

Лабораторная работа № 3 ДО
Полупроводниковые диоды, характеристики и применение
*Методические указания по выполнению лабораторной
работы в среде DesignLab 8.0»*

Часть 1. Исследование схемы однополупериодного выпрямителя

4.1. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему однополупериодного выпрямителя (рис. 1).

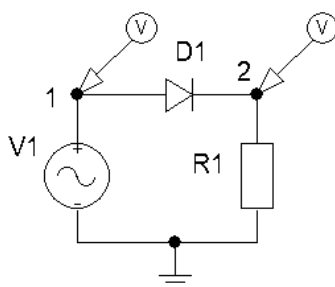


Рис. 1. Схема однополупериодного выпрямителя

Для сборки схемы в библиотеке элементов выбрать:

- источник синусоидального напряжения (модель VSIN),
- идеальный диод (модель Dbreak),
- резистор (модель R),
- узел нулевого потенциала (EGND).

Внимание: Для упрощения процесса сборки можно воспользоваться прилагаемым файлом *1PP.sch*, поместить его в рабочую папку, а затем из программы Schematics просто его открыть.

Схему необходимо сохранить в своей рабочей папке. **Имя папки и файла не должно содержать кириллицы.**

Установить параметры источника VSIN (см. рис. 2) и сопротивление R_1 в соответствии с заданием.

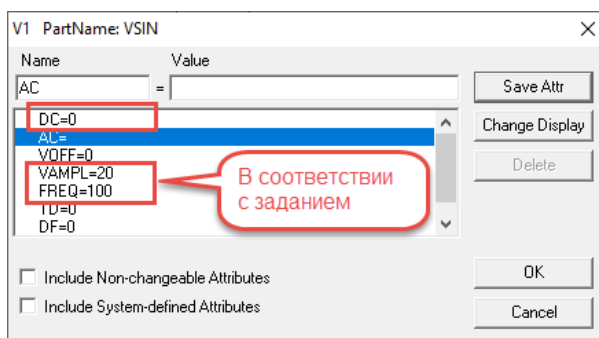


Рис.2. Параметры источника VSIN

4.2. Установив режим расчета схемы во временной области (рис. 3), получить осциллограммы входного и выходного напряжений (рис. 4).

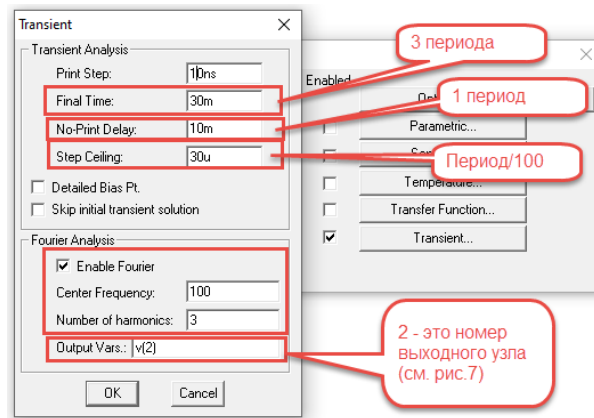


Рис. 3. Параметры временного анализа

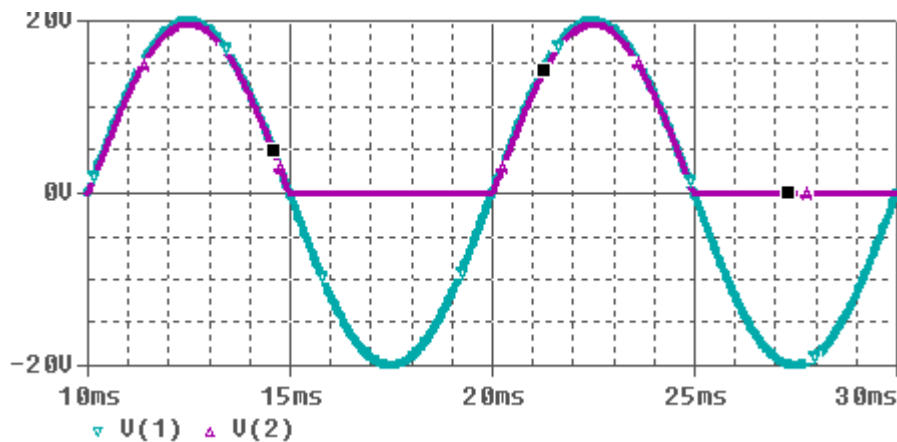


Рис. 4. Осциллограммы входного и выходного напряжения

С помощью преобразования Фурье для выходного напряжения определить среднее значение (постоянную составляющую $U_{\text{ВЫХ } 0}$) и амплитуду первой гармоники $U_{\text{ВЫХ } 1}$. Рассчитать коэффициент пульсаций.

