

# **Задание 1**

Если у нас потребляемая мощность 1,8 Вт, а напряжение 3,2В,  
то  $I = P/U = 1,8 / 3,2 = 0,5625 \text{ A}$

## **1. Компоненты**

Элементная база:

- 1) Трансформатор ТП1201, Трансформатор, 6В, 1.8А

Ссылка на компонент: <https://www.chipdip.ru/product/tp1201-transformator-6v-1.8a-elektron-kompleks-34212>

datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/898/DOC003898343.pdf>

Технические параметры

- а) Тип трансформатора ТП
- б) Выходное напряжение, В 6
- в) Выходной ток, А 1.8
- г) Мощность, Вт 11
- д) Вес, г 235

- 2) Диодный мост KBR310

datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/812/DOC059812734.pdf>

Технические параметры диодного моста:

- а) Максимальное постоянное обратное напряжение, В 1000
- б) Максимальное импульсное обратное напряжение, В 1000
- в) Максимальный прямой(выпрямленный за полупериод) ток, А 3
- г) Максимальный допустимый прямой импульсный ток, А 80
- д) Максимальный обратный ток, мА 5
- е) Максимальное прямое напряжение, В 1.1
- ж) при  $I_{pr.}, \text{A} 1.5$
- з) Максимальное время обратного восстановления, мкс -
- и) Общая емкость  $C_d, \text{пФ} 25$
- к) Рабочая температура, С  $-55 \dots +150$
- л) Способ монтажа ТНТ
- м) Корпус КВР
- н) Вес, г 1

- 3) Стабилитрон 1N5333BG, Диод стабилитрон, 3.3В, 5Вт, Траб 65-175С  
ссылка на компонент: <https://www.chipdip.ru/product/1n5333bg-diode-stabililtron-3.3v-5vt-trab-on-semiconductor-8030703020>  
datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/071/DOC012071041.pdf>

Технические параметры

- а) Корпус 017AA
- б) Монтаж ТНТ
- в) Мощность, Вт 5
- г) Напряжение стабилизации, В 3.3
- д) Тип стабилитрон
- е) Diode Configuration Single
- ж) Maximum Operating Temperature +200 °C
- з) Maximum Power Dissipation 5 W
- и) Maximum Reverse Leakage Current 300μA
- к) Maximum Zener Impedance 3Ω
- л) Minimum Operating Temperature -65 °C
- м) Mounting Type Through Hole
- н) Nominal Zener Voltage 3.3V
- о) Number of Elements per Chip 1
- п) Package Type DO-15
- р) Pin Count 2
- с) Test Current 380mA
- т) Zener Type Voltage Regulator
- у) Zener Voltage Tolerance 5%
- ф) Power Dissipation 5W
- х) Reverse Leakage Current (Ir) 300uA@1V
- ц) Zener Impedance (Zzt) 3Ω
- ч) Zener Voltage (Nom) 3.3V
- ш) Вес, г 0.7

- 4) конденсатор CW5R5684CF-ZJ, 680 mF (EDLC) Supercapacitor 5.5 V Radial, Can 50Ohm 1000 Hrs @ 85°C

<https://www.chipdip.ru/product/cw5r5684cf-zj-680-mf-edlc-cda-zhifengwei-tech-8033819112>  
datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/986/DOC049986055.pdf>

Технические параметры

- а) Рабочее напряжение, В 5.5
- б) Номинальная емкость 680
- в) Допуск номинальной емкости, % -20%, +80%
- г) Рабочая температура, С -25°C ~ 85°C

- д) ESR (Equivalent Series Resistance) 50Ohm
- е) Lead Spacing 0.197"(5.00mm)
- ж) Lifetime @ Temp. 1000 Hrs @ 85°C
- з) Mounting Type Through Hole
- и) Package / Case Radial, Can
- к) Termination PC Pins

- 5) конденсатор EDC104Z5R5C, 100 mF (EDLC) Supercapacitor 5.5 V Radial, Can 75Ohm @ 1kHz 1000 Hrs @ 70°C

ссылка на компонент: <https://www.chipdip.ru/product/edc104z5r5c-100-mf-edlc-supercapacitor-5.5-v-radial-can-cde-8033881007>

datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/054/DOC050054719.pdf>

#### Технические параметры

- а) Рабочее напряжение,В 5.5
- б) Номинальная емкость 100
- в) Допуск номинальной емкости,% -20%, +80%
- г) Рабочая температура,С -25°C ~ 70°C
- д) ESR (Equivalent Series Resistance) 75Ohm @ 1kHz
- е) Lead Spacing 0.197"(5.00mm)
- ж) Lifetime @ Temp. 1000 Hrs @ 70°C
- з) Mounting Type Through Hole
- и) Package / Case Radial, Can
- к) Termination PC Pins

