

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»**

Гейтенко Е.Н.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ПРАКТИКУМУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Электропитание устройств и систем телекоммуникаций»**

Методические указания и варианты заданий  
для практических занятий студентов дистанционного обучения  
по курсу «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций»  
направлений подготовки  
210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Редакция 01.09.13

Самара

2013

УДК 621.311.6:621.328

Составил: к.т.н., доцент Гейтенко Е.Н.

Методические указания к практикуму по дисциплине «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций»

Методические указания и варианты заданий для практических занятий студентов дистанционного обучения по курсу «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций» направлений подготовки 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций». Методические указания способствуют усвоению материала теоретических занятий и реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню практической подготовки выпускников направлений подготовки 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи. К методическим указаниям прилагаются файлы практических занятий.

Кафедра Основ конструирования и технологий радиотехнических систем

Рецензент: к.т.н., доцент Артамонова О.М.

Самара, издательство Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, 2013

## Содержание

	Стр
Введение	4
1 Практическое занятие №1	6
Список использованных источников	16

## Введение

Практические занятия предназначены для усвоения материала теоретических занятий, изучения особенностей основных схем источников питания, получения навыков в измерении параметров источников питания и освоение методов моделирования электронных устройств.

В таблицах 1.1, 1.2 и 1.3 указаны величины параметров для 10 вариантов практического занятия. Номер варианта должен соответствовать последней цифре номера зачетной книжки студента.

Практические занятия выполняются с использованием программы моделирования Electronics Workbench и электронных моделей устройств. Выполнение практические занятия включает три этапа:

- 1) Сбор данных;
  - 2) Оформление отчета;
  - 3) Защита практического занятия.
- 1) Сбор данных (согласно инструкции по выполнению занятия).

Инструкция по выполнению занятия включает следующие разделы: № практического занятия, название, цель, оборудование, порядок выполнения.

Сбор данных выполняется в следующем порядке:

- изучается инструкция по выполнению занятия;
- изучается последовательность действий для достижения цели занятия;
- уточняются у преподавателя непонятные моменты;
- подготавливаются необходимые таблицы;
- выполняются действия согласно пунктам раздела «Порядок выполнения...». Основные действия и выводы конспектируются.

Данные конспектируются и затем заносятся в отчет в соответствии с п. 2.2.

## 2) Оформление отчета

Отчет оформляется индивидуально каждым студентом в электронной форме с помощью программы Microsoft Word на листах формата А4. Отчет по каждому занятию должен включать разделы:

- 2.1. № практические занятия (см. инструкцию по выполнению работ);
- 2.2. Название занятия (см. инструкцию по выполнению работ);
- 2.3. Цель занятия (см. инструкцию по выполнению работ);
- 2.4. Оборудование (используемое в данном занятии);
- 2.5. Ход занятия (упорядоченное изложение хода выполнения занятия, выводы и данные по пунктам, заполненные таблицы).

## 3) Защита практического занятия

Для защиты практического занятия студент должен:

- представлять цель и порядок выполнения занятия;
- изучить практический и теоретический материал согласно вопросам к защите;
- ответить на вопросы к защите и дополнительные вопросы по данной теме.

Защищенное практическое занятие фиксируется преподавателем с указанием даты защиты занятия. Выполненные в полном объеме занятия являются допуском к зачету (экзамену). Студенты, не защитившие всех практических занятий, к зачету не допускаются.

## Практическое занятие №1

### Тема: «Исследование характеристик однофазных схем выпрямителей»

#### Цель занятия:

Исследование установившихся процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях. Экспериментальное определение коэффициента полезного действия (КПД или  $\eta$ ) устройства, выходного сопротивления и снятие внешней характеристики выпрямителей при работе на активную нагрузку.

