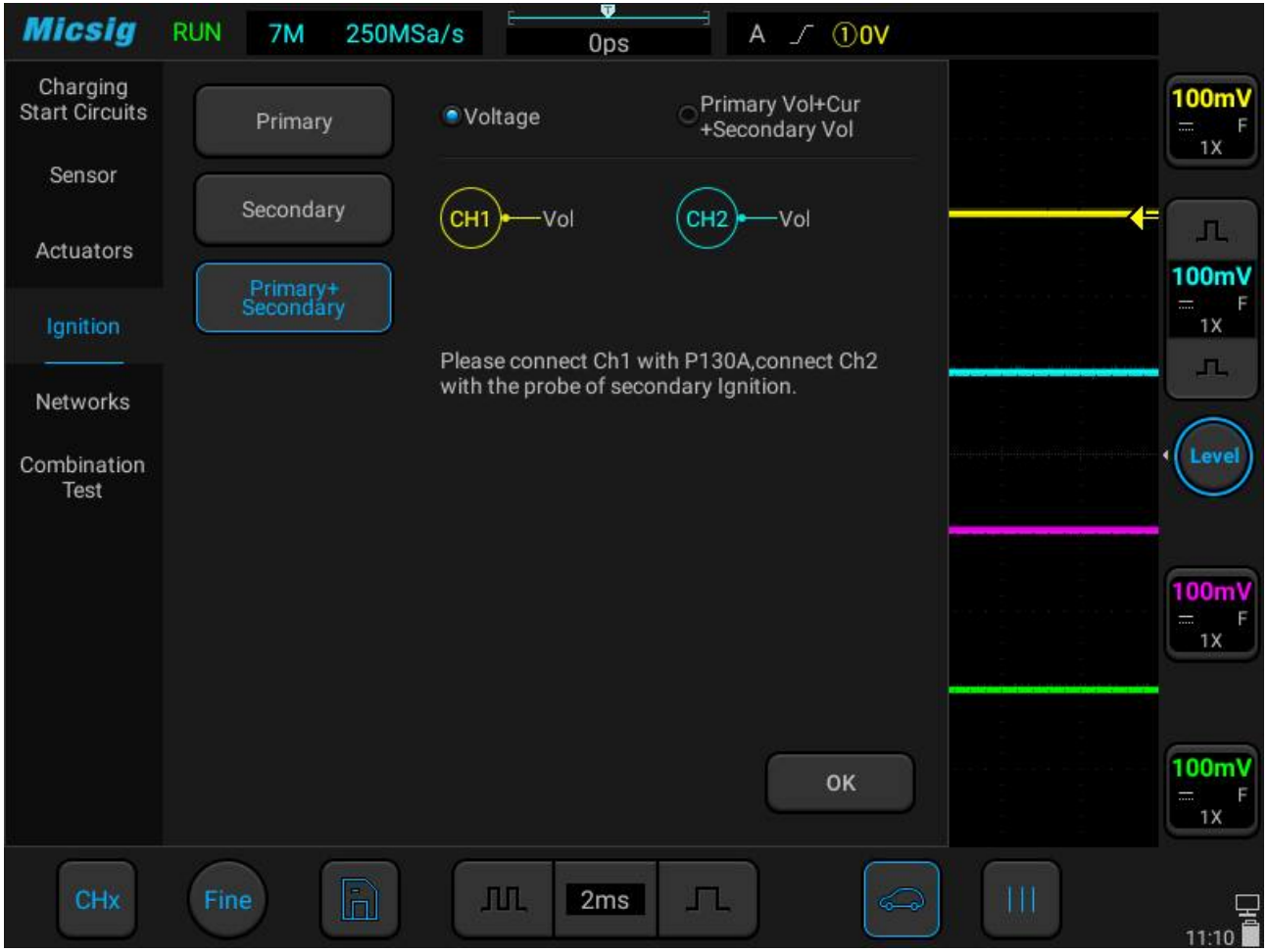


Рисунок 3-43. Проверка первичной и вторичной цепей зажигания

Ниже приведены результаты измерения сигналов первичной и вторичной цепей зажигания двигателя N20 автомобиля BMW 5-й серии.



Рисунок 3-44. Сигналы первичной и вторичной цепей BMW 5-й серии N20

3.5 Автомобильные сети

3.5.1 CAN High и CAN Low

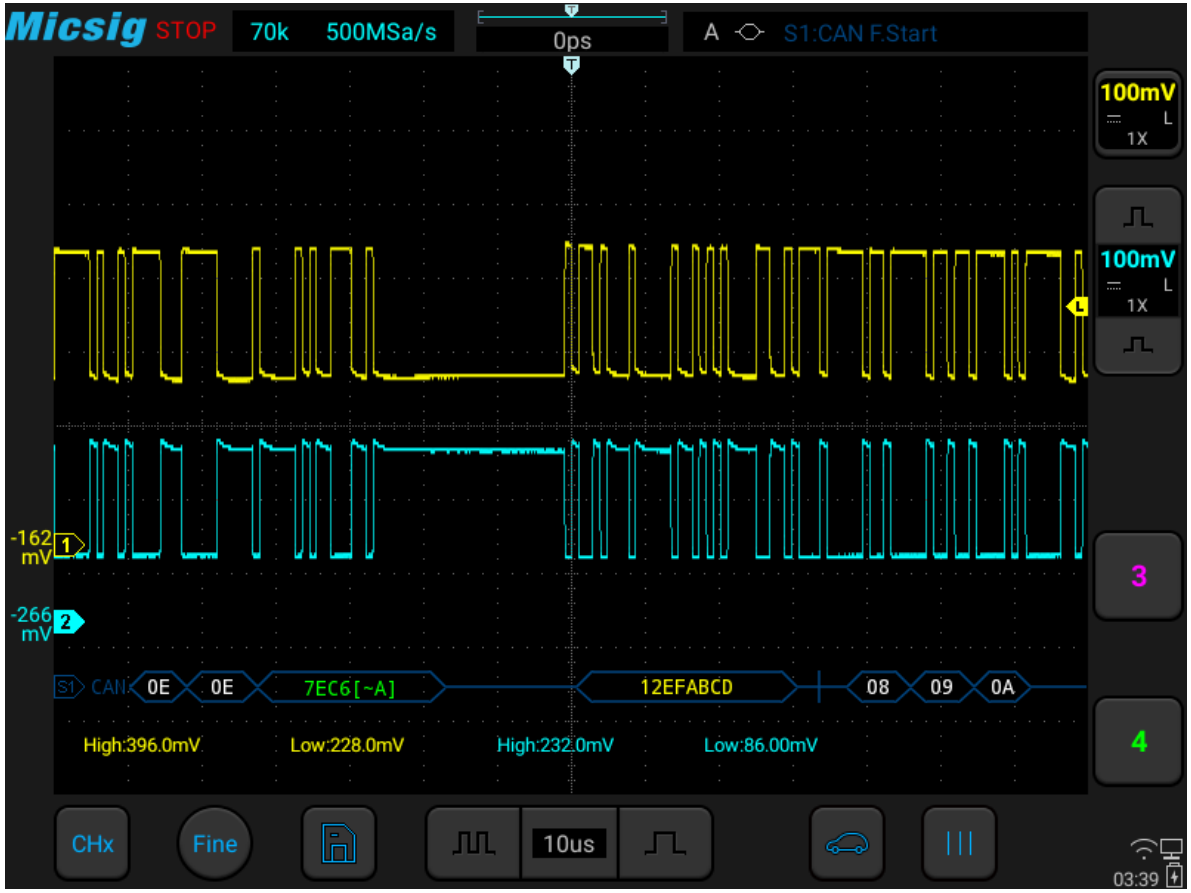
Шина CAN широко используется для связи в современных автомобилях. Автомобиль может иметь 2–3 сети CAN — высоко- и низкоскоростные. Типичная высокая скорость 500k используется для силовой установки, низкая 250k — для приборов. Каждая сеть соединяет несколько устройств разных типов, заменяя многопроводные жгуты, снижая массу и повышая надёжность. Шина имеет две линии, CAN High и CAN Low, с дифференциальными сигналами. В состоянии покоя на обеих линиях 2.5 V. При передаче верхний уровень CAN High составляет 3.5 V, нижний — 2.5 V; верхний уровень CAN Low — 2.5 V, нижний — 1.5 V. Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к проводу CAN High в разъёме. Второй

кабель BNC–«банан» подключите к каналу 2, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к проводу CAN Low. Назначение выводов CAN High и CAN Low смотрите в техническом руководстве автомобиля. Проверка шины CAN осциллографом SATO показана на рисунке 3-45.



Рисунок 3-45. Проверка шины CAN

Ниже приведены результаты измерения сигналов шины CAN одной из моделей автомобиля.



3.5.2 Шина LIN

LIN означает Local Interconnect Network. Эта низкоскоростная сеть широко применяется в автомобилях и соединяет несколько управляющих устройств. Она управляет устройствами, не критичными для безопасности: стеклоочистителями, окнами, зеркалами, кондиционером, сиденьями и др. LIN использует один провод; при передаче данных верхний уровень составляет 12 V, нижний — 0 V. Обычно за синхронизирующим заголовком следуют данные. Если виден только заголовок, устройство не ответило. Проверка шины LIN осциллографом SATO показана на рисунке 3-46.

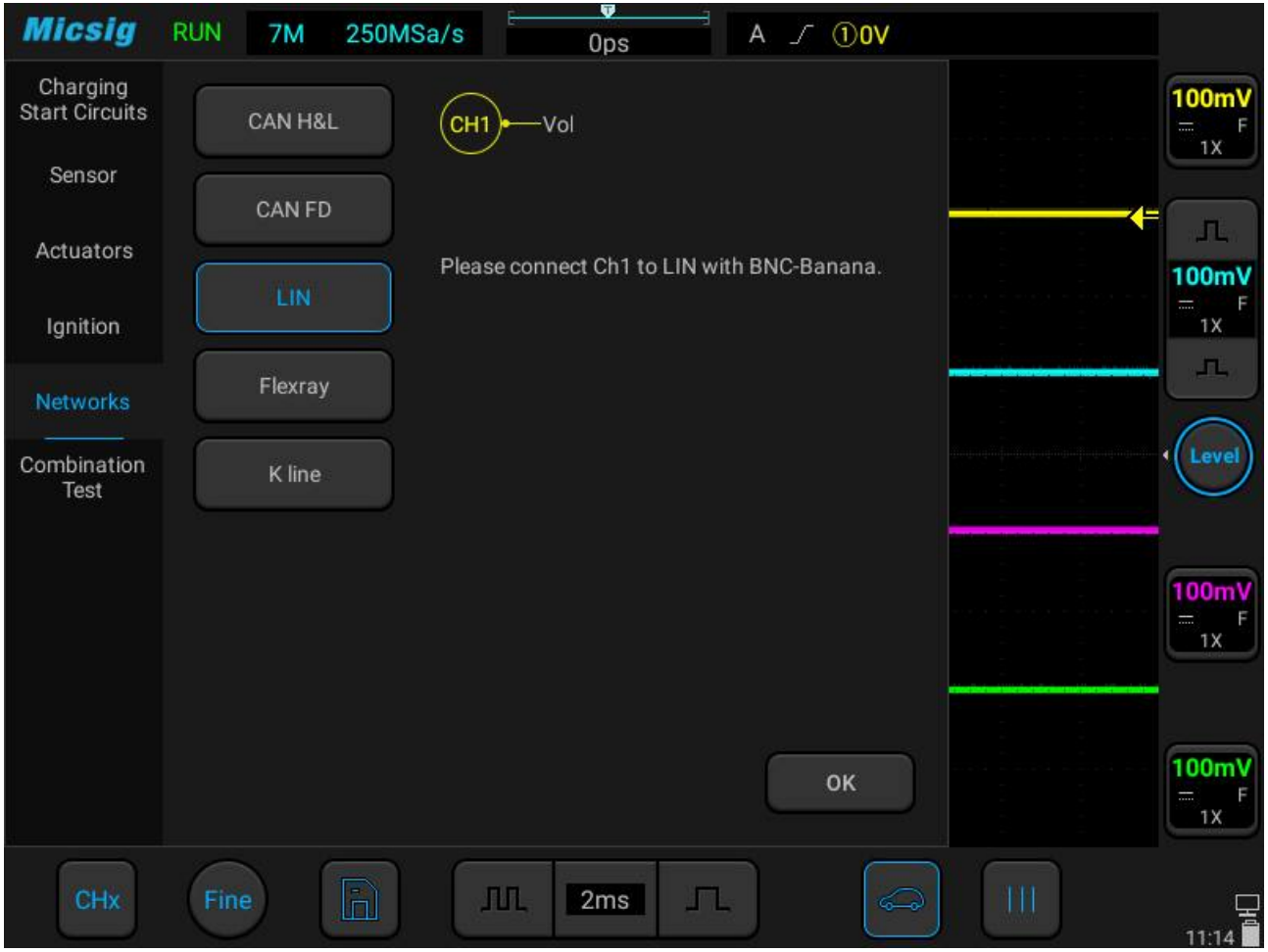


Рисунок 3-46. Проверка шины LIN

Ниже приведены результаты измерения сигнала шины LIN автомобиля Audi A6 одного из годов выпуска.

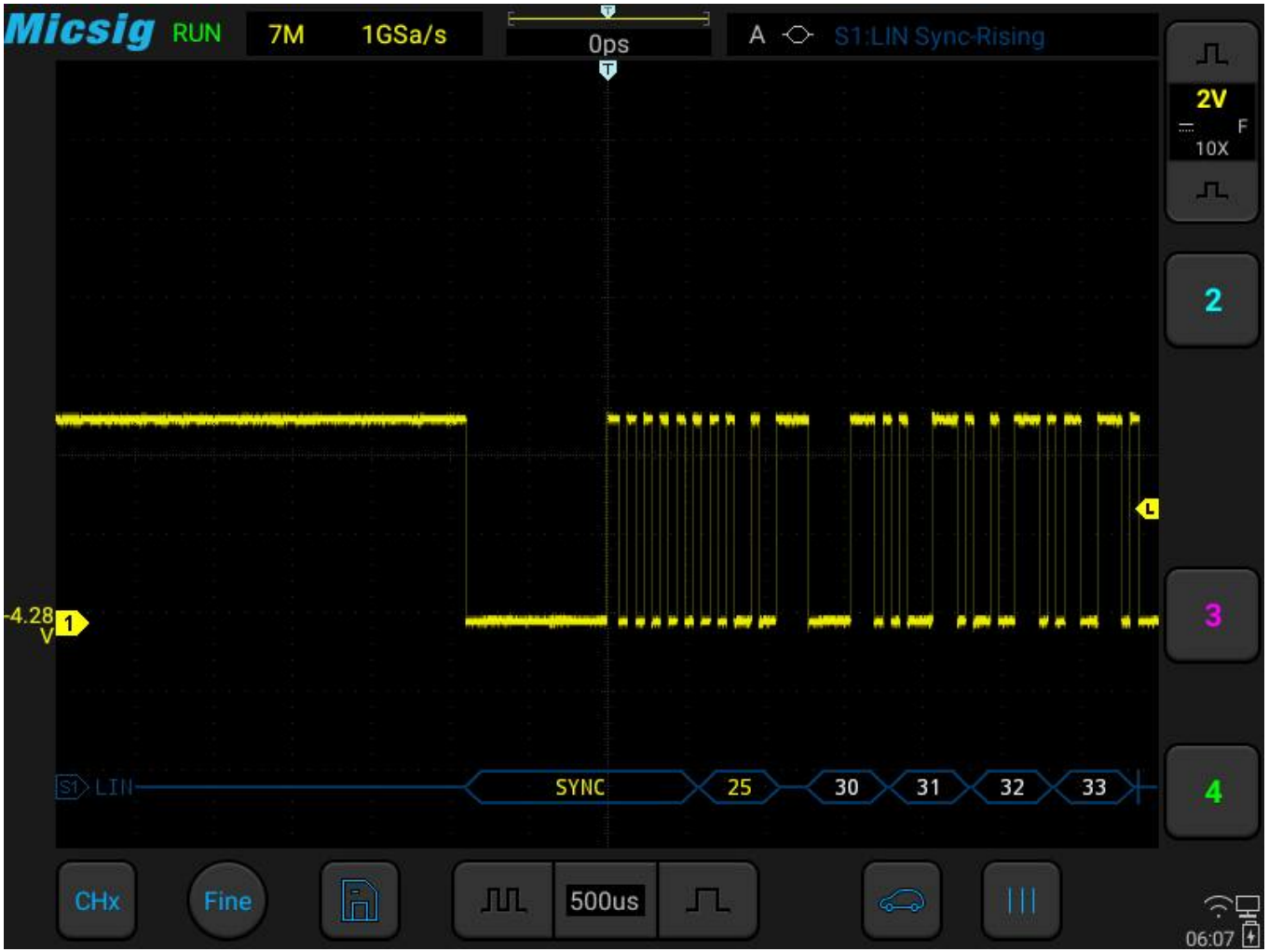


Рисунок 3-47. Измерение сигнала шины LIN Audi A6

3.5.3 Шина FlexRay

Рост объёма передаваемых автомобильных данных привёл к созданию более скоростной шины FlexRay с передачей до 10 Mbps. Её преимущества — высокая скорость, детерминированность и отказоустойчивость. Она может работать совместно с CAN, LIN и другими шинами.

FlexRay использует 2 линии с дифференциальными сигналами. В состоянии покоя напряжение обеих линий составляет 2.5 V. При передаче данных напряжения изменяются на 1 V вверх и вниз в противоположных направлениях.

Подключите пробник P100 к каналу 1, его чёрный зажим — к массе. Введите игольчатый щуп в доступный для проверки положительный вывод FlexRay и зацепите пробник за металлическую иглу. Второй пробник P100 подключите к каналу 2, его чёрный зажим — к массе. Аналогично подключите его через игольчатый щуп к отрицательному выводу FlexRay.

Точки измерения FlexRay смотрите в техническом руководстве автомобиля. Проверка шины FlexRay осциллографом SATO показана на рисунке 3-48.



Рисунок 3-48. Проверка шины FlexRay

3.5.4 K-Line

K-Line — низкоскоростная линия обмена данными между блоком управления автомобилем и диагностическим прибором. Она существенно отличается от CAN и большинства сетей. Например, в CAN нет центрального или главного ECM: все блоки равноправны и могут передавать и принимать данные. K-Line использует один провод и передаёт двоичные данные импульсами напряжения. Логическому 0 соответствует высокий уровень 12 V или более, логической 1 — низкий уровень 0 V.

Проверка K-Line осциллографом SATO показана на рисунке 3-49.

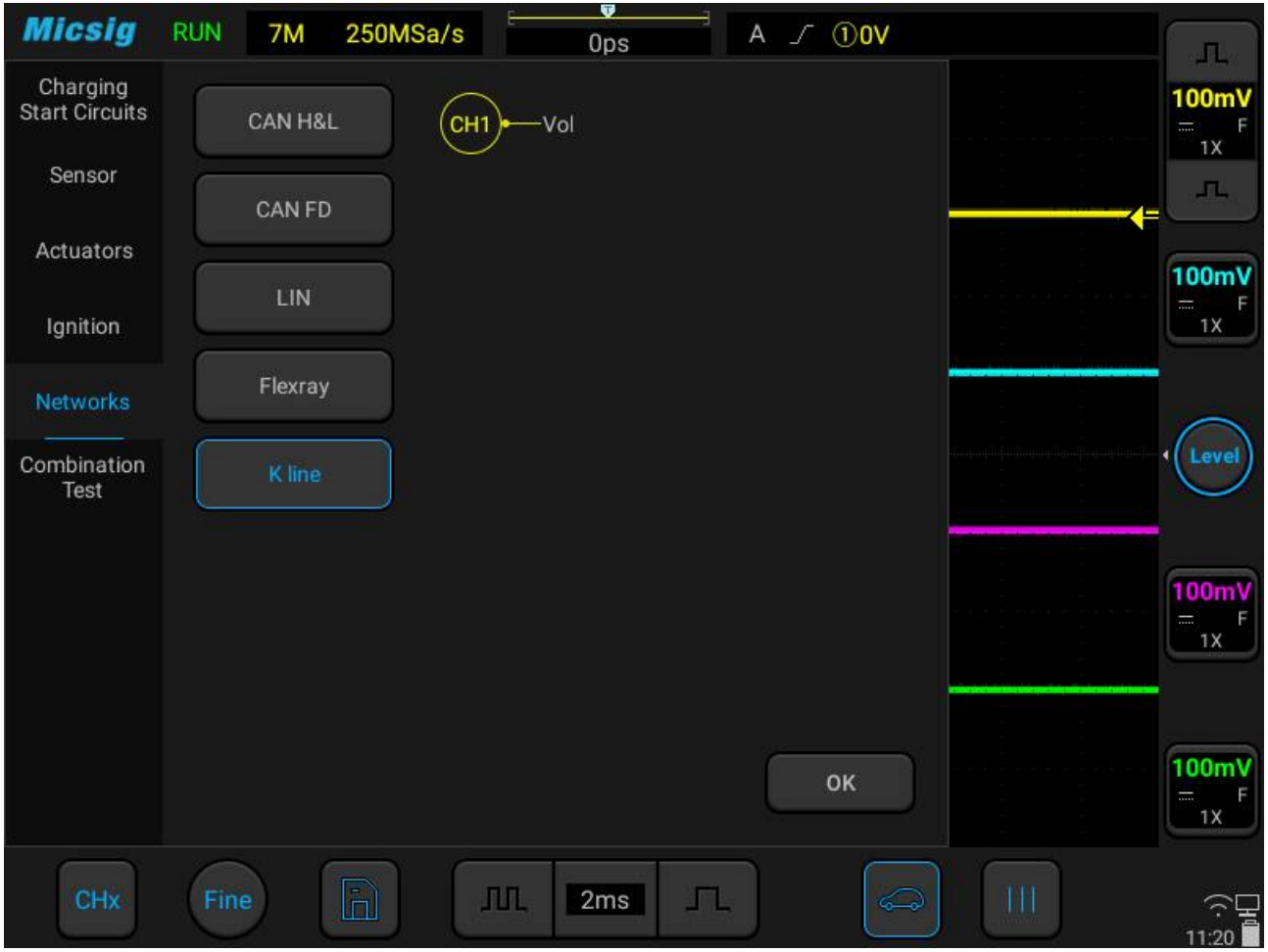


Рисунок 3-49. Проверка K-Line

3.6 Комплексные проверки

Для поиска сложных неисправностей автомобильной электроники требуется одновременная проверка нескольких сигналов. Осциллограф SATO позволяет сравнивать осциллограммы и анализировать временные и количественные связи между ними, помогая определить неисправность.

3.6.1 Коленчатый и распределительный валы

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика коленчатого вала. Второй кабель подключите к каналу 2: чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика распределительного вала. Совместная проверка осциллографом SATO показана на рисунке 3-50.



Рисунок 3-50. Совместная проверка коленчатого и распределительного валов

3.6.2 Коленчатый вал и первичная цепь зажигания

Одновременное измерение сигнала коленчатого вала и первичной цепи зажигания позволяет оценить угол опережения и найти причины пропусков зажигания на высокой частоте вращения. Проверьте сигнал коленчатого вала, напряжение первичной цепи и время замкнутого состояния. Подключите пробник P100 к каналу 1, чёрный зажим — к массе. Введите игольчатый щуп в сигнальный провод у разъёма форсунки и зацепите пробник за иглу. Второй P100 подключите к каналу 2, чёрный зажим — к массе, а наконечник через игольчатый щуп — к проводу массы первичной обмотки. Совместная проверка коленчатого вала и первичной цепи осциллографом SATO показана на рисунке 3-51.



Рисунок 3-51. Проверка коленчатого вала и первичной цепи зажигания

3.6.3 Первичная цепь зажигания и напряжение форсунки

При затруднённом пуске или внезапной остановке двигателя может потребоваться одновременная проверка первичной цепи зажигания и форсунки. При отказе первичной цепи сигнал форсунки не формируется. Подключите пробник P100 к каналу 1, чёрный зажим — к массе, а наконечник через игольчатый щуп — к сигнальному проводу у разъёма форсунки. Второй P100 подключите к каналу 2, чёрный зажим — к массе, а наконечник через игольчатый щуп — к проводу массы первичной обмотки. Совместная проверка осциллографом SATO показана на рисунке 3-52.



Рисунок 3-52. Первичная цепь зажигания и напряжение форсунки

3.6.4 Коленчатый и распределительный валы, форсунка, вторичная цепь

Подключите кабель BNC–«банан» к каналу 1, чёрный штекер — к массе, красный через игольчатый щуп — к сигнальному проводу датчика коленчатого вала. Второй кабель подключите к каналу 2 аналогично, но к сигналу датчика распределительного вала. Пробник P100 подключите к каналу 3, чёрный зажим — к массе; через игольчатый щуп соедините наконечник с сигнальным проводом у разъёма форсунки. Подходящий пробник вторичной цепи подключите к каналу 4 и соответствующему элементу системы зажигания автомобиля. Включите зажигание, запустите двигатель и наблюдайте осциллограммы. Осциллограф SATO позволяет совместно проверить сигналы коленчатого и распределительного валов, форсунки и вторичной цепи зажигания. Порядок проверки показан на рисунке 3-53.

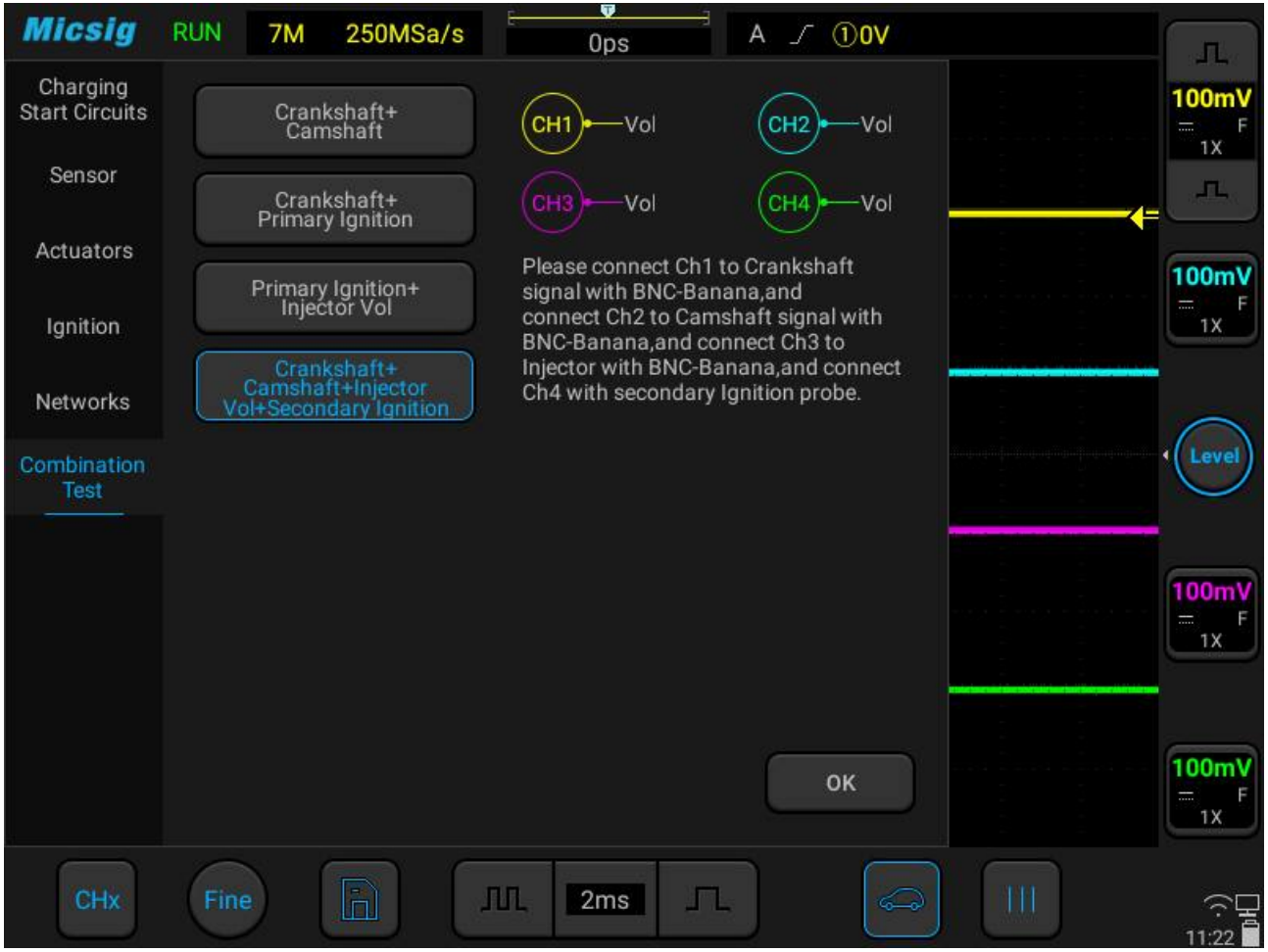


Рисунок 3-53. Совместная проверка валов, форсунки и вторичной цепи зажигания

Глава 4. Управление осциллографом с помощью кнопок

В этой главе подробно описано управление осциллографом с помощью кнопок. Их можно использовать отдельно или совместно с сенсорным экраном. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с управлением кнопками осциллографов серии SATO.

- Функциональные кнопки
- Многофункциональная область
- Курсоры
- Вертикальная система
- Горизонтальная система
- Система запуска
- Главный экран и блокировка экрана



Рисунок 4-1. Области кнопок

4.1 Функциональные кнопки

Auto



Нажмите Auto справа для включения Auto Set. При каждом нажатии прибор распознаёт сигнал и автоматически регулирует вертикальный масштаб, развёртку и запуск для оптимального отображения.

Подробнее см. раздел «2.11 Использование Auto» главы 2.

Run/Stop и Single SEQ



Нажмите для захвата и остановки осциллограммы. Повторное нажатие возобновляет регистрацию.



Нажмите для однократной регистрации. Отобразится полученная осциллограмма. В режиме ROLL и при большой развёртке регистрация прекращается после заполнения экрана.

Подробнее см. раздел «11.2 Кнопки Run/Stop и Single SEQ» главы 11.

Снимок экрана:  Нажмите для снимка экрана осциллографа. В других приложениях выберите снимок экрана.

Примечание: функции Auto, Run/Stop, Single SEQ и снимка экрана также доступны через пункты выдвижного меню.

4.2 Навигационный переключатель меню

Открытие и закрытие меню

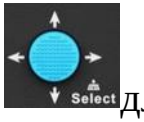


Нажмите для открытия или закрытия нижнего меню.



Нажмите верхнюю кнопку для открытия или закрытия главного меню.

Переключение пунктов меню

В открытом меню используйте переключатель 

для выбора пунктов.

Он объединяет пять кнопок: влево,

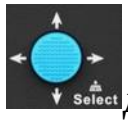
вправо, вверх, вниз и выбор (нажатие). Нажатие выбирает пункт и открывает следующее меню. Нажмите  для возврата к предыдущему меню.

4.3 Курсоры

- Включение курсоров:  включает горизонтальные курсоры,  — вертикальные курсоров.

  кнопка

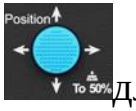
- Связь курсоров:  нажмите для связанного перемещения.

- Перемещение: переключайте  влево/вправо для X1 или X2, вверх/вниз  для регулировки Y1 или Y2.

4.4 Горизонтальная система



Горизонтальная развёртка: переключайте регулятор масштаба влево или вправо для изменения развёртки всех аналоговых (текущих) каналов.

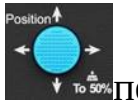


Горизонтальное положение: переключайте регулятор положения влево или вправо для перемещения осциллограмм всех каналов. Нажмите регулятор положения



для перемещения точки запуска всех текущих каналов в центр по горизонтали.

Zoom переключает Zoom. При включении Zoom кнопка горит. Для перемещения окна

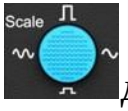


переключайте регулятор положения влево/вправо. Подробнее см. «5.5 Режим Zoom» главы 5.

4.5 Вертикальная система

Аналоговый канал

Нажимайте кнопку канала Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, Ref, Math для последовательного включения канала, выбора его текущим и отключения. Когда канал включён, Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, Ref, Math кнопка подсвечивается.

Чувствительность: переключайте масштаб вверх/вниз 

для регулировки текущего канала и получения подходящего размера осциллограммы на экране.

Вертикальное положение: переключайте вверх/вниз 

для перемещения осциллограммы текущего канала. Нажмите регулятор 

для перемещения осциллограммы в вертикальный положения центр.

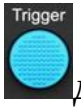
Канал последовательной шины

Удерживайте Math для включения S1. Нижняя кнопка Menu открывает меню S1. Снова удерживайте Math для отключения S1.

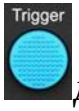
Удерживайте Ref для включения S2. Нижняя кнопка Menu открывает меню S1. Снова удерживайте Ref для отключения S2.

Примечание: функцию вертикальной системы также можно вызвать кнопкой 50% в выдвижном меню.

4.6 Система запуска

Уровень запуска: переключайте регулятор запуска вверх или вниз 

для изменения текущего уровня.

Источник запуска: переключайте регулятор запуска влево или вправо 

для выбора источника.

Время удержания запуска: откройте окно регулировки, показанное ниже.

Переключайте влево/вправо 

для грубой регулировки, вверх/вниз 

для точной регулировки.

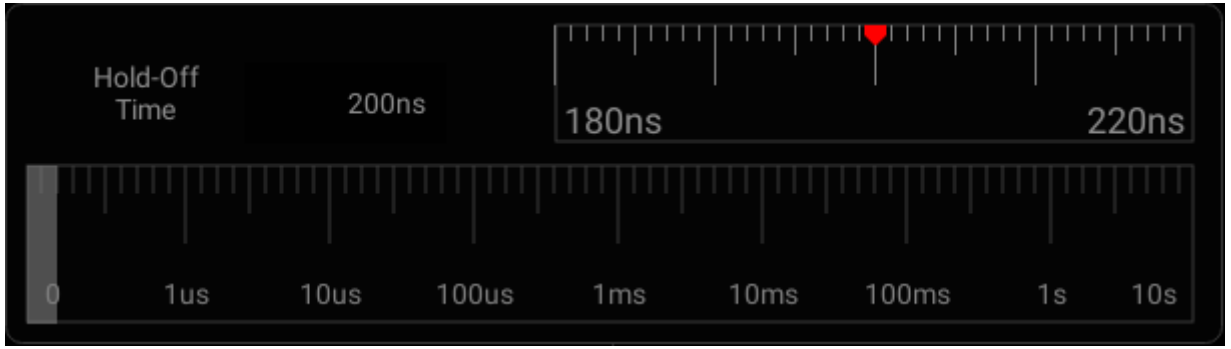


Рисунок 4-2. Время удержания запуска

Настройка порога шины: после включения канала последовательной шины удерживайте 

для переключения между порогом шины и уровнем запуска.

Подробнее см. «Главу 6. Система запуска».

4.7 Главный экран и блокировка экрана

 Нажмите для перехода на главный экран. Подробнее см. «Главу 13. Функции главного экрана».

Блокировка: 

нажмите для отключения сенсорного управления; кнопка горит 

.

Примечание: главный экран также можно открыть через пункт выдвижного меню.

Глава 5. Горизонтальная система

В этой главе подробно описана горизонтальная система осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с её настройками и управлением в осциллографах серии SATO.

- Перемещение осциллограммы по горизонтали
- Регулировка горизонтальной развёртки (time/div)
- Перемещение и масштабирование однократной или остановленной регистрации
- ROLL, XY
- Режим Zoom

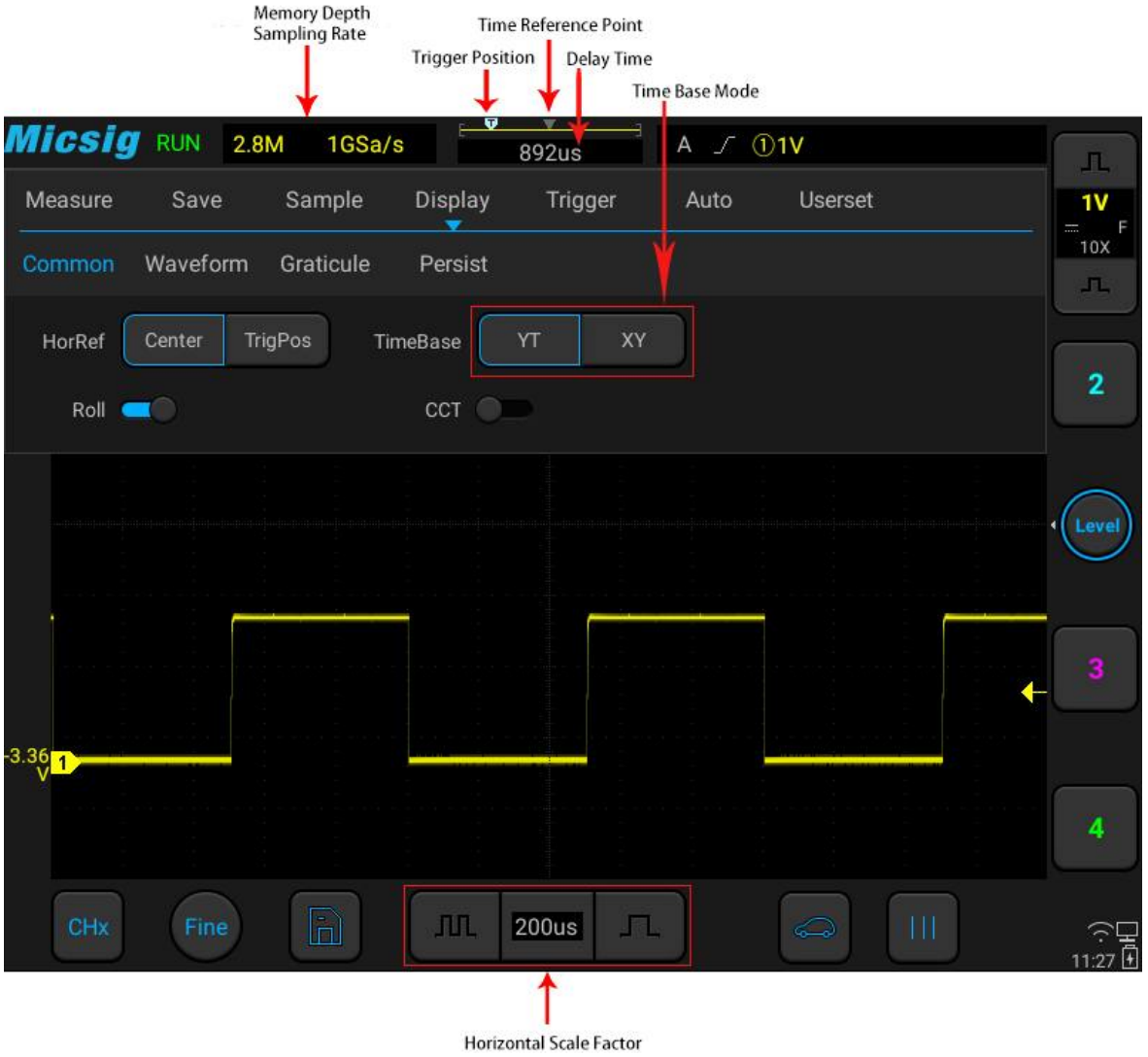


Рисунок 5-1. Горизонтальная система

5.1 Перемещение осциллограммы по горизонтали

Проведите одним пальцем влево или вправо в области осциллограммы для грубой регулировки горизонтального положения всех аналоговых каналов. Затем коснитесь кнопки точной регулировки в левом нижнем углу экрана для точной подстройки.

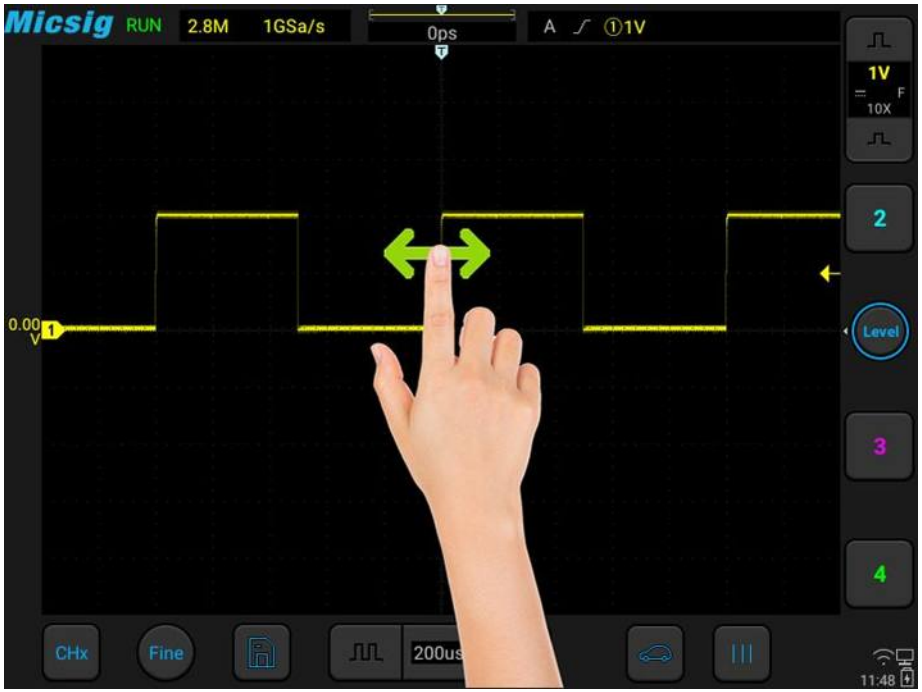


Рисунок 5-2. Перемещение осциллограммы по горизонтали на экране

5.2 Регулировка горизонтальной развёртки (time/div)

Способ 1: экранные кнопки

[redacted], [redacted]Нажимайте для изменения развёртки всех текущих каналов. Кнопка [redacted] увеличивает развёртку, кнопка [redacted]уменьшает её (рисунок 5-3).

Значение развёртки меняется с шагом 1–2–5.

Осциллограмма изменяется вместе с развёрткой.

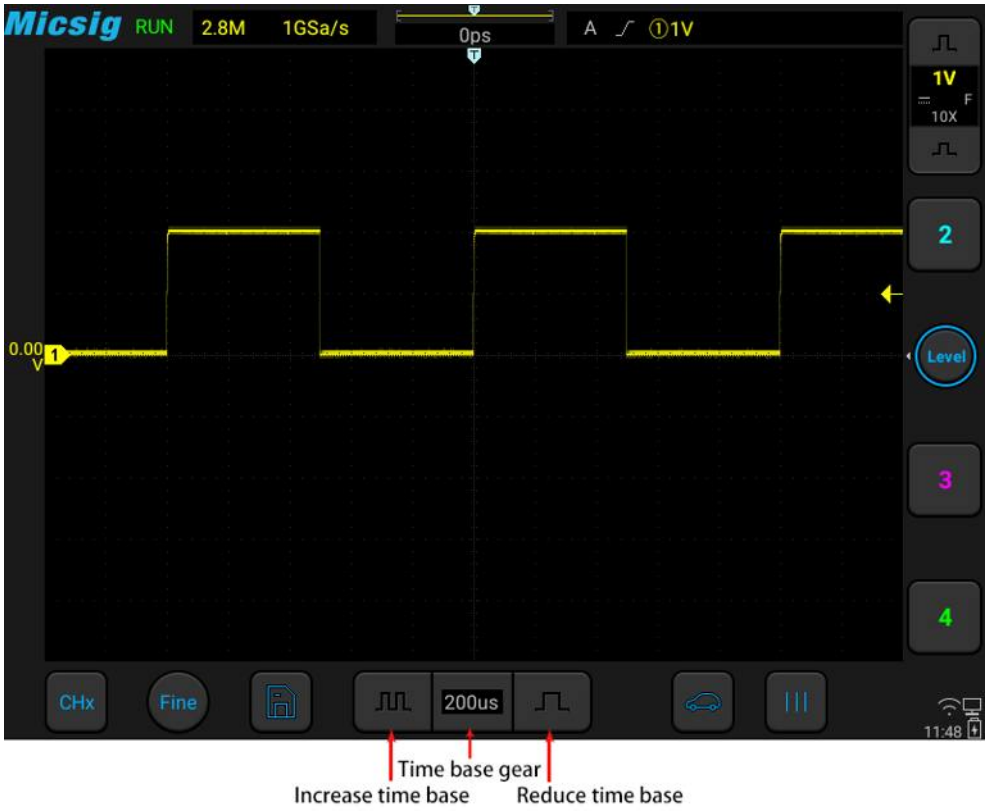
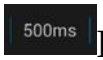


Рисунок 5-3. Регулировка горизонтальной развёртки

Способ 2: выбор значения развёртки



Коснитесь для открытия списка развёрток (рисунок 5-4), затем выберите нужное значение. Текущее значение выделено синим фоном.

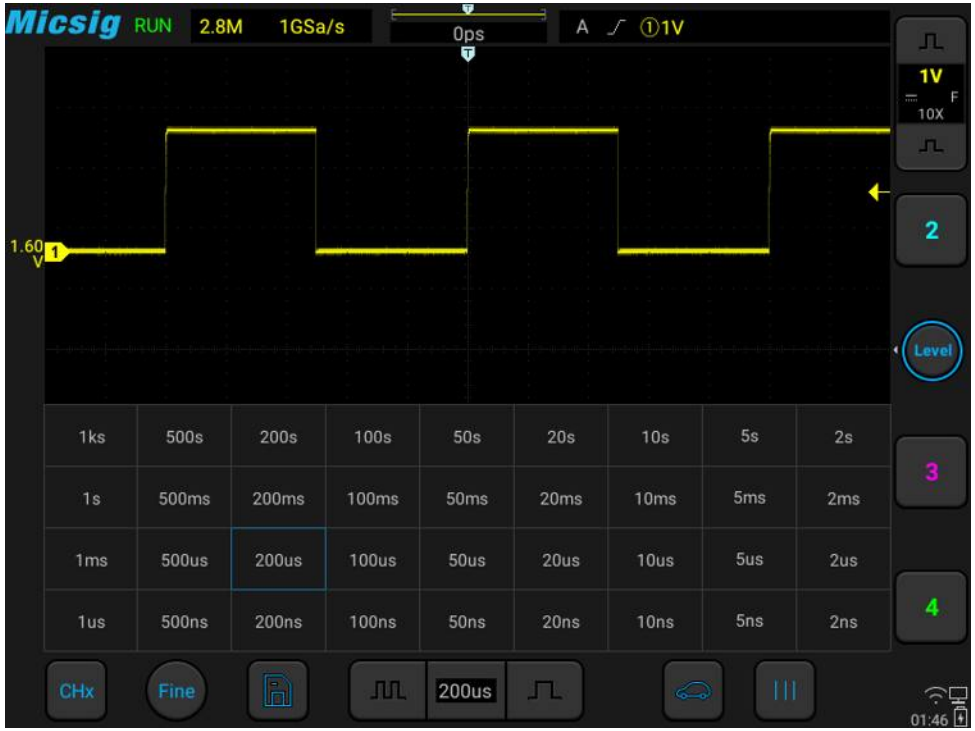


Рисунок 5-4. Выбор горизонтальной развёртки

5.3 Перемещение и масштабирование остановленной регистрации

После остановки экран может содержать данные нескольких регистраций, но перемещать и масштабировать можно только последнюю. Данные однократной

или остановленной регистрации перемещаются и масштабируются, как описано в разделах «5.1 Перемещение осциллограммы по горизонтали» и «5.2 Регулировка горизонтальной развёртки (time/div)».

5.4 ROLL, XY

В меню коснитесь Display и выберите нужный режим развёртки: YT, ROLL или XY.



Рисунок 5-5. Режим отображения

YT — обычный режим осциллографа

В режиме YT отображается зависимость напряжения по вертикали от времени по горизонтали. Ось Y соответствует напряжению, ось X — времени. Осциллограмма выводится после запуска слева направо.

Примечание: при большой развёртке, например 200 ms и более, осциллограмма иногда появляется с задержкой, поскольку режим YT требует запуска перед отображением. Задержка зависит от развёртки и приблизительно равна числу делений слева от точки запуска, умноженному на значение развёртки. Чтобы сократить ожидание, переместите точку запуска влево.

Случай, когда точка запуска находится за пределами экрана, здесь не рассматривается.

ROLL — режим прокрутки

В режиме ROLL осциллограмма обновляется, прокручиваясь справа налево (рисунок 5-6). Диапазон развёрток при работающей регистрации составляет 200 ms/div–1 ks/div.

В режиме ROLL параметры запуска, включая положение, уровень и напряжение запуска, не действуют.



Рисунок 5-6. Режим ROLL

ROLL: Run Stop останавливает; нажмите Run Stop ещё раз для очистки экрана и возобновления регистрации; SEQ Нажмите для регистрации одного экрана. По заполнении она автоматически остановится.

Режим ROLL обычно используется для наблюдения сигналов с частотой ниже 5 Hz.

Режим ROLL по умолчанию включён. При развёртке более 100 ms осциллограф автоматически переходит в него. Если при большой развёртке требуется наблюдать сигнал с запуском, отключите ROLL.

ROLL: в главном меню коснитесь кнопки Display.

В пункте «Common» включите или отключите ROLL (рисунок 5-7). Если режим включён и развёртка находится в диапазоне 200 ms–1 ks, прибор автоматически переходит в ROLL.



Рисунок 5-7. Включение и отключение ROLL

XY — режим XY

В режиме XY величина канала CH1 отображается по горизонтальной оси, а величина CH2 — по вертикальной (рисунок 5-8).

Режим XY позволяет сравнивать частоты и фазы двух сигналов.

Для датчиков можно отображать зависимости механическое напряжение–перемещение, расход–давление, напряжение–частота или напряжение–ток, например характеристику диода.

В режиме XY также можно измерять осциллограмму курсорами.

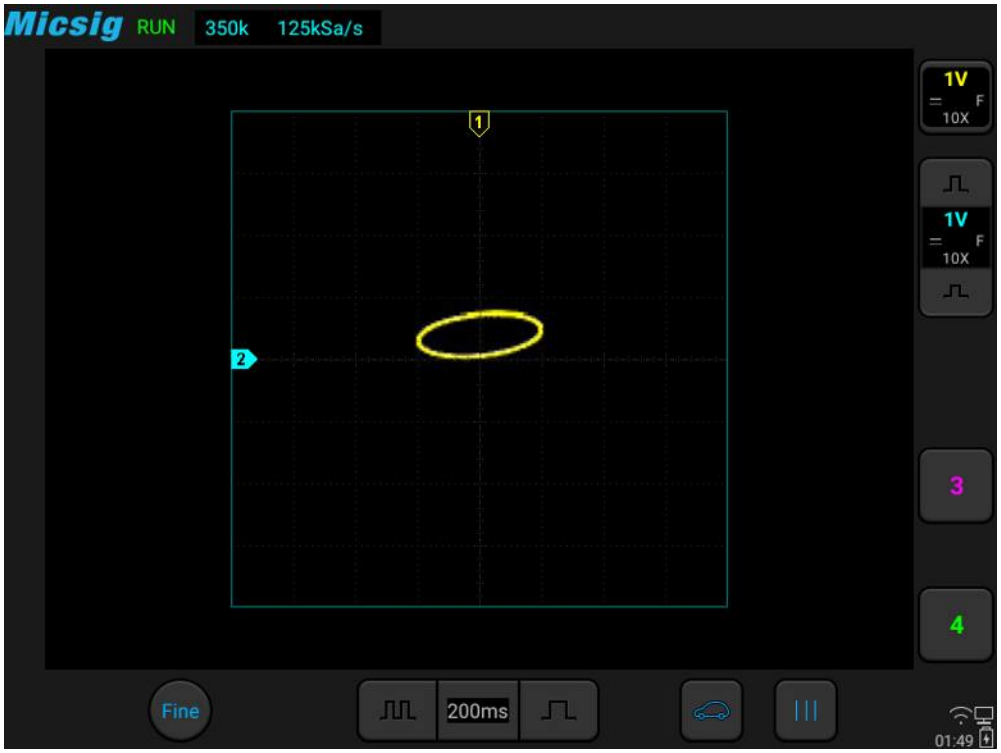


Рисунок 5-8. Режим XY

Пример использования XY

Этот пример показывает применение XY для измерения фазового сдвига между сигналами одинаковой частоты методом фигур Лиссажу.