- Для OrCad из графического редактора *Plot* по пути *View-Output File* открыть выходной файл и в нем найти результаты Фурье анализа.

Для DesignLab из *Schematics* по пути *Analysis – Examine Output* открыть выходной файл и в нем найти результаты Фурье анализа.

FOURIER COMPONENTS OF TRANSIENT RESPONSE V(2)

DC COMPONENT = 6.163790E+00

HARMONIC NO	FREQUENCY (HZ)	FOURIER COMPONENT	NORMALIZED COMPONENT	PHASE (DEG)	NORMALIZED PHASE (DEG)
1	1.000E+02	9.823E+00	1.000E+00	4.208E-03	0.000E+00
2	2.000E+02	4.203E+00	4.279E-01	-9.000E+01	-9.001E+01
3	3.000E+02	5.112E-02	5.204E-03	1.795E+02	1.795E+02

- По полученным данным рассчитать коэффициент пульсаций:

$$k_{\text{п}} = \frac{\Delta U_2}{U_2} \approx \frac{U_{\text{ВЫХ } 1}}{U_{\text{ВЫХ } 0}} = \frac{9,823}{6,164} \cdot 100\% = 159\%.$$

- 4.3. Подключить к выходу схемы конденсатор фильтра C_1 (рис. 5) и установить его емкость в соответствии с п. 3.3 подготовки к работе.

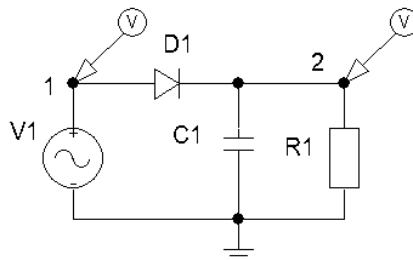


Рис. 5. Схема однополупериодного выпрямителя с фильтром

- 4.4. Повторить пункт 4.2 рабочего задания для схемы рис. 5. Получить осциллограммы входного и выходного напряжений (рис. 6).

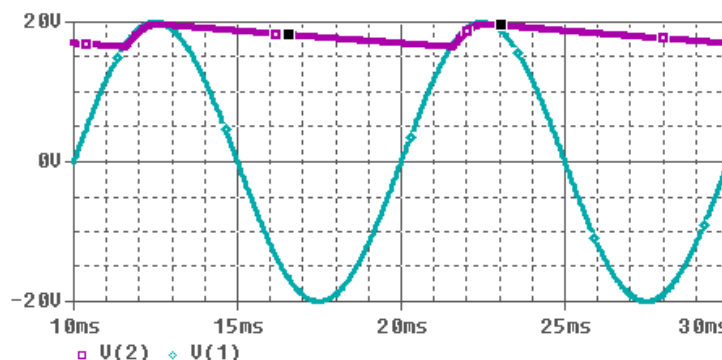


Рис. 6. Осциллограммы входного и выходного напряжения для схемы рис. 5.

- Найти результаты Фурье анализа.

FOURIER COMPONENTS OF TRANSIENT RESPONSE V(2)					
DC COMPONENT = 1.800634E+01					
HARMONIC NO	FREQUENCY (HZ)	FOURIER COMPONENT	NORMALIZED COMPONENT	PHASE (DEG)	NORMALIZED PHASE (DEG)
1	1.000E+02	1.139E+00	1.000E+00	-6.816E+01	0.000E+00

- По полученным данным рассчитать коэффициент пульсаций:

$$k_{\pi} = \frac{\Delta U_2}{U_2} \approx \frac{U_{1\text{ВЫХ}}}{U_{0\text{ВЫХ}}} = \frac{1,139}{18,006} \cdot 100\% = 6,3\%.$$

Сравнить с п. 4.2. Результаты занести в таблицу 4.

Часть 2. Исследование вольтамперной характеристики стабилитрона

- 4.5. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему рис. 7.

