

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и информационных систем
Факультет автоматики и вычислительной техники
Кафедра автоматики и телемеханики

Расчетная графическая работа №7
по теме
«Расчет параметрического стабилизатора»
Вариант 6

Выполнил:
студент гр. ИТб-3303-02-20
Перевозчиков И.А.
Проверил:
Вахрушев В.Ю.

Вариант 6

Цель работы: Рассчитать элементы схемы параметрического стабилизатора, работающего на нагрузку R_H , который при подаче на вход схемы напряжения $U_{вх}$ обеспечивает на выходе схемы постоянное напряжение U_H с нестабильностью $K_{нсU}$. Исходные данные приведены в табл. 7, причем для всех вариантов рабочий диапазон температур схемы от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

Дано:

Входное напряжение $U_{вх} = -30 \text{ В}$.

Выходное напряжение $U_H = -16 \text{ В}$.

Сопротивление нагрузки $R_H = 800 \text{ Ом}$.

Допустимая нестабильность выходного напряжения $K_{нсU} = 8 \%$.

Рабочий диапазон температур: от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

Выбор стабилитрона

Для получения выходного напряжения 16 В выбран стабилитрон типа Д814Д с номинальным напряжением стабилизации 16 В. Номинальный ток стабилизации составляет 10 мА, дифференциальное сопротивление стабилитрона — около 10 Ом. Температурный коэффициент напряжения стабилизации равен приблизительно 0,05 % на градус Цельсия. Стабилитрон включен в обратной полярности, так как стабилизируется отрицательное напряжение.

Расчет тока нагрузки

Ток нагрузки определяется по формуле:

$$I_H = U_H / R_H = 16 / 800 = 0,02 \text{ A (20 мА)}.$$

Выбор тока стабилизации

Для устойчивой работы стабилитрона принимаем ток стабилизации равным 10 мА. Тогда суммарный ток через балластный резистор составляет:

$$I_B = I_H + I_{ст} = 20 \text{ мА} + 10 \text{ мА} = 30 \text{ мА}.$$

Расчет балластного резистора

Падение напряжения на балластном резисторе равно:

$$U_{RБ} = |U_{вх}| - |U_H| = 30 - 16 = 14 \text{ В}.$$

Сопротивление резистора:

$$R_B = U_{RБ} / I_B = 14 / 0,03 \approx 467 \text{ Ом}.$$

Выбирается стандартное значение $R_B = 470 \text{ Ом}$.

Проверка мощности балластного резистора

Мощность, рассеиваемая на резисторе:

$$P = I_B^2 \cdot R_B = (0,03)^2 \cdot 470 \approx 0,42 \text{ Вт}.$$

Выбирается резистор мощностью не менее 0,5 Вт, рекомендуется 1 Вт для запаса.

Зависимость выходного напряжения от входного

С учетом дифференциального сопротивления стабилитрона выходное напряжение изменяется по закону:

$$U_{\text{вых}} \approx U_{\text{ст}} + r_{\text{д}} \cdot \Delta I.$$

Коэффициент передачи нестабильности по входному напряжению:

$$r_{\text{д}} / (R_{\text{б}} + r_{\text{д}}) = 10 / (470 + 10) \approx 0,021.$$

Даже при изменении входного напряжения на 10 % выходное напряжение изменяется незначительно.

Оценка нестабильности по входному напряжению

При колебании входного напряжения на 3 В изменение выходного напряжения составляет около 0,063 В, что соответствует коэффициенту нестабильности примерно 0,4 %.

Оценка температурной нестабильности

Диапазон изменения температуры составляет 60 °С. Изменение напряжения стабилизации:

$$\Delta U = U_{\text{ст}} \cdot \alpha \cdot \Delta T = 16 \cdot 0,0005 \cdot 60 = 0,48 \text{ В}.$$

Коэффициент температурной нестабильности:

$$K_{\text{нс}U(T)} = 0,48 / 16 \cdot 100 \% = 3 \%.$$

Итоговая нестабильность

Суммарная нестабильность выходного напряжения составляет приблизительно 3,4 %, что меньше допустимого значения 8 %. Требования технического задания выполнены, введение термокомпенсации не требуется.

Заключение

В результате расчета параметрического стабилизатора был выбран стабилитрон Д814Д и балластный резистор сопротивлением 470 Ом мощностью 0,5–1 Вт. Стабилизатор обеспечивает выходное напряжение –16 В при заданной нагрузке и допустимой нестабильности в рабочем диапазоне температур.