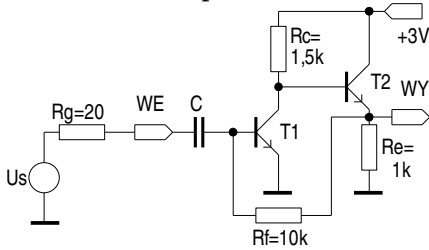


Imię i nazwisko:

Zadanie 1 (za 5 pkt)



Dla wzmacniacza jak na rysunku, z tranzystorami o $\beta = 100$, $r_{bb'} = 50$, kondensatorem C o bardzo dużej pojemności, obliczyć całkowite, ekwiwalentne napięcie szumów (na zaciskach źródła sygnału) w pasmie 20 Hz – 16 kHz. O ile % zmieni się to napięcie jeśli do tranzystora T1 podłączymy równolegle (emiter do emitera, kolektor do kolektora, baza do bazy) drugi identyczny tranzystor?

Rozwiązanie

Wyznaczenie punktów pracy tranzystorów:

$$\text{T1: } U_c=1,5\text{V} \quad I_c=1\text{mA} \quad I_b=10\mu\text{A}$$

$$\text{T2: } U_e=0,8\text{V} \quad U_b=1,5\text{V}$$

$$\text{dla T1: } r_{eb}=26\Omega \quad g_m=40\text{mA/V}$$

$$\text{wzmocnienie 1 stopnia (wspólny emiter): } k_u = g_m R_c = 60 \text{ V/V}$$

$$k_i = \beta = 100 \text{ A/A}$$

Wniosek: **szumy 2 stopnia do zaniedbania.**

Szumy szeregowo na wejściu (źródle sygnału):

$$\frac{u_n^2}{df} = 4kT \left(R_g + r_{bb'} + \frac{0,5}{g_m} \right) = 4kT (20\Omega + 50\Omega + 13\Omega) = 1,33 \cdot 10^{-18} \text{ V}^2/\text{Hz}$$

Szumy równoległe przetworzone na postać szeregową:

$$\frac{u_i^2}{df} = \left(2qI_B + \frac{4kT}{R_F} \right) R_g^2 = 1,92 \cdot 10^{-21} \text{ V}^2/\text{Hz}$$

Wniosek: **wpływ szumów równoległych do zaniedbania.**

Pasma szumowe wzmacniacza:

$$\Delta f = \frac{\pi}{2} \cdot (f_g - f_d) \approx 1,57 \cdot 16 \text{ kHz} \approx 25 \text{ kHz}$$

Napięcie szumów:

$$U_n = \sqrt{\frac{u_n^2}{df} \cdot \Delta f} = \sqrt{1,33 \cdot 10^{-18} \cdot 2,5 \cdot 10^4} \approx 1,8 \cdot 10^{-7} = 0,18 \mu\text{V}$$

Tranzystor podłączony równoległe do T1 nie zmienia całkowitego prądu kolektora, a więc nie zmienia też całkowitego g_m . Bez zmian pozostaje całkowity prąd I_b . Dwukrotnie maleje $r_{bb'}$, tak więc po modyfikacji napięcie szumów zmniejsza się o:

$$\frac{U_n - U_{nM}}{U_n} = \frac{\sqrt{83\Omega} - \sqrt{58\Omega}}{\sqrt{83\Omega}} = 1 - \sqrt{\frac{58\Omega}{83\Omega}} \approx 16\%$$