

2.10. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.4

КОНТРОЛЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ: КОНТРОЛЬ ДИОДОВ, СВЕТОДИОДОВ, СТАБИЛИТРОНОВ

Цель работы: ознакомление с принципами применения технологии АСА для локализации неисправности на смонтированных печатных платах на компонентном уровне, не имея принципиальной схемы и рассматривая контролируемый печатный узел, как черный ящик.

Задание по работе

При выполнении лабораторной работы необходимо освоить принципы применения технологии АСА для локализации неисправности на смонтированных печатных платах на компонентном уровне, не имея принципиальной схемы и даже не зная того, как работает этот контролируемый печатный узел.

Теоретическая часть

Аналоговый сигнатурный анализ (АСА) — это безопасный метод поиска неисправностей путем сравнения вольт-амперных характеристик исследуемой платы или микросхемы с характеристиками эталонной. Подходит для тестирования цепей и с пассивными, и с активными компонентами, для него не требуется подача питания на элементы, он не повреждает электрические цепи и компоненты.

Принцип работы:

Прибор является активным, т.е. самостоятельно подает на электрическую схему тестовый сигнал и регистрирует отклик схемы. В связи с этим, прибором работают только со схемами без подачи питания и предварительно разряженными конденсаторами.

Тестовый сигнал представляет собой двуполярный синусоидальный сигнал с изменяемыми параметрами напряжения, силы тока и частоты.

Измерения проводятся двумя щупами между любыми произвольными узлами (точками) схемы. Как правило (но не обязательно) один из щупов располагают на общей шине, в этом случае можно говорить о сигнатуре в точке (т.е. относительно общей шины). В общем же случае сигнатура может быть записана для любого двухполюсника.

Зарегистрированный отклик двухполюсника в ответ на тестовый сигнал, по сути, представляет собой Вольт-Амперную Характеристику (ВАХ) ана-

лизируемого двухполюсника. ВАХ зависит от электрических параметров двухполюсника и однозначно характеризует его. В англоязычной литературе ВАХ обозначается VI (Volt — Intensité de courant (фр.)), отсюда и англоязычное название VI-tester. По аналогии мы можем называть данный тип приборов ВАХ-тестер.

Программное обеспечение позволяет мгновенно в автоматическом режиме сравнить две сигнатуры (ВАХ) и просигнализировать о величине отклонения их формы на основании чего мы можем сделать вывод об идентичности электрических параметров рассматриваемых двухполюсников.

При падении напряжения примерно на 0,6 В и смещении в прямом направлении, диоды имеют малое сопротивление. На сигнатуре это выражается почти вертикальным следом около оси Y. Пример представлен на рисунке 2.54

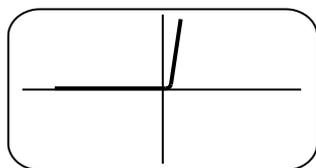


Рис. 2. 54. Импульсный диод; диапазон напряжений - LOW; частотный диапазон - 50Гц.

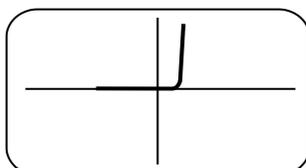


Рис. 2.55. Светодиод; диапазон напряжений - LOW; частотный диапазон – 50 Гц.

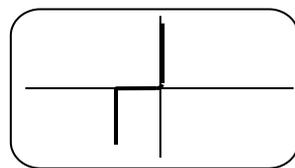


Рис. 2.56. Стабилитрон 8,2 В; диапазон напряжений - MED; частотный диапазон - 50 Гц

При обратном смещении, результирующая сигнатура объясняется высоким обратным сопротивлением диода, приближаясь к характеристикам, которые имеют компоненты с открытыми контактами. На сигнатуре это выражается почти горизонтальным следом около оси X (Рис. 2.55).

Светодиодные индикаторы имеют сигнатуры аналогичные обычным полупроводниковым диодам, за исключением более высокого значения падения напряжения на открытом элементе – примерно 1,5 В.

Стабилитроны имеют абсолютно аналогичные обычным полупроводниковым диодам сигнатуры, но лишь до напряжений их стабилизации. При достижении стабилитроном соответствующего напряжения стабилизации, будет наблюдаться появление низкоимпедансной сигнатуры (Рис. 2.56).