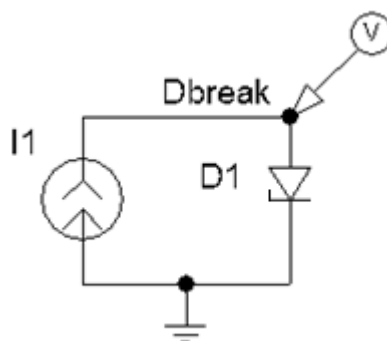


Рис. 7. Схема для получения ВАХ стабилитрона

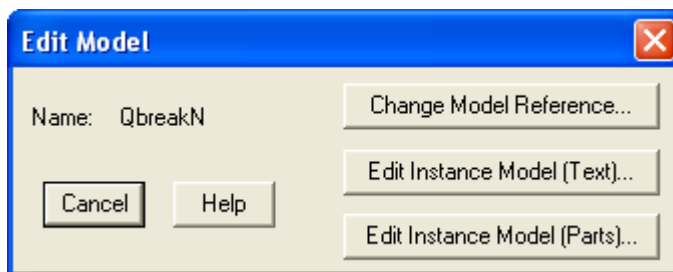
Для сборки схемы в библиотеке элементов выбрать:

- источник постоянного тока (модель IDC),
- идеальный диод (модель DbreakZ),
- узел нулевого потенциала (EGND).

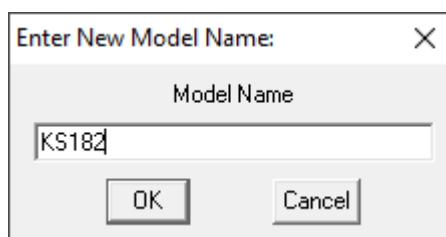
Внимание: Для упрощения процесса сборки можно воспользоваться прилагаемым файлом *BAX_stab.sch*, поместить его в рабочую папку, а затем из программы *Schematics* просто его открыть.

Схему необходимо сохранить в рабочей папке. **Имя папки и файла не должно содержать кириллицы.**

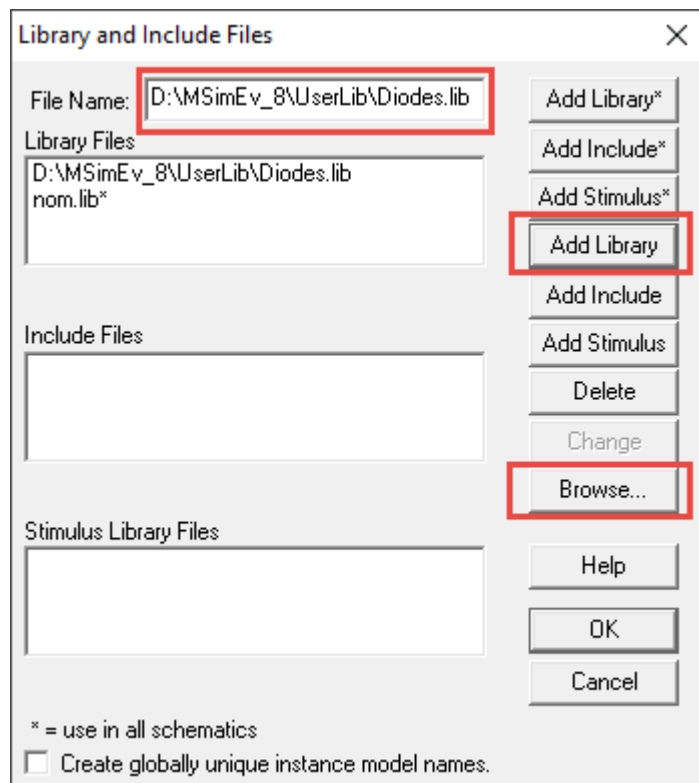
- В эту же папку переписать прилагаемый файл с моделями диодов.
- Окрасить диод, щелкнув на него левой кнопкой мыши (ЛКМ). Войти в диалог Edit – Model... (редактировать модель...).




- В открывшемся окне войти в диалог Change Model Reference... (изменить ссылку на модель...).
- В новом окне заменить имя DbreakZ на нужное имя (согласно варианту) модели диода, например KS182.



- Войти в интерфейсный диалог *Analysis – Library and include files...* и с помощью команд *Browse...* и *Add Library* подключить библиотеку пользователя, включающую данную модель. Модели диодов хранятся в файле **Diodes.lib**, который надо заранее скопировать в рабочую папку.



- Подключить к выходу маркер  для измерения напряжения на диоде.
- Задать режим расчета передаточной функции DC Sweep... с параметрами, указанными на рис.8.