#### 1.1. Указания по выполнению занятия

Перед началом выполнением измерений, после загрузки файла исследуемой схемы выпрямителя (например 11rect.ewb) проверьте настройку приборов, параметры трансформатора TV1 (рис.1.3) и диодов. Для этого в положении указателя «рука» на пиктограмме трансформатора двойным щелчком откройте панель «Transformer Properties». Выберите опцию «Models».

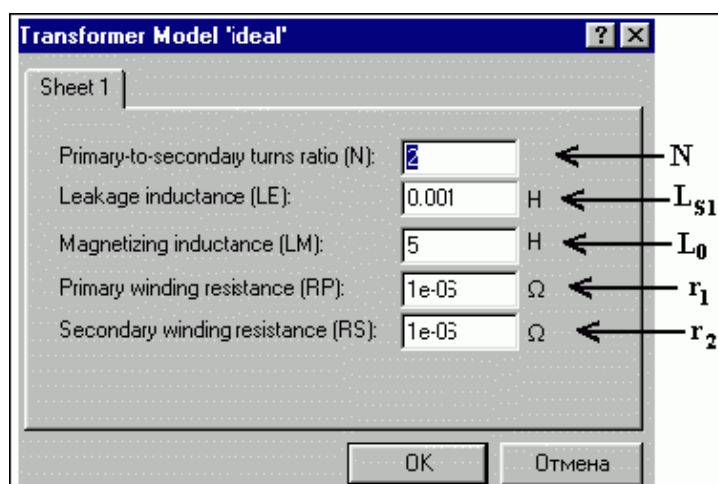


Рис. 1.1 Панель параметров трансформатора

Здесь выделены строки «Default» и «Ideal». Нажмите на клавишу «Edit», открывается панель Sheet1 с основными характеристиками трансформатора. Проверьте следующие параметры:  $N= 2$ ;  $LS1= 0,001 \text{ Гн}$ ;  $L0= 5 \text{ Гн}$ ;  $r1= 10 \text{ Ом}$ ;  $r2= 0,2 \text{ Ом}$ .

Если это не так, то установите их в соответствующих окошках. Выход из окна Sheet1 производится нажатием кнопки «OK».

Также установите параметры диода (рис. 1.2). Выпрямительный диод – идеальный. Нажмите на клавишу «Edit» и установите следующие параметры: обратный ток диода  $I_{обр} = 0,001$ , динамическое сопротивление диодов  $R_d = 1 \text{ Ом}$ , пороговое напряжение –  $U_{пор} = 0,82 \text{ В}$ , максимальное обратное напряжение  $U_{обрmax} = 300 \text{ В}$ .

## 1.2. Порядок выполнения занятия

На рабочем столе вашего компьютера (оболочки Windows) найдите ярлык «Wewb 32» программы Electronics Workbench (EWB) и двойным щелчком запустите её.

