

Расчёт параметров элементов усилителя с ОЭ

1. Рассчитать элементы цепи термостабилизации $R_{Э}$ и $C_{Э}$.

- Увеличение $R_{Э}$ повышает глубину отрицательной обратной связи во входной цепи усилителя (улучшает термостабилизацию), с другой стороны, при этом падает КПД усилителя из-за дополнительных потерь мощности на этом сопротивлении. Обычно выбирают величину падения напряжения на $R_{Э}$ порядка $(0,1 \dots 0,3)E_K$, что равносильно выбору $R_{Э} \approx (0,05 \dots 0,15)R_K$ в согласованном режиме работы транзистора. Используя последнее соотношение выбираем величину $R_{Э}$.
- Для коллекторно-эмиттерной цепи усилительного каскада в соответствии со вторым законом Кирхгофа можно записать уравнение электрического состояния по постоянному току:

$$E_K = U_{KЭ0} + (R_K + R_{Э})I_{K0}$$

Используя это уравнение скорректировать выбранные в § 2.2 значение E_K и величину R_K .

- Определить величину $C_{Э}$ из условия $R_{Э} = (5 \dots 10)X_{Э}$, где $X_{Э}$ —емкостное сопротивление конденсатора $C_{Э}$.
Для расчёта ёмкости конденсатора $C_{Э}$ воспользуемся выражением:

$$C_{Э} = \frac{10^7}{(1 \dots 2)2\pi f_H R_{Э}}, \text{ мкФ},$$

выбрав нижнюю граничную частоту равной $f_H = 50 \dots 100$ Гц.

2. Для исключения шунтирующего действия делителя $R_1 R_2$ на входную цепь транзистора выберем сопротивление R_B :

$$R_B = R_1 \parallel R_2 = (2 \dots 5)R_{BxTp}$$

и ток делителя $I_D = (2 \dots 5)I_{B0}$, что повышает температурную стабильность U_{B0} . Исходя из этого определить сопротивления R_1 , R_2 и R_B будут равны:

$$R_1 = \frac{E_K - U_{BЭ0}}{I_D - I_{B0}};$$

$$R_2 = \frac{U_{БЭ0}}{I_D} = \frac{R_{Э} I_{K0} + U_{БЭ0}}{I_D};$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

3. Определить емкость разделительного конденсатора C_{P1} из условия $R_{Вх} = (5 \dots 10) X_{P1}$, где X_{P1} — емкостное сопротивление разделительного конденсатора, $R_{Вх}$ — входное сопротивление каскада. При этом

$$C_{P1} \approx \frac{10^7}{(1 \dots 2) 2\pi f_H R_{Вх}}, \text{ мкФ},$$

$$\text{а } R_{Вх} = R_B \parallel R_{ВхТр}$$

Определение параметров усилительного каскада

1. Коэффициент усиления каскада по току K_i :

$$K_i = \frac{I_{Вых}}{I_{Вх}} \approx \beta.$$

2. Входное сопротивление каскада $R_{Вх}$:

$$R_{Вх} = R_B \parallel R_{ВхТр}, \text{ если } R_B \gg R_{ВхТр}, \text{ то } R_{Вх} \approx R_{ВхТр}.$$

3. Выходное сопротивление каскада $R_{Вых}$:

$$R_{Вых} = \frac{R_K}{1 + h_{22} R_K} \approx R_K.$$

4. Коэффициент усиления по напряжению K_u :

$$K_u = -\frac{U_{maxВых}}{U_{maxВх}} = -\beta \frac{R_K}{R_{Вх}}.$$

5. Коэффициент усиления по мощности K_p :

$$K_p = K_i K_u.$$

6. Полезная выходная мощность каскада:

$$P_{Вых} = 0,5 \frac{U_{maxВых}^2}{R_K}.$$

7. Полная мощность, расходуемая источником питания:

$$P_{\text{ист}} = I_{K0}E_K + I_D^2(R_1 + R_2) + I_{B0}^2R_1$$

8. КПД каскада:

$$\eta = \frac{P_{\text{Вых}}}{P_{\text{ИСТ}}} \cdot 100\%.$$

9. Верхняя и нижняя граничные частоты определяются из соотношения для коэффициента частотных искажений:
на нижней частоте —

$$M_H = \frac{K_0}{K_H} = \sqrt{1 + \frac{1}{(\omega_H \tau_H)^2}};$$

на верхней частоте —

$$M_B = \frac{K_0}{K_B} = \sqrt{1 + (\omega_B \tau_B)^2}.$$

Обычно выбирается $M_H = M_B$, тогда

$$\frac{1}{(\omega_H \tau_H)^2} = (\omega_B \tau_B)^2 = 1,$$

$$\tau_H \approx C_P(R_{Bx} + R_{Вых}),$$

$$\tau_B \approx C_K \frac{R_{Bx} R_{Вых}}{R_{Bx} + R_{Вых}},$$

где C_K — ёмкость коллекторного перехода.