

3.ЗАДАЧА ЭП-1 РАСЧЕТ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО БЛОКА ПИТАНИЯ

Задание:

Для заданной схемы стабилизированного источника питания (рис.ЭП-1.1 – ЭП-1.3):

- 1) подобрать стабилитрон;
- 2) рассчитать параметрический стабилизатор на полупроводниковом стабилитроне для питания нагрузки с сопротивлением R_H , обеспечивающий постоянным и равным U_H значение напряжения на нагрузке, при колебании напряжения на входе схемы от U_1' до U_1'' ;
- 3) произвести проверку правильности подбора стабилитрона, рассчитав допустимый диапазон входных напряжений стабилизатора;
- 4) подобрать полупроводниковые диоды для заданной выпрямительной схемы и рассчитать коэффициент трансформации;

Номер варианта	Параметры нагрузки		Номер схемы	Напряжение на первичной обмотке трансформатора	
	R_H , Ом	$U_{ст}$, В		U_1' , В	U_1'' , В
18	80	8	3	274	329

Решение:

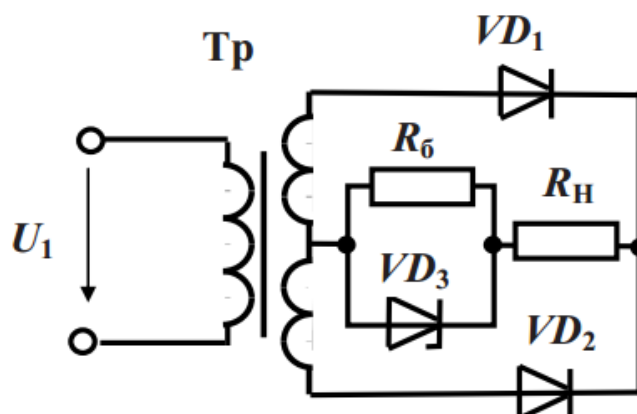


Рисунок 1. Схема исследуемой цепи

*Предполагаем, что на рисунке 1 сопротивления R_6 и R_H поменяны местами, т.к. стабилитрон обычно подключается параллельно нагрузке.

1. Подобрать стабилитрон для заданной схемы

2. Рассчитать параметрический стабилизатор на полупроводниковом стабилитроне для питания нагрузки с сопротивлением R_H , обеспечивающий постоянным и равным U_H значение напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения на входе схемы от U_1' до U_1'' .

Определим ток через нагрузку:

$$I_H = \frac{U_H}{R_H} = \frac{U_{ст}}{R_H} = \frac{8}{80} = 0,1A = 100 \text{ мА};$$

Действующее входное напряжение:

$$U_1 = \frac{U'_1 + U''_1}{2} = \frac{274 + 329}{2} = 301,5 \text{ В};$$

Нестабильность входного напряжения:

$$\Delta U_{\% -} = \frac{U_1 - U'_1}{U_1} = \frac{301,5 - 274}{301,5} = 9,1 \approx 10\%;$$

$$\Delta U_{\% +} = \frac{U''_1 - U_1}{U_1} = \frac{329 - 301,5}{301,5} = 9,1 \approx 10\%;$$

Для расчета стабилизатора для нагрузки малой мощности принимается $U = (1,5 \dots 2)U_H$.

$$U_{\text{выпр}} = 2U_H = 2 \cdot 8 = 16 \text{ В};$$

Так как напряжение на входе цепи переменное, то находим $U_{\min}$ и $U_{\max}$ по формулам:

$$U_{\min} = U_{\text{выпр}} \cdot (1 - \Delta U_{\% -}) = 16 \cdot (1 - 0,1) = 14,4 \text{ В};$$

$$U_{\max} = U_{\text{выпр}} \cdot (1 + \Delta U_{\% +}) = 16 \cdot (1 + 0,1) = 17,6 \text{ В};$$

Определим минимальный ток через стабилитрон:

$$I_{\text{ст min}} = 0,1 \cdot I_H = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ А} = 10 \text{ мА}$$

Определяем балластное сопротивление:

$$R_{\text{бал}} = \frac{U_{\min} - U_H}{I_{\text{ст min}} + I_H} = \frac{14,4 - 8}{0,01 + 0,1} = 58,18 \text{ Ом};$$

Для выбора стабилитрона необходимо знать основные параметры:

- 1) напряжение стабилизации $U_{\text{ст}}$
- 2) максимальный ток стабилизации $I_{\text{ст max}}$;
- 3) минимальный ток стабилизации $I_{\text{ст min}}$.