1) Подайте синусоидальный сигнал на CH1, а на CH2 — сигнал той же частоты с другой фазой.

2) Нажмите «Auto», коснитесь «Display» в главном меню и выберите «XY» в пункте «Time Base».

3) Переместите сигналы в центр экрана. Отрегулируйте вертикальную чувствительность CH1 и CH2 и увеличьте сигналы для удобства наблюдения.

   Фазовый сдвиг (θ) можно рассчитать по следующей формуле, если амплитуды обоих каналов одинаковы:

$$\sin\theta = \frac{A}{B} \text{ or } \frac{C}{D}$$

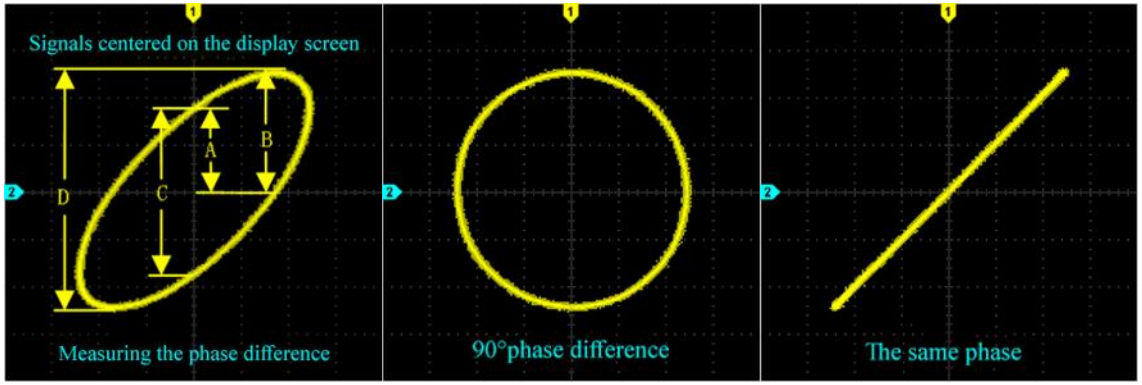


Рисунок 5-9. Сигнал в режиме XY, расположенный в центре экрана

4) Коснитесь «Cursor», чтобы включить горизонтальные курсоры.

5) Установите курсор y2 в верхней точке сигнала, y1 — в нижней. Запишите значение Δy в правом верхнем углу экрана.

6) Переместите курсоры y1 и y2 к точкам пересечения сигнала с осью y. Снова запишите Δy.

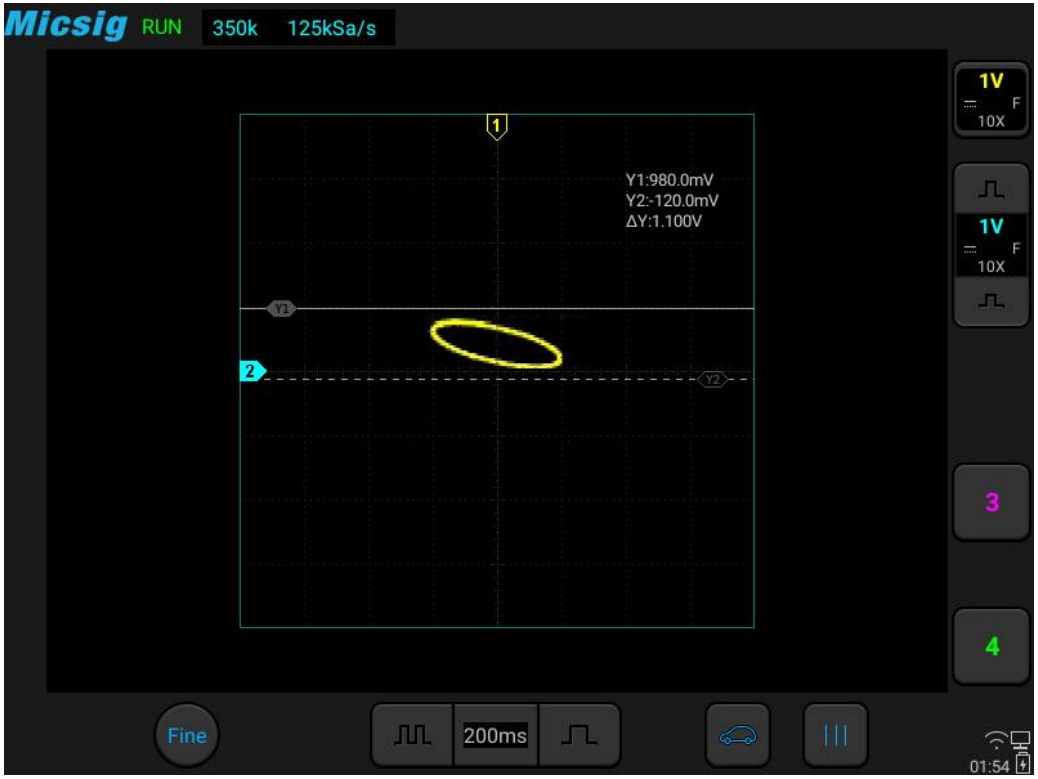


Рисунок 5-10. Измерение фазового сдвига с помощью курсоров

7) Рассчитайте фазовый сдвиг по следующей формуле.

$$sin\theta = \frac{Y2}{Y1};\quad \theta = arcsin\frac{Y2}{Y1}$$

Например, первое значение Δy равно 9.97 V, второе — 5.72 V:

$$sin\theta = \frac{5.72}{9.97}; \quad \theta = arcsin\frac{5.72}{9.97}$$

5.5 Режим Zoom

Zoom увеличивает осциллограмму по горизонтали. После его включения экран делится на две части (рисунок 5-11): сверху расположено окно обычного отображения, снизу — окно увеличенной осциллограммы.

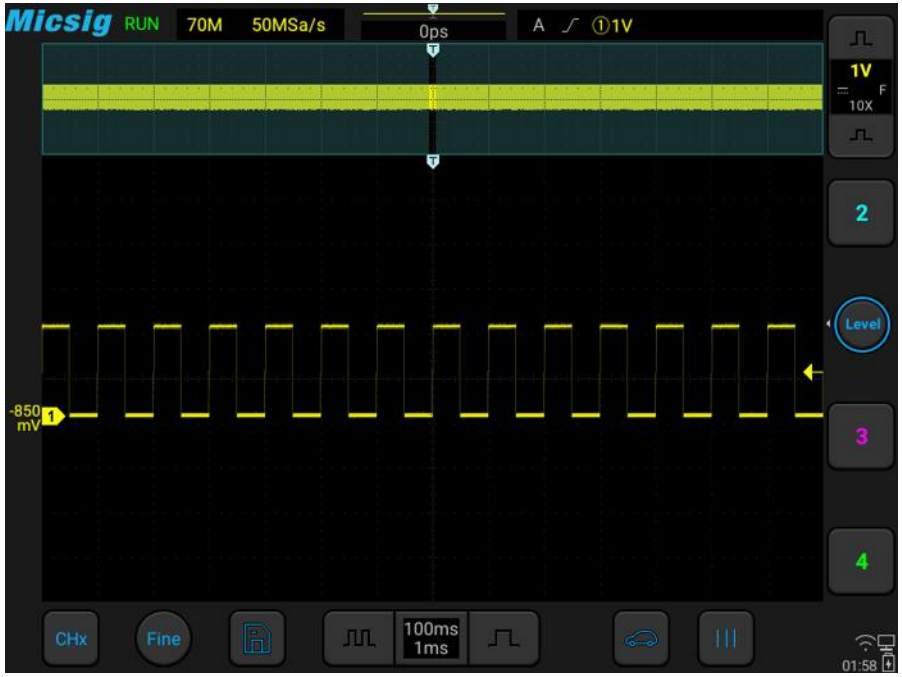


Рисунок 5-11. Интерфейс Zoom

Окно Zoom показывает увеличенный участок обычного окна. Это позволяет подробно анализировать часть сигнала, растянутую по горизонтали.

Включение и отключение Zoom:

В выдвижном меню кнопка 

включает и отключает Zoom.

Участок увеличения выделен рамкой в обычном окне. Остальная часть затемнена серым и не отображается в окне Zoom. Рамка показывает участок основной развёртки, увеличенный в нижнем окне.

Кнопками развёртки измените масштаб окна Zoom. Размер рамки в обычном окне меняется в соответствии с выбранной развёрткой.

Перетащите осциллограмму в окне Zoom по горизонтали для изменения положения. Рамка в основном окне движется в противоположном направлении. Можно также перетащить саму рамку для быстрого выбора нужного участка.

Примечание:

1) Минимальная развёртка обычного окна соответствует отображению всего объёма памяти на экране. Если текущая развёртка меньше этой минимальной развёртки при выбранной глубине памяти, после включения Zoom развёртка обычного окна автоматически устанавливается на минимальное значение для данной глубины памяти.

2) Курсоры, математическая и опорная осциллограммы не отображаются в обычном окне, но могут отображаться в окне Zoom.

3) После остановки режима ROLL можно включить Zoom. Нажатие «Run/Stop» автоматически отключает Zoom.

Глава 6. Вертикальная система

В этой главе подробно описана вертикальная система осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с её настройками и управлением в осциллографах серии SATO.

- Включение/отключение и выбор канала
- Регулировка вертикальной чувствительности
- Регулировка вертикального положения
- Открытие меню канала
- Выбор связи канала
- Ограничение полосы пропускания
- Инверсия осциллограммы
- Выбор типа пробника
- Задание коэффициента ослабления пробника
- Опорная точка масштабирования по вертикали

Ниже показано меню канала CH1 после его открытия.

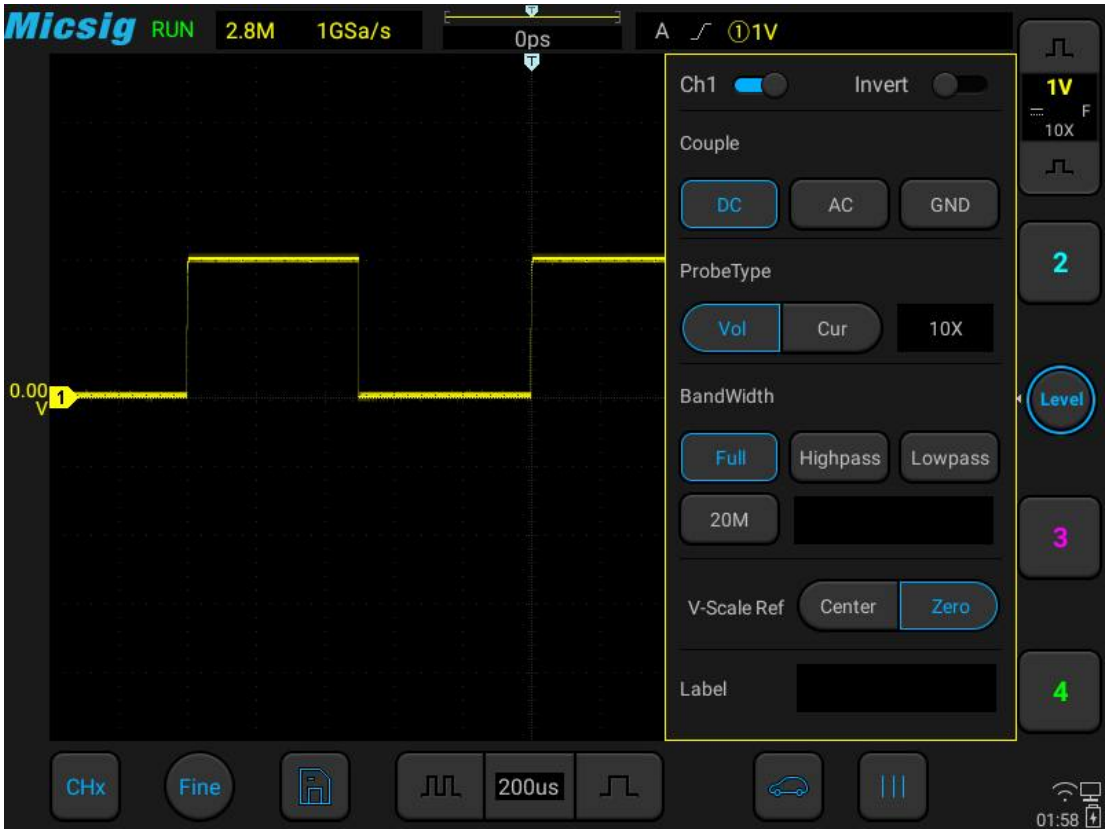


Рисунок 6-1. Интерфейс меню канала

Нулевой уровень каждого аналогового канала обозначен указателем ①слева на экране.

6.1 Включение осциллограмм каналов, математической и опорной

Значки каналов 

в правой части области осциллограмм соответствуют шести каналам: CH1, CH2, CH3, CH4, Math и Reference. Включённые значки имеют вид 



. Проведите вправо, чтобы отключить нужный канал.

Текущий канал: осциллограф может одновременно отображать несколько осциллограмм, но только одна выводится поверх остальных. Её канал называется текущим. Указатель текущего канала закрашен, остальных — полый, как показано на рисунке 6-2.

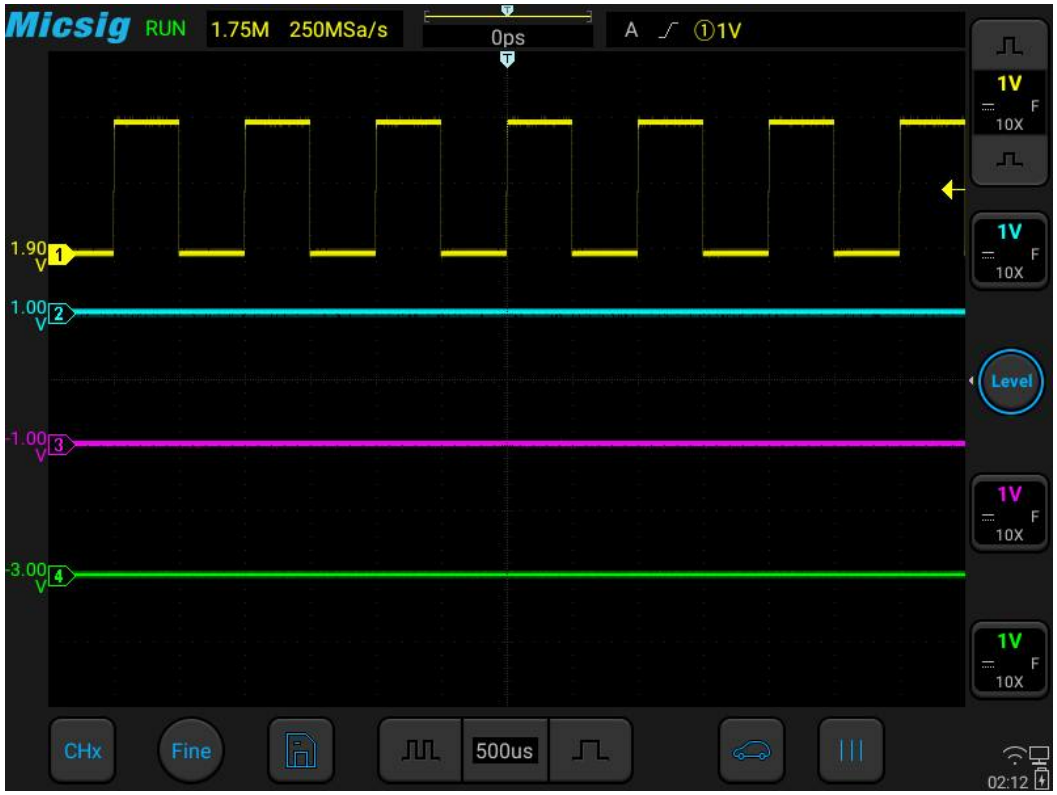


Рисунок 6-2. Текущий и остальные каналы

В области индикации канала отображаются вертикальный масштаб, кнопка чувствительности, тип связи, инверсия и ограничение полосы пропускания (рисунок 6-3).

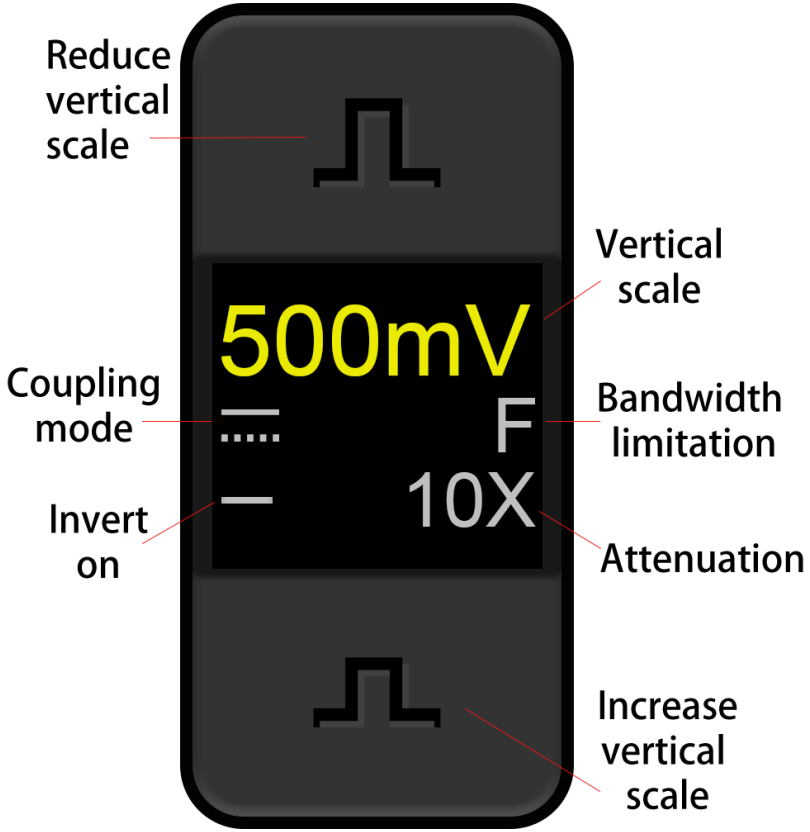


Рисунок 6-3. Область индикации канала

Если CH1 включён, но не текущий, коснитесь осциллограммы, чувствительности или указателя

①либо кнопки чувствительности или выбора текущего канала.

См. рисунок 6-4.



Рисунок 6-4. Включение, отключение и переключение каналов

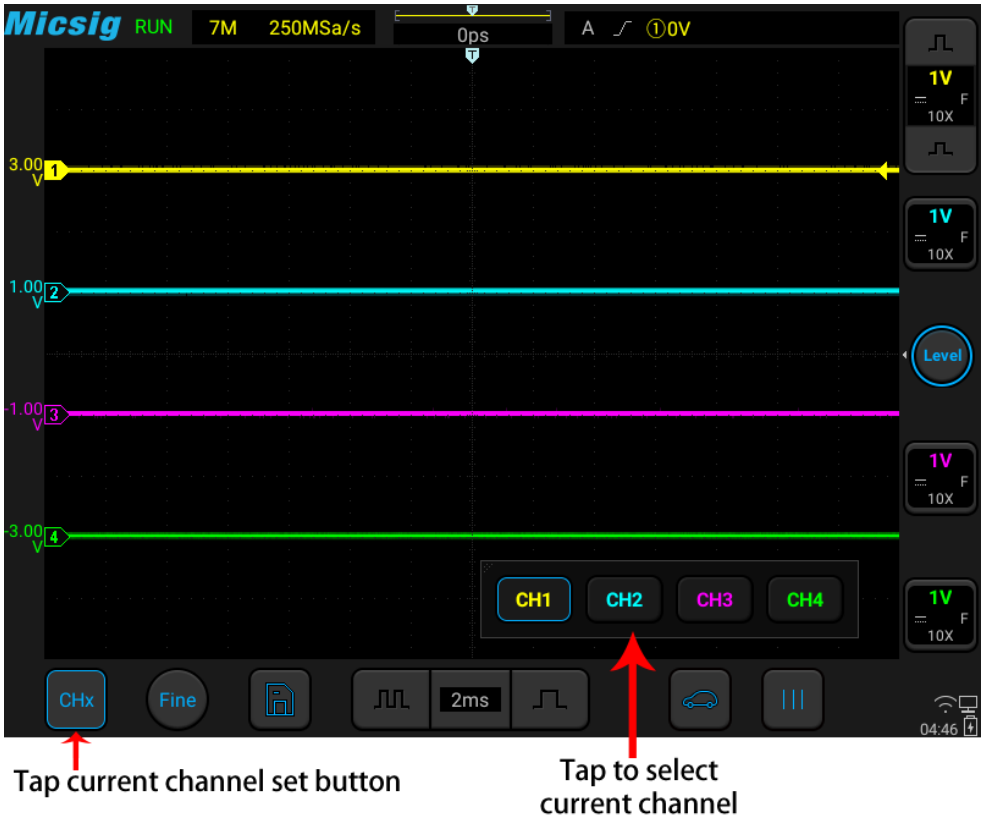


Рисунок 6-5. Использование кнопки выбора текущего канала

Коснитесь значка текущего канала внизу экрана: откроется меню переключения, а кнопка подсветится (рисунок 6-5). Коснитесь кнопки нужного канала в меню. При включении этой функции:

a. текущий канал можно выбрать в меню переключения;

b. меню текущего канала можно переместить в любое место экрана;

c. в меню переключения отображаются только включённые каналы;

d. при включении Math или Reference меню текущего канала открывается автоматически.

6.2 Регулировка вертикальной чувствительности

Коснитесь  или  справа от значка канала для регулировки вертикального масштаба соответствующей осциллограммы и получения подходящего размера на экране.

После каждой регулировки значение чувствительности (V/div) отображается на значке канала. 

Например, показанное значение означает чувствительность CH1 1.0 V/div.

Вертикальная чувствительность аналогового канала меняется с шагом 1–2–5 при коэффициенте пробника 1X. Для пробника 1:1 диапазон составляет 1 mV/div–10 V/div; опционально минимальное значение — 500 uV/div.

6.3 Регулировка вертикального положения

Порядок регулировки:

1) Грубая регулировка: удерживайте осциллограмму в области отображения и перемещайте её одним пальцем вверх или вниз.

2) Точная регулировка: коснитесь кнопки точной настройки в левом нижнем углу экрана, чтобы подстроить положение текущего канала.

6.4 Открытие меню канала

Проведите вправо по значку нужного канала, чтобы открыть его меню.

Меню показано на рисунке 6-6. Оно позволяет задать инверсию, ограничение полосы, тип и коэффициент ослабления пробника, связь канала, а также включить или отключить канал.



Рисунок 6-6. Меню канала

6.4.1 Выбор связи канала

Коснитесь значка под «Signal» и выберите «DC» или «AC» во всплывающем окне.

DC пропускает постоянную и переменную составляющие и позволяет

наблюдать сигналы вплоть до 0 Hz без большого постоянного смещения.

AC — связь по переменному току. Блокирует постоянную составляющую и пропускает только переменную, что позволяет наблюдать сигналы с большим постоянным смещением.

На осциллограф подан прямоугольный сигнал частотой 1 kHz, амплитудой 2 V и смещением 1 V.

Осциллограммы при связи DC и AC показаны на рисунках 6-7 и 6-8.

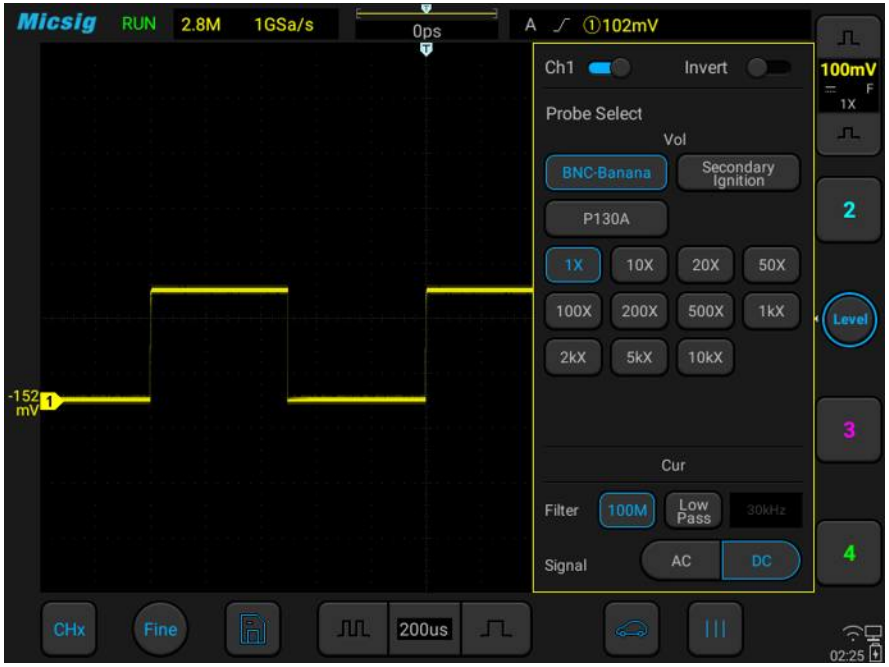


Рисунок 6-7. Связь DC

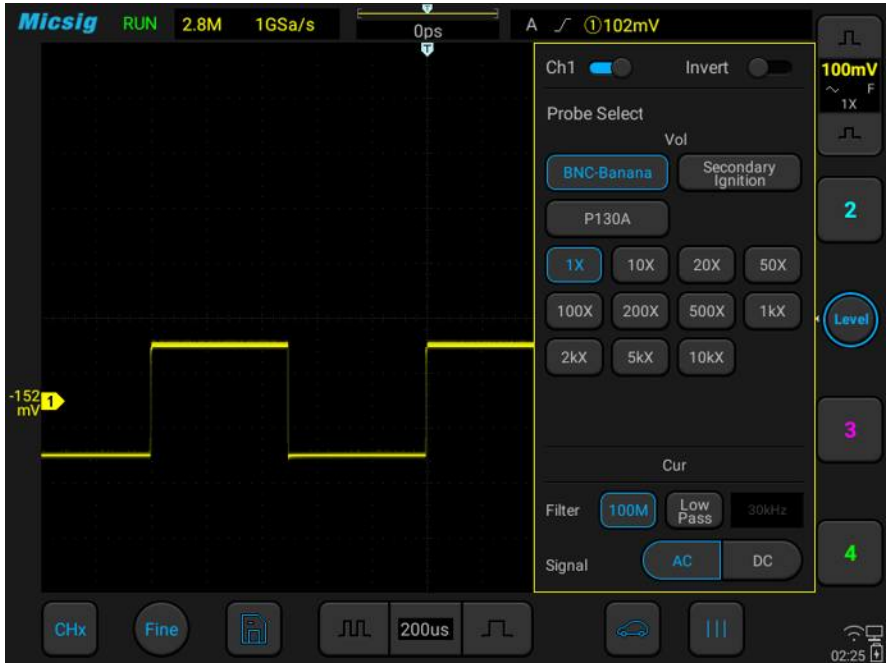


Рисунок 6-8. Связь AC

Примечание: настройка действует только для текущего канала. Чтобы выбрать другой, коснитесь его значка, указателя или горизонтального положения указателя. Выходить из меню не требуется.

6.4.2 Ограничение полосы пропускания

Откройте меню канала и выберите «Bandwidth». Задайте ограничение полосы, фильтрацию верхних или нижних частот по необходимости.

Full Bandwidth: пропускает сигналы всех частот.

Low pass: пропускает только сигналы ниже заданной верхней частоты. Настройки аналогичны High Pass.

Диапазон настройки фильтра нижних частот — 30 kHz–100 MHz.

Различие видно на осциллограммах: полная полоса показана на рисунке 6-9, фильтр нижних частот — на рисунке 6-10.

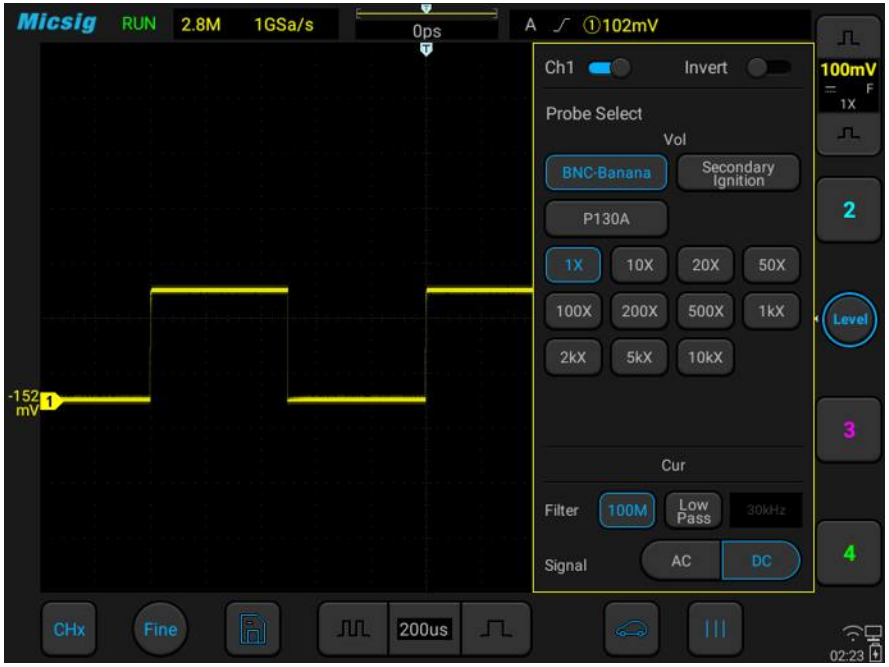


Рисунок 6-9. Полная полоса

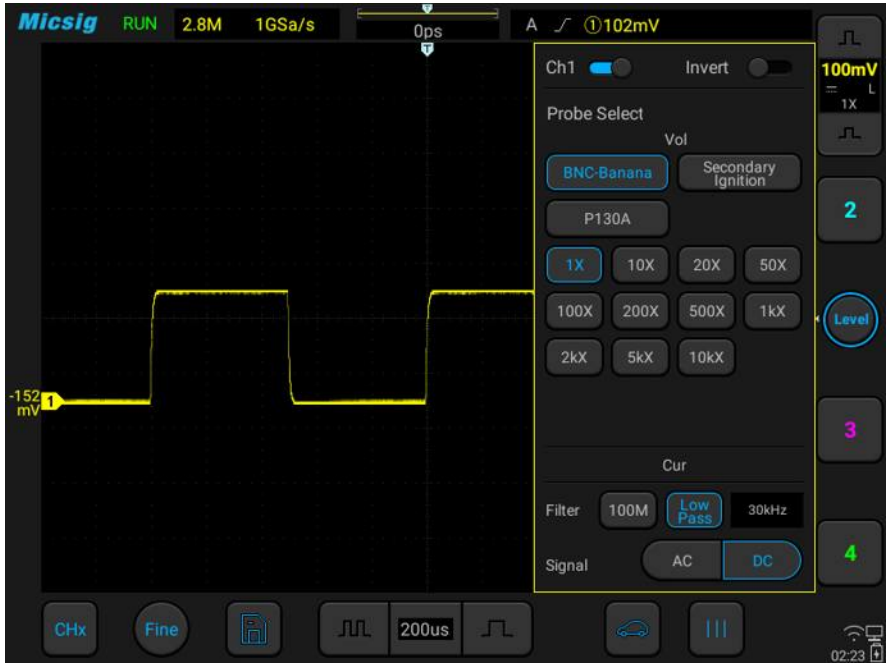


Рисунок 6-10. Фильтр нижних частот

6.4.3 Инверсия осциллограммы

После выбора «Invert» знак напряжения отображаемой осциллограммы меняется на противоположный. Инверсия влияет на отображение канала. При обычном запуске необходимо скорректировать уровень запуска, чтобы осциллограмма оставалась стабильной.

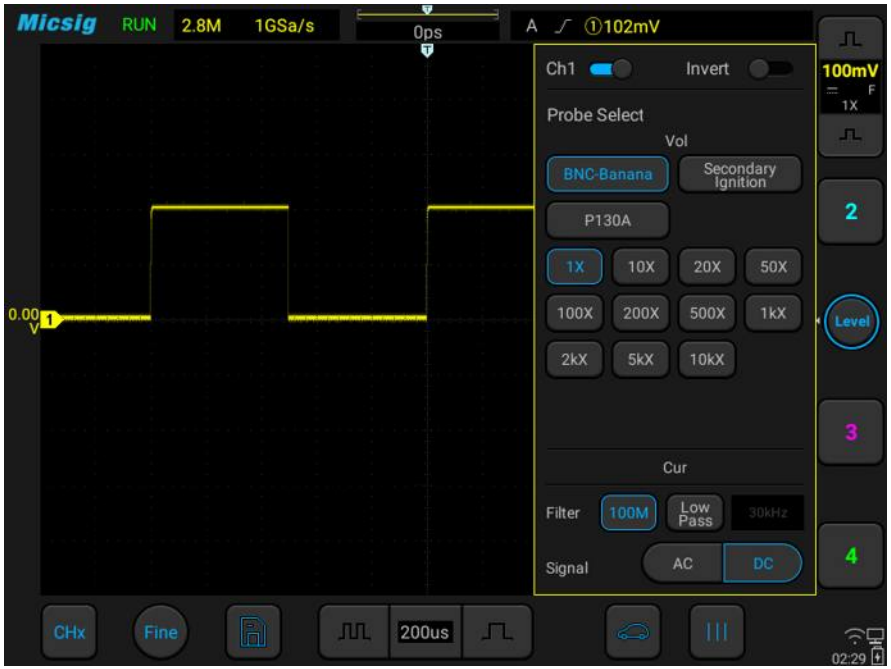


Рисунок 6-11. До инверсии

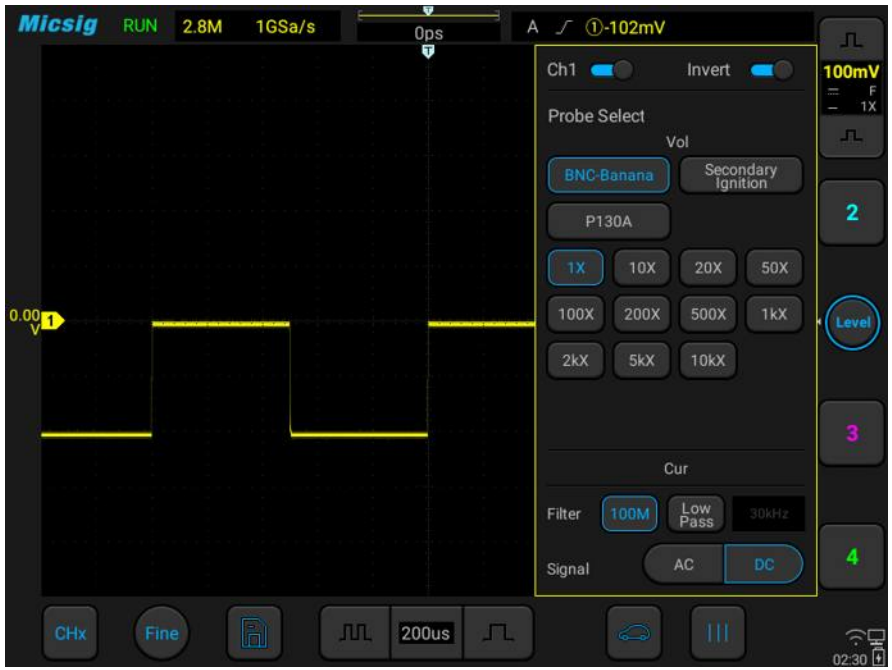


Рисунок 6-12. После инверсии

6.4.4 Выбор типа пробника

Предусмотрены пробники напряжения и тока.

Порядок выбора типа пробника:

Откройте меню канала, найдите «Probe Type» и выберите:

- Vol — пробник напряжения.
- Cur — токовый пробник.

6.4.5 Коэффициент ослабления пробника

Для правильных измерений необходимо задать фактический коэффициент ослабления пробника.

Установите соответствующее значение в меню канала. При изменении коэффициента пробника обязательно измените его и в меню: от этого зависит правильность отображаемой амплитуды и результатов измерений.

Соответствие коэффициентов пробника и меню приведено ниже.

Коэффициент пробника / Коэффициент в меню			
1:1	1x	500:1	500x
10:1	10x	1000:1	1kx
20:1	20x	2000:1	2kx
50:1	50x	5000:1	5kx
100:1	100x	10000:1	10kx
200:1	200x		

Таблица 6-1. Соответствие коэффициентов ослабления пробника

Глава 7. Система запуска

В этой главе подробно описана система запуска осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с её настройками и управлением в осциллографах серии SATO.

- Запуск и его настройка
- Запуск по фронту
- Запуск по длительности импульса
- Логический запуск
- Запуск по N-му фронту
- Запуск по неполному импульсу
- Запуск по крутизне фронта
- Запуск по тайм-ауту
- Запуск по видеосигналу
- Запуск по последовательной шине

7.1 Запуск и его настройка

Что такое запуск?

Осциллограф захватывает осциллограмму после выполнения заданного условия. Такой захват по условию называется запуском. Захват означает регистрацию и отображение сигнала. Без запуска осциллограмма не отображается.

Для чего нужен запуск?

(1) Для стабильного отображения периодического сигнала.

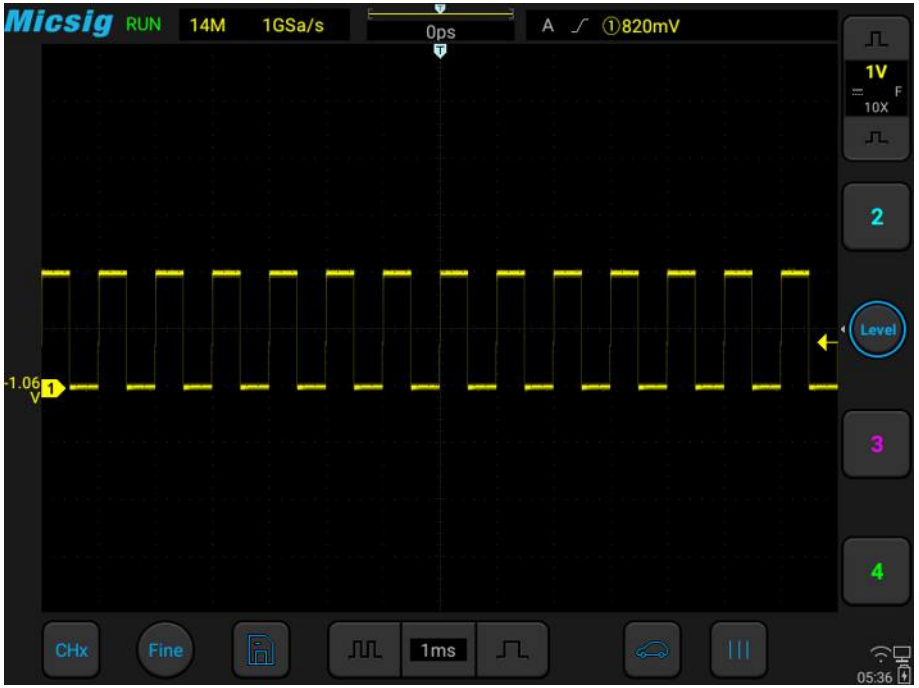


Рисунок 7-1. Стабильный периодический сигнал

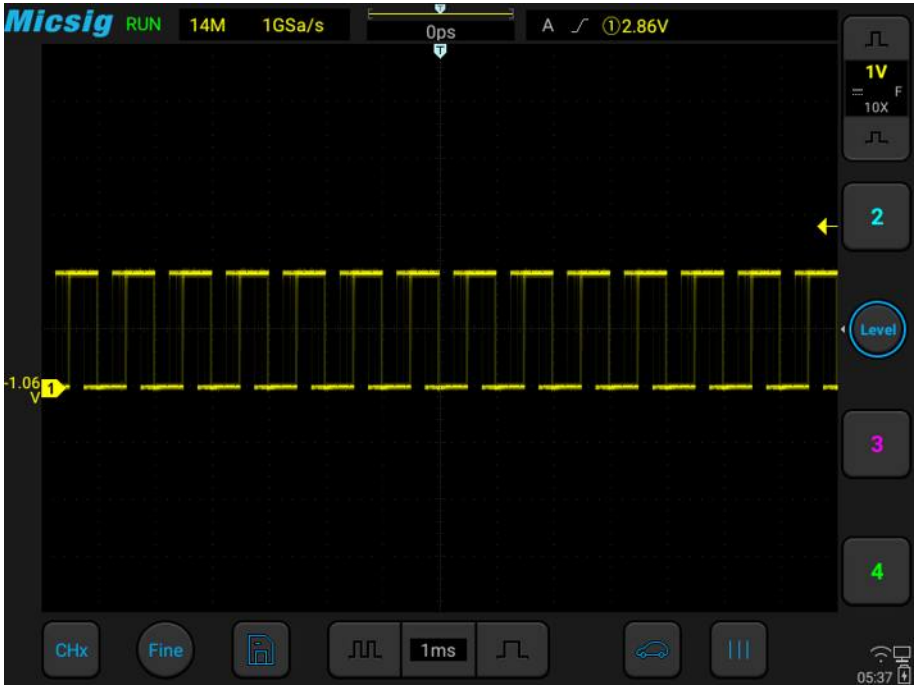


Рисунок 7-2. Нестабильный сигнал

(2) Для выделения нужного участка быстрого и сложного сигнала.

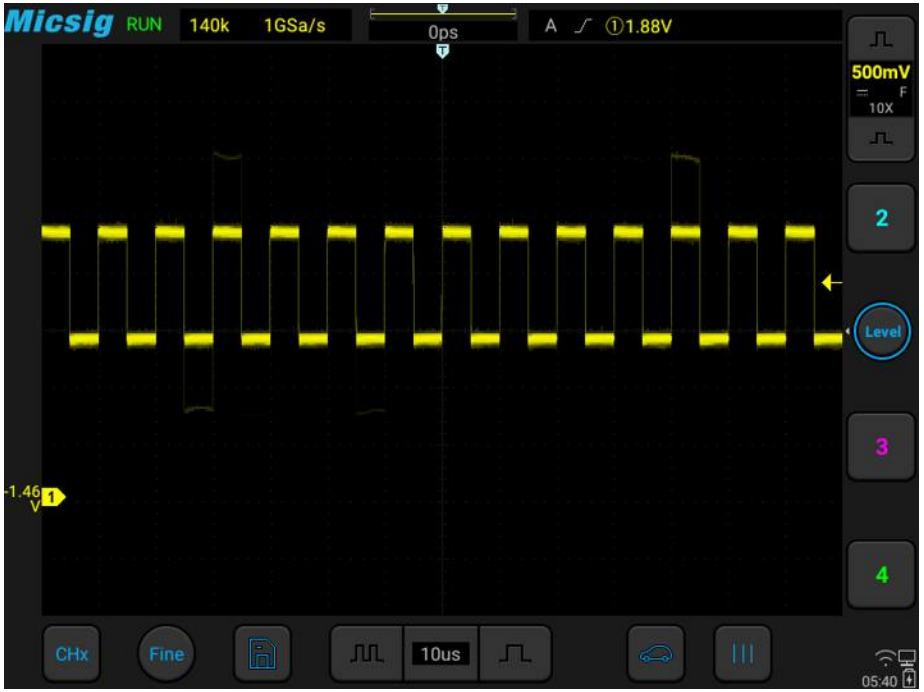


Рисунок 7-3. Аномалия в периодическом сигнале

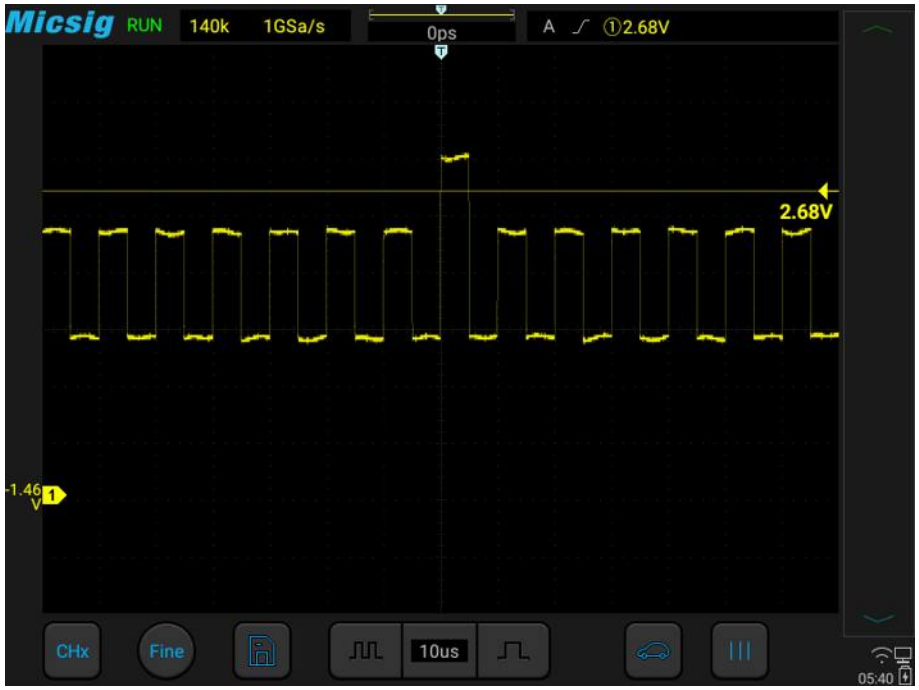


Рисунок 7-4. Захват аномалии настройкой уровня запуска

Что такое принудительный запуск?

Если условие запуска не выполнено, осциллограф можно запустить вручную или автоматически. Это называется принудительным запуском: прибор захватывает участок сигнала для отображения независимо от выполнения условия.

Автоматический принудительный запуск задаётся в меню. Параметр режима запуска обычно имеет варианты «Normal» и «Auto». Normal запускает регистрацию после выполнения условия. Auto предусматривает принудительный запуск, если обычный запуск не происходит в течение определённого времени.



Рисунок 7-5. Выбор режима запуска осциллографа

Если характеристики сигнала неизвестны, выберите «Auto»: осциллограмма будет отображаться даже при неверных прочих настройках запуска. Она может быть нестабильной, но поможет выбрать дальнейшие настройки. Сигнал на рисунке 2-9 получен принудительным запуском в режиме Auto.

При настройке определённого условия запуска, особенно если оно выполняется редко, выберите режим «Normal», чтобы исключить автоматический принудительный запуск.

На рисунке 7-6 показана схема памяти регистрации. Для понимания запуска её можно разделить на предзапусковой и послезапусковой буферы. Положение события запуска в памяти определяется точкой отсчёта времени и настройкой положения запуска (горизонтальной задержки).

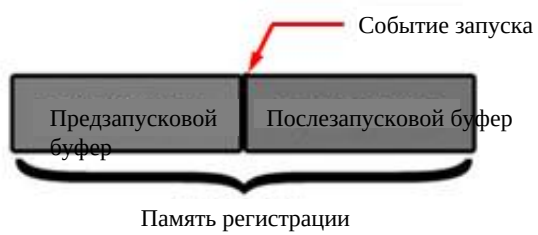


Рисунок 7-6. Схема памяти регистрации

Все события слева от точки запуска произошли до запуска и относятся к предзапусковым данным. События справа относятся к послезапусковым

данным. Доступный диапазон задержки и объём предзапусковых и послезапусковых данных зависят от развёртки и глубины памяти.

Положение запуска (горизонтальная задержка)

Проведите влево или вправо в области осциллограммы: точка запуска переместится по горизонтали. Изменится задержка, то есть расстояние до центра области осциллограммы. Задержка показана вверху по центру. от точки запуска

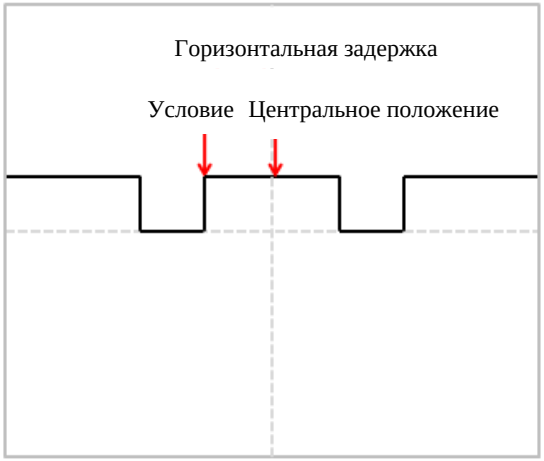


Рисунок 7-7. Горизонтальная задержка

Если точка запуска находится слева от центральной линии области осциллограммы, задержка положительна. Если точка запуска расположена справа от отсчётной точки , задержка отрицательна. При совпадении точки запуска совпадает с центром области осциллограммы, задержка равна нулю.

Уровень запуска

Уровень запуска — напряжение сигнала в заданной точке запуска. При регулировке ненадолго появляется горизонтальная линия; значение отображается справа сверху. Затем линия исчезает, а уровень обозначается стрелкой . Перетаскивайте её для изменения уровня. Индикация показана на рисунке 7-8.