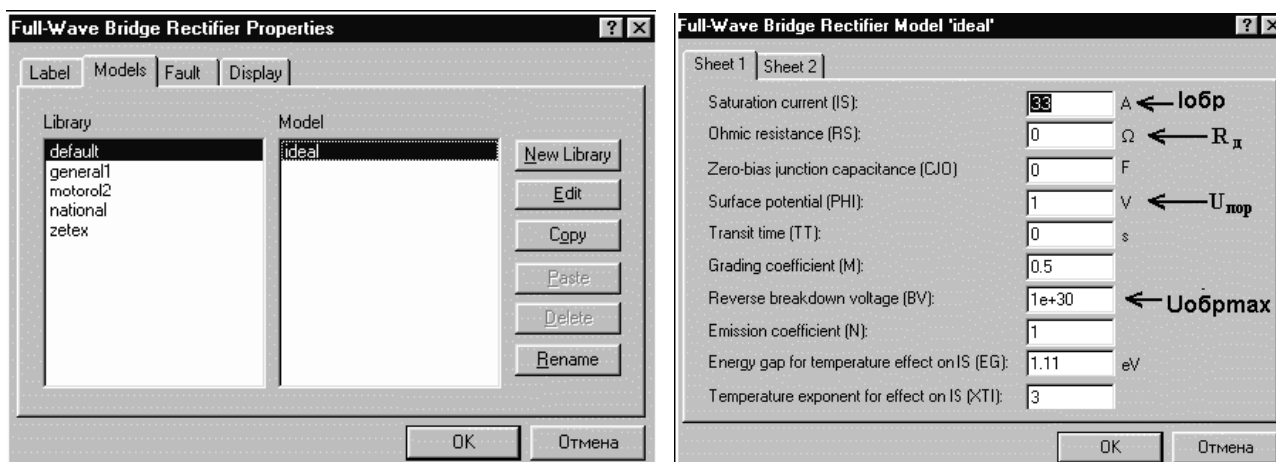


Рис. 1.2 Панель установки параметров диода

### 1.3. Исследование схемы однополупериодного выпрямителя

3.1 Пользуясь пиктограммой «открыть» программы EWB загрузите модель стабилизатора файл C:\.....\SIRCUITS\Lab1\ 11rect.ewb и проверьте ее исходное состояние.

Схема (рис. 1.3) включает следующие элементы: источник напряжения переменного тока U1; однофазный трансформатор TV1; выпрямительный диод VD1; тумблер K1, шунтирующий нагрузочный резистор  $10\text{ мОм}$ ; нагрузочный резистор R1 ( $R_H$ ); измерительные приборы I1, а также U2, I2 и U0, I0 .