Из условия задачи определяем напряжение стабилизации:

$$U_{\text{ст}} = U_H = 8 \text{ В};$$

Рассчитаем максимальный ток стабилизации:

$$I_{\text{ст max}} = \frac{U_{\max} - U_H}{R_{\text{бал}}} - I_H = \frac{17,6 - 8}{58,18} - 0,1 = 0,065 \text{ А} = 65 \text{ мА}$$

Предельно допустимый ток выбирается с запасом:

$$I'_{\text{ст max}} \geq 1,3 \cdot I_{\text{ст max}} = 84,5 \text{ мА};$$

Для поддержания указанных токов стабилизации выбираем стабилитрон типа КС482А и выписываем его параметры:

Технические параметры

Мощность рассеяния,Вт	1
Минимальное напряжение стабилизации,В	7.8
Номинальное напряжение стабилизации,В	8.2
Максимальное напряжение стабилизации,В	8.6
Статическое сопротивление $R_{ст}$, Ом	25
при токе $I_{ст}$,мА	5
Температурный коэффициент напряжения стабилизации $\alpha_{уст}$,%/С	0.08
Временная нестабильность напряжения стабилизации $dU_{уст}$,В	1.5
Минимальный ток стабилизации $I_{ст.мин.}$,мА	1
Максимальный ток стабилизации $I_{ст.макс.}$,мА	96
Рабочая температура,С	-60... 125
Способ монтажа	в отверстие
Корпус	kd-8
Вес, г	0.2

3. Произвести проверку правильности подбора стабилитрона, рассчитав допустимый диапазон изменения входного напряжения стабилизатора

Наибольшее допустимое напряжение на входе стабилизатора:

$$U'_{вх доп} = U_{ст} + R_б \cdot (I_{ст мин} + I_n) = 8 + 58,18 \cdot (0,001 + 0,1) = 13,8 \text{ В};$$

$$U''_{вх доп} = U_{ст} + R_б \cdot (I_{ст макс} + I_n) = 8 + 58,18 \cdot (0,096 + 0,1) = 19,4 \text{ В};$$

По полученным данным условия

$$U'_{вх доп} \leq U'_{вх} \text{ и } U''_{вх} \leq U''_{вх доп};$$

$$13,8 < 14,4 \text{ и } 17,6 \leq 19,4$$

выполняются, следовательно, расчет выполнен верно.

4. Подобрать полупроводниковые диоды для заданной выпрямительной схемы и рассчитать коэффициент трансформации трансформатора

Для выпрямления напряжения используется двухполупериодный выпрямитель по схеме с выводом общей точки вторичной обмотки трансформатора.

Действующее значение напряжения на вторичной обмотке трансформатора:

$$U_2 = 2 \cdot \frac{U_{выпр}}{0,9} = 2 \cdot \frac{16}{0,9} = 35,5 \text{ В};$$

Амплитудное значение:

$$U_{2\max} = U_2\sqrt{2} = 35,5 \cdot 1,41 = 50 \text{ В};$$

Обратное напряжение на диодах VD₁ и VD₂:

$$U_{\text{обр max VD}} = 2\sqrt{2}U_2 = 2 \cdot 1,414 \cdot 35,5 = 100,3 \text{ В};$$

Средний ток через диоды VD₁ и VD₂ (ток нагрузки делится пополам, т.к. в каждом периоде каждый из диодов пропускает ток только половину времени):

$$I_{\text{пр VD ср}} = \frac{I_n}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ А}$$

Максимальное значение тока, протекающего через открытый диод:

$$I_{\text{пр VD max}} = \pi \cdot I_{\text{пр VD ср}} = 3,14 \cdot 0,05 = 0,157 \text{ А} = 157 \text{ мА}$$

Выбираем марку диодов Д237А — их параметры: максимальное обратное напряжение 200 В, максимальный прямой ток 300 мА подходят для выполнения данной задачи.

Коэффициент трансформации трансформатора:

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{301,5}{35,5} = 8,5;$$