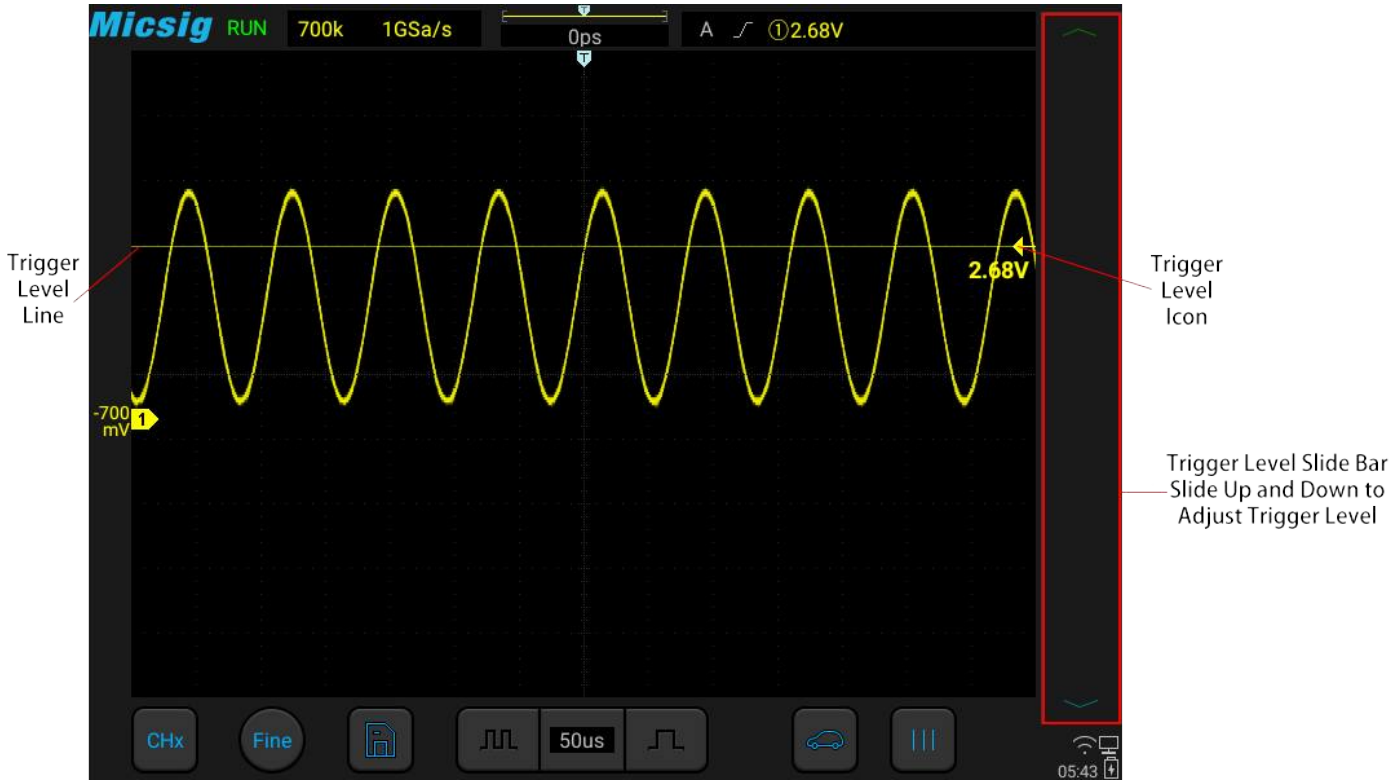


Рисунок 7-8. Уровень запуска

Регулировка уровня запуска

Уровень запуска можно регулировать грубо и точно.

Грубая регулировка: проведите вверх или вниз в области регулировки уровня запуска.

Точная регулировка: коснитесь кнопки точной настройки в левом нижнем углу экрана.

Быстрое меню запуска

Проведите влево от полосы регулировки уровня, чтобы открыть быстрое меню с выбором источника, режима запуска и другими параметрами.

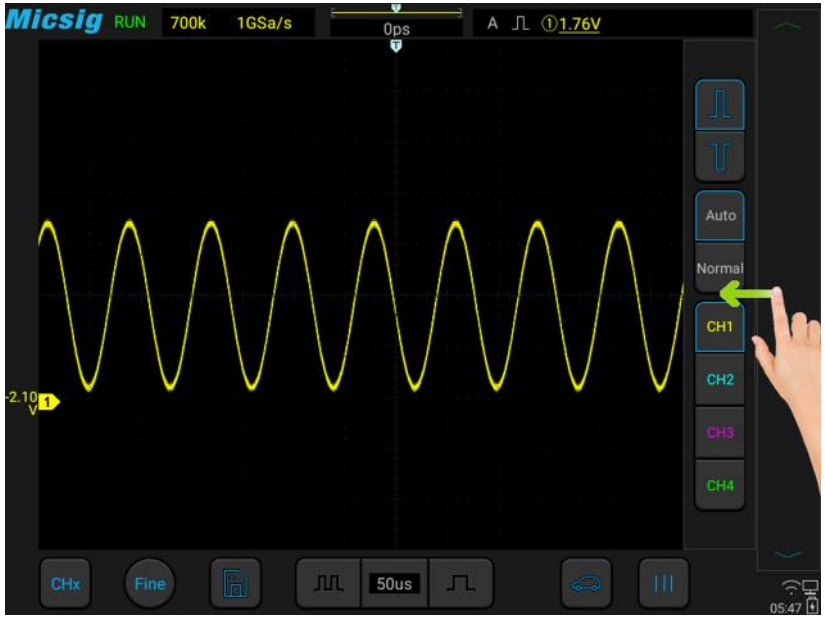


Рисунок 7-9. Быстрое меню запуска

Время удержания запуска

Время удержания определяет интервал после запуска до повторного включения схемы запуска. В течение этого интервала повторный запуск запрещён. Удержание позволяет стабильно запускаться по сложным сигналам. Диапазон — 200 ns–10 s.

Удержание удобно для периодических сигналов с несколькими фронтами или событиями за период. Если известно минимальное время между запусками, можно обеспечить запуск по первому фронту.

Например, для стабильного запуска по показанной последовательности импульсов задайте время удержания более 200 ns, но менее 600 ns.



Рисунок 7-10. Время удержания запуска

Настройка времени удержания:

1) Коснитесь «Trigger» в главном меню. В разделе «Common» коснитесь поля после «Rejection Time»: откроется окно регулировки. Слева сверху отображается время удержания, справа сверху — шкала точной регулировки, снизу — шкала грубой регулировки (рисунок 7-11).

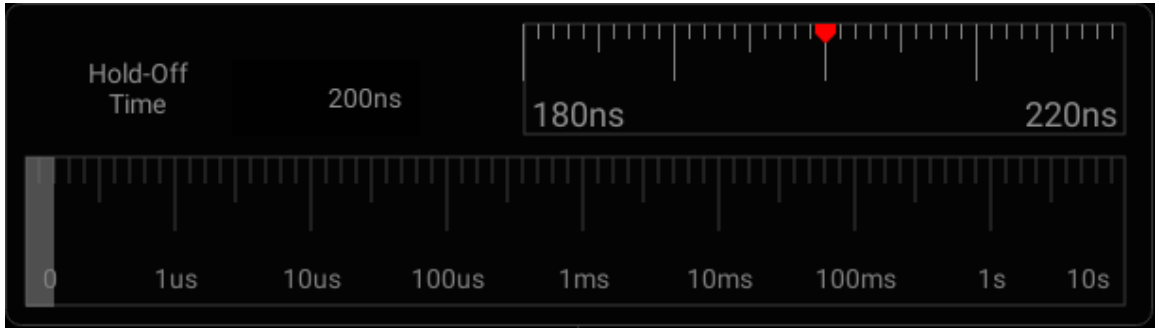


Рисунок 7-11. Настройка времени удержания запуска

2) Для грубой регулировки коснитесь соответствующей шкалы или перетащите её. Затем выполните точную регулировку верхней шкалой.

Рекомендации по удержанию запуска

Удержание обычно используется для сложных сигналов. Правильное время немного меньше периода повторения осциллограммы. Оно позволяет оставить единственную точку запуска в повторяющемся сигнале.

Изменение развёртки не влияет на время удержания.

Включите Zoom и нажмите «Run/Stop». Переместите и увеличьте данные для поиска повторения сигнала. Измерьте период курсорами и задайте удержание.

- Однократная регистрация кнопкой «SEQ»

Для однократной регистрации обычно требуется действие на измеряемом устройстве.

До этого прибор не должен запускаться автоматически. Проверьте индикатор запуска WAIT слева сверху перед действием в цепи: он означает, что предзапусковой буфер заполнен.

7.2 Запуск по фронту

Запуск происходит, когда фронт сигнала достигает заданного уровня. Возможны положительный фронт ⍁, отрицательный ⍂ или оба фронта ⍁. Уровень запуска задаёт точку пересечения линии уровня с фронтом. Для стабильной осциллограммы правильно выберите связь запуска. Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	Настройка	Описание
Источник запуска	CH1	CH1 — источник запуска
	CH2	CH2 — источник запуска
	CH3	CH3 — источник запуска
	CH4	CH4 — источник запуска

Фронт	Положительный фронт	Запуск по положительному фронту
	Отрицательный фронт	Запуск по отрицательному фронту
	Любой фронт	Запуск по любому фронту
Связь	DC	Пропускание постоянной и переменной составляющих
	AC	Удаление постоянной составляющей
	Подавление ВЧ	Подавление составляющих выше 50 kHz
	Подавление НЧ	Подавление составляющих ниже 50 kHz
	Подавление шума	Связь DC с пониженной чувствительностью для подавления ВЧ-шума

Настройка запуска по положительному фронту CH1 со связью DC:

1) Коснитесь «Trigger» в главном меню, выберите запуск по фронту и задайте параметры, показанные на рисунке 7-11:

- Источник запуска: CH1.

- Связь запуска: DC.
- Фронт запуска: положительный.

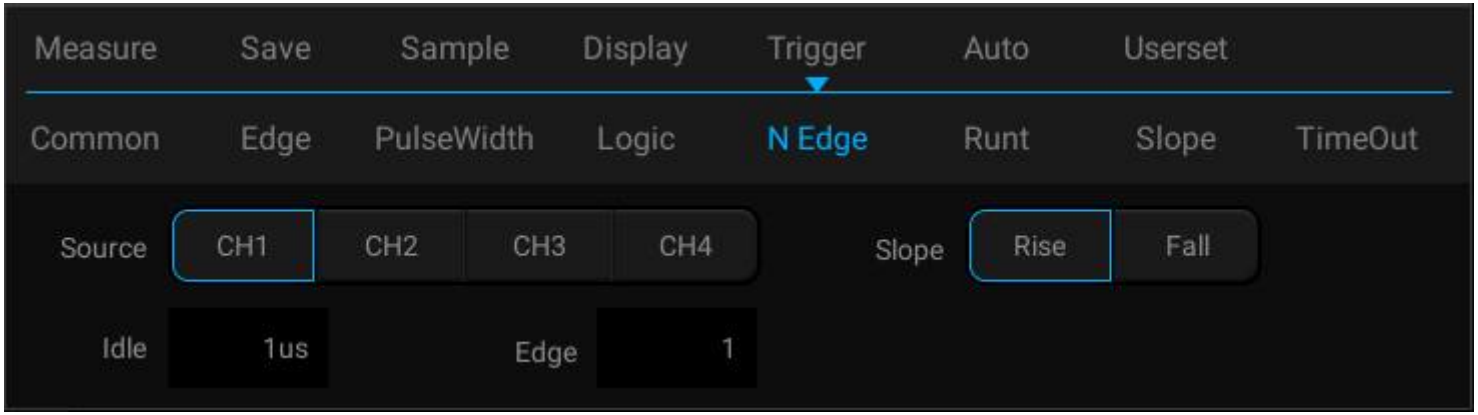


Рисунок 7-12. Меню запуска по фронту

2) Отрегулируйте уровень для стабильного запуска, например установите 1 V.

Связь запуска

Внизу меню запуска по фронту доступны варианты связи: DC, AC, HFRei., LFRej. и NoiseRej. (рисунок 7-13).

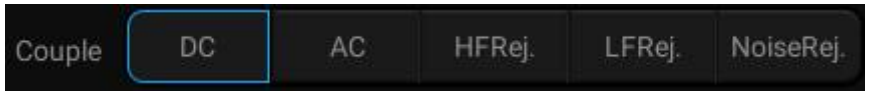


Рисунок 7-13. Меню связи запуска

1) DC: постоянная и переменная составляющие поступают в тракт запуска.

2) AC: постоянное смещение удаляется из сигнала запуска.

   При большом постоянном смещении связь AC обеспечивает стабильный запуск по фронту.

3) HFRej. — подавление высоких частот. Удаляет высокочастотные составляющие из сигнала запуска, например помехи от быстродействующих тактовых генераторов или радиостанций AM и FM.

4) LFRej. — подавление низких частот. Удаляет ненужные низкочастотные составляющие, например помехи частоты электросети, мешающие правильному запуску.

При низкочастотных помехах этот вариант связи обеспечивает стабильный запуск по фронту.

5) NoiseRej. — подавление шума. Увеличивает гистерезис схемы запуска и снижает вероятность запуска от шума. Чувствительность при этом уменьшается, поэтому для запуска требуется сигнал несколько большей амплитуды.

Примечание: связь запуска не зависит от связи канала.

7.3 Запуск по длительности импульса

Запуск происходит при длительности импульса 8 ns–10 s, соответствующей условию.

Значок: 

Напряжение также должно достигнуть уровня запуска. Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	Настройка	Описание
Источник запуска	CH1	CH1 — источник запуска

Параметр запуска	Настройка	Описание
	CH2	CH2 — источник запуска
	CH3	CH3 — источник запуска
	CH4	CH4 — источник запуска
Полярность	Положитель-ная	Запуск по длительности положительного импульса
	Отрицатель-ная	Запуск по длительности отрицательного импульса
Условие запуска	＜T	Запуск при длительности импульса < T
	＞T	Запуск при длительности импульса > T
	＝T	Запуск при длительности импульса = T
	≠T	Запуск при длительности импульса ≠ T
Длительность импульса	8ns~10s	Задание длительности импульса

Примечание: для условий больше, меньше, равно и не равно погрешность составляет 6%.

Настройка запуска по положительному импульсу на примере CH1:

1) Коснитесь «Trigger» в главном меню, выберите запуск по длительности импульса и задайте параметры, показанные на рисунке 7-14:

- Источник запуска: CH1.
- Полярность импульса: положительная.
- Уровень запуска: 1 V.
- Условие и длительность: «больше», время 180 us.

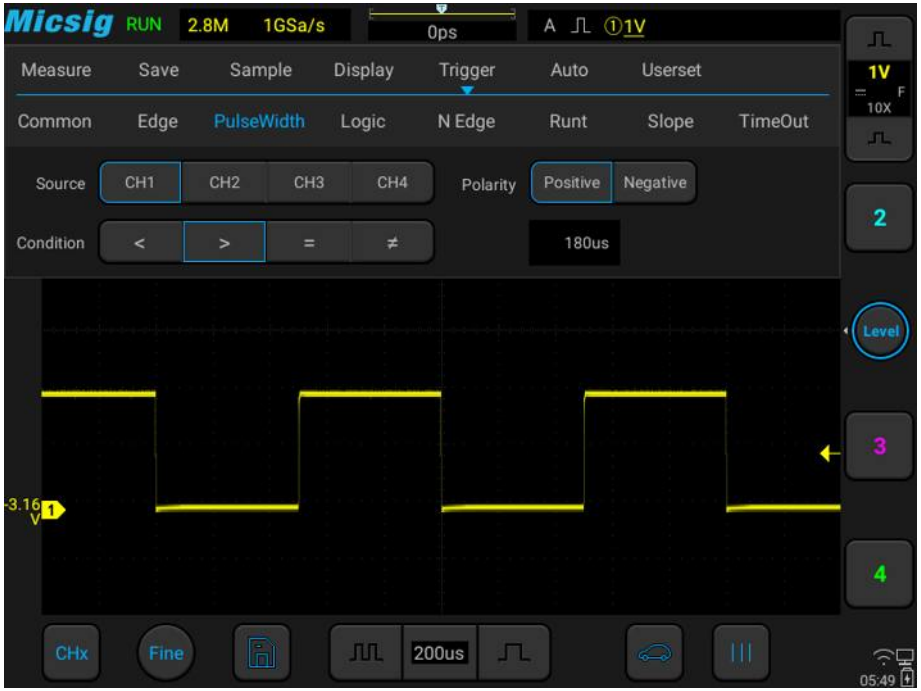


Рисунок 7-14. Меню запуска по длительности импульса

Пояснения к настройкам:

1) Выбор полярности

Значок выбранной полярности отображается справа сверху. Положительный импульс выше текущего уровня запуска (значок положительного импульса CH1), отрицательный —

ниже уровня запуска (значок отрицательного импульса CH1 ①1.00V).

При выполнении условия положительный импульс запускает регистрацию на переходе сверху вниз, отрицательный — снизу вверх (рисунок 7-15).

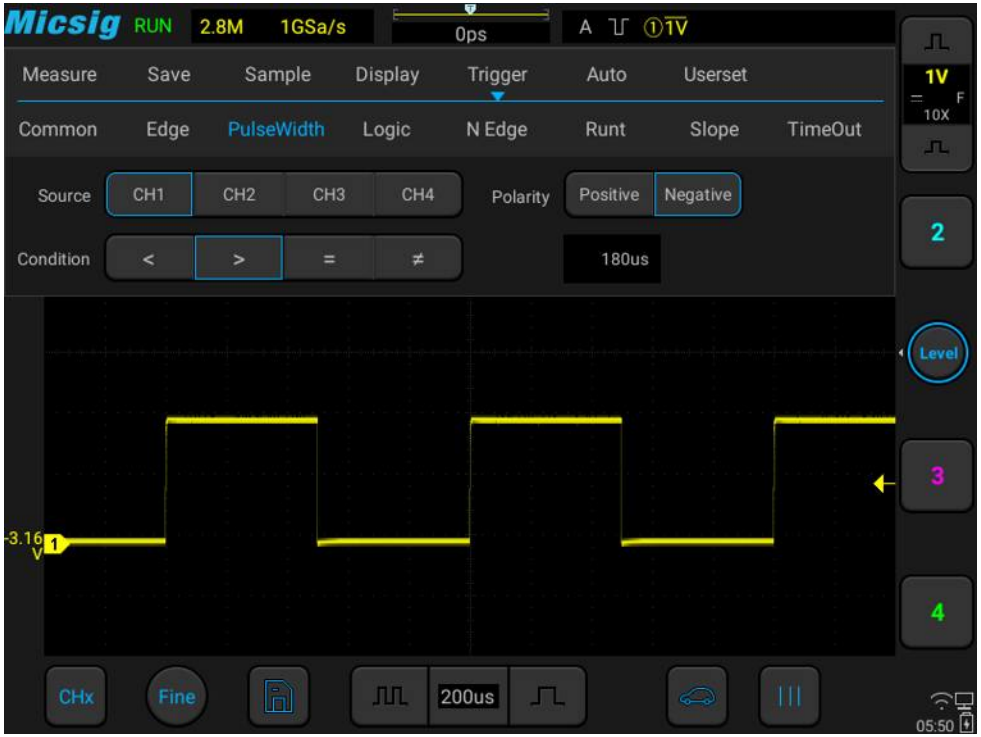


Рисунок 7-15. Переход уровня отрицательного импульса

2) Условие запуска и длительность импульса

Доступны условия времени: <, >, =, ≠.

- Меньше заданного времени (<)

  Например, для положительного импульса при T<80 ns стабильный запуск происходит только при длительности менее 80 ns (рисунок 7-16).

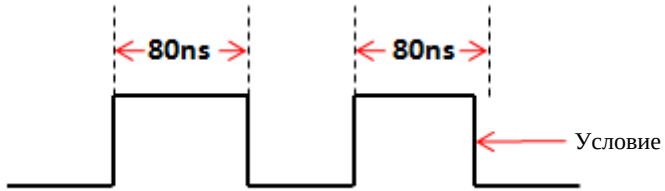


Рисунок 7-16. Время запуска T<80 ns

- Больше заданного времени (>)

  Например, для положительного импульса при T>80 ns стабильный запуск происходит только при длительности более 80 ns (рисунок 7-17).

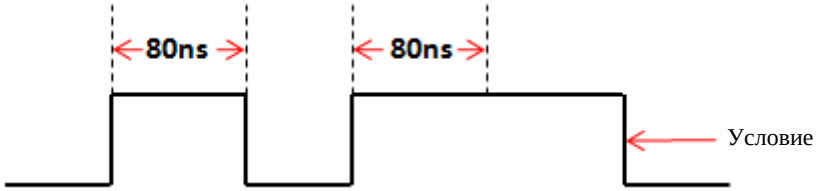


Рисунок 7-17. Время запуска T>80 ns

- Равно заданному времени (=)

  Например, для положительного импульса при T=80 ns стабильный запуск происходит только при длительности 80 ns (рисунок 7-18).

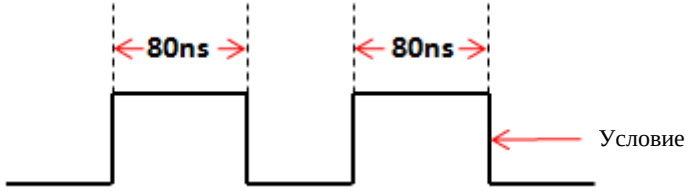


Рисунок 7-18. Время запуска T=80 ns

- Не равно заданному времени (≠)

Например, для положительного импульса при T≠80 ns стабильный запуск происходит только при длительности, отличной от 80 ns (рисунок 7-19).

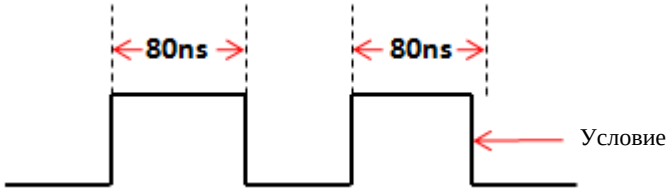
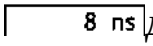


Рисунок 7-19. Время запуска T≠80 ns

Длительность импульса запуска задаётся в диапазоне 8 ns–10 s.

Коснитесь поля длительности 

для открытия окна регулировки (рисунок 7-20). Измените длительность касанием или перетаскиванием шкалы времени.

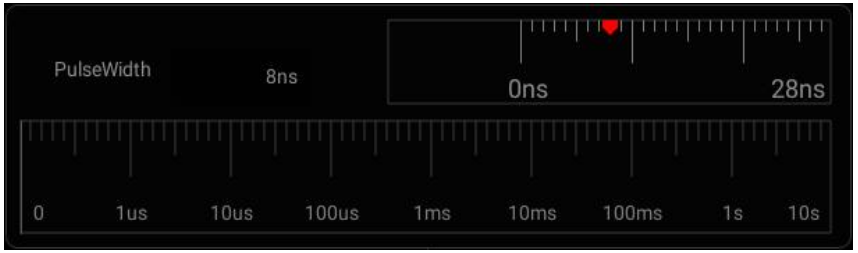


Рисунок 7-20. Регулировка длительности импульса

7.4 Логический запуск

Запуск происходит, когда уровни аналоговых каналов удовлетворяют логической операции AND, OR, NAND или NOR, напряжение достигает уровня запуска, а длительность логического состояния — заданного условия (8 ns–10 s). Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	**Настройка**		**Описание**
Источник запуска	CH1	Высокий	CH1: высокий уровень
		Низкий	CH1: низкий уровень
		Не используется	CH1: не используется
	CH2	Высокий	CH2: высокий уровень
		Низкий	CH2: низкий уровень
		Не используется	CH2: не используется
	CH3	Высокий	CH3: высокий уровень

		Низкий	CH3: низкий уровень
		Не используется	CH3: не используется
	CH4	Высокий	CH4: высокий уровень
		Низкий	CH4: низкий уровень
		Не используется	CH4: не используется
Логическая операция	AND		Выбор операции AND
	OR		Выбор операции OR
	NAND		Выбор операции NAND
	NOR		Выбор операции NOR
Условие запуска	Переход в истину		Запуск при переходе в истину
	Переход в ложь		Запуск при переходе в ложь
	<, >, =, ≠T		Запуск при длительности состояния <, >, =, ≠T
Время состояния	8ns~10ns		Задание длительности состояния

Примечание: для условий больше, меньше, равно и не равно погрешность составляет 6%.

Настройка логического запуска между каналами:

1) Коснитесь «Trigger» в главном меню, выберите логический запуск и задайте параметры, показанные на рисунке 7-21:

- Уровни: CH1 и CH3 — High; CH2 и CH4 — Low. Для не участвующих в операции каналов выберите None, чтобы исключить их влияние.
- Логическая операция: AND.
- Условие: <.
- Длительность состояния: 400 ns.

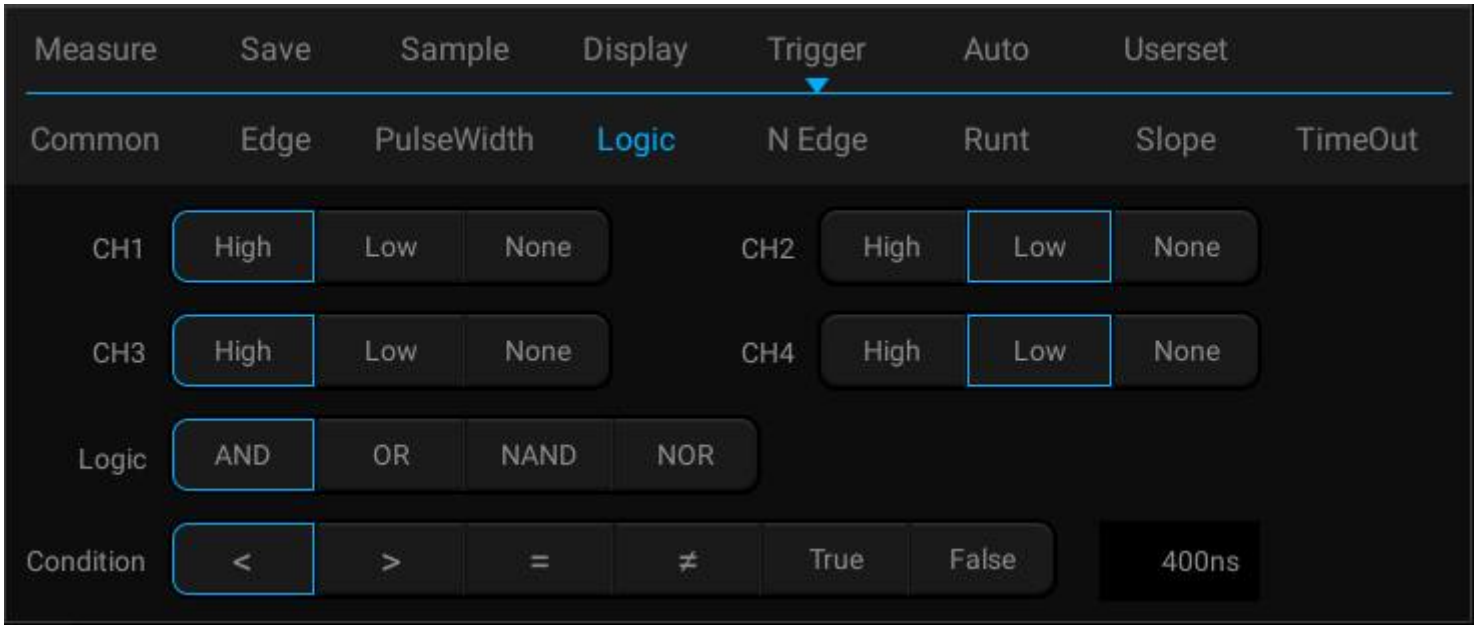


Рисунок 7-21. Меню логического запуска

Пояснения к настройкам:

Логические уровни

После выбора источника задайте High, Low или None для канала. Его уровень запуска отображается в правом верхнем углу экрана.

High: выше текущего уровня запуска. Значок: « 0.0V ”.

Low: ниже текущего уровня запуска. Значок: « 

”.

None: канал не используется.

Канал уровня: коснитесь стрелки регулировки или используйте быстрое меню запуска.

Логические условия

1) True: запуск при переходе логического состояния в истину.

2) False: запуск при переходе логического состояния в ложь.

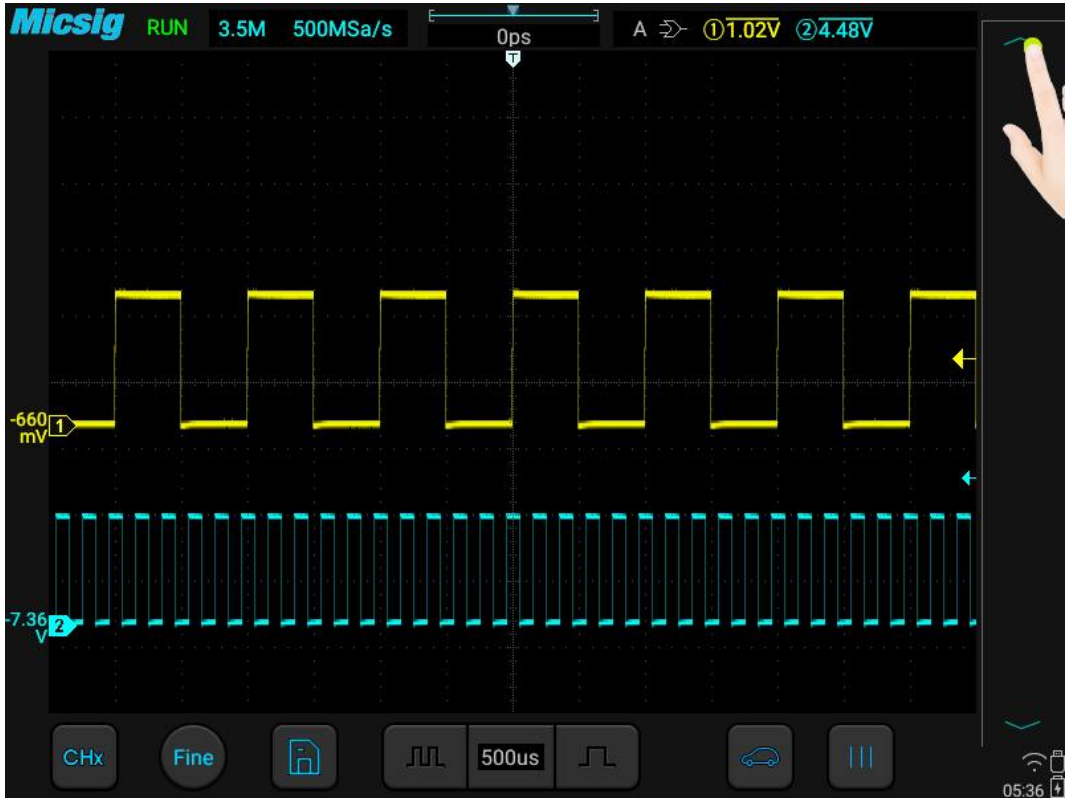


Рисунок 7-22. Регулировка уровня запуска

Длительность импульса запуска задаётся в диапазоне 8 ns–10 s.

Поле времени (400ns) открывает регулировку длительности состояния. Подробнее см. раздел о регулировке длительности импульса.

7.5 Запуск по N-му фронту

Запуск происходит по N-му фронту после заданного интервала отсутствия активности. Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	Настройка	Описание
Источник запуска	CH1	CH1 — источник запуска
	CH2	CH2 — источник запуска
	CH3	CH3 — источник запуска
	CH4	CH4 — источник запуска
Время	8ns~10s	Интервал без активности
Фронт	Положительный фронт	Запуск по положительному фронту
	Отрицательный фронт	Запуск по отрицательному фронту
Номер фронта	1~65535	Запуск по N-му фронту после интервала без активности

Настройка CH1 на запуск по 5-му положительному фронту после 500 us:

1) Коснитесь «Trigger» в главном меню, выберите запуск по N-му фронту и задайте параметры, показанные на рисунке 7-23:

- Источник запуска: CH1.
- Время: 10 ms.
- Фронт: положительный.
- Номер фронта: 99.

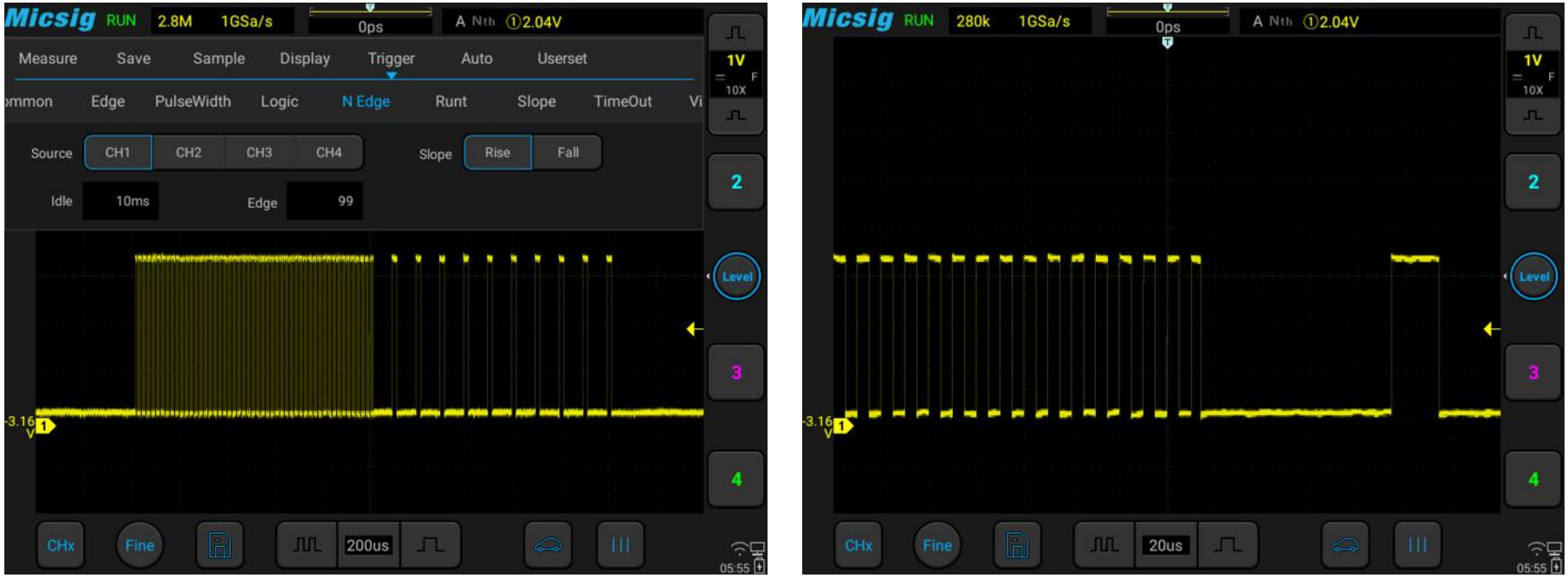


Рисунок 7-23. Меню запуска по N-му фронту

2) Отрегулируйте уровень для стабильного запуска, например установите 1.44 V.

7.6 Запуск по неполному импульсу

Задайте верхний и нижний пороги. Запуск происходит по импульсу, который пересекает один порог, но не достигает второго. Доступны положительный и отрицательный неполные импульсы.

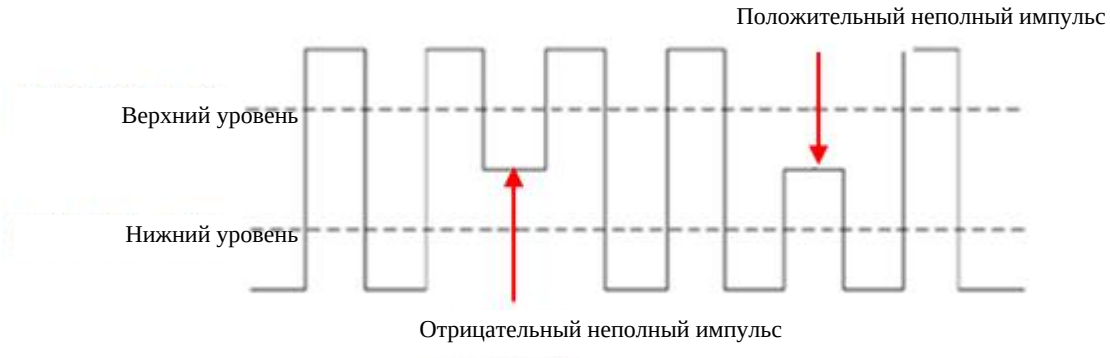


Рисунок 7-24. Запуск по неполному импульсу

Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	Настройка	Описание
Источник запуска	CH1	CH1 — источник запуска
	CH2	CH2 — источник запуска

Параметр запуска	Настройка	Описание
	CH3	CH3 — источник запуска
	CH4	CH4 — источник запуска
Полярность	Положитель-ная	Запуск по положительному неполному импульсу
	Отрицатель-ная	Запуск по отрицательному неполному импульсу
	Любая	Запуск по неполному импульсу любой полярности
Условие запуска	<T	Запуск при длительности импульса < T
	>T	Запуск при длительности импульса > T
	<>T	Запуск при длительности больше T1 и меньше T2
	Не используется	Без ограничений длительности неполного импульса
Длительность импульса	8ns~10s	Задание длительности импульса

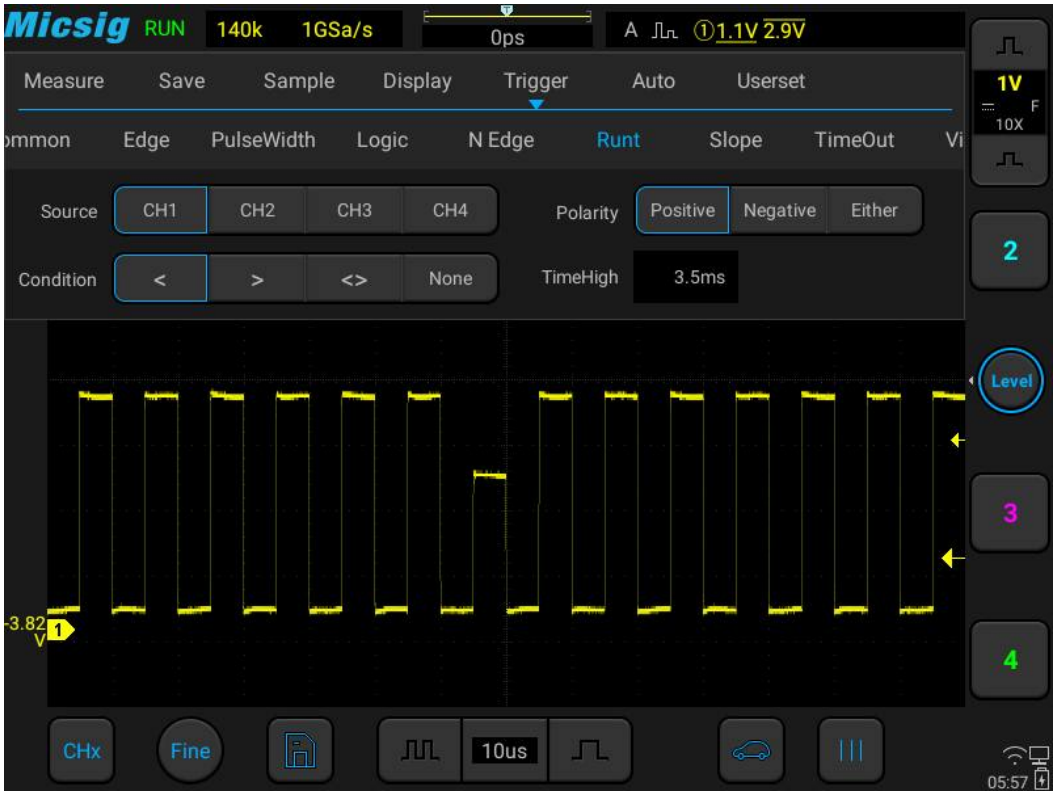


Рисунок 7-25. Меню запуска по неполному импульсу

7.7 Запуск по крутизне фронта

Запуск происходит при заданном времени перехода сигнала от одного уровня к другому.

Время положительного фронта: переход от нижнего уровня к верхнему.

Время отрицательного фронта: переход от верхнего уровня к нижнему.

См. рисунок 7-26.

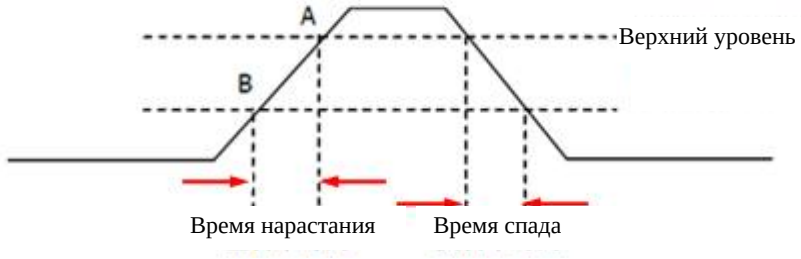


Рисунок 7-26. Время положительного и отрицательного фронтов

Диапазон времени фронта — 8 ns–10 s. Значок этого типа запуска вверху экрана:

 . Запуск происходит при выполнении условия. Он подходит для пилообразных и треугольных сигналов. Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	**Настройка**	**Описание**
Источник запуска	CH1	CH1 — источник запуска
	CH2	CH2 — источник запуска

Параметр запуска	Настройка	Описание
	CH3	CH3 — источник запуска
	CH4	CH4 — источник запуска
Фронт	Положи-тельный	Запуск по положительному наклону сигнала
	Отрицатель-ный	Запуск по отрицательному наклону сигнала
	Любой	Запуск при изменении наклона сигнала
Условие запуска	<T	Запуск при времени фронта меньше T
	>T	Запуск при времени фронта больше T
	<>T	Запуск при времени меньше верхнего T1 и больше нижнего T2
Время	8ns~10s	Задание времени фронта сигнала запуска

Настройка CH1 на положительный фронт длительностью менее 1 ms:

1) Коснитесь «Trigger» в главном меню, выберите запуск по крутизне фронта и задайте параметры, показанные на рисунке 7-27:

   - Источник запуска: CH1.
   - Фронт: положительный.
   - Время фронта: 1 us.

2) Отрегулируйте верхний (High) или нижний (Low) уровень запуска. Переключайте уровни стрелками на концах полосы регулировки.

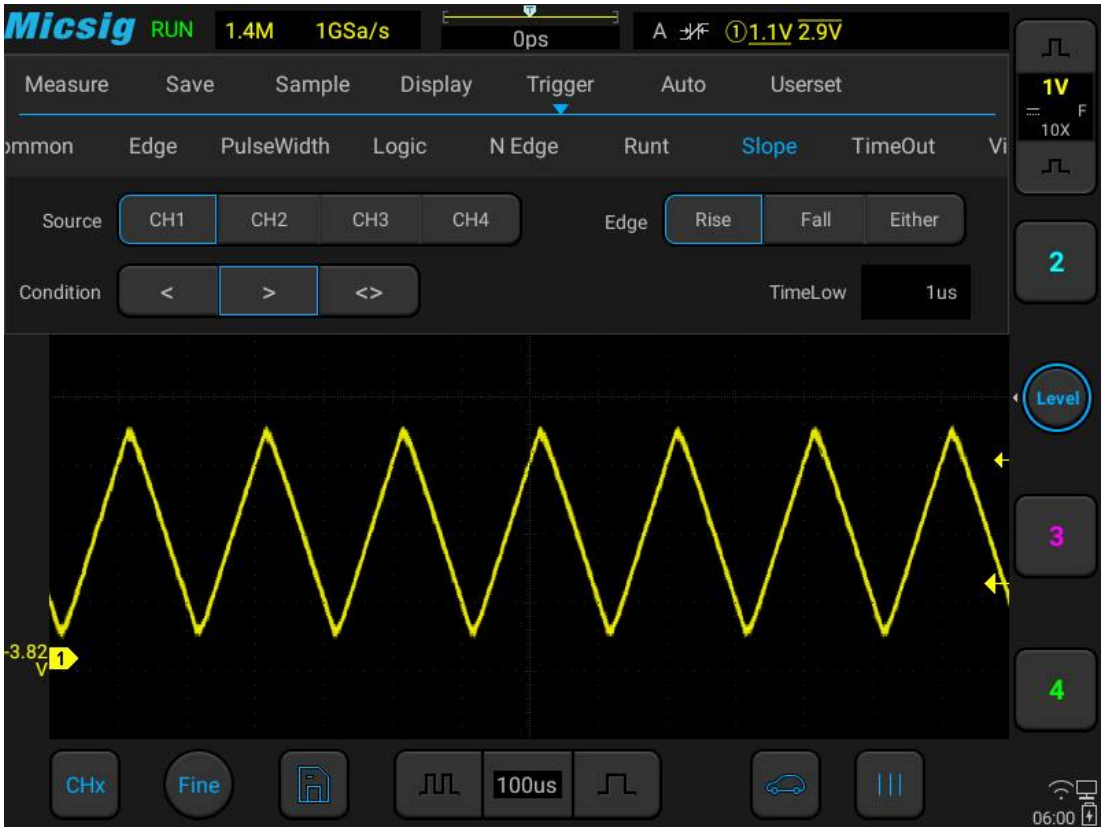


Рисунок 7-27. Меню запуска по крутизне фронта

Время фронта задаётся в диапазоне 8 ns–10 s.

Примечание: стабильный запуск возможен только при выборе канала с подключённым сигналом в качестве источника запуска.

7.8 Запуск по тайм-ауту

Запуск происходит, когда время нахождения сигнала выше или ниже уровня запуска, отсчитываемое от пересечения этого уровня, достигает заданного значения (рисунок 7-28).

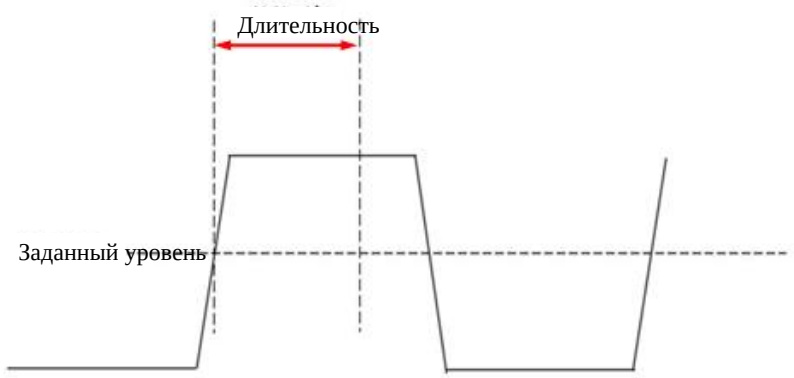


Рисунок 7-28. Схема запуска по тайм-ауту

Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	**Настройка**	**Описание**

Источник запуска	CH1	CH1 — источник запуска
	CH2	CH2 — источник запуска
	CH3	CH3 — источник запуска
	CH4	CH4 — источник запуска
Полярность	Положитель-ная	Отсчёт от пересечения уровня положительным фронтом
	Отрицатель-ная	Отсчёт от пересечения уровня отрицательным фронтом
	Любая	Отсчёт от пересечения уровня любым фронтом
Время	8ns~10s	Время тайм-аута

Настройка CH1 на положительную полярность и тайм-аут 15 us:

1) Коснитесь «Trigger» в главном меню, выберите запуск по тайм-ауту и задайте параметры, показанные на рисунке 7-29:

   - Источник запуска: CH1.
   - Полярность: положительная.
   - Время тайм-аута: 8 ns.

2) Отрегулируйте уровень для стабильного запуска.



Рисунок 7-29. Запуск по тайм-ауту

7.9 Запуск по видеосигналу

Способ запуска зависит от формата видео: PAL/625, SECAM, NTSC/525, 720P, 1080I или 1080P. Запуск возможен при разных вертикальных масштабах,

которые можно подобрать для удобства наблюдения. Параметры меню приведены ниже.

Параметр запуска	**Настройка**	**Описание**
Источник запуска	CH1	CH1 — источник запуска
	CH2	CH2 — источник запуска
	CH3	CH3 — источник запуска
	CH4	CH4 — источник запуска
Полярность	Положительная	Запуск по положительной полярности
	Отрицательная	Запуск по отрицательной полярности
Стандарт видео	625/PAL	Запуск по сигналу PAL
	SECAM	Запуск по сигналу SECAM
	525/NTSC	Запуск по сигналу NTSC

Параметр запуска	Настройка	Описание
	720P	Запуск по 720P (50 Hz, 60 Hz)
	1080I	Запуск по 1080I (50 Hz, 60 Hz)
	1080P	Запуск по 1080P (24 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 50 Hz, 60 Hz)
Строка		По строке
Условие	Нечётные поля	Запуск по положительному фронту первого зубчатого импульса нечётного поля
	Чётные поля	Запуск по положительному фронту первого зубчатого импульса чётного поля
	Все поля	Запуск по положительному фронту первого найденного зубчатого импульса
	Все строки	Запуск по всем строчным синхроимпульсам

Параметр запуска	**Настройка**		**Описание**
Запуск	Строка	625 строк (PAL, SECAM)	Запуск по заданной строке нечётного или чётного поля
		263 нечётные, 262 чётные строки (NTSC)	
		750 строк (720P)	
		1125 строк (1080I, 1080P)	

- Стандарт: 525/NTSC.
- Запуск: нечётные поля.

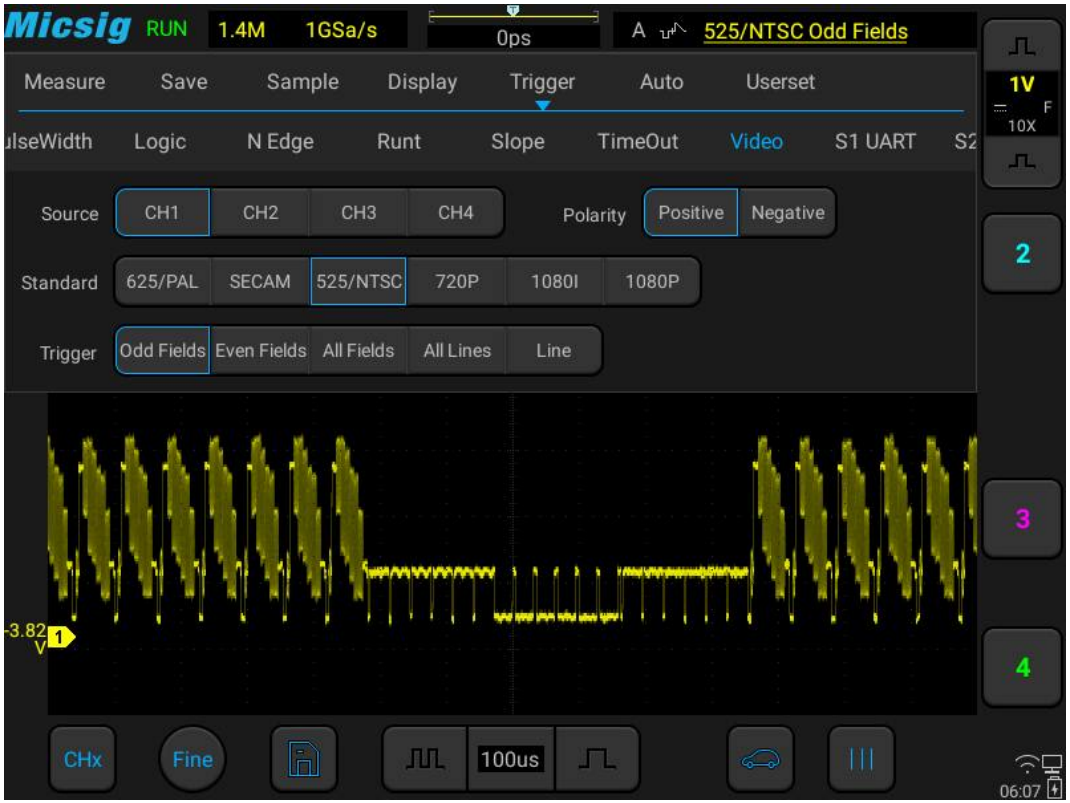


Рисунок 7-30. Запуск по видеосигналу

Рекомендации:

- Для подробного наблюдения видеосигнала сначала увеличьте глубину памяти.