- 6) конденсатор RSCX13345R5F05013U, 330 mF (EDLC) Supercapacitor 5.5 V Axial, Can - Horizontal 75Ohm 1000 Hrs @ 70°C

<https://www.chipdip.ru/product/rscx13345r5f05013u-330-mf-edlc-supercapacitor-5.5-v-elsa-8034159560>

datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/273/DOC051273114.pdf>

#### Технические параметры

- а) Рабочее напряжение,В 5.5
- б) Номинальная емкость 330
- в) Допуск номинальной емкости,% -20%, +80%
- г) Рабочая температура,С -25°C ~ 70°C
- д) ESR (Equivalent Series Resistance) 75Ohm
- е) Lead Spacing 0.394"(10.00mm)

- ж) Lifetime @ Temp. 1000 Hrs @ 70°C
- з) Mounting Type Through Hole
- и) Package / Case Axial, Can-Horizontal
- к) Termination PC Pins

7) Диод выпрямительный 1N4003, 1A 200V [DO-41 / DO-204AC.]

<https://www.chipdip.ru/product/1n4003-diod-vypryamitelnyy-1a-200v-do-41-do-204ac-diotec-9000461660>

datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/702/DOC011702902.pdf>

#### Технические параметры

- а) Кол-во диодов в корпусе 1
  - б) Конфигурация диода Одиночный
  - в) Максимальное постоянное обратное напряжение, В 200
  - г) Максимальный (средний) прямой ток на диод, If(AV) (А) 1
  - д) Максимальное прямое напряжение при Tj=25 °C, Vf при If(B) 1.1
  - е) Максимальный обратный ток при Tj=25 °C, Ir при Vr (мКА) 10
  - ж) Рабочая температура PN-прехода (°C) -65...+175
  - з) Корпус DO-204AL/DO-41
  - и) Вес, г
- 8) Резистор МО-200 (С2-23) 2Вт, 3 Ом, 5%, Резистор металлооксидный  
 ссылка на компонент: <https://www.chipdip.ru/product/mo-200-s2-23-2vt-3-om-5-rezistor-metallooksidnyy-21905>

datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/055/DOC000055622.pdf>

#### Технические параметры

- а) Тип С2-23
- б) Номин.сопротивление 3
- в) Единица измерения Ом
- г) Точность, % 5
- д) Мощность, Вт 2
- е) Макс.рабочее напряжение, В 750
- ж) Рабочая температура, С -55...155
- з) Длина корпуса L,мм 15.5
- и) Ширина (диаметр) корпуса W(D),мм 5
- к) Монтаж в отв.

- л) Вес, г 0.98
- 9) резистор Р1-173-2-3Ом ±5% -1, Резистор углеродистый  
ссылка на компонент: <https://www.chipdip.ru/product/r1-173-2-3om-5-1-rezistor-uglerodistyy-resurs-9002007879>  
datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/104/DOC055104875.pdf>

Технические параметры

- а) Номин.сопротивление 3
- б) Единица измерения Ом
- в) Точность, % 5
- г) Мощность, Вт 2
- д) Макс.рабочее напряжение,В 500
- е) Рабочая температура,С -60...155
- ж) Длина корпуса L,мм 15.5
- з) Ширина (диаметр) корпуса W(D),мм 5
- и) Вес, г 1

- 10) Резистор МО-200 (C2-23) 2Вт, 3.3 Ом, 5%, Резистор металлооксидный  
ссылка на компонент: <https://www.chipdip.ru/product/mo-200-s2-23-2vt-3.3-om-5-rezistor-metallooksidnyy-64241>  
datasheet: <https://static.chipdip.ru/lib/055/DOC000055622.pdf>

Технические параметры

- а) Тип С2-23
- б) Номин.сопротивление 3.3
- в) Единица измерения Ом
- г) Точность, % 5
- д) Мощность, Вт 2
- е) Макс.рабочее напряжение,В 750
- ж) Рабочая температура,С -55...155
- з) Длина корпуса L,мм 15.5
- и) Ширина (диаметр) корпуса W(D),мм 5
- к) Монтаж в отв.
- л) Вес, г 0.98

