

Применение полупроводниковых диодов

Лабораторная работа №201П

1. Задание к допуску

1.1. Начертить схемы однополупериодных “выпрямителей” импульсного переменного напряжения с резисторной нагрузкой (рис.1.1).

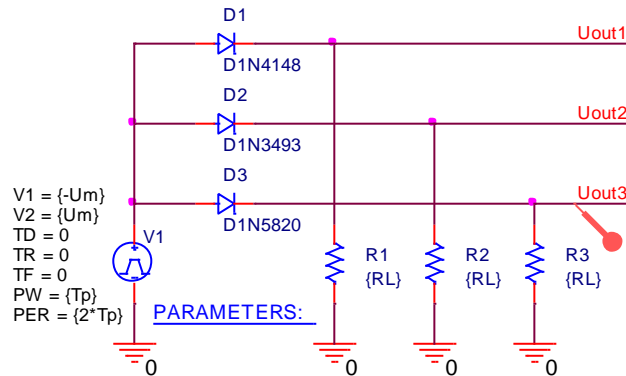


Рис.1.1. Схемы моделирования однополупериодных “выпрямителей” импульсного напряжения с резисторной нагрузкой

В этой схеме в качестве источника импульсного переменного напряжения используется генератор импульсов VPULSE из библиотеки SOURCE с параметрически заданными амплитудой U_m , длительностью T_p и периодом $2T_p$.

Начертить эскизы ожидаемых временных диаграмм (Uout1, Uout2, Uout3) напряжения на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров напряжения генератора V1:

- $U_m=1.0$ V, $RL=100$ Ohm, $T_p=10$ ms,
- $U_m=10$ V, $RL=100$ Ohm, $T_p=10$ ms,
- $U_m=10$ V, $RL=100$ kOhm, $T_p=10$ ms,
- $U_m=10$ V, $RL=100$ Ohm, $T_p=10$ us,
- $U_m=10$ V, $RL=100$ kOhm, $T_p=10$ us.

При составлении эскизов временных диаграмм учитывать результаты моделирования статических и динамических характеристик данного набора полупроводниковых диодов.

1.2. Начертить схемы однополупериодных “выпрямителей” синусоидального напряжения с резисторной нагрузкой (рис.1.2).

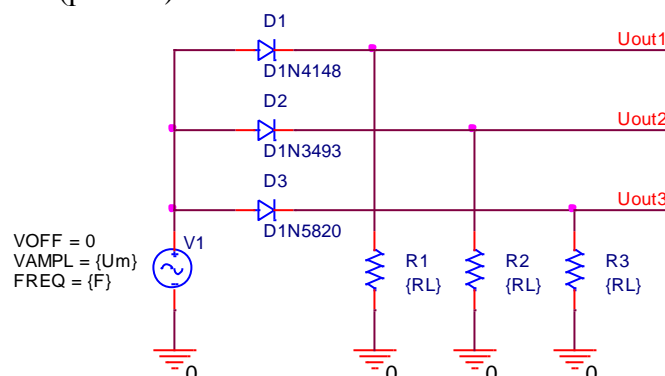


Рис.1.2. Схемы моделирования однополупериодных “выпрямителей” синусоидального напряжения с резисторной нагрузкой

В этой схеме в качестве источника синусоидального переменного напряжения используется генератор VSIN из библиотеки SOURCE с нулевым смещением VOFF=0 и параметрически заданными амплитудой U_m и частотой F .

Начертить эскизы ожидаемых временных диаграмм (U_{out1} , U_{out2} , U_{out3}) напряжения на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров генератора синусоидального напряжения V1 :

- $U_m=1.0$ V, $R_L=100$ Ohm, $F=50$ Hz,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ Ohm, $F=50$ Hz,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ kOhm, $F=50$ Hz,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ Ohm, $F=50$ kHz,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ kOhm, $F=50$ kHz.

При составлении эскизов временных диаграмм учитывать результаты моделирования статических и динамических характеристик данного набора полупроводниковых диодов.

1.3. Начертить схемы мостовых “выпрямителей” импульсного переменного напряжения с резисторной нагрузкой (рис.1.3).