- При настройке запуска учитывайте, что цифровой осциллограф использует несколько градаций яркости. Разная яркость отражает частоту появления участков сигнала. Опытный пользователь может по этому признаку быстро оценить качество сигнала и выявить аномалии.

7.10 Запуск по последовательной шине

См. «Главу 13. Запуск и декодирование последовательных шин (опция)».

Глава 8. Система анализа

В этой главе подробно описана система анализа осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с её настройками и управлением в осциллографах серии SATO.

- Автоматические измерения
- Измерения частотомером
- Курсоры
- Фазовые линейки

8.1 Автоматические измерения

Настройка измерений

Проведите вниз от верхнего края, откройте главное меню и коснитесь «Measure». Меню содержит 23 измеряемых параметра. Меню, выбранные параметры и их отображение показаны на рисунке 8-1.



Рисунок 8-1. Меню автоматических измерений

Автоматические измерения

1) Выбор канала: выберите нужный канал над меню измерений.

2) Выбор параметра: коснитесь нужного параметра. Он появится в области «Selected Parameters» ниже.

3) Menu Нажмите верхнюю кнопку для быстрого закрытия меню измерений.

4) Удаление параметра: в области «Selected Parameters» под меню коснитесь удаляемого параметра либо кнопки [redacted] для удаления всех параметров.

Примечание:

При перемещении, масштабе и включении/отключении каналов пересчитываются измерения и Math.

Осциллограф запоминает автоматические измерения. Выключение и повторное включение не удаляет добавленные параметры.

Все измерения

Проведите вверх от нижнего края. В меню коснитесь [redacted] для отображения всех измерений текущего канала. Смените канал для других измерений (рисунок 8-3). Повторное нажатие отключает все измерения.



Рисунок 8-2. Выдвижное меню

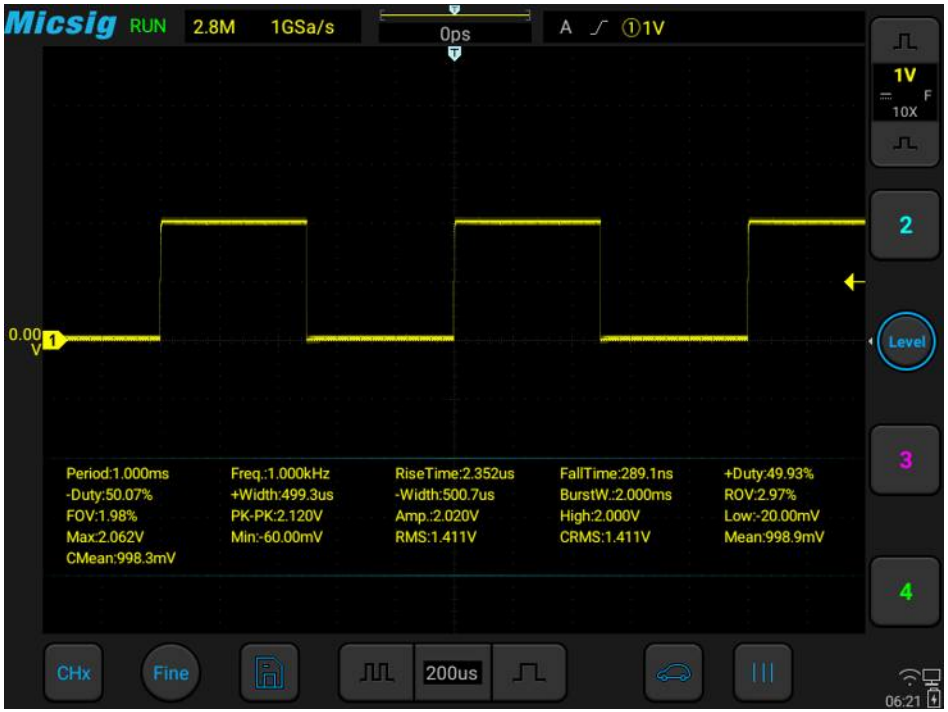


Рисунок 8-3. Все измерения

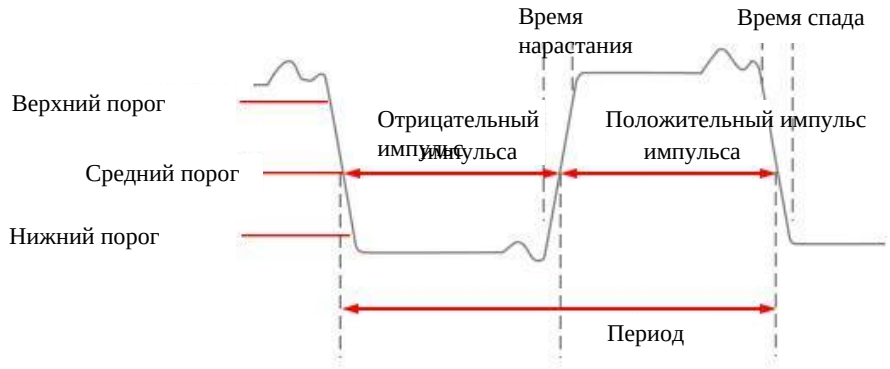


Рисунок 8-4. Временные параметры

Период

Длительность первого полного периода сигнала.

Частота

Величина, обратная периоду.

Время нарастания

Время перехода первого положительного фронта от 10% до 90% амплитуды.

Время спада

Время перехода первого отрицательного фронта от 10% до 90% амплитуды.

Задержка

Измеряется задержка между положительными или отрицательными фронтами каналов. Доступны девять сочетаний измерения.

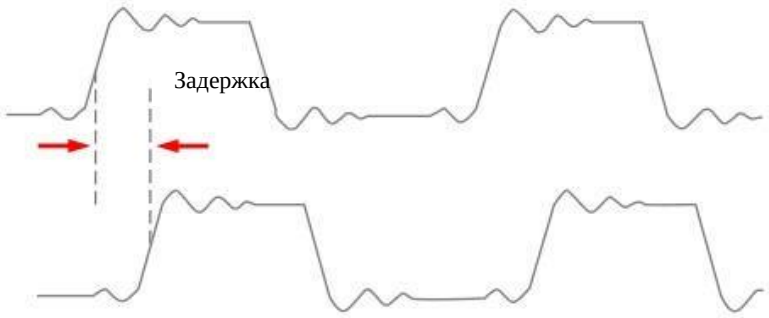


Рисунок 8-5. Схема измерения задержки

1) Откройте меню автоматических измерений и коснитесь для открытия меню выбора фазы.

2) Слева по умолчанию выбран текущий канал. Можно выбрать другой включённый канал, кроме опорного. Доступны первый или последний положительный либо отрицательный фронт.

3) Справа выберите канал сравнения среди аналоговых и математического каналов. Доступны первый или последний положительный либо отрицательный фронт.

4) ok Нажмите для подтверждения.

Коэффициент заполнения положительного импульса

Измеряется для первого периода осциллограммы.

Коэффициент = (длительность положительного импульса / период) × 100%.

Коэффициент заполнения отрицательного импульса

Измеряется для первого периода осциллограммы.

Коэффициент = (длительность отрицательного импульса / период) × 100%.

Длительность положительного импульса

Измеряется для первого положительного импульса между двумя точками уровня 50% амплитуды.

Длительность отрицательного импульса

Измеряется для первого отрицательного импульса между двумя точками уровня 50% амплитуды.

Длительность пакета

Длительность пакета импульсов по всей осциллограмме.

Выброс

Положительный выброс

Положительный выброс = [(максимум − верхний уровень) / амплитуда] × 100%.

Отрицательный выброс

Отрицательный выброс = [(нижний уровень − минимум) / амплитуда] × 100%.

Фаза

Время опережения или запаздывания одной осциллограммы относительно другой, выраженное в градусах. Полный период соответствует 360°.



Рисунок 8-6. Схема измерения фазы

Размах

По всей осциллограмме: размах = максимум − минимум.

Амплитуда

По всей осциллограмме: амплитуда = верхний уровень (100%) − нижний уровень (0%).

Ниже показаны точки измерения напряжения.

Тип пробника определяет единицы измерения входного канала: вольты или амперы. См. раздел «6.4.4 Выбор типа пробника».

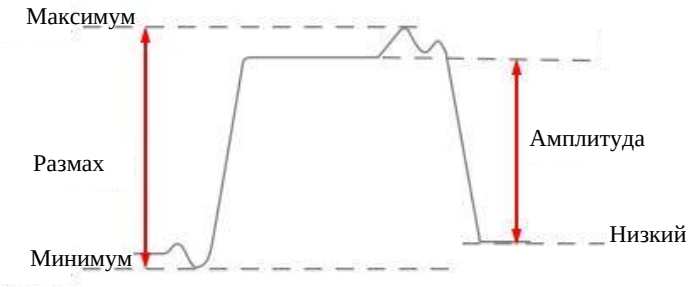


Рисунок 8-7. Измерение напряжения

Верхний уровень

Уровень 100% по всей осциллограмме, рассчитанный методом минимум/максимум или гистограммы.

Нижний уровень

Уровень 0% по всей осциллограмме, рассчитанный методом минимум/максимум или гистограммы.

Максимум

Наибольший положительный пик по всей осциллограмме.

Минимум

Наибольший отрицательный пик по всей осциллограмме.

RMS

Истинное среднеквадратическое значение по всей осциллограмме.

C RMS

Истинное среднеквадратическое значение первого периода.

Среднее

Среднее арифметическое по всей осциллограмме.

Среднее за период

Среднее арифметическое первого периода.

Примечание:

Если измеряемая осциллограмма отображается не полностью, вместо значения появляется «Forward Clipping» или «Negative Clipping».

Если исходный сигнал виден полностью, выход математической осциллограммы за пределы экрана не влияет на её измеренное значение.

Если исходный канал обрезан, измерение математической осциллограммы использует значения исходного канала на границе обрезки экрана.

8.2 Измерения частотомером

Откройте главное меню, коснитесь «Measure» и «Counter» и выберите измеряемый канал (рисунок 8-8). Результат аппаратного частотомера отображается слева сверху (рисунок 8-9).

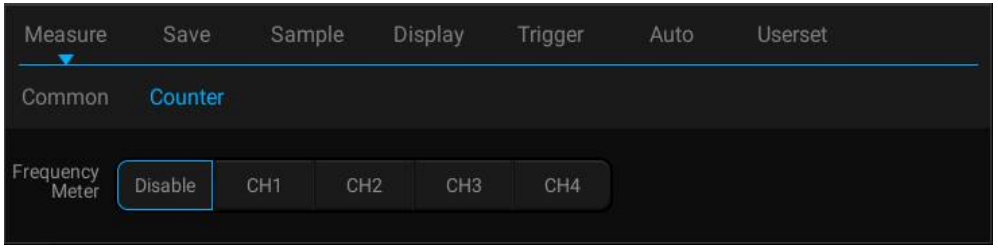


Рисунок 8-8. Меню измерения частотомером

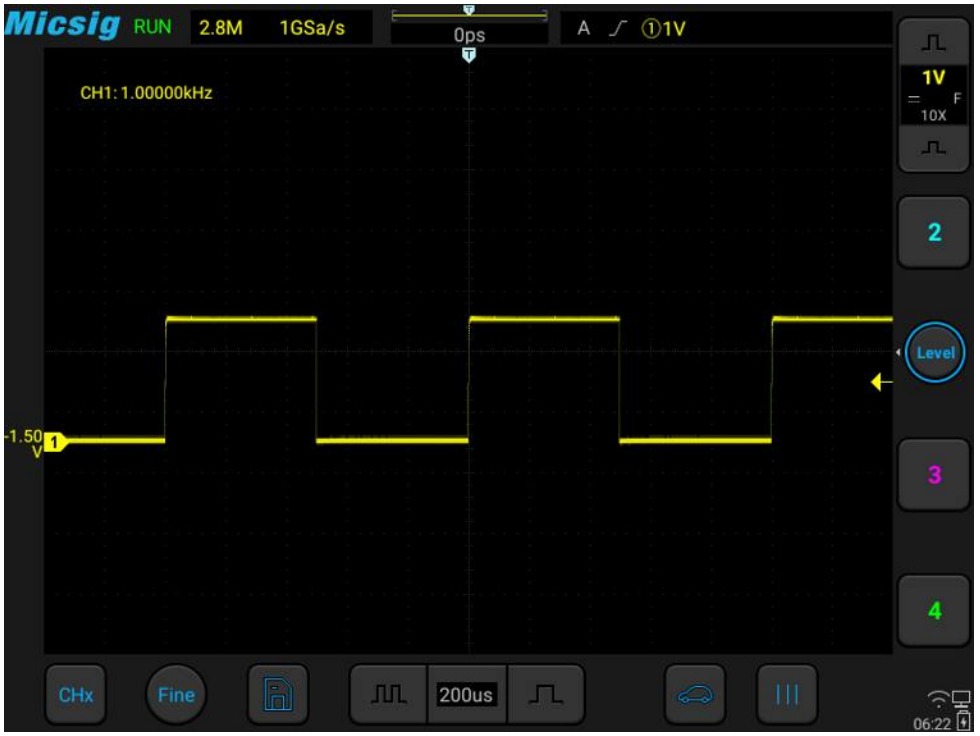


Рисунок 8-9. Измерение частотомером

8.3 Курсоры

Включите курсоры и установите их в нужных точках для считывания измеренных значений.

Горизонтальные курсоры измеряют величину по вертикали, вертикальные — по горизонтали (рисунок 8-10).

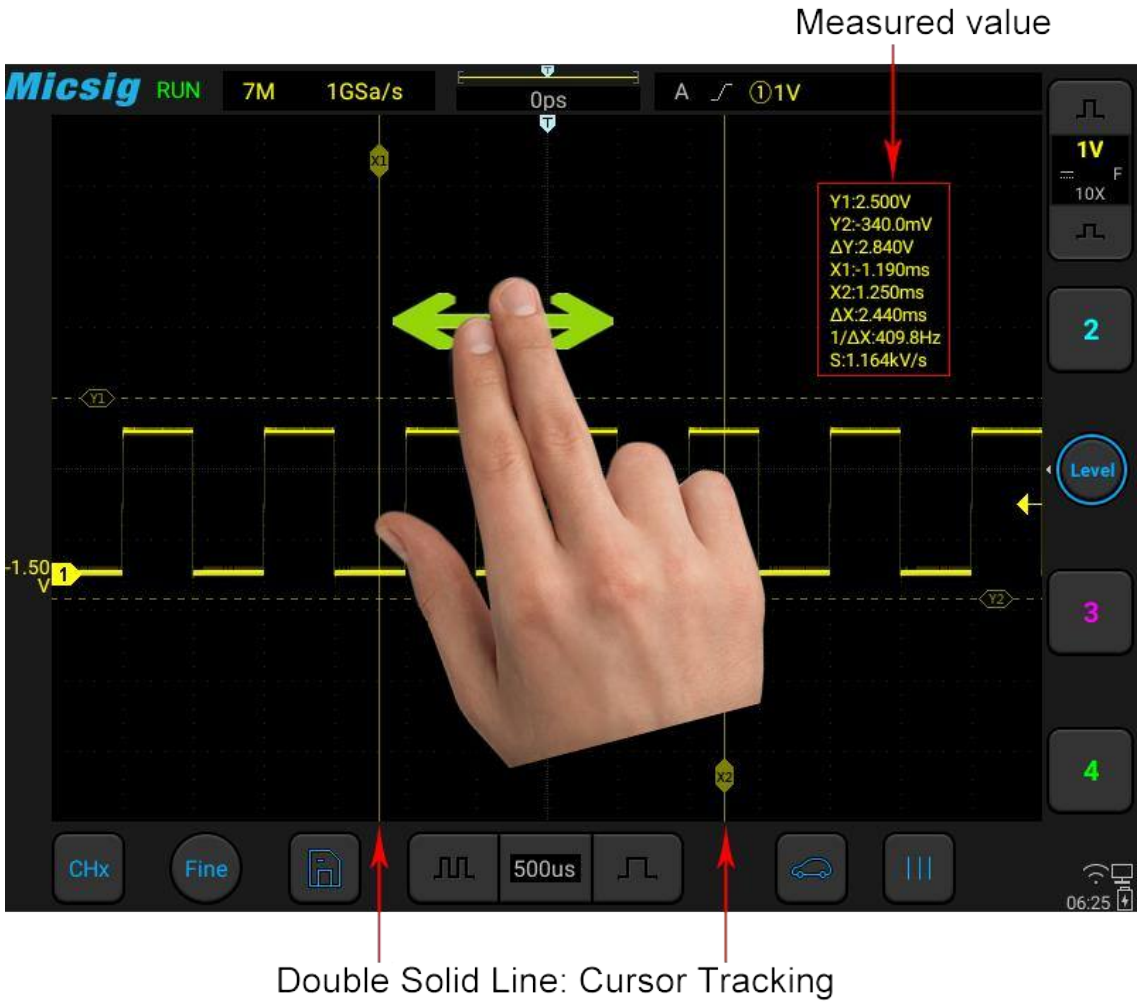


Рисунок 8-10. Измерения курсорами

Примечание:

Показание : разность положений двух курсоров.

Напряжения Y1 и Y2: положение включённых горизонтальных курсоров относительно нулевого потенциала.

Время X1 и X2: положение включённых вертикальных курсоров относительно точки запуска.

1/ X: частота.

Показание S: отношение разности напряжений горизонтальных курсоров к разности времени **вертикальных курсоров, то есть наклон между точками их пересечения.**

Включение, отключение и выбор вертикального курсора

Включение и отключение

Для включения откройте выдвижное меню и коснитесь значка курсора  . Значок подсветится, курсоры включатся.

Для отключения коснитесь значка в выдвижном меню 

.

Коснитесь линии указателя вертикального курсора для выбора курсора.

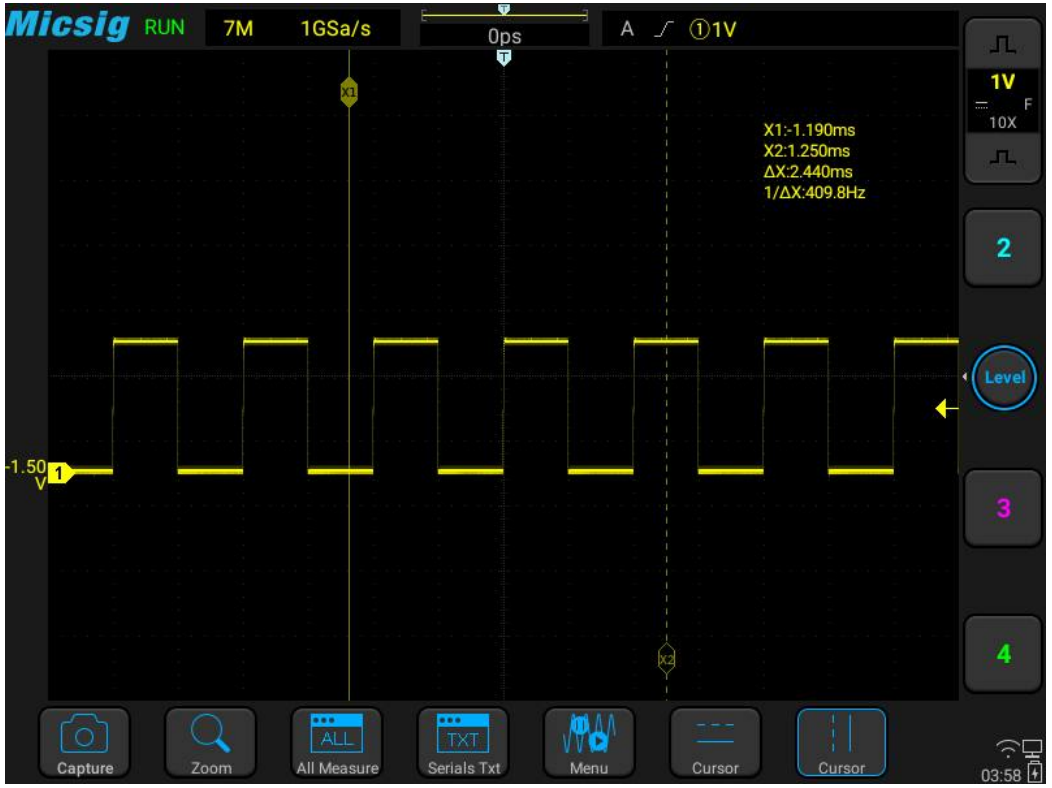


Рисунок 8-11. Выбор и отключение курсора

Перемещение вертикальных курсоров:

1) Нажмите и удерживайте линию указателя одним пальцем для грубого перемещения. Затем коснитесь кнопки точной настройки в левом нижнем углу, чтобы подстроить последний перемещённый курсор.

2) Связанное перемещение: при включённых курсорах проведите двумя пальцами.

   Примечание: текущая операция изменяется только после отрыва обоих пальцев. Если оторвать один палец, продолжая касаться другим, связанное перемещение продолжается.

Включение, отключение и выбор горизонтального курсора

Включение, отключение, выбор и перемещение горизонтальных курсоров выполняются аналогично вертикальным. Подробнее см. описание выше.

Пример измерения курсорами

При включённых вертикальных курсорах перемещайте их совместно для проверки изменения длительности импульсов в последовательности.

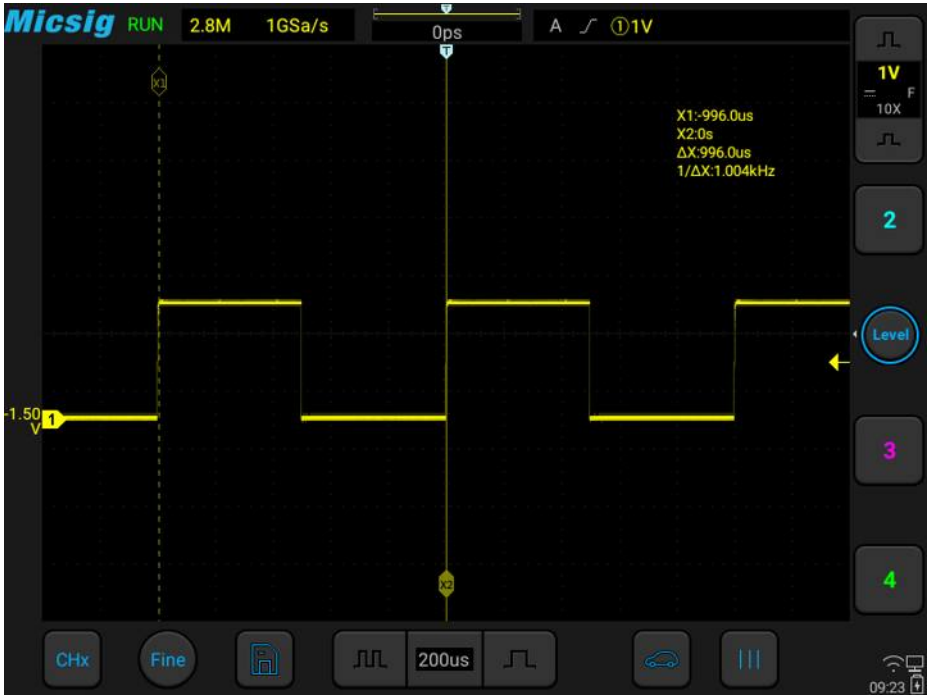


Рисунок 8-12. Измерение длительности курсорами

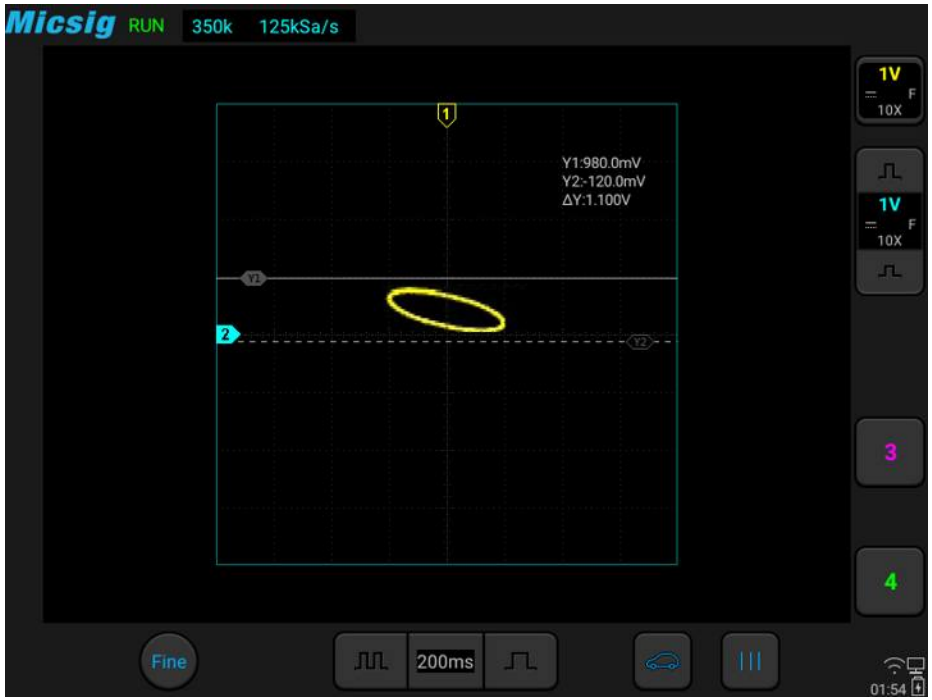


Рисунок 8-13. Курсоры в XY

В режиме XY курсор X показывает значение CH1 (V или A), курсор Y — CH2 (V или A).

8.4 Фазовые линейки

Фазовые линейки позволяют измерять временные параметры периодического сигнала относительно начала и конца заданного интервала. В настройках указываются число цилиндров и угол. Для использования перетащите два указателя фазовых линеек из неактивного положения на осциллограмму.

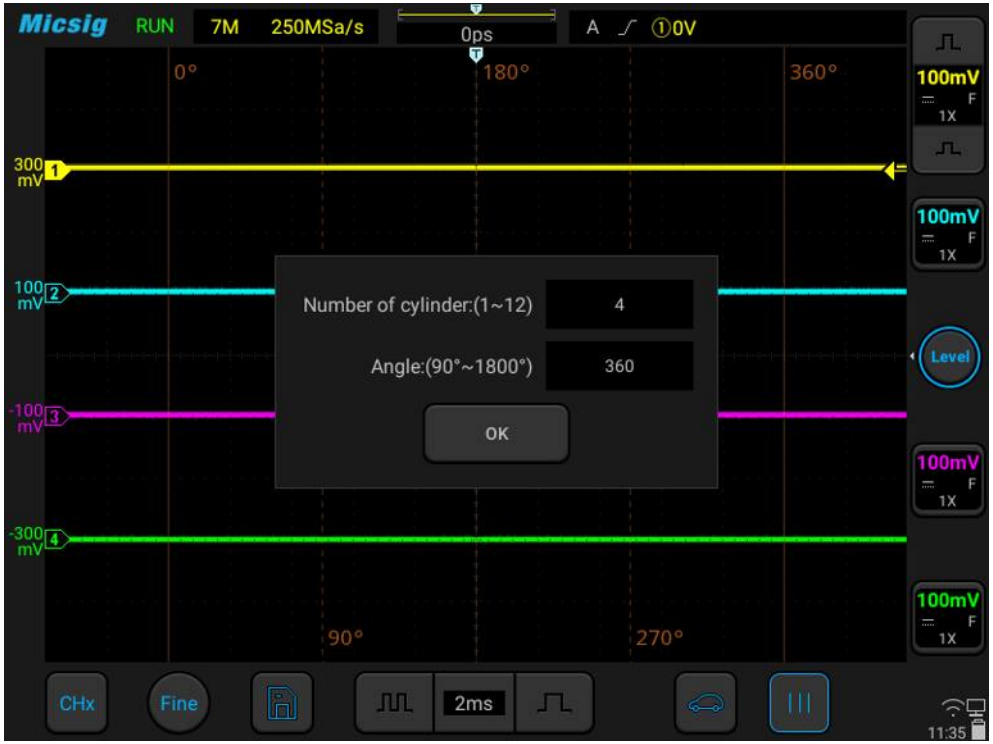


Рисунок 8-14. Фазовые курсоры

Глава 9. Снимки экрана, глубина памяти и сохранение осциллограмм

В этой главе подробно описаны снимки экрана и глубина памяти осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с системой сохранения осциллографов серии SATO.

- Снимки экрана
- Запись видео
- Глубина памяти
- Сохранение осциллограмм

9.1 Снимки экрана

Функция сохраняет текущее содержимое экрана в локальный файл изображения.

Для снимка экрана осциллографа откройте меню снизу и коснитесь значка 

.

В других приложениях дважды откройте верхнее меню и выберите снимок экрана.

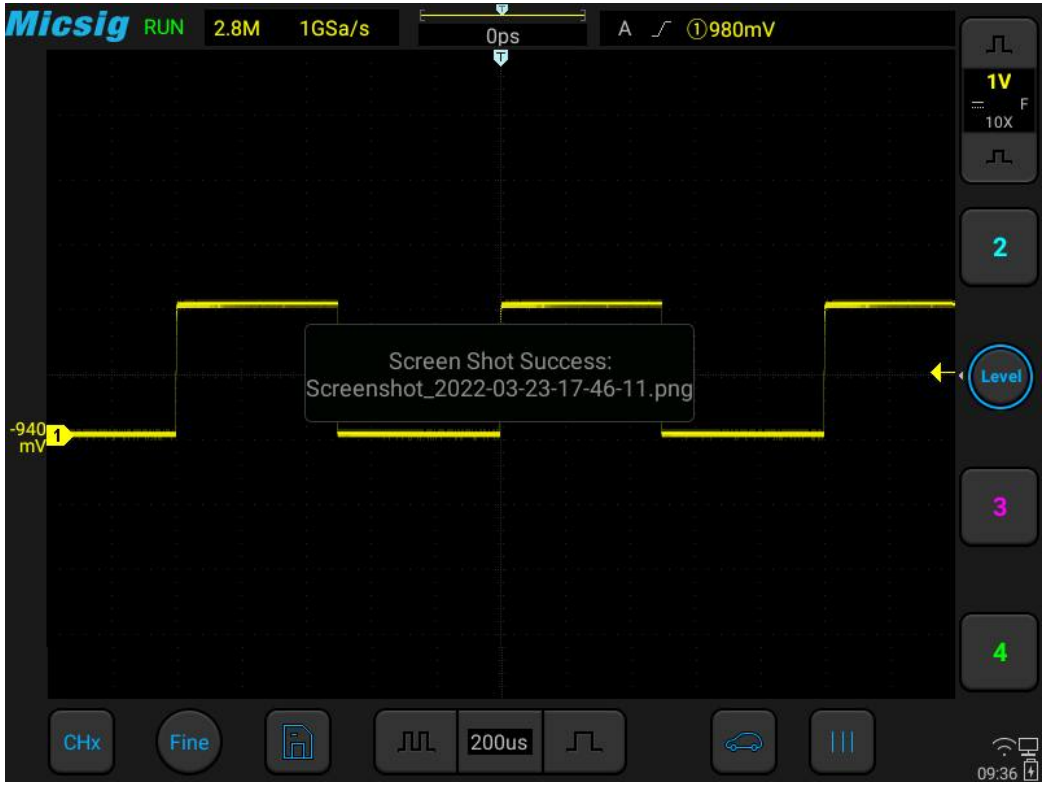


Рисунок 9-1. Снимок экрана

О просмотре изображений см. раздел «14.7 Галерея».

Временная метка и инверсия цветов

Осциллограф позволяет добавлять временную метку и инвертировать цвета снимков.

Откройте «Save» → «Picture» в главном меню. Включите или отключите Timestamp и InverseColor.

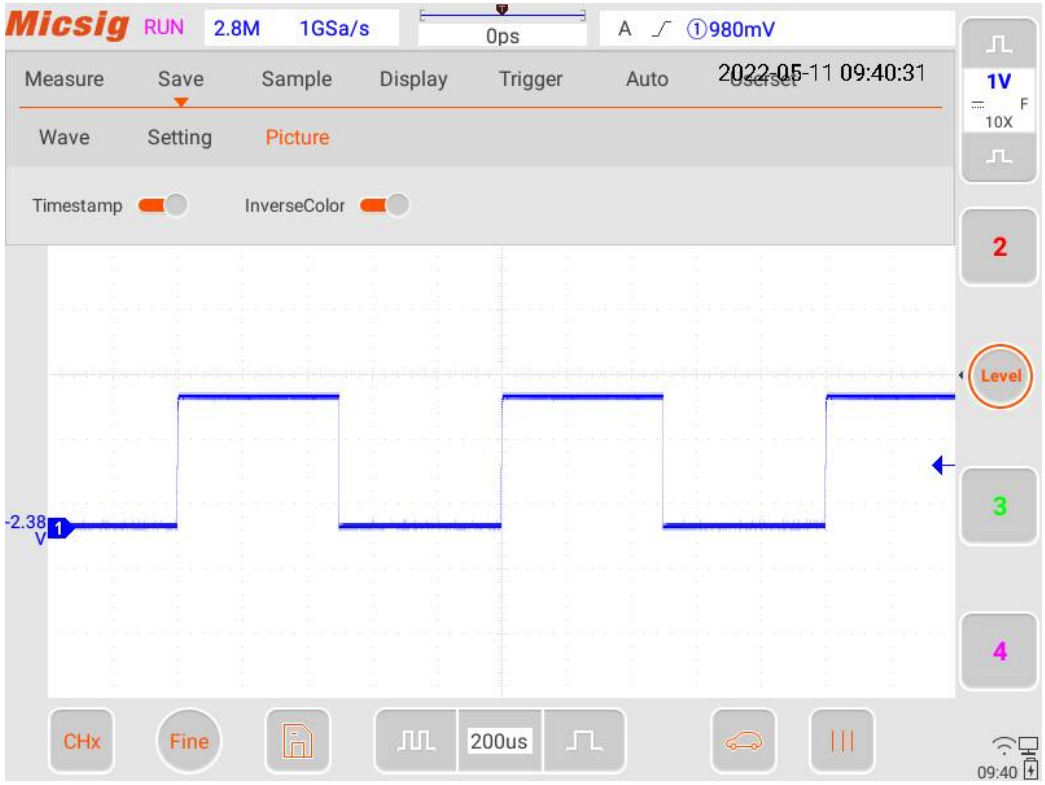


Рисунок 9-2. Временная метка и инверсия цветов

9.2 Запись видео

Запись видео аналогична снимку экрана, но сохраняет содержимое текущего экрана в локальный видеофайл.

Вне приложения осциллографа проведите вниз от верхнего края, откройте меню и коснитесь записи экрана. Она начнётся после трёхсекундного отсчёта (рисунок 9-3). До окончания отсчёта можно отменить запись треугольной, круглой или квадратной кнопкой внизу экрана.

Для завершения коснитесь времени записи в левом верхнем углу. Можно также выйти из приложения осциллографа, открыть верхнее меню и нажать «Stop Recording».

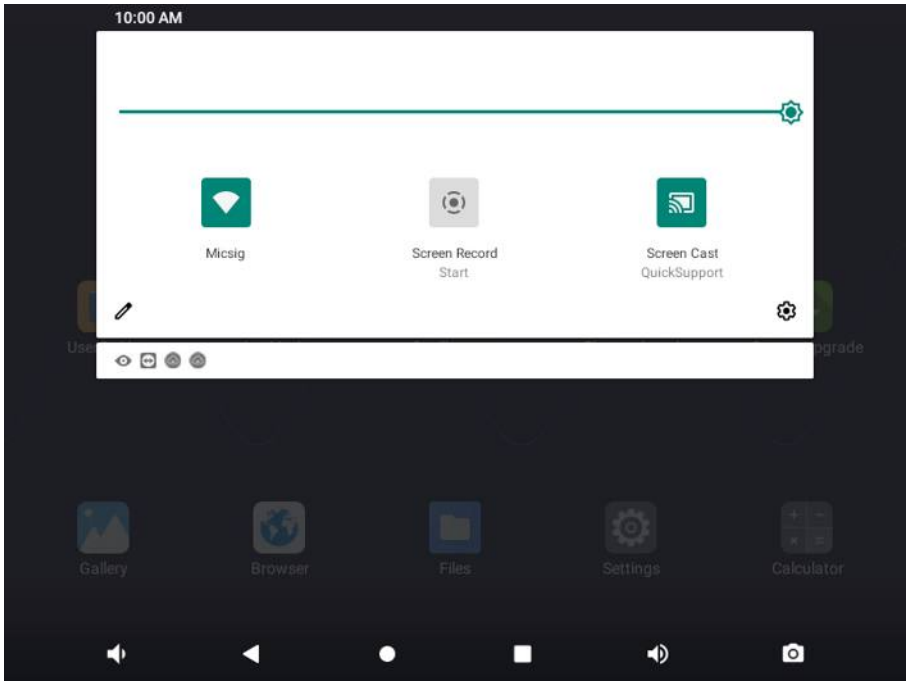


Рисунок 9-3. Начало записи видео

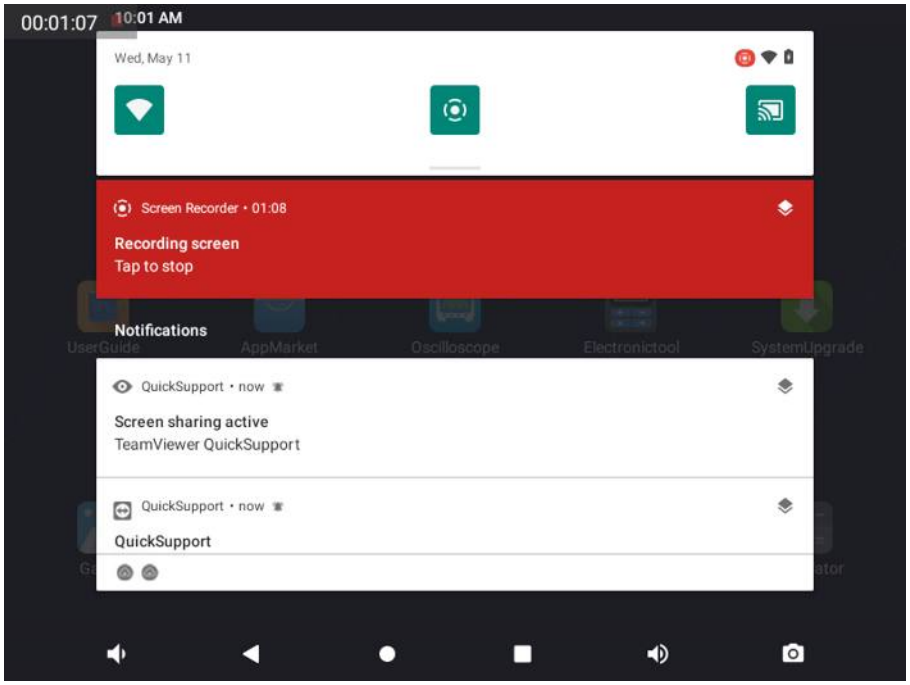


Рисунок 9-4. Запись видео

О просмотре видео см. раздел «13.7 Галерея».

9.3 Сохранение осциллограмм

Осциллограммы аналогового или математического канала сохраняются локально или на USB-накопителе в формате WAV, CSV или BIN.

Осциллограф имеет четыре опорных канала. В них можно загрузить файлы WAV и включить отображение опорных осциллограмм.

Сохранение опорного файла

Проведите вниз от верхнего края, откройте главное меню и коснитесь «Save». Ниже показано окно сохранения опорной осциллограммы выбранного канала.



Рисунок 9-5. Сохранение опорной осциллограммы CH1

Место: локальная память или USB-накопитель.

Типы файлов: WAV, CSV и BIN.

Имя: исходное имя состоит из года, месяца, дня и порядкового номера сохранения. Коснитесь поля имени, удалите его клавишей «Backspace» и введите новое на экранной клавиатуре.

Save: сохранение опорного файла с сообщением об успешном завершении. Последний сохранённый файл отображается первым в меню загрузки.

Save to: кнопка R* (R1, R2, R3, R4) сохраняет текущую осциллограмму непосредственно в выбранный опорный канал. Появляется сообщение об успешном сохранении.

Back: возврат на предыдущий уровень.

Способ 1: кнопка «Save»

В меню сохранения опорной осциллограммы выберите канал, место, тип и имя файла, затем нажмите «Save».

Порядок сохранения:

1) Выберите текущим сохраняемый канал: аналоговый, математический или опорный.

2) В главном меню коснитесь «Save».

3) В меню коснитесь «Save», чтобы открыть сохранение опорной осциллограммы, и задайте:

- Место сохранения: локальная память.
- Тип файла: WAV.
- Имя файла: CH1.

4) Нажмите «Save». Появится сообщение об успешном сохранении.

Для сохранения на USB подключите внешний накопитель. После подключения он становится предпочтительным местом сохранения опорной осциллограммы.

Количество сохранённых файлов опорных осциллограмм не ограничено.

Способ 2: кнопка R*

Нажмите R* (R1, R2, R3, R4) для сохранения текущей осциллограммы в соответствующий опорный канал Появится сообщение об успешном сохранении. Имя файла

отображается как Ref*, где * — обозначение опорного канала. При загрузке другой опорной осциллограммы сохранённые таким способом данные перезаписываются без возможности восстановления.

Способ 3: кнопка «Quick Save»

 Нажмите для сохранения всех каналов как опорных и снимка текущего экрана. Используются исходные имена файлов по умолчанию.

Управление опорными файлами

В файловом менеджере откройте категорию осциллограмм. Доступны копирование, вырезание, удаление, переименование, сжатие и другие операции (рисунок 9-4). Выделите файлы и нажмите корзину для удаления. Для переименования нажмите «More» внизу, затем «Rename» и введите имя на экранной клавиатуре. «Compress» открывает ввод имени архива и сжимает файл. После подключения USB файлы осциллографа можно переместить на накопитель.

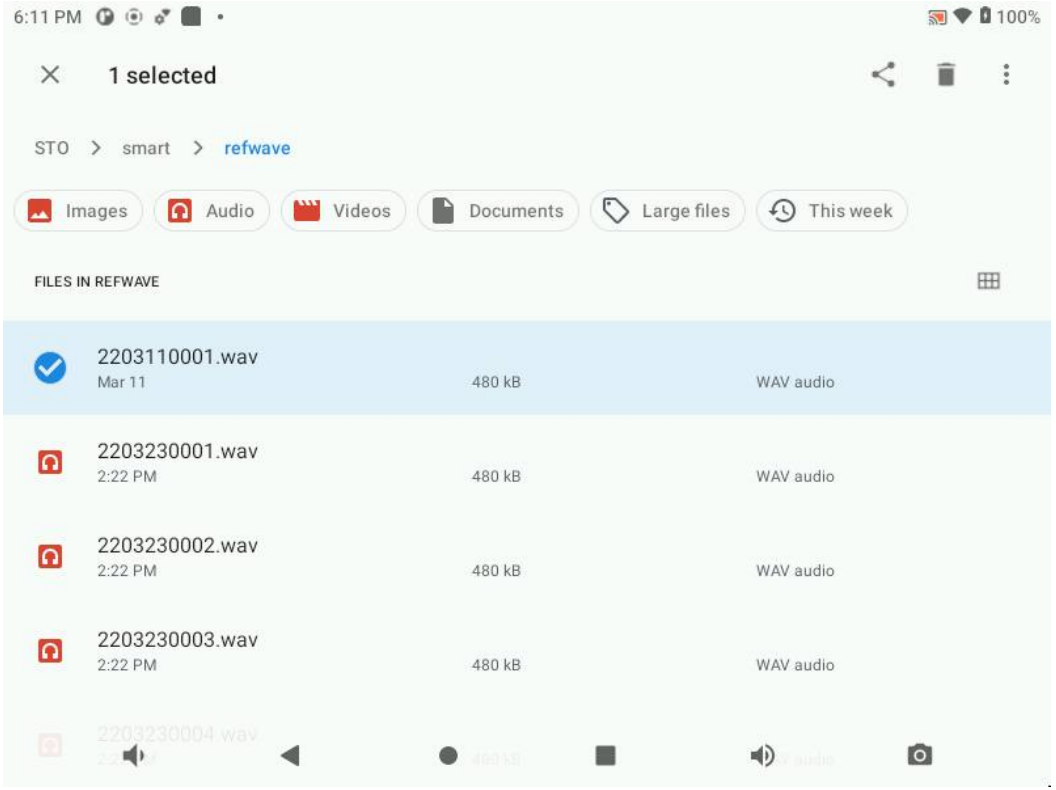


Рисунок 9-6. Удаление опорных файлов

Файлы CSV

Структура CSV

CSV содержит сведения о данных: время сохранения, имя файла, длину данных, интервал дискретизации, время запуска, источник, вертикальный масштаб и смещение, вертикальную точность, горизонтальную развёртку и точность, коэффициент пробника.

Максимальная длина данных CSV составляет 70K/35K для одного/двух каналов. Если длина записи или отображаемых данных меньше 70K/35K, длина CSV также изменяется. Например, при длине записи 14/7/3.5K двухканальный CSV содержит 7000 отсчётов.

Максимум и минимум в CSV

Значения Min и Max на экране результатов измерений могут отсутствовать в CSV.

Пояснение: при частоте дискретизации 1 GSa/s отсчёты берутся каждые 1 ns. При развёртке 10 us/div отображаются 140 us, поскольку экран имеет 14 делений. Количество отсчётов равно 140 us × 1 GSa/s = 140K. Осциллограф должен

отобразить 140K отсчётов в 600 пиксельных столбцах. При сведении данных к столбцам сохраняются минимумы и максимумы всех отсчётов каждого столбца, и именно они отображаются на экране.

Аналогичное сокращение данных создаёт запись для анализа, измерений и CSV. Она значительно больше 600 точек и может содержать до 60 000. При превышении 60 000 требуется прореживание. Для CSV коэффициент прореживания выбирается так, чтобы каждая точка наилучшим образом представляла соответствующие исходные отсчёты. Поэтому экранные значения Min и Max могут не попасть в CSV.

9.4 Сохранение настроек осциллографа

Можно сохранить до 10 наборов текущих настроек и восстановить их одним нажатием.

Откройте главное меню, коснитесь «Save» и выберите «Setting» (рисунок 9-7).

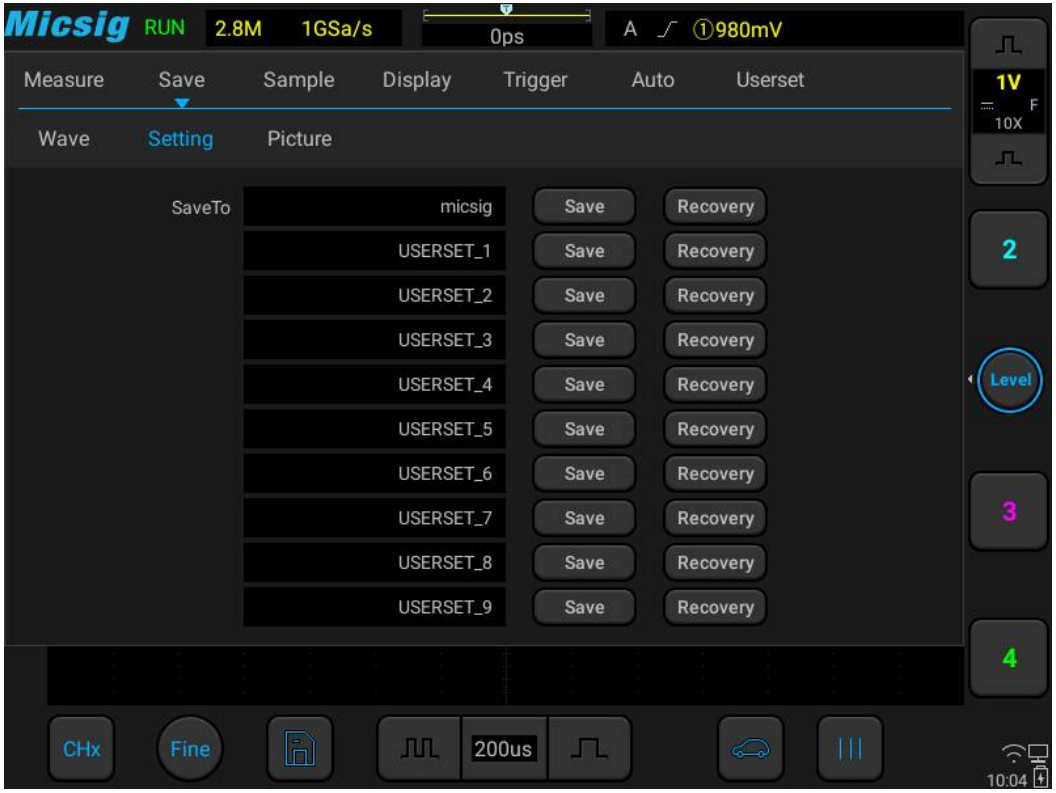


Рисунок 9-7. Сохранение настроек осциллографа

Коснитесь чёрного поля для изменения имени. «Save» сохраняет настройки, «Recovery» восстанавливает.

Глава 10. Математические и опорные осциллограммы

В этой главе подробно описаны математические операции и опорные каналы осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с их настройками и использованием в осциллографах серии SATO.

- Вычисления по двум осциллограммам
- Измерения FFT
- Загрузка опорной осциллограммы

10.1 Вычисления по двум осциллограммам

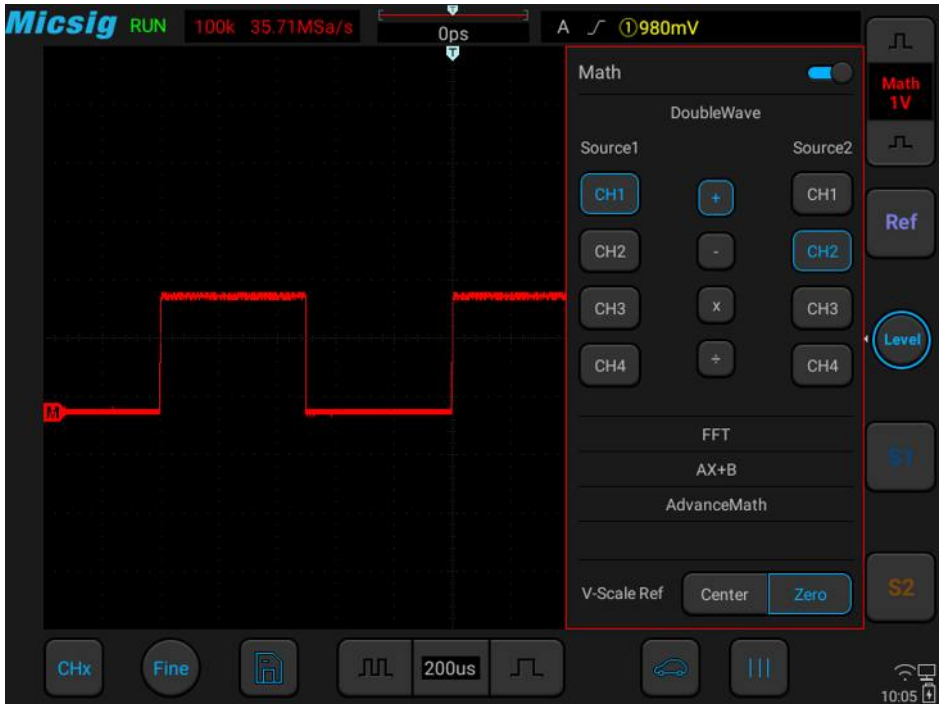


Рисунок 10-1. Осциллограмма математического канала

Отображение математической осциллограммы

Проведите вверх или вниз в области каналов. Во второй области коснитесь кнопки Math для включения математического канала. Выбор текущего канала откроется автоматически.