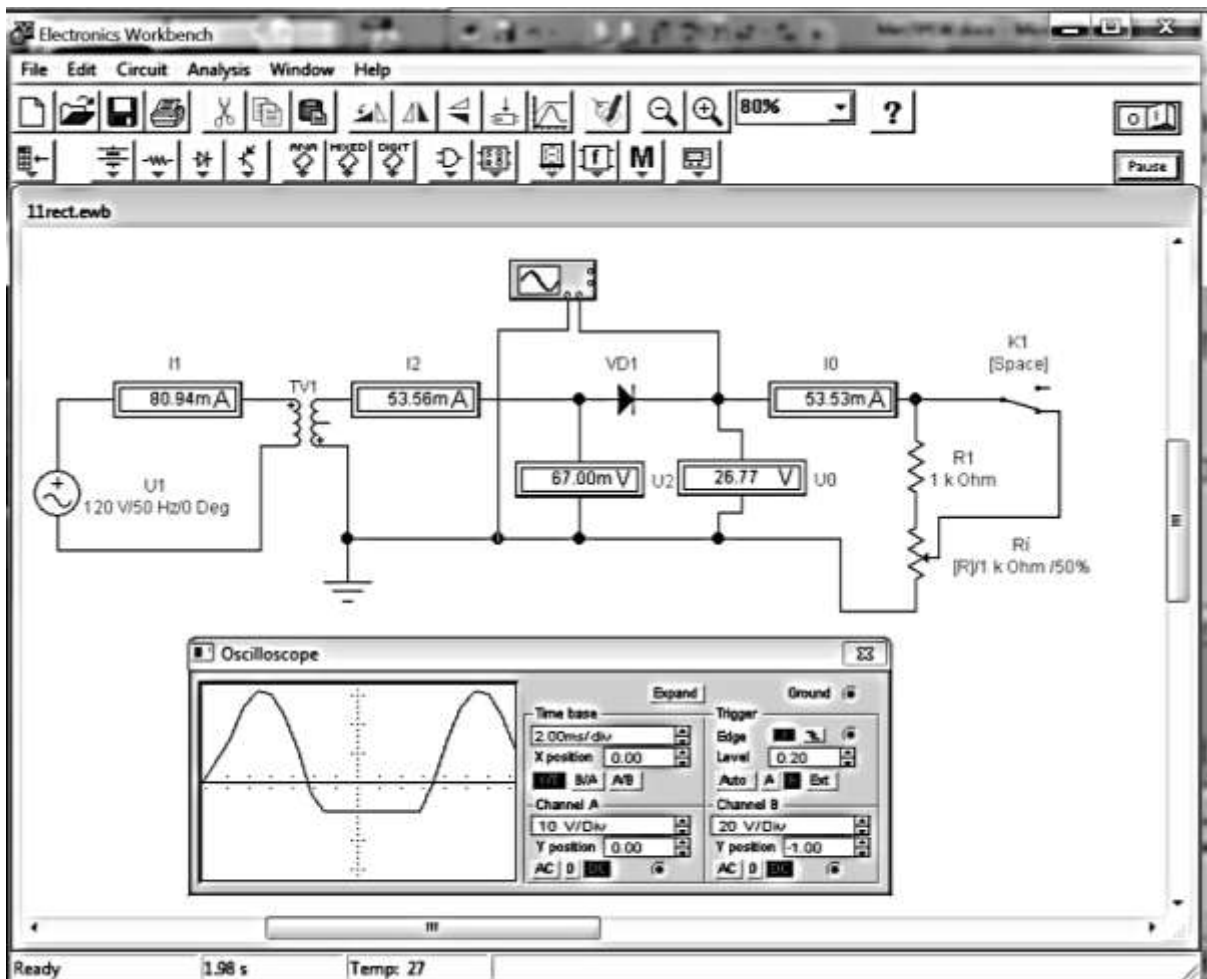


Рис. 1.3 Модель однополупериодного выпрямителя



3.2 Включите (процесс моделирования путем имитации) схему нажатием выключателя «0/1». Подождите несколько секунд, пока установится переходный процесс, и выключите схему. Запишите показания приборов. Проверьте, выполняются ли нижеследующие соотношения для трансформатора:

$$U_1 / U_2 = I_2 / I_1 = n$$

3.3 Откройте переднюю панель осциллографа и установите развертку  $5,0 \text{ ms/div}$ ,  $Y/T$ ; канал А -  $100 \text{ V/div}$ , DC; канал В -  $200 \text{ V/div}$ , DC. Включите схему, и после заполнения экрана осциллографа выключите ее. Зарисуйте полученные кривые с указанием осей и масштаба. Объясните их форму.

3.4 Построение внешней характеристики выпрямителя.

Включите схему. С помощью клавиши R (R-увеличение сопротивления, Shift+R – уменьшение сопротивления) изменяйте сопротивление  $R_H$  от 100% до 0, заполните таблицу 1. Режим «холостого хода» (XX) обеспечивается размыканием ключа K (клавиша X в латинском регистре). При этом последовательно с нагрузкой включается резистор  $R_2 = 10 \text{ мОм}$ , что практически эквивалентно холостому ходу. Для дальнейших измерений ключ K1 замкнуть.

В таблице 1 указаны величины  $R_H$  для 10 вариантов практического занятия. Номер варианта должен соответствовать последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 1.1 Внешние характеристики однополупериодного выпрямителя

№ варианта	Параметр	$R_H, \%$							
		XX	100	80	60	40	20	10	0
0		XX	100	80	60	40	20	10	0
1		XX	120	82	62	42	22	11	0
2		XX	140	84	64	44	24	12	0
3		XX	160	86	66	46	26	13	0
4		XX	180	88	68	48	28	14	0
5		XX	200	90	70	50	30	15	0
6		XX	220	92	72	52	32	16	0
7		XX	240	94	74	54	34	17	0

8		XX	260	96	76	56	36	18	0
9		XX	280	98	78	58	38	19	0
	$U_0, B$								
	$I_0, A$								
	$U_2, B$								
	$I_2, A$								
	$I_1, A$								
	$U_{1,B}$								
	$\eta=P_0/P_1$								

Рассчитайте КПД выпрямителя. Постройте графики зависимости  $U_0$ , КПД от тока нагрузки  $I_0$ , то есть  $U_0 = f(I_0)$ ,  $\eta = f(I_0)$ . Графики могут выглядеть например так как на рисунке 1.4.

