

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
Филиал «Минский радиотехнический колледж»

Учебный предмет
«Электрические измерения»

Инструкция
по выполнению лабораторной работы №28
«Измерение параметров полупроводниковых диодов и стабилитронов»

Минск 2022 г.

Лабораторная работа №28

Тема работы: «Измерение параметров полупроводниковых диодов и стабилитронов»

1 Цель работы

Изучение структурной схемы и принципа действия измерителя добротности Е4-11; приобретение практических навыков измерений добротности, емкости конденсаторов, индуктивности и собственной емкости катушек.

2 Задание

Изучить структурную схему и принцип действия измерителя добротности Е4-11, измерить параметры диодов и стабилитронов.

3 Оснащение работы

Испытатель Л2-54, испытуемые диоды и стабилитроны.

4 Краткие теоретические сведения

Свойства диодов на низких частотах достаточно полно определяют их вольт-амперные характеристики (ВАХ). При оценке параметров прямой ветви ВАХ целесообразно задавать постоянный ток $I_{пр}$ и изменять прямое падение напряжения $U_{пр}$. Это требование означает, что внутреннее сопротивление источника питания должно быть существенно больше сопротивления диода, чтобы изменение напряжения на диоде не вызывало изменений тока, выходящих за пределы заданной погрешности измерений, т.е. источник должен быть источником тока по отношению к диоду. Это условие должно выполняться при измерении напряжения на всех участках ВАХ, где дифференциальное сопротивление мало. При измерении параметров диода в области пробоя (в области стабилизации напряжения для стабилитронов) также следует задавать значение обратного тока $I_{обр}$ и определять обратное напряжение $U_{обр}$.

При измерении параметров обратной ВАХ диода, за исключением области пробоя, необходимо, чтобы источник питания, которым задается режим измерения, имел малое внутреннее сопротивление, так как в противном случае незначительные изменения обратного тока будут вызывать большую погрешность при измерении обратного напряжения.

На рисунках 28.1 и 28.2 приведены схемы измерения параметров прямой и обратной ветвей ВАХ маломощного диода.

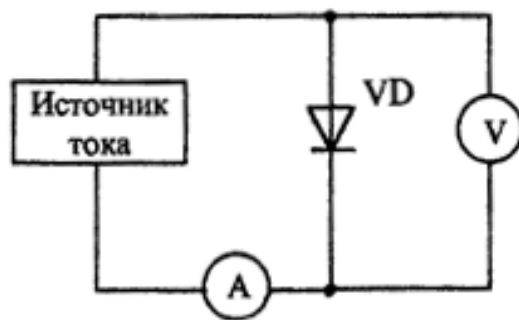


Рисунок 28.1 – Схема измерения прямой ветви ВАХ маломощного диода

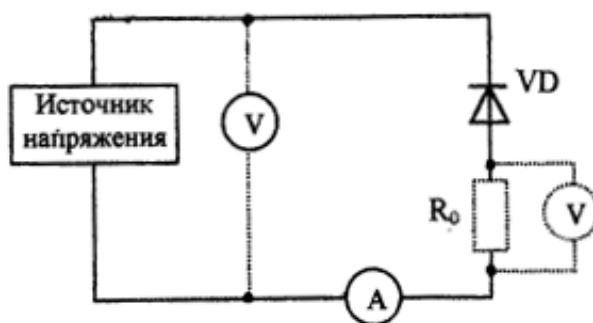


Рисунок 28.2 – Схема измерения обратной ветви ВАХ маломощного диода

Стабилизированный источник постоянного тока обеспечивает дискретные значения прямого тока в диапазоне изменения прямого напряжения для испытываемого диода VD , рисунок 28.1, или обратного тока для стабилитрона. Измерение падения напряжения на диоде осуществляется цифровым вольтметром постоянного тока с высоким входным сопротивлением (от 10^6 до 10^9 Ом), а контроль дискретных значений тока – магнитоэлектрическим или цифровым амперметром. Падение напряжения на контактной системе в проводах, с помощью которых испытываемый диод подключается к измерительной цепи, не должно превышать значений от 1 до 2 % от максимально возможного падения напряжения на диоде.