Проведите влево по значку математического канала для открытия меню. При первом включении по умолчанию выбрано вычисление по двум каналам.

Рекомендации по математическим операциям

Если аналоговый канал или математическая функция обрезаны на экране, результат математической функции также будет обрезан.

После включения математической осциллограммы можно отключить исходный канал его значком для удобства наблюдения результата.

Вертикальную чувствительность и смещение каждого исходного канала можно регулировать для удобства наблюдения и измерений.

Математическую осциллограмму можно измерять функциями «Cursor» и «Measure».

Регулировка математической осциллограммы

1) Коснитесь значения чувствительности математического канала, самой осциллограммы или указателя M, чтобы выбрать математический канал текущим.

2) О перемещении, чувствительности, развёртке и опорной точке вертикального масштабирования см. «Главу 5. Горизонтальная система» и «Главу 6. Вертикальная система».

3) Чувствительность, единицы и развёртка математической осциллограммы отображаются в её области канала. Подробнее см. «2.7 Знакомство с интерфейсом осциллографа».

Единицы математической осциллограммы

Параметр «Probe Type» меню канала определяет единицы каждого входа: вольты или амперы (см. «6.4.4 Выбор типа пробника»). Единицы результата приведены ниже.

Функция	Единицы
+/−	V, A, ?
×	VV, AA, W
÷	V/V, V/A, A/A, A/V

Таблица 10-1. Единицы математических функций

Примечание: если единицы исходных каналов различаются и их сочетание не распознаётся, единица результата отображается как ? (не определена).

Математические операторы

Операторы выполняют арифметические действия над аналоговыми входными каналами.

Сложение и вычитание

Значения источников 1 и 2 складываются или вычитаются поточечно, затем отображается результат.

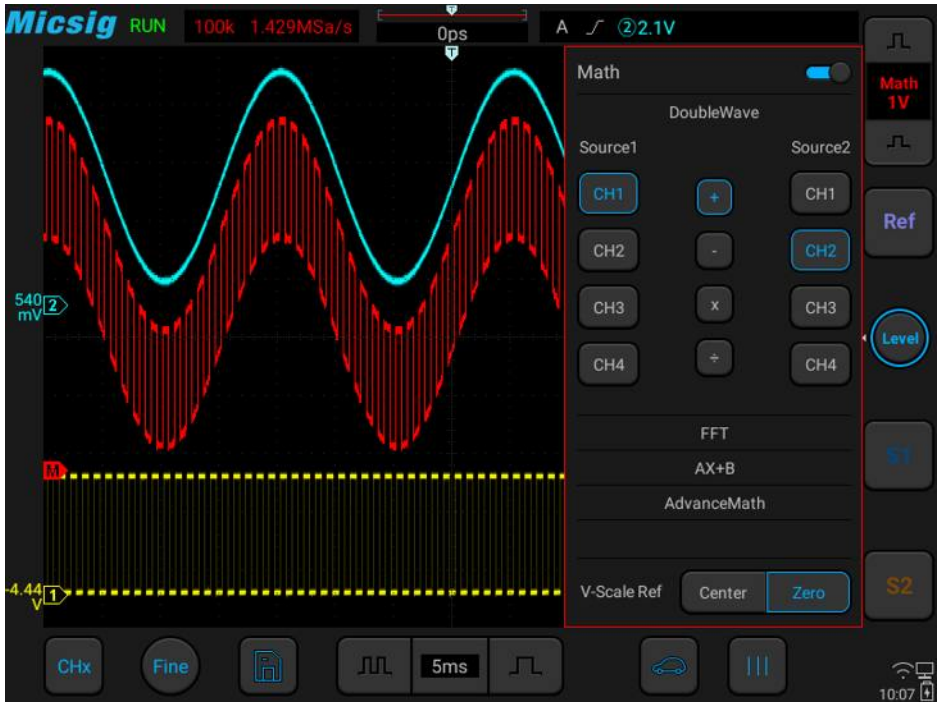


Рисунок 10-2. Сложение CH1 и CH2

Умножение и деление

Значения источников 1 и 2 умножаются или делятся поточечно, затем отображается результат.

Умножение удобно для наблюдения мощности, если один канал пропорционален току.

10.2 Измерения FFT

FFT — быстрое преобразование Фурье аналогового входного сигнала. Оно преобразует запись во времени в частотную область. Спектр отображается как амплитуда в V–Hz или dB–Hz. Горизонтальная ось вместо времени показывает частоту (Hz), вертикальная — амплитуду в V или dB.

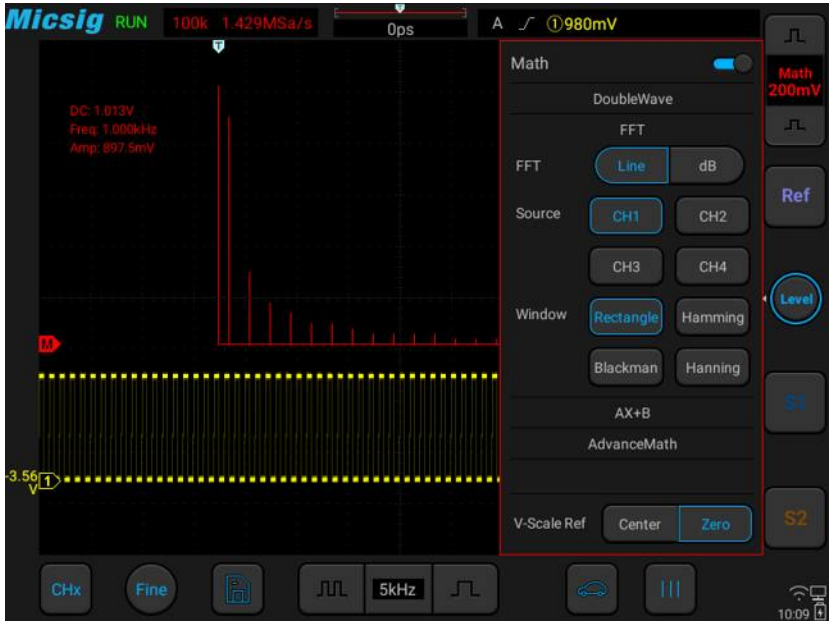


Рисунок 10-3. Окно FFT

Включение FFT

1) Проведите вверх или вниз в области выбора каналов, чтобы открыть вторую область. Коснитесь кнопки Math для включения математического канала и проведите влево для открытия его меню.

2) FFT Нажмите и выберите «Line/Decibel» для открытия FFT (рисунок 10-3).

3) В поле источника операции выберите канал для преобразования FFT.

4) В поле окна выберите оконную функцию для входного сигнала FFT.

Выбор оконной функции

Доступны четыре окна FFT.

Каждое обеспечивает свой компромисс между частотным разрешением и точностью амплитуды. Выберите подходящее по характеристикам ниже.

- **Прямоугольное окно**

  Лучше всего разрешает близкие частоты, но хуже всего точно измеряет их амплитуду. Подходит для спектра непериодических сигналов и составляющих вблизи постоянного тока.

  Используйте «Rectangular» для переходных процессов или пакетов импульсов с почти одинаковыми уровнями до и после события. Оно также подходит для синусоид одинаковой амплитуды с близкими частотами и широкополосного шума с медленно изменяющимся спектром.

- **Окно Хэмминга**

  Хорошо разрешает близкие частоты; точность амплитуды немного выше, чем у прямоугольного окна. Частотное разрешение несколько выше, чем у окна Ханна.

  Hamming подходит для синусоидальных и периодических сигналов, узкополосного шума, переходных процессов и пакетов с разными уровнями до и после события.

- **Окно Ханна**

  Обеспечивает высокую точность амплитуды, но хуже разрешает частоты.

  Hanning подходит для синусоидальных и периодических сигналов, узкополосного шума, переходных процессов и пакетов с разными уровнями до и после события.

- **Окно Блэкмана–Харриса**

  Лучше всего измеряет амплитуду частотных составляющих, но имеет наихудшее частотное разрешение.

  Используйте Blackman-Harris для выделения основной частоты сигнала и измерения высших гармоник.

  FFT работает с конечной записью и предполагает, что осциллограмма YT периодически повторяется. Если запись содержит целое число периодов, амплитуды в начале и конце совпадают и разрыва нет. Если число периодов нецелое, амплитуды

различаются, создавая высокочастотный разрыв на стыке. В частотной области это называется спектральной утечкой. Для её уменьшения исходный сигнал умножается на оконную функцию, обращающую значения на краях в нуль.

Примечание: постоянная составляющая и смещение могут искажать FFT.

Для уменьшения постоянной составляющей можно выбрать связь AC.

Тип спектра

При выборе Line вертикальная ось показывает V или A; при выборе dB — dB. Линейный спектр показан на рисунке 10-4.

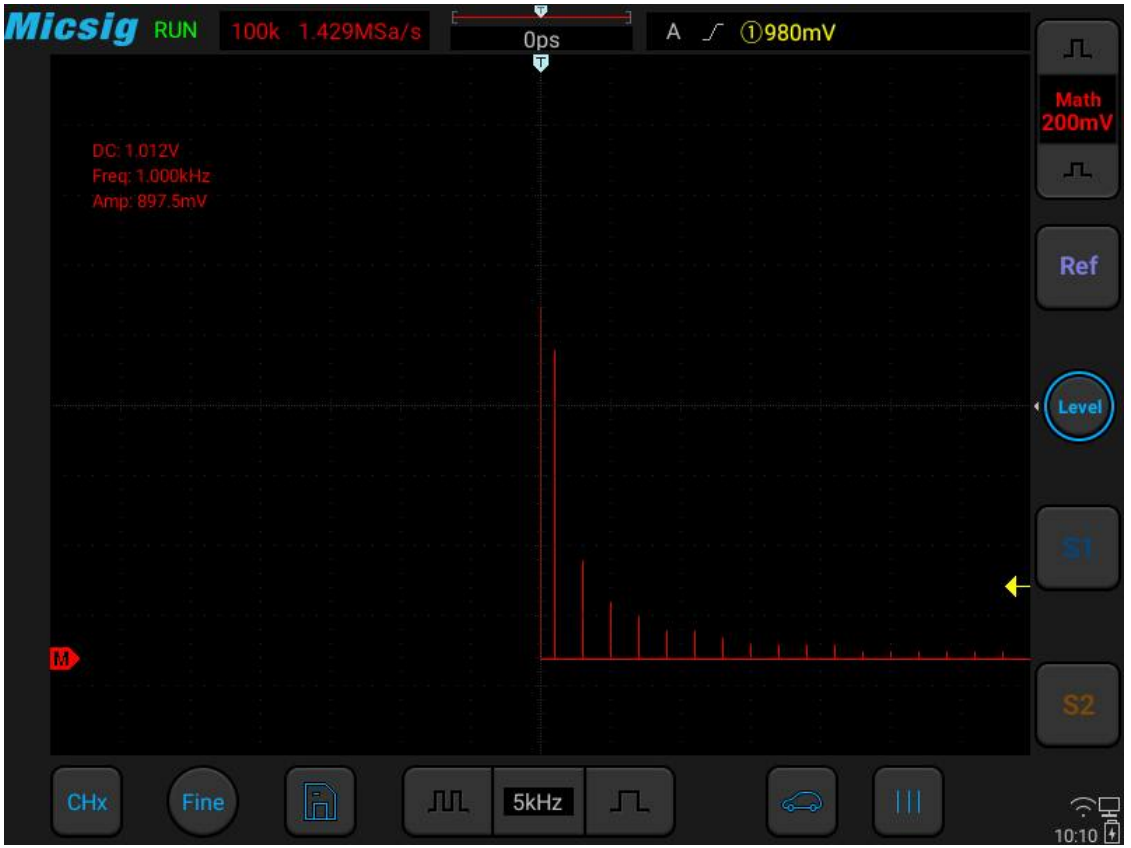


Рисунок 10-4. Спектр амплитуды в V–Hz

Регулировка осциллограмм FFT

Положение осциллограммы

- Выберите математический канал текущим. Одним пальцем перетащите его осциллограмму вверх, вниз, влево или вправо. Для точной подстройки коснитесь кнопки в левом нижнем углу.

- Выберите математический канал текущим и нажмите регулятор «position» горизонтальной системы, чтобы переместить левый край спектра (0 Hz) в горизонтальный центр экрана.
- Выберите математический канал текущим и нажмите регулятор «position» вертикальной системы, чтобы переместить осциллограмму в вертикальный центр.

Горизонтальный масштаб

Выберите математический канал текущим и регулируйте масштаб кнопками развёртки. Он изменяется с шагом 1–2–5 вместе с осциллограммой.

Для FFT горизонтальная ось показывает частоту (Hz) вместо времени и не использует общую развёртку аналоговых каналов. Перед изменением частотного масштаба выберите математический канал текущим.

Вертикальная чувствительность

 или  справа задают чувствительность (V/div или dB/div), чтобы получить подходящий размер осциллограммы. При пробнике 1:1 значение меняется с шагом 1–2–5.

Примечание: автоматические измерения параметров FFT не поддерживаются.

10.3 Расширенные математические функции

Осциллографы SATO позволяют редактировать формулы вычисления осциллограмм. Доступны функции, операторы, каналы, константы и переменные. Максимальная длина выражения — 36 символов.

Нажимайте соответствующие кнопки по порядку для ввода и редактирования выражения. Неактивные серые кнопки недоступны.



Рисунок 10-5. Расширенные математические функции

Тип	Элементы		Примечание
Функция		Sqrt()、Abs()、Deg()、Rad()、Exp()、Diff()、ln()、Sine()、Cos()、Tan()、Intg()、Log()、arcsin()、arccos()、arctan()	Допускается вложение функций
Исходный	канал	Ch1、Ch2、Ch3、Ch4	
Переменная		variable1、variable2	При включении переменной в выражение в меню появляется поле её ввода. Например, значение 4.1235 -3 для variable1 означает 4.1235×10^{-3}

			Диапазон переменной: −9.9999…9.9999; диапазон показателя степени: −9…9.
Оператор		+、−、*、/、==、!=、＞、 ＜、≥、≤、&&、||、!(	
Символ	скобок	（、）	
Числовой	источник	0、1、2、3、4、5、6、7、8、 9、.、 π、E	
	Источник	$10^{\times}$	
	Числовая приставка	f、p、n、u、m、K、M、G、T	

Таблица 10-2. Расширенные математические функции

10.4 Загрузка опорной осциллограммы

Загрузка и отключение

Проведите вверх или вниз в области выбора каналов, чтобы открыть вторую область. 

Кнопка

Проведите влево для открытия меню опорных осциллограмм (рисунок 10-5).

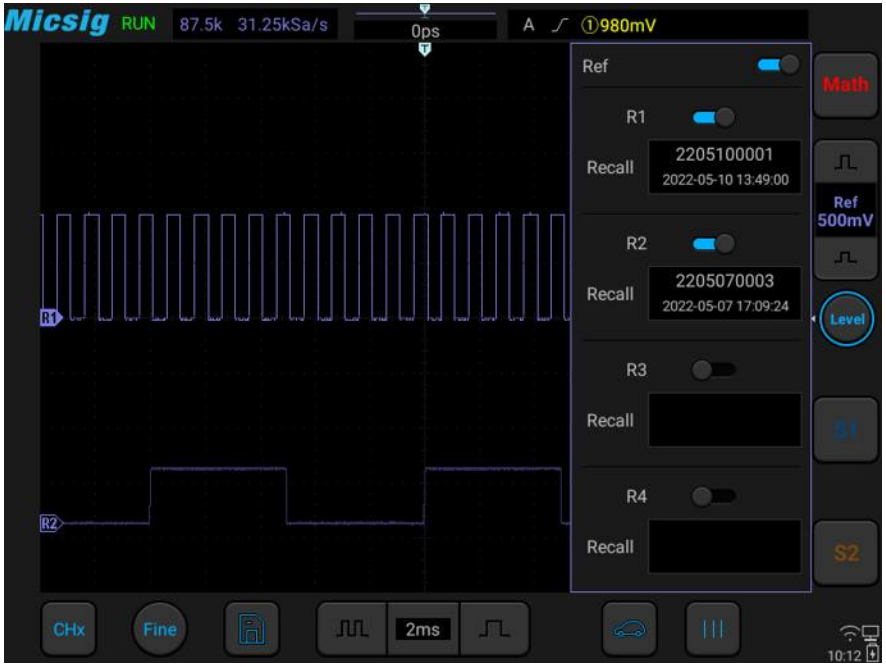


Рисунок 10-6. Меню опорного канала

Если опорный канал уже содержит осциллограмму, «Open/Close» включает или отключает её. Опорные осциллограммы показаны сине-фиолетовым; можно одновременно отобразить четыре сохранённых сигнала. Текущая опорная осциллограмма ярче остальных.

Если осциллограммы не загружены, включите «Call» для их загрузки.

Порядок действий на примере R1:

1) Откройте меню опорных осциллограмм.

2) Коснитесь поля файла «Call» под R1, чтобы открыть список.

3) Коснитесь имени нужного файла. Он загрузится в R1, после чего

   Канал R1 включится и станет текущим. Значок 

яркий.

   Состояние изменится с «Close» на «Open». Текущая опорная осциллограмма показана ярче на рисунке 10-6.

Если файлы загружены, коснитесь Ref для включения всех осциллограмм.

Проведите вправо Ref 1V для отключения всех открытых. Отдельный канал можно включить или отключить кнопкой «Open/Close».

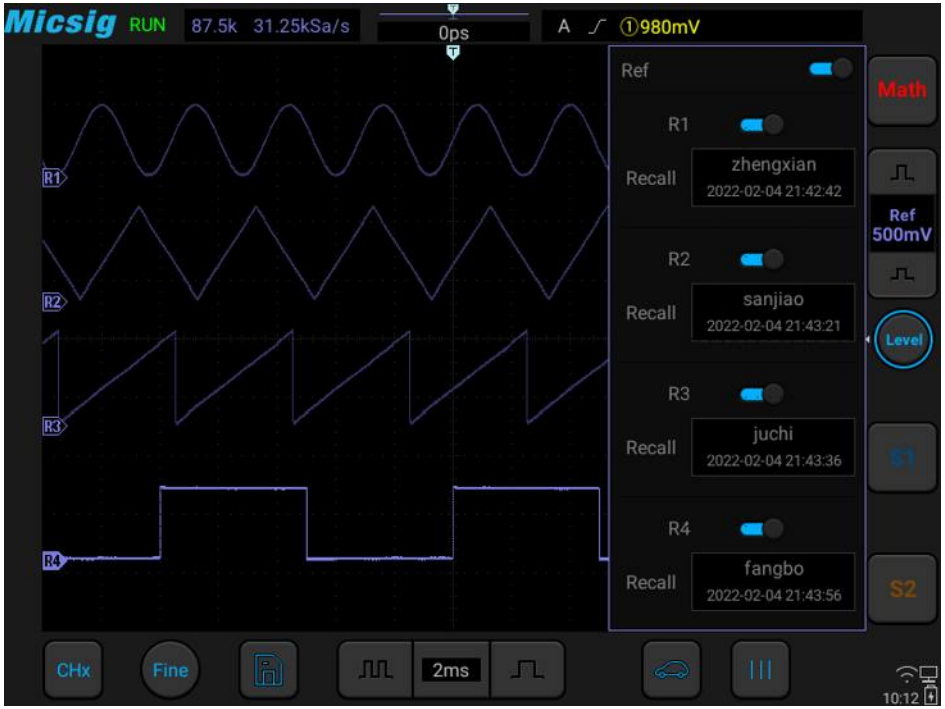


Рисунок 10-7. Восстановление опорной осциллограммы

Отключение опорной осциллограммы:

1) В меню нажмите «Open/Close» у R1.

2) Повторите шаг 1 для остальных опорных каналов.

3) 

Проведите вправо для отключения всех опорных осциллограмм.

Перемещение и развёртка опорной осциллограммы

Перемещение и масштабирование опорных осциллограмм по горизонтали и вертикали не зависит от аналоговых каналов. Разные опорные каналы также регулируются независимо.

Сначала выберите нужный опорный канал текущим, затем перемещайте или масштабируйте его аналогично обычному каналу.

Масштаб и развёртка текущей опорной осциллограммы отображаются на кнопке опорного канала. При смене текущего канала эти значения обновляются.

Глава 11. Настройки отображения

В этой главе подробно описаны настройки отображения и функциональные кнопки осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с настройками и управлением отображением в осциллографах серии SATO.

- Настройка осциллограммы
- Координатная сетка
- Цветовая температура
- Послесвечение
- Центр масштабирования по горизонтали
- Выбор режима развёртки

В главном меню коснитесь «Display», чтобы открыть настройки отображения (рисунок 11-1).



Рисунок 11-1. Настройки отображения и функциональные кнопки

11.1 Настройки осциллограммы

Откройте меню отображения и коснитесь «Waveform». Здесь задаются режим и яркость осциллограммы. Доступны точки и векторы. Яркость регулируется в процентах. Меню показано на рисунке 11-2.

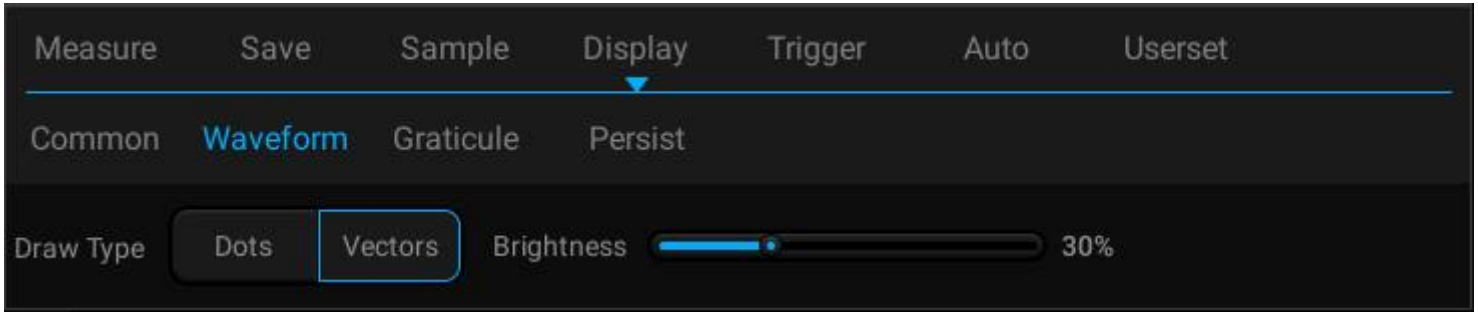


Рисунок 11-2. Меню отображения осциллограммы

11.2 Координатная сетка

В меню отображения коснитесь «Graticule» (рисунок 11-3). Доступны варианты «Full», «Grid», «Crosshair» и «Frame»; яркость регулируется в процентах.

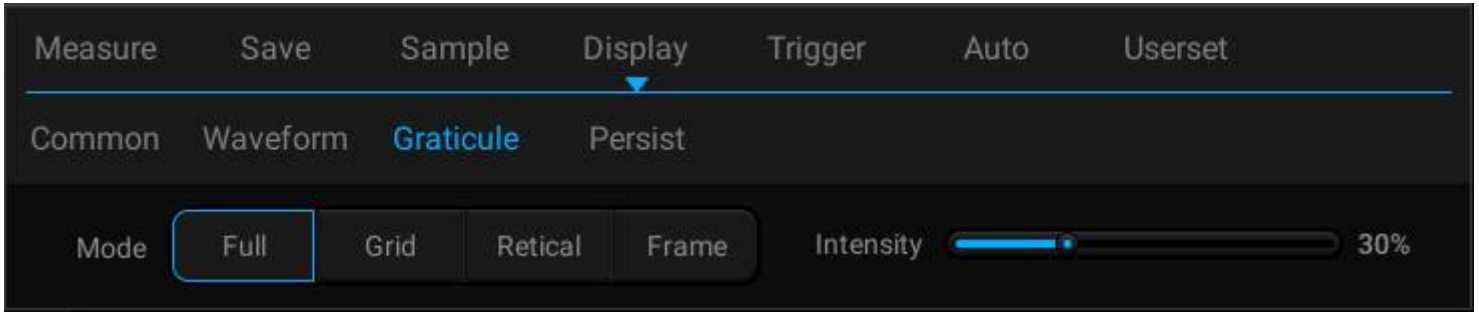


Рисунок 11-3. Меню координатной сетки

11.3 Послесвечение

Откройте меню отображения и коснитесь «Persist».

1) Настройка послесвечения

Выберите:

- **None — без послесвечения.**
- **Auto — автоматическое послесвечение.**

- **Normal** — заданное время. После выбора регулируемого послесвечения коснитесь поля справа от «Adjust» (рисунок 11-4) и задайте время от 10 ms до 10 s.

- ∞ — бесконечное послесвечение: результаты предыдущих регистраций не стираются.

  Этот режим удобен для измерения шума и джиттера, отображения предельных отклонений сигнала, поиска временных нарушений и захвата редких событий.

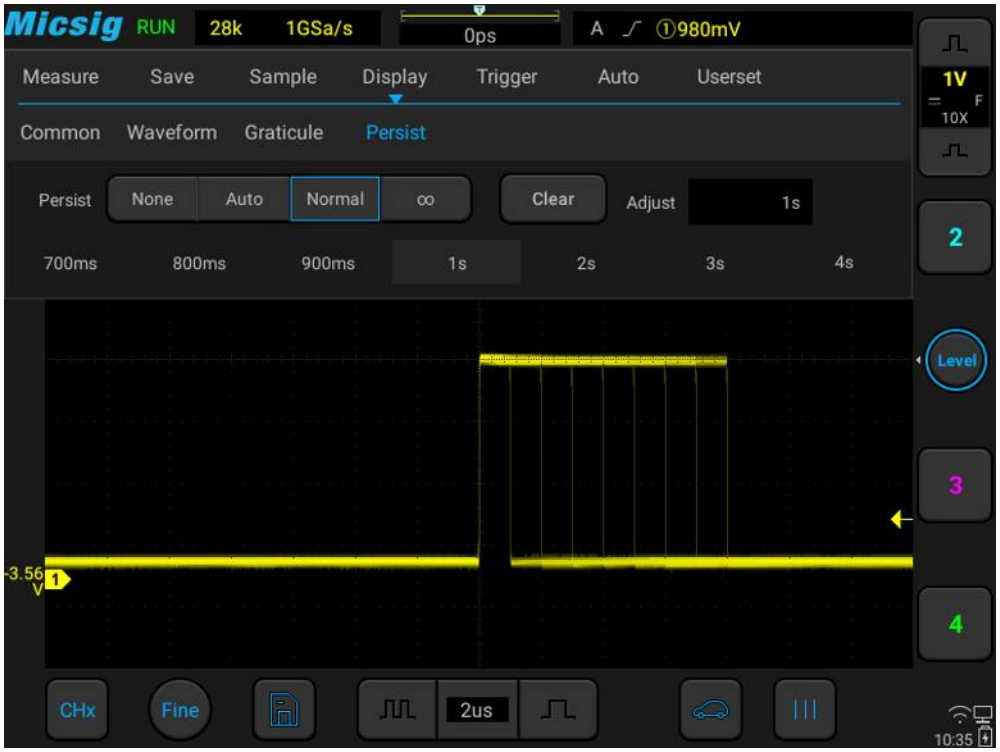


Рисунок 11-4. Регулировка времени послесвечения

2) Очистка послесвечения

Для очистки накопленных результатов нажмите [redacted] или измените развёртку и чувствительность. Прибор очистит экран и возобновит накопление.

11.4 Центр масштабирования по горизонтали

Предусмотрены две опорные точки: центр экрана и точка запуска.

1) Центр экрана

   Выберите «Center»: при изменении развёртки осциллограмма растягивается или сжимается относительно центра экрана. Задержка не меняется.

2) Точка запуска

   Выберите «TrigPos»: масштабирование происходит относительно точки запуска. Задержка изменяется вместе с развёрткой.

11.5 Цветовая температура

Отображение после включения режима цветовой температуры показано на рисунке 11-5.

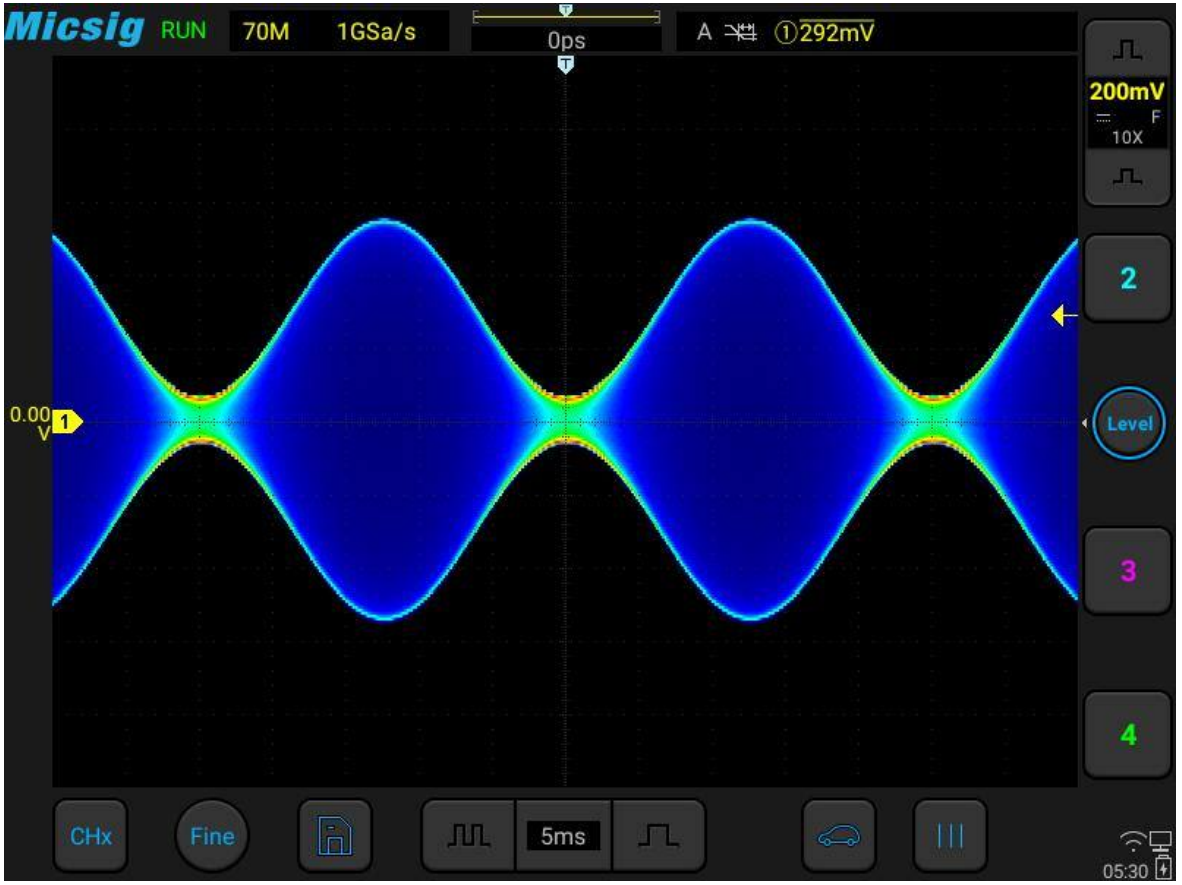


Рисунок 11-5. Режим цветовой температуры

11.6 Выбор режима развёртки

См. раздел 5.4 главы 5.

Глава 12. Система регистрации

В этой главе подробно описана система регистрации осциллографа. Внимательно изучите главу, чтобы ознакомиться с её настройкой и использованием в осциллографах серии SATO.

- Основы дискретизации
- Запуск, остановка и однократная регистрация
- Выбор режима регистрации
- Длина записи и частота дискретизации

12.1 Основы дискретизации

Для понимания режимов регистрации необходимо знать принцип дискретизации, наложение спектров, связь полосы и частоты дискретизации, время нарастания осциллографа, требуемую полосу и влияние глубины памяти на частоту дискретизации.

Принцип дискретизации

По теореме Найквиста для сигнала с ограниченной полосой и максимальной частотой fMAX равномерная частота дискретизации fS должна быть вдвое выше fMAX, чтобы сигнал можно было однозначно восстановить без наложения спектров.

$$f_{MAX} = \frac{f_S}{2} = \text{частота Найквиста (fN)} = \text{частота наложения спектров}$$

Наложение спектров

Наложение спектров возникает при недостаточной частоте дискретизации (fS<2fMAX). Это искажение, при котором из малого числа отсчётов ошибочно восстанавливается сигнал более низкой частоты.

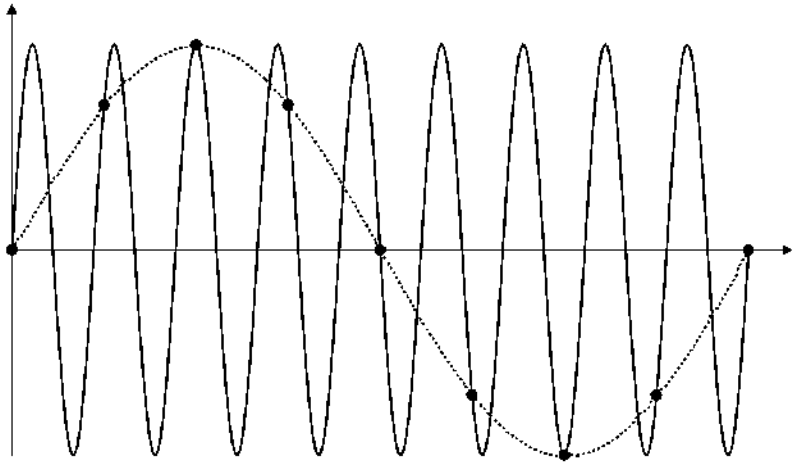


Рисунок 12-1. Наложение спектров

Полоса осциллографа и частота дискретизации

Полоса осциллографа — наименьшая частота, при которой входной синусоидальный сигнал ослабляется на 3 dB (ошибка амплитуды −30%).

По теореме дискретизации требуется fS=2fBW. Однако это предполагает отсутствие составляющих выше fMAX (здесь fBW) и идеальную прямоугольную частотную характеристику.

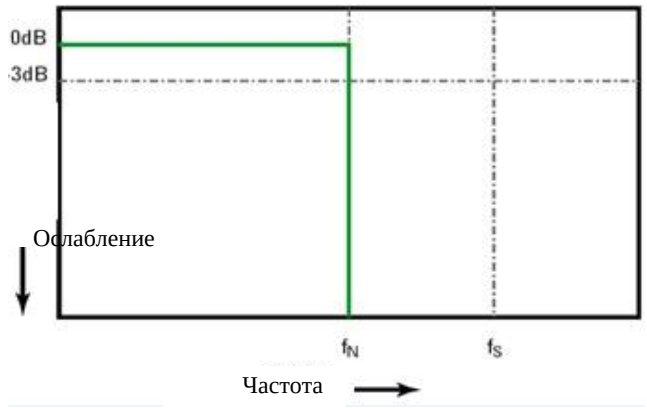


Рисунок 12-2. Идеальная прямоугольная частотная характеристика

Цифровые сигналы содержат составляющие выше основной частоты: прямоугольный сигнал состоит из основной синусоиды и бесконечного числа нечётных гармоник. Осциллографы с полосой 500 MHz и менее обычно имеют гауссову частотную характеристику.

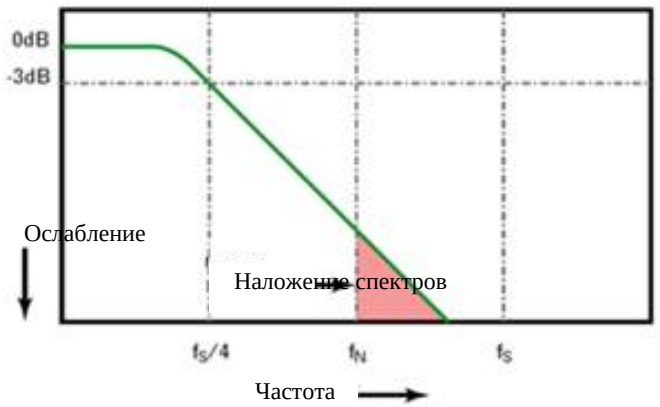


Рисунок 12-3. Частота дискретизации и полоса осциллографа

Полоса ограничена 1/4 частоты дискретизации; составляющие выше частоты Найквиста ослабляются.

Поэтому на практике частота дискретизации должна быть не менее четырёх полос осциллографа: fS≥4fBW.

Это уменьшает наложение спектров благодаря большему ослаблению составляющих, вызывающих его.

Время нарастания осциллографа

Время нарастания связано с полосой. Для гауссовой частотной характеристики оно примерно равно 0.35/fBW при измерении между уровнями 10% и 90%.

Это не самый быстрый фронт, который осциллограф способен точно измерить, а самый быстрый фронт, который он сам может отобразить.

Требуемая полоса осциллографа

Для точного измерения требуемая полоса определяется прежде всего временем нарастания сигнала, а не его частотой.

Порядок расчёта требуемой полосы:

1) Определите самый быстрый фронт.

   Время нарастания обычно указано в спецификации используемого устройства.

2) Рассчитайте максимальную существенную частотную составляющую.

Согласно книге д-ра Говарда У. Джонсона «High-Speed Digital Design — A Handbook of Black Magic», быстрые фронты имеют непрерывный спектр неограниченной протяжённости. Однако существует частота перегиба fknee, выше которой составляющие почти не влияют на форму сигнала.

fknee = 0.5 / время нарастания сигнала (уровни 10–90%).

fknee = 0.4 / время нарастания сигнала (уровни 20–80%).

3) Умножьте fknee на коэффициент требуемой точности для определения полосы.

Требуемая точность	Требуемая полоса осциллографа
20%	$f_{BW}=1.0xf_{knee}$
10%	$f_{BW}=1.3xf_{knee}$

3%	$f_{BW}=1.9xf_{knee}$

Рисунок 12-4. Полоса и точность измерения осциллографа

12.2 Кнопки Run/Stop и Single SEQ

Для запуска и остановки регистрации используются Run/Stop и SEQ.

- Зелёная кнопка Run/Stop означает работу осциллографа: при выполнении условия регистрируются данные. Слева сверху отображается зелёный значок RUN или WAIT.

  Для остановки коснитесь Run/Stop. На экране останется последняя зарегистрированная осциллограмма.

- Красная кнопка Run/Stop означает остановку регистрации. Красный значок “STOP отображается слева сверху.

Для возобновления регистрации снова нажмите Run/Stop.

- Для однократного захвата независимо от состояния нажмите кнопку SEQ однократной регистрации.

12.3 Выбор режима регистрации

В главном меню выберите режим в разделе «Sampling». Доступны четыре варианта: обычный, усреднение, пиковое детектирование и огибающая.

Все каналы используют один режим. Изменение режима любого канала одновременно изменяет его для всех остальных.

Обычный режим

Осциллограф дискретизирует сигнал через равные интервалы. При развёртке 20 ns или быстрее автоматически включается интерполяция, добавляющая промежуточные точки между отсчётами.

Для большинства сигналов этот режим обеспечивает наилучшее отображение.

Пиковое детектирование

При медленной развёртке сохраняются минимумы и максимумы отсчётов для захвата редких событий и узких импульсов; шум при этом также подчёркивается. Отображаются импульсы длительностью не менее периода дискретизации.

При развёртке 200 ms и более осциллограф автоматически переключается с пикового детектирования на обычный режим.

Захват выбросов и узких импульсов

Выброс — быстрое кратковременное изменение сигнала. Пиковое детектирование облегчает его наблюдение: узкие выбросы и фронты ярче, чем в обычном режиме, и лучше заметны.

Пиковое детектирование помогает избежать наложения спектров, но отображает больше фактического шума.

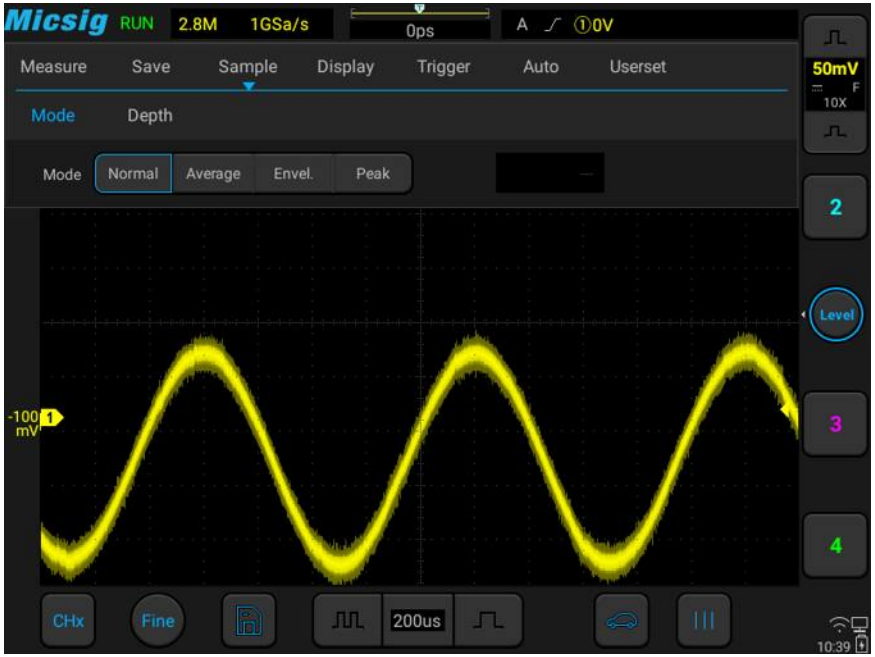


Рисунок 12-5. Синусоида с выбросом

Обычный режим



Рисунок 12-6. Синусоида с выбросом

Пиковое детектирование

Поиск выбросов пиковым детектированием

1) Подключите сигнал и добейтесь стабильной осциллограммы.

2) В параметре Sampling Mode меню канала выберите пиковое детектирование.

3) В меню коснитесь «Display» → «Persistence» → «∞». Осциллограф начнёт регистрацию заново и будет накапливать результаты на экране.

4) Используйте Zoom для изучения выброса:

   a. Коснитесь «Zoom» в главном меню для открытия окна увеличения.

   b. Для лучшего разрешения увеличьте масштаб, выбрав участок обычного окна вокруг выброса.

Режим усреднения

Усреднение нескольких регистраций уменьшает случайный и некоррелированный шум сигнала. Для этого необходим стабильный запуск.

Количество усреднений задаётся в поле рядом с режимом. Доступны восемь значений: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 и 256.

Чем больше усреднений, тем медленнее отображение реагирует на изменения сигнала. Выберите компромисс между скоростью реакции и подавлением шума.

Использование усреднения

1) Откройте меню канала и выберите усреднение в параметре режима регистрации.
2) Коснитесь числового поля справа от режима и выберите количество усреднений, обеспечивающее наилучшее подавление шума.



Рисунок 12-7. Усреднённая осциллограмма, 32 регистрации

Режим огибающей

Огибающая показывает наложение нескольких регистраций. В заданных N регистрациях сохраняются максимумы и минимумы сигнала. Доступны 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 или ∞ регистраций.



Рисунок 12-8. AM-сигнал в режиме огибающей (32)

12.4 Длина записи и частота дискретизации

Длина записи — объём данных каждой осциллограммы. Например, 700K означает захват 700K отсчётов за один запуск.

В главном меню коснитесь «Sample» и выберите нужную длину записи.

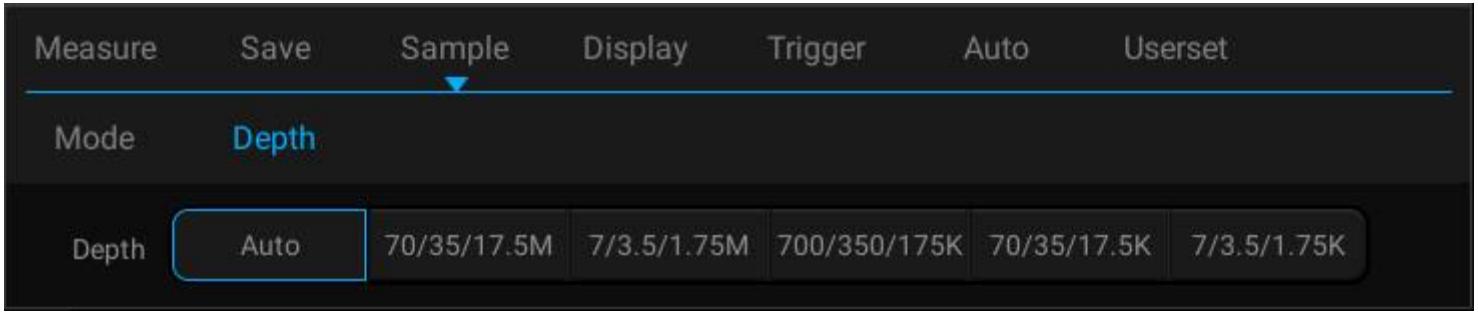


Рисунок 12-9. Длина записи

В обычном режиме обновления для одного канала доступны 7k, 70k, 700K, 7M, 70M и Auto; для двух — 3.5k, 35k, 350K, 3.5M, 35M и Auto; для трёх или четырёх — 1.75k, 17.5k, 175K, 1.75M, 17.5M и Auto.

Длина записи и частота дискретизации

Длина записи — объём данных одной регистрации. Например, 0.7M означает захват 700K отсчётов за один запуск.

Длина записи и частота дискретизации связаны следующим образом:

Частота дискретизации = длина записи / время регистрации.

Обычно время регистрации равно времени полного экрана: текущая развёртка × 14.

Например, при памяти 700K, частоте 1 GSa/s и развёртке 50 us/div время регистрации составляет 700 us = 50 us/div × 14 div.

Однако при быстрой развёртке менее 20 ns или фиксированной длине записи время регистрации может не совпадать со временем полного экрана.

Например, при памяти 700K, частоте 1 GSa/s и развёртке 20 ns время регистрации составляет 700 ns, что в 2.5 раза больше времени полного экрана.

При памяти 140K (фиксированное значение), частоте 1 GSa/s и развёртке 1 us время регистрации равно 140 us, что в 10 раз больше времени полного экрана.

Для одного канала в паре максимальная частота дискретизации SATO составляет 1 GSa/s.

При включении любых двух каналов частота каждого уменьшается вдвое. Например, CH1 и CH3 работают с частотой 500 MSa/s каждый.

При включении любых трёх или всех четырёх каналов частота каждого равна 1/4 максимальной. Например, CH1, CH2 и CH3 работают с частотой 250 MSa/s каждый.

Глава 13. Запуск и декодирование последовательных шин

В этой главе подробно описано декодирование последовательных шин. Внимательно изучите её, чтобы ознакомиться с настройкой и использованием запуска и декодирования шин Smart.

Основные темы:

- Запуск и декодирование UART (RS232/RS422/RS485)
- Запуск и декодирование LIN
- Запуск и декодирование CAN
- Запуск и декодирование SPI
- Запуск и декодирование I2C
- Запуск и декодирование ARINC429 (опция)
- Запуск и декодирование 1553B (опция)

Проведите вверх или вниз в области каналов. Во второй области коснитесь 

или 

для включения декодирования. Откройте настройки шины и выберите тип: UART (RS232/RS422/RS485), LIN, CAN, SPI, I2C, ARINC429 или 1553B. Каналы S1 и S2 могут декодировать одновременно. В меню запуска выберите соответствующие тип и режим запуска по шине. Последовательная шина отображается графически.

При переходе из режима прокрутки к декодированию развёртка автоматически устанавливается на 1 ms. Максимальная развёртка декодирования — 100 ms. В Zoom можно декодировать увеличенный сигнал; обычное окно поддерживает развёртку до 100 ms. При включённом декодировании «AUTO» выбирает тип запуска, соответствующий типу шины канала декодирования. Меню показано на рисунке 13-1.



Рисунок 13-1. Выбор типа шины

Откройте выдвижное меню и коснитесь 

для включения или отключения текстового режима (рисунок 13-2).

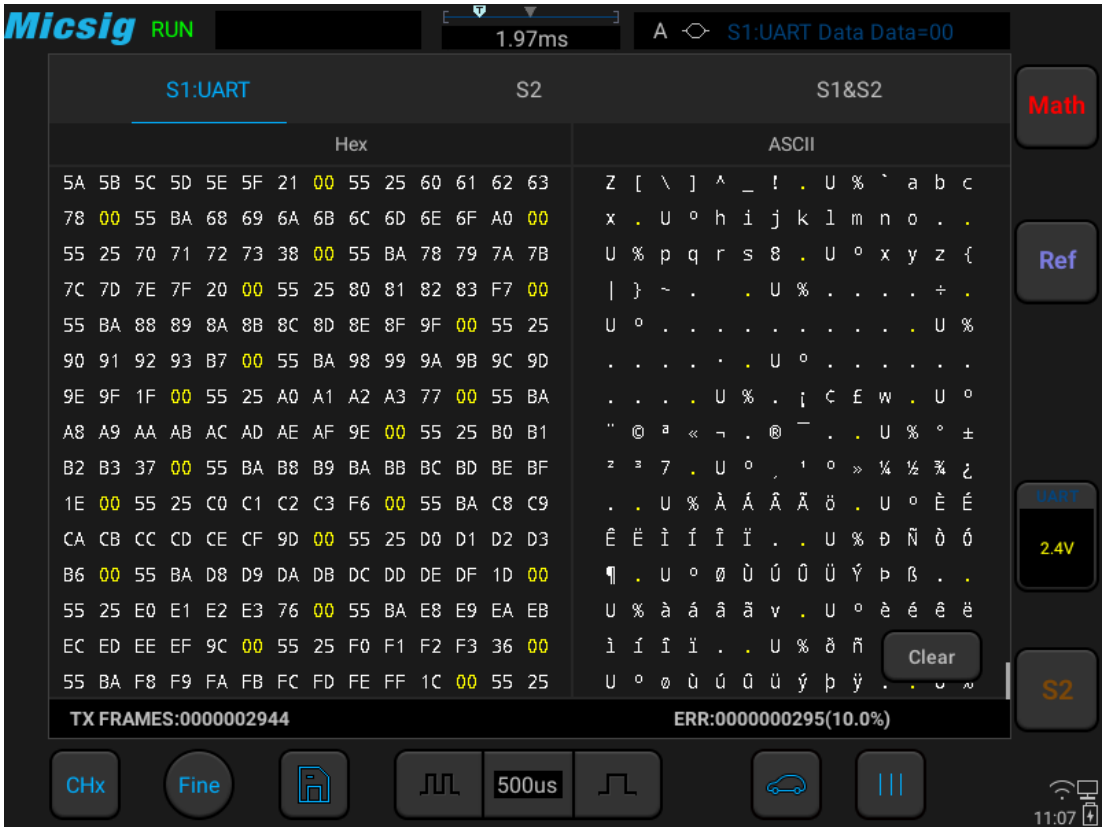


Рисунок 13-2. Текстовое декодирование шины

Описание:

Для совместного отображения S1 и S2 в текстовом интерфейсе их настройки должны совпадать. Данные каждого канала показаны в хронологическом порядке своим цветом.

