

1. Расчет резисторов для светодиодов

1.1. Белый светодиод (7,4 В)

Рассчитать номинал и мощность резистора для подключения одного **белого** светодиода к источнику напряжения 7,4 В

Источник питания ($V_{\text{ист}}$): 7.4 В

Светодиод: **белый**

Расчитать сопротивление R_1

На белом светодиоде падение напряжения (V_{LED}) при рабочем токе $I_{\text{LED}} = 20\text{mA}$ в среднем 3.2 В.

Если на светодиоде будет происходить падение напряжения 3.2 Вольта, то на R_1 должен упасть остаток: $7.4 - 3.2 = 4.2$ Вольт.

Расчет сопротивления, на котором должно упасть 4.2 В при заданном токе:

$$R_1 = (V_{\text{ист}} - V_{\text{LED}}) / I_{\text{LED}} = (7.4 - 3.2) / 0.02 = \text{210 Ом}$$

Минимальная мощность рассеивания на резисторе:

$$P = I_{\text{LED}}^2 * R_1 = 0.02^2 * 210 = \text{0.084 Вт}$$

Ближайшие значения из ряда E24 к 210 Ом: 220 Ом

1.2. Два зеленых светодиода (11,7 В)

Рассчитать номинал и мощность резистора для последовательного подключения двух **зеленых** светодиодов к источнику напряжения 11,7 В

Источник питания ($V_{\text{ист}}$): 11.7 В

Светодиод: два **зеленых** последовательно подключенных

Расчитать сопротивление R_1

На зеленом светодиоде падение напряжения (V_{LED}) при рабочем токе $I_{\text{LED}} = 20\text{mA}$ в среднем 2.1 В.

Расчет сопротивления при заданном токе:

$$R = (V_{\text{ист}} - 2 * V_{\text{LED}}) / I_{\text{LED}} = (11.7 - 4.2) / 0.02 = \text{375 Ом}$$

Минимальная мощность рассеивания на резисторе:

$$P = I^2 * R = 0.02^2 * 375 = \text{0.150 Вт}$$

Ближайшие значения из ряда E24 к 375 Ом: 390 Ом

1.3. 16 красных светодиодов (12,7 В)

Рассчитать номинал и мощность резисторов для последовательно-параллельного подключения шестнадцати **красных** светодиодов к источнику напряжения 12,7 В

Источник питания ($V_{\text{ист}}$): 12.7 В

Светодиод: последовательно-параллельно подключены шестнадцать **красных** светодиодов (по 4 светодиода в одной линии)

Рассчитать сопротивление R_1

На красном светодиоде падение напряжения (V_{LED}) при рабочем токе $I_{\text{LED}} = 20\text{mA}$ в среднем 2.1 В.

Для каждой линии из 4-х светодиодов нужен свой резистор. Номинал резистора одинаков для каждой линии. Нужно рассчитать R_1 для одной линии из 4-х светодиодов.

Расчет сопротивления при заданном токе:

$$R = (V_{\text{ист}} - 4 \cdot V_{\text{LED}}) / I_{\text{LED}} = (12.7 - 8.4) / 0.02 = \text{215 Ом}$$

Минимальная мощность рассеивания на резисторе:

$$P = I^2 \cdot R = 0.02^2 \cdot 215 = \text{0,086 Вт}$$

Ближайшие значения из ряда E24 к 215 Ом: 220 Ом

2. Расчет делителей напряжения

2.1. Делитель 12,7 В → 8,4 В

Рассчитать номиналы резисторов для делителя: из напряжения 12,7 В требуется получить на выходе 8,4 В при номинале резистора R_1 220 Ом

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$\begin{aligned} V_{\text{out}} \cdot (R_1 + R_2) &= V_{\text{in}} \cdot R_2 \\ V_{\text{out}} \cdot R_1 + V_{\text{out}} \cdot R_2 &= V_{\text{in}} \cdot R_2 \\ V_{\text{out}} \cdot R_1 &= V_{\text{in}} \cdot R_2 - V_{\text{out}} \cdot R_2 \\ V_{\text{out}} \cdot R_1 &= R_2 \cdot (V_{\text{in}} - V_{\text{out}}) \end{aligned}$$

$$R_2 = (V_{\text{out}} \cdot R_1) / (V_{\text{in}} - V_{\text{out}})$$

$$R_2 = (8.4 \cdot 220) / (12.7 - 8.4) \approx \text{430 Ом}$$

Ближайшие значения из ряда E24 к 430 Ом: 430 Ом

2.2. Делитель 6,8 В → 3,4 В

Рассчитать номиналы резисторов для делителя: из напряжения 6,8 В требуется получить на выходе 3,4 В при номинале резистора R_1 82 Ом

$$R_2 = (V_{\text{out}} \cdot R_1) / (V_{\text{in}} - V_{\text{out}})$$

$$R2 = (3.4 * 82) / (6.8 - 3.4) = 82 \text{ Ом}$$

Ближайшие значения из ряда E24 к 82 Ом: 82 Ом

2.3. С учетом нагрузки

Произвести перерасчет делителей задач 2.1 и 2.2 при условии тока нагрузки, подключенной к выходу равной 7 мА ($I_{\text{нагр}}$). Номинал $R1$ задан явно в условии.

