

Принципно приемаме, че:

$$I_{cn} > 1,5 \cdot I_{bx,cl.}$$

$$\Delta E\phi = 0,5 \div 2 \text{ V}$$

$$U_{BE} = 0,2 \text{ V (за Ge-тр.)}$$

$$U_{BE} = 0,5 \text{ V (за Si-тр.)}$$

$$\text{Приемаме: } U_{BE} = 0,5 \text{ V}$$

$$\text{Избираме стандартна стойност: } R_2 = 150 \text{ k}\Omega = 150 \cdot 10^3 \text{ }\Omega$$

$$\text{Условие: } R_2 \geq (3 \div 4) R_{bx,tr.} = (3 \div 4) h_{11e} = 4 \cdot 4 \cdot 10^3 \approx 16 \cdot 10^3 \text{ }\Omega = 16 \text{ k}\Omega$$

$$150 > 16$$

$\Rightarrow R_2$ отговаря на изискването

$$P = Id^2 \cdot R_2 = (20 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 150 \cdot 10^3 = 0,06 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 0,06 \text{ mW}$$

$$\text{Избираме стандартна стойност: } P = 0,125 \text{ W}$$

$$R_1 = (E_k - I_{cn} \cdot R_E - U_{BE}) \cdot \beta / (\beta \cdot Id + I_{cn}) =$$

$$(11,5 - 10^3 \cdot 2,4 \cdot 10^3 - 0,5) \cdot 200 / (200 \cdot 20 \cdot 10^{-6} + 10^{-3}) = 344 \cdot 10^3 \text{ }\Omega \approx 344 \text{ k}\Omega$$

$$\text{Избираме стандартна стойност: } R_1 = 360 \text{ k}\Omega = 360 \cdot 10^3 \text{ }\Omega$$

$$P = (Id + I_{bn})^2 \cdot R_1 = (20 \cdot 10^{-6} + 10^{-3})^2 \cdot 360 \cdot 10^3 = 374 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 374 \text{ mW}$$

$$I_{bn} \approx I_{cn}$$

$$\text{Избираме стандартна стойност: } P = 0,125 \text{ W}$$

$$R_c = (0,3 \div 0,6) \cdot E_k / I_{cn} = 0,4 \cdot 11,5 / 10^{-3} = 4,6 \cdot 10^3 \text{ }\Omega = 4,6 \text{ k}\Omega$$

$$\text{Избираме стандартна стойност: } R_c = 4,7 \text{ k}\Omega = 4,7 \cdot 10^3 \text{ }\Omega$$

$$P = I_{cn}^2 \cdot R_c = (10^{-3})^2 \cdot 4,7 \cdot 10^3 = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 4,7 \text{ mW}$$

$$\text{Избираме стандартна стойност: } P = 0,125 \text{ W}$$

Условия:

$$1. \frac{1}{R_c} \geq 2\pi f_B C_{bx,cl.} / \sqrt{(1/M_H^2 - 1) - (h_{22e} + 1/R_{1cl.} + 1/R_{2cl.} + 1/R_{bx,tr.})} = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 2000 \cdot 10^{-12} / \sqrt{(1/0,8^2 - 1)}$$

$$-(14 \cdot 10^{-6} + 1/200 \cdot 10^3 + 1/20 \cdot 10^3 + 1/2 \cdot 10^3) = -234 \cdot 10^{-6}$$

$$1/4,7 \cdot 10^3 \geq 1/-234 \cdot 10^{-6}$$

$$212 \cdot 10^6 > 1/-234 \cdot 10^{-6}$$

$$2. U_{CEN} = E_K - I_{cn} (R_C + R_E) \geq 1/2 \text{ V}$$

$$U_{CEN} = 11,5 - 10^{-3} (4,7 \cdot 10^3 + 2,4 \cdot 10^3) = 4,4 \text{ V}$$

$$4,4 > 1/2$$

$$I_{BX, сл.} = U_{BX, сл.}/R_1 \text{ сл.} + U_{BX, сл.}/R_2 \text{ сл.} + U_{BX, сл.}/R_{BX, тр2} =$$

$$0,2/200 \cdot 10^3 + 0,2/20 \cdot 10^3 + 0,2/2 \cdot 10^3 = 111 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 111 \mu\text{A}$$

$$I_{cn} > 1,5 \cdot I_{BX, сл.} = 1,5 \cdot 111 \cdot 10^{-6} = 166,5 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 166,5 \mu\text{A}$$

Приемаме: $I_{cn} = 1 \text{ mA} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

Приемаме: $\Delta E_\phi = 0,5 \text{ V}$

$$R_\phi = \Delta E_\phi / (1,2 \cdot I_{cn}) = 0,5 / (1,2 \cdot 10^{-3}) = 416,67 \Omega$$

Избираме стандартна стойност: $R_\phi = 420 \Omega$

$$P = \Delta E_\phi^2 / R_\phi = 0,5^2 / 420 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 0,6 \text{ mW}$$

Избираме стандартна стойност: $P = 0,125 \text{ W}$

$$C_\phi = 5 / (2\pi f_H R_\phi) = 5 / (2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 420) = 94,74 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 94,74 \mu\text{F}$$

Избираме стандартна стойност: $C_\phi = 100 \mu\text{F} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

$$U_{раб.} = 1,2 \cdot E_K = 1,2 \cdot 11,5 = 13,8 \text{ V}$$

$$U_{c\phi} \approx E_K$$

$$E_K = E_K' - \Delta E_\phi = 12 - 0,5 = 11,5 \text{ V}$$

Избираме стандартна стойност: $U_{раб.} = 16 \text{ V}$

$$R_E = (0,1/0,3) \cdot E_K / I_{cn} = 0,2 \cdot 11,5 / 10^{-3} = 2,3 \cdot 10^3 \Omega = 2,3 \text{ k}\Omega$$

Избираме стандартна стойност: $R_E = 2,4 \text{ k}\Omega = 2,4 \cdot 10^3 \Omega$

$$P = I_{en}^2 \cdot R_E = (10^{-3})^2 \cdot 2,4 \cdot 10^3 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 2,4 \text{ mW}$$

$$I_{en} \approx I_{cn}$$

Избираме стандартна стойност: $P = 0,125 \text{ W}$

$$I_d = (2/20) \cdot I_{cn} / \beta = 4 \cdot 10^{-3} / 200 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 20 \mu\text{A}$$

$$R_2 = (I_{Cn} \cdot R_E + U_{BE}) / I_d = (10^{-3} \cdot 2,4 \cdot 10^3 + 0,5) / 20 \cdot 10^{-6} = 145 \cdot 10^3 \Omega = 145 \text{ k}\Omega$$

⇒ R_C отговаря на изискванията

$$C_E \geq 10 / (2\pi f_H R_E) = 10 / (2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 2,4 \cdot 10^3) = 33,16 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 33,16 \mu\text{F}$$

Избираме стандартна стойност: $C_E = 33 \mu\text{F} = 33 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

$$U_{\text{раб.}} = 1,2 \cdot U_{CE} = 1,2 \cdot 2,4 = 2,88 \text{ V}$$

$$U_{CE} = U_{RE}$$

Избираме стандартна стойност: $U_{\text{раб.}} = 6 \text{ V}$

$$C_P \geq 1 / [2\pi f_H (R_C + R_{\text{сл.}}) \sqrt{(1/M_H^2 - 1)}] = \\ 1 / [2 \cdot 3,14 \cdot (4,7 \cdot 10^3 + 1,8 \cdot 10^3) \cdot \sqrt{(1/0,8^2 - 1)}] = 1,63 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 1,63 \mu\text{F}$$

$$1/R_{\text{сл.}} = 1/R_{1\text{сл.}} + 1/R_{2\text{сл.}} + 1/R_{\text{ВХ.тр2}} = \\ 1/200 \cdot 10^3 + 1/20 \cdot 10^3 + 1/2 \cdot 10^3 = 555 \cdot 10^{-6}$$

$$R_{\text{сл.}} = 1/555 \cdot 10^{-6} = 1,8 \cdot 10^3 \Omega = 1,8 \text{ k}\Omega$$

Избираме стандартна стойност: $C_P = 2 \mu\text{F} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

$$U_{\text{раб.}} = 1,2 \cdot U_{CP} = 1,2 \cdot 5,7 = 6,84 \text{ V}$$

$$U_{CP} = U_{R1\text{сл.}} - U_{RC} = 10,4 - 4,7 = 5,7 \text{ V}$$

$$U_{R1\text{сл.}} = R_{1\text{сл.}} \cdot I_{\text{сл.}} = 200 \cdot 10^3 \cdot 52 \cdot 10^{-6} = 10,4 \text{ V}$$

$$I_{\text{сл.}} = E_K / (R_{1\text{сл.}} + R_{2\text{сл.}}) = 11,5 / (200 \cdot 10^3 + 20 \cdot 10^3) = 52 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 52 \mu\text{A}$$

Избираме стандартна стойност: $U_{\text{раб.}} = 16 \text{ V}$

$$K_u = U_{\text{ВХ.сл.}} / U_{\text{ВХ.}} = - h_{21e} \cdot R_o / h_{11e} \approx$$

$$- h_{21e} \cdot R_C \cdot R_{\text{ВХ.тр2}} / [h_{11e} \cdot (R_C + R_{\text{ВХ.тр2}})] = \\ -(200 \cdot 4,7 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3) / [4 \cdot 10^3 \cdot (4,7 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3)] = -70,15$$

$$1/R_{\text{ВХ.ст}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_{\text{ВХ.тр1}} =$$

$$1/360 \cdot 10^3 + 1/150 \cdot 10^3 + 1/4 \cdot 10^3 = 259,44 \cdot 10^{-6}$$

$$R_{\text{ВХ.тр1}} = h_{11e}$$

$$R_{\text{ВХ.ст}} = 1/259,44 \cdot 10^{-6} = 3,85 \cdot 10^3 \Omega = 3,85 \text{ k}\Omega$$

$$I_{C\sim} = I_{BX\text{ сл.}} + U_{BX\text{ сл.}}/R_C = 111 \cdot 10^{-6} + 0,2/4,7 \cdot 10^3 = \\ 153,55 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 153,55 \mu\text{A}$$

$$I_{B\sim} = I_{C\sim}/\beta = 153,55 \cdot 10^{-6}/200 = 0,77 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 0,77 \mu\text{A}$$

$$K_{IB} = I_{BX\text{ тр2}}/I_{B\sim} = U_{BX\text{ сл.}}/(I_{B\sim} \cdot R_{BX\text{ тр2}}) = \\ 0,2/(0,77 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^3) = 129,87$$

$$U_{BX\text{ сл.}} = U_{BX\text{ сл.}}/|K_u| = 0,2/|-70,15| = 2,85 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 2,85 \text{ mV}$$

$$I_{BX\text{ сл.}} = U_{BX\text{ сл.}}/h_{11e} + U_{BX\text{