Рекомендуемые диапазоны напряжений тестирования диодов представлены в таблице 2.14

Таблица 2. 14

Диапазоны напряжений	Диоды
MIN	Импульсные диоды
LOGIC	Силовые диоды
LOW	Светодиоды
MED	Стабилитроны-до 20 В
HIGH	Стабилитроны-свыше 20 В

Примечание - характеристики будут инвертироваться в том случае, если инвертируются щупы тестового пробника и разъема COM.

Измерение диода 1N4148

Основной характеристикой полупроводниковых диодов является вольт-амперная характеристика (ВАХ). ВАХ представляет собой зависимость тока во внешней цепи р-n перехода от значения и полярности прикладываемого к нему напряжения.

С помощью соединительных проводников собрать схему для исследования ВАХ диодов в прямом включении (рис. 2.57).

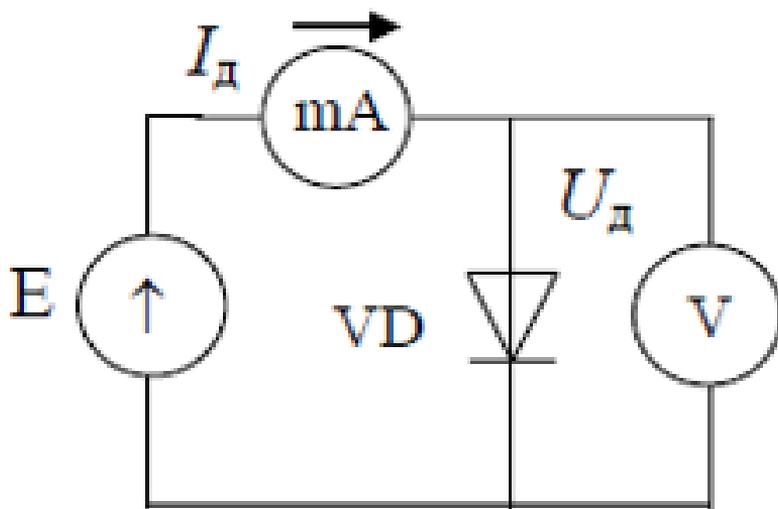


Рис. 2. 47. Схема исследования ВАХ диодов в прямом включении

Результаты измерения занесены в таблицу 2.15.

Таблица 2. 15

Результаты измерений диода 1N4148

U, мВ	I, мА
0	0
200	0,00006
400	0,00014
450	0,00036
500	0,000117
550	0,000288
600	0,000823
650	0,0022
700	0,00525
750	0,0102
800	0,0208
850	0,0392
900	0,066
950	0,1154

Результаты измерения, занесенные в таблицу, можно обработать с помощью программного обеспечения для графического представления. Обработывая таким образом результаты измерения, получаем вольт - амперную характеристику диода 1N4148. На рис. 2.58 представлена вольт - амперная характеристика диода 1N4148. По оси абсцисс лежит значение напряжения, а по оси ординат – значение тока.

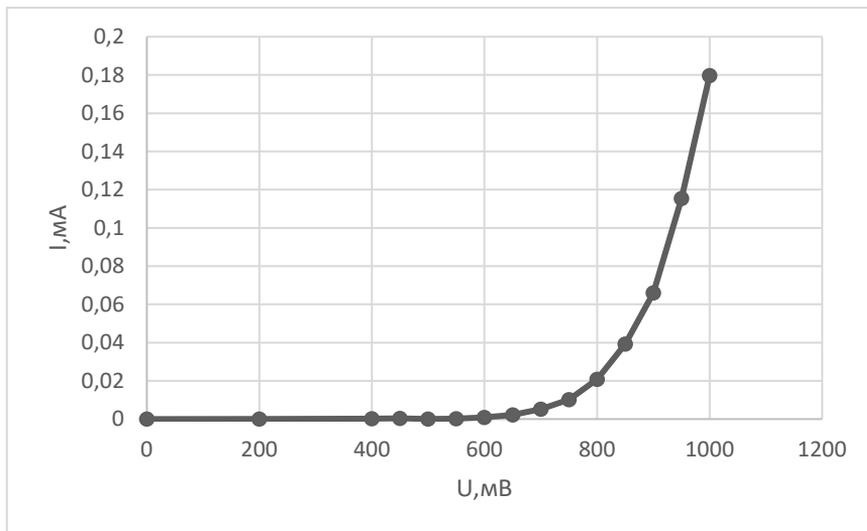


Рис. 2. 58. ВАХ диода 1N4148

По мере увеличения прямого напряжения $U_{пр}$, начинает возрастать и прямой ток $I_{пр}$. Но пока это возрастание незначительно, линия графика имеет незначительный подъем, напряжение растет значительно быстрее, чем ток. Другими словами, несмотря на то, что диод включен в прямом направлении, ток через него не идет, диод практически заперт.