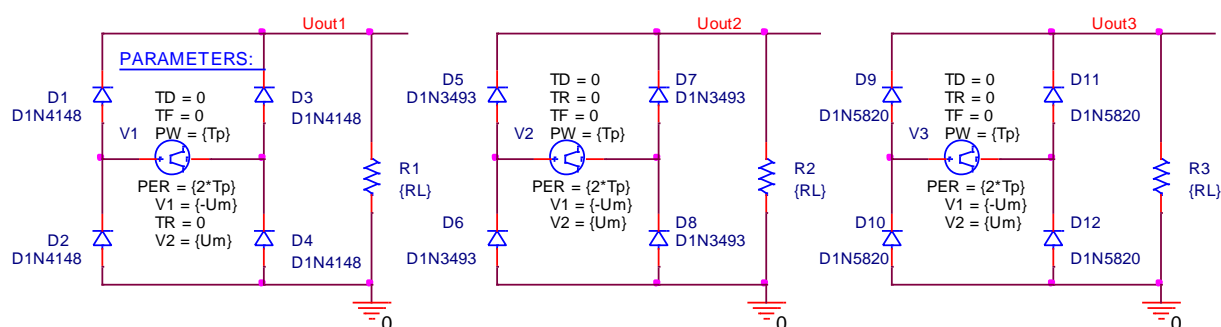


Рис.1.3 Схемы моделирования мостовых “выпрямителей” импульсного переменного напряжения с резисторной нагрузкой

Начертить эскизы ожидаемых временных диаграмм (U_{out1} , U_{out2} , U_{out3}) напряжения на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров напряжения генераторов V1, V2, V3:

- $U_m=1.0$ V, $R_L=100$ Ohm, $T_p=10$ ms,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ Ohm, $T_p=10$ ms,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ kOhm, $T_p=10$ ms,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ Ohm, $T_p=10$ us,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ kOhm, $T_p=10$ us.

1.4. Начертить схемы мостовых “выпрямителей” синусоидального напряжения с резисторной нагрузкой (рис.1.4).

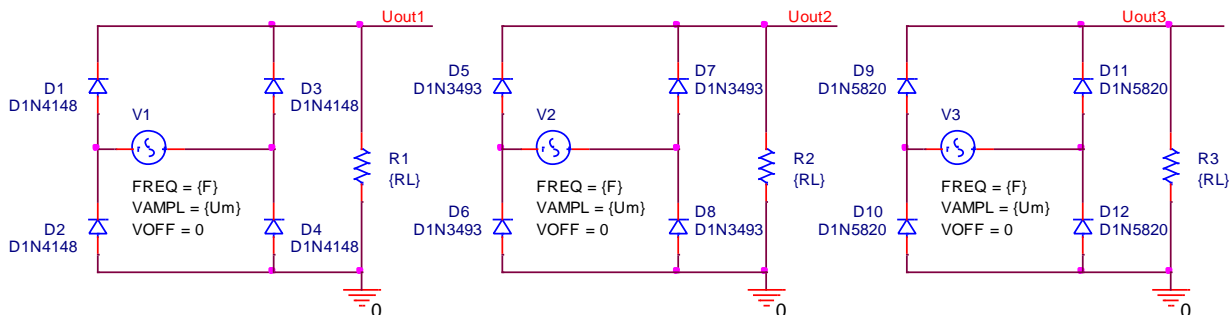


Рис.1.4 Схемы моделирования мостовых “выпрямителей” синусоидального напряжения с резисторной нагрузкой

Начертить эскизы ожидаемых временных диаграмм (U_{out1} , U_{out2} , U_{out3}) напряжения на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров напряжения генераторов V1, V2, V3:

- $U_m=1.0$ V, $R_L=100$ Ohm, $F=50$ Hz,
- $U_m=10$ V, $R_L=100$ Ohm, $F=50$ Hz,

- $U_m=10\text{ V}$, $R_L=100\text{ k}\Omega$, $F=50\text{ Hz}$,
- $U_m=10\text{ V}$, $R_L=100\text{ }\Omega$, $F=50\text{ kHz}$,
- $U_m=10\text{ V}$, $R_L=100\text{ k}\Omega$, $F=50\text{ kHz}$.

1.5. Начертить схемы мостовых “выпрямителей” синусоидального тока с резисторной нагрузкой (рис.1.5).