Общий алгоритм:

1. Вычислить сопротивление нагрузки ($R_{\text{нагр}}$):

$$R_{\text{нагр}} = V_{\text{out}} / I_{\text{нагр}}$$

где:

V_{out} – напряжение на резисторе $R2$

2. Вычислить $R_{\text{экв}}$ – совместное сопротивление нижней части делителя ($R2$) и подключенной к ней нагрузки ($R_{\text{нагр}}$):

$$R_{\text{экв}} = 1 / (1/R2 + 1/R_{\text{нагр}})$$

3. Пересчитать делитель для полученного $R_{\text{экв}}$:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} * R_{\text{экв}} / (R1 + R_{\text{экв}})$$

Пересчет для задачи 2.1

Дано:

$$V_{\text{in}} = 12,7 \text{ В}$$

$$V_{\text{out}} = 8.4 \text{ В}$$

$$R1 = 220 \text{ Ом}$$

$$R2 = 430 \text{ Ом}$$

$$I_{\text{нагр}} = 7 \text{ мА}$$

Решение:

$$R_{\text{нагр}} = 8.4 / 0.007 \approx 1200 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{экв}} = 1 / (1/220 + 1/1200) \approx 186 \text{ Ом}$$

$$V_{\text{out}} = 12.7 * 186 / (220 + 186) \approx 5.8 \text{ В}$$

Пересчет для задачи 2.2

Дано:

$$V_{\text{in}} = 6.8 \text{ В}$$

$$V_{\text{out}} = 3.4 \text{ В}$$

$$R1 = 82 \text{ Ом}$$

$$R2 = 82 \text{ Ом}$$

$$I_{\text{нагр}} = 7 \text{ мА}$$

Решение:

$$R_{\text{нагр}} = 3.4 / 0.007 \approx 486 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{экв}} = 1 / (1/82 + 1/486) \approx 70 \text{ Ом}$$

$$V_{\text{out}} = 6.8 * 70 / (82 + 70) \approx 3.1 \text{ В}$$

3. Время заряда конденсатора до 95%

Произвести расчет времени заряда конденсатора до 95%

$$t = 3 * R * C$$

3.1. C = 2,2 мкФ, R = 82 Ом

2,2 мкФ, при сопротивлении 82 Ом

$$t = 3 * 82 * 2.2e-6 \approx 0.54 \text{ мс}$$

3.2. C = 33 мкФ, R = 6,8 Ом

33 мкФ, при сопротивлении 6,8 Ом

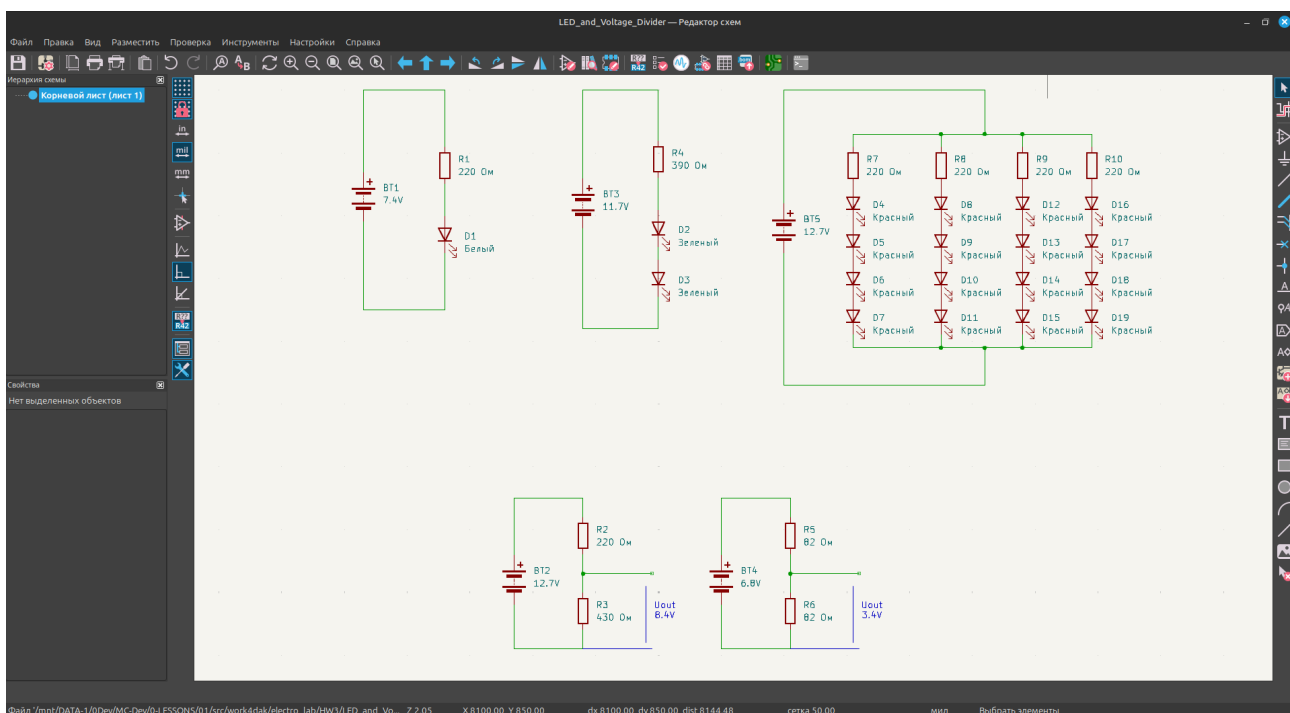
$$t = 3 * 6.8 * 33e-6 \approx 0.67 \text{ мс}$$