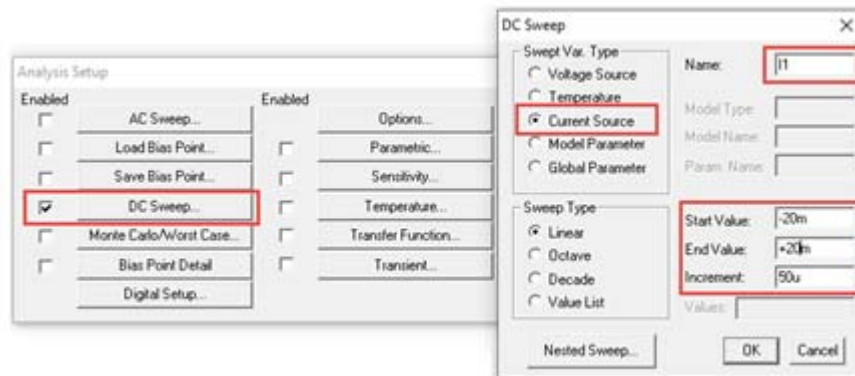



Рис. 8. Параметры DC Sweep...

- 4.6. Запустить программу расчета (клавиша **F11** или пиктограмма ). В результате расчета откроется окно графического редактора *Probe* с ВАХ стабилитрона в виде $U_d(I_d)$ (рис. 9). Этот график дает представление об общем виде характеристики, однако по нему невозможно определить параметры стабилитрона. Рекомендуется получить отдельно графики прямой и обратной ветви в подробном масштабе и уже по этим графикам определять параметры. Получить нужные графики можно, изменив пределы измерений по осям X и Y (рис. 9).

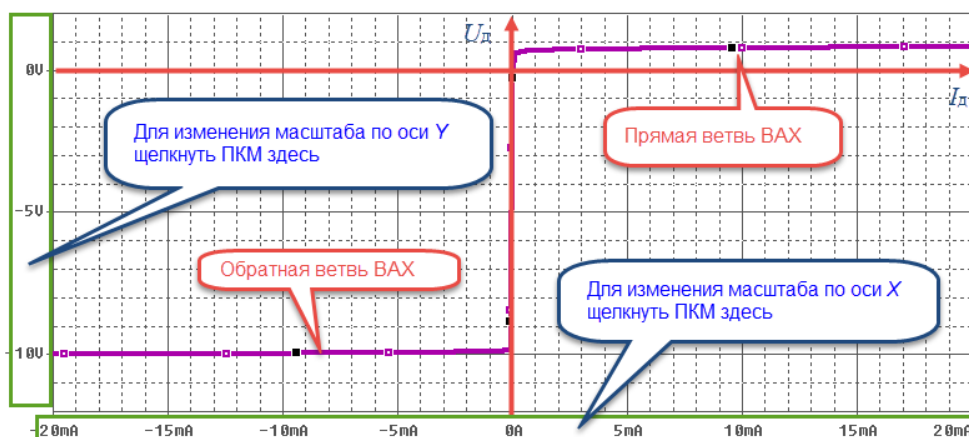


Рис. 9. ВАХ стабилитрона

- 4.7. Для прямой ветви стабилитрона определить в точке $I_d = 10 \text{ mA}$ дифференциальное сопротивление r_d и напряжение отсечки $U_{д0}$ (см. рис. 10).

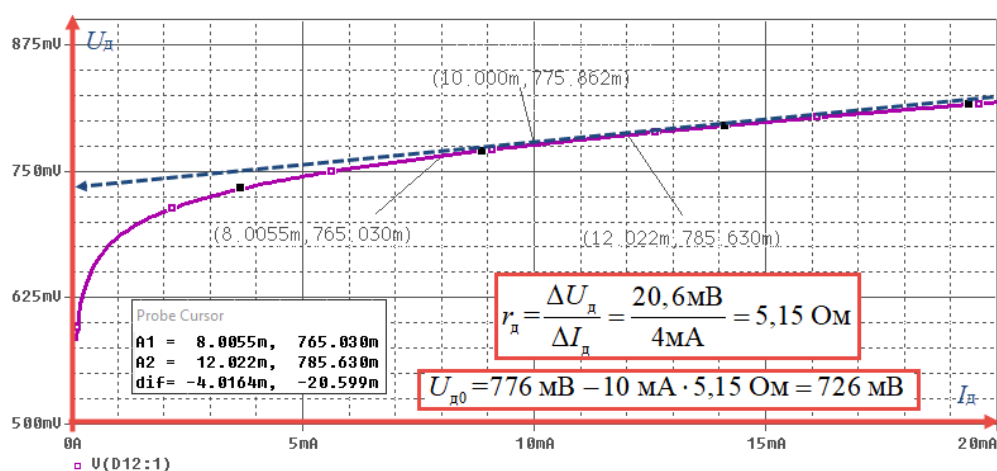


Рис. 10. Прямая ветвь ВАХ стабилитрона

- 4.8. Для обратной ветви стабилитрона определить (см. рис. 11) в рабочей точке $I_d = 10 \text{ mA}$ дифференциальное сопротивление стабилитрона $r_{ст}$ и напряжение $U_{ст0}$.