При измерении параметров обратной ветви диода стабилизированный источник напряжения подает на испытуемый диод VD , рисунок 28.2, заданные значения обратного напряжения, которые контролируются цифровым или магнитоэлектрическим вольтметром. Значение обратного тока диода измеряется цифровым микроамперметром постоянного тока. Обратный ток $I_{\text{ОБР}}$, можно измерить косвенным путем ($I_{\text{ОБР}} = U_0/R_0$), включив в цепь диода известное сопротивление R_0 , на котором цифровым вольтметром измеряется падение напряжения. При этом $R_0 \ll R_{\text{ОБР}}$.

Для оценки частотных свойств диодов снимают частотные характеристики $I_{\text{выпр}}(f)$ по схеме, приведенной на рисунке 28.3.

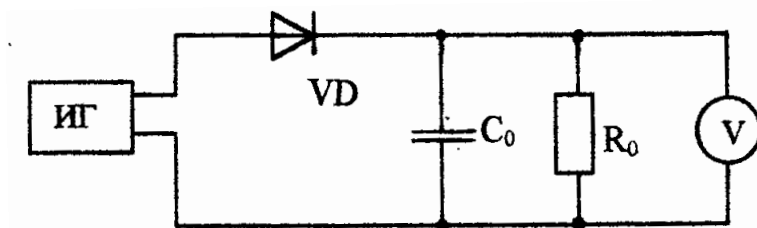


Рисунок 28.3 – Схема оценки частотных свойств диодов

От измерительного генератора (ИГ) на испытуемый диод VD подводят переменное напряжение неизменной амплитуды различной частоты. Напряжение U_0 на резисторе R_0 , пропорциональное средневывпрямленному значению тока, измеряется при развитых значениях частоты. Семейство частотных характеристик получается изменением значения сопротивления резистора R_0 . Измерение напряжения осуществляется высокоомным цифровым вольтметром постоянного тока. Значение емкости конденсатора C_0 выбирается таким, чтобы емкостное сопротивление при минимальной частоте испытательного напряжения было значительно меньше сопротивления резистора R_0 .

5 Технические данные испытатели Л2-54

Испытатель маломощных транзисторов и диодов типа Л2-54 предназначен для измерения параметров выпрямительных диодов.

Диапазон измерения обратного тока диода от 0,01 до 100 мА.

Основная погрешность измерения обратного тока диода не превышает $\pm 15\%$ от конечного значения шкалы в диапазоне измерения тока от 0,01 до 0,1 мА и $\pm 5\%$ от конечного значения шкалы в диапазоне измерения тока от 0,1 до 100 мА.

Диапазон измерения прямого напряжения диода и напряжения стабилизации стабилитрона от 0,1 до 3 В.

Основная погрешность измерения прямого напряжения диода и напряжения стабилизации стабилитрона не превышает $\pm 5\%$ от конечного значения шкалы

Диапазон установки прямого тока диода от 5 до 300 мА при питании прибора от сети.

Основная погрешность установки прямого тока диода не превышает $\pm 2\%$ от конечного значения шкалы.

Диапазон установки обратного напряжения диода от 10 до 400 В.

Основная погрешность установки обратного напряжения диода не превышает $\pm 2\%$ от конечного значения шкалы.

Диапазон измерения напряжения стабилизации стабилитрона от 3 до 30 В.

Основная погрешность измерения напряжения стабилизации стабилитрона не превышает $\pm 5\%$ от конечного значения шкалы.

Передняя панель испытателя Л2-54 изображена на рисунке 28.4.

Органы управления

1 – стрелочный индикатор отсчета измеряемых параметров и контроля режимов измерения;

2 – потенциометр «► 0 ◄» точной установки нуля прибора;

3 – блок кнопочных переключателей СЕТЬ и БАТАРЕЯ включения питания сети или от батарей;

4 – резистор « I_F mA» « U_R V» плавной установки тока I_F и напряжения U_R ;

5 – резистор «▼ h » калибровки прибора перед измерением h -параметров;

6 – переключатель выбора измеряемого параметра диода, по обозначениям верхнего сектора и параметров транзистора – по обозначениям жившего сектора;

7 – переключатель ДИОД–ТРАНЗИСТОР коммутации схем измерения параметров диодов и транзисторов;

8 – переключатель выбора диапазонов измерения параметров;

9 – переключатель РЕЖИМ установки режима проверки напряжения источников шпация и грубой установки режима измерения полупроводникового диода;

10 – ключ РЕЖИМ–ИЗМЕР включения питания схемы прибора и проверяемого полупроводникового прибора при установке режима и проведении измерений;

11 – зажимы для установки полупроводниковых приборов.