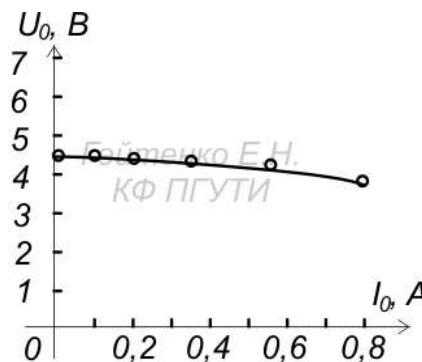


Рис. 1.4 Зависимость выходного напряжения выпрямителя от тока нагрузки  $U_0 = f(I_0)$

4. Исследование схемы двухполупериодного выпрямителя с нулевой точкой.

4.1. Загрузить модель стабилизатора файл C:\.....\CIRCUITS\Lab\12rect.ewb. На экране появляется схема двухполупериодного выпрямителя с нулевой точкой с подключенными контрольно - измерительными приборами. Проверить исходное состояние элементов.

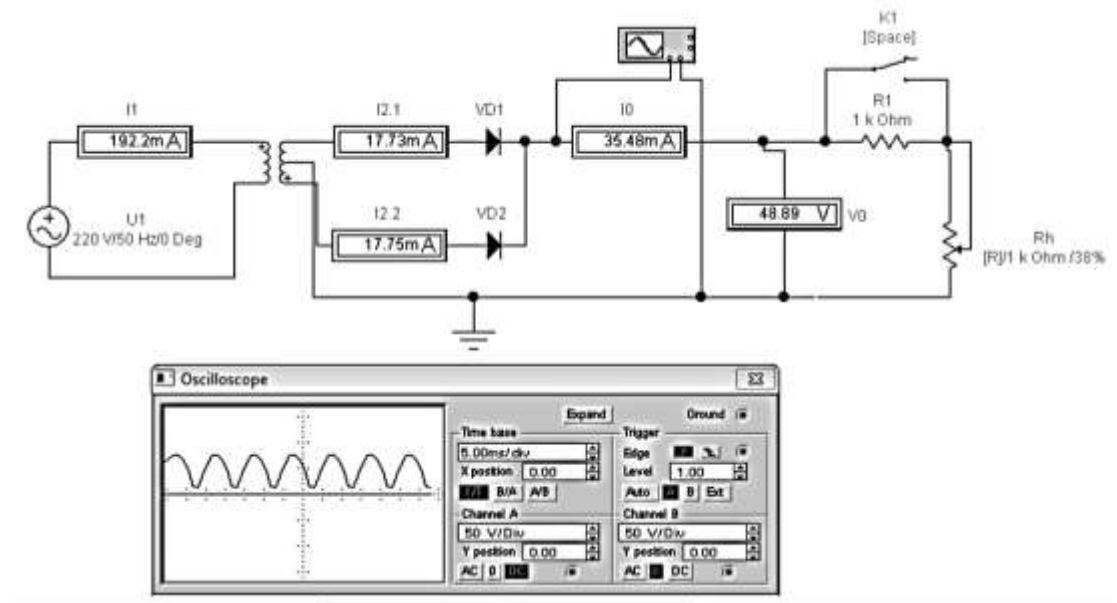


Рис. 1.4 Схема модели двухполупериодного выпрямителя

Схема включает следующие элементы:

- источник напряжения переменного тока  $U_1$ ;
- однофазный трансформатор  $TV_1$ ;
- выпрямительные диоды  $VD_1$  и  $VD_2$ ;
- тумблер  $K_1$ , шунтирующий нагрузочный резистор  $10\text{ мОм}$ ;
- нагрузочный резистор  $R_H$ ; измерительные приборы.

4.2. Включите схему. Подождите несколько секунд, пока установится переходный процесс, и выключите схему. Записать значение токов и напряжений в точках схемы. Сравнить значение токов во всех ветвях, объяснить полученные значения.