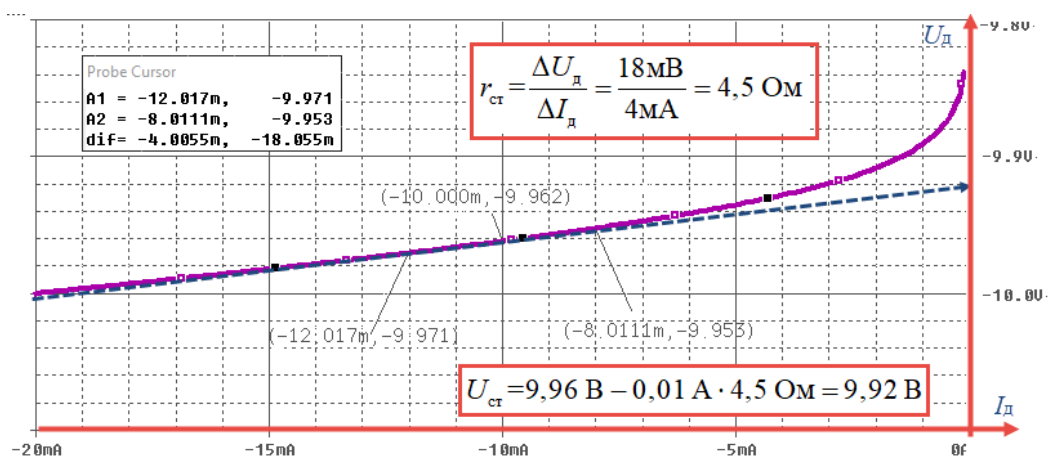


Рис. 11. Обратная ветвь ВАХ стабилитрона

- 4.9. Нарисовать схемы замещения для прямой и обратной ветвей стабилитрона (рабочий ток $I_d = 10 \text{ мА}$) и выписать их параметры (таблица 5).

Часть 3. Исследование схемы двухстороннего ограничителя

- 4.10. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему двухстороннего ограничителя (рис.12).

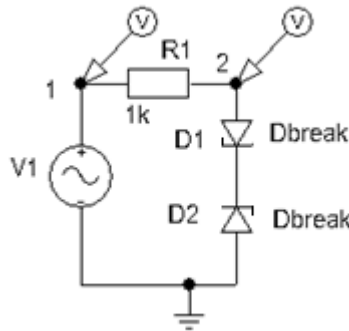


Рис. 12. Схема двухстороннего ограничителя

- За основу этой схемы берется схема для снятия ВАХ стабилитрона (рис. 2). Источник тока IDC поменять на источник напряжения VSIN, с параметрами как в схеме однополупериодного выпрямителя. В схему добавить резистор R_1 как в схеме однополупериодного выпрямителя и второй стабилитрон Dbreak, аналогичный стабилитрону D_1 . Модель стабилитронов берется из файла Diodes.lib согласно варианту.
- 4.11. Получить передаточную характеристику ограничителя. По передаточной характеристике для выходного сигнала определить максимальные напряжения на участках стабилизации напряжения при $U_{\text{вх}} = 1,2 U_{\text{ст}}$.
- Ввести режим расчета передаточной функции *DC Sweep...* с параметрами, указанными на рис. 13.

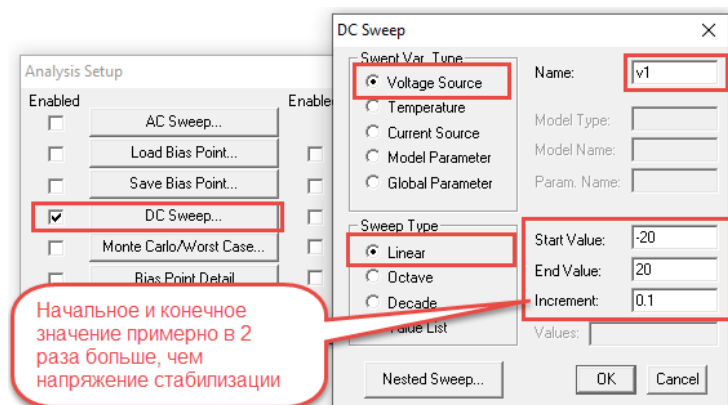


Рис. 13. Параметры для расчета передаточной функции

- Запустить программу расчета и получить передаточную характеристику ограничителя (рис. 14).