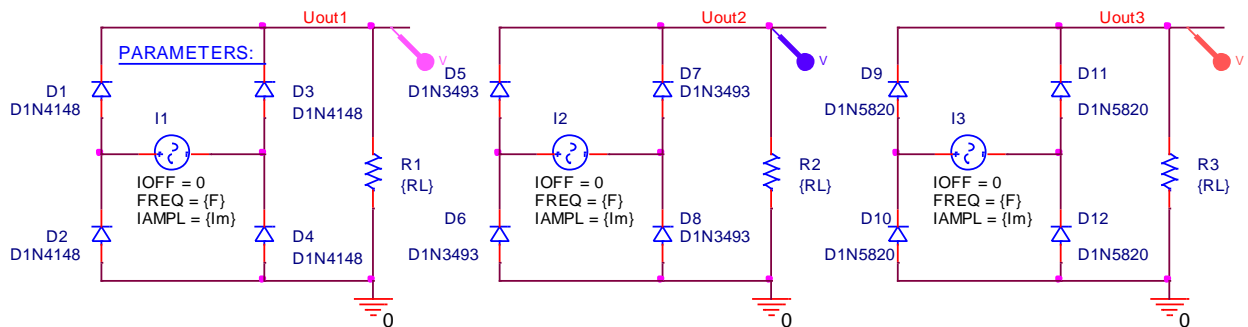


Рис.1.5 Схемы моделирования мостовых “выпрямителей” синусоидального тока с резисторной нагрузкой

Начертить эскизы ожидаемых временных диаграмм (U_{out1} , U_{out2} , U_{out3}) напряжения на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров напряжения генераторов I1, I2, I3:

- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ }\Omega$, $F=50\text{ Hz}$,
- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ }\Omega$, $F=50\text{ kHz}$,
- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ k}\Omega$, $F=50\text{ Hz}$,
- $I_m=10\text{ mA}$, $R_L=100\text{ k}\Omega$, $F=50\text{ Hz}$,
- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ k}\Omega$, $F=50\text{ kHz}$.

1.6. Начертить схему диодного ключа (рис.1.6).

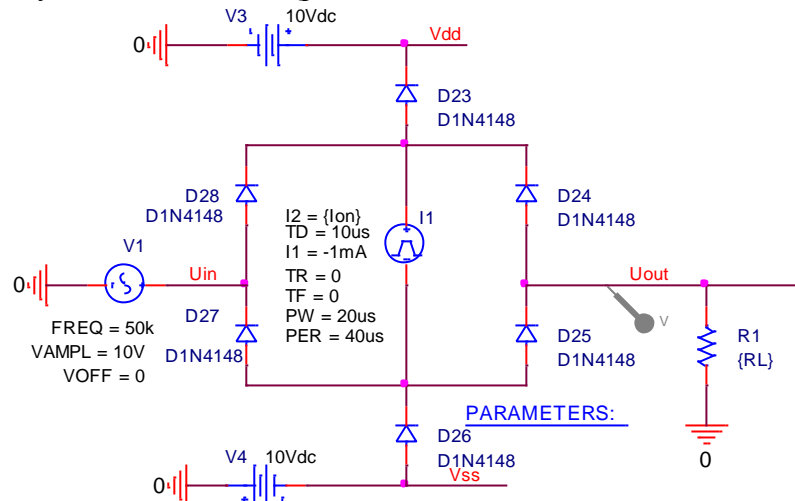


Рис.1.6 Схема моделирования диодного ключа

Начертить эскизы временных диаграмм генератора тока I_1 и напряжений U_{in} , U_{out} для следующих вариантов параметров:

- $I_{on}=10\text{ mA}$, $R_L=1\text{ k}\Omega$,
- $I_{on}=10\text{ mA}$, $R_L=100\text{ }\Omega$
- $I_{on}=4.0\text{ mA}$, $R_L=100\text{ k}\Omega$.

2. Задание к выполнению работы

2.1. Составить схему выпрямителей импульсного переменного напряжения для выпрямительных диодов набора (рис.1.1). Напряжения **V1,V2**, длительность **PW**, период **PER** и сопротивления резисторов нагрузки **R1, R2, R3** сделать глобальными параметрами: **V1= {Um}**, **V2= {-Um}**, **PW={Tp}**, **PER={2*Tp}**, **R = {RL}**, с номинальными значениями **Um=10V**, **Tp = 10ms**, **RL=100**.

2.1.1. Установить: **Run to Time** = 40ms, **Maximum step size** = 10us и для двух значений глобального параметра **RL** = (100, 100k), получить временные диаграммы напряжения на выходе каждого выпрямителя при двух значениях амплитуды **Um**: 1V и 10V.