S1/S2/S1&S2 обозначают данные настроенных шин. Поворачивайте регулятор X или переключайте метку для смены канала шины.

Нажатие сохранения во время регистрации текста сохраняет все полученные данные. При большом объёме появляется «wait», затем сообщение об успешном сохранении.

Осциллограф можно подключить как USB-накопитель для просмотра файлов на компьютере (рисунок 13-3).

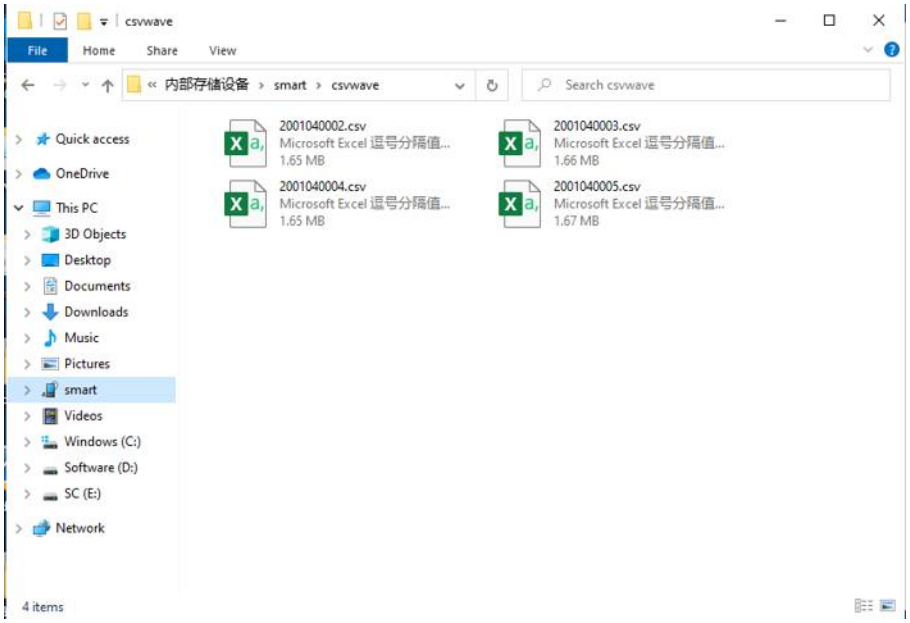


Рисунок 13-3. Файлы текстовых данных шины

13.1 Запуск и декодирование UART (RS232/RS422/RS485)

Для правильного декодирования UART (RS232/RS422/RS485) и стабильного запуска настройте шину, режим и уровень запуска.

- **Настройка шины**

  или 

  Проведите влево для открытия настроек (рисунок 13-4). Выберите RX и задайте параметры по измеряемому сигналу:

  Idle Level — уровень покоя: Idle Low или Idle High согласно устройству. Для RS232 можно выбрать Idle Low.

  Примечание: RS232 использует отрицательную логику: высокий уровень — логический 0, низкий — логическая 1.

  Parity Bit — проверка чётности: нечётная, чётная или отсутствует согласно устройству.

  Word Length — длина слова UART: от 5 до 9 бит согласно устройству.

Baud Rate — скорость передачи согласно измеряемому сигналу.

Диапазон скорости — от 1.2 Kb/s до 8.000 Mb/s.

Bus Display — шестнадцатеричное, двоичное или ASCII-отображение.



Рисунок 13-4. Настройка шины UART

При выборе ASCII используется семибитный формат с символами 0x00–0x7F. В настройках шины должно быть выбрано не менее 7 бит. Значения выше 0x7F отображаются в шестнадцатеричном виде.

Коснитесь поля скорости для открытия списка. При выборе Custom откройте экранную клавиатуру, выберите изменяемый разряд, введите значение и нажмите «Enter». Диапазон — 1.2 Kb/s–8.000 Mb/s. Клавиатура показана на рисунке 13-5.



Рисунок 13-5. Задание скорости передачи

Примечание: при наличии бита чётности длина слова включает биты данных и этот бит.

Без него длина слова равна числу битов данных. Например, слово 8 bit без чётности содержит 8 бит данных, а с чётностью — 7 бит данных и 1 бит чётности.

- **Режим запуска**

  Откройте настройки запуска и выберите UART. Задайте тип, условие сравнения и данные запуска (рисунок 13-6).



Рисунок 13-6. Меню настройки запуска

Выберите данные запуска, измените их на экранной клавиатуре и нажмите «Enter».

Параметры запуска UART:

a) Start bit — запуск по стартовому биту сигнала.

b) Stop bit — запуск по первому стоповому биту независимо от того, используется 1, 1.5 или 2 стоповых бита.

c) [data] — запуск по заданным данным при длине 5–8 бит. Выберите [data], условие =, >, < или ≠, затем «Trigger Data» и введите данные на экранной клавиатуре.

d) [0:data] — для девятибитного слова, где 9-й бит — бит чётности. Запуск только при 9-м бите 0. Условие и данные задаются как для [data].

e) [1:data] — для девятибитного слова, где 9-й бит — бит чётности. Запуск только при 9-м бите 1. Условие и данные задаются как для [data].

f) [x:data] — для девятибитного слова, где 9-й бит — бит чётности. Запуск по заданным данным независимо от 9-го бита. Настройка аналогична [data].

g) Parity error — запуск при ошибке чётности, если проверка чётности включена.

- **Декодирование UART**

Пример: длина слова 8 bit, без чётности, скорость 19.2 kb/s, шестнадцатеричный формат, запуск по данным 55. Выполните:

(1) Коснитесь S1 для включения декодирования, затем ещё раз для открытия настроек шины.

(2) Выберите UART, «Ch1», «Idle High», «Parity None», «8bit», «19.20kb/s» и шестнадцатеричный формат. Закройте меню.

(3) В настройках запуска выберите «Data», введите 55 и подтвердите клавишей «Enter».

(4) Отрегулируйте порог по амплитуде сигнала для стабильного запуска. Графический интерфейс показан на рисунке 13-8.

Способ 1: 

коснитесь сведений о конфигурации для открытия поля порога и перетаскивайте его вверх или вниз.

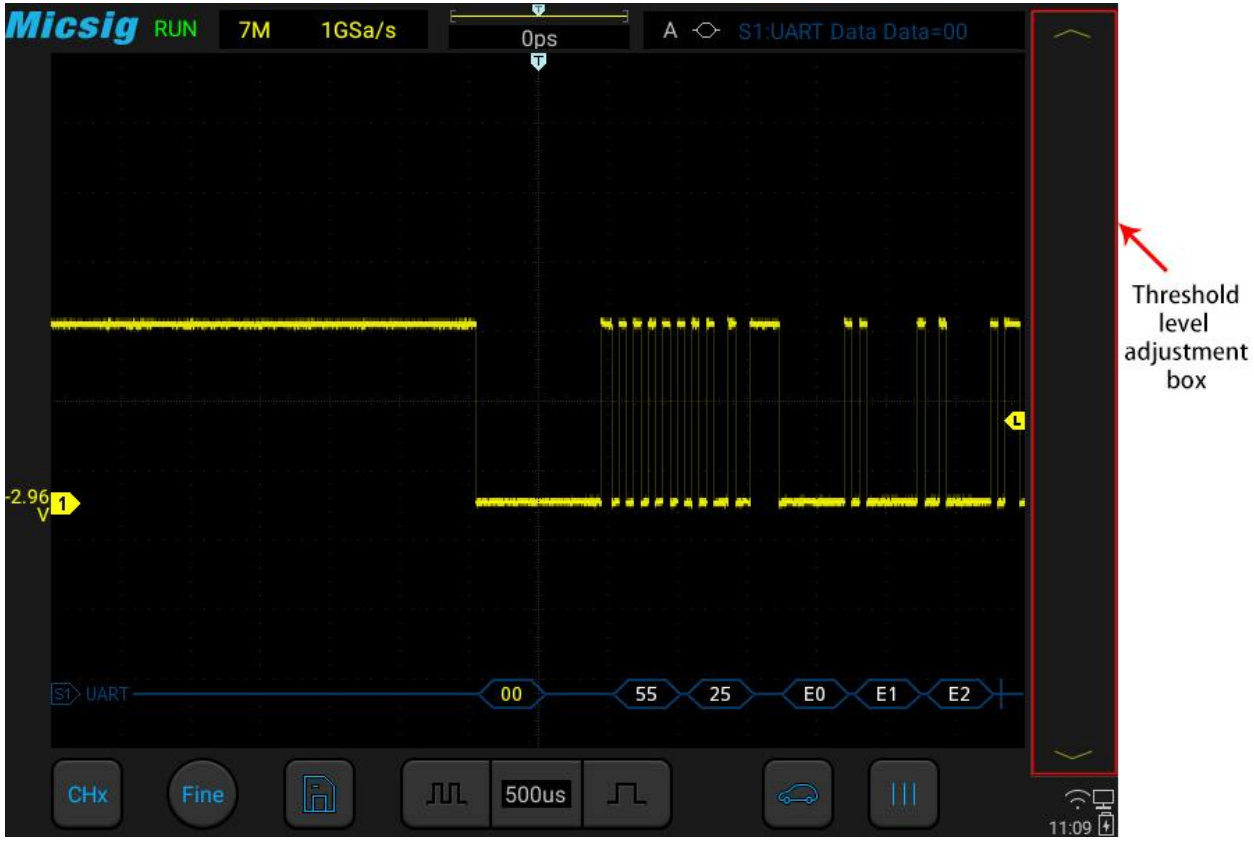


Рисунок 13-7. Регулировка уровня декодирования UART

Способ 2: удерживайте навигационный переключатель запуска 

для переключения между порогом шины и уровнем запуска.

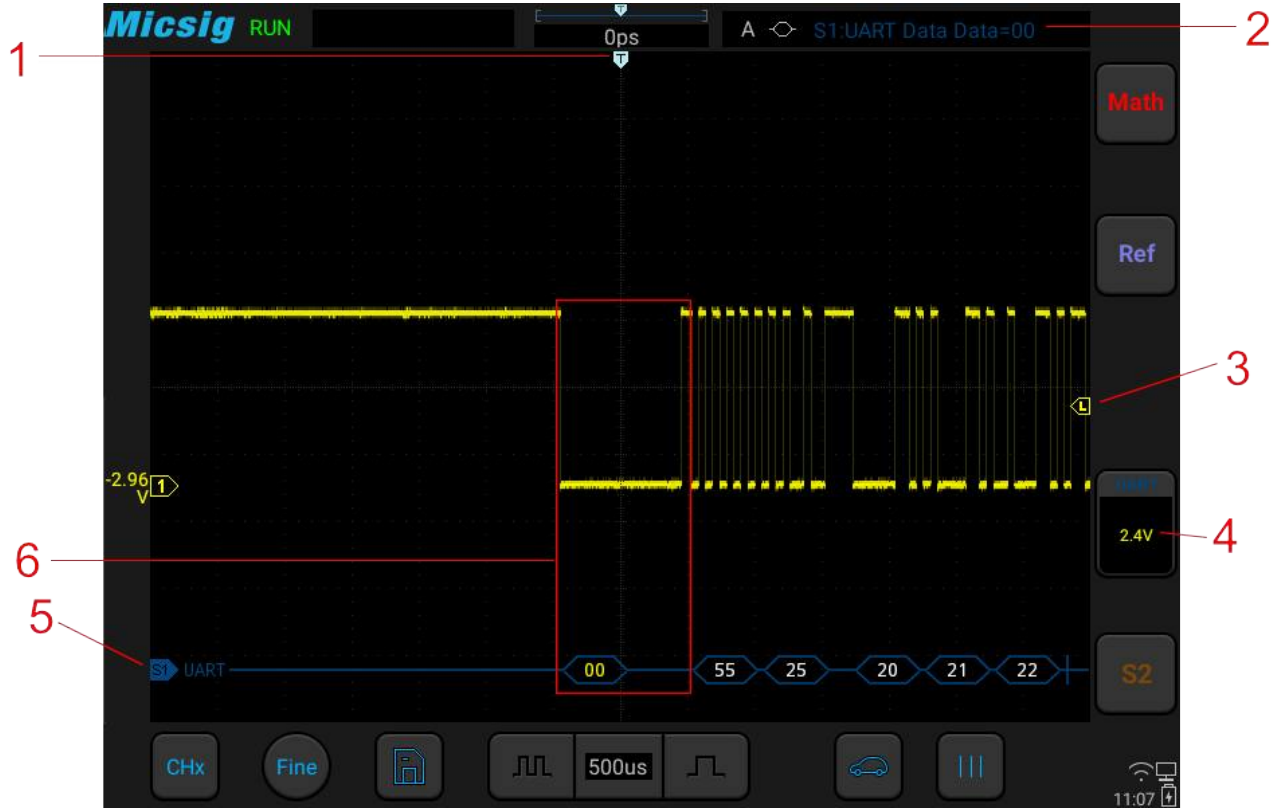


Рисунок 13-8. Графический интерфейс UART

Элементы интерфейса UART:

(1) Положение запуска.

(2) Тип запуска.

(3) Пороговый уровень.

(4) Сведения о конфигурации.

(5) Пакет декодированных данных; описание ниже.

(6) Данные и соответствующий участок осциллограммы.

Пакет данных UART:

(1) Показывает текущую активность шины в реальном времени.

(2) Данные отображаются белым в шестнадцатеричном формате.

(3) Для слова 5–8 бит используются два шестнадцатеричных разряда; для 9 бит — 3 разряда. Девятый бит показан слева.

(4) Ошибка стопового бита выделяется жёлтым; ошибка чётности — красным.

(5) При появлении «?» измените развёртку для просмотра результата.

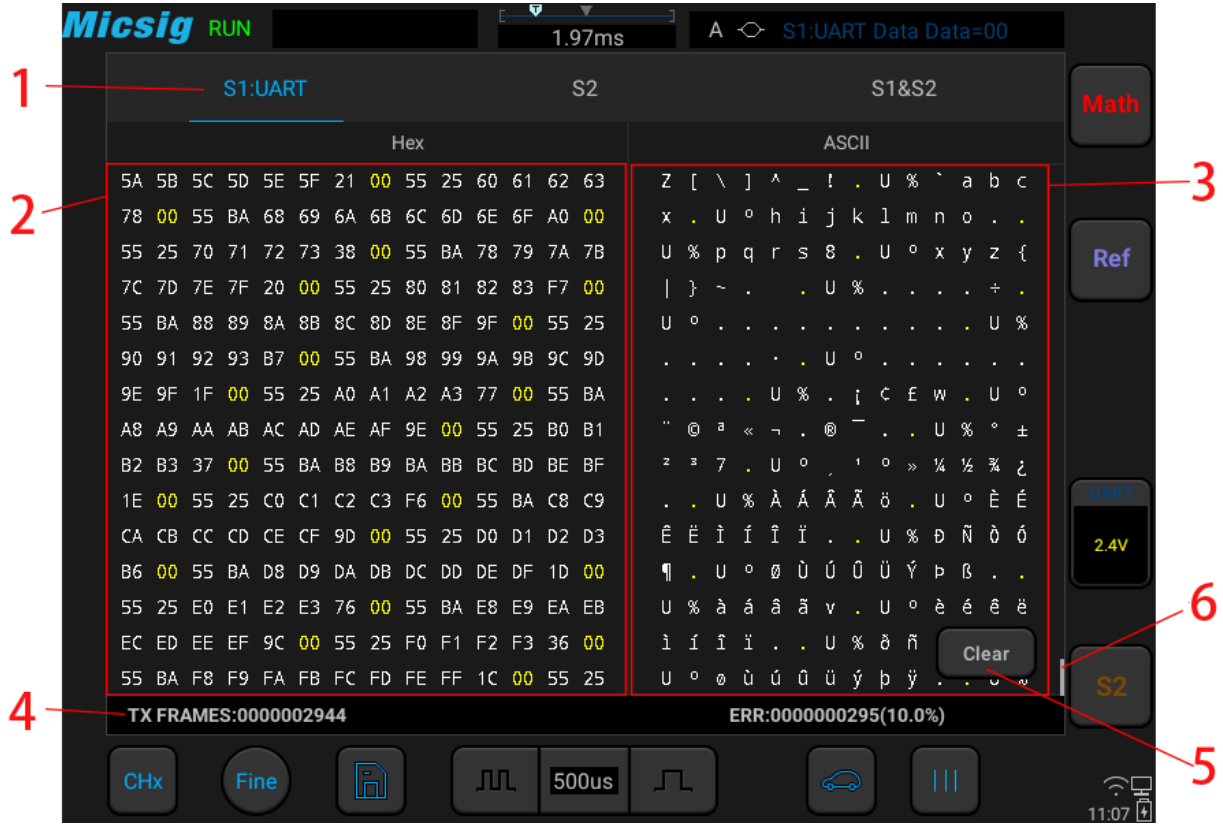


Рисунок 13-9. Текстовый интерфейс UART

Элементы текстового интерфейса UART (рисунок 12-9):

(1) S1/S2/S1&S2 — сведения о настройках шины каналов.

(2) Область декодированных данных.

(3) ASCII-код текстовых данных. При длине 9 бит без чётности код соответствует младшим 8 битам данных слева.

(4) Counter: общее количество кадров и доля кадров ERR с ошибкой чётности или стопового бита.

(5) Clear: очистка счётчика.

(6) Полоса прокрутки.

В области данных ошибка стопового бита выделяется жёлтым, ошибка декодирования — красным.

13.2 Запуск и декодирование LIN

Для правильного декодирования LIN и стабильного запуска настройте шину, режим и уровень запуска.

- **Настройка шины**



или 

Проведите влево для открытия настроек. Задайте параметры измеряемому сигналу:

Source — источник сигнала декодирования.

Idle Level — высокий или низкий уровень. Выберите активный высокий или низкий уровень после стартового бита устройства.

Baud Rate — скорость передачи согласно сигналу; допускается произвольное значение.

Порядок настройки такой же, как для UART (рисунок 13-10).

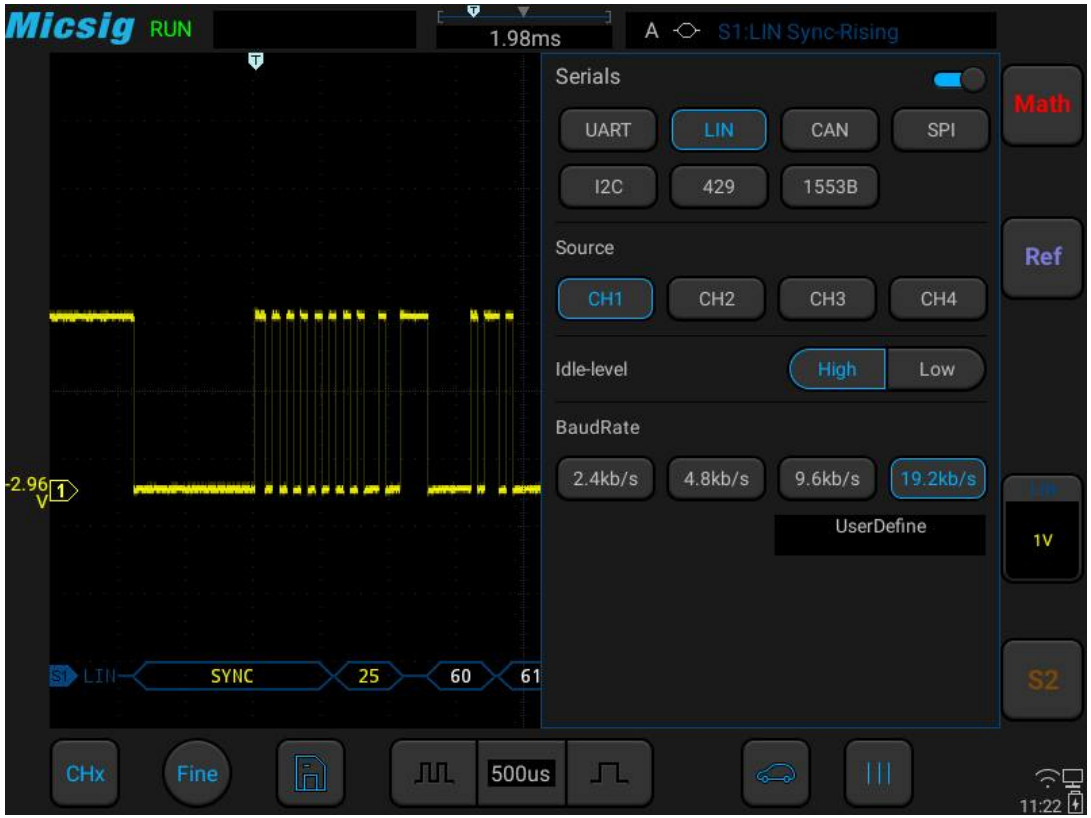


Рисунок 13-10. Настройка шины LIN

- **Режим запуска**

  Откройте настройки и выберите LIN. Доступны запуск по положительному фронту синхронизации, ID кадра или ID и данным (рисунок 13-11).

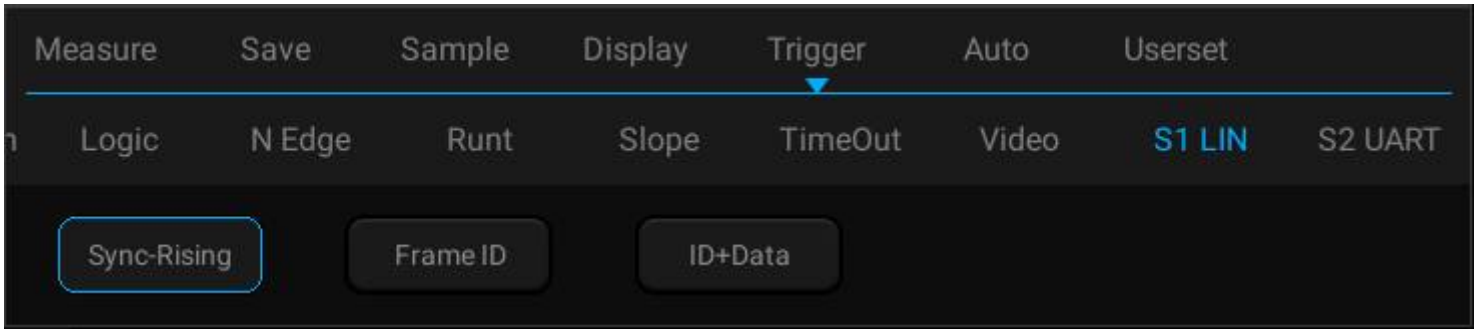


Рисунок 13-11. Настройка запуска LIN

a) Synchronous rising edge — запуск по положительному фронту в конце интервала синхронизации LIN.

b) Frame ID — запуск при обнаружении кадра с заданным ID. Выберите пункт и введите ID на экранной клавиатуре.

c) Frame ID and data — запуск при совпадении ID и данных. Выберите пункт, затем задайте ID и данные.

- **Декодирование LIN**

Пример: сигнал на Ch1, высокий уровень покоя, скорость 19.2 kb/s, запуск по положительному фронту синхронизации. Выполните:

(1) Коснитесь S1 для включения декодирования и ещё раз для открытия настроек.

(2) Выберите LIN, «Ch1», «Idle High», «19.20kb/s» и закройте меню.

(3) В настройках запуска выберите «Synchronous Rising Edge».

(4) 

Коснитесь сведений о конфигурации для открытия поля порога, и перетаскивайте его вверх или вниз. Подберите порог по амплитуде сигнала для стабильного запуска. Графический интерфейс показан на рисунке 13-12.

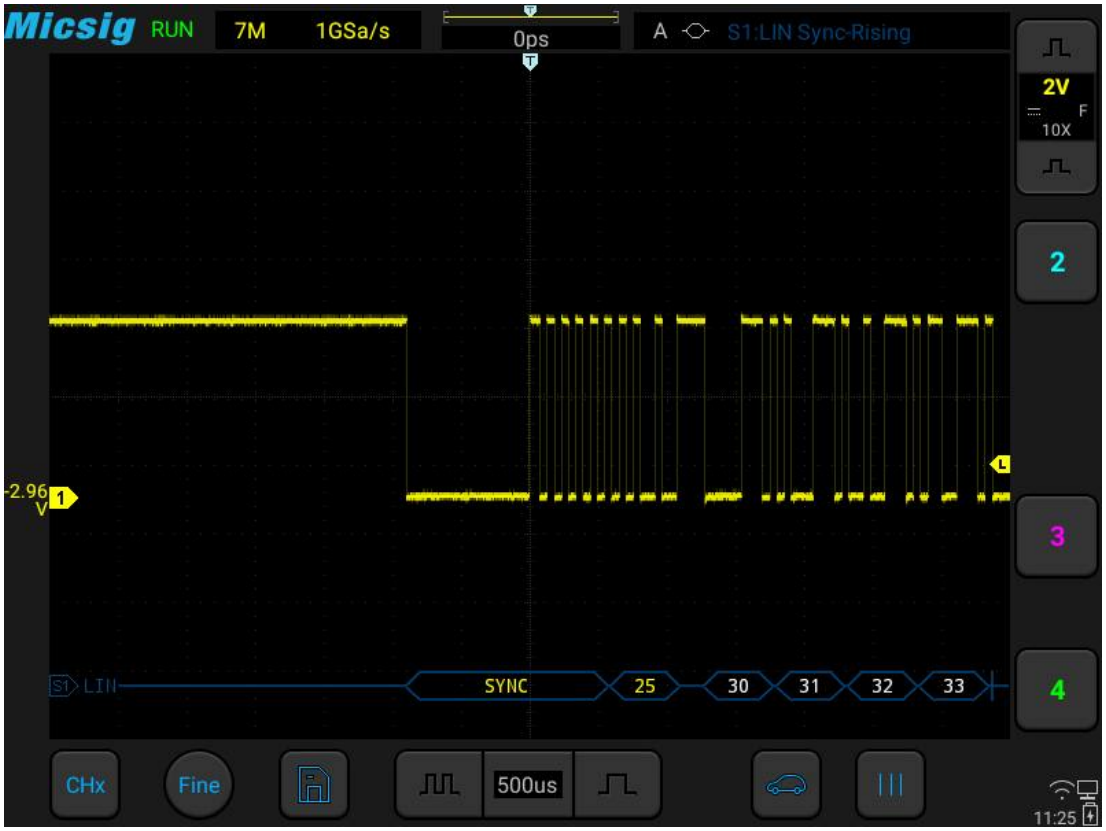


Рисунок 13-12. Графический интерфейс LIN

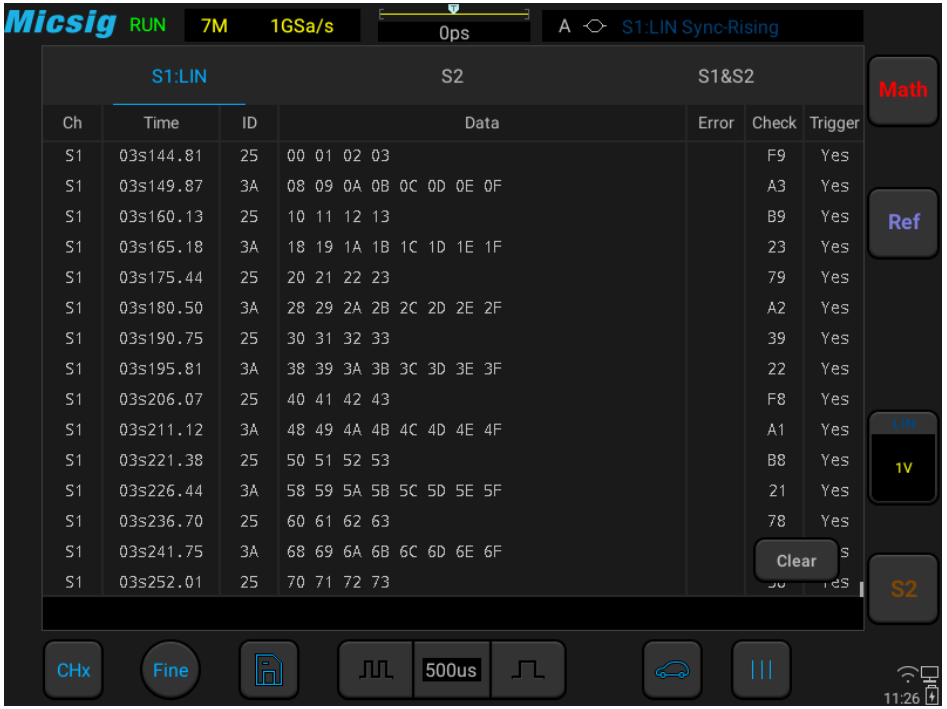
Пакет декодированных данных LIN:

(1) Показывает текущую активность шины в реальном времени.

(2) Данные представлены в шестнадцатеричном формате.

(3) Frame ID выделяется жёлтым, Data — белым, Parity sum — зелёным. При ошибке контрольной суммы появляется красная «E».

(4) При появлении «?» измените развёртку для просмотра результата.



Ch	Time	ID	Data	Error	Check	Trigger
S1	03s144.81	25	00 01 02 03		F9	Yes
S1	03s149.87	3A	08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F		A3	Yes
S1	03s160.13	25	10 11 12 13		B9	Yes
S1	03s165.18	3A	18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F		23	Yes
S1	03s175.44	25	20 21 22 23		79	Yes
S1	03s180.50	3A	28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F		A2	Yes
S1	03s190.75	25	30 31 32 33		39	Yes
S1	03s195.81	3A	38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F		22	Yes
S1	03s206.07	25	40 41 42 43		F8	Yes
S1	03s211.12	3A	48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F		A1	Yes
S1	03s221.38	25	50 51 52 53		B8	Yes
S1	03s226.44	3A	58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F		21	Yes
S1	03s236.70	25	60 61 62 63		78	Yes
S1	03s241.75	3A	68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F			
S1	03s252.01	25	70 71 72 73			

Рисунок 13-13. Текстовый интерфейс LIN

Элементы текстового интерфейса LIN (рисунок 13-13):

(1) Ch: канал шины.

(2) Time: интервал между предыдущим и текущим кадрами.

(3) ID: идентификатор кадра.

(4) Data: данные кадра.

(5) Parity sum: контрольная сумма кадра; ошибочная показана красным.

(6) Trigger: Yes означает выполнение условия запуска.

(7) Clear: очистка счётчика.

13.3 Запуск и декодирование CAN

Для правильного декодирования CAN и стабильного запуска настройте шину, режим и уровень запуска.

- **Настройка шины**

или 

Проведите влево для открытия настроек. Выберите источник, тип сигнала и скорость согласно измеряемой шине. Порядок такой же, как для UART (рисунок 13-14).

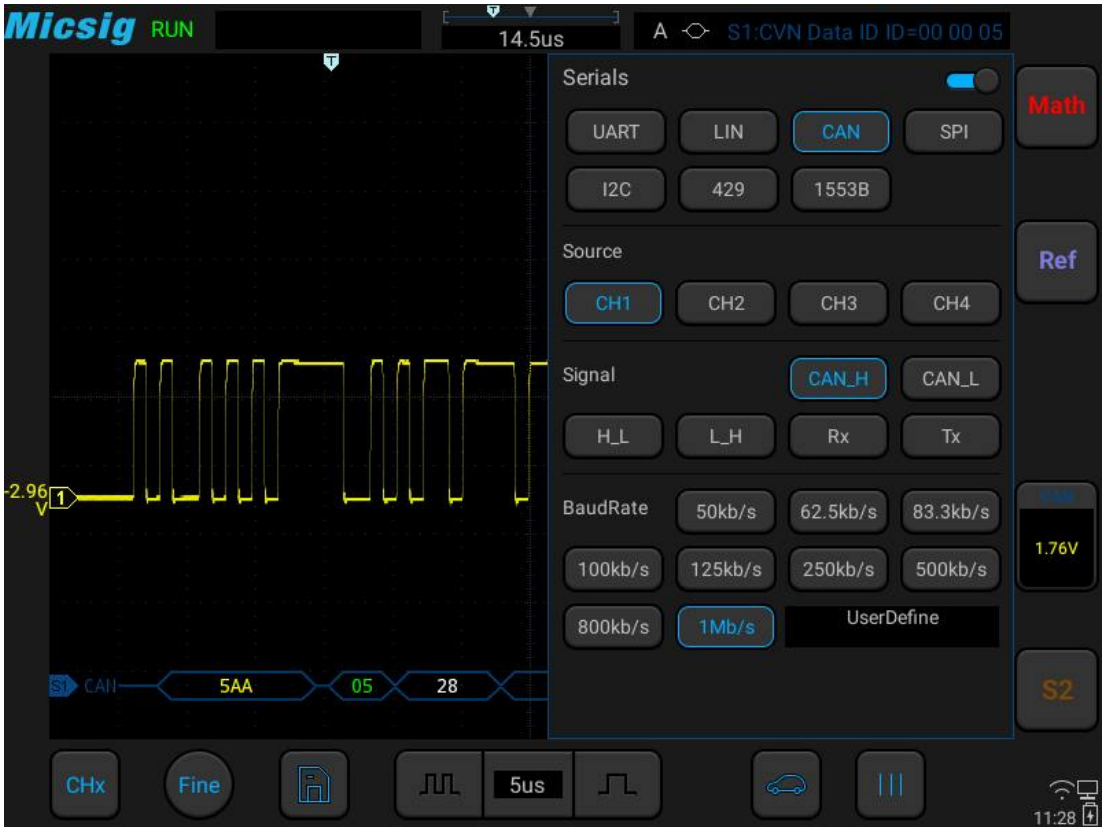


Рисунок 13-14. Настройка шины CAN

- **Режим запуска**

Откройте настройки и выберите запуск по CAN канала S1 (рисунок 13-15).

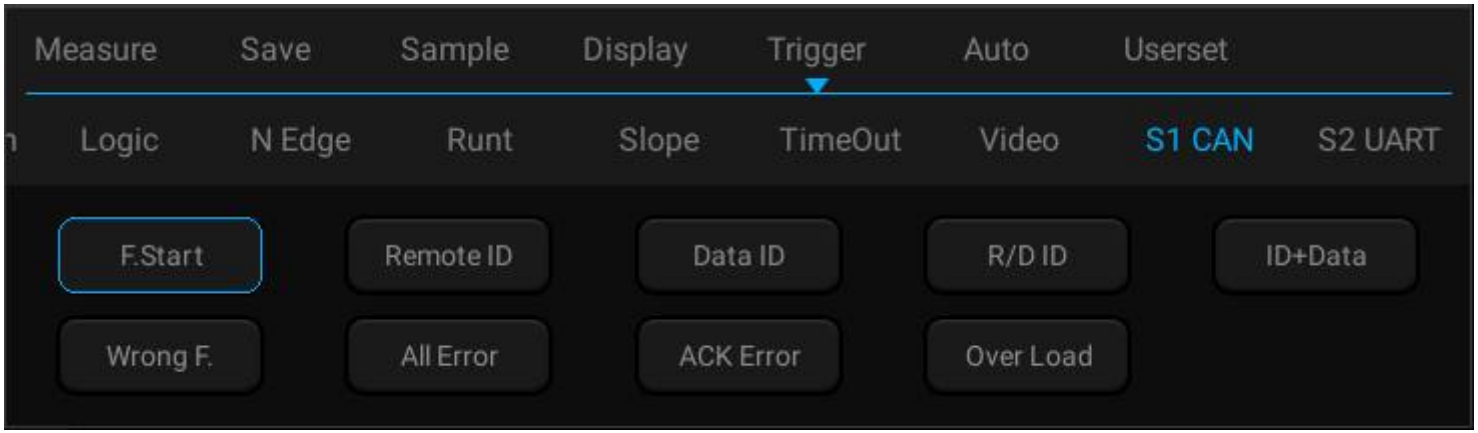


Рисунок 13-15. Настройка запуска CAN

Варианты запуска:

a) Frame start — начало кадра.

b) Remote frame ID — кадр удалённого запроса с заданным ID. Выберите этот пункт и задайте ID внизу области данных запуска.

   Коснитесь чисел на экране и введите значение на экранной клавиатуре.

c) Data frame ID — кадр данных с заданным ID. Настройка аналогична ID кадра удалённого запроса.

d) Remote frame/data frame ID — кадр удалённого запроса или данных с заданным ID. Настройка аналогична предыдущей.

e) Data frame ID and data ID — кадр данных с заданными ID и данными. Настройка аналогична ID кадра удалённого запроса.

f) Error frame — кадр ошибки CAN.

g) All errors — любая ошибка формата или активности.

h) Ack error — рецессивный (высокий) уровень в позиции Ack.

i) Overload frame — кадр перегрузки CAN.

- **Декодирование CAN**

Пример: сигнал на Ch1, высокий уровень покоя, скорость 1 Mb/s, запуск по началу кадра. Выполните:

(1) Коснитесь S1 для включения декодирования и ещё раз для открытия настроек.

(2) Выберите CAN, «Ch1», «Idle High», «1Mb/s». Коснитесь свободной области для закрытия меню.

(3) В настройках запуска выберите «Frame Start».

(4) Подберите порог по амплитуде сигнала. Графический интерфейс показан на рисунке 13-16.



Рисунок 13-16. Графический интерфейс CAN

Пакет декодированных данных CAN:

(1) Показывает активность шины в реальном времени.

(2) Данные представлены в шестнадцатеричном формате.

(3) Frame ID выделяется жёлтым, Data — белым, DLC и CRC — зелёным. При ошибке кадра появляется красная «E».

(4) При появлении «?» измените развёртку. «!» означает, что соответствующая пакету осциллограмма неполная и данные нельзя отобразить правильно.

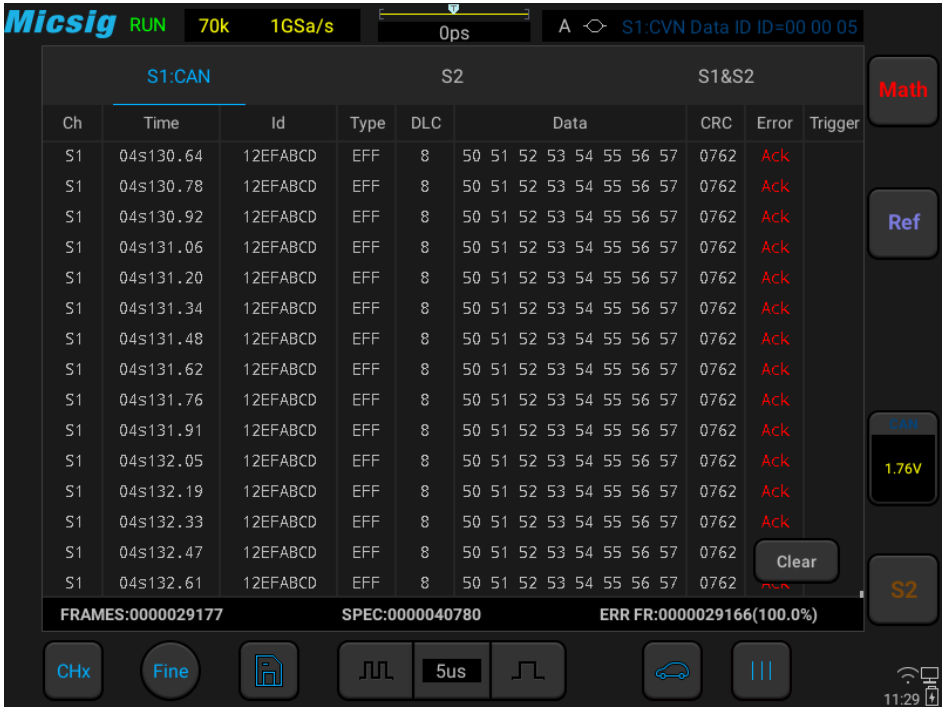


Рисунок 13-17. Текстовый интерфейс CAN

Элементы текстового интерфейса CAN (рисунок 13-17):

(1) Ch: канал шины.

(2) Time: интервал между предыдущим и текущим кадрами.

(3) ID: шестнадцатеричный идентификатор CAN, до 29 бит.

(4) Type: SFF — стандартный кадр данных, SRF — стандартный кадр запроса, EFF — расширенный кадр данных, ERF — расширенный кадр запроса.

(5) DLC: число байтов данных в кадре. Для удалённого запроса это значение можно игнорировать.

(6) Data: данные кадра.

(7) CRC: контрольный код CRC кадра.

(8) Error: ошибки подтверждения, вставки битов, формата и CRC.

(9) Trigger: Yes означает выполнение условия запуска.

(10) Statistics: количество и процент кадров разных типов, длин данных, состояний и т. д.

13.4 Запуск и декодирование SPI

Для правильного декодирования SPI и стабильного запуска настройте шину, режим и уровень запуска.

- **Настройка шины**



или 

Проведите влево для открытия настроек. Задайте:

источник тактового сигнала, данных, выбор микросхемы и длину слова (рисунок 13-18).

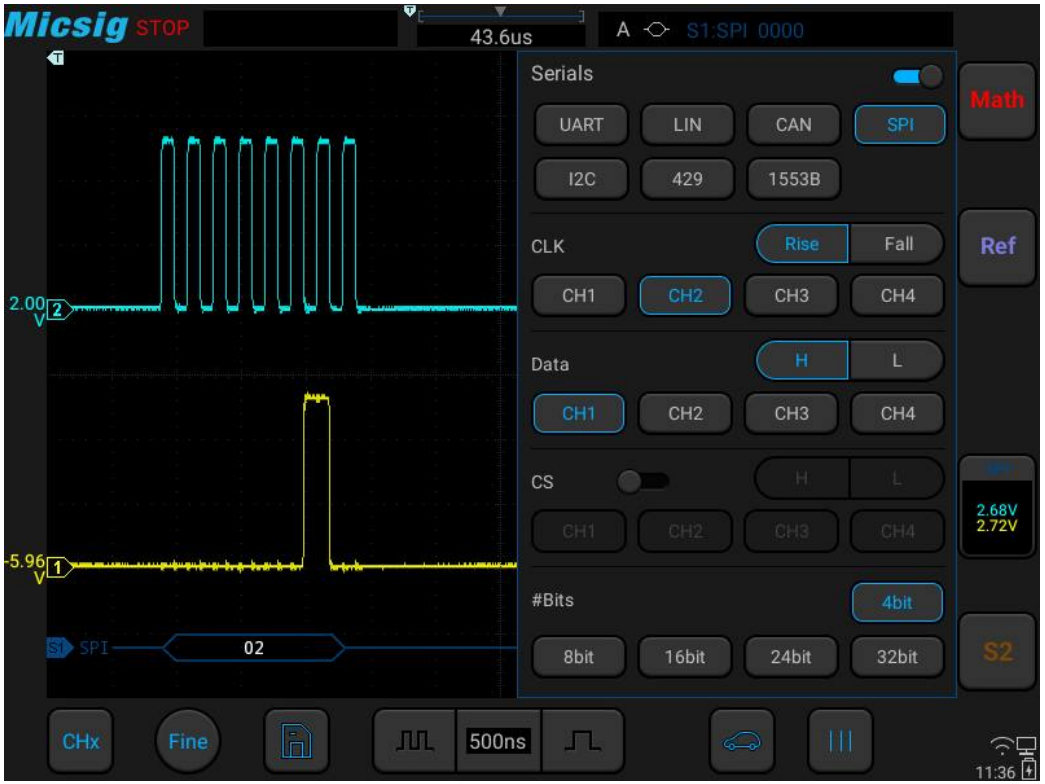


Рисунок 13-18. Настройка шины SPI

- **Режим запуска**

Откройте настройки и выберите запуск по SPI (рисунок 13-19).



Рисунок 13-19. Настройка запуска SPI

Настройка совпадения данных аналогична совпадению ID кадра CAN и здесь не повторяется.

Примечание: задайте значения нужных битов в пределах длины данных декодирования.

Запуск происходит при совпадении соответствующих битов с заданным значением.

- **Последовательная шина SPI**

  Пример: CLK подключён к Ch1, DATA — к Ch2, уровень покоя высокий, выборка по положительному фронту тактового сигнала, длина слова 4 бита, CS выключен. Запуск по совпадению данных 0001. Выполните:

  (1) Коснитесь S1 для включения декодирования и ещё раз для открытия настроек.

  (2) Выберите SPI: тактовый сигнал Ch1, положительный фронт; данные Ch2, высокий уровень; длина слова «4bit».

  (3) В настройках запуска коснитесь данных и на экранной клавиатуре задайте «0001».

  (4) Подберите пороги обоих каналов по амплитуде сигналов. Графический интерфейс показан на рисунке 13-20.

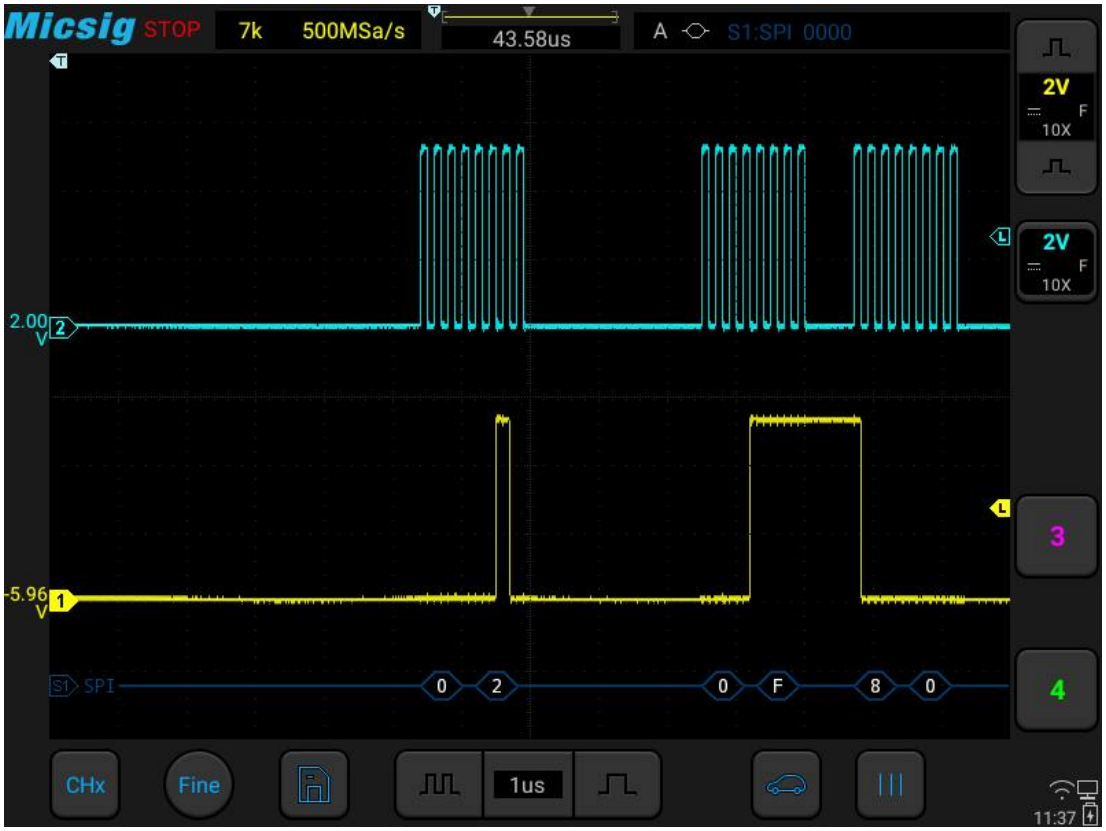


Рисунок 13-20. Графический интерфейс SPI

Пакет декодированных данных SPI:

(1) Показывает активность шины в реальном времени.

(2) Данные представлены в шестнадцатеричном формате.

(3) Данные показаны белым.

(4) При появлении «?» измените развёртку для просмотра результата.

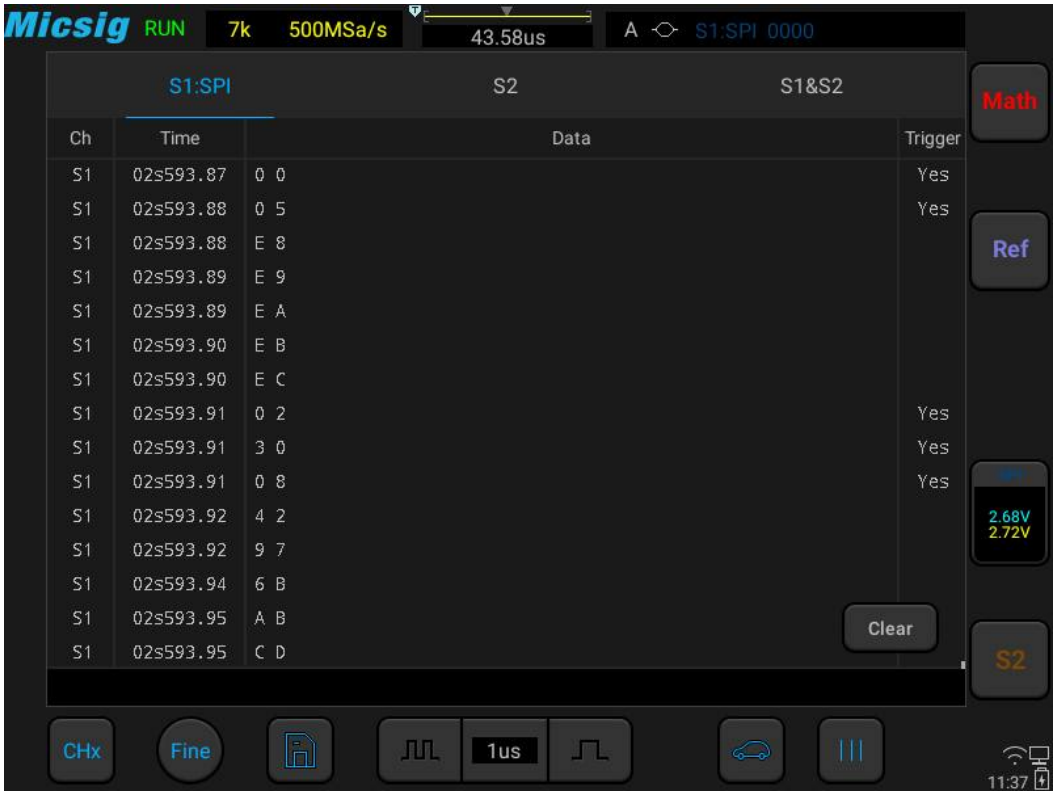


Рисунок 13-21. Текстовый интерфейс SPI

Элементы текстового интерфейса SPI (рисунок 13-21):

(1) Ch: канал шины.

(2) Time: интервал между предыдущим и текущим кадрами.

(3) Data: отображение зависит от длины слова. Например, при

8 bit в столбце данных один байт; при 16 bit — 2 байта, при 24 bit — 3, при 32 bit — 4.

(4) Trigger: Yes означает выполнение условия запуска.