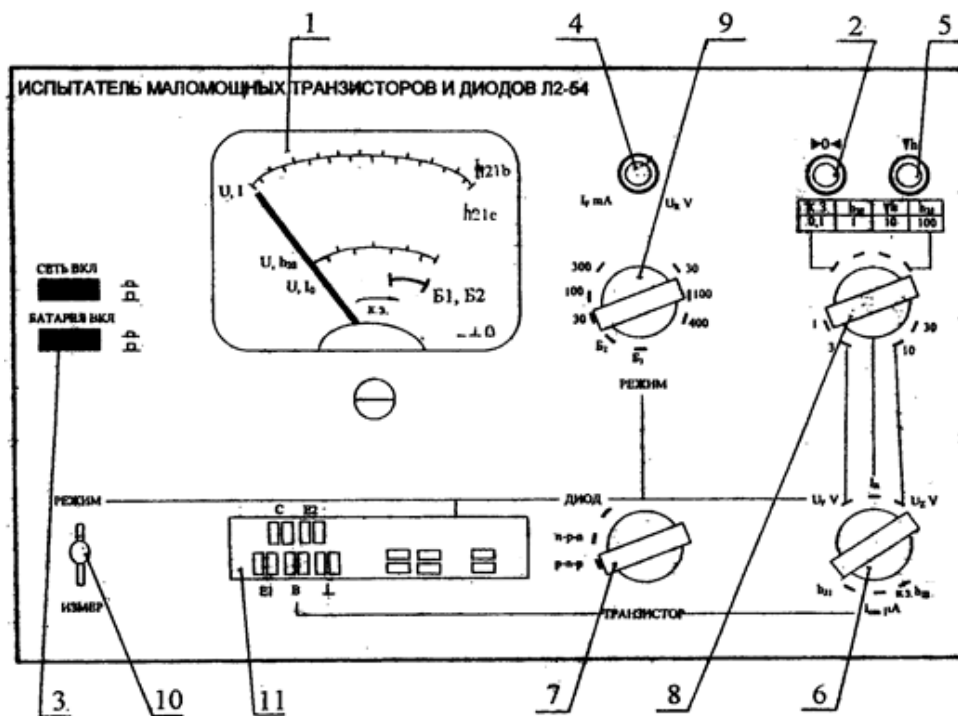


Рисунок 28.4 – Передняя панель испытателя Л2-54

6 Порядок выполнения работы

Подготовить испытатель Л2-54 к проведению измерений: (подключить к сети, нажать кнопку СЕТЬ, прогреть прибор 1–3 мин. Проверить напряжения U_{B1} , U_{B2} , устанавливая переключатель РЕЖИМ в соответствующее положение «Б₁» или «Б₂» при установке ключа РЕЖИМ-ИЗМЕР в положение РЕЖИМ, убедиться, что отклонение стрелки индикатора больше, чем отмечено левой отметкой сектора Б₁, Б₃).

Измерение параметров диодов:

- переключатель ДИОД-ТРАНЗИСТОР установить в положение ДИОД;
- подключить проверяемый диод или стабилитрон к контактам «+» и «-» держателя полупроводниковых диодов.

Измерение обратного тока диода I_R :

- поставить правый нижний переключатель (переключатель параметров) в положение « I_R »;
- установить режим измерения обратного тока полупроводникового диода, для чего поставить ключ РЕЖИМ-ИЗМЕР в положение РЕЖИМ и, пользуясь переключателем РЕЖИМ (диапазоны «30», «100» и «400» V) и ручкой « I_F mA» « U_R V», установить по индикатору прибора требуемую величину обратного напряжения диода в соответствии с техническими данными диода;

– поставить ключ РЕЖИМ-ИЗМЕР в положение ИЗМЕР и по шкале «10 V, 1» индикатора прибора отсчитать величину обратного тока диода, выбрав при помощи правого верхнего переключателя (переключатель диапазонов) такой диапазон (диапазон «0,1»; «1»; «10» и «100 mA»), чтобы было возможно произвести уверенный отсчет показаний индикатора;

– поставить ключ РЕЖИМ-ИЗМЕР в среднее положение.