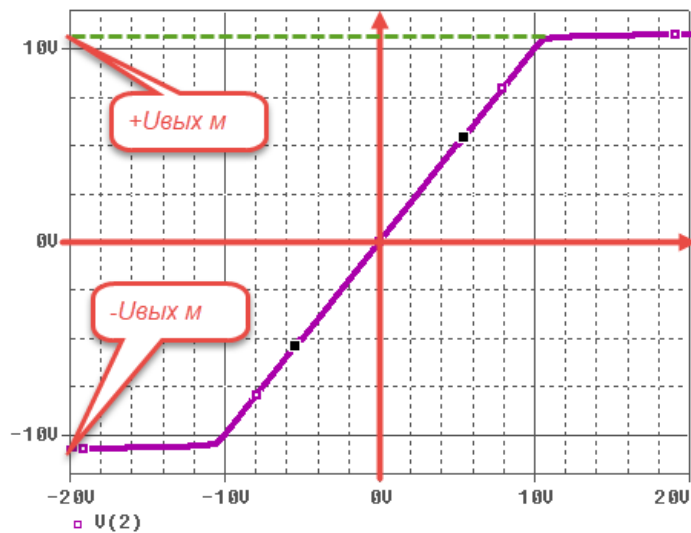



Рис.14. Передаточная характеристика

4.12. Получить осциллограммы входного и выходного напряжения и тока в диодах.

- Ввести режим временного анализа и получить осциллограммы одного периода входного $u_1(t)$ и выходного $u_2(t)$ напряжения (рис.15).
- Создать окно для дополнительного графика тока (**Plot - Add Plot to Window**). Построить (**Trace - Add** или пиктограмма ) график тока $i_R(t)$, выбрав в левом столбце ток $I(R1)$. График тока появится над графиками напряжений (рис.15).

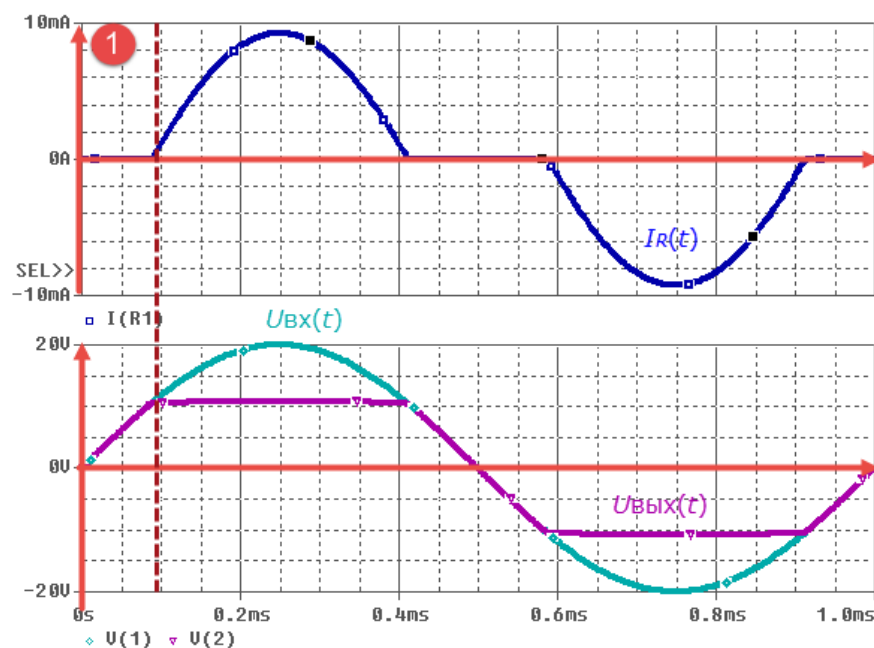


Рис.15. Осциллограммы напряжений и тока

- На осциллограммах для одного периода отметить интервалы и режимы работы каждого из стабилитронов D_1 и D_2 : открыт, закрыт, пробой.
- Для каждого участка нарисовать схемы замещения диодной сборки D_1 - D_2 , считая стабилитроны идеальными (см. табл. 6 рабочего задания).