3.3. C = 0,47 нФ, R = 1,8 кОм

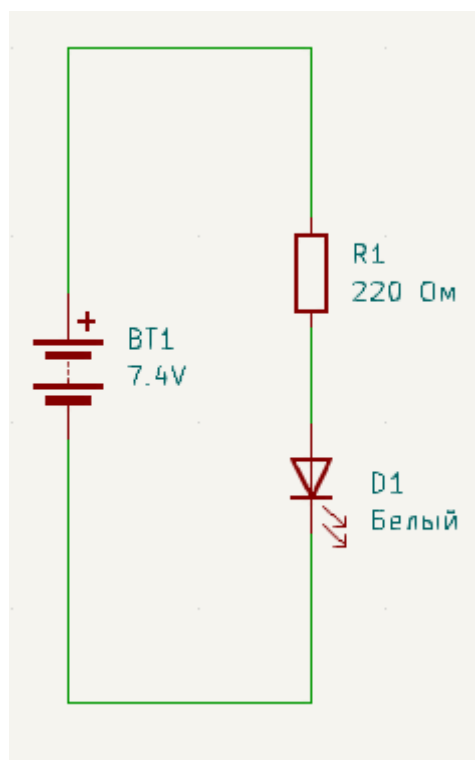
0,47 нФ, при сопротивлении 1,8 кОм

$$t = 3 * 1800 * 0.47e-9 \approx 2.54 \text{ мкс}$$

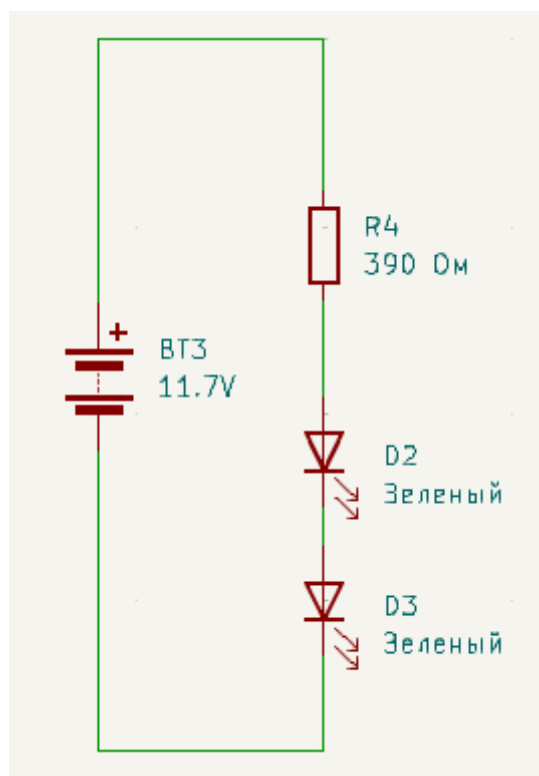