Зарисовать полученные временные диаграммы.

2.1.2. Установить: **Run to Time** = 40us, **Maximum step size** = 10ns, **Tp** = 10us и для двух значений глобального параметра **RL** = (100, 100k), получить временные диаграммы напряжения на выходе каждого выпрямителя при двух значениях амплитуды **Um**: 1V и 10V.

Зарисовать полученные временные диаграммы.

2.2. Составить схему выпрямителей синусоидального переменного напряжения для выпрямительных диодов набора (рис.1.2). Амплитуду **VAMPL**, частоту **FREQ** и сопротивления резисторов нагрузки **R1, R2, R3** сделать глобальными параметрами: **VAMPL= {Um}**, **FREQ = {F}**, **R = {RL}**, с номинальными значениями **Um=10V**, **F = 50**, **RL=100**.

2.2.1 Установить: **Run to Time** = 40ms, **Maximum step size** = 10us и для двух значений глобального параметра **RL** = (100, 100k), получить временные диаграммы напряжения на выходе каждого выпрямителя при двух значениях **Um**: 1V и 10V.

Зарисовать полученные временные диаграммы.

2.2.2. Заменить номинальные значения глобальных параметров источника синусоидального напряжения: **Um=10V**, **F = 50k**. Установить: **Run Time** = 40us, **Maximum step size** = 10ns и для двух значений глобального параметра **RL** = (100, 100k), получить временные диаграммы напряжения на выходе каждого выпрямителя при двух значениях **Um**: 1V и 10V.

Зарисовать полученные временные диаграммы. Сравнить полученные результаты моделирования с эскизами временных диаграмм пункта 1.2.

2.3. Составить схемы мостовых “выпрямителей” импульсного переменного напряжения с резисторной нагрузкой (рис.1.3).

2.3.1. Провести моделирование напряжений (**Uout1, Uout2, Uout3**) на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров напряжения генераторов **V1, V2, V3**:

- **Um=1.0 V**, **RL=100 Ohm**, **Tp=10 ms**,
- **Um=10 V**, **RL=100 Ohm**, **Tp=10 ms**,
- **Um=10 V**, **RL=100 kOhm**, **Tp=10 ms**,
- **Um=10 V**, **RL=100 Ohm**, **Tp=10 us**,
- **Um=10 V**, **RL=100 kOhm**, **Tp=10 us**.

Зарисовать полученные временные диаграммы. Сравнить полученные результаты моделирования с эскизами временных диаграмм пункта 1.3.

2.4. Составить схемы мостовых “выпрямителей” синусоидального напряжения с резисторной нагрузкой (рис.1.4).

2.4.1. Провести моделирование напряжений (**Uout1, Uout2, Uout3**) на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров напряжения генераторов **V1, V2, V3**:

- **Um=1.0 V**, **RL=100 Ohm**, **F=50 Hz**,
- **Um=10 V**, **RL=100 Ohm**, **F=50 Hz**,

- $U_m=10\text{ V}$, $R_L=100\text{ kOhm}$, $F=50\text{ Hz}$,
- $U_m=10\text{ V}$, $R_L=100\text{ Ohm}$, $F=50\text{ kHz}$,
- $U_m=10\text{ V}$, $R_L=100\text{ kOhm}$, $F=50\text{ kHz}$.

Зарисовать полученные временные диаграммы. Сравнить полученные результаты моделирования с эскизами временных диаграмм пункта 1.4.

2.5. Составить схемы мостовых “выпрямителей” синусоидального тока с резисторной нагрузкой (рис.1.5).

2.5.1. Провести моделирование напряжений (U_{out1} , U_{out2} , U_{out3}) на резисторах нагрузки для следующих вариантов параметров напряжения генераторов тока I_1 , I_2 , I_3 :

- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ Ohm}$, $F=50\text{ Hz}$,
- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ Ohm}$, $F=50\text{ kHz}$,
- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ kOhm}$, $F=50\text{ Hz}$,
- $I_m=10\text{ mA}$, $R_L=100\text{ kOhm}$, $F=50\text{ Hz}$,
- $I_m=1\text{ mA}$, $R_L=100\text{ kOhm}$, $F=50\text{ kHz}$.

Зарисовать полученные временные диаграммы. Сравнить полученные результаты моделирования с эскизами временных диаграмм пункта 1.5.