При достижении определенного уровня напряжения на характеристике появляется излом: напряжение практически не меняется, а ток стремительно растет. Это напряжение называется прямым падением напряжения на диоде.

Сигнатурный анализ диода 1N4148.

Для снятия сигнатуры диода необходимо подключить катод диода к порту COM, а анод к порту Алокализатора неисправностей.

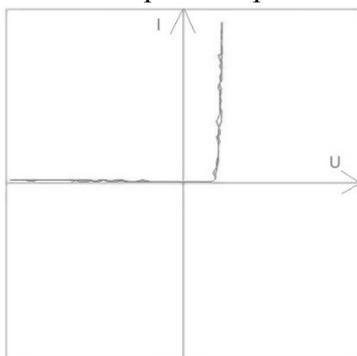


Рис. 2. 59. Сигнатура диода 1N4148

Сигнатура диода отражает саму природу полупроводникового P-N-перехода. Для P-N-перехода существует пороговое напряжение (напряжение включения), при котором диод начинает проводить ток. Пока разница напряжений между анодом и катодом прибора будет оставаться ниже порогового значения, диод будет вести себя подобно открытой цепи. Как только пороговая величина будет превышена, диод начнет проводить ток. Как только диод перейдет в область проводимости, малое увеличение напряжения на аноде будет приводить к значительному увеличению тока через диод. Этот эффект называется «эффектом колена» и демонстрирует удовлетворительные характеристики P-N-перехода. «Эффект колена» виден между горизонтальной и вертикальной частями результирующей сигнатуры и ему соответствует напряжение включения $V_{вкл}$.

Описание стенда приведено в лабораторной работе № 5 «Локализация неисправностей компонентов на смонтированных коммутационных структурах».

Подготовка к работе

1. Перед началом работы необходимо проанализировать электрическую схему устройства по варианту задания и сделать необходимые теоретические расчеты согласно рабочей тетради к работе.

2. Сформировать комплект элементов из набора модульного электронного конструктора.

3. Электронный модульный конструктор обеспечивает сборку схемы без применения пайки за счет механических креплений. Перед началом сборки схемы согласно варианту задания разместить на рабочем столе антистатический коврик, на нем разместить центральную коммутационную плату.

4. Изучить особенности коммутационной платы модульного конструктора, принципы монтажа на ней ЭРЭ, продумать компоновку элементов на коммутационной плате. Размещение элементов рекомендуется проводить от центра коммутационной платы к периферии, наиболее связанные элементы располагать в центре, менее связанные элементы по периферии. При компоновке необходимо следить, чтобы вес монтируемых элементов был распределен равномерно по всей коммутационной плате.

5. Разместить ЭРЭ на коммутационной плате.

6. Провести коммутацию ЭРЭ соединительными проводниками (перемычками), число которых в наборе ограничено, необходимо заранее продумать компоновку схемы с позиции минимизации внутренних связей.

7. Собрать схемы, приведенные в журнале лабораторных работ.

8. Провести необходимые измерения, указанные в рабочей тетради к работе, записать результаты экспериментов. сравнить расчетные и экспериментальные данные и сделать выводы.

Порядок оформления отчета по лабораторной работе

В отчете по выполненной работе должны быть представлены:

1. Цель и задачи экспериментального исследования;
2. Электромонтажная схема стенда и ее описание;
3. Краткий конспект теоретической части и теоретические расчеты;
4. Комплектность собираемой схемы (перечень элементов);
5. Методика проведения измерений;
6. Результаты экспериментальных исследований, оформленные согласно рабочей тетради к лабораторному практикуму;
7. Выводы по итогам сравнения расчетных и экспериментальных показателей;
8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Дайте определение АСА?
2. Назовите основные сигнатуры?
3. Чем отличается схема включения амперметра и вольтметра в электрическую цепь?
4. Что такое короткое замыкание?
5. Чем можно объяснить различия между теоретическими расчетами и показаниями прибора?
6. Объясните принцип работы анализатора SFL1500?
7. Опишите составляющие стенда.