- 11) Резистор 3,3 Ом 5% MOF-200 2 Вт (MOF2WJ3R3B) Olitech Electronics  
металлопленочный  
ссылка на компонент: <https://www.chipdip.ru/product/3-3-om-5-mof-200-2-vt-mof2wj3r3b-olitech-8003235570>

Технические параметры

- а) Тип С2-23
- б) Номин.сопротивление 3.3

- в) Единица измерения Ом
- г) Точность, % 5
- д) Мощность, Вт 2
- е) Вес, г 1

## **2. Варианты решения**

### **2.1. 1 вариант**

Схема двухполупериодный выпрямитель (с использование диодного моста)

Мы взяли чуть помощнее трансформатор, чтобы конденсатор успел заряжаться.

#### **Напряжение на конденсаторе(после выпрямителя)**

Выходное напряжение трансформатора составляет 6 В.

У нас идет падение напряжения на диодном мосте, по datasheet максимальное прямое напряжение составляет 1,1 В,

Т.е. , как я понимаю, падение напряжение составляет максимум 1,1 В, возьмем несколько меньшее значение 0,9 В

тогда напряжение в сети должно быть равно

$6\text{V} - 0,9\text{V} = 5,1 \text{ V}$  – напряжение при выходе после выпрямителя

У нас требуемая мощность составляет 1,8 Вт, а на стабилитроне мощность составляет 5 Вт,

#### **Резистор**

Нам необходимо 3,3 В для нагрузки на выходе стабилитрона, а у нас 5,1 В, тогда нужно перед конденсатором поставить резистор, который бы лишнее напряжение снимал на себя

$$U(\text{резистора}) = 5,1 \text{ V} - 3,3 \text{ V} = 1,8 \text{ V}$$

если у нас ток нагрузки составляет 0,6 А, то

$$R = 1,8 \text{ V} / 0,6 \text{ A} = 3 \text{ Ом}$$

Ставим резистор МО-200 (С2-23) 2Вт, 3 Ом или резистор Р1-173-2-3Ом  $\pm 5\%$  -1, углеродистый перед стабилитроном на 3 Ом, он в том числе служит для сдерживания тока.

#### **Посчитаем емкость сглаживающего конденсатора:**

$$C = 3200 * I(\text{ток нагрузки}) / U(\text{напряжение нагрузки}) * K(\text{коэффициент пульсации})$$

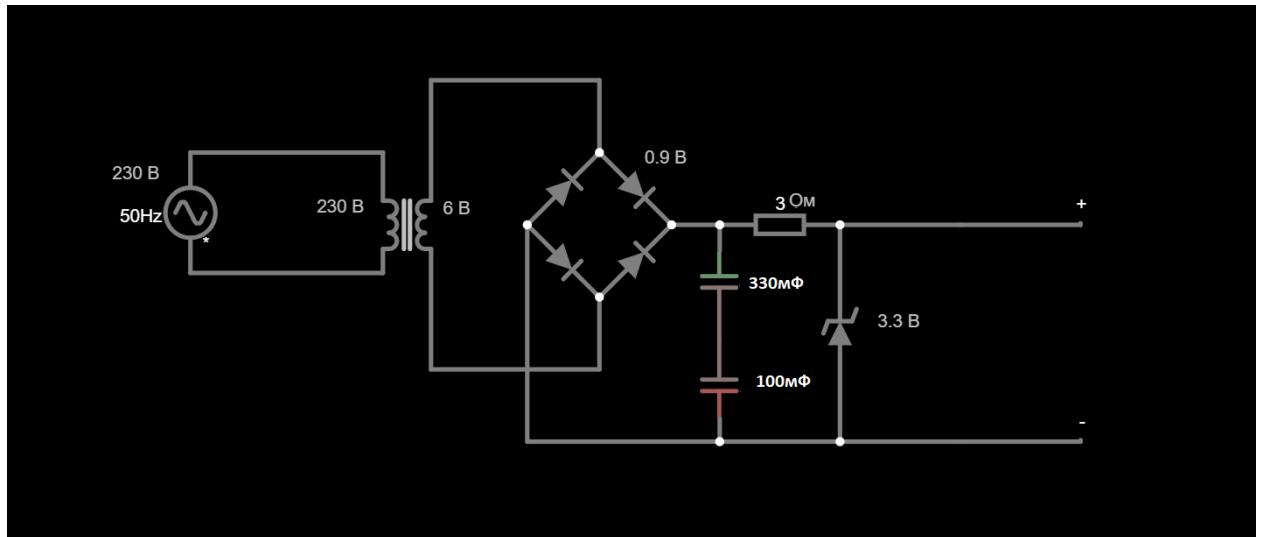
Для большинства типов аппаратуры коэффициент пульсаций берется 0,01-0,001.