Примечание: один кадр определяется заданной длиной слова и соответствует одной последовательности данных.

13.5 Запуск и декодирование I2C

Для правильного декодирования I2C и стабильного запуска настройте шину, режим и уровень запуска.

- **Настройка шины**

  или 

  Проведите влево для открытия настроек. Задайте каналы SCL и данных SDA (рисунок 13-22).

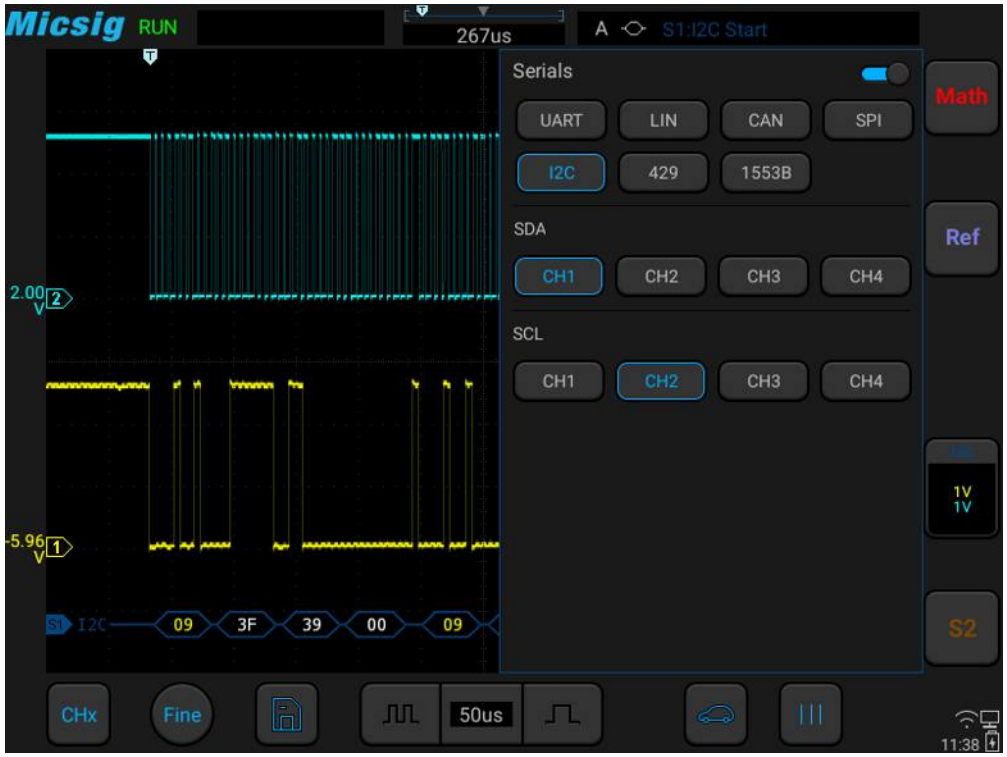


Рисунок 13-22. Настройка шины I2C

Примечание: при выборе канала SCL или SDA система автоматически назначает другой канал.

- **Режим запуска**

Откройте настройки, выберите запуск по I2C, затем тип и условие запуска (рисунок 13-23).

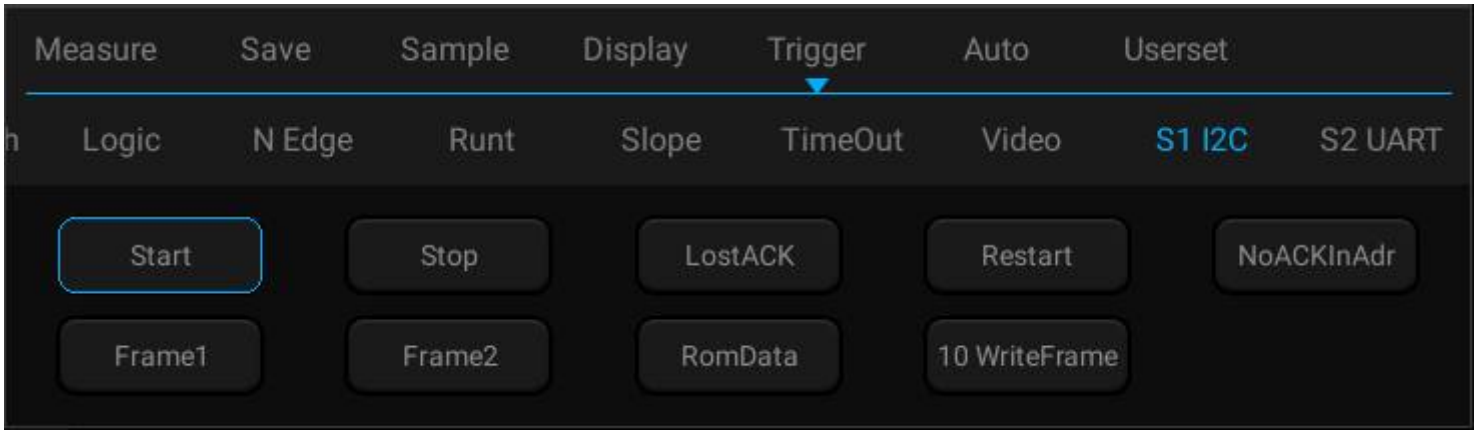


Рисунок 13-23. Настройка запуска I2C

Варианты запуска:

a) Start condition — SCL высокий, SDA имеет отрицательный фронт; включает повторный старт.

b) Stop condition — SCL высокий, SDA имеет положительный фронт.

c) Ack Loss — высокий уровень бита Ack, то есть отсутствие подтверждения.

d) Restart — новое условие старта до появления условия остановки.

e) Address no ack — отсутствие подтверждения в заданном поле адреса, без учёта бита W/R. В данных запуска выберите «Address» и измените значение на экранной клавиатуре.

f) Frame Type 1: старт + адрес 7 бит + чтение/запись + подтверждение + данные. При совпадении всех битов запуск по кадру чтения/записи с семибитным адресом происходит на 17-м тактовом фронте.

Для настройки типа 1 коснитесь значений адреса и данных и измените их на экранной клавиатуре.

g) Frame type 2: старт + адрес 7 бит + чтение/запись + подтверждение + данные 1 + подтверждение + данные 2. При совпадении всех битов запуск происходит на 26-м фронте. Настройка аналогична типу 1.

h) EEPROM data read: захватывает данные операции чтения EEPROM с управляющим байтом 1010xxx и правильным Ack. Если данные удовлетворяют заданному сравнению, запуск происходит на фронте бита Ack после байта данных.

Выберите «EEPROM Data Read» и условие =, >, < или ≠. Значения задаются так же, как поле адреса.

i) 10-bit write frame — запуск по десятибитному кадру записи на 26-м фронте при совпадении битов.

Пример: запуск по старту, SCL на Ch2, SDA на Ch1. Выполните:

(1) Коснитесь S1 для включения декодирования и ещё раз для открытия настроек.

(2) Выберите I2C и назначьте Ch2 тактовому сигналу SCL.

(3) В настройках запуска выберите «Start Condition».

(4) Подберите пороги 2 каналов по амплитуде сигналов. Графический интерфейс показан на рисунке 13-24.



Рисунок 13-24. Графический интерфейс I2C

Пакет декодированных данных I2C:

(1) Показывает активность шины в реальном времени.

(2) Данные представлены в шестнадцатеричном формате.

(3) Адрес чтения выделяется зелёным, адрес записи — жёлтым, данные — белым. W обозначает запись, R — чтение, D — декодированные данные, ~A — отсутствие Ack.

(4) При появлении «?» измените развёртку для просмотра результата.

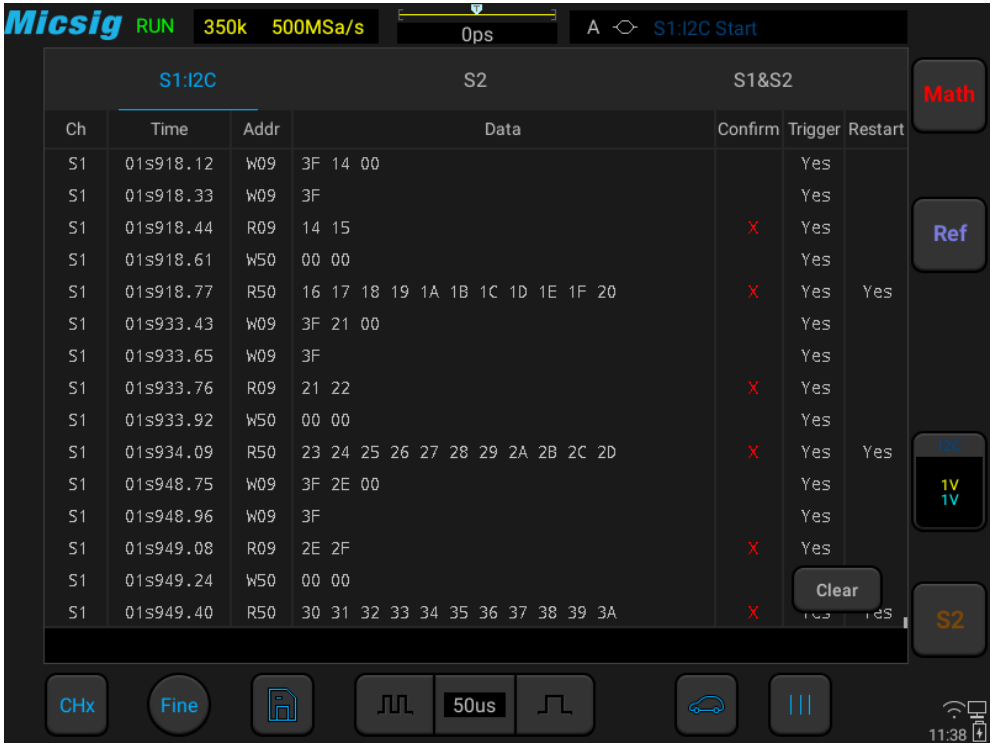


Рисунок 13-25. Текстовый интерфейс I2C

Элементы текстового интерфейса I2C (рисунок 13-25):

(1) Ch: канал шины.

(2) Time: интервал между предыдущей и текущей операциями чтения/записи.

(3) Address: R означает чтение, W — запись.

(4) Data: данные одной операции чтения или записи.

(5) Ack: X означает отсутствие подтверждения.

(6) Trigger: Yes означает выполнение условия запуска.

(7) Restart: Yes означает выполнение условия повторного старта.

13.6 Запуск и декодирование ARINC429

Для правильного декодирования ARINC429 и стабильного запуска настройте шину, режим и уровень запуска.

- **Настройка шины**

или 

Проведите влево для открытия настроек. Задайте:

  Data Source — канал сигнала ARINC 429.

  Word format — режим декодирования слова ARINC 429.

  Bus Display — формат отображения данных ARINC 429.

  Baud Rate — скорость сигнала ARINC 429.

  См. рисунок 13-26.

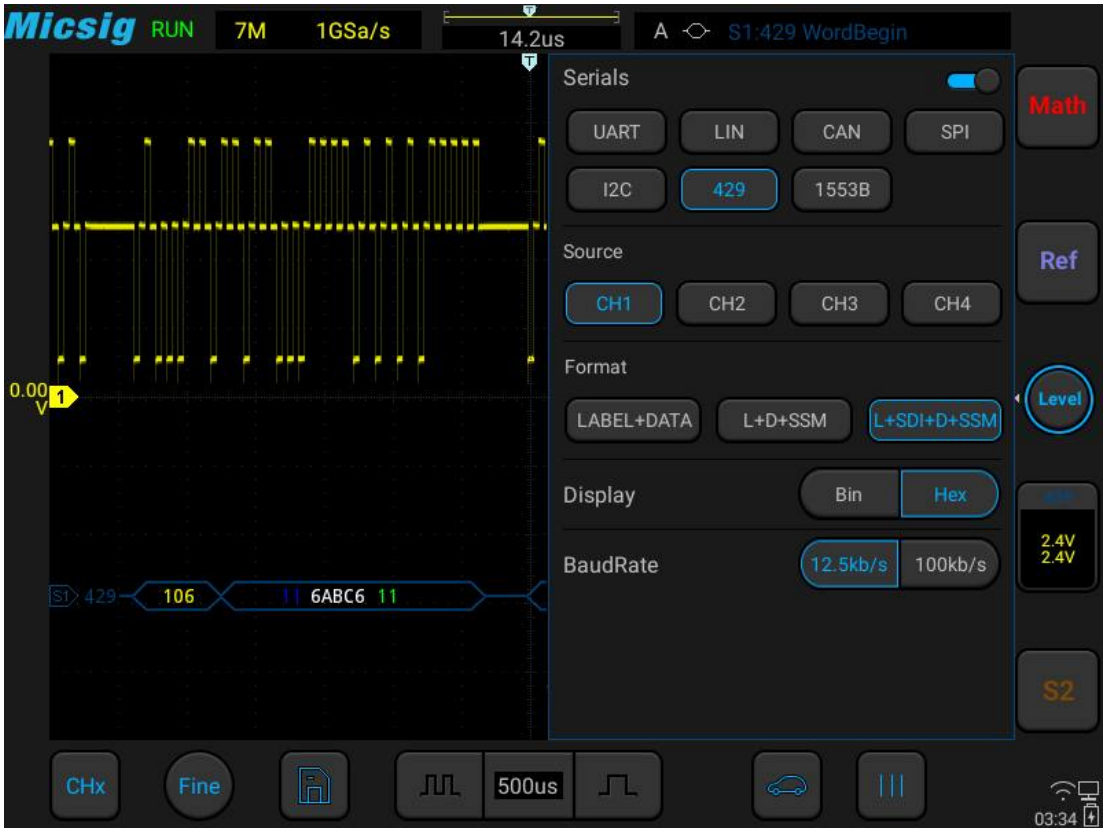


Рисунок 13-26. Настройка шины ARINC429

- **Режим запуска**

Откройте настройки, выберите запуск по ARINC429, затем тип и условие запуска (рисунок 13-27).

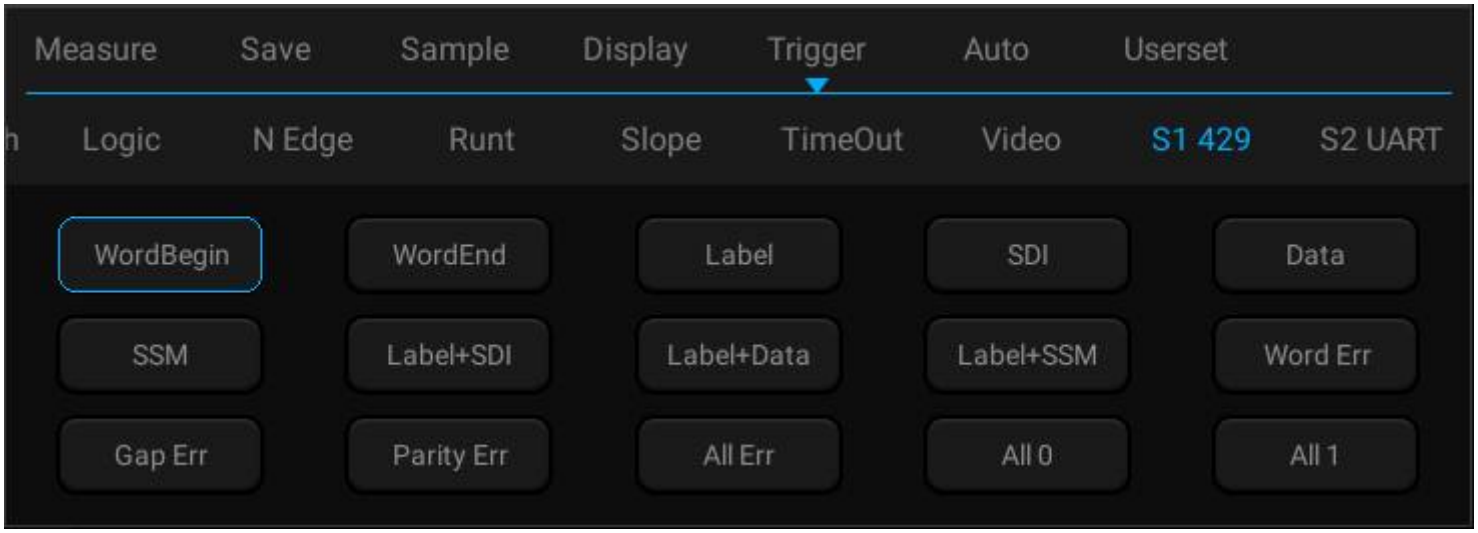


Рисунок 13-27. Настройка запуска ARINC429

Для запуска по LABEL, SDI (идентификатору источника), DATA или SSM (знаку/статусу) выберите режим, введите значение на экранной клавиатуре и нажмите «Enter».

Параметры запуска:

a) Word start: начало слова.

b) Word stop: конец слова.

c) LABEL: заданное значение метки.

d) SDI: заданный идентификатор источника.

e) DATA: заданные данные.

f) SSM: заданная матрица знака/статуса.

g) LABEL+SDI: заданные метка и идентификатор источника.

h) LABEL+DATA: заданные метка и данные.

i) LABEL+SSM: заданные метка и матрица знака/статуса.

j) Word Error: ошибка слова.

k) Word gap error: ошибка интервала между словами.

l) Verification error: ошибка проверки.

m) All errors: любая из перечисленных ошибок.

n) All 0 bits: появление любого бита со значением 0.

o) All 1 bit: появление любого бита со значением 1.

- **Декодирование ARINC 429**

Пример: источник CH1, формат LABEL+DATA, шестнадцатеричное отображение, скорость 12.5 kb/s, запуск по LABEL. Выполните:

(1) Коснитесь S1 для включения декодирования и ещё раз для открытия настроек.

Выберите «429», источник CH1, формат LABEL+DATA, шестнадцатеричное отображение и 12.5 kb/s.

(2) В настройках выберите запуск по шине S1-ARINC429, режим

LABEL и введите метку «106» на экранной клавиатуре.

Подберите верхний и нижний пороги по амплитуде сигнала. Графический интерфейс ARINC429 показан на рисунке 13-28.

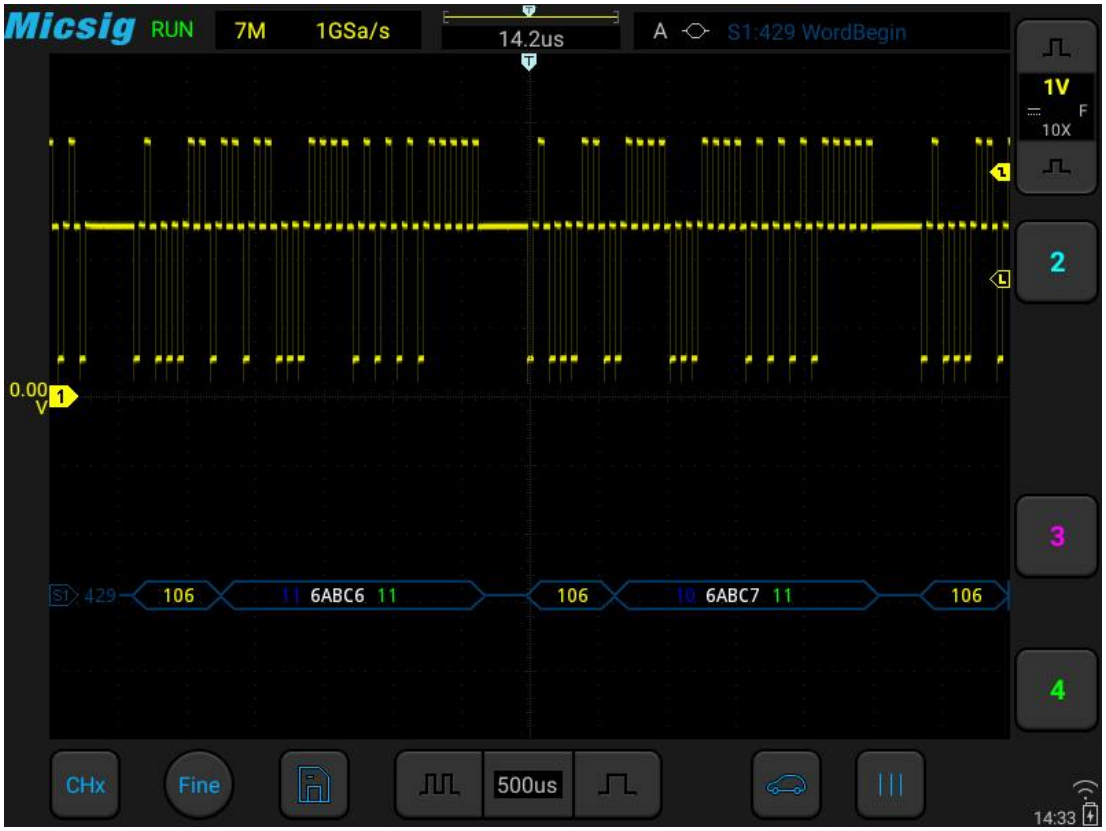


Рисунок 13-28. Графический интерфейс ARINC429

Пакет декодированных данных ARINC429:

(1) Слово содержит 32 бита: 8–1 — метка, старший бит первым; 9–10 — SD; 11–29 — данные, младший бит первым; 30–31 — знак/статус; 32 — чётность.

(2) Метка (8 бит): восьмеричный формат, жёлтый цвет.

(3) SDI (2 бита): двоичный формат, синий цвет.

(4) Данные (19 бит): выбранная система счисления, белый цвет; при ошибке чётности — красный.

(5) SSM (2 бита): двоичный формат, зелёный цвет.

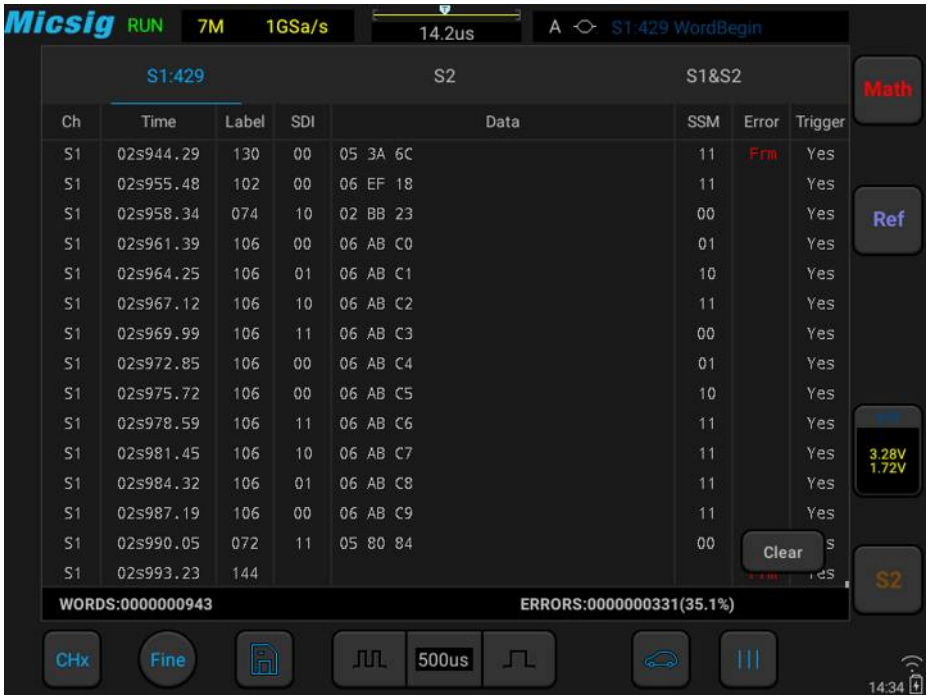


Рисунок 13-29. Текстовый интерфейс ARINC429

Элементы текстового интерфейса ARINC429 (рисунок 13-29):

(1) Ch: канал шины.

(2) Time: интервал между предыдущей и текущей операциями чтения/записи.

(3) LABLE: метка, идентификатор информации в восьмеричном формате.

(4) SDI: идентификатор источника/получателя в двоичном формате; XX, если отдельно не выделен.

(5) Data: переданные данные в выбранной системе счисления.

(6) SSM: матрица знака/статуса в двоичном формате; XX, если отдельно не выделена.

(7) Error: тип ошибки кадра — Par (чётность), Frm (кадр).

(8) Trigger: Yes означает выполнение условия запуска.

13.7 Запуск и декодирование 1553B

Для правильного декодирования 1553B и стабильного запуска настройте шину, режим и уровень запуска.

- **Настройка шины**

или 

Проведите влево для открытия настроек. Задайте источник и формат отображения (рисунок 13-30).

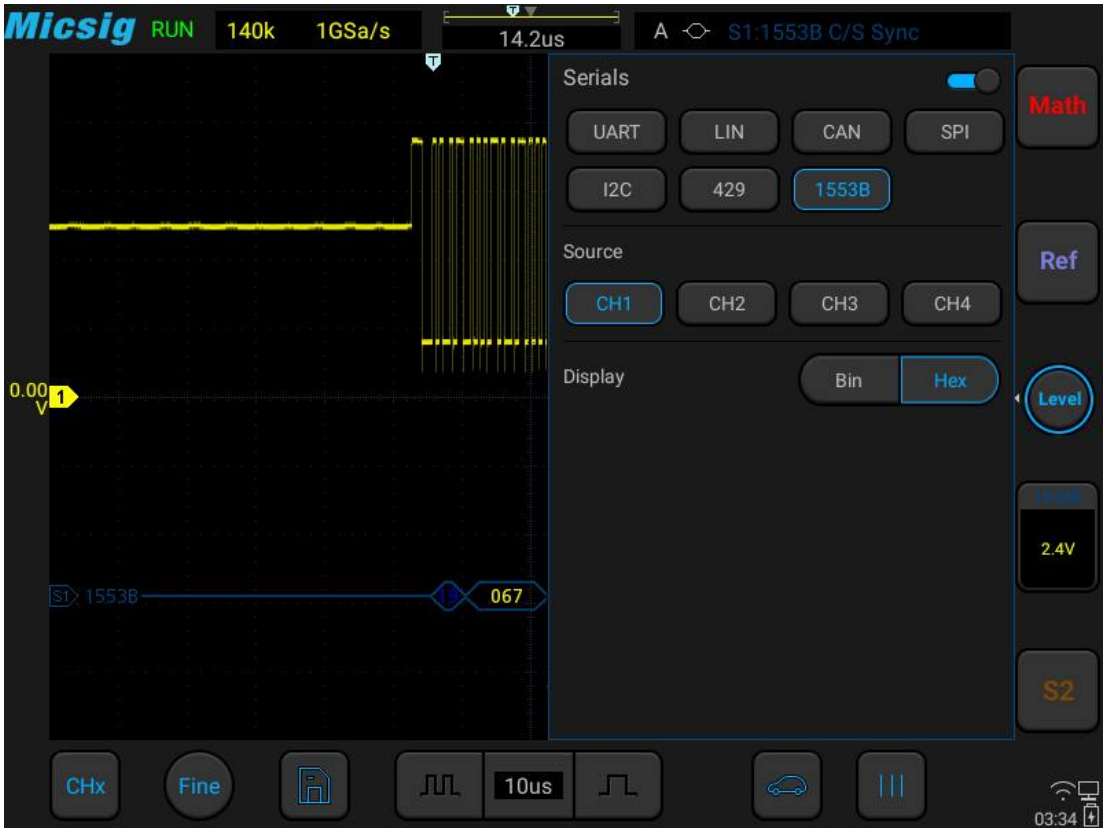


Рисунок 13-30. Настройка шины 1553B

- **Режим запуска**

Откройте настройки, выберите запуск по 1553B, затем нужный тип (рисунок 13-31).



Рисунок 13-31. Настройка запуска 1553B

Параметры запуска:

a) Command/status word sync header: начало командного слова или слова состояния, в конце допустимого синхроимпульса C/S.

b) Data word sync header: начало слова данных, в конце допустимого синхроимпульса данных.

c) Command/status word: обнаружение заданного командного слова или слова состояния.

d) Remote terminal address: совпадение адреса удалённого терминала RTA с заданным значением.

e) После выбора доступна кнопка RTA для задания адреса в шестнадцатеричном формате. Значение 0xXX (не учитывается) обеспечивает запуск по любому RTA.

f) Manchester coding error: обнаружение ошибки манчестерского кодирования.

g) Data word: обнаружение заданного слова данных.

h) Odd parity error: неправильный бит нечётности слова.

i) All errors: обнаружение любой ошибки.

- **Декодирование 1553B**

Пример: источник CH1, шестнадцатеричное отображение, скорость 12.5 kb/s, запуск по синхрозаголовку командного слова/слова состояния. Выполните:

(1) Коснитесь S1 для включения декодирования и ещё раз для открытия настроек.

(2) Выберите 1553B, источник CH1 и шестнадцатеричный формат.

(3) В настройках выберите запуск по шине 1553B и режим

«command/status word sync header».

Подберите порог канала по амплитуде сигнала. Графический интерфейс 1553B показан на рисунке 13-32.

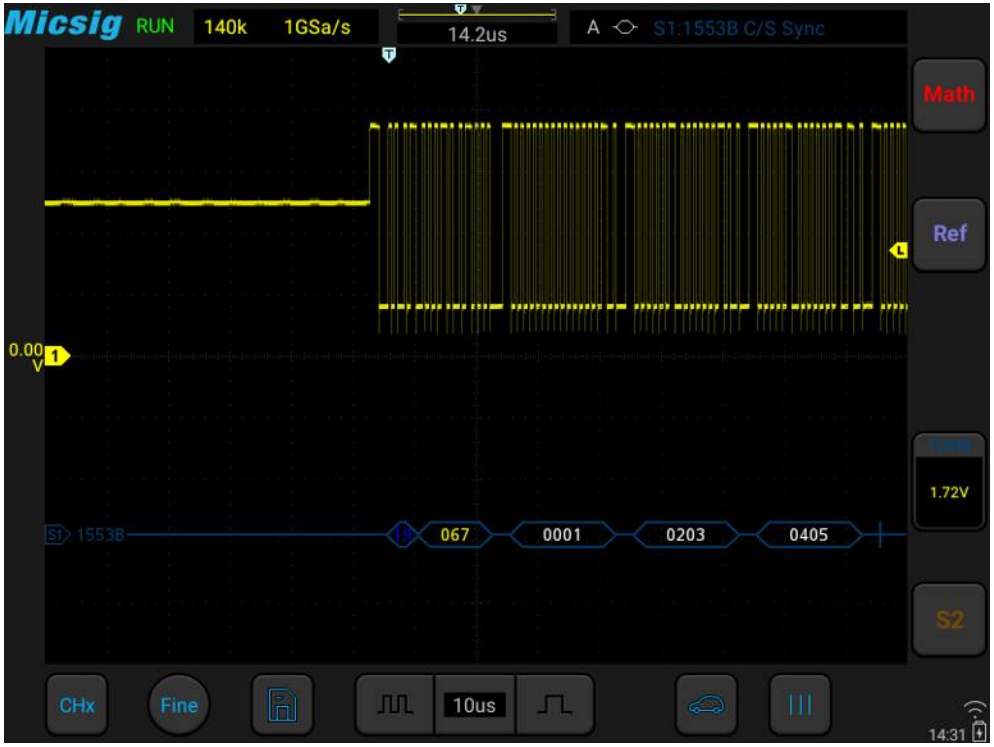


Рисунок 13-32. Графический интерфейс 1553B

Пакет декодированных данных 1553B:

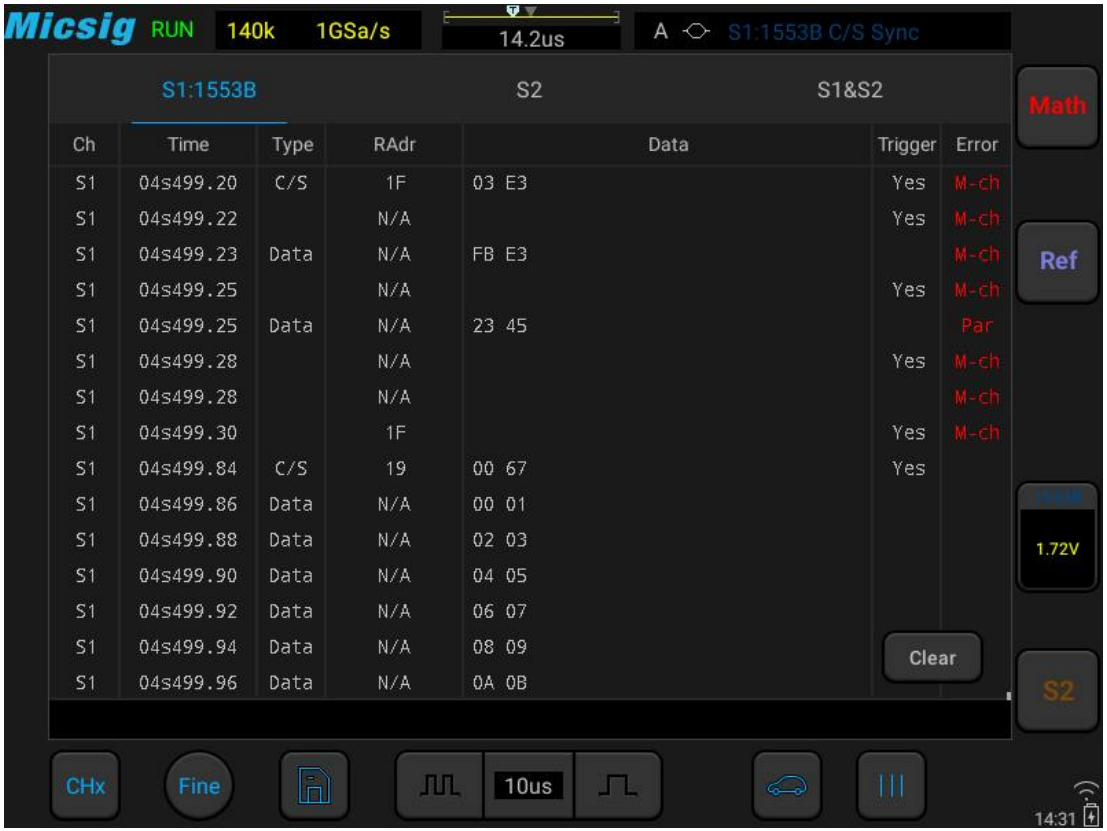
(1) Адрес удалённого терминала (5 бит): синий.

(2) Оставшиеся 11 бит командного слова/слова состояния: жёлтый.

(3) Декодированные данные: белый.

(4) При ошибке чётности командного слова, слова состояния или данных текст красный вместо зелёного или белого.

(5) Ошибка синхронизации отображается с надписью «SYNC».



Ch	Time	Type	RAdr	Data	Trigger	Error
S1	04s499.20	C/S	1F	03 E3	Yes	M-ch
S1	04s499.22		N/A		Yes	M-ch
S1	04s499.23	Data	N/A	FB E3		M-ch
S1	04s499.25		N/A		Yes	M-ch
S1	04s499.25	Data	N/A	23 45		Par
S1	04s499.28		N/A		Yes	M-ch
S1	04s499.28		N/A			M-ch
S1	04s499.30		1F		Yes	M-ch
S1	04s499.84	C/S	19	00 67	Yes	
S1	04s499.86	Data	N/A	00 01		
S1	04s499.88	Data	N/A	02 03		
S1	04s499.90	Data	N/A	04 05		
S1	04s499.92	Data	N/A	06 07		
S1	04s499.94	Data	N/A	08 09		
S1	04s499.96	Data	N/A	0A 0B		

Рисунок 13-33. Текстовый интерфейс 1553B

Элементы текстового интерфейса 1553B (рисунок 13-33):

(1) Ch: канал шины.

(2) Time: интервал между предыдущей и текущей операциями чтения/записи.

(3) Type: DATA — данные, C/S — команда/состояние, N/A — прочее.

(4) RAdr: адрес удалённого терминала в выбранной системе счисления; N/A, если данных нет.

(5) Data: переданные данные в выбранной системе счисления.

(6) Trigger: Yes означает выполнение условия запуска.

(7) Error: тип ошибки — Par (чётность), M-ch (манчестерское кодирование).

Глава 14. Функции главного экрана

В этой главе описаны значки и настройки главного экрана осциллографа. Внимательно изучите её, чтобы ознакомиться с функциями главного экрана осциллографов серии SATO.

- Осциллограф
- Магазин приложений
- Настройки
- Файловый менеджер
- Калькулятор
- Браузер
- Галерея
- Календарь
- Электронные инструменты
- Часы
- Выключение

Ниже показан главный экран осциллографа. Для просмотра остальных приложений проведите влево или вправо (рисунок 14-1).

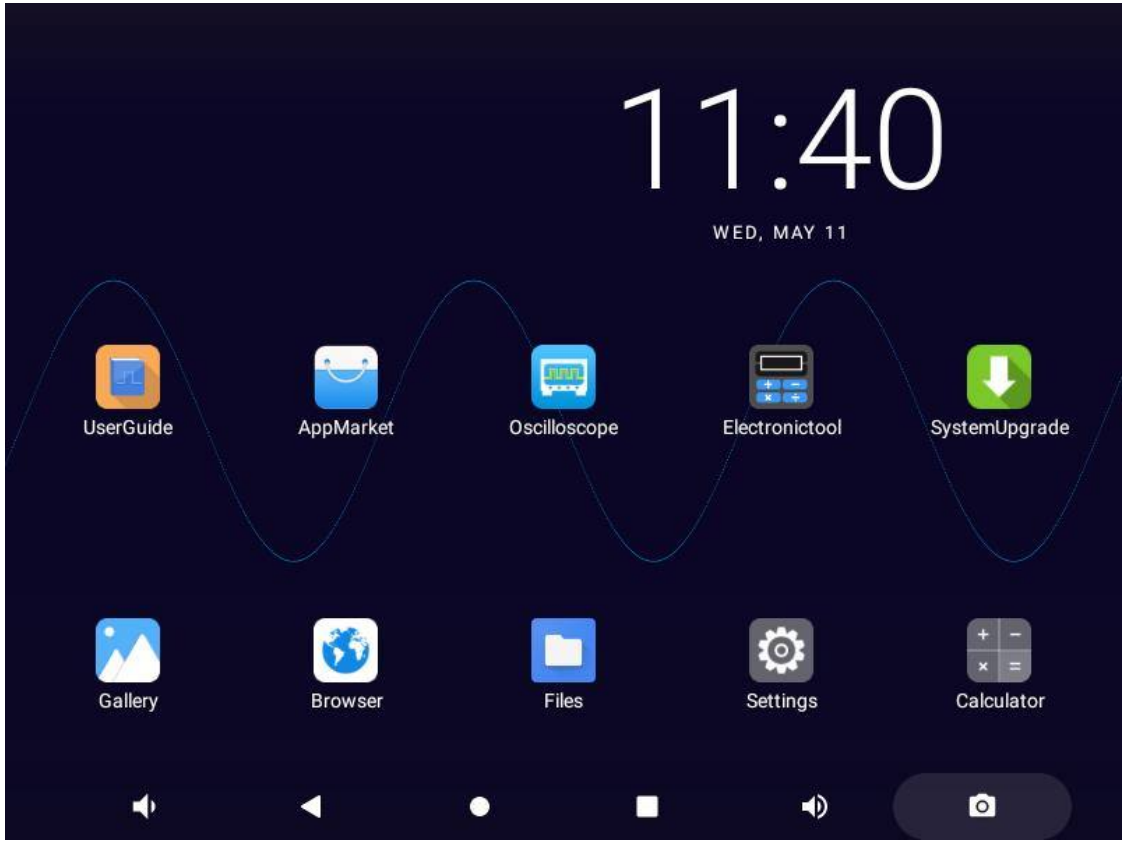


Рисунок 14-1. Главный экран

14.1 Осциллограф (см. главы 2–12)

14.2 Магазин приложений

Коснитесь значка магазина на главном экране (рисунок 14-2). Доступны разделы Network, Local, U-disk и About.

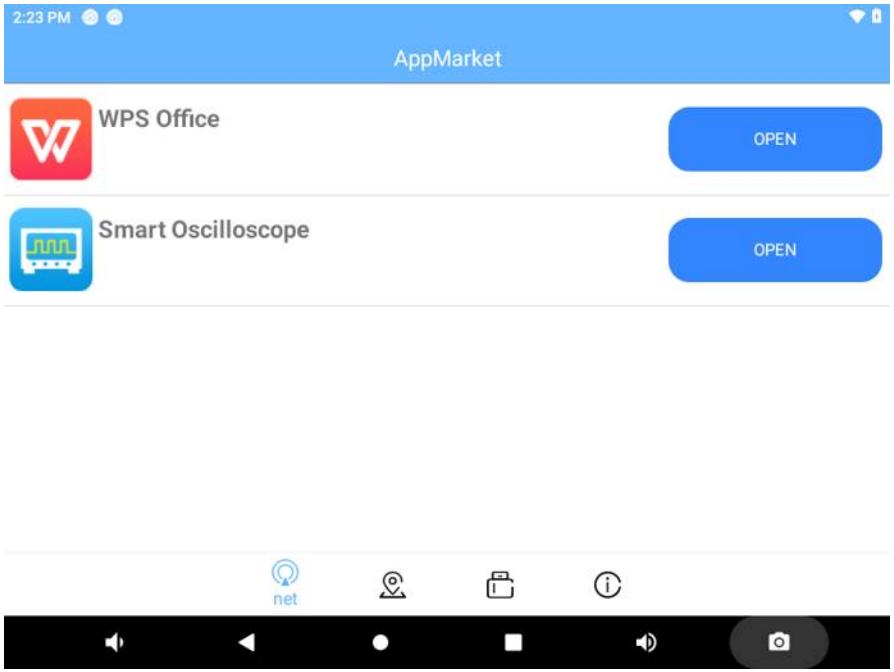


Рисунок 14-2. Магазин приложений

Network — сеть

Коснитесь «Network» для открытия списка приложений.

Коснитесь значка приложения для просмотра версии и описания. Зелёная кнопка внизу открывает или устанавливает приложение.

Зелёная кнопка справа в списке также открывает или устанавливает приложение.

Local — локальные приложения

Здесь отображаются скачанные и установленные приложения. При отсутствии локальных установочных пакетов появляется сообщение «There are no available apk files in the local directory».

U-disk — USB-накопитель

Здесь отображаются приложения, доступные на USB-накопителе.

Если накопитель не подключён, появляется «U-disk not inserted».

Если USB-накопитель подключён, но не содержит установочных APK, появляется «There is no available apk file in the U disk directory».

About — сведения о приборе

Здесь отображаются модель, полоса, серийный номер, версия, дата отгрузки и установленные опции. Для установки опции введите лицензию на экранной клавиатуре.

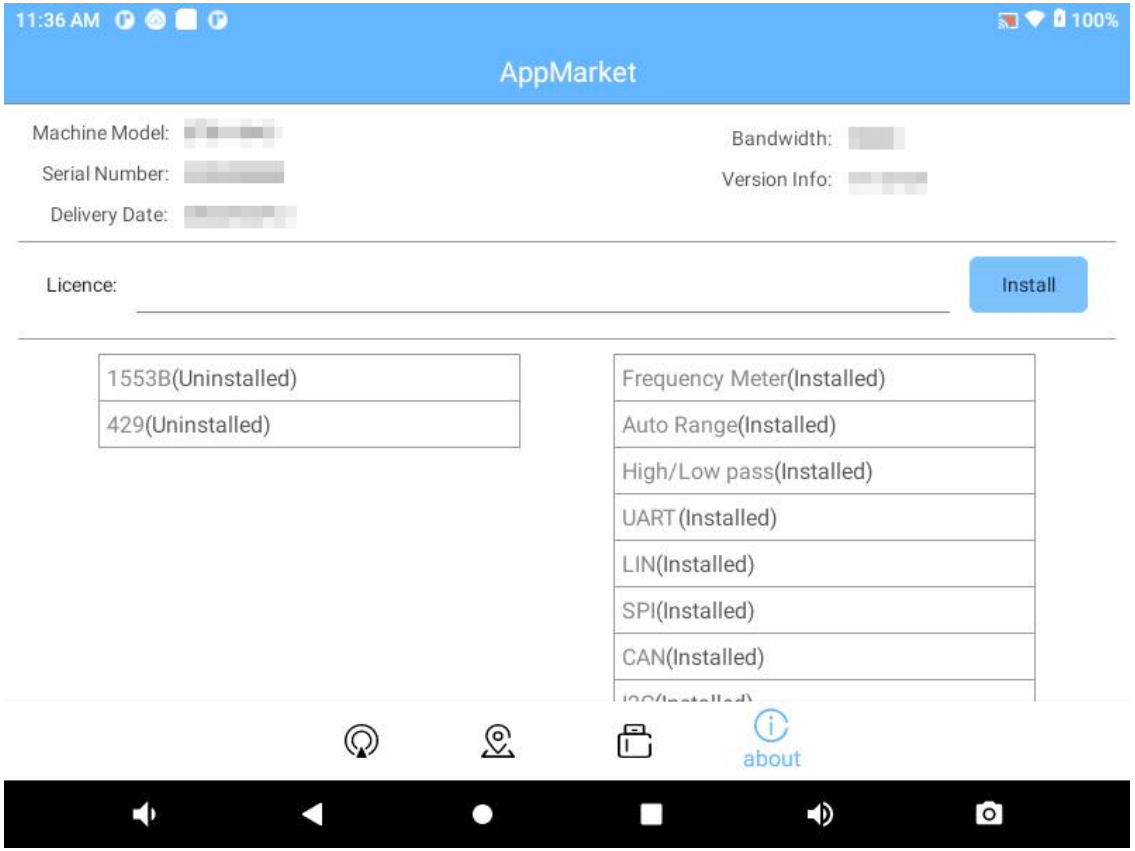


Рисунок 14-3. Сведения о приборе

Доступны опции декодирования UART, LIN, SPI, CAN, I2C, 1553B, 429 и других шин (см. главу 13).

14.3 Настройки

Коснитесь настроек на главном экране. Доступны сеть и интернет, экран, звук, память, система и сведения об осциллографе (рисунок 14-4).

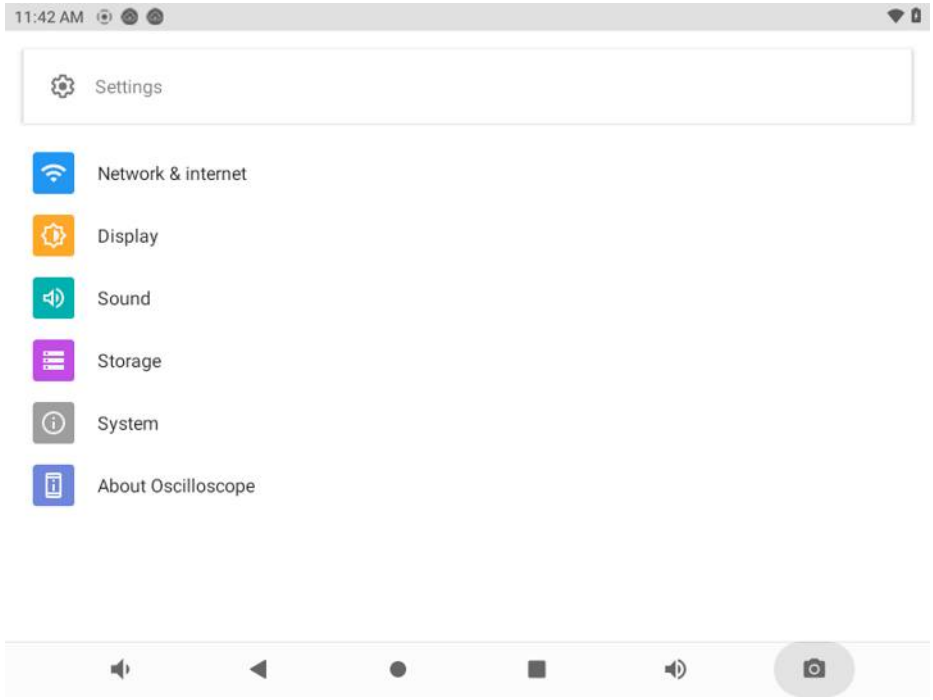


Рисунок 14-4. Системные настройки

Подключение WLAN

Коснитесь значка WIFI для открытия настроек WLAN (рисунок 14-5).

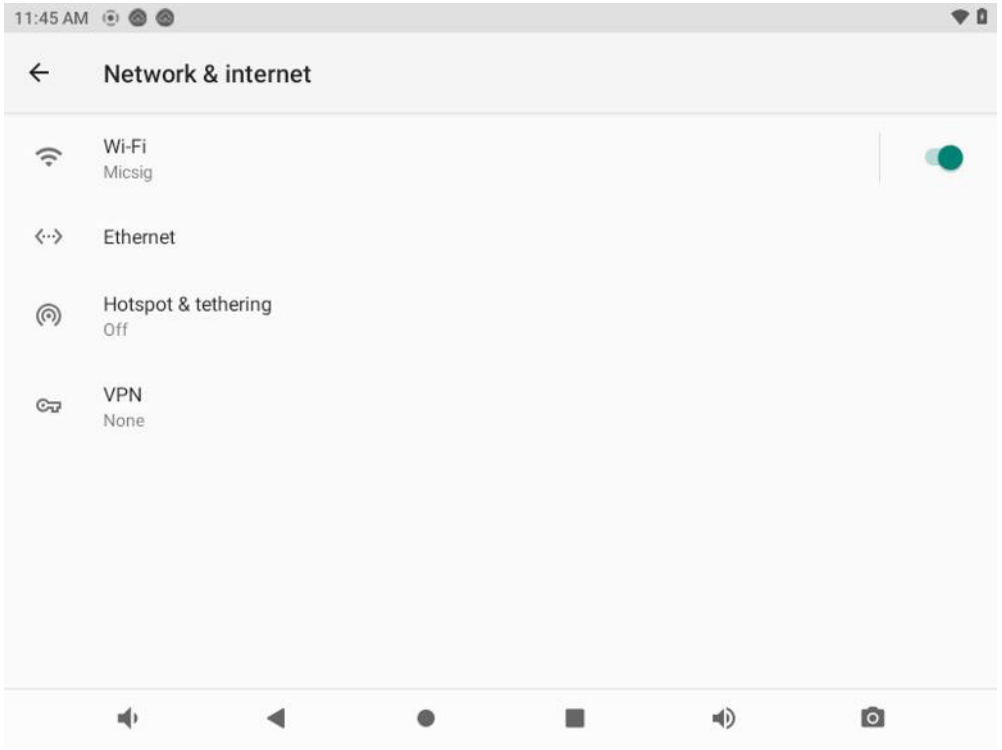


Рисунок 14-5. Подключение WLAN

Включите WLAN переключателем. Осциллограф автоматически найдёт ближайшие беспроводные сети и покажет их список.

Коснитесь нужной сети, введите пароль на экранной клавиатуре и нажмите Enter для подключения.

Коснитесь текущей сети для доступа к расширенным настройкам WIFI.

Переносная точка доступа WLAN

Коснитесь Hotspot для открытия настроек точки доступа.

Коснитесь выключенного значка для включения. Выберите «hotsopt name» и задайте имя сети и пароль на экранной клавиатуре (рисунок 14-6). Другие устройства могут получать файлы, подключившись к точке доступа осциллографа. Её IP по умолчанию: 192.168.243.155.

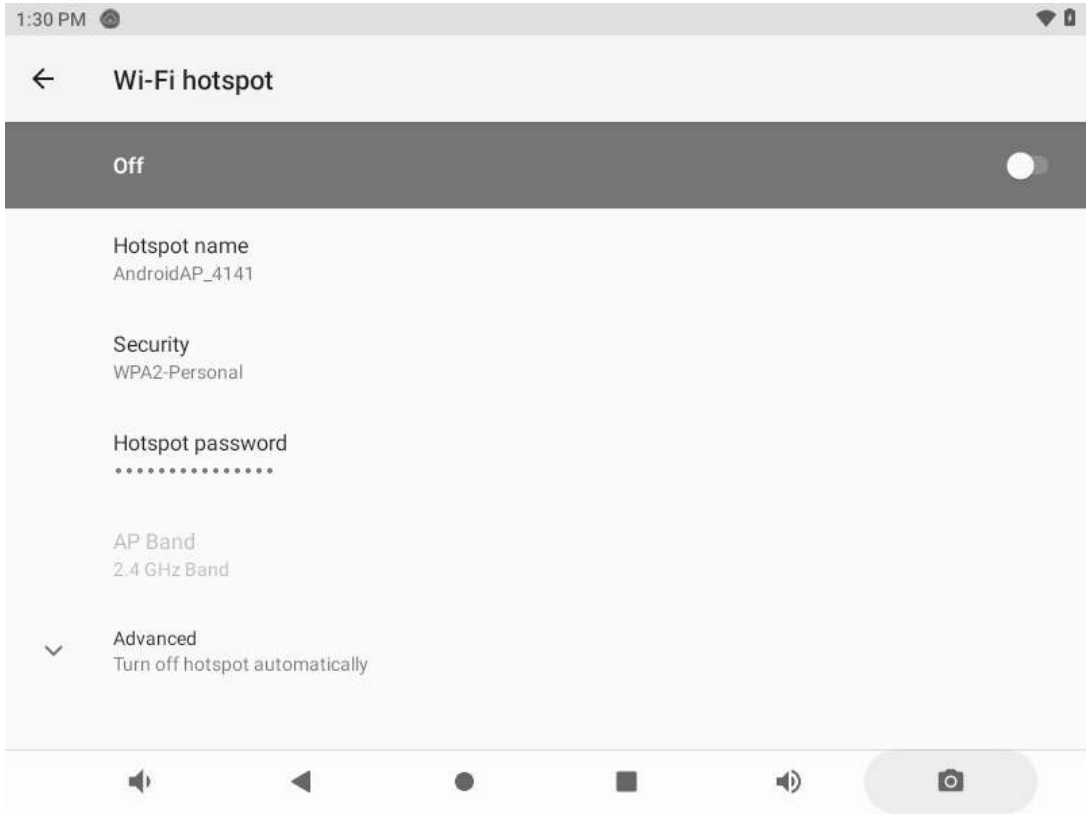


Рисунок 14-6. Настройка переносной точки доступа WLAN

Экран

Настройки экрана включают яркость, тёмную тему, обои, размер шрифта и масштаб отображения.

Brightness level: перетащите ползунок для регулировки яркости экрана.

Dark theme: чёрный фон может уменьшать расход аккумулятора на некоторых экранах.

Wallpaper: выбор обоев.

Font size: размер системного шрифта.

Display size: уменьшение или увеличение элементов экрана. Их положение в некоторых приложениях может измениться.

Звук

Коснитесь «Sound» и регулируйте громкость мультимедиа, будильника и уведомлений ползунками. Для смены мелодии уведомлений откройте соответствующий пункт, выберите мелодию прокруткой и нажмите OK.

Память

В разделе памяти можно посмотреть общую и свободную ёмкость, место приложений и их данных, изображений, видео, аудио (музыки, мелодий, подкастов), загрузок, кэша и прочих файлов.

При подключении USB отображаются его общая и свободная ёмкость. Также доступны отключение и форматирование SD-карты.

Язык и способ ввода

Коснитесь System → Language & input для выбора языка и способа ввода.

Language: добавьте язык и перетащите его на первое место списка, чтобы сделать системным.

Spell Checker: автоматическая проверка правильности ввода.

Доступны экранные клавиатуры Android и Gboard. В пункте «+ manage on-screen keyboards» можно отключить одну из них.

Расширенные настройки: проверка орфографии, автозаполнение, личный словарь и скорость указателя.

Дата и время

Коснитесь System → Date & time для настройки даты и времени.

Use network-provided time: использовать время сети. При включении ручная настройка даты и времени недоступна.

Set date: ручная установка даты.

Set time: ручная установка времени.

Select time zone: ручной выбор часового пояса.

Use 24-hour system: включено — 24-часовой формат, выключено — 12-часовой.

Сведения об осциллографе

В разделе About доступны юридические сведения, версия Android, IP-адрес, номер сборки и другие данные.

Accept online updates: обновления системы, приложений, загрузочного экрана, руководства и др.

14.4 Файловый менеджер

Файловый менеджер обеспечивает быстрый доступ к файлам прибора и управление ими.

Коснитесь Files на главном экране для открытия менеджера.

Recent: недавно открытые файлы.

Classification: категории изображений, видео, аудио, документов, загрузок, STO и др.

Local: содержимое осциллографа в обычном виде папок. После подключения USB его содержимое также доступно через внешнюю память.

Удерживайте файл для выбора; появится синяя галочка √. Затем выберите остальные. Для выбора всех откройте справа сверху → Select all. Здесь также доступны копирование, вырезание, сжатие, переименование и другие действия. Корзина удаляет выбранные файлы.

14.5 Калькулятор

Коснитесь значка калькулятора на главном экране.

Поддерживаются сложение, вычитание, умножение, деление и научные вычисления.

14.6 Браузер

Коснитесь значка браузера на главном экране. При исправном сетевом подключении он обеспечивает доступ к интернету (рисунок 14-7).



Рисунок 14-7. Браузер

14.7 Галерея

Коснитесь галереи на главном экране для просмотра изображений (рисунок 14-8).

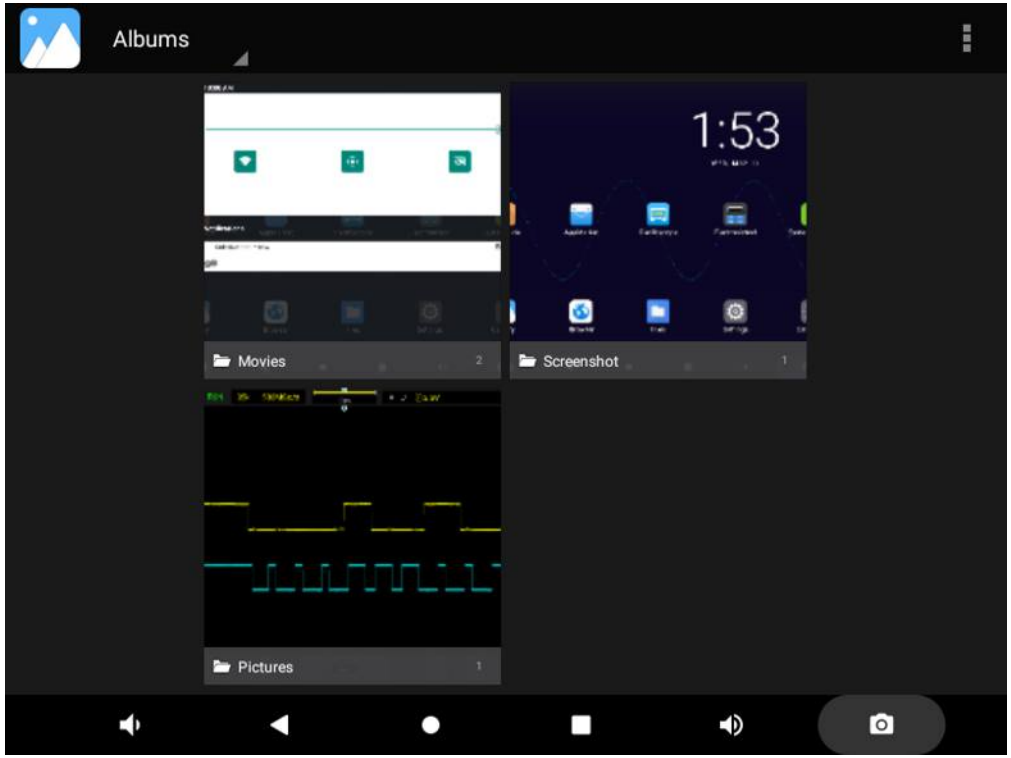


Рисунок 14-8. Просмотр изображений

Галерея позволяет просматривать локальные фотографии и видео, а также редактировать фотографии.

Выберите способ группировки в левом верхнем углу. Коснитесь нужного изображения или видео для просмотра.

Коснитесь изображения для полноэкранного просмотра. Для видео проведите влево или вправо и выберите файл, затем нажмите треугольную кнопку воспроизведения. Касание экрана приостанавливает видео. В полноэкранном режиме перетаскивайте изображения влево или вправо для перехода к соседним. Кнопка назад закрывает полноэкранный режим (рисунок 14-9).

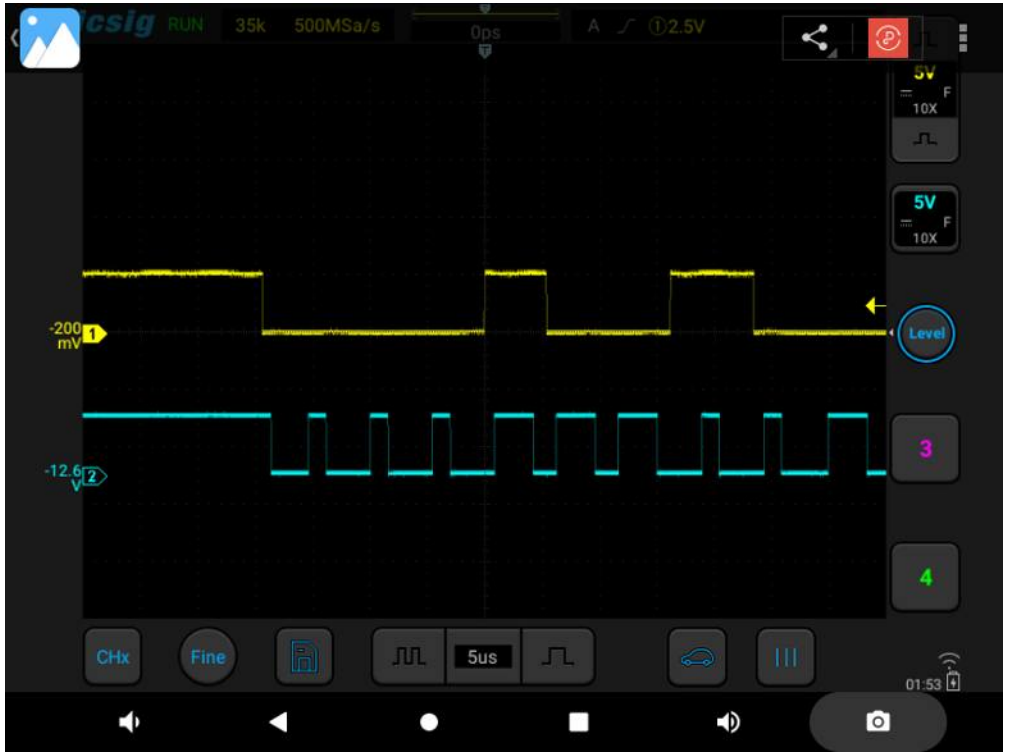


Рисунок 14-9. Полноэкранный просмотр изображений

Для выбора изображений или видео откройте меню справа сверху и выберите соответствующий пункт.

После выбора нажмите корзину для удаления.

Изображения и видео подключённого USB-накопителя автоматически появляются в галерее.

14.8 Календарь

Коснитесь календаря на главном экране.

TODAY справа сверху возвращает к сегодняшней дате.

Коснитесь даты слева сверху для выбора отображения по дням, неделям или месяцам.

14.9 Электронные инструменты

Приложение содержит удобные средства электротехнических расчётов.

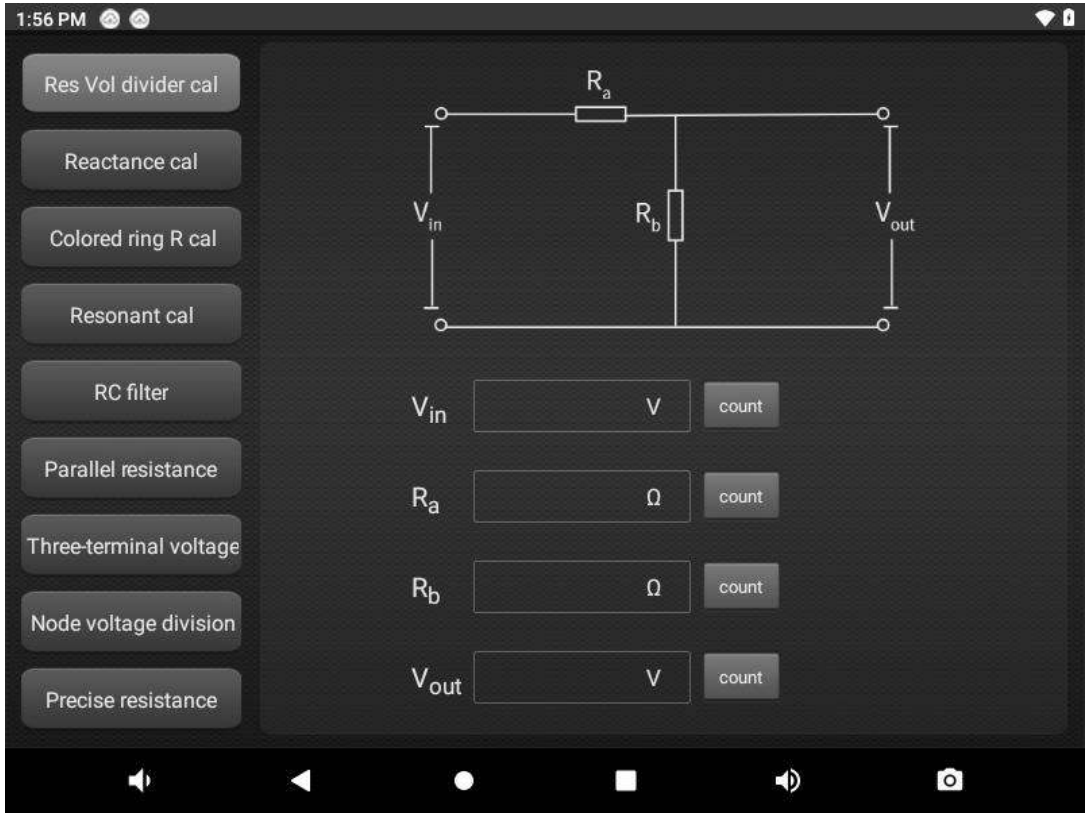


Рисунок 14-10. Средства электротехнических расчётов

14.10 Часы

Коснитесь времени на главном экране или значка часов для открытия настроек (рисунок 14-11).

Будильник

Добавление: нажмите + внизу и задайте параметры.

Время: перетащите розовую точку на циферблате для выбора часов, затем минут.

Повтор: дни с понедельника по воскресенье. Значок календаря справа открывает произвольный выбор.

Мелодия: локальная, системная или без звука.

Метка: текст отображается при срабатывании будильника.

Удаление: выберите будильник и нажмите Delete внизу страницы редактирования.

Состояние: переключатель справа включает и отключает будильник.

Мировое время

Добавление региона: нажмите глобус внизу и выберите город из списка.

Таймер

Добавление: введите часы, минуты и секунды, нажмите треугольник для начала отсчёта.

Удаление: нажмите DELETE.

Пауза: нажмите кнопку с двумя прямоугольниками.

Секундомер

Старт: нажмите треугольник.

Пауза: нажмите кнопку с двумя прямоугольниками внизу.

Метка: нажмите LAP.

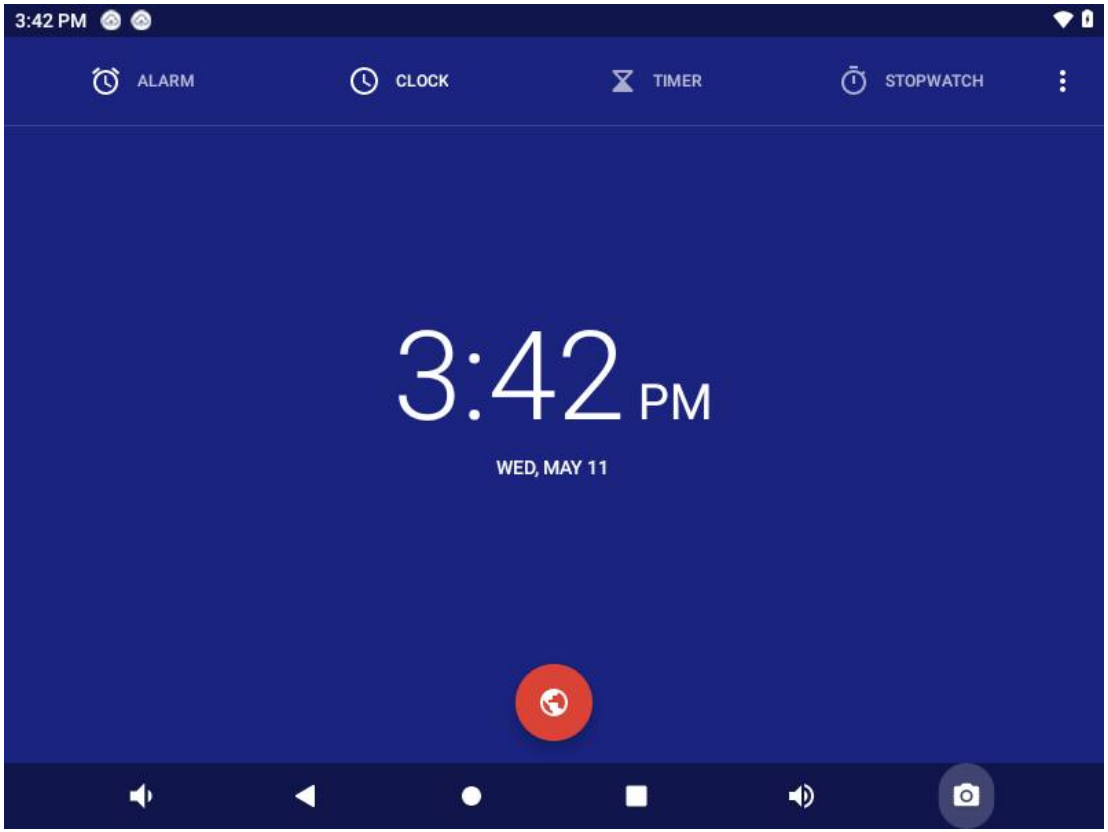


Рисунок 14-11. Настройка времени

14.11 Выключение

Удерживайте кнопку питания для открытия окна (рисунок 14-12). Доступны 2 варианта: выключение и перезапуск.

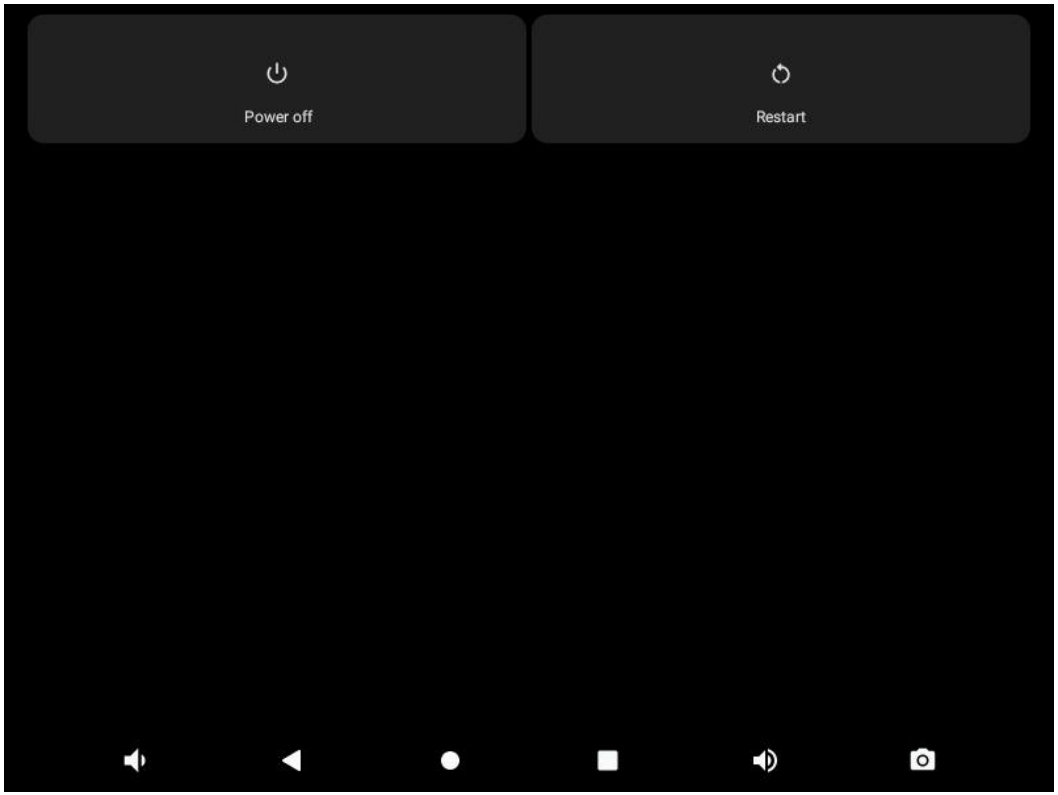


Рисунок 14-12. Окно выключения

Выключение:  нажмите для выключения осциллографа.

Переза-  нажмите для перезапуска осциллографа.

пуск:

Глава 15. Удалённое управление

В этой главе описаны компьютерная программа и мобильное удалённое управление осциллографами серии SATO.

- Компьютерная программа
- Мобильное удалённое управление

15.1 Компьютерная программа

Для управления с компьютера сначала установите драйвер NI, затем скачайте и установите RemoteDisplay.

Программа предназначена только для осциллографов Micsig серии SATO.

15.1.1 Установка программы

Примечание: поддерживается Windows 7 или более поздняя версия. Сначала установите драйвер NI-VISA.

Программа и драйвер NI-VISA доступны на официальном сайте Micsig: http://www.micsig.com

Скачайте программу, запустите RemoteDisplaySetup.exe и завершите установку.

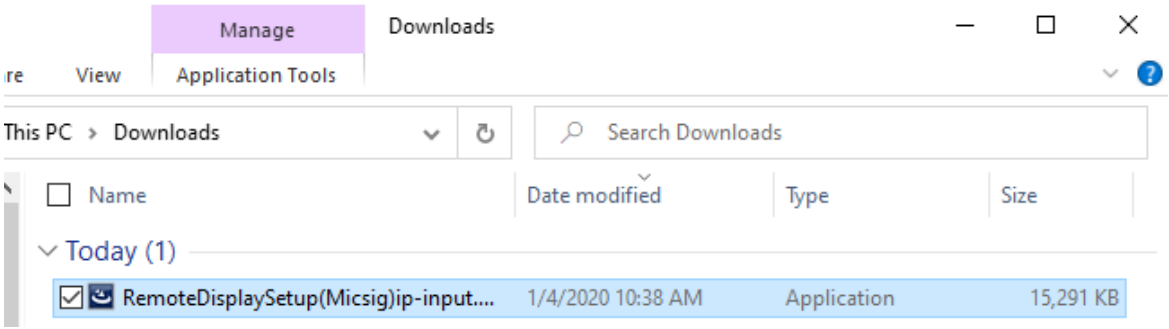


Рисунок 15-1. Программа RemoteDisplay

15.1.2 Подключение компьютера

USB: соедините разъём USB Device осциллографа с компьютером кабелем USB. После

После распознавания устройства откройте программу и выберите USB 

.

Сведения об устройстве появятся справа внизу: осциллограф обнаружен.

Нажмите, чтобы подключить выбранный прибор.

WIFI: в настройках осциллографа → WLAN подключитесь к той же сети WIFI, что и компьютер. Откройте программу и выберите

режим Net 

. Сведения об устройстве появятся

справа внизу, что означает обнаружение осциллографа. Нажмите подключение выбранного прибора.

По IP: при сетевом подключении WIFI или LAN введите IP осциллографа

в области сведений об устройстве справа внизу. Нажмите кнопку состояния подключения: программа соединится с осциллографом по указанному IP.

15.1.3 Основной интерфейс



Рисунок 15-2. Интерфейс компьютерной программы

1.  Кнопка включения/отключения программы	Закрывает компьютерную программу.
2.  Состояние подключения осциллографа	Кнопка имеет два состояния: Зелёный: подключение выбранного осциллографа. Красный: отключение осциллографа.
3.  Кнопка быстрого снимка	Быстрый снимок. Изображения сохраняются в C:\Users\Public\Pictures.
4.  Кнопка записи видео	Включает и отключает запись видео. Файлы сохраняются в C:\Users\Public\Videos.
5.  Настройки сохранения программы	Задаёт место сохранения изображений и видео.
6.  Выбор способа подключения осциллографа	Доступны USB и WIFI.

	Примечание: для WIFI осциллограф и компьютер должны находиться в одной сети.
7. Область отображения программы	Синхронное отображение с осциллографом.
8. Сведения об осциллографе	Модель, способ подключения, SN, IP и другие сведения. Выберите прибор для подключения.
9. Область управления осциллограммой	Кнопки выполняют те же функции, что и на осциллографе.

15.1.4 Работа с интерфейсом

Изображение программы синхронизировано с осциллографом. Управление осциллограммой и меню выполняется аналогично прибору. Левая кнопка мыши соответствует управлению одним пальцем: доступны смахивание, щелчок, перетаскивание и другие действия.

15.1.5 Сохранение и просмотр изображений и видео

Настройка сохранения:

Настройки сохранения  открывают выбор папок изображений и видео, как показано ниже.

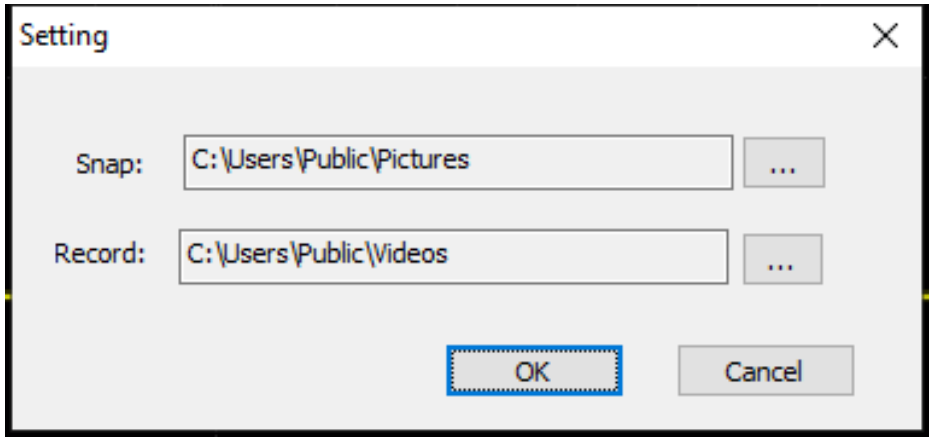


Рисунок 15-3. Настройки сохранения программы

По умолчанию изображения сохраняются в C:\Users\Public\Pictures. Можно выбрать собственную папку, например «mini photo» на диске E. Аналогично задайте папку видео и нажмите OK.

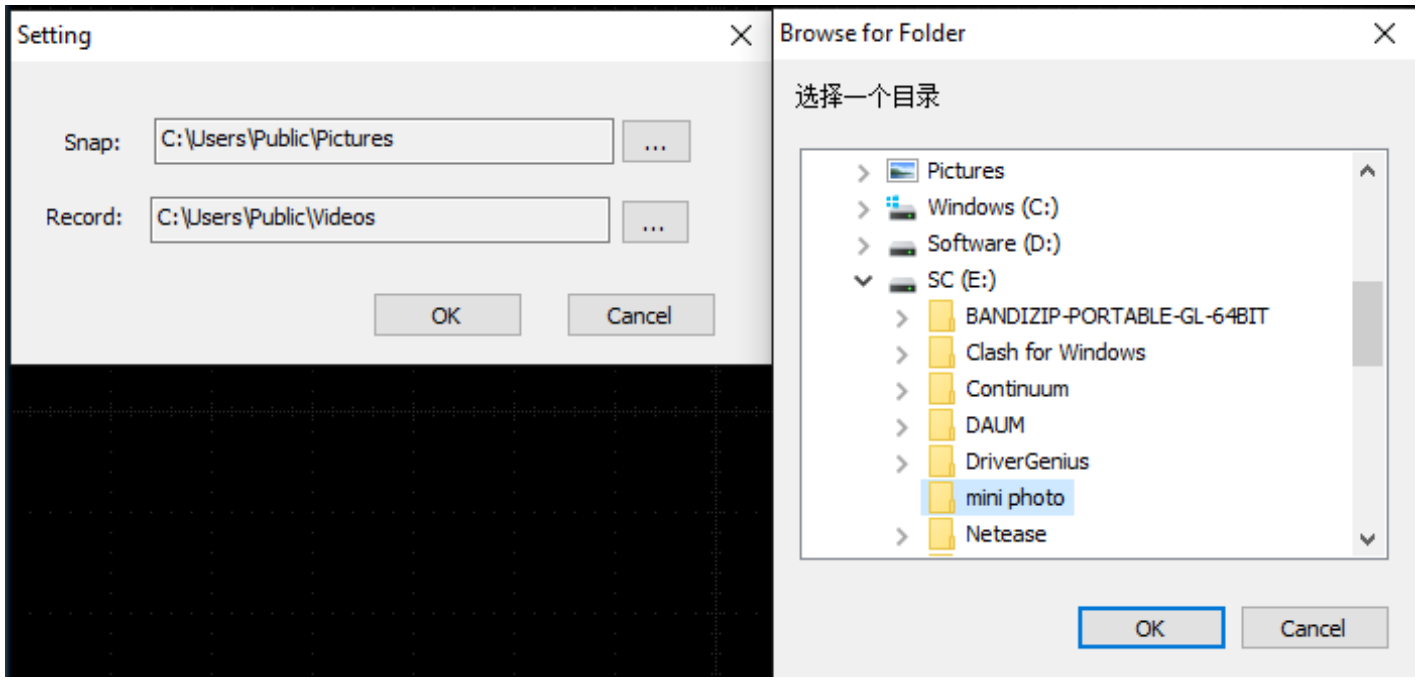


Рисунок 15-4. Изменение папки сохранения

Просмотр изображений и видео:

Откройте папку сохранения для просмотра файлов на компьютере.

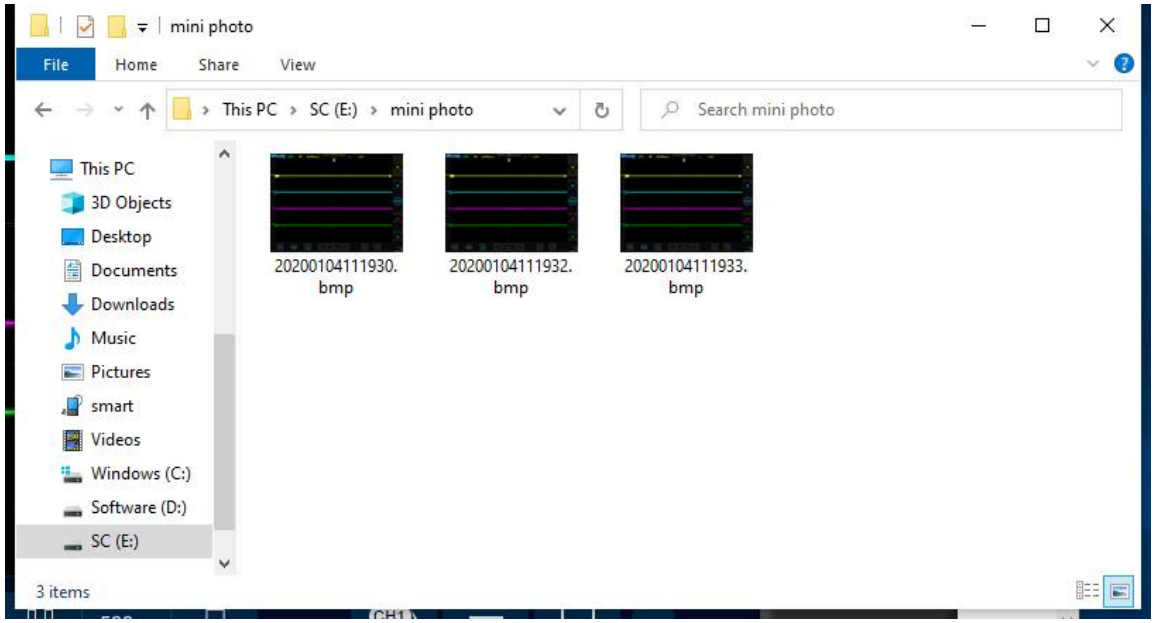


Рисунок 15-5. Просмотр изображений

15.2 Мобильное удалённое управление

Осциллографы Micsig SATO поддерживают управление со смартфонов Android и iOS. Android-приложение скачайте с http://www.micsig.com и установите. Для iOS найдите в App Store «Tablet Oscilloscope» или «Micsig».

После подключения мобильное устройство позволяет управлять осциллографом и отображает его экран в реальном времени.



Рисунок 15-6. Интерфейс приложения



Рисунок 15-7. Приложение подключено

Два способа подключения Android-приложения:

1. Подключите смартфон к переносной точке доступа осциллографа. Введите

   IP осциллографа 192.168.195.149 в поле справа внизу для подключения и управления.

2. Подключите смартфон и осциллограф к одному сегменту сети через общий маршрутизатор. Узнайте IP осциллографа и введите его справа внизу мобильного приложения для подключения.

Рекомендуется первый способ.

Глава 16. Обновление и расширение функций

В этой главе описаны обновление программного обеспечения и добавление опций. Внимательно изучите её, чтобы ознакомиться с расширением возможностей осциллографов серии SATO.

- Обновление программного обеспечения
- Добавление опций

16.1 Обновление программного обеспечения

Micsig выпускает обновления своих приборов. Подключите осциллограф к интернету через WIFI и откройте SystemUpgrade для проверки и установки обновлений.

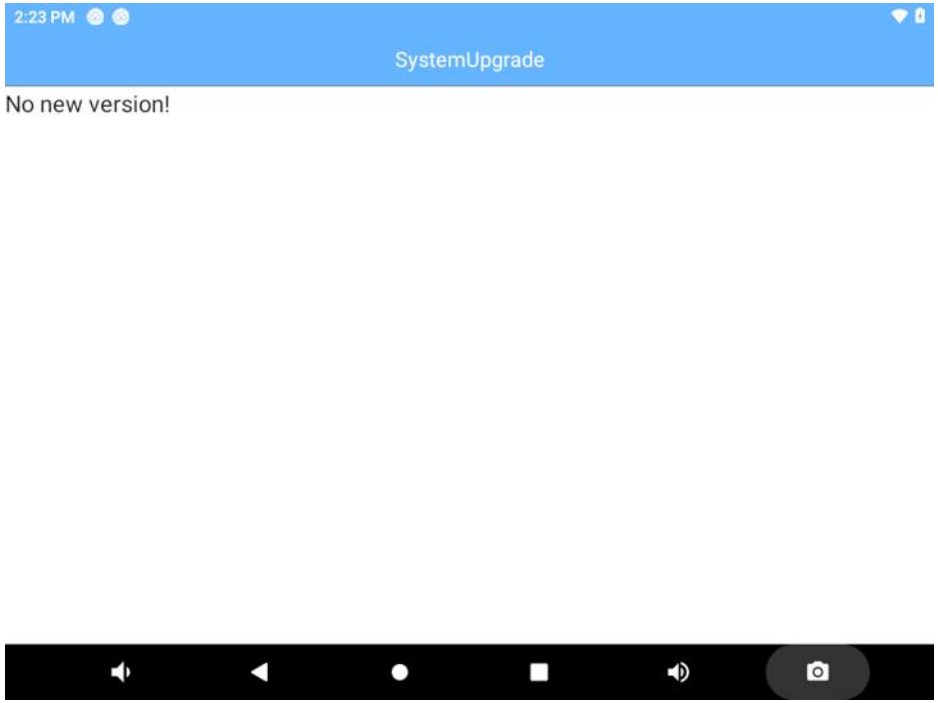


Рисунок 16-1. Приложение SystemUpgrade

⚠**Примечание: заряд перед обновлением — более 50%. Либо подключите**

адаптер питания, чтобы недостаток энергии во время обновления не вызвал неисправность.

Для просмотра установленных версий программы и прошивки откройте App Store на главном экране, затем About. Подробнее см. «14.2 Магазин приложений».

16.2 Добавление опций

Откройте App Store на главном экране, затем About для просмотра установленных и неустановленных опций декодирования. Подробнее см. «14.2 Магазин приложений».

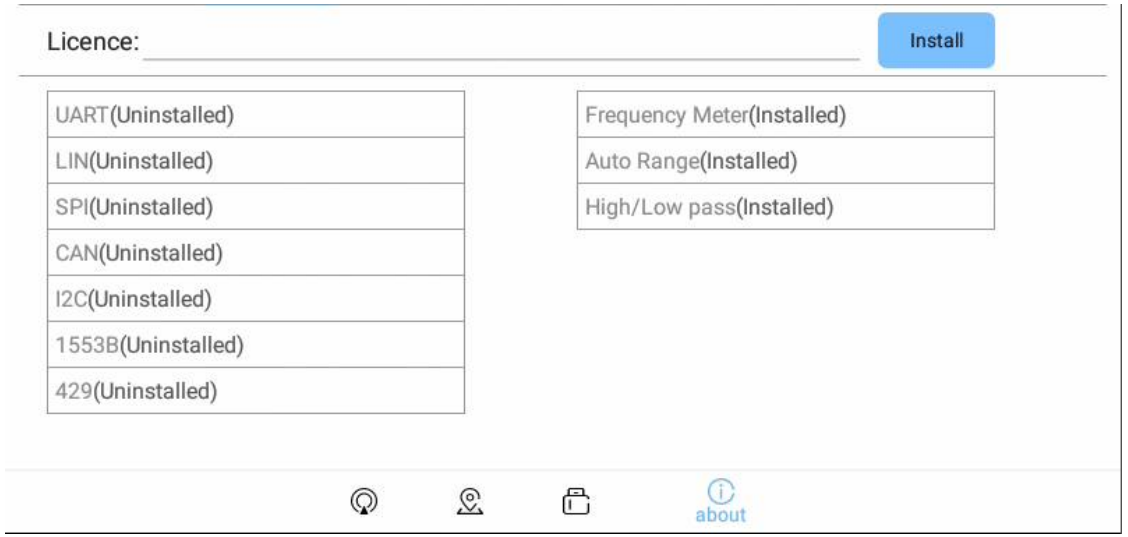


Рисунок 16-2. Неустановленные функции декодирования

Для приобретения опции обратитесь в Micsig за лицензией и введите её в соответствующее поле установки.

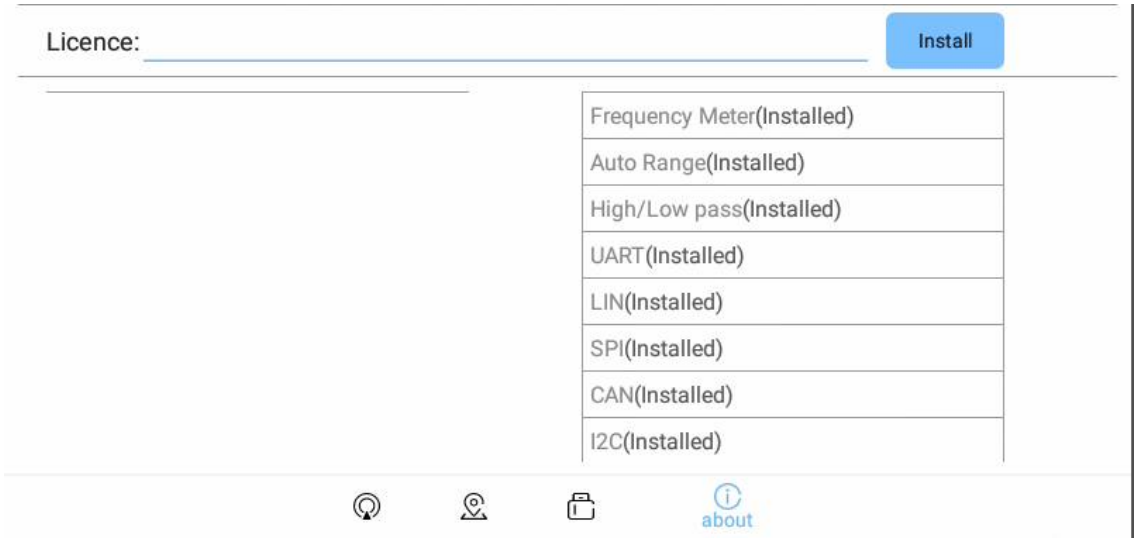


Рисунок 16-3. Установленные функции декодирования

Глава 17. Справочные сведения

В этой главе описаны измерительная категория осциллографа и допустимая степень загрязнения среды.

Внимательно изучите её, чтобы ознакомиться с условиями применения серии SATO.

- Измерительная категория
- Степень загрязнения

17.1 Измерительная категория

Измерительная категория осциллографа

Осциллографы Smart предназначены преимущественно для измерений категории I.

Определения измерительных категорий

Категория I: измерения в цепях, не подключённых непосредственно к электросети. Примеры — цепи с независимым питанием и специально защищённые внутренние цепи, питаемые от сети. Во втором случае переходные перенапряжения различаются, поэтому допустимая стойкость оборудования должна быть доведена до пользователя.

Категория II: измерения в цепях, непосредственно подключённых к низковольтной установке. Примеры — бытовые приборы, переносной инструмент и подобное оборудование.

Категория III: измерения в электрической установке здания. Примеры — распределительные щиты, выключатели, проводка, включая кабели, шины, соединительные коробки, выключатели и розетки

стационарной установки, промышленное оборудование и стационарные двигатели с постоянным подключением к установке.

Категория IV: измерения у источника питания низковольтной установки. Примеры — электросчётчики, первичные устройства защиты от сверхтока и блоки управления по пульсациям.

Стойкость к переходным перенапряжениям

⚠Максимальное напряжение аналогового входа

Категория I: 300 Vrms, 400 Vpk.

17.2 Степень загрязнения

Степень загрязнения	Осциллографы SATO допускают эксплуатацию при степени загрязнения 2 или 1.

Степень загрязнения Категории	Степень 1: загрязнение отсутствует либо сухое и непроводящее, не влияющее на работу. Пример — чистое помещение или офис с кондиционированием. Степень 2: обычно сухое непроводящее загрязнение. Иногда конденсация вызывает временную проводимость. Пример — обычное помещение. Степень 3: проводящее загрязнение либо сухое непроводящее, становящееся проводящим при конденсации. Пример — защищённая наружная среда. Степень 4: загрязнение с постоянной проводимостью из-за проводящей пыли, дождя или снега. Пример — открытая наружная среда.

Глава 18. Устранение неисправностей

1. **Если осциллограф не включается:**

   - Проверьте правильность подключения кабеля и исправность источника питания.

   - Проверьте нажатие кнопки питания; при работе от аккумулятора проверьте его состояние.

   - Проверьте блокировочный выключатель питания на боковой панели.

   - Если проблема сохраняется, обратитесь в Micsig за обслуживанием.

2. **Если после подключения источника сигнала осциллограмма не отображается, выполните следующие проверки:**

   - Подключение пробника к разъёму BNC.

   - Подключение пробника к источнику сигнала.

- Правильность выбранного типа запуска.
- Правильность условий запуска.
- Исправность источника сигнала.
- Включение канала.
- Правильность вертикального масштаба.
- Не ожидает ли прибор запуска в однократном режиме.
- 

Нажмите для повторной регистрации сигнала.

3. Если измеренная амплитуда в 10 раз выше или ниже фактической:

- Проверьте соответствие коэффициента ослабления канала фактическому коэффициенту пробника.

4. Если осциллограмма отображается, но нестабильна:

- Проверьте, что источник в меню запуска соответствует фактически используемому каналу.

- Проверьте тип запуска: для обычного сигнала используют запуск по фронту, для видео — по видеосигналу. Только правильный тип обеспечивает стабильное отображение.

- Проверьте шум источника. Для подавления высоко- или низкочастотных помех выберите соответствующее подавление в связи запуска.

5. Если осциллограмма не соответствует входному сигналу:

- Проверьте связь в меню канала.

6. Если после нажатия Run Stop нет изображения:

- Проверьте режим Normal и не находится ли уровень запуска вне сигнала. Установите уровень в середину сигнала и выберите Auto.

- Если изображение открыто на весь экран, закройте полноэкранный просмотр.

7. Если после выбора усреднения отображение замедлилось:

- При числе усреднений более 32 снижение скорости нормально.
- Уменьшите число усреднений.

8. Если осциллограмма имеет ступенчатый вид:

- Это нормально при слишком низком горизонтальном масштабе. Измените развёртку для повышения горизонтального разрешения и улучшения отображения.
- При отображении линиями соединение отсчётов может создавать ступени. Выберите отображение точками.

9. Если сохраняются следы предыдущих осциллограмм:

- Это нормально при слишком большом времени послесвечения: на экране сохраняются предыдущие результаты.
- Причиной также может быть режим огибающей. Для обычного отображения выберите нормальный режим регистрации.

10. Если вместо результата измерения отображается -----:

- Это нормально, если осциллограмма выходит за область отображения.

  Измените вертикальную чувствительность или положение для получения правильного результата.

- Это также возможно, если на экране нет полного периода сигнала.

  Измените развёртку для получения результата.

- Для математической осциллограммы FFT отображение ----- нормально.

11. Если CSV нельзя выбрать для загрузки опорной осциллограммы:

- CSV не поддерживается для загрузки в опорные каналы.

12. Если при нажатии кнопок нет звукового сигнала:

- Проверьте громкость звука.

13. Если подсветка экрана слишком слабая:

- Проверьте настройки подсветки.

14. Если осциллограмма резко меняется при перемещении:

- Проверьте, не открыт ли полноэкранный просмотр изображения.

15. Если канал отключается в режиме Auto:

- Это нормально: в Auto канал с амплитудой менее 10 mV отключается.

16. Если функциональные кнопки не реагируют:

- Проверьте, не открыт ли полноэкранный просмотр изображения.

Глава 19. Обслуживание и поддержка

Обязательства по обслуживанию: Micsig производит и проверяет приборы по национальным или внутренним стандартам, не выпускает несоответствующую продукцию и обеспечивает качественное обслуживание всех проданных приборов. Гарантия на продукцию составляет три года с даты отгрузки; на запасные части, ремонт и обслуживание — шесть месяцев. Подробнее см. раздел об ограниченной гарантии и обслуживании. Micsig обеспечивает пожизненный ремонт и обслуживание. С учётом правил послепродажного обслуживания промышленной продукции и возможностей компании действуют следующие обязательства.

Обязательства по ремонту: для возвращённых пользователем приборов, независимо от гарантии, Micsig использует оригинальные детали. Наладка и проверка выполняются по тем же стандартам, что для новых приборов. Для неисправностей, не связанных с дефектом продукции, и снижения характеристик по необъективным причинам Micsig обязуется уведомить клиента, не принимая иных обязательств.

Сроки обслуживания: в течение 2 рабочих дней после получения прибора Micsig сообщает срок и стоимость ремонта. После подтверждения ремонт обычной неисправности занимает 5 рабочих дней, сложной — не более 10.

Свяжитесь с нами

Shenzhen Micsig Technology Co., Ltd.

Адрес: 1F, Bldg A, Huafeng International Robot Industrial Park, Hangcheng Rd, Bao'an District, Shenzhen, Guangdong, China

Тел.: (0755)-8860-0880

Сайт: www.micsig.com

Эл. почта: sales@micsig.com

Почтовый индекс: 518126

Приложение

Приложение A. Обслуживание и уход за осциллографом

Общий уход

Не оставляйте прибор там, где на ЖК-дисплей длительно падает прямой солнечный свет.

⚠**Внимание:** не подвергайте прибор и пробники действию аэрозолей, жидкостей и растворителей.

Очистка осциллографа

Осматривайте прибор и пробники с частотой, соответствующей условиям эксплуатации. Для очистки наружных поверхностей:

- Удалите пыль мягкой тканью. При очистке не поцарапайте сенсорный экран.

- Отключите питание и очистите прибор мягкой тканью, смоченной водой с мягким моющим средством. Не применяйте агрессивные химические очистители, чтобы не повредить осциллограф и пробники.

- Мягкой щёткой очистите вентиляционные отверстия. Не применяйте агрессивные очистители, чтобы не повредить плату осциллографа.
- Для очистки вентилятора обратитесь в службу обслуживания, чтобы не повредить прибор.

⚠Предупреждение

Перед зарядкой убедитесь, что прибор сухой: влага может вызвать короткое замыкание или травму.

Хранение осциллографа

Перед длительным хранением зарядите литиевый аккумулятор.

Зарядка аккумулятора

При поставке литиевый аккумулятор может быть разряжен. Полная зарядка занимает 6 часов; для сокращения времени рекомендуется выключить осциллограф. При работе от аккумулятора его состояние показывает индикатор справа внизу экрана.

⚠**Внимание:** во избежание перегрева аккумулятора при зарядке не выходите за пределы температуры окружающей среды, указанные в технических характеристиках.

Приложение B. Принадлежности

Стандартные принадлежности

1) 2 стандартных пробника 10X: гайка заземления, зажим «крокодил» и стандартная резиновая заглушка.

2) 4 кабеля BNC–«банан» для 4CH; 2 кабеля для 2CH.

3) 4 зажима «крокодил» для 4CH; 2 для 2CH.

4) 4 гибких игольчатых щупа для 4CH; 2 для 2CH.

5) Адаптер питания (12 V DC, 4 A).

6) Кабель питания.

7) Свидетельство о калибровке Smart.

8) Упаковочный лист Smart.

Дополнительные принадлежности

1) Кейс или сумка для осциллографа.

2) Аккумулятор.

3) Высоковольтный пробник.

4) Дифференциальный пробник.

5) Токовый пробник.

Содержание этого руководства может изменяться без предварительного уведомления.

Содержание руководства считается достоверным. Если вы обнаружите ошибку или пропуск, обратитесь в Micsig.

Компания не несёт ответственности за несчастные случаи или опасные ситуации, вызванные неправильными действиями пользователя.

Авторские права на это руководство принадлежат Micsig. Организациям и частным лицам запрещается воспроизводить, копировать или использовать выдержки из него без разрешения Micsig. Компания оставляет за собой право предъявлять претензии в связи с такими действиями.

Дистрибьютор:
ООО «Техника-М»

109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 1с4 (4 эт., оф. 402)
Телефоны: (499) 288-8-9-10, (495) 709-34-26
http://www.technica-m.ru
e-mail: technica-m@mail.ru