4.3. Выполнив двойной щелчок на пиктограмме осциллографа, настройте его. Включите схему, и после заполнения экрана осциллографа выключите ее. Зарисуйте полученные кривые с указанием осей и масштаба. Объясните их.

4.4. Снятие внешней характеристики выпрямителя.

Включите схему. С помощью клавиши R (R-увеличение сопротивления, Shift+R – уменьшение сопротивления) изменяйте сопротивление  $R_H$  от 100 % до 0, заполните таблицу 2. Режим «холостого хода» (XX) обеспечивается размыканием ключа К (клавиша X в латинском регистре). При этом последовательно с нагрузкой включается резистор  $R_2 = 10 \text{ мОм}$ , что практически эквивалентно холостому ходу. Для дальнейших измерений ключ К1 замкнуть.

Таблица 1.2 Внешние характеристики двухполупериодного выпрямителя

№ варианта	Параметр	$R_H, \%$							
		XX	100	80	60	40	20	10	0
0		XX	100	80	60	40	20	10	0
1		XX	120	82	62	42	22	11	0
2		XX	140	84	64	44	24	12	0
3		XX	160	86	66	46	26	13	0
4		XX	180	88	68	48	28	14	0
5		XX	200	90	70	50	30	15	0
6		XX	220	92	72	52	32	16	0
7		XX	240	94	74	54	34	17	0
8		XX	260	96	76	56	36	18	0
9		XX	280	98	78	58	38	19	0
	$U_0, B$								
	$I_0, A$								
	$U_2, B$								
	$I_2, A$								
	$I_1, A$								
	$U_{1,B}$								
	$\eta = P_o/P_1$								

Рассчитайте КПД выпрямителя. Постройте зависимость  $U_0$ , КПД от тока нагрузки  $I_0$ .

## 5. Исследование мостовой схемы двухполупериодного выпрямителя

5.1 Загрузить модель стабилизатора файл C:\.....\SIRCUITS\Lab\13rect.ewb. На экране появляется схема двухполупериодного выпрямителя с ну-

левой точкой с подключенными контрольно - измерительными приборами.  
 Проверить исходное состояние элементов.

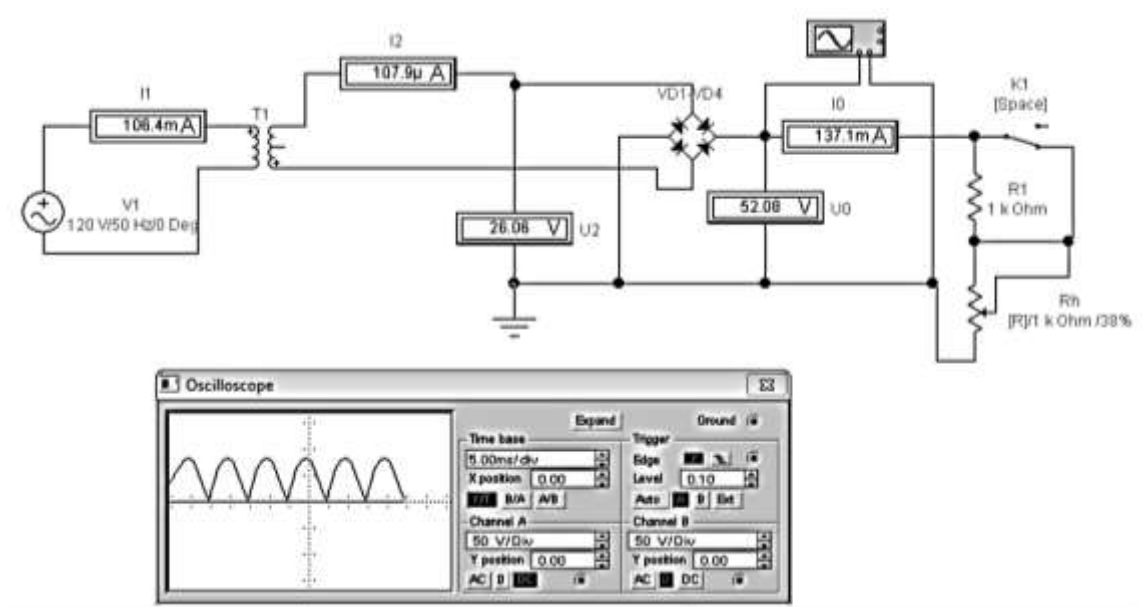


Рис. 1.5 Схема модели мостового выпрямителя

Схема включает следующие элементы:

- источник напряжения переменного тока  $U_1$ ;
- однофазный трансформатор  $TV_1$ ;
- мостовой выпрямитель диоды  $VD_1$ - $VD_4$ ;
- тумблер  $K_1$ , шунтирующий нагрузочный резистор 100 кОм;
- нагрузочный резистор  $R_H$ ;
- измерительные приборы.

5.2 Включите схему. Подождите несколько секунд, пока установится переходный процесс и выключите схему. Запишите показания приборов. Сравните значение токов и напряжений, объясните полученные значения

5.3 Выполнив двойной щелчок на пиктограмме осциллографа, настройте его. Включите схему, и после заполнения экрана осциллографа выключите ее. Зарисуйте полученные кривые с указанием осей и масштаба. Объясните их.

#### 5.4 Снятие внешней характеристики выпрямителя.

Включите схему. С помощью клавиши R (R-увеличение сопротивления, Shift+R –уменьшение сопротивления) изменяйте сопротивление  $R_H$  от 100 % до 0, заполните таблицу 3. Режим «холостого хода» (XX) обеспечивается размыканием ключа К (клавиша X в латинском регистре). При этом последовательно с нагрузкой включается резистор  $R_2 = 10 \text{ мОм}$ , что практически эквивалентно холостому ходу. Для дальнейших измерений ключ К1 замкнуть.

Таблица 1.3 Внешние характеристики мостового выпрямителя

№ варианта	Параметр	$R_H, \%$							
		XX	100	80	60	40	20	10	0
0		XX	100	80	60	40	20	10	0
1		XX	120	82	62	42	22	11	0
2		XX	140	84	64	44	24	12	0
3		XX	160	86	66	46	26	13	0
4		XX	180	88	68	48	28	14	0
5		XX	200	90	70	50	30	15	0
6		XX	220	92	72	52	32	16	0
7		XX	240	94	74	54	34	17	0
8		XX	260	96	76	56	36	18	0
9		XX	280	98	78	58	38	19	0
	$U_0, B$								
	$I_0, A$								
	$U_2, B$								
	$I_2, A$								
	$I_b, A$								
	$U_{1,B}$								
	$\eta = P_0/P_1$								

Рассчитайте КПД выпрямителя. Постройте зависимость  $U_0$  и  $\eta$  от тока нагрузки  $I_0$ .

#### 6. Содержание отчета

1. Тема практического занятия
2. Цель занятия

3. Используемые приборы и ПО
4. Схемы исследуемых выпрямителей
5. Осциллограммы напряжений
6. Заполненные таблицы 1, 2, 3
7. Построенные на одном графике зависимости для п.п. 3.6, 4.6 и 5. 6.
8. Расчет внутреннего сопротивления выпрямителей.
9. Выводы

**7. Контрольные вопросы:**

1. Каковы достоинства и недостатки исследуемых схем выпрямителей?
2. Как экспериментально определить внутреннее сопротивление источника напряжения?
3. По каким критериям выбирают диоды для выпрямителя?

## **Список использованных источников**

1. Бушуев В.М. и др. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций. [Текст]- М.: «Горячая линия – Телеком», 2009 г. 384 с.
2. Гейтенко Е.Н. «Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. [Текст] - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008 г., 446 с.
3. И.В. Карлащук. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение. [Электронный компонент] electronicsworkbench.com.

Самара, издательство Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, 2013 г.