$$\text{Тогда } C = 3200 * 0,6 \text{ A} / 5,2 \text{ V} * 0,001 = 369230 = 369 \text{ мФ}$$

емкость конденсатора равна 369 мФ

Берем конденсатор EDC104Z5R5C на 100 мФ и RSCX13345R5F05013U на 330 мФ.

Общий объем конденсаторов 430 мФ



## 2.2. Достоинства и недостатки варианта 1

Минусы:

- 1) Двойное падение напряжения на диодах по сравнению с однополупериодным выпрямлением.

Это происходит, потому что ток в итоге проходит через два диода.

Например, прямое напряжение на кремниевых диодах в двухполупериодном выпрямителе не менее  $0,65 \times 2 \approx 1,3$  В. Это нежелательно в низковольтных схемах.

- 2) Удваиваются потери энергии, рассеиваемой в виде тепла, на диодах, что снижает КПД мощных низковольтных выпрямителей.

Частично этот недостаток можно преодолеть за счёт использования диодов Шоттки с малым прямым падением напряжения.

- 3) При выходе из строя одного из диодов (обрыве) схема превращается в однополупериодный выпрямитель, что может быть сразу не замечено.

- 4) На выходе двухполупериодного выпрямителя получается пульсирующий ток, а не строго постоянный.

Для сглаживания пульсаций необходимо использовать сглаживающий фильтр, который в простом варианте может

состоять из одного конденсатора. Ёмкость конденсатора должна быть такой, чтобы конденсатор не успевал быстро разрядиться.

5) Если пульсации должны быть малыми, или сопротивление нагрузки мало, то необходима чрезмерно большая ёмкость конденсатора,

что может вызвать недопустимый нагрев вентиля и выход его из строя.

Плюсы:

- 1) Более высокая эффективность по сравнению с однополупериодным выпрямителем. Двухполупериодные выпрямители могут одновременно использовать как положительный, так и отрицательный полупериоды, что повышает КПД.
- 2) Более высокое среднее выходное напряжение — выходное напряжение постоянного тока двухполупериодного выпрямителя составляет примерно 0,637 пикового напряжения переменного тока, тогда как выходное напряжение однополупериодного выпрямителя — всего 0,318 В·м.
- 3) Лучший коэффициент использования трансформатора — двухполупериодные выпрямители могут более полно использовать мощность вторичной обмотки трансформатора, сократить потери ресурсов.
- 4) Меньшие пульсации выходного постоянного тока по сравнению с однополупериодным выпрямителем. Поскольку выходная частота двухполупериодного выпрямления в два раза превышает входную частоту переменного тока, колебания напряжения происходят быстрее, пульсации меньше, а результирующий постоянный ток более стабилен.
- 5) Требуется меньший фильтрующий конденсатор — поскольку амплитуда пульсаций ниже, а выходное напряжение относительно стабильно по сравнению с однополупериодным выпрямлением, для дальнейшего сглаживания формы сигнала требуется лишь меньший фильтрующий конденсатор.

### 2.3. 2 вариант

Схема однополупериодного выпрямителя(с одним диодом)

Мы взяли чуть помощнее трансформатор, чтобы конденсатор успел заряжаться.

Выходное напряжение трансформатора составляет 6 В.

**Напряжение на конденсаторе(после выпрямителя)**

У нас идет падение напряжения на диодном выпрямителе 1N4003, по datasheet максимальное прямое напряжение составляет 1 В,

Т.е. , как я понимаю, падение напряжение составляет максимум 1 В, возьмем несколько меньшее значение 0,8 В

тогда напряжение в сети должно быть равно

$6\text{V} - 0.8\text{V} = 5.2\text{ V}$  – напряжение при выходе после выпрямителя

У нас требуемая мощность составляет 1,8 Вт, а на стабилитроне мощность рассеивания составляет 5 Вт,

## Резистор

Нам необходимо 3,3 В для нагрузки на выходе стабилитрона, тогда необходимо перед конденсатором поставить резистор.

$$U(\text{резистора}) = 5.2\text{ V} - 3.3\text{ V} = 1.9\text{ V}$$

если у нас ток нагрузки составляет 0,6 А, то

$$R = 1.9\text{ V} / 0.6\text{ A} = 3.2\text{ Ом}$$

Резистор MO-200 (C2-23) 2Вт, 3.3 Ом или 3,3 Ом 5% MOF-200 2 Вт (MOF2WJ3R3B) Olitech Electronics перед стабилитроном, он в том числе служит для сдерживания тока.

**Посчитаем емкость сглаживающего конденсатора для схемы с полупериодным выпрямителем :**

$$C = 6400 * I(\text{ток нагрузки}) / U(\text{напряжение нагрузки}) * K(\text{коэффициент пульсации})$$

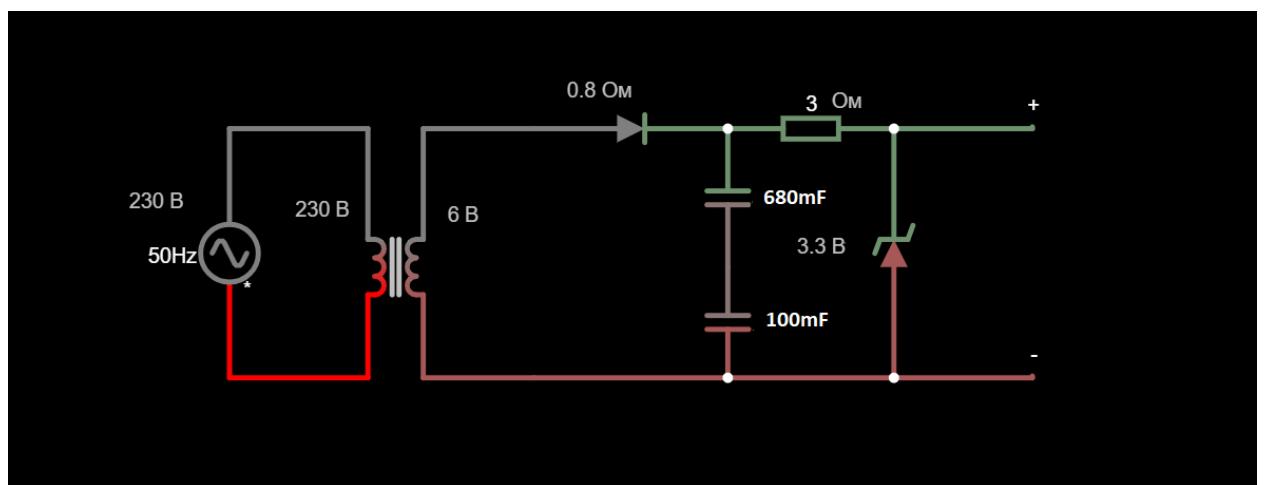
Напряжение нагрузки у нас составляет 5,2 В, т.к. требуемому напряжению 3,3 В у нас еще стоит резистор на 3 Ом.

$$\text{Тогда } C = 6400 * 0.6\text{ A} / 5.2\text{ V} * 0.001 = 738462\text{ мкФ}$$

емкость конденсатора равна 0,74 Ф

Можно взять два конденсатора: CW5R5684CF-ZJ, 680 мФ и EDC104Z5R5C, 100 мФ

емкость двух конденсаторов =  $680 + 100 = 780\text{ мФ}$



## **2.4. Достоинства и недостатки варианта 2**

Даная схема весьма неудобна, т.к конденсатор будет очень быстро разряжаться на нагрузку и получим так называемые пульсации.

Данная схема нашла применение в других областях электроники, например для получения импульсов, если поставить

с схему компаратор, то можем получить серию прямоугольных импульсов частоты , заданных гармоническим сигналом

Минусы:

- 1) высокий коэффициент пульсаций,
- 2) низкий коэффициент полезного действия (КПД)
- 3) большие габариты.

Плюсы:

- 1) Простота. Схемотехническая схема проста и понятна.
- 2) Дешевизна. Поскольку требуется и используется минимальное количество компонентов, выпрямитель дешевле.
- 3) Простота использования. Благодаря простой конструкции устройство легко использовать.
- 4) Снижение падения напряжения и потерь мощности на выпрямителе. В однополупериодной схеме ток нагрузки

протекает через один вентиль, в то время как в мостовой схеме — через два последовательно соединённых вентиля.