Схемы KiCAD



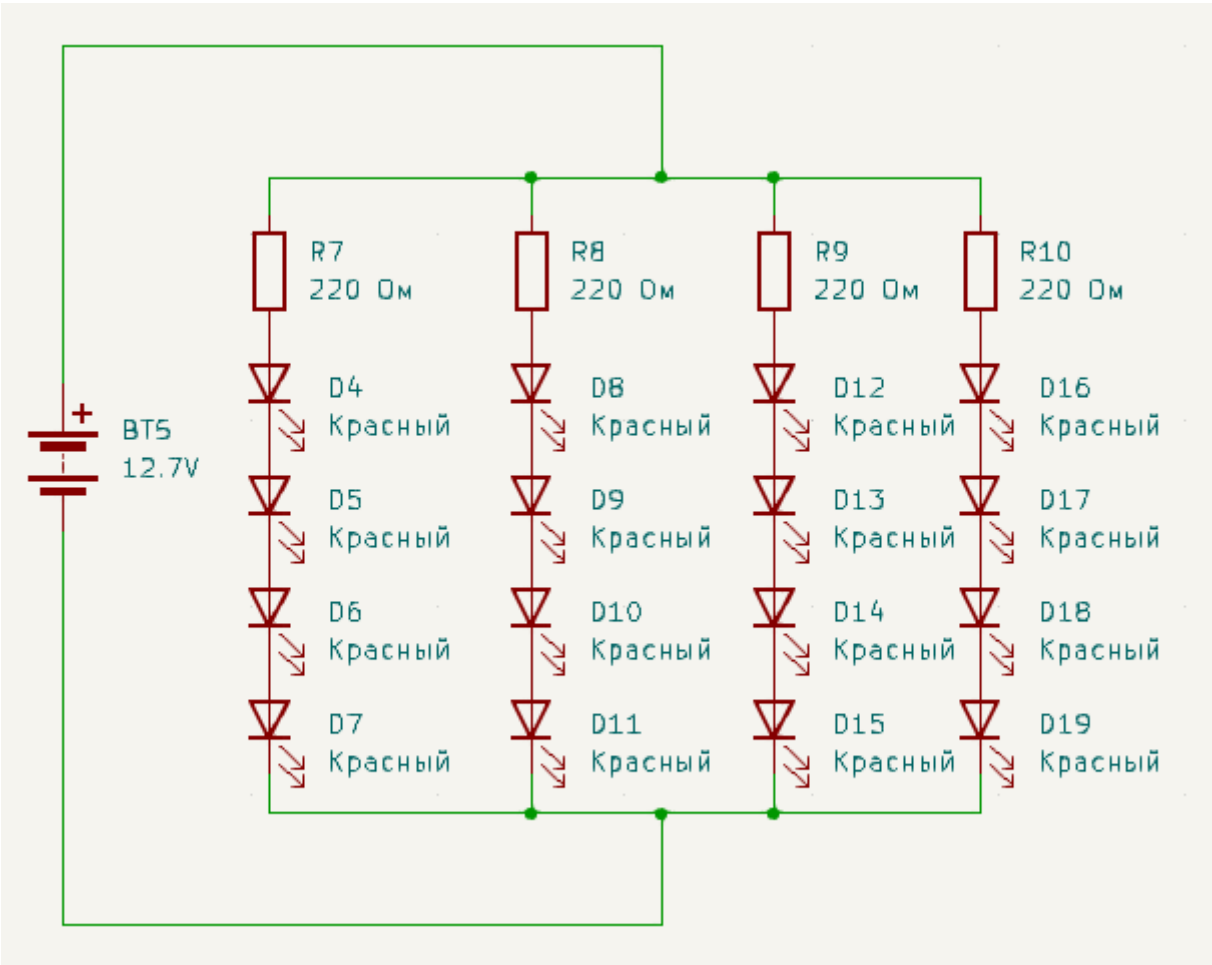
Задача 1.1



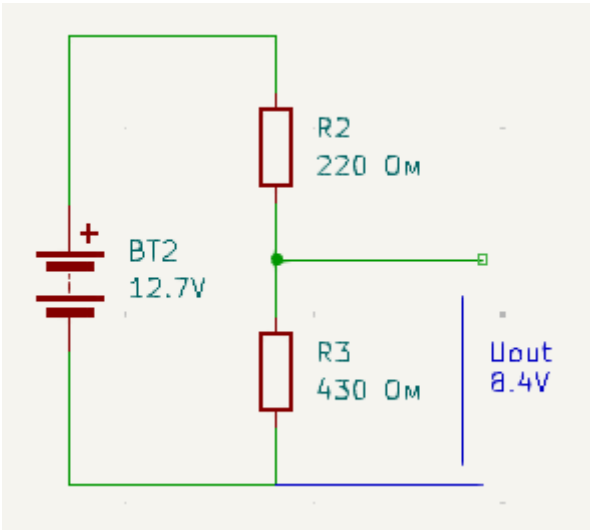
Задача 1.2



Задача 1.3



Задача 2.1



Задача 2.2