2.6 Составить схему моделирования диодного ключа (рис.1.6)

2.6.1. Установить $R_L=1\text{ k}$, $U_m=10\text{ V}$ Провести моделирование напряжения U_{out} для следующих вариантов параметров I_{on} : 2 mA , 4 mA , 6 mA , 8 mA , 10 mA .

Зарисовать полученные временные диаграммы. Сравнить полученные результаты моделирования с эскизами временных диаграмм пункта 1.6.

3. Контрольные вопросы

- 3.1. Как влияет обратный ток диода на выходное напряжение однополупериодного выпрямителя (рис.1.1,2)?
- 3.2. Как влияет обратный ток диода на выходное напряжение мостового выпрямителя (рис.1.3,4)?
- 3.3. Как изменится напряжение на резисторе нагрузки однополупериодного выпрямителя (рис.1.1,2), если источник напряжения заменить на источник тока?
- 3.4. Как влияет обратный ток диода на выходное напряжение мостового выпрямителя переменного тока (рис.1.5)?
- 3.5. Как влияет барьерная емкость диода на выходное напряжение однополупериодного выпрямителя (рис.1.1,2)?
- 3.6. Как влияет барьерная емкость диода на выходное напряжение мостового выпрямителя (рис.1.3,4)?
- 3.7. Как влияет диффузионная емкость диода на выходное напряжение однополупериодного выпрямителя (рис.1.1,2)?
- 3.8. Как влияет диффузионная емкость диода на выходное напряжение мостового выпрямителя (рис.1.3,4)?
- 3.9. Как влияет температура на выходное напряжение однополупериодного выпрямителя (рис.1.1,2)?
- 3.10. Чему равно среднее за период напряжение на резисторе нагрузки однополупериодного выпрямителя (рис.1.1,2)?
- 3.11. Как влияет температура на выходное напряжение мостового выпрямителя (рис.1.3,4)?
- 3.12. Чему равно среднее за период напряжение на резисторе нагрузки мостового выпрямителя (рис.1.3,4)?
- 3.13. Как влияет температура на выходное напряжение мостового выпрямителя тока (рис.1.5)?
- 3.14. Чему равно среднее за период напряжение на резисторе нагрузки мостового выпрямителя тока (рис.1.5)?

- 3.15. Как влияет температура на выходное напряжение U_{out} диодного ключа (рис.1.6)?
- 3.16. Чему равно среднее за период напряжение на резисторе нагрузки диодного ключа (рис.1.6) при длительности PW импульса тока I_{on} , равной половине периода синусоидального напряжения U_{in} ?
- 3.17. Можно ли с использованием полупроводниковых диодов создать схему с линейной зависимостью среднего выходного напряжения от амплитуды входного синусоидального напряжения?
- 3.18. Можно ли с использованием полупроводниковых диодов создать схему синусоидального напряжения с амплитудой меньше 0.1 В?
- 3.19. Как изменится амплитуда и форма тока диода в однополупериодном выпрямителе синусоидального напряжения (рис.1.2), если параллельно резистору нагрузки присоединить конденсатор с емкостью C ($R \cdot C \gg T_{per}$)?
- 3.20. Вывести формулу для приближенной оценки относительной длительности импульса тока диода в однополупериодном выпрямителе синусоидального напряжения (рис.1.2) с RC нагрузкой ($R \cdot C \gg T_{per}$) для идеальной модели диода.
- 3.21. Как изменится амплитуда и форма тока диода в мостовом выпрямителе синусоидального напряжения (рис.1.4), если параллельно резистору нагрузки присоединить конденсатор с емкостью C ($R \cdot C \gg T_{per}$)?
- 3.22. Вывести формулу для приближенной оценки относительной длительности импульса тока диода в мостовом выпрямителе синусоидального напряжения (рис.1.4) с RC нагрузкой ($R \cdot C \gg T_{per}$) для идеальной модели диода.
- 3.23. Как изменится амплитуда и форма тока диода в мостовом выпрямителе синусоидального тока (рис.1.5), если параллельно резистору нагрузки присоединить конденсатор с емкостью C ($R \cdot C \gg T_{per}$)?

Список литературы

1. Б.Н.Митяшев. Полупроводниковые приборы. Изд.МФТИ, 1978.
2. А.С.Терентьев. PN-диод. Изд.МФТИ, 1980
3. В.П.Псурцев. Моделирование электронных схем.