Измерение прямого напряжения подключенного диода или стабилитрона:

– поставить правый нижний переключатель (переключатель параметров) в положение « U_R V»;

– поставить правый верхний переключатель (переключатель диапазонов) в положение «3»;

– установить режим измерения прямого напряжения полупроводникового диода или стабилитрона, для чего поставить ключ РЕЖИМ-ИЗМЕР в положение РЕЖИМ и, пользуясь переключателем РЕЖИМ (диапазоны «30», «100», «300 mA») и ручкой « I_F mA; U_R V», установить по индикатору прибора требуемую величину прямого тока в соответствии с техническими данными диода;

– поставить ключ РЕЖИМ-ИЗМЕР в положение ИЗМЕР и отсчитать величину прямого напряжения полупроводникового диода или стабилитрона, выбрав при помощи правого верхнего переключателя (переключатель диапазонов) такой диапазон (диапазоны «1» и «3 V»), чтобы возможно было произвести уверенный отсчет показаний индикатора прибора;

– поставить ключ РЕЖИМ-ИЗМЕР в среднее положение.

Измерение напряжения стабилизации подключенного стабилитрона:

– поставить переключатель РЕЖИМ в положение «100»;

– поставить правый нижний переключатель (переключатель параметров) в положение « U_Z V»;

– поставить правый верхний переключатель. (переключатель диапазонов) в положение «30»;

–поставить ключ РЕЖИМ-ИЗМЕР в положение ИЗМЕР и отсчитать величину напряжения стабилизации, выбрав при помощи правого верхнего переключателя (переключатель диапазонов) такой диапазон (диапазоны «10» и «30 V»), чтобы возможно было произвести уверенный отсчет показаний индикатора прибора;

– поставить ключ «РЕЖИМ-ИЗМЕР» в среднее положение.

Результаты измерений диодов записать в таблицу 28.1, а стабилитронов – в таблицу 28.2.

Таблица 28.1 – Результаты измерений параметров диодов

Диод	Обратный ток I_R , мА		Обратное напряжение U_R , В	Прямое напряжение U_F , В		Прямой ток I_F , мА
	Измеренное значение	Паспортное значение	–	Измеренное значение	Паспортное значение	

Таблица 28.2 – Результаты измерений параметров стабилитронов

Стабилитрон	Прямое напряжение U_F , В		Прямой ток I_F , мА	Напряжение стабилизации U_Z , В		Ток стабилизации I_Z , мА
	Измеренное значение	Паспортное значение	–	Измеренное значение	Паспортное значение	

7 Форма отчета о работе

Лабораторная работа № _____

Номер учебной группы _____

Фамилия, инициалы учащегося _____

Дата выполнения работы _____

Тема работы: _____

Цель работы: _____

Оснащение работы: _____

Результат выполнения работы: _____

Таблицы с исходными данными и результатами расчетов в соответствии с вариантом.

Расчеты.

Ответы на контрольные вопросы.

Выводы по работе.

8 Контрольные вопросы и задания

1 Технические данные испытателя Л2-54.

- 2 Параметры диодов, схемы их измерения.
- 3 Параметры стабилитронов, схемы их измерения.
- 4 Частотные свойства диодов.
- 5 Назначение органов управления испытателя Л2-54.

9 Рекомендуемая литература

Бабер, А.И. Электрические измерения: учеб. пособие / А.И. Бабер, Е.Т. Харевская. - Минск: РИПО, 2019.

Нефедов В.И., Электрорадиоизмерения / В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков, Е.В. Самохина. — М.: Издательство «Форум» Инфра-М, 2018.

Новикова Н.В., Электрические измерения. Лабораторный практикум / Н.В. Новикова, В.О. Афонько. Минск : РИПО, 2018.

Шишмарев, В.Ю. Электрорадиоизмерения: учеб. для средн. проф. образования/ Шишмарев, В.Ю., Шанин В.И. 3-е изд. - М.: Изд-во «Юрайт», 2019.