EyePoint

Настольные приборы для поиска неисправных электронных компонентов на печатных платах

Инструкция по эксплуатации

ЦИФ·МГУ

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ 6

1. ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА 7

1.1 Метод аналогового сигнатурного анализа 7

1.2 Режим работы с планом тестирования 8

1.3 Режим сравнения 9

1.4 Измерительные параметры 11

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИБОРОВ СЕРИИ «U» . 13

2. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО EYEPOINT «U» 13

2.1 Как подключить прибор 13

2.1.1 Подключение к ПК 13

2.1.2 Запуск EPLab 13

2.1.3 Подключение демонстрационной платы 15

2.2 Тестирование платы 17

2.2.1 Тестирование в режиме сравнения 17

2.2.2 Импорт плана тестирования 18

2.2.3 Тестирование по плану 20

2.2.4 Формирование отчёта 22

2.2.5 Устранение дефекта 24

2.3 Запись плана тестирования 24

2.3.1 Выбор нулевого уровня 25

2.3.2 Фотография платы 25

2.3.3 Подключение платы эталона 26

2.3.4 Добавление точек и измерений в план тестирования 27

2.3.5 Запись эталонных измерений 28

3. ПОДКЛЮЧЕНИЕ EYEPOINT U И ЗАПУСК EPLAB 31

3.1 Подключение прибора к ПК 31

3.1.1 Подключение прибора в ОС Windows 31

3.1.2 Подключение прибора в ОС Linux 32

3.2 Запуск EPLab 32

3.2.1 Запуск EPLab в ОС Windows 32

3.2.2 Запуск EPLab в ОС Linux 33

4. РАБОТА С EYEPOINT «U» (ПО EPLAB) 34

4.1 Подключение прибора к EPLab 35

4.2 Описание элементов интерфейса 36

4.2.1 Главное меню 37

4.2.2 Панель инструментов 37

4.2.3 Боковые панели 38

4.2.4 Экран отображения ВАХ 40

4.3 Настройка параметров тестирования 40

4.3.1 Настройка допуска 41

4.3.2 Автопереход 43

4.3.3 Автоподбор параметров 44

4.3.4 Калибровка измерителя 46

4.4 Настройка отображения ВАХ 46

4.4.1 Отображение графиков 46

4.4.2 Использование измерительных меток 47

4.5 План тестирования 49

4.5.1 Создание плана тестирования 49

4.5.2 Сохранение плана тестирования 54

4.5.3 Открытие плана тестирования 55

4.5.4 Редактирование плана тестирования 55
4.6 Проведение тестирования 57
4.6.1 Проведение тестирования без плана 57
4.6.2 Проведение тестирования с планом при помощи сигнатурных анализаторов 58
4.6.3 Проведение тестирования с планом при помощи мультиплексора 59
4.7 Сохранение результатов тестирования 61
4.7.1 Сохранение снимка окна 61
4.7.2 Экспорт сигнатур в файл 61
4.7.3 Генерация отчета 61
4.8 Горячие клавиши 64
РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИБОРОВ СЕРИИ «S» ..65
5. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО EYEPOINT «S» 65
5.1 Подготовка к работе 65
5.1.1 Подключение демонстрационной платы 65
5.2 Тестирование платы 68
5.2.1 Тестирование в режиме сравнения 68
5.2.2 Импорт плана тестирования 68
5.2.3 Тестирование по плану 71
5.2.4 Устранение дефекта 72
5.3 Запись плана тестирования 73
5.3.1 Выбор нулевого уровня 73
5.3.2 Подключение платы эталона 74
5.3.3 Создание плана тестирования 74
5.3.4 Запись эталонных измерений 75

6. РАБОТА С EYEPOINT «S» (ИНТЕРФЕЙС) 76

6.1 Режимы работы устройства 76

6.1.1 Режим сравнения 76

6.1.2 Режим работы с планом тестирования 77

6.2 Работа с внешним накопителем 80

6.3 Настройки 82

6.3.1 Звук 82

6.3.2 Автокалибровка 83

6.3.3 Допуск 84

6.4 Подключение к ПК 85

ОБЩИЕ РАЗДЕЛЫ 86

7. ПРАВИЛА ПО БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЕ 86

8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ НУЛЕВОГО УРОВНЯ 87

8.1 Выбор нулевого уровня 87

8.2 Смена «нуля» 91

9. ВИДЫ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ВАХ) РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ СОЧЕТАНИЙ 92

9.1 Резистор 92

9.2 Конденсатор 93

9.3 Индуктивность 94

9.4 Полупроводниковые элементы 94

9.5 Соединение различных элементов между собой 95

10. АКСЕССУАРЫ (ПЕДАЛЬ, ЩУПЫ С КНОПКОЙ) 97

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 99

11.1 Общие положения 99

11.2 Замена предохранителя EyePoint S 99

АННОТАЦИЯ

Данная инструкция содержит информацию по безопасной работе с приборами EyePoint серий «u» и «S» - настольными локализаторами неисправных электронных компонентов на печатных платах методом аналогового сигнатурного анализа (АСА) с частотой тестирующего сигнала до 100 кГц.

Пожалуйста, внимательно читайте описание и соблюдайте все указания в блоках «Внимание».

Внимание!
Перед началом работы убедитесь, что исследуемые печатные платы обесточены. Касание щупом платы, уже находящейся под напряжением, приведёт к поломке прибора!

Внимание!
Во избежание поражения электрическим током перед началом работы с прибором внимательно прочитайте раздел 7 «ПРАВИЛА ПО БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЕ».

Для быстрого ознакомления с принципом работы прибора, рекомендуем в первую очередь изучить разделы *1 «ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА» (с. 7)*, а затем *2 «КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО EYEPOINT «U»» (с. 13)* или *5 «КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО EYEPOINT «S»» (с. 65)*, содержащих демонстрацию тестирования на примере комплектной демоплаты. Приборы EyePoint серии «S» оснащены встроенным дисплеем для автономной работы устройства без необходимости подключения к ПК.

1. ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА

1.1 Метод аналогового сигнатурного анализа

В основе работы прибора используется метод аналогового сигнатурного анализа (АСА). Метод сравнивает электрические параметры двух плат (тестовой и исправной эталонной), различие электрических параметров свидетельствует о наличии неисправности. Электрические параметры измеряются при помощи пары щупов, которые устанавливаются на контакты платы. Положение щупов образует между ними участок электрической цепи платы, для которого далее измеряется вольт-амперная характеристика (ВАХ). Щупы могут измерить ВАХ в связи с тем, что одновременно и подают пробное напряжение, и измеряют образованный пробным напряжением электрический режим.

Если ВАХ одних и тех же участков цепи у тестовой и эталонной плат совпадают, следовательно, эти платы одинаковы с точки зрения электрических параметров на данном участке, а значит исправны на нём же. Если ВАХ заметно отличаются – значит отличаются и электрические параметры участка цепи, что может быть вызвано неисправностью компонентов или дорожек платы. Степень отличия ВАХ, измеряемая в процентах, автоматически рассчитывается устройством, недопустимый уровень отличия отмечается красным цветом величины отличия. В ходе тестирования проверке подвергаются множество участков цепи, в итоге суммарно охватывающих все электрические компоненты платы. Как правило, все участки цепи измеряются относительно одного общего уровня (чёрный щуп всегда остаётся на одном и том же контакте), поэтому далее в тексте под неисправной точкой подразумевается контакт второго цветного переставляемого щупа. Информация о неисправных контактах платы является отправной точкой для самостоятельного анализа пользователем её схемы с целью локализации неисправного компонента.

Устройства EyePoint позволяют проводить тестирование в двух режимах: режиме работы с планом тестирования и режиме сравнения.

1.2 Режим работы с планом тестирования

Работа с планом тестирования разделяется на 2 этапа: подготовку и прохождение плана тестирования. Порядок работы представлен на рис. 1.1.

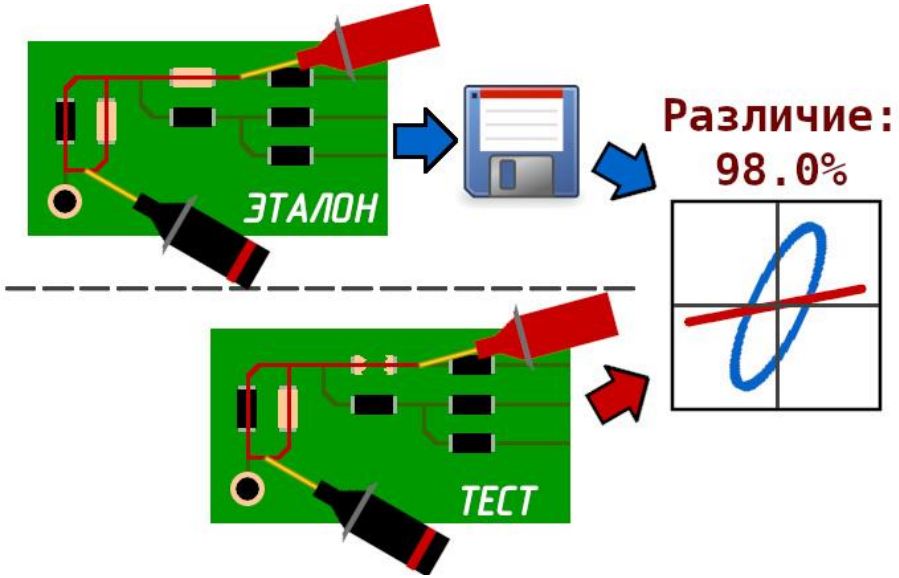


Рисунок 1.1 – Схема работы с планом тестирования.

При подготовке плана тестирования происходит измерение ВАХ всех контактов эталонной платы. В процессе измерения ВАХ эталона необходимо подбирать измерительные параметры канала с целью получения ВАХ более характерного вида, что в будущем ярче выявит различия и повысит шанс обнаружения неисправности. Полученные ВАХ, порядок их снятия и заданные настройки измерительных параметров в момент снятия ВАХ сохраняются в специализированный файл плана тестирования. В большинстве случаев имеется возможность также добавить к плану тестирования фото/схему платы, на котором отмечено расположение тестовых точек, или оставить комментарий к тестируемой точке. Полученный файл плана тестирования, содержащий измерения эталонной платы, может быть в дальнейшем использован для проверки неограниченного количества однотипных тестируемых плат, исключая

необходимость физического наличия эталонной платы под рукой для проведения теста.

Далее на этапе прохождения плана теста подготовленный файл плана импортируется, на тестируемой плате производятся измерения по всем описанным планом точкам. При измерении ВАХ точки тестовой платы ПО автоматически рассчитает степень отличия полученной ВАХ от записанной в плане теста эталонной ВАХ для данной точки. ПО облегчает процесс тестирования автоматически воспроизводя заданные ранее для выбранной точки измерительные параметры, а также помогая правильно воспроизвести порядок и местоположение тестируемых точек при помощи списка точек/их расположения на фото платы. В результате тестирования будет выявлен перечень неисправных точек, положение которых указывает на неисправный компонент. В большинстве случаев имеется возможность автоматически сгенерировать отчёт с результатами тестирования.

1.3 Режим сравнения

Тестирование в режиме сравнения применяется только для двухканальных приборов. Двухканальный прибор имеет 4 разъёма подключения щупов, соответствующих парам «красный/чёрный» и «синий/чёрный», как показано на примере устройства EyePoint u22 на рис. 1.2.

Рисунок 1.2 – Разъёмы двухканального прибора EyePoint u22

Принцип проверки заключается в одновременном измерении двумя парами щупов ВАХ одной и той же точки на тестовой и исправной эталонной платах. Как правило, тестовая плата измеряется красной парой щупов, эталонная плата – синей. Порядок работы представлен на рис. 1.3.

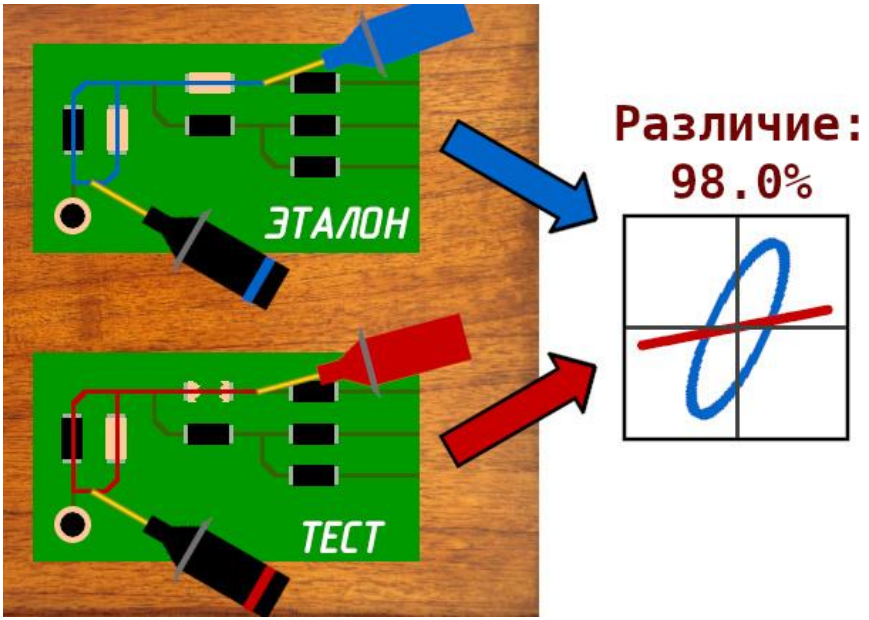


Рисунок 1.3 – схема работы в режиме сравнения.

Внимание!
Тестовая и эталонная платы должны быть электрически изолированы друг от друга. Одновременное касание красным и синим щупом контактов в составе одной и той же электрической цепи приводит к неправильной работе прибора, т.к. каналы оказывают влияние друга на друга.

В процессе измерения ВАХ необходимо подбирать измерительные параметры канала с целью получения ВАХ более характерного вида, что ярче выявит различия и повысит шанс обнаружения неисправности. Заданные измерительные параметры применяются одновременно к обоим каналам.

ПО автоматически рассчитывает степень отличия друг от друга измеряемых в данный момент ВАХ красного и синего каналов. Пользователю необходимо самостоятельно запомнить в каких точках, при каких измерительных настройках и с какой степенью различия ВАХ были обнаружены несоответствия между платами. В результате тестирования пользователь обнаружит перечень неисправных точек, положение которых указывает на неисправный компонент.

Преимуществом режима сравнения является быстрота измерений – пользователю не нужно проводить подготовительную работу по формированию плана тестирования, к тестированию можно сразу приступать, как только в наличии появятся тестовая и эталонная платы.

Однако, следует помнить, что режим сравнения не сохраняет действий пользователя в ПО – в связи с чем требуется самостоятельно держать в памяти порядок, параметры измерения и результат проверки электрических компонентов. По этой же причине режим сравнения не генерирует итоговый отчёт по окончании тестирования, однако, пользователь может сохранить скриншоты отдельных измерений в качестве отчётных материалов. Также следует помнить, что для работы режима сравнения обязательно необходимо физическое наличие исправной эталонной платы.

Таким образом, режим сравнения удобно использовать в случае нечастого тестирования разнородных плат.

1.4 Измерительные параметры

При записи эталонов для плана тестирования или в ходе работы в режиме сравнения возникает необходимость подбора измерительных параметров – частоты, напряжения, силы тока пробного сигнала, подаваемого щупом. Корректный подбор значений критически важен для успешного проведения тестирования, поскольку грамотный выбор параметров повышает вероятность обнаружения неисправности в отдельных точках платы. Цель подбора — добиться наиболее «характерного» вида ВАХ, чтобы сигнатуры заполнили как можно большую площадь в отображаемых диапазонах координатной сетки и имели как можно

больше характерных элементов формы кривой. Следует стараться избегать сравнения ВАХ, если обе они приближены к виду «разрыва» (горизонтальная линия) или короткого замыкания (вертикальная линия). Чаще всего такое сравнение неинформативно, а установка иных значений измерительных параметров может дать более «удачную» форму ВАХ и более наглядную картину их сходства/различия, как приведено на примере (рис. 1.4). Вопрос влияния измерительных параметров на форму измеренных ВАХ подробнее описан в главе *9 «ВИДЫ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ВАХ) РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ СОЧЕТАНИЙ» (с. 92)*.

Рисунок 1.4 – Влияние настроек измерений на вид ВАХ в одной и той же тестовой точке. Обе характеристики получены при 1 кГц, 3,3 В, однако левая при высоком уровне чувствительности по току, а правая при низком.

В процессе подбора параметров для исследуемого контакта красный щуп должен быть неподвижно на нём установлен – таким образом можно сразу увидеть, как изменяется ВАХ вследствие изменения измерительных параметров.

При работе с прибором посредством ПО EPLab, существует функция автоподбора параметров, которая также должна быть активирована при установленном на контакте положении красного щупа.

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИБОРОВ СЕРИИ «U»

2. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО EYEPOINT «U»

Данное руководство описывает, как при помощи прибора EyePoint серии «u» искать неисправность тестируемой платы методом сравнения с эталонной платой, а также как найти неисправность приложенной в комплекте демонстрационной платы, используя заранее подготовленный файл измерений эталонной платы.

В качестве демонстрационной платы используется модуль DC-DC преобразователя XL4015.

По окончании теста платы рассматриваются шаги как самостоятельно создать эталонный план тестирования платы, аналогичный тому, с которым велась работа в ходе тестирования.

2.1 Как подключить прибор

2.1.1 Подключение к ПК

Подключите прибор к ПК кабелем USB Type-B. Как правило, на системах Windows 10 и выше устройство определяется автоматически, поэтому установка драйвера не требуется. Если автоматическое определение не произошло или Вы используете более старую версию Windows или ОС семейства Linux, обратитесь за дальнейшими указаниями к разделу *3.1 «Подключение прибора к ПК» (с. 31)*.

2.1.2 Запуск EPLab

Для работы с прибором применяется ПО EPLab. ПО EPLab не требует установки, достаточно распаковать zip-архив, расположенный в каталоге «*EPLab_software*» на флеш-накопителе, который соответствует версии Вашей операционной системы. На Windows перед запуском «*eplab.exe*» обязательно необходимо установить обе библиотеки

Microsoft Visual C++ Redistributable 2013 и 2015 годов, установщики библиотек расположены в папке «*supporting_software*». На Linux при первом запуске необходимо в терминале перейти к распакованной папке и выполнить следующие команды:

```
bash install.sh
chmod u+rx eplab
./eplab
```

Процесс первого запуска EPLab подробнее описан в главе *3.2 «Запуск EPLab» (с. 32)*.

При первом старте EPLab откроется с предупреждением «Нет подключения», поскольку ПО ещё не было связано с прибором. Чтобы подключить прибор EyePoint к EPLab, откройте меню **Файл ► Подключение** как показано на рис. 2.1. В открывшемся окне выберите модель используемого устройства EyePoint, ПО автоматически подставит COM-порты для одного или двух каналов устройства, канал - это пара красного (или синего) и соответствующего ему чёрного щупов. Нажмите кнопку «Подключить». Если на экране появится красная ВАХ (а также синяя в случае двухканального прибора) в виде горизонтальной линии, то подключение прошло успешно. При последующих запусках EPLab ПО будет автоматически подключаться к настроенному ранее устройству.

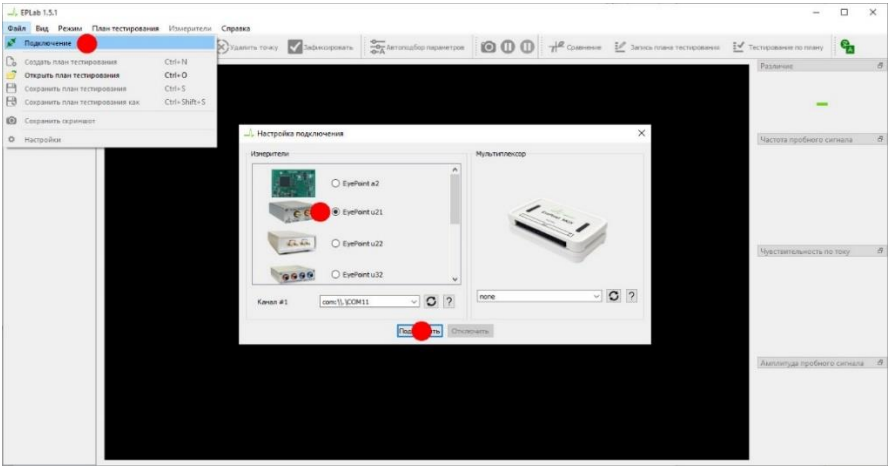


Рисунок 2.1 – Настройка подключения в EPLab.

2.1.3 Подключение демонстрационной платы

Установите на красный и соответствующий ему чёрный щуп длинные золотистые иглы из комплекта. Если красный щуп имеет кнопку, то его игла несъёмная - менять её не нужно. Аккуратно закрепите иглу чёрного щупа в клемме IN- демонстрационной платы (рис. 2.2), избегая слишком сильного давления. В качестве альтернативного варианта подключения к контакту можно использовать чёрную клипсу из комплекта (рис. 2.3).

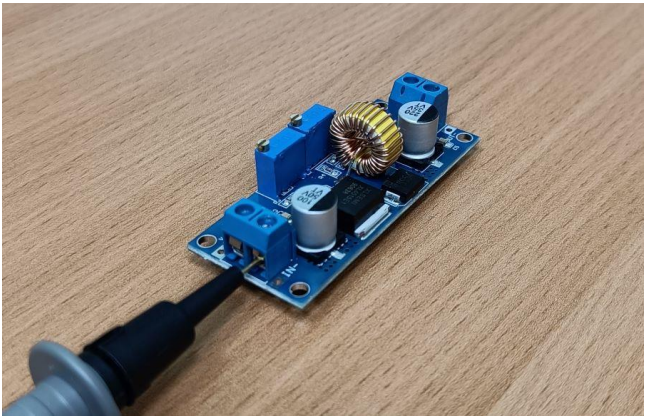


Рисунок 2.2 - Подключение чёрного канала сменным щупом с иглой к контакту IN-.

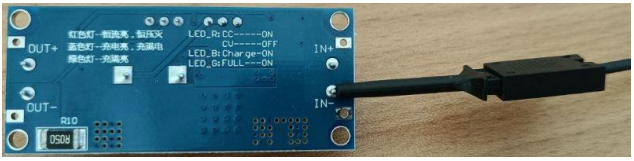


Рисунок 2.3 - Подключение чёрного канала клипсой к контакту IN-.

Чёрный щуп с иглой или клипса подключаются к чёрному измерительному каналу устройства EyePoint. К красному каналу подключите красный измерительный щуп с иглой. Если у Вас двухканальный прибор (имеет 4 разъёма для подключения щупов – для красной и синей пар), подключите только красную пару щупов как на фото ниже (рис. 2.4).

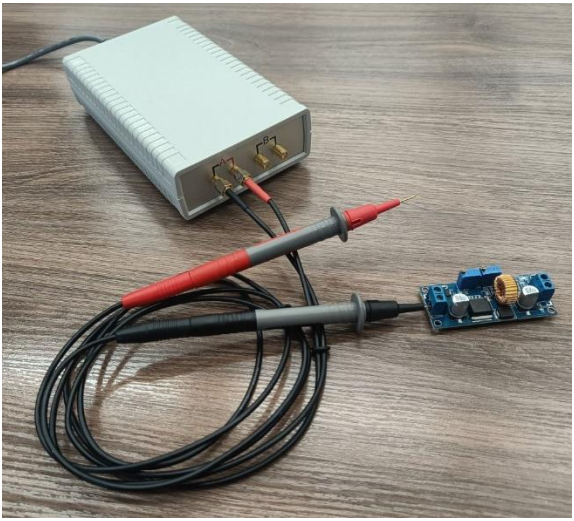


Рисунок 2.4 - Схема подключения EyePoint u22 к плате.

Подсказка, к какому контакту необходимо подключить чёрный канал, обычно содержится на фотографии платы в файле плана тестирования, как в случае контакта IN- для демонстрационной платы. План тестирования демонстрационной платы рассмотрен далее в главе *2.2.2 «Импорт плана тестирования» (с. 18)*. Место подключения чёрного канала на тестовой плате обязательно должно совпадать с местом подключения чёрного канала на эталонной плате, на основе которой создавался план тестирования. Несоблюдение этого требования лишает тестирование смысла, поскольку сравнению будут подвергаться ВАХ принципиально разных участков электрической цепи. В случае отсутствия плана тестирования, место подключения чёрного канала необходимо определить самостоятельно. Как правило, чёрный канал подключается к «земле» (GND) или отрицательному контакту питания (обратному проводу). Более подробно с рекомендациями по выбору нулевого уровня можно ознакомиться в главе *8 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ НУЛЕВОГО УРОВНЯ» (с. 87)*.

2.2 Тестирование платы

2.2.1 Тестирование в режиме сравнения

Примечание:
Пропустите данный раздел, если у Вас одноканальный прибор (только одна пара щупов красного и чёрного цвета). Режим сравнения может быть включен и для одноканального прибора, однако в рамках него будет отображаться только текущая ВАХ единственного канала.

Процесс тестирования в режиме сравнения описан в главах *1.3 «Режим сравнения» (с. 9)* и *4.6.1 «Проведение тестирования без плана» (с. 57)*. Пример работы режима сравнения для демонстрационной платы не рассматривается, поскольку логика работы режима потребовала бы наличия двух отдельных демонстрационных плат.

Режим сравнения автоматически устанавливается после подключения прибора в EPLab, что отображается на панели выбора режима работы ПО в верхней правой части окна EPLab. При необходимости, режим сравнения может быть активирован в любой момент по нажатию кнопки **Сравнение** на вышеупомянутой панели. При измерении ВАХ необходимо подбирать измерительные параметры частоты/тока/напряжения, чтобы получить более наглядную картину совпадения или различия характеристик – это можно выполнить как вручную, так и за счёт функции автоподбора. Цель и процесс изменения измерительных параметров в EPLab подробнее описаны в п. *2.3.5 «Запись эталонных измерений» (с. 28)* после рис. 2.12.

Для ускорения тестирования следует включить режим звука в меню **Режим ► Звук**. Звуковой сигнал оповещает об исправности точек, для которых различие ВАХ оказалось в пределах допуска. Данная функция ускоряет процесс тестирования, поскольку для оценки исправности тестовой точки не требуется обязательно изучать вид ВАХ на экране прибора.

Далее руководство описывает работу в режиме с планом тестирования, доступным на всех устройствах EyePoint.

2.2.2 Импорт плана тестирования

Для теста демонстрационной платы предварительно подготовлен файл плана тестирования, содержащий эталонные измерения исправной платы. Таким образом, задача поиска неисправности ограничивается измерением ВАХ всех точек тестирования, обозначенных в плане тестирования. ПО автоматически отметит точки измерения с существенным отличием ВАХ, что укажет на наличие неисправности.

В EPLab выберите меню **Файл ► Открыть** (либо сочетание клавиш Ctrl+O) и откройте файл плана тестирования. Файл плана расположен в каталоге «*EPLab_software*» на флеш-накопителе и имеет название «DC-DC XL4015 (демонстрационная_плата).uzf». Интерфейс открытого плана тестирования показан на рис. 2.5.

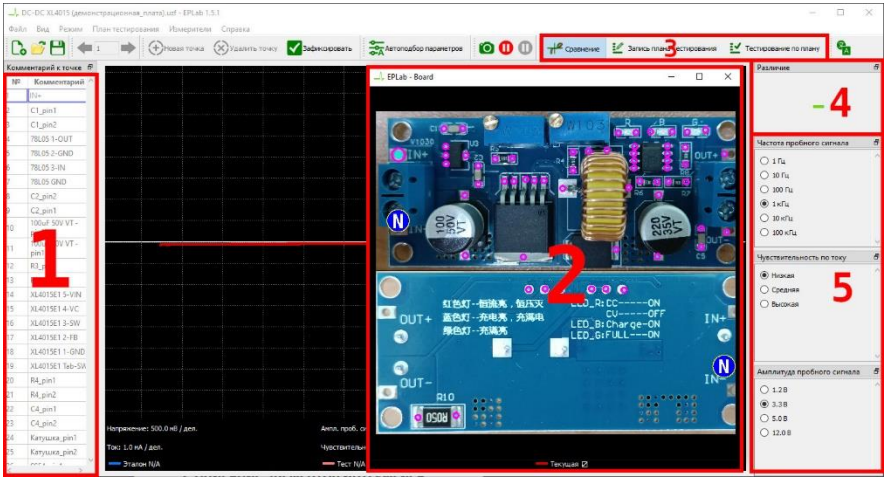


Рисунок 2.5 – Открытый план тестирования в EPLab.

Рассмотрим ключевые элементы интерфейса:

1. Список всех тестовых точек с наименованиями.

2. Фотография тестируемой платы с привязкой тестовых точек из списка 1. Фотография содержит отметку «N», указывающую место подключения чёрного щупа. Если окно с фотографией окажется случайно закрыто, открыть его вновь можно в меню **Вид ► Открыть окно просмотра платы**. Фотографию можно перетаскивать, масштабировать колесом мыши.

3. Выбранный режим работы ПО:

● Сравнение — используется преимущественно для двухканальных приборов, отображает и сравнивает текущую измеренную ВАХ красного и синего каналов. Работа с двухканальным прибором предусматривает одновременное касание одной и той же точки на исправной эталонной и тестовой платах красным и синим щупом соответственно. Для одноканального прибора отображает лишь текущую ВАХ красного канала без сравнения.

● Запись плана тестирования — режим для создания плана тестирования аналогично тому, что был загружен. Работа режима подробно описана в разделе *2.3 «Запись плана тестирования» (с. 24)*.

● Тестирование по плану — измерение ВАХ тестируемой платы, сравнение с эталонными ВАХ исправной платы. Точки, в которых требуется сделать измерения и параметры измерительных каналов, заданы загружаемым планом тестирования.

4. Окно, отображающее различие (в процентах) между ВАХ красного/синего каналов или эталонной/измеренной ВАХ. Зелёный цвет числа означает, что различие в пределах допуска (по умолчанию 15%), красный — что ВАХ недопустимо сильно отличаются.

5. Настройки измерительного канала. В ходе выполнения плана тестирования их значения для каждой точки устанавливаются автоматически, поскольку они уже были определены при создании плана тестирования.

2.2.3 Тестирование по плану

В EPLab перейдите в режим «Тестирование по плану» (рис. 2.6, ❶).

Убедитесь, что в списке точек в левой части основного окна EPLab выбрана точка с номером 1 (❷). Расположение данной точки на плате будет отмечено на изображении платы отметкой более крупного размера. Установите красный щуп в отмеченную на изображении платы точку.

Измеряемая сигнатура непрерывно сравнивается с сигнатурой, которая была зафиксирована для той же точки эталонной платы (отображается синим цветом). В окне «Различие» отображается измеренная в процентах степень различия ВАХ, цвет числа указывает на допустимость степени различия. Стандартная величина допуска составляет 15%, при необходимости её можно изменить в меню **Файл ► Настройки ► Допуск**.

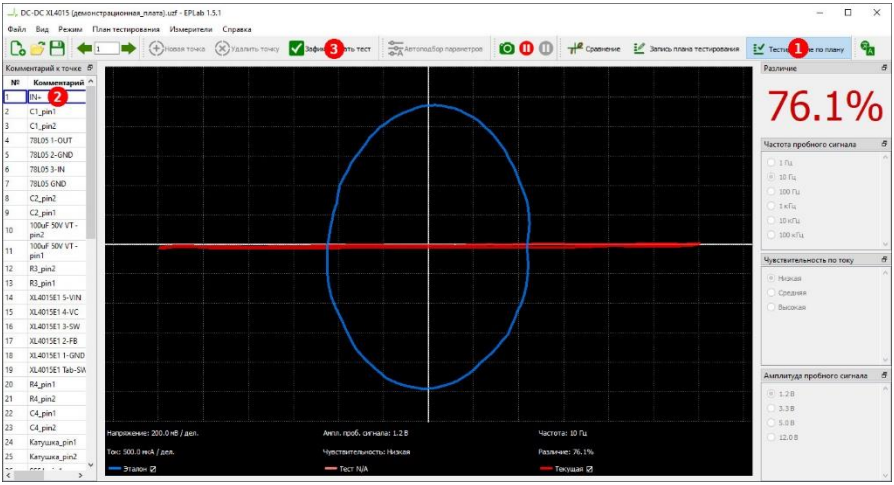


Рисунок 2.6 – Запись ВАХ тестируемой платы.

Для фиксации сигнатуры (❸) можно выполнить любое из следующих действий: нажать горячую клавишу пробел, кнопку **Зафиксировать** в главном окне, кнопку на щупе (только на ряде приборов с поддержкой

функции) или педаль (при наличии). Зафиксированная сигнатура отображается светло-красным цветом в течение 1 секунды для зрительной оценки пользователем. Вместе с сигнатурой будет сохранена и величина различия ВАХ. После фиксации сигнатуры происходит автоматический переход к следующей точке плана тестирования. Если ВАХ оказалась неправильно зафиксирована (например, соскользнул щуп), можно вернуться к данной точке (выбрав в списке или использовав клавиши стрелок на клавиатуре) и перезаписать измерение.

Для удобства проведения теста Вы можете включить звуковое оповещение в меню **Режим ► Звук**. Если отличие между измеренной и эталонной ВАХ окажется в пределах допуска, будет подан звуковой сигнал. Опция позволяет проводить тест, не поднимая глаз на монитор.

Зафиксируйте сигнатуры всех остальных точек плана тестирования, повторив описанные выше действия. По окончании работы все ячейки в списке точек должны быть окрашены зелёным или красным цветом.

Полученные результаты тестирования можно сохранить в виде отдельного файла посредством меню **Файл ► Сохранить как** или комбинацией Ctrl+Shift+S. Обратите внимание, что и эталонные измерения и фактические измерения ВАХ тестируемой платы сохраняются в одном общем файле плана тестирования. Если проводится тестирование множества плат, результаты тестирования каждой платы рекомендуется сохранять в отдельные файлы планов тестирования.

Для предварительного анализа неисправностей в списке точек можно выбрать красные ячейки и визуально сравнить полученные эталонную и тестовую сигнатуры (рис. 2.7). При корректно проведённом тестировании, будут обнаружены неисправности в точках с номерами 13, 15, 23, 28, 35, 57, 61.

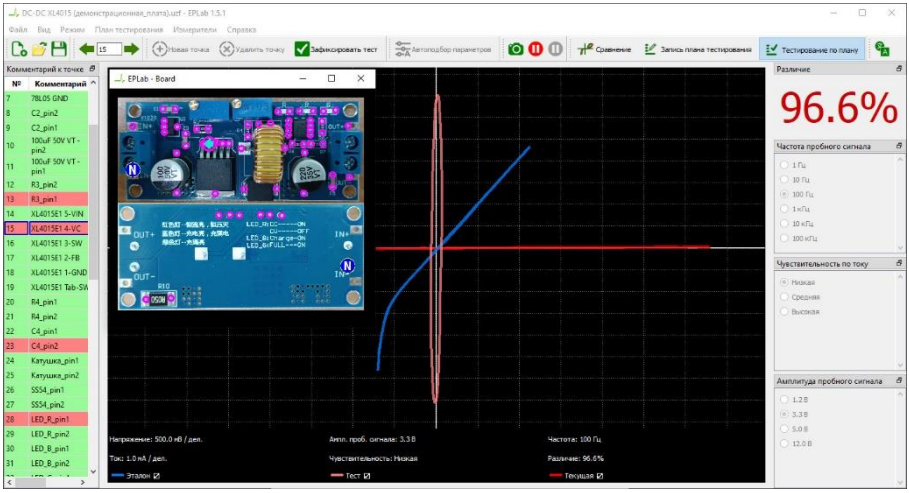


Рисунок 2.7 – Пример тестовой точки, содержащей неисправность.

2.2.4 Формирование отчёта

Чтобы сформировать отчёт, нажмите меню **План тестирования ► Сгенерировать отчёт**.

В отчёте (рис. 2.8) приведена статистика по количеству неисправных точек, величины их отличия от эталонных, указано расположение тестовых точек на плате вместе с полученными сигнатурами.

Для 7 точек различие ВАХ оказалось близким к 100%, что явно свидетельствует о неисправности связанных с ними компонентов. Расположение данных точек на плате отмечено маленькими красными отметками на фотографии. Также следует обратить внимание на обособленную группу из 9 точек на гистограмме, разница в которых составила чуть менее 15%. Как правило, подобные точки также связаны с неисправностью, при дальнейшем тестировании следует уменьшить допуск таким образом, чтобы данные точки оказались отмечены как неисправные.

Исходя из расположения неисправных точек, можно сделать вывод о неисправности потенциометров Radj1 и Radj2 (W103).

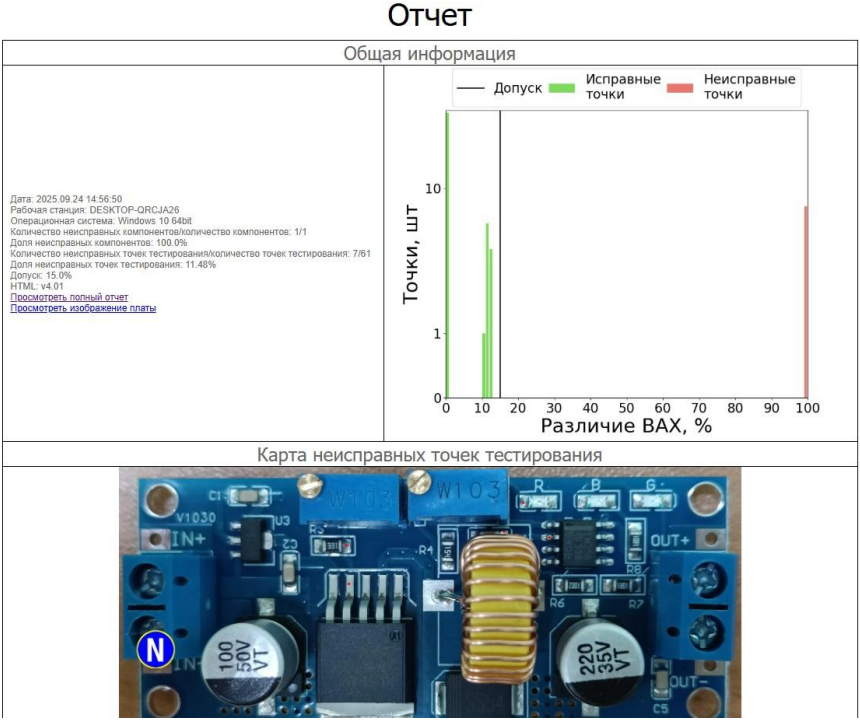


Рисунок 2.8 — Отчёт результата тестирования.

Тестирование следующей платы того же типа можно осуществить двумя способами:

1. Заново открыть файл плана тестирования «DC-DC XL4015 (демонстрационная_плата).uzf», в котором сохранены только эталонные измерения, повторить описанные выше шаги теста, но уже для новой платы.

2. Удалить записанные тестовые измерения из уже открытого файла, эталонные измерения при этом сохранятся. Для этого выберите в меню **План тестирования ► Удалить все тестовые сигнатуры** и вновь выберите точку под номером 1.

2.2.5 Устранение дефекта

Чтобы устранить дефект, необходимо установить потенциометры в положение как на эталонной плате. В EPLab выберите любую неисправную красную точку в списке, установите и удерживайте красный щуп в указанном месте. Не фиксируя измерение, с помощью отвёртки из комплекта отрегулируйте положение винтов двух потенциометров таким образом, чтобы красная ВАХ текущего измерения совпала с синей ВАХ эталона. Постарайтесь самостоятельно отыскать данное положение винтов, в случае возникновения трудностей воспользуйтесь подсказкой ниже. Проверьте, что теперь ВАХ совпадает для всех красных неисправных точек.

Подсказка: оба потенциометра нужно поворачивать против часовой стрелки до щелчка, после щелчка довести шлиц до первого горизонтального положения. Затем левый потенциометр (Radj1) необходимо по часовой стрелке повернуть на 3 полных оборота, правый (Radj2) — на 5.

Чтобы убедиться, что внесённые изменения «исправили» плату и не внесли новые дефекты, удалите предыдущие тестовые измерения посредством **План тестирования ► Удалить все тестовые сигнатуры** и заново проведите тест. По итогу теста все тестовые точки должны быть отмечены зелёным цветом.

Поздравляем! Вам удалось не только молниеносно обнаружить неисправность платы, но и убедиться, что её ремонт оказался успешен!

2.3 Запись плана тестирования

В предыдущем разделе тест был пройден с использованием уже готового плана тестирования для XL4015E1. Но что делать, если у Вас нет доступа к подобному файлу, например, когда необходимо протестировать платы собственного изготовления? Данный раздел описывает шаги по созданию плана тестирования на примере демонстрационной платы XL4015E1.

2.3.1 Выбор нулевого уровня

В большинстве случаев в качестве нулевого уровня удобно выбрать контакт «земли» (GND) или отрицательный контакт питания. Для демонстрационной платы в качестве нулевого уровня ранее был принят контакт IN-, в целях воссоздания предыдущего эталона необходимо повторить данное подключение.

Более подробно с рекомендациями по выбору нулевого уровня можно ознакомиться в главе *8 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ НУЛЕВОГО УРОВНЯ» (с. 87)*.

2.3.2 Фотография платы

Фотография платы хоть и не является обязательной, но значительно упрощает работу в процессе тестирования, поскольку на ней отмечено расположение тестовых точек. Единственным требованием к фотографии является хорошая видимость всех электронных компонентов платы и их контактов. Допустимо, если часть контактных площадок, расположенных под крупногабаритными компонентами платы, не будет видна. Фотография может быть сделана, например, с помощью камеры мобильного телефона. Как правило, наилучшего качества изображения удаётся достичь, фотографируя плату с большого расстояния с включенным зумом / увеличением.

Если компоненты расположены на двух сторонах платы, стоит сфотографировать плату с двух сторон и объединить полученные фотографии в одну общую в любом графическом редакторе. Пример изображения платы, который использовался в ходе теста (рис. 2.9), был снят на мобильный телефон и объединён в программе Microsoft Paint.

Рекомендуем на итоговой общей фотографии также отметить в графическом редакторе контакт нулевого уровня, к которому в будущем будет подключен чёрный канал прибора. В данном примере (рис. 2.9) контакт подключения чёрного щупа отмечен пометкой «N».

Рисунок 2.9 - Подготовка общей фотографии платы.

В качестве альтернативного способа, можно сперва подключить к нулевому уровню чёрный канал прибора и лишь затем сделать фотографии платы так, чтобы было видно место и способ подключения проводника нулевого уровня. Но как правило, наличие подключенного проводника влияет на положение платы в пространстве и мешает сделать фотографию хорошего качества.

При желании, вместо фотографии можно воспользоваться готовым изображением монтажной схемы, 3D модели или любым другим изображением, на котором будет удобно отмечать расположение точек тестирования.

Обратите внимание, что при пересылке по сети (например, в мессенджере), фото может подвергнуться сжатию, что ухудшит качество изображения. Старайтесь пересылать фото как документ (или файл), а не изображение.

2.3.3 Подключение платы эталона

Перед началом записи плана тестирования, необходимо подключить исправную плату. Плата подключается таким же образом, как и при тестировании, процесс описан в главе *2.1.3 «Подключение демонстрационной платы» (с. 15)*.

2.3.4 Добавление точек и измерений в план тестирования

Запустите EPLab. Если ПО уже открыто и в нём уже загружен какой-либо тестовый план, создайте новый пустой файл плана в меню **Файл ► Создать план тестирования** или комбинацией Ctrl+N.

Перейдите в режим **Запись плана тестирования** (рис. 2.10, ❶). Добавьте подготовленное изображение платы в меню **План тестирования ► Добавить изображение** (❷).

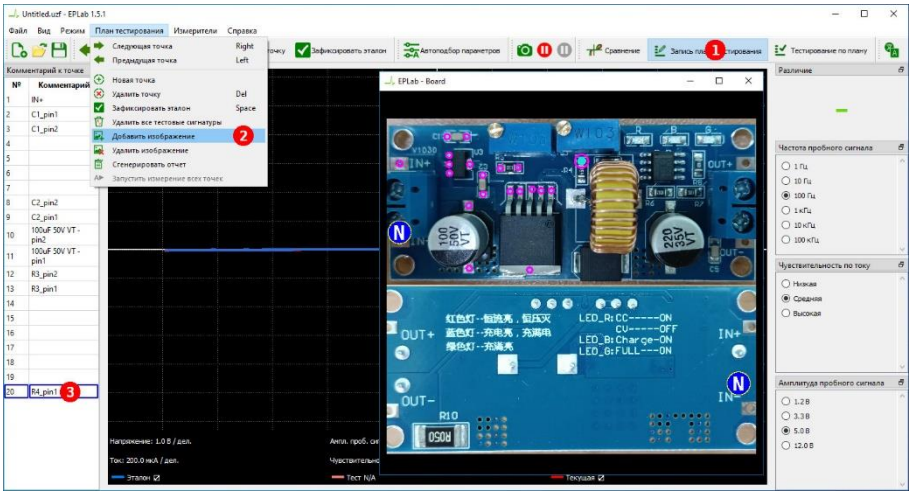


Рисунок 2.10 – Добавление изображения платы и точек тестирования.

На изображении будет автоматически установлена первая тестовая точка — переместите её на требуемый контакт, захватив с помощью левой кнопки мыши (далее ЛКМ). Добавьте новые точки тестирования на изображение при помощи правой кнопки мыши (далее ПКМ). Если необходимо тестировать контакты на обеих сторонах платы, убедитесь, что загружено скомбинированное изображение и расставьте точки на обеих сторонах. Если контактная площадка прикрыта крупным компонентом (как в случае дросселя), поставьте точку поверх изображения в предположительном месте нахождения площадки. Суммарно на демонстра-

ционной плате должна быть размещена 61 тестовая точка. В случае возникновения вопросов, ориентируйтесь на образец файла «DC-DC XL4015 (демонстрационная_плата).uzf».

Если на изображение была добавлена лишняя точка, её можно удалить. Для этого выделите её в списке точек или на изображении (отметка точки примет более крупный размер) и нажмите клавишу Del.

К точкам можно оставлять текстовые комментарии, например указать наименование электрического компонента или номер его контакта. Это не обязательно, поскольку положение точек можно отследить на изображении, но полезно, так как повышает наблюдаемость схемы и упрощает работу в дальнейшем. Комментарии записываются в текстовом поле в списке точек (горячая клавиша F2) (❸).

2.3.5 Запись эталонных измерений

После того, как все необходимые точки были расставлены, можно переходить к измерению эталонных сигнатур.

Если на плате есть компоненты, допускающие изменение электрических параметров платы (подстроечные резисторы, переключатели, джамперы…) нужно убедиться, что они находятся в стандартном для данного устройства состоянии. Например, на плате DC-DC преобразователя XL4015 имеется два потенциометра. Для перевода их в стандартное состояние, повторите действия, указанные на рис. 2.11. Под состоянием упора понимается поворот до появления щелчка и доведение до горизонтального положения шлица.

Рисунок 2.11 - Перевод потенциометров в стандартное состояние.

В списке точек выберите точку с номером 1 (рис. 2.12, ❹). На изображении платы выбранная точка будет выделена более крупным размером отметки.

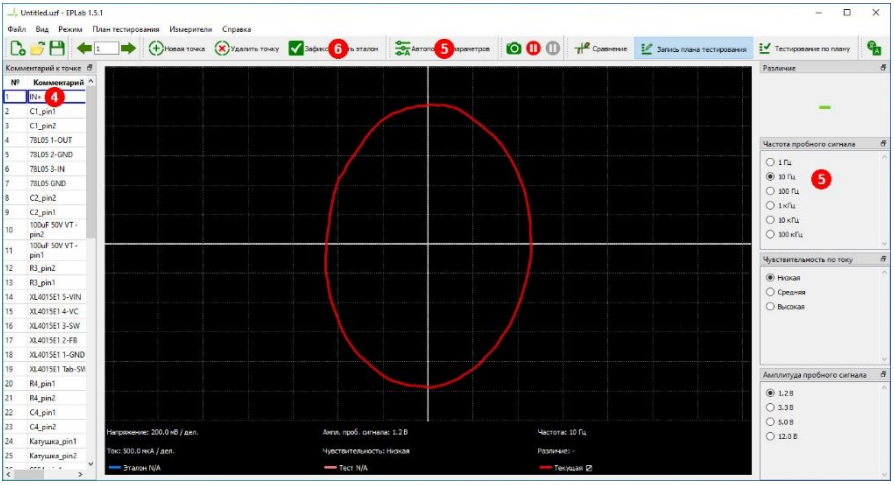


Рисунок 2.12 – Запись эталонных ВАХ.

Установите и удерживайте красный щуп в выбранной точке. Перед фиксацией измерения необходимо подобрать подходящие параметры измерительного канала для повышения вероятности обнаружения неисправности (❺). Цель регулирования — добиться наиболее «характерного» вида ВАХ, чтобы сигнатуры не имели вид «разрыва» (горизонтальная

линия) или «КЗ» (вертикальная линия), а заполнили как можно большую площадь и имели как можно больше уникальных деталей формы. Пример влияния настроек на форму ВАХ приведён в разделе *1.4 «Измерительные параметры» (с. 11)* на рис. 1.4, также данный вопрос более подробно рассмотрен в главе *9 «ВИДЫ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ВАХ) РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ СОЧЕТАНИЙ» (с. 92)*.

Задать настройки измерения (рис. 2.12, ❺) можно как ручным выбором параметров на панели справа, так и вызовом функции **Автоподбор параметров** по нажатию кнопки на верхней панели или сочетания Alt+A. Обратите внимание, что на момент запуска автоподбора, красный щуп должен касаться требуемого контакта.

Для фиксации измерения (рис. 2.12, ❻) можно выполнить любое из следующих действий: нажать горячую клавишу пробел, кнопку **Зафиксировать** в главном окне, кнопку на щупе (только на ряде приборов с поддержкой функции) или педаль (при наличии). Зафиксированная эталонная сигнатура отображается синим цветом в течение 1 секунды для зрительной оценки пользователем. После фиксации сигнатуры происходит автоматический переход к следующей точке плана тестирования. Если ВАХ оказалась неправильно зафиксирована (например, соскользнул щуп), можно вернуться к данной точке (выбрав в списке или использовав клавиши стрелок на клавиатуре) и перезаписать измерение.

Описанным способом зафиксируйте сигнатуры для всех точек тестирования (61 точка для демонстрационной платы), на верхней и нижней сторонах. Для измерения точек на нижней стороне платы DC-DC преобразователя XL4015 вместо обычного щупа можно воспользоваться красной клипсой.

Сохраните полученный план тестирования с записанными эталонами при помощи меню **Файл ► Сохранить** или сочетания клавиш Ctrl+S.

3. ПОДКЛЮЧЕНИЕ EYEPOINT U И ЗАПУСК EPLAB

Подключите устройство EyePoint к ПК при помощи USB-кабеля. Если выполнение приведённых ниже инструкций так и не приведёт к успешному подключению прибора в ПО EPLab, обратитесь в техническую поддержку - контакты указаны на обратной стороне данного руководства.

3.1 Подключение прибора к ПК

3.1.1 Подключение прибора в ОС Windows

На Windows 10 и Windows 11 установка драйвера как правило не требуется и прибор определяется автоматически в течение минуты после подключения. В случае успешного определения, в «Диспетчере устройств» в разделе «Порты (COM и LPT)» появится устройство «EyePoint IVM Signature Analyzer». Для двухканального EyePoint будут обнаружены 2 устройства, как показано на рис. 3.1.

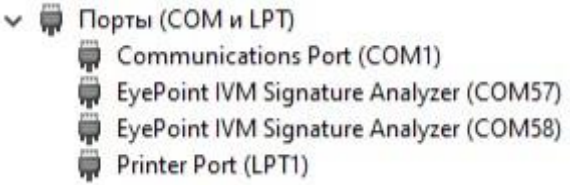


Рисунок 3.1 – Успешное обнаружение двухканального устройства EyePoint

Если Вы используете более раннюю версию Windows (младше 10) или по какой-либо причине автоматическое определение устройства корректно не сработало, то после подключения EyePoint в «Диспетчере устройств» в разделах «Другие устройства» или «Контроллеры USB» появятся неопределённые устройства с жёлтым предупреждающим знаком.

Чтобы устранить проблемы подключения, необходимо установить драйвер. Драйвер находится в папке «driver» на комплектном USB-накопителе. Разархивируйте содержимое лежащего в папке архива «ivm_driver.zip» к себе на ПК. Среди скопированных файлов необходимо

найти «ivm.inf» и установить его – **ПКМ по файлу ► Установить**. В случае успешной установки появится сообщение «Операция успешно завершена», а найденные устройства EyePoint окажутся в категории Порты (COM и LPT) как на рис. 3.1.

При использовании мультиплексора EyePoint MUX, прибор должен быть аналогичным образом обнаружен в системе. При успешном подключении появится устройство «EyePoint Analog Multiplexer», при проблемах с обнаружением следует установить драйвер «epmux.inf» из архива «epmux_driver.zip».

3.1.2 Подключение прибора в ОС Linux

В дистрибутивах Linux установка драйвера для приборов EyePoint не требуется, поскольку устройство работает по механизму виртуального COM-порта. Убедиться в том, что ОС обнаружила подключенное устройство EyePoint, можно выполнив команду `lsusb` в терминале. На некоторых системах, устройства могут отображаться только в виде идентификатора `1cbc:0007` без текстового описания, это ожидаемо, описание добавится после первого запуска ПО EPLab. Ниже приведён пример успешного обнаружения двухканального прибора:

```
user@ubuntu20:~$ lsusb
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0001 Linux Foundation 1.1 root hub
Bus 001 Device 002: ID 1cbc:0007 EPC MSU EyePoint IVM Signature
Analyzer
Bus 001 Device 003: ID 1cbc:0007 EPC MSU EyePoint IVM Signature
Analyzer
```

3.2 Запуск EPLab

3.2.1 Запуск EPLab в ОС Windows

Внимание!
Перед выполнением следующих шагов обязательно установите библиотеки Microsoft Visual C++ для Visual Studio (*vcredist*) версий 2013 и 2015 годов. Установщики библиотек расположены в папке «*supporting_software*» комплектного USB-накопителя.

ПО EPLab находится в папке «*EPLab_software*» на комплектном USB-накопителе. Уточните разрядность Вашей операционной системы (32 или 64 бит). Разархивируйте архив «*eplab-X.X.X-winYY.zip*» в любое удобное место на Вашем ПК, где YY – разрядность Вашей системы. ПО EPLab не требует процедуры установки, для запуска ПО достаточно запустить «*eplab.exe*».

3.2.2 Запуск EPLab в ОС Linux

ПО EPLab находится в папке «*EPLab_software*» на комплектном USB-накопителе. Разархивируйте архив «*eplab-X.X.X-debian.zip*» в любое удобное место на Вашем ПК с помощью файлового менеджера. Среди прочих методов, разархивировать можно вызовом утилиты «unzip» в терминале, ниже приведён пример использования:

```
user@ubuntu20:~$ unzip /media/user/USB-DISK/
Software\ and\ docs/EPLab_software/eplab-1.5.2-debian.zip -d
/home/user/EPLab
Archive: /media/user/USB-DISK/
Software\ and\ docs/EPLab_software/eplab-1.5.2-debian.zip
  inflating: /home/user/EPLab/eplab
  inflating: /home/user/EPLab/install.sh
user@ubuntu20:~$
```

Где «/media/user/USB-DISK» - путь подключенного флеш-накопителя, а «/home/user/EPLab» - путь, куда будут скопированы файлы.

Для Astra Linux используйте версию архива «*eplab-X.X.X-astra.zip*». Путь подключенного флеш-накопителя в Astra Linux может иметь вид «/run/user/1000/media/by-uuid-1E54-1E89».

Примечание:
Флеш-накопитель может быть недоступен или не отображаться в файловом менеджере вовсе, а также отсутствовать по адресу /media при проблемах с автоматическим монтированием файловой системы флеш-накопителя. В таком случае необходимо командой «lsblk» определить раздел флеш-накопителя (например sdb1) и смонтировать его вручную при помощи команды «mount».

Перед непосредственным запуском ПО EPLab сперва необходимо подготовить систему к работе с COM-портами, для этого достаточно в разархивированном каталоге запустить специализированный скрипт командой bash /home/user/EPLab/install.sh. В ходе выполнения скрипта потребуется указать пароль учётной записи. Скрипт регистрирует в системе VID и PID идентификаторы устройств EyePoint, а также добавляет текущего пользователя в группу «dialout», что необходимо для корректной работы ПО с виртуальными COM-портами.

Для запуска ПО достаточно выполнить в терминале команду ./eplab, находясь в папке, куда были разархивированы файлы, либо команду полного пути до скопированной программы – /home/user/EPLab/eplab. При возникновении ошибки «Permission denied» следует выполнить команду chmod u+rx eplab, которая вернёт возможность текущему пользователю запускать исполняемый файл «*eplab*».

4. РАБОТА С EYEPOINT «U» (ПО EPLab)

Устройства серии EyePoint «u» управляются программно с ПК, к которому прибор подключен. В качестве ПО для работы с устройством могут использоваться:

- ПО EPLab (рекомендуемый вариант);
- Разработанные силами пользователей программы на языках C/C++ или Python, написанные с использованием предоставляемой библиотеки libivm (библиотека, описание API и примеры программ входят в комплектацию). При работе с Python библиотеку можно уставить посредством pip, дополнительная информация по ссылке — https://pypi.org/project/ivm/.

Внимание!
Работа пользовательских программ под Windows возможна только при условии установленных библиотек Microsoft Visual C++ для Visual Studio (*vcredist*) версий 2013 и 2015 годов. Установщики библиотек расположены в папке «*supporting_software*» комплектного USB-накопителя.

В рамках данного руководства рассматривается исключительно работа с официальным ПО для работы с приборами EyePoint - EPLab. Более подробную информацию о библиотеке (*library*), API (*library_doc*) и примерах пользовательских программ (*examples_and_bindings*), можно получить, обратившись к комплектному USB-накопителю.

4.1 Подключение прибора к EPLab

В главном окне программы в меню **Файл** выберите **Подключение**. Откроется окно Настройка подключения.

Если драйверы были установлены верно, то в списке вы увидите используемое устройство с соответствующими номерами COM-портов (рис. 4.1). Выберите нужное вам устройство и нажмите кнопку "Подключить".

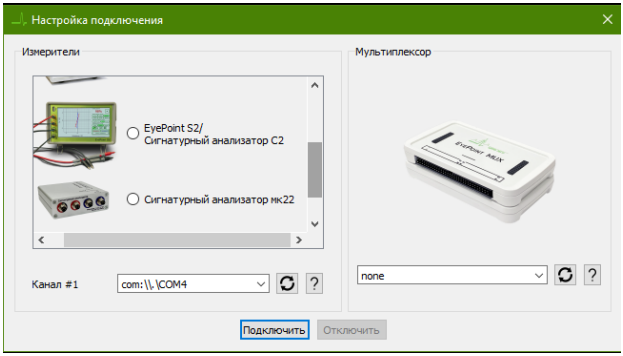


Рисунок 4.1 - Окно Настройка подключения ПО EPLab.

Откроется основное окно ПО EPLab (рис. 4.2), в котором:

- Красным цветом будут отображаться вольт-амперные характеристики канала #1 (канала A);
- Синим цветом будут отображаться вольт-амперные характеристики канала #2 (канала B).

В случае, если выбран одноканальный прибор, ВАХ будут отображаться красным цветом.

Кроме того, для ознакомления с программой EPLab можно воспользоваться функцией подключения виртуального устройства, выбрав значение "virtual" в поле "Канал #1/ Канал #2" блока "Измерители", а также в поле блока "Мультиплексор".

Последний подключенный прибор запоминается и автоматически подключается при следующем запуске EPLab. Для того, чтобы выбрать другой прибор, пройдите в **Файл ► Подключение**, нажмите кнопку **Отключить**, выберите нужный прибор и порт, затем нажмите кнопку **Подключить**.

Внимание!
Если цвета ВАХ двухканального прибора в ПО EPLab не совпадают с цветами каналов на самом приборе – поменяйте местами выбранные COM-порты в программе.

4.2 Описание элементов интерфейса

Основное окно интерфейса программного обеспечения EPLab (рис. 4.2) состоит из главного меню, панели инструментов, боковых панелей и экрана отображения ВАХ.

Для удобства работы основные элементы интерфейса можно передвинуть и настроить их отображение.

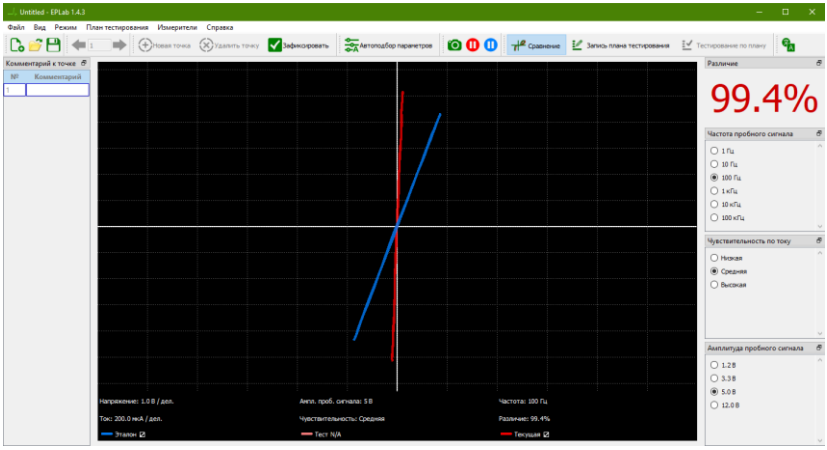


Рисунок 4.2 - Интерфейс главного окна ПО EPLab.

4.2.1 Главное меню

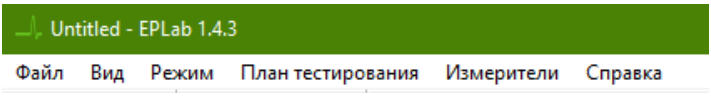


Рисунок 4.3 - Внешний вид главного меню ПО EPLab.

В главном меню находятся настройки ВАХ, настройка вида, функции работы с планом тестирования, а также дополнительные настройки (рис. 4.3).

4.2.2 Панель инструментов

Рисунок 4.4 - Внешний вид панели инструментов ПО EPLab.

На панель инструментов (рис. 4.4) вынесены кнопки для быстрого доступа к основным функциям программы: работа с планом тестирования, настройкам внешнего вида отображаемых характеристик, а также к некоторым дополнительным функциям.

Чтобы изменить содержимое панели инструментов нажмите на ней правой кнопкой мыши и в выпадающем списке оставьте галочки только у тех пунктов, которые бы хотели видеть (рис. 4.5).

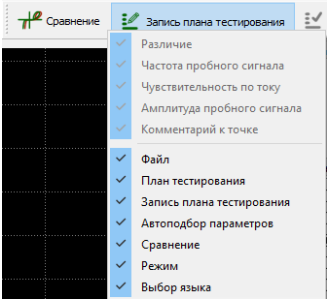


Рисунок 4.5 - Настройка отображения панели инструментов ПО EPLab

4.2.3 Боковые панели

На боковые панели вынесены блоки некоторых настроек тестирования, а также краткая информация о результатах проводимого теста.

В блоке "Различие" (рис. 4.6) указывается процент различия между двумя сравниваемыми ВАХ, где 0% – абсолютно одинаковые ВАХ, а 100% – полностью различные ВАХ.

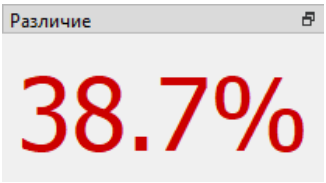


Рисунок 4.6 - Блок отображения степени различия ВАХ ПО EPLab.

В блоке "Частота пробного сигнала" (рис. 4.7) выбирается частота генерируемого на выходе измерительных щупов сигнала для снятия ВАХ.

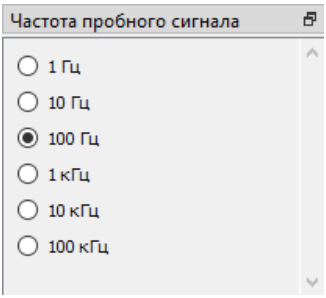


Рисунок 4.7 - Блок выбора частоты пробного сигнала ПО EPLab

В блоке "Чувствительность по току" (рис. 4.8) выбирается чувствительность по току в различных рабочих диапазонах от 250 мкА (высокая) до 25 мА (низкая).

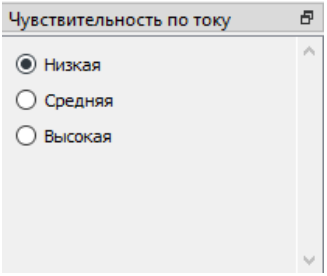


Рисунок 4.8 - Блок выбора чувствительности по току ПО EPLab.

В блоке "Амплитуда пробного сигнала" (рис. 4.9) выбирается амплитуда генерируемого на выходе измерительных щупов сигнала для снятия ВАХ.

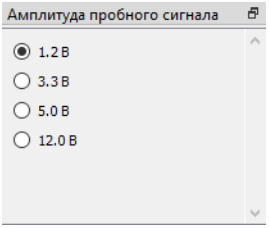


Рисунок 4.9 - Блок выбора амплитуды пробного сигнала ПО EPLab.

В блоке "Комментарий к точке" (рис. 4.10) отображаются точки тестирования, к каждой из которых можно указать комментарий.

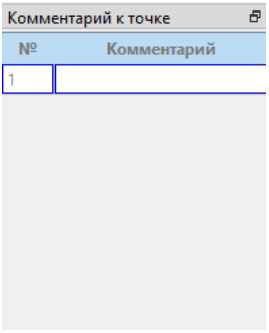


Рисунок 4.10 - Блок добавления комментария к точке

Также во время тестирования по плану строчки меняют цвет на зеленый (сигнатуры тестового элемента и эталона совпали) и красный (сигнатуры не совпали) (рис. 4.11).

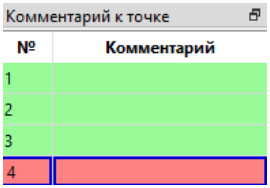


Рисунок 4.11 - Отображение результатов тестирования в блоке

Перечисленные выше блоки можно организовать в виде вкладок, для этого перетяните один блок на другой.

4.2.4 Экран отображения ВАХ

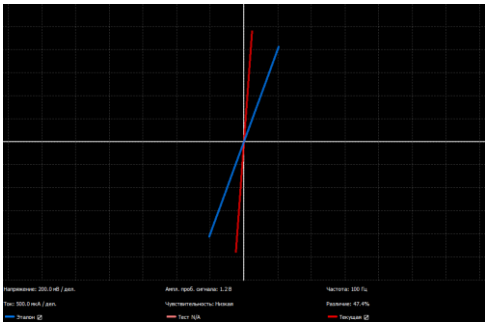


Рисунок 4.12 - Экран отображения ВАХ ПО EPLab.

Экран отображения ВАХ (рис. 4.12) представляет измерения ВАХ с заданными параметрами в виде графиков. Также эта область используется для работы с измерительными метками.

4.3 Настройка параметров тестирования

Перед проведением измерений или в ходе тестирования необходимо вручную указать требуемые значения параметров, либо воспользоваться функцией автоподбора параметров.

4.3.1 Настройка допуска

Допуск – это значение разницы тестируемой и эталонной сигнатур, при превышении которого сигнатура будет интерпретироваться как неисправность. В ПО EPLab по умолчанию установлено значение 15%, что подходит для большинства задач.

Значение допуска стоит поменять, если при тестировании возникают ошибки вида:

1. Точки помечаются как неисправные, но различие сигнатур в этих точках не влияет на работоспособность тестируемых устройств.
2. Точки помечаются как исправные, но на самом деле в них есть незначительные отличия, которые влияют на работоспособность тестируемых устройств.

Как выбрать оптимальное значение допуска:

1. Создайте и запишите план тестирования.
2. Протестиру2йте другую плату такого же типа по созданному плану. Желательно, чтобы в этом устройстве были известные дефекты.
3. Сгенерируйте отчёт.
4. Найдите в верхней части каждого отчета гистограмму (рис. 4.13).

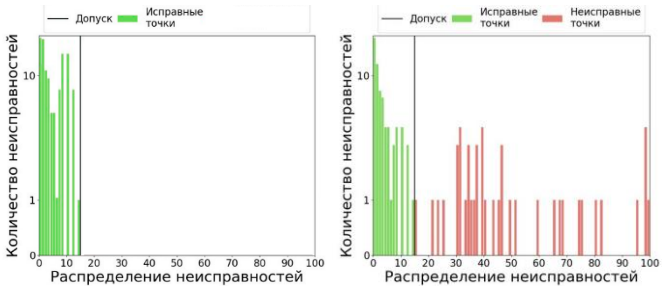


Рисунок 4.13 - Гистограммы из отчетов тестирования плат.

5. Проанализируйте гистограммы. Точки, оказавшиеся правее линии допуска, интерпретируются как неисправность, левее и равные допуску – считаются исправными.

6. Выберите значение допуска так, чтобы он отделял исправные точки от неисправных. Точного критерия выбора здесь нет: в зависимости от задачи допуск может быть увеличен и будут помечаться только те точки, в которых есть значительные различия и на которые точно нужно обратить внимание, или наоборот, допуск может быть уменьшен и будут выделяться точки даже с самыми незначительными различиями.

7. Измените значение допуска, для этого перейдите в **Файл ► Настройки** главного меню и установите нужное значение в поле "Допуск" (рис. 4.14).

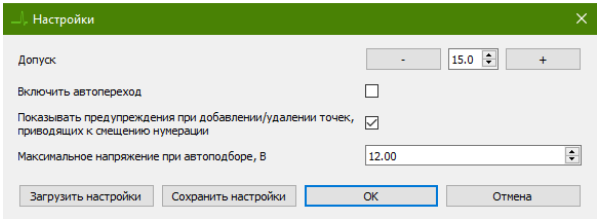


Рисунок 4.14 - Окно настройки порога ошибки измерений ПО EPLab.

8. Для просмотра гистограммы с новым значением допуска измените допуск в настройках и повторно сгенерируйте HTML-отчёт. Проводить тестирование заново не требуется.

Для одноканальных устройств допуск учитывается при работе в режиме "Тестирование по плану".

При необходимости можно включить звуковое оповещение превышения пороговых значений в меню **Режим ► Звук** (рис. 4.15). По умолчанию звуковой сигнал выключен.

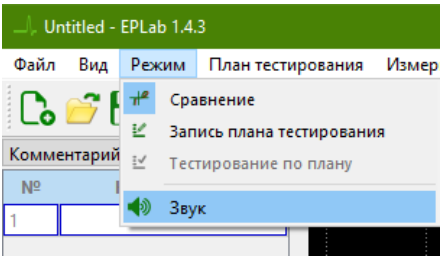


Рисунок 4.15 -Пункт "Звук" меню ПО EPLab.

4.3.2 Автопереход

В ПО EPLab есть функция автоперехода. В режиме тестирования по плану функция позволяет фиксировать сигнатуры и переключать точки тестирования без необходимости нажимать кнопки в интерфейсе программы и на клавиатуре.

По умолчанию автопереход выключен. Чтобы включить эту функцию, пройдите в **Файл ► Настройки** и установите флажок **Включить автопереход** (рис. 4.16).

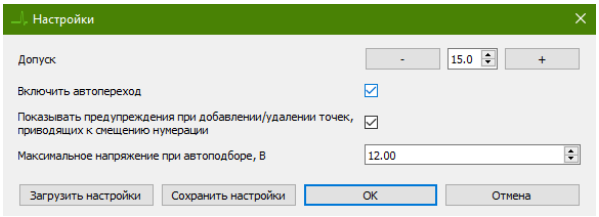


Рисунок 4.16 - Включение функции автопереход в ПО EPLab.

Как работает автопереход:

1. В режиме тестирования по плану оператор устанавливает щуп в точку тестирования.
2. EPLab непрерывно измеряет сигнатуры и сравнивает их с эталонной сигнатурой.
3. При совпадении измеряемой сигнатуры с эталонной срабатывает автопереход:

3.1. Текущая измеренная сигнатура фиксируется;

3.2. Далее с небольшой задержкой (чтобы была возможность увидеть зафиксированную сигнатуру) происходит переход к следующей точке.

4. Оператор поднимает щуп и устанавливает его в новую точку.

Важно учитывать, что:

1. Функция автоперехода отслеживает наличие электрического контакта. При срабатывании автоперехода следующее срабатывание возможно только после поднятия щупа и его повторной установки, которая сопровождается появлением электрической связи с землёй. Это позволяет избежать ложных срабатываний функции автоперехода в планах тестирования, где несколько похожих сигнатур идут друг за другом.

2. Функция автоперехода не сработает в точках тестирования, не имеющих электрической связи с землёй, т.е. в точках, где между щупами не течёт ни постоянный, ни переменный ток. В точках тестирования, которые не имеют электрической связи с землёй, для фиксации сигнатуры и перехода к следующей точке воспользуйтесь кнопками в интерфейсе программы или горячими клавишами.

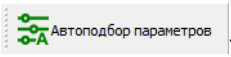
3. Функция автоперехода не работает на частоте 1 Гц.

4.3.3 Автоподбор параметров

Иногда заданные пользователем параметры являются неоптимальными для данной точки. В таком случае в программе не отобразятся петли, соответствующие ёмкостям; наклоны, соответствующие малым или наоборот очень большим сопротивлениям; прогибы, соответствующие полупроводникам – все они будут видны только при детализированном представлении сигнатур, соответственно, вероятность обнаружения отличий в сигнатурах будет небольшая. Чтобы повысить детализацию, можно вручную подобрать параметры измерений, либо воспользоваться функцией автоподбора, которая проанализирует данные и на их основе

подберет оптимальные параметры частоты, тока и внутреннего сопротивления.

Чтобы воспользоваться функцией автоматического подбора параметров для конкретной измеряемой точки, необходимо:

1. Подключить соответствующий щуп к общей земле платы либо к одному из концов измеряемой цепи;
2. Коснуться другим щупом требуемой точки либо второго конца цепи;
3. В главном меню выбрать **Вид ► Автоподбор параметров** и дождаться окончания автоматического подбора параметров. Кнопка **Автоподбор параметров** 

также вынесена на панель инструментов, кроме того, можно использовать сочетание клавиш **Alt + A**.

В случае записи нового плана тестирования выставленные параметры будут автоматически присвоены каждой создаваемой точке. Если необходимо перезаписать точки уже записанного плана тестирования с новыми параметрами, автоподбор нельзя применить сразу ко всем точкам – параметры выставляются только у выбранной точки и сохраняются при перезаписи сигнатуры.

Функция автоподбора может быть ограничена по напряжению. Для того, чтобы задать максимальное напряжение в главном меню перейдите в **Файл ► Настройки** и введите нужное значение в соответствующее поле (рис. 4.17).

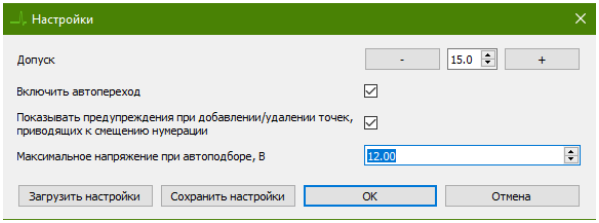


Рисунок 4.17 -Настройка максимального напряжения при автоподборе

4.3.4 Калибровка измерителя

В случае, когда считается, что ВАХ смещена относительно нуля, можно провести калибровку измерителя. Для этого в пункте меню "Измерители" выберите **Настройка**, откроется окно с кнопкой **Калибровка** (рис. 4.18), нажмите на нее и запустите калибровку.

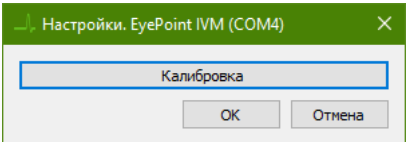


Рисунок 4.18 - Окно калибровки ПО EPLab

При работе с виртуальным устройством (эмулятором) существует возможность изменить параметры ВАХ, отображаемой в качестве измерения. Для этого в пункте меню "Измерители" выберите **Эмулятор** канала A или B, откроется окно Настройки (рис. 4.19).

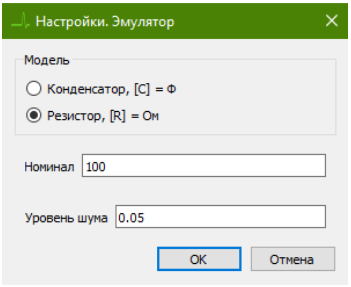


Рисунок 4.19 - Окно калибровки эмулятора ВАХ ПО EPLab.

4.4 Настройка отображения ВАХ

4.4.1 Отображение графиков

Для фиксации ВАХ на основном экране воспользуйтесь кнопками заморозки или перейдите в пункт главного меню **Вид** и нажмите **Заморозить канал A/B**.

Внимание!
При наличии кнопок на щупах или дополнительной педали в рамках режима **Сравнение** «заморозить» ВАХ можно за счёт удержания кнопки щупа или педали

При желании, когда реальная ВАХ мешает просмотру сравниваемой, реальную ВАХ можно скрыть. Для этого необходимо в меню **Вид** нажать на **Скрыть канал А** или **Скрыть канал В** (рис. 4.20).

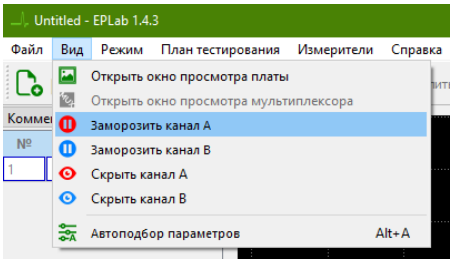


Рисунок 4.20 - Пункт меню «Вид» панели инструментов ПО EPLab.

4.4.2 Использование измерительных меток

Для четкого определения напряжения (U) и тока (I) на графиках можно использовать измерительные метки.

Чтобы установить измерительную метку необходимо вызвать контекстное меню щелчком правой кнопки мыши на экране отображения ВАХ и выбрать пункт **Добавить метку** (рис. 4.21). Метка будет добавлена в месте щелчка мышью (рис. 4.22).

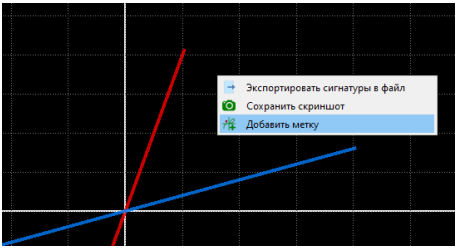


Рисунок 4.21 - Пункт меню добавления метки ПО EPLab.

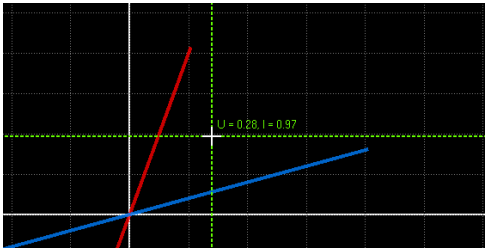


Рисунок 4.22 - Добавленная метка в ПО EPLab.

Чтобы удалить конкретную метку необходимо навести на нее курсор мыши и выбрать пункт контекстного меню **Удалить метку** (рис. 4.23).

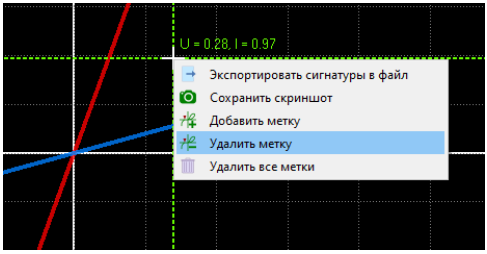


Рисунок 4.23 - Удаление метки в ПО EPLab.

Чтобы удалить все измерительные метки необходимо воспользоваться пунктом **Удалить все метки** контекстного меню (рис. 4.24).

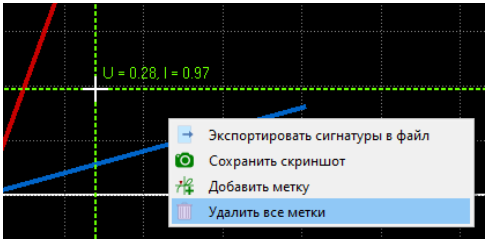


Рисунок 4.24 - Удаление всех меток в ПО EPLab.

4.5 План тестирования

4.5.1 Создание плана тестирования

Внимание!
Перед измерениями убедитесь, что используемые платы или микросхемы обесточены и с них сняты все элементы питания, такие как аккумуляторы и батарейки.
В случае если на плате присутствуют конденсаторы большого номинала и высокого напряжения (выше 470 мкФ и напряжением выше 25 В) – то их предварительно необходимо разрядить, во избежание разряда ёмкости на измерительные щупы и вывода их из строя.

Создание плана тестирования с помощью мультиплексора EyePoint MUX отличается от создания плана с помощью сигнатурных анализаторов.

4.5.1.1 Создание плана тестирования без использования мультиплексора

1. При подключении прибора автоматически создается новый план тестирования с 1 точкой.
2. Для создания нового плана тестирования в процессе работы выберите в меню **Файл ► Создать план тестирования** или нажмите на иконку на верхней панели. Также можно воспользоваться сочетанием клавиш **Ctrl + N**.
3. Для начала записи плана тестирования, перейдите в пункт меню **Режим ► Запись плана тестирования** (рис. 4.25) или нажмите на иконку на верхней панели.

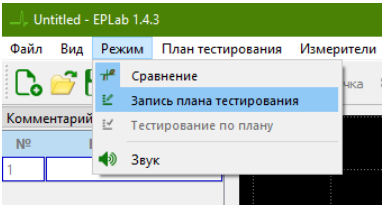


Рисунок 4.25 - Пункт меню «Запись плана тестирования» ПО EPLab.

4. В меню **План тестирования** (рис. 4.26) выберите пункт **Добавить изображение** и укажите путь к изображению эталонной платы. Данный пункт можно пропустить, если у вас отсутствует изображение платы или оно вам не требуется.

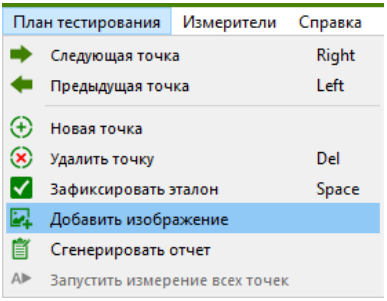


Рисунок 4.26 - Пункт меню «План тестирования» ПО EPLab

Откроется окно с изображением платы и уже созданной первой точкой. Перетащите точку на требуемую контактную площадку на плате.

При закрытии окна просмотра платы изображение с отмеченной точкой сохранится. Повторно открыть окно можно выбрав пункт **Открыть окно просмотра платы** в меню **Вид**.

5. Отключите подачу какого-либо напряжения электропитания на тестируемую плату или на микросхему.

6. Установите в главном окне EPLab значения частоты, амплитуды и чувствительности по току пробного сигнала, либо воспользуйтесь функцией автоподбора параметров.

7. Коснитесь измерительным щупом контакта компонента.

8. Не убирая щуп с измеряемой контактной площадки, зафиксируйте ВАХ, после чего спустя короткую паузу произойдёт переход к следующей точке. Для фиксации ВАХ можно нажать:
    - клавишу «Пробел» на клавиатуре;
    - кнопку «Зафиксировать эталон» на панели инструментов;
    - кнопку любого щупа или педаль при их наличии;

После фиксации ВАХ график изменит цвет. Пауза при переходе к следующей точке даёт возможность оценить зафиксированную ВАХ.

9. При необходимости добавьте комментарий к точке в блоке «Комментарий к точке». Горячая клавиша для добавления комментария – **F2**.

10. Для записи плана тестирования следующей точки, создайте новую точку, нажав правой клавишей мыши на соответствующем месте изображения. Кроме того, можно выбрать пункт **Новая точка** в контекстном меню таблицы блока «Комментарий к точке», а также использовать кнопку **Новая точка** на панели инструментов – в этих случаях точка добавится в центр окна просмотра изображения.

Новая точка будет добавлена в список после последней активной точки. Нумерация существующих точек изменится в случае добавления новой точки между ними (рис. 4.27).

11. Для удаления точки выделите ее на изображении или в таблице блока «Комментарий к точке» и нажмите клавишу **Del**. Также можно воспользоваться контекстным меню таблицы блока «Комментарий к точке», выбрав пункт **Удалить точку**. Нумерация точек изменится (рис. 4.28).

12. Повторите пункты 6 - 10.

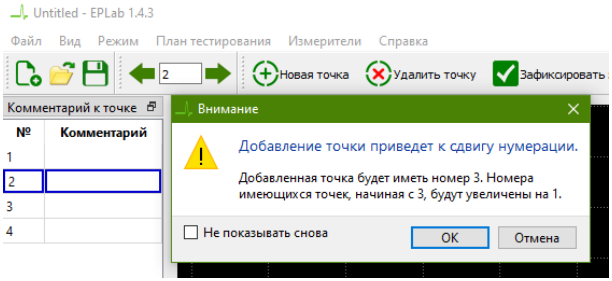


Рисунок 4.27 - Добавление точки в ПО EPLab.

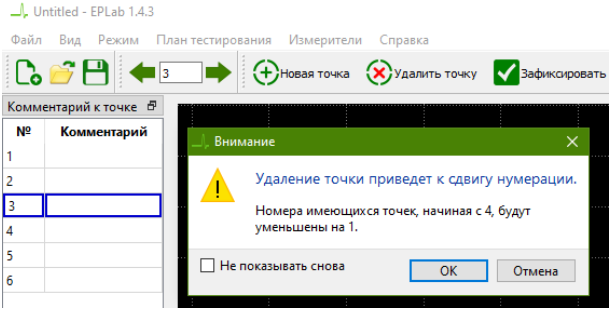


Рисунок 4.28 - Удаление точки в ПО EPLab.

В некоторых случаях работы удобнее сначала создать все точки на изображении, а затем записать ВАХ, двигаясь от точки к точке.

4.5.1.2 Создание плана тестирования при использовании мультиплексора

Внимание!
Перед проведением измерений убедитесь, что используется нужное количество модулей мультиплексора EyePoint MUX_S_A. Снимать или добавлять модули в ходе работы не допускается.

1. При подключении мультиплексора автоматически создается план тестирования, содержащий точки. Количество точек соответствует количеству каналов используемых модулей EyePoint MUX_S_A.

2. Перейдите в запись плана тестирования, для этого выберите пункт меню **Режим ► Запись плана тестирования** (рис. 4.29) или нажмите на иконку на верхней панели.

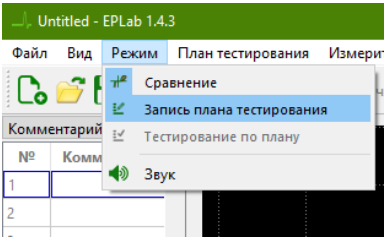


Рисунок 4.29 - Пункт меню «Запись плана тестирования» ПО EPLab.

3. Откроется окно «Мультиплексор и план измерения», в котором отобразится количество подключенных модулей EyePoint MUX_S_A (рис. 4.30) и таблица плана тестирования. Данное окно также можно открыть из главного меню **Вид ► Открыть окно просмотра мультиплексора**.

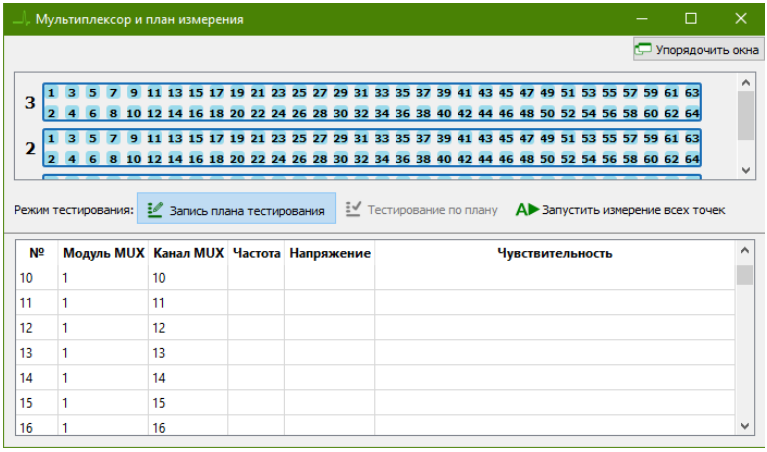


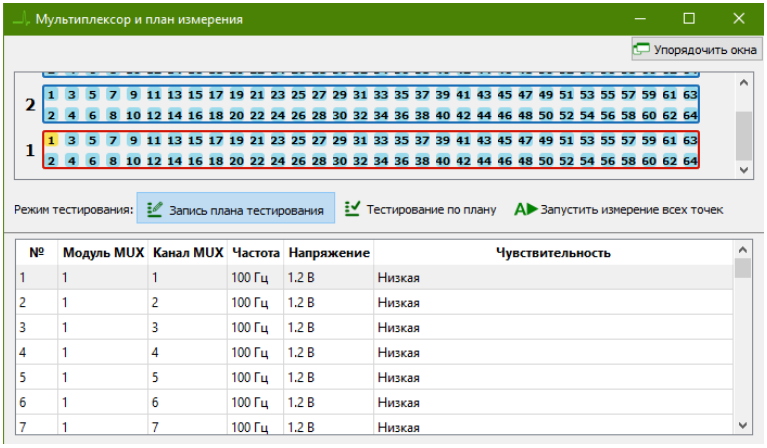
Рисунок 4.30 - Окно Мультиплексор и план измерения ПО EPLab.

4. При необходимости, добавьте изображение платы/микросхемы. Для этого в главном меню перейдите в **План тестирования ► Добавить изображение** и укажите файл изображения.

5. Откроется окно с выбранным изображением и точками тестирования, расположенными стопкой в левом верхнем углу картинки. Точки можно расставить на изображении, перетаскивая каждую мышью.

6. Открыть окно изображения также можно в главном меню **Вид ► Открыть окно просмотра платы**.

7. Для записи плана тестирования в окне мультиплексора нажмите кнопку **Запустить измерение всех точек**. Полученные ВАХ отобразятся в таблице (рис. 4.31).



№	Модуль MUX	Канал MUX	Частота	Напряжение	Чувствительность
1	1	1	100 Гц	1.2 В	Низкая
2	1	2	100 Гц	1.2 В	Низкая
3	1	3	100 Гц	1.2 В	Низкая
4	1	4	100 Гц	1.2 В	Низкая
5	1	5	100 Гц	1.2 В	Низкая
6	1	6	100 Гц	1.2 В	Низкая
7	1	7	100 Гц	1.2 В	Низкая

Рисунок 4.31 – Окно «Мультиплексор и план измерения» ПО EPLab.

4.5.2 Сохранение плана тестирования

Для сохранения плана тестирования выберите в главном меню **Файл ► Сохранить план тестирования как**. Полученный файл будет иметь расширение «*.uzf». После добавления новых точек в текущий план, его можно сохранить, нажав кнопку **Сохранить план тестирования** или нажав **Ctrl+S**.

4.5.3 Открытие плана тестирования

В меню **Файл ► Открыть план тестирования** можно выбрать сохраненный ранее план тестирования, либо загрузить эталон платы, в том числе снятый с помощью роботизированных сигнатурных анализаторов EyePoint P10/B10/P10b (формата .json). Также для открытия плана тестирования можно воспользоваться кнопкой панели инструментов или нажать **Ctrl+O**.

EPLab позволяет открывать план тестирования для просмотра без подключения прибора.

4.5.4 Редактирование плана тестирования

Внимание!
Перед измерениями убедитесь, что используемые платы обесточены и с них сняты все элементы питания, такие как аккумуляторы и батарейки.
В случае если на плате присутствуют конденсаторы большого номинала и высокого напряжения (выше 470 мкФ и напряжением выше 25 В) – то их предварительно необходимо разрядить, во избежание разряда ёмкости на измерительные щупы и вывода их из строя.

Любую из сохраненных точек можно перезаписать, для этого:

1. Выберите точку для редактирования. Это можно сделать несколькими способами:

    1.1. Щелкнуть мышью на соответствующую строчку в таблице блока «Комментарий к точке»;

    1.2. Выбрать соответствующую строчку в таблице блока «Комментарий к точке» используя клавиши клавиатуры **Вверх** и **Вниз** или **Влево** и **Вправо**;

1.3. Выбрать соответствующую строчку в таблице блока «Комментарий к точке» используя кнопки со стрелками панели инструментов;

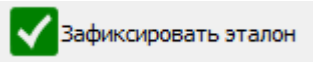
1.4. Перейти к точке, указав ее номер в поле панели инструментов;

1.5. Щелкнуть мышью на точке в окне с изображением платы.

1.6. Выбрать канал в окне «Мультиплексор и план измерения», щелкнув на номер канала на голубом фоне, при этом выбранный канал поменяет цвет на желтый (рис. 4.32).

1.7. Выбрать канал в окне «Мультиплексор и план измерения», щелкнув на соответствующую точке строчку таблицы.

2. Снимите ВАХ, коснувшись измерительными щупом контакта компонента (если не используется мультиплексор).

3. Запишите ВАХ, нажав клавишу **Пробел** или кнопку 

на панели инструментов.

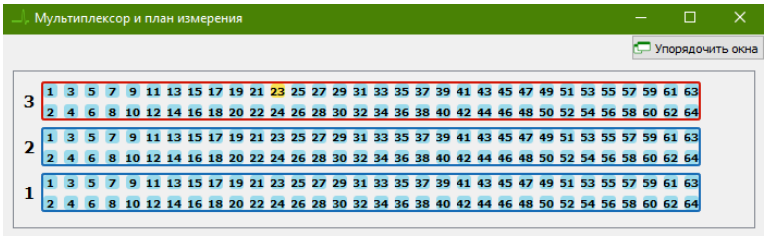


Рисунок 4.32 - Выбор канала мультиплексора в ПО EPLab

4.6 Проведение тестирования

Внимание!
Перед измерениями убедитесь, что используемые платы обесточены и с них сняты все элементы питания, такие как аккумуляторы и батарейки.
В случае если на плате присутствуют конденсаторы большого номинала и высокого напряжения (выше 470 мкФ и напряжением выше 25 В) – то их предварительно необходимо разрядить, во избежание разряда ёмкости на измерительные щупы и вывода их из строя.

ПО EPLab позволяет проводить тестирование как с использованием заранее записанного плана тестирования, так и без него. Проведение тестирования без плана возможно только при использовании двухканальных устройств.

4.6.1 Проведение тестирования без плана

Тестирование без плана производится сравнением ВАХ компонентов эталонной платы и ВАХ компонентов проверяемой платы в режиме одновременного снятия параметров.

Для проведения измерения ВАХ компонентов на плате или на микросхеме необходимо:

1. Отключить подачу какого-либо напряжения электропитания на тестируемую плату или на микросхему;
2. При необходимости установить в оснастку плату или микросхему;
3. Установить в главном окне EPLab значения частоты, амплитуды и чувствительности по току пробного сигнала. Подключить соответствующие щупы к общей земле каждой из плат. Щупом канала «A» коснуться нужной точки на эталонной плате. Щупом канала «B» коснуться соответствующей точки на проверяемой плате.

Внимание!
Соблюдайте полярность подключения щупов, так как от этого может зависеть форма и положение ВАХ.

4. Результат сравнения полученных значений ВАХ будет отображаться на экране.

4.6.2 Проведение тестирования с планом при помощи сигнатурных анализаторов

Для проведения тестирования необходимо:

1. Отключите подачу какого-либо напряжения электропитания на тестируемую плату или на микросхему;
2. Нажмите на кнопку **Открыть план тестирования** во вкладке **Файл** и выберите файл нужного плана тестирования.
3. Если окно с фотографией эталонной платы автоматически не открылось либо было случайным образом закрыто, то необходимо в меню **Вид** выбрать пункт **Открыть окно просмотра платы**.
4. Для использования плана тестирования перейдите в пункт меню **Режим ► Тестирование по плану** (рис. 4.33) или нажмите на кнопку на панели инструментов.

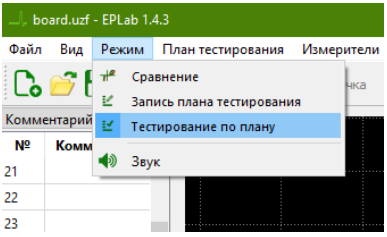


Рисунок 4.33 - Пункт меню Тестирование по плану ПО EPLab.

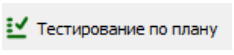
5. Подключите соответствующий щуп к общей земле платы. Коснуться щупом канала «А» определенной точки на плате.

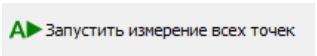
Внимание!
Соблюдайте полярность подключения щупов, так как от этого может зависеть форма и положение ВАХ.

6. На экране отобразится результат сравнения ВАХ, измеряемой щупом канала «А», с сохранённой ВАХ для соответствующей точки.
7. Зафиксируйте клавишей **Пробел** полученную ВАХ тестовой платы, при этом произойдет переход к следующей точке.
8. При необходимости сохраните план тестирования, выбрав **Файл ► Сохранить как** в главном меню.
9. Сохранение результатов тестирования описано в !ССЫЛКА главе 7.

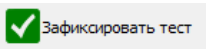
4.6.3 Проведение тестирования с планом при помощи мультиплексора

Для проведения тестирования необходимо:

1. Отключить подачу какого-либо напряжения электропитания на тестируемую плату или на микросхему.
2. Установить в оснастку плату или микросхему.
3. Нажать **Открыть план тестирования** в меню **Файл** и выбрать нужный файл плана тестирования.
4. Перейти в меню **Вид ► Открыть окно просмотра мультиплексора**.
5. Для использования плана тестирования перейдите в пункт меню **Режим ► Тестирование по плану** или нажмите на кнопку 

.
6. Для запуска измерений в окне «Мультиплексор и план измерения» нажмите на кнопку 

.

7. Если необходимо перезаписать конкретную точку, кликните правой кнопкой мыши по номеру соответствующего канала в окне «Мультиплексор и план измерения». Активный канал подсветится желтым цветом, а в главном окне EPLab будет отображена измеряемая ВАХ (рис. 4.34). Также можно выбрать нужный канал в таблице. Затем зафиксируйте ВАХ с помощью кнопки **Пробел** или 

.

8. В блоке «Комментарий к точке» строки окрасятся в зеленый (сигнатуры совпали) или в красный (сигнатуры не совпали) цвет.

9. После измерений программа предложит выбрать куда сохранить отчет и будет запущен процесс генерации отчета.

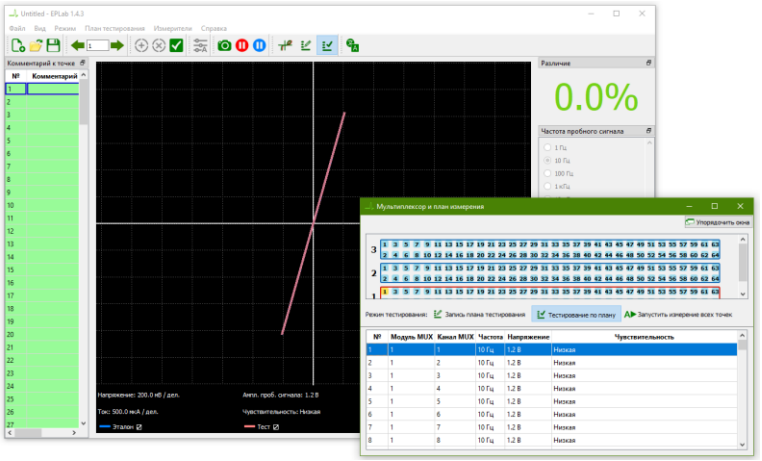


Рисунок 4.34 - Вид окон ПО EPLab при выбранном канале мультиплексора.

4.7 Сохранение результатов тестирования

ПО EPLab при проведении тестирования позволяет сохранять скриншоты, экспортировать сигнатуры в CSV-файл, а также генерировать отчеты.

По умолчанию файлы сохраняются в папке C:\Users\<имя_пользователя>\Documents. В ходе работы программа запоминает папку, которую использовали последней, и предлагает сохранить результаты туда. При следующем открытии EPLab программа возвращается к папке по умолчанию.

4.7.1 Сохранение снимка окна

Если проводится тестирование без плана, то сохранение результата возможно в виде скриншота.

Для этого воспользуйтесь кнопкой панели инструментов или пунктом меню **Файл ► Сохранить скриншот**.

Также можно сохранить только изображение экрана, для этого нажмите правой кнопкой мыши на экране отображения ВАХ и выберите пункт **Сохранить скриншот**.

Снимки сохраняются в формате PNG.

4.7.2 Экспорт сигнатур в файл

Координаты измеряемых сигнатур по напряжению и току можно сохранить в файл формата CSV, нажав правой кнопкой мыши на экране отображения ВАХ и выбрав пункт **Экспортировать сигнатуры в файл**. Применение данной функции не требуется в рамках типового рабочего процесса тестирования.

4.7.3 Генерация отчета

С помощью EPLab можно сгенерировать отчет по результатам тестирования. Отчет имеет формат HTML и отображает точки тестирования с

совпавшими и отличающимися ВАХ. Если в план тестирования было добавлено изображение платы, то в результатах тестирования также будет показано место на плате каждой точки.

Для создания отчета воспользуйтесь пунктом главного меню **План тестирования ► Сгенерировать отчет** (рис. 4.35).

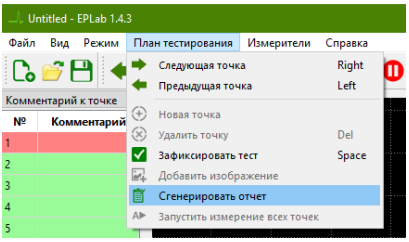


Рисунок 4.35 - Пункт меню Сгенерировать отчет ПО EPLab.

Укажите папку, в которую будет сохранен отчет. Сгенерированный отчет откроется в браузере (рис. 4.36).

Отчет по результатам тестирования с помощью мультиплексора генерируется автоматически по окончании тестирования и сохраняется в последнюю используемую папку. План тестирования одновременно с отчетом не сохраняется.

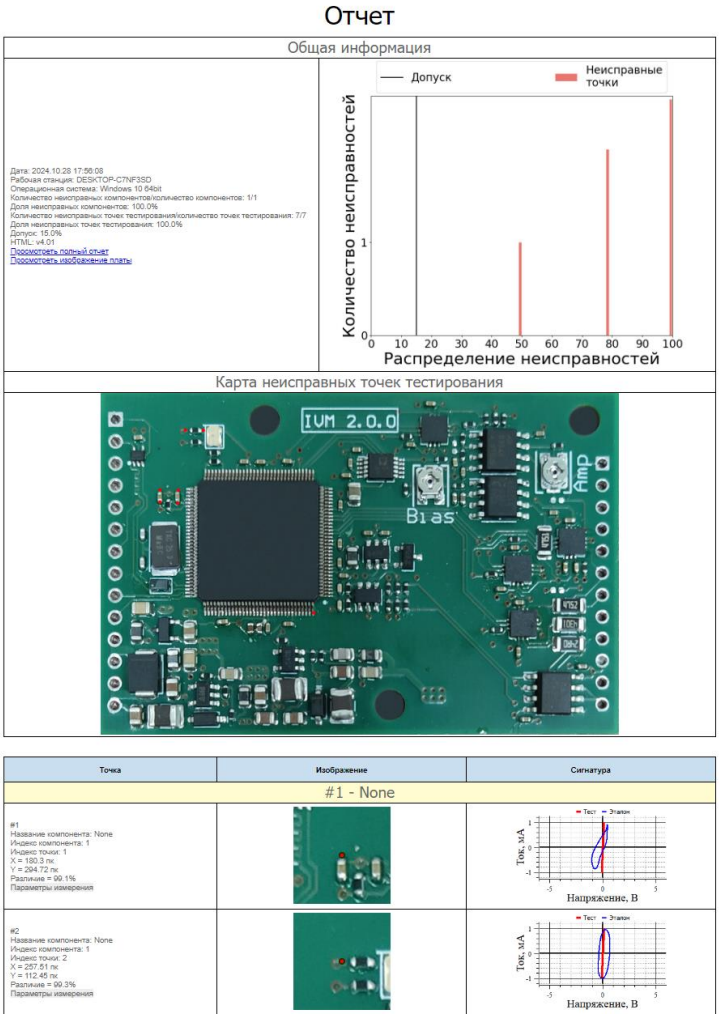


Рисунок 4.36 - Внешний вид отчета ПО EPLab.

4.8 Горячие клавиши

Для удобства работы в ПО EPLab добавлено использование горячих клавиш, их перечень можно найти в главном меню **Справка ► Горячие клавиши**.

В EPLab используются:

Ctrl + N	- Создать план тестирования
Ctrl + O	- Открыть план тестирования
Ctrl + S	- Сохранить план тестирования
Ctrl + Shift + S	- Сохранить план тестирования как
Alt + A	- Автоподбор параметров
Пробел	- Зафиксировать эталон
← (↑)	- Перейти на предыдущую точку
→ (↓)	- Перейти на следующую точку
Del	- Удалить точку
F1	- Посмотреть информацию о программе
F2	- Редактировать комментарий к точке

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИБОРОВ СЕРИИ «S»

5. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО EYEPOINT «S»

Данное руководство описывает, как при помощи прибора EyePoint серии «S» искать неисправность тестируемой платы методом сравнения с эталонной платой, а также как найти неисправность приложенной в комплекте демонстрационной платы, используя заранее подготовленный файл измерений эталонной платы.

В качестве демонстрационной платы используется модуль DC-DC преобразователя XL4015.

По окончании теста платы рассматриваются шаги как самостоятельно создать эталонный план тестирования платы, аналогичный тому, с которым велась работа в ходе тестирования.

5.1 Подготовка к работе

5.1.1 Подключение демонстрационной платы

Включите прибор кнопкой включения/выключения на задней панели. Пока идёт загрузка системы, выполните описанные далее действия по подключению демонстрационной платы. Подключение/отключение щупов к прибору можно производить в любой момент времени. Загрузка системы занимает около одной минуты, на одном из этапов загрузки экран некоторое время остаётся чёрным.

Установите на красный и соответствующий ему чёрный щуп длинные золотистые иглы из комплекта. Если красный щуп имеет кнопку, то его игла несъёмная - менять её не нужно. Аккуратно закрепите иглу чёрного щупа в клемме IN- демонстрационной платы (рис. 5.1), избегая слишком сильного давления. В качестве альтернативного варианта подключения к контакту можно использовать чёрную клипсу из комплекта (рис. 5.2).

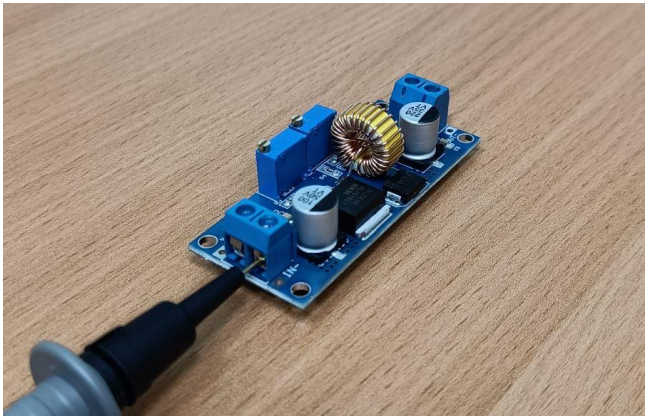


Рисунок 5.1 - Подключение чёрного канала сменным щупом с иглой к контакту IN-.

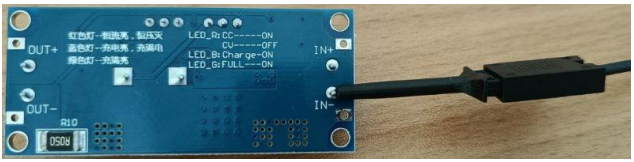


Рисунок 5.2 - Подключение чёрного канала клипсой к контакту IN-.

Чёрный щуп с иглой или клипса подключаются к чёрному измерительному каналу устройства EyePoint, соответствующему красной паре щупов. К красному каналу подключите красный измерительный щуп с иглой. Пример подключения приведён на фото ниже (рис. 5.3).

Рисунок 5.3 - Схема подключения EyePoint S2 к плате.

Подсказка, к какому контакту необходимо подключить чёрный канал, должна быть каким-либо образом передана вместе с тестовой платой (например, в виде записки или пометке на схеме платы). В случае демонстрационной платы, подобное указание приведено как выше в тексте руководства, так и на фотографии платы в главе *5.2.2 «Импорт плана тестирования» (с. 68)*. Место подключения чёрного канала на тестовой плате обязательно должно совпадать с местом подключения чёрного канала на эталонной плате, на основе которой создавался план тестирования. Несоблюдение этого требования лишает тестирование смысла, поскольку сравнению будут подвергаться ВАХ принципиально разных участков электрической цепи. В случае отсутствия пояснительной записки, место подключения чёрного канала необходимо определить самостоятельно. Как правило, чёрный канал подключается к «земле» (GND) или отрицательному контакту питания (обратному проводу). Более подробно с рекомендациями по выбору нулевого уровня можно ознакомиться в главе *8 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ НУЛЕВОГО УРОВНЯ» (с. 87)*.

5.2 Тестирование платы

5.2.1 Тестирование в режиме сравнения

Процесс тестирования в режиме сравнения описан в главах *1.3 «Режим сравнения» (с. 9)* и *6.1.1 «Режим сравнения» (с. 76)*. Пример работы режима сравнения для демонстрационной платы не рассматривается, поскольку логика работы режима потребовала бы наличия двух отдельных демонстрационных плат.

Режим сравнения автоматически устанавливается после включения прибора, что отображается подсвеченной кнопкой в правой части экрана. При необходимости, режим сравнения может быть активирован в любой момент по нажатию этой же кнопки. При измерении ВАХ необходимо подбирать измерительные параметры частоты/тока/напряжения, чтобы получить более наглядную картину совпадения или различия характеристик. Значения измерительных параметров устанавливаются нажатием кнопок вариантов величин в правой части экрана. Цель и процесс изменения измерительных параметров подробнее описаны в п. *5.3.4 «Запись эталонных измерений» (с. 75)* после рис. 5.6.

По умолчанию, на устройстве включен режим звука - . Звуковой сигнал оповещает об исправности точек, для которых различие ВАХ оказалось в пределах допуска. Данная функция ускоряет процесс тестирования, поскольку для оценки исправности тестовой точки не требуется обязательно изучать вид ВАХ на экране прибора.

Далее руководство описывает работу в режиме с планом тестирования.

5.2.2 Импорт плана тестирования

Для теста демонстрационной платы предварительно подготовлен файл плана тестирования, содержащий эталонные измерения исправной платы. Таким образом, задача поиска неисправности ограничивается измерением ВАХ всех точек тестирования, обозначенных в плане тестирования.

Вставьте в разъём USB прибора комплектный USB-накопитель. Прибору может потребоваться около 10 секунд для определения подключенного накопителя. При успешном обнаружении, на экране устройства появится окно «Открыть план тестирования» с перечнем *.uzf файлов планов тестирования. Нажмите на строку «DC-DC XL4015 (демонстрационная плата) EP_S.uzf». Окно выбора файла закроется, интерфейс устройства останется без изменений. Дальнейшие действия описаны в следующей главе. В случае возникновения проблем с подключением USB-накопителя, обратитесь к главе *6.2 «Работа с внешним накопителем» (с. 80)*.

Приборы серии «S» не имеют возможности работы с фотографиями платы в рамках плана тестирования, для EyePoint S план тестирования представляет из себя перечень номеров точек с измерениями. В связи с чем, для работы с планом тестирования необходим внешний источник информации о привязке номера точки к конкретному контакту на тестовой плате. Для демонстрационной платы подготовлена схема платы тестирования «Схема теста DC-DC XL4015», представляющая из себя фото платы с пронумерованными контактными площадками в соответствии с записанным планом тестирования. Схема приведена на рис. 5.4 и рис. 5.5, а также расположена в папке «Reference» комплектного USB-накопителя.

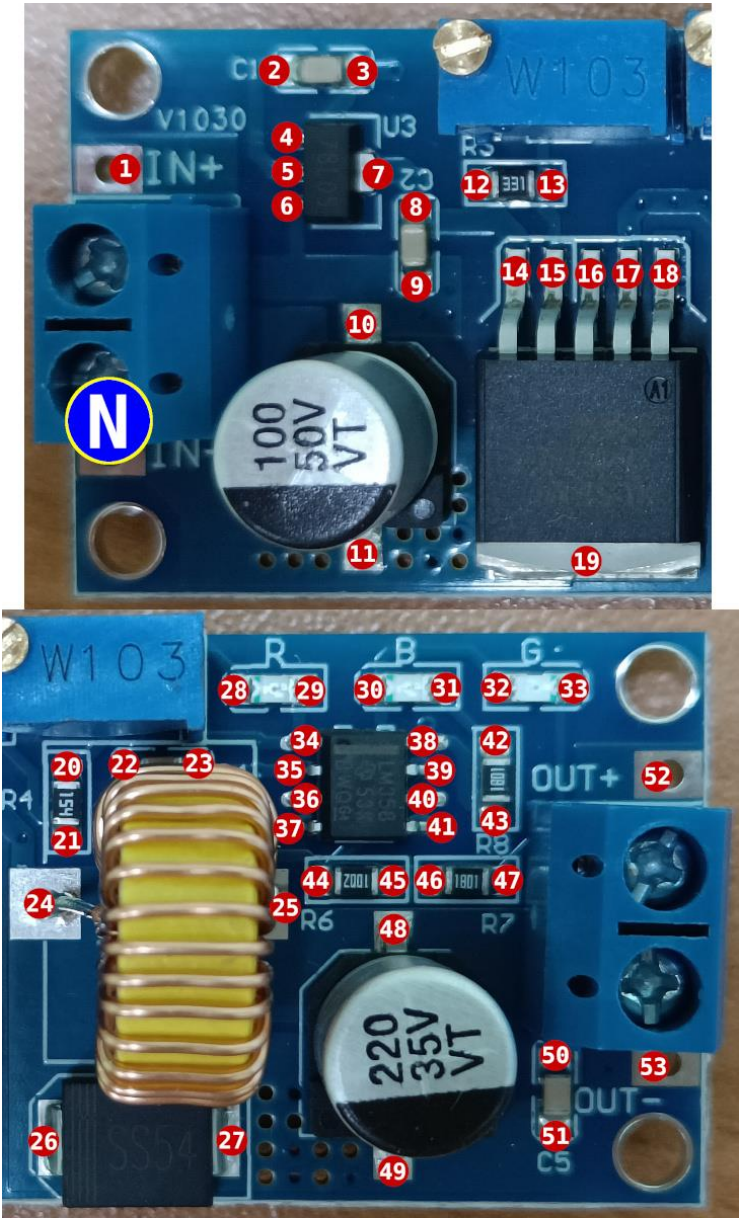


Рисунок 5.4 – Схема тестирования передней части DC-DC XL4015

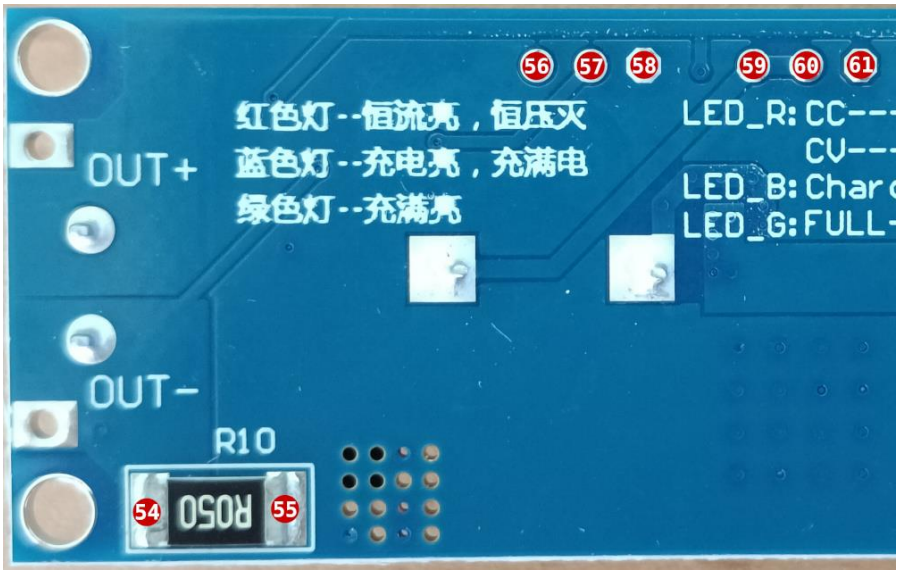


Рисунок 5.5 – Схема тестирования задней части DC-DC XL4015

5.2.3 Тестирование по плану

Нажмите кнопку режима «Тестирование» . Прибору может потребоваться несколько секунд для загрузки ранее выбранного файла. Если экран содержит сообщение «USB флэш карта/накопитель не найден(а)» или при включении режима появилось окно с ошибкой, обратитесь к главе *6.2 «Работа с внешним накопителем» (с. 80)* для устранения проблем.

Окно режима «Тестирование» содержит наименование открытого плана тестирования и стрелки для переключения между точками. Удержание стрелок позволяет пролистывать точки с нарастающей скоростью. Выберите точку тестирования №1. Для каждой точки устройство автоматически устанавливает значения частоты, напряжения и тока в соответствии с заданными в плане тестирования величинами. Установите красный щуп на контакт №1, отмеченный на схеме теста (рис. 5.4).

Измеряемая сигнатура непрерывно сравнивается с сигнатурой, которая была зафиксирована для той же точки эталонной платы (отображается синим цветом). В окне «Различие» отображается измеренная в процентах степень различия ВАХ, красный цвет числа указывает на недопустимую степень различия, зелёный – что отличие ВАХ находится в пределах допуска. Стандартная величина допуска составляет 15%, при необходимости её можно изменить в меню .

Сравните сходство измеряемой красной ВАХ с эталонной синей. При недопустимой величине различия, необходимо выписать или сохранить любым произвольным образом номер неисправной точки. По окончании теста сформируется список неисправных точек, анализ расположения которых поможет локализовать неисправные компоненты платы. После измерения точки и проверки сходства, для перехода к следующей необходимо нажать кнопку «>» на экране. При наличии в комплектации щупов с кнопкой или педали, переход к следующей точке также можно осуществить их нажатием.

Для удобства проведения теста Вы можете включить звуковое оповещение. По умолчанию, режим работы со звуком включен после запуска прибора, но вы всегда можете переключать его, нажимая кнопку в правом верхнем углу экрана. Если отличие между измеренной и эталонной ВАХ окажется в пределах допуска, будет однократно подан звуковой сигнал. Опция позволяет проводить тест, не отвлекаясь на изучение ВАХ исправных точек на экране прибора.

При корректном проведении теста демонстрационной платы, по окончании измерения всех точек плана тестирования, неисправности должны быть обнаружены в точках с номерами 13, 15, 23, 28, 35, 57, 61, что указывает на неисправность потенциометра.

5.2.4 Устранение дефекта

Чтобы устранить дефект, необходимо установить потенциометры в положение как на эталонной плате. Выберите любую точку из перечня

неисправных, установите и удерживайте красный щуп в указанном месте. С помощью отвёртки из комплекта отрегулируйте положение винтов двух потенциометров таким образом, чтобы красная ВАХ текущего измерения совпала с синей ВАХ эталона. Постарайтесь самостоятельно отыскать данное положение винтов, в случае возникновения трудностей воспользуйтесь подсказкой ниже. Проверьте, что теперь ВАХ совпадает для неисправных точек из списка.

Подсказка: оба потенциометра нужно поворачивать против часовой стрелки до щелчка, после щелчка довести шлиц до первого горизонтального положения. Затем левый потенциометр (Radj1) необходимо по часовой стрелке повернуть на 3 полных оборота, правый (Radj2) — на 5.

Чтобы убедиться, что внесённые изменения «исправили» плату и не внесли новые дефекты, вновь перейдите к точке №1 и повторно проведите тест. По итогу повторного теста все тестовые точки должны оказаться исправными.

Поздравляем! Вам удалось не только молниеносно обнаружить неисправность платы, но и убедиться, что её ремонт оказался успешен!

5.3 Запись плана тестирования

В предыдущем разделе тест был пройден с использованием уже готового плана тестирования для XL4015E1. Но что делать, если у Вас нет доступа к подобному файлу, например, когда необходимо протестировать платы собственного изготовления? Данный раздел описывает шаги по созданию плана тестирования на примере демонстрационной платы XL4015E1.

5.3.1 Выбор нулевого уровня

В большинстве случаев в качестве нулевого уровня удобно выбрать контакт «земли» (GND) или отрицательный контакт питания. Для демон-

страционной платы в качестве нулевого уровня ранее был принят контакт IN-, в целях воссоздания предыдущего эталона необходимо повторить данное подключение.

Более подробно с рекомендациями по выбору нулевого уровня можно ознакомиться в *8 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ НУЛЕВОГО УРОВНЯ» (с. 87)*.

5.3.2 Подключение платы эталона

Перед началом записи плана тестирования, необходимо подключить исправную плату. Демонстрационная плата подключается таким же образом, как и при тестировании, процесс описан в главе *5.1.1 «Подключение демонстрационной платы» (с. 65)*.

5.3.3 Создание плана тестирования

До начала записи измерений необходимо любым произвольным образом составить схему тестирования или иную подсказку, которая описывает порядок прохождения и местоположение тестируемых контактов, по аналогии со схемами, приведёнными в главе *5.2.2 «Импорт плана тестирования» (с. 68)*.

Далее вставьте в разъём USB любой USB-накопитель (должен быть отформатирован в FAT32). Прибору может потребоваться около 10 секунд для определения подключенного накопителя. При успешном обнаружении, на экране устройства появится окно «Открыть план тестирования». При возникновении проблем с подключением накопителя, обратитесь к главе *6.2 «Работа с внешним накопителем» (с. 80)*.

В нижней части окна «Открыть план тестирования» нажмите кнопку **Создать новый план тестирования**, введите имя нового плана тестирования, нажмите кнопку **ОК**. Новый файл плана тестирования появится в папке «Reference» USB-накопителя, папка будет автоматически создана при отсутствии.

5.3.4 Запись эталонных измерений

Если на плате есть компоненты, допускающие изменение электрических параметров платы (подстроечные резисторы, переключатели, джамперы…) нужно убедиться, что они находятся в стандартном для данного устройства состоянии. Например, на плате DC-DC преобразователя XL4015 имеется два потенциометра. Для перевода их в стандартное состояние, повторите действия, указанные на рис. 5.6. Под состоянием упора понимается поворот до появления щелчка и доведение до горизонтального положения шлица.

Рисунок 5.6 - Перевод потенциометров в стандартное состояние.

Нажмите кнопку режима **Запись** . Тестовая точка №1 будет выбрана автоматически. Установите и удерживайте красный щуп в точке №1, местоположение которой определено схемой из главы *5.3.3 «Создание плана тестирования» (с. 74)*. Перед фиксацией измерения необходимо подобрать подходящие параметры измерительного канала для повышения вероятности обнаружения неисправности. Цель регулирования — добиться наиболее «характерного» вида ВАХ, чтобы сигнатуры не имели вид «разрыва» (горизонтальная линия) или «КЗ» (вертикальная линия), а заполнили как можно большую площадь и имели как можно больше уникальных деталей формы. Пример влияния настроек на форму ВАХ приведён в разделе *1.4 «Измерительные параметры» (с. 11)* на рис. 1.4, также данный вопрос более подробно рассмотрен в главе

9 «ВИДЫ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ВАХ) РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ СОЧЕТАНИЙ» (с. 92). Для установки значений частоты, амплитуды пробного сигнала и чувствительности по току достаточно нажать кнопку с соответствующим значением на экране прибора.

Для фиксации измерения можно выполнить любое из следующих действий: нажать кнопку **Сохранить** на экране прибора, кнопку на щупе (только на ряде приборов с поддержкой функции) или педаль (при наличии). Зафиксированная эталонная сигнатура отображается синим цветом для зрительной оценки пользователем. Если зафиксированная точка не последняя в перечне созданных точек, то в течение 1 секунды после фиксации сигнатуры происходит автоматический переход к следующей точке плана тестирования. Если ВАХ оказалась неправильно зафиксирована (например, соскользнул щуп), можно вернуться к данной точке нажатием кнопки **<** и перезаписать измерение.

После фиксации эталонного измерения для точки №1 создайте следующую точку нажатием кнопки **Новая точка** и повторите процедуру для всех оставшихся точек из схемы тестирования (61 точка для демонстрационной платы), на верхней и нижней сторонах. Для измерения точек на нижней стороне платы DC-DC преобразователя XL4015 вместо обычного щупа можно воспользоваться красной клипсой.

Все изменения, внесённые в план тестирования, автоматически сохраняются в файл плана на USB-накопителе.

6. РАБОТА С EYEPOINT «S» (ИНТЕРФЕЙС)

6.1 Режимы работы устройства

6.1.1 Режим сравнения

Режим сравнения устанавливается кнопкой . Данный режим автоматически активируется после включения прибора.

Методика тестирования в данном режиме описана в главе *1.3 «Режим сравнения» (с. 9)*. Для корректного измерения ВАХ необходимо подобрать наиболее подходящие значения измерительных параметров.

Кнопки **Фиксировать А** и **Фиксировать Б** замораживают отображаемую на экране красную и синюю ВАХ соответственно до момента повторного нажатия кнопки. Удержание педали или любой кнопки щупа (при наличии) одновременно замораживает ВАХ обоих каналов.

Кнопка **Сохранить изображение** активна только при подключенном к переднему USB-порту USB-накопителе. По нажатию кнопки, в папке «EyePoint S» в корне накопителя будет создан скриншот всего экрана прибора. Созданным скриншотам присваивается имя по шаблону «screen_N.png», где N – максимальный не занятый порядковый номер скриншота в папке. Чаще всего, скриншоты сохраняются для фиксации отличия ВАХ в неисправных точках.

6.1.2 Режим работы с планом тестирования

Методика тестирования в данном режиме описана в главе *1.2 «Режим работы с планом тестирования» (с. 8)*. Тестирование при использовании плана производится в 2 этапа: запись эталона и прохождение теста .

Внимание!
Режимы работы с планом тестирования становятся доступны только при наличии подключенного к передней панели USB-накопителя. В противном случае, при переходе в режим **Запись** или режим **Тестирование**, на экране появится предупреждающее сообщение «USB флэш карта/накопитель не найден(а)».

При успешном определении подключенного USB-накопителя в автоматически открывающемся окне «Открыть план тестирования» необходимо либо создать новый план тестирования (для записи нового плана с эталонными измерениями), либо открыть уже существующий (для прохождения теста по ранее подготовленному плану). Подробнее процесс

взаимодействия с USB-накопителем описан в разделе *6.2 «Работа с внешним накопителем» (с. 80)*.

Для перехода в режим **Запись** или режим **Тестирование** нажмите соответствующую кнопку на экране.

Оба режима имеют общие элементы интерфейса:

● В заголовке панели отображается наименование файла плана тестирования, с которым в данный момент ведётся работа.

● Номер выбранной точки/Общее количество точек. Выбор точки определяет, для какой точки производится запись эталонной ВАХ. Если эталон для точки уже был ранее записан, то синяя ВАХ записанного ранее эталонного измерения будет отображена на графике слева. Красный канал на графике всегда отображает текущее измерение красной пары щупов.

● Стрелки выбора номера точки. Удерживание стрелки проматывает список с увеличивающейся скоростью.

Выбранный файл и номер выбранной точки являются общими для режимов **Запись** и **Тестирование** и не сбрасываются при любом переключении режимов. Изменить выбор файла плана тестирования можно лишь отключением и повторным подключением USB-накопителя.

Но также оба режима имеют и отличительные особенности:

Режим Запись :

● Перед сохранением эталонного измерения, необходимо установить подходящие измерительные параметры на панели выше. Цель подбора параметров подробно описана в разделе *1.4 «Измерительные параметры» (с. 11)*. Для каждой точки заданы определённые величины параметров по умолчанию, которые восстанавливаются при её выборе. В качестве параметров по умолчанию исходно задаются те значения измерительных настроек, что были выбраны на экране на момент создания точки. В дальнейшем, параметры по умолчанию перезаписываются на значения, выбранные в момент фиксации сигнатуры (нажатия кнопки **Сохранить**). Обратите

внимание, что если задать некоторые значения параметров и следующим действием переключиться на другую точку, то выбранные параметры окажутся потеряны.

● Кнопка **Новая точка** добавляет в конец перечня точек новую тестовую точку и автоматически выбирает её. Необходимо аккуратно добавлять новые точки, поскольку возможность их удаления отсутствует. Перед созданием точки, также обратите внимание на заданные измерительные параметры – они будут приняты как параметры по умолчанию для точки, и восстанавливаться каждый раз при её выборе. Создание точки может занимать несколько секунд, поскольку прибор перезаписывает файл на USB-накопителе новыми данными.

● Кнопка **Сохранить** фиксирует ВАХ в качестве эталонной. Также фиксацию можно выполнить, однократно нажав педаль или кнопку на специализированном щупе (при наличии). Текущая красная ВАХ сохраняется и затем отображается в виде синей эталонной ВАХ. Также запоминаются выбранные на момент фиксации измерительные параметры и задаются в качестве параметров по умолчанию. После фиксации точки происходит автоматический выбор следующей в списке.

Каждое создание новой точки и фиксация эталонной ВАХ автоматически сохраняются в файле плана теста на USB-накопителе.

Режим Тестирование :

● Режим тестирования не сохраняет какие-либо материалы, его назначение - вывести эталонную синюю ВАХ данной точки для сравнения с ВАХ текущего измерения красного канала. Возможность фиксации тестового измерения отсутствует. Пользователю необходимо самостоятельно вести учёт точек, в которых отличие ВАХ превысило допустимый уровень, а также фиксировать измерительные параметры и форму отличающихся ВАХ.

● Нажатие педали или кнопки на специализированном щупе (при наличии) аналогично нажатию стрелки **>** для выбора следующей точки из списка.

● Выбор измерительных параметров на панели выше. заблокирован, для выбранной точки автоматически устанавливаются значения, которые ей были присвоены на этапе записи эталона.

● Для сохранения информации о неисправных точках можно сохранить скриншот экрана прибора в момент отображения несовпадающих ВАХ для проблемной точки. Для этого необходимо нажать кнопку **Сохранить изображение**. По нажатию кнопки, в папке «EyePoint S» в корне накопителя будет создан скриншот всего экрана прибора. Созданным скриншотам присваивается имя по шаблону «screen_N.png», где N – максимальный не занятый порядковый номер скриншота в папке.

6.2 Работа с внешним накопителем

Для работы с планом тестирования или для сохранения скриншотов полученных ВАХ необходимо подключить внешний USB-накопитель. Накопитель подключается к разъёму USB Type A на передней панели прибора.

Обнаружение прибором накопителя может занимать до 10 секунд с момента подключения накопителя к USB-порту. Мигание светодиода накопителя свидетельствует об активном процессе подключения. При успешном обнаружении устройства автоматически откроется окно «Открыть план тестирования». При неуспешном обнаружении прибор не сообщает об этом событии – интерфейс прибора остаётся неизменным.

Для успешного определения прибором USB-накопителя, он должен использовать файловую систему FAT32. В случае возникновения трудностей с подключением, проверить это можно, подключив накопитель к стороннему ПК:

Windows – ПКМ по диску накопителя в «Проводнике» ► Свойства ► вкладка «Общие» строка «Файловая система».

Linux – в терминале выполните команду `lsblk -f | grep 'vfat'`. Команда перечислит все диски, файловая система которых соответствует FAT. В современных условиях, за редким исключением, все FAT системы явля-

ются FAT32 системами. Как правило, USB-накопитель будет отображаться с разделом sdb1 или sdc1 и располагаться по адресу /media/…, подсказать строку накопителя также может указанный объём гигабайт (G). Если в полученном списке дисков не удаётся найти USB-накопитель, выполните команду lsblk -f, найдите строку накопителя и проверьте тип файловой системы, указанный в столбце «FSTYPE».

Если подключенный накопитель гарантированно имеет файловую систему FAT32, но не определяется прибором EyePoint S, попробуйте подключить другой накопитель, который имеет иной объём памяти или иного производителя.

Появляющееся после успешного подключения окно «Открыть план тестирования» содержит список *.uzf файлов плана тестирования, расположенных в папке «Reference», лежащей в корне накопителя. Если на накопителе папка с таким названием отсутствует, она будет создана автоматически. Выбора иного каталога для отображения не предусмотрен – вся работа с планами тестирования ведётся строго в рамках папки «Reference».

Примечание
Планы тестирования, записанные при помощи ПО EPLab, могут быть открыты в EyePoint серии «S», и наоборот.

Окно «Открыть план тестирования» предлагает либо выбрать из списка уже ранее подготовленный план, либо **Создать новый план тестирования** по нажатию кнопки внизу. Если по какой-либо причине вы передумали работать с планом тестирования, закрыть окно «Открыть план тестирования» можно отключением USB-накопителя. При создании нового плана тестирования необходимо указать его имя при помощи экранной клавиатуры. По окончании выбора плана из списка или указания имени нового плана и нажатии кнопки «ОК», окно «Открыть план тестирования» закрывается. При переходе в режим **Запись** или **Тестирование**, устройство загружает выбранный файл теста в память, в случае планов, содержащих большое количество точек, эта загрузка может занять некоторое время (от нескольких

секунд до минут), прежде чем интерфейс выбранного режима работы окажется открыт. При успешной загрузке файла в заголовке панели выбранного режима будет указано имя загруженного плана тестирования.

Чтобы выбрать другой файл плана тестирования вместо отрытого в данный момент, необходимо отключить и повторно подключить USB-накопитель. Возможность удаления файлов планов тестирования на приборе EyePoint S не предусмотрена, удалить лишние планы тестирования можно лишь подключив USB-накопитель к стороннему ПК.

Любой процесс записи новых данных на USB-накопитель может сопровождаться задержкой в несколько секунд. К таким процессам относятся:

- Сохранение изображения (режимы **Сравнения** и **Тестирования**).
- Каждое создание новой точки и каждое сохранение эталонной ВАХ (режим **Записи**).

Сохранение изображений (скриншотов) производится в папку «EyePoint S», лежащую в корне накопителя. Если такая папка ранее отсутствовала на накопителе, она будет автоматически создана. Созданным скриншотам присваивается имя по шаблону «screen_N.png», где N – максимальный не занятый порядковый номер скриншота в папке.

6.3 Настройки

Для доступа к настройкам перейдите в режим **Настройки** .

6.3.1 Звук

Режим звука ускоряет процесс тестирования, поскольку позволяет производить измерения без обязательной необходимости изучать визуально форму каждой измеренной ВАХ на экране прибора. Звуковой сигнал помогает быстро сориентироваться – сходны ли ВАХ или недопустимо отличаются в принципе.

Кнопка управления режимом звука всегда расположена в верхнем правом углу экрана прибора независимо от выбранного режима работы. Принцип работы режима звука отличается в зависимости от выбранного режима работы.

При активном режиме **Сравнения** недопустимое различие ВАХ, превышающее допуск (по умолчанию 15%), сопровождается постоянным звуковым сигналом. Чем больше степень отличия, тем выше тон звука.

В режимах **Записи** и **Тестирования** используется обратный принцип работы – характерный звук (два сигнала через малую паузу) однократно воспроизводится, как только величина различия ВАХ входит в пределы допуска. Звуковой сигнал будет подан только если перед измерением сходных ВАХ был измерен недопустимый уровня различия. Например, если ВАХ изменились таким образом, что при измерении одной и той же точки ранее полученное отличие в 90% сменится на значение в 10%, то сигнал будет подан.

Внимание!
В процессе переставления щупов или переключения точек величина отличия ВАХ может не иметь практического смысла, поскольку отражает кратковременное промежуточное состояние между двумя корректно проведёнными измерениями. Однако, режим звука всё равно сформирует звуковые сигналы для данных «промежуточных» значений. Следует обращать внимание только на звуковые сигналы, которые возникают в момент целенаправленного корректного проведения измерения.

6.3.2 Автокалибровка

Необходимость запуска автокалибровки возникает при наличии хотя бы одного из следующих условий:

● ВАХ одного из каналов при разомкнутых щупах в режиме разрыва (горизонтальная линия) не совпадает с осью X (напряжение)

или не симметрична относительно оси Y (ток). Некорректная ВАХ может быть вертикально смещена относительно оси X или иметь более длинное «плечо» в положительном или отрицательном направлении счёта оси X.

● ВАХ одного из каналов при замкнутых щупах в режиме КЗ (вертикальная линия) не совпадает с осью Y (ток) или не симметрична относительно оси X (напряжение). Некорректная ВАХ может быть горизонтально смещена относительно оси Y или иметь более длинное «плечо» в положительном или отрицательном направлении счёта оси Y.

Для запуска **Автокалибровки** достаточно нажать одноимённую кнопку. Процесс автокалибровки занимает около секунды и не требует участия пользователя. Прибор не сообщает специальным образом об окончании процесса, процесс заканчивается вместе с остановкой кратковременных самопроизвольных скачков отображаемых ВАХ.

Автокалибровка может быть запущена в любой момент времени и неограниченное количество раз, даже при отсутствии описанных выше нарушений.

6.3.3 Допуск

Величина допуска определяет верхнюю границу уровня отличия ВАХ, выше которой различие характеристик признаётся недопустимым и указывающим на наличие неисправности в точке измерения. Недопустимое различие ВАХ отображается красным цветом величины различия в верхнем правом углу экрана прибора.

По умолчанию, значение допуска составляет 15%. Величина допуска изменяется шагами в 5% нажатием кнопок **+** и **-**.

Внимание!
При включении прибора значение допуска устанавливается равным 15%. Изменённые значения допуска не сохраняются в памяти прибора между перезагрузками.

6.4 Подключение к ПК

Хоть EyePoint серии «S» и не требует для работы обязательного подключения к ПК, возможность произвести подключение существует. Цель такого подключения – проводить поиск неисправностей при помощи ПО EPLab, открытом на более крупном экране ПК и обладающим функцией работы с фотографией платы. С точки зрения пользователя, работа с EyePoint серии «S», подключенным к ПК, ничем не отличается от работы с двухканальным прибором EyePoint серии «u». С описанием работы ПО EPLab и подключению приборов EyePoint серии «u» к ПК можно ознакомиться в разделе *2 «КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО EYEPOINT «U»» (с. 13)*. Планы тестирования, записанные при помощи EyePoint серии «S», могут быть открыты в ПО EPLab, и наоборот.

Подключение EyePoint серии «S» к ПК осуществляется при помощи USB кабеля через разъём USB Type-B на задней панели прибора. Для определения на ПК прибор обязательно должен быть включен. При успешном подключении на экране прибора появится надпись «Управление измерениями передано на другое устройство или измерительные модули не подключены».

Когда прибор подключен к ПК, USB разъём на передней панели прибора становится подключенным напрямую к ПК. Подключив к этому разъёму любое USB устройство (например, комплектный USB-накопитель), данное устройство станет доступным на ПК.

Также, при подключении прибора, ПК получает доступ к встроенному в EyePoint серии «S» динамику и может использовать его в качестве одного из вариантов вывода звука.

ОБЩИЕ РАЗДЕЛЫ

7. ПРАВИЛА ПО БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЕ

Во избежание поражения электрическим током или возможного повреждения прибора или тестируемого оборудования соблюдайте следующие правила:

- Перед использованием осмотрите корпус прибора. Не используйте прибор, если на его корпусе имеются серьезные повреждения и/или отсутствуют детали.
- Работая со щупами, держитесь пальцами за корпус щупа за защитными ограничителями
- Не подавайте на вход между гнездами или между землей и любым из гнезд напряжение, превышающее максимально допустимое.
- При измерениях соблюдайте правильность подключения щупов, режимы измерения.
- Перед проверкой исправности компонентов на тестируемых платах отключите от них электропитание и разрядите все высоковольтные конденсаторы.
- Во избежание некорректной работы прибора не ремонтируйте его самостоятельно, обратитесь к поставщику.
- Не вносите изменения в схему прибора, чтобы избежать его поломки или опасности для пользователя.
- Для очистки корпуса прибора следует использовать только мягкую ткань и неагрессивные моющие средства. Во избежание коррозии, повреждения прибора и несчастных случаев недопустимо использовать для очистки растворители и абразивные вещества.
- Выключайте прибор, если он не используется.
- Не используйте и не храните прибор в условиях высокой температуры, влажности, в присутствии взрывчатых веществ или сильных магнитных полей. Работоспособность прибора может быть нарушена при попадании на него влаги.

8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ НУЛЕВОГО УРОВНЯ

Внимание!
Перед тестированием с платы необходимо снять какое-либо напряжение, удалить элементы питания (батарейки, аккумуляторы) и разрядить конденсаторы большой ёмкости и напряжения, в ином случае это может повлиять на результаты измерения или вывести прибор из строя.

8.1 Выбор нулевого уровня

Сигнатурный анализатор измеряет сигнатуры относительно проводника – общего нулевого уровня, также называемого нулем. Чтобы прибор работал правильно, нужно подключить пассивный черный щуп именно к этому нулю.

В процессе работы точка, которая измеряется в данный момент, должна иметь электрическую связь с нулем, но не обязательно эта связь должна быть прямым электрическим контактом. Связь может быть разной (рис. 8.1):

- через сопротивление,
- через ёмкость,
- через индуктивность,
- через полупроводник
- иная электрическая связь, допускающая прохождение переменного тока.

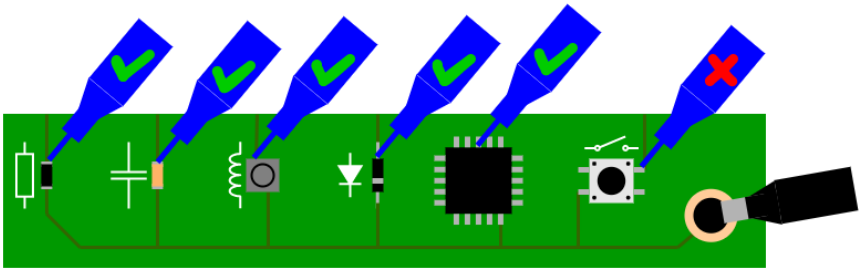


Рисунок 8.1 - Тестирование компонентов с различными видами электрической связи с проводником нулевого уровня

Если тестируемая цепь полностью изолирована от проводника нулевого уровня или импеданс связи слишком большой, то записать сигнатуру не получится. В остальных случаях сигнатура будет записана. Рабочие диапазоны активных и реактивных сопротивлений можно найти в таблице технических характеристик сигнатурного анализатора.

Рекомендуем в качестве проводника нулевого уровня выбрать «землю» (GND). Как правило, «земля» представляет собой проводник, который распределён по всей плате, подключен к значительному количеству компонентов. Таким образом, подавляющее большинство точек тестирования будет иметь электрическую связь с проводником нулевого уровня, и для схожих компонентов в разных частях платы сигнатуры будут схожими.

Кроме того, «земля» часто выводится на разъёмы, корпус разъема и/или подключается к монтажным отверстиям. Таким образом, подключить черный щуп к «земле» просто.

При тестировании плат с несколькими изолированными «землями» следует объединить все «земли» между собой с помощью дополнительных соединительных кабелей (рис. 8.2). Вы можете воспользоваться кабелями, входящими в комплект поставки устройства, или изготовить подходящие для вашей платы кабели самостоятельно. Это позволит обеспечить единый общий нулевой уровень для всех точек на плате и избавит от необходимости менять нулевой уровень во время теста.

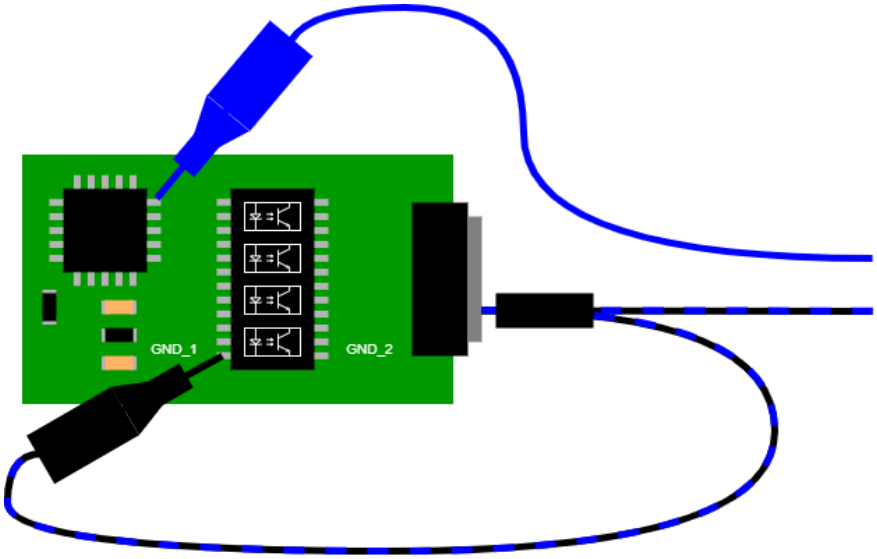


Рисунок 8.2 - Объединение нескольких «земель» на платах с оптической развязкой

Дополнительно плату заземлять не требуется (рис. 8.3).

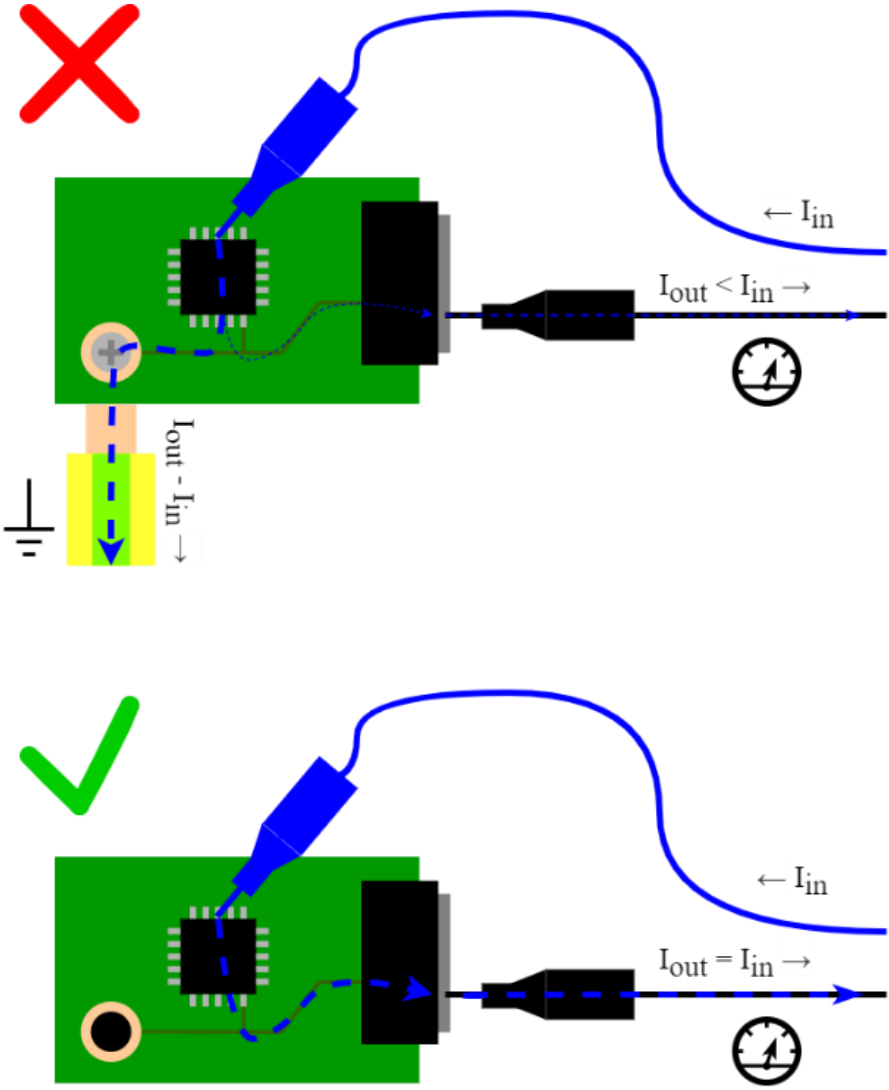


Рисунок 8.3 - Протекание тока при неправильном подключении с использованием заземления и корректном подключении без заземления платы

8.2 Смена «нуля»

Устройства и программное обеспечение EyePoint разработаны с учётом предположения о том, что тестирование всех точек производится относительно общего нулевого уровня. При необходимости можно менять нулевой уровень путём изменения точки подключения чёрного пассивного щупа. Но при этом Вам нужно будет самостоятельно фиксировать точки нулевого уровня для каждого измерения и при повторных измерениях восстанавливать ровно те нулевые уровни, которые использовались при первичных измерениях. Неверный выбор нулевого уровня при повторных измерениях приведёт к отличию сигнатур и ошибкам при интерпретации результатов тестирования. Поэтому мы настоятельно рекомендуем проводить все измерения относительно общего нулевого уровня и не менять точку подключения чёрного пассивного щупа во время тестов.

9. ВИДЫ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ВАХ) РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ СОЧЕТАНИЙ

9.1 Резистор

ВАХ резистора выглядит как наклонная линия в направлении справа налево (рис. 9.1).

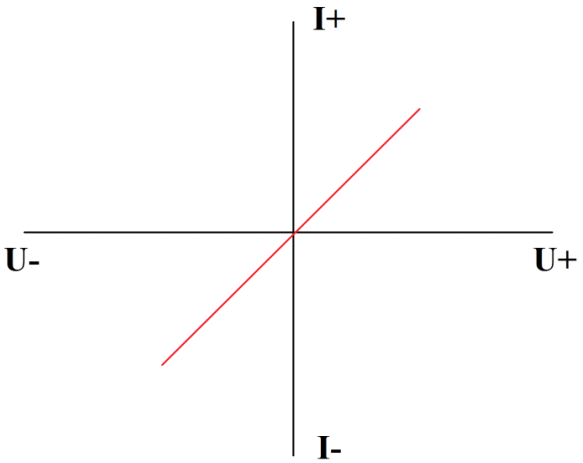


Рисунок 9.1 - Внешний вид графика ВАХ резистора.

Наклон кривой на одних и тех же параметрах пробного сигнала зависит от номинала измеряемого резистора.

С повышением ограничения по току тестового сигнала, ВАХ одного и того же резистора будет приближаться к горизонтали и наоборот, при уменьшении ограничения по току – к вертикали.

9.2 Конденсатор

ВАХ конденсатора имеет форму эллипса (рис. 9.2).

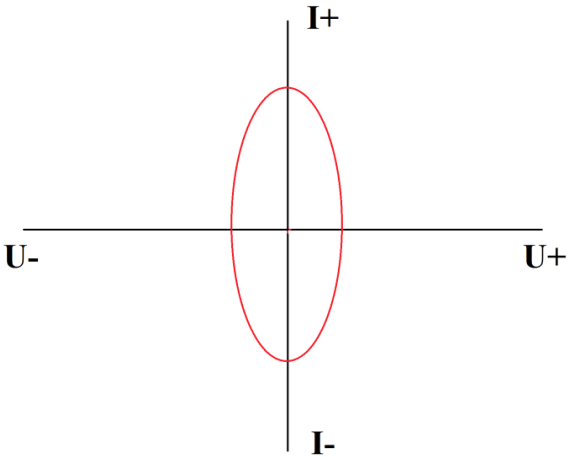


Рисунок 9.2 - Внешний вид графика ВАХ конденсатора

Ширина и высота эллипса на одних и тех же параметрах пробного сигнала зависят от номинала измеряемого конденсатора.

Так же имеется сопротивление конденсатора, которое зависит от частоты пробного сигнала. Для измерений ёмкостей имеется следующая зависимость: чем ниже ёмкость – тем более высокую частоту пробного сигнала необходимо выбрать, и наоборот – чем выше ёмкость, тем более низкую частоту. Например, для измерения ёмкости в 100 мкФ необходимо выбрать частоту от 1 до 10Гц, а для ёмкости в 100 пФ необходимо выбрать частоту от 100кГц и выше.

Формула расчета сопротивления конденсатора: X=1/FC, где X – сопротивление конденсатора, F – частота пробного сигнала, C – ёмкость конденсатора.

Если при измерении ёмкости Вы видите короткое замыкание или разрыв – попробуйте изменить частоту пробного сигнала.

9.3 Индуктивность

ВАХ индуктивности выглядит как ВАХ конденсатора, но только в другую сторону, а в зависимости от частоты может приобретать и форму эллипса.

Размах эллипса будет зависеть от номинала индуктивности при одних и тех же параметрах пробного сигнала.

Размах эллипса при одном и том же номинале будет зависеть от параметров пробного сигнала.

9.4 Полупроводниковые элементы

ВАХ полупроводникового элемента (стабилитрона) (рис. 9.3):

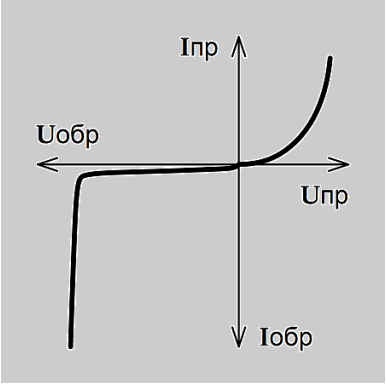


Рисунок 9.3 - Внешний вид графика ВАХ стабилитрона

В зависимости от типа полупроводникового элемента ВАХ может иметь как одно плечо, так и два. Положение плеч относительно друг друга зависит от полярности подключения измерительных щупов.

Размах плеч, их высота и точка перегиба зависят от параметров измеряемого компонента и параметров пробного сигнала.

9.5 Соединение различных элементов между собой

RC-цепочка на ВАХ будет выглядеть следующим образом (рис. 9.4):

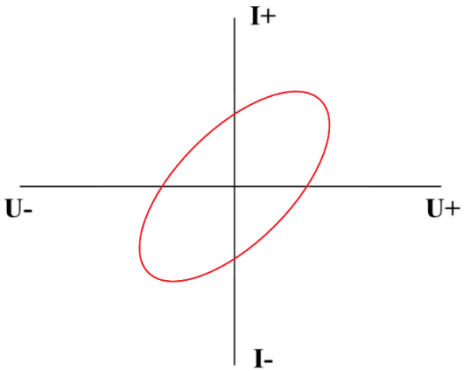


Рисунок 9.4 - Внешний вид графика ВАХ RC-цепочки.

Наклон эллипса будет зависеть от номинала резистора в цепи, а его размах от номинала конденсатора и пробного сигнала.

Соединение конденсатора и диода будет выглядеть следующим образом (рис. 9.5):

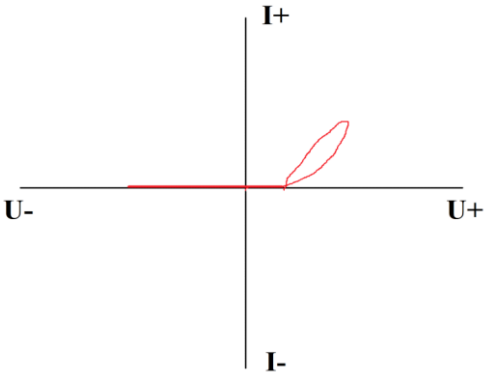


Рисунок 9.5 - Внешний вид графика ВАХ соединения конденсатора и диода

Раскрытие эллипса на конце ВАХ зависит от номинала конденсатора, а точка перегиба ВАХ от напряжения открытия диода (p-n перехода).

Соединение диода и резистора выглядит следующим образом (рис. 9.6):

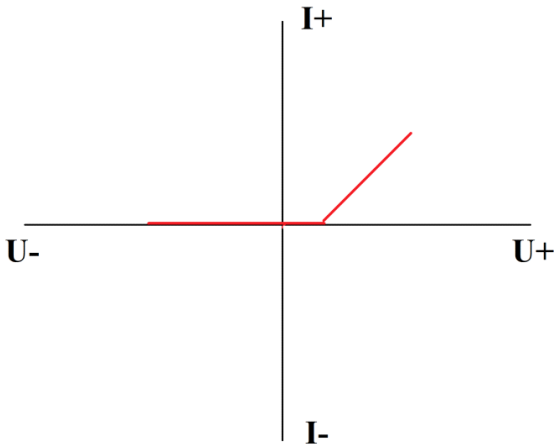


Рисунок 9.6 - Внешний вид графика ВАХ соединения диода и резистора.

Наклон ВАХ зависит от номинала резистора, а точка перегиба ВАХ от напряжения открытия диода (p-n перехода)

При соединении резистора, конденсатора и диода ВАХ будет аналогична рисунку 9.5, но с учетом номиналов компонентов цепи.

10. Аксессуары (педаль, щупы с кнопкой)

К аксессуарам приборов EyePoint относятся щупы с кнопками (рис. 10.1), а также педали (рис. 10.2).

Рисунок 10.1 – Внешний вид щупов SMA (слева) и щупов с кнопкой M8 (справа)

Рисунок 10.2 – Внешний вид педалей для приборов EyePoint серии «u» (слева), серии «S» (справа).

Назначение кнопок на щупах и педалей – ускорить процесс тестирования за счёт более быстрой и удобной фиксации измерений. Кнопки щупов и педали работают по одинаковому принципу. В режиме сравнения удерживание любой кнопки или педали приводит к замораживанию ВАХ красного и синего каналов. В режиме записи эталона или прохождения плана тестирования однократное нажатие кнопки любого щупа или пе-

дали фиксирует текущую ВАХ красного канала и осуществляет переключение на следующую точку из списка. В режиме записи эталона зафиксированная ВАХ становится эталонной, в режиме прохождения теста фиксация запоминает ВАХ испытываемой платы. Для приборов серии «S» фиксация тестируемой ВАХ не предусмотрена, в связи с чем нажатие кнопок щупа или педали лишь переключает точки по списку.

Щупы с кнопками поставляются в комплекте всех линеек приборов, обладающих разъёмом M8.

Педаль поставляется в комплекте с приборами EyePoint S, обладающими разъёмами SMA. Данная педаль подключается в разъём «Педаль» на задней панели устройства.

Педаль для EyePoint серии «u» приобретается отдельно. Данная педаль подключается к USB порту ПК, к которому также будет подключен EyePoint.

Внимание!
При работе с педалью на устройствах EyePoint серии «u» убедитесь, что Caps Lock выключен.

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

В данном разделе описываются основные процедуры технического обслуживания.

11.1 Общие положения

Внимание!
Не пытайтесь самостоятельно проводить ремонт прибора, если Вы не являетесь квалифицированным уполномоченным специалистом, имеющим всю необходимую информацию и средства.
Для предотвращения повреждения прибора избегайте попадания влаги или других проводящих веществ внутрь прибора.

● Периодически протирайте корпус прибора тканью, увлажненной мягкими моющими веществами. Не используйте растворители или абразивы.

● Прочищайте разъемы прибора ватными палочками с мягким моющим средством, т.к. загрязненные разъемы могут повлиять на точность измерений.

● Не храните прибор в местах с повышенной влажностью, высокой температурой, в присутствии горючих или взрывчатых веществ и сильных магнитных полей.

11.2 Замена предохранителя EyePoint S

Для замены предохранителя в устройствах EyePoint серии «S» необходимо открыть крышку на задней панели прибора в нижнем левом углу (внешний вид приведён на схеме устройства в паспорте устройства) при помощи отвертки с плоским шлицем и заменить предохранитель на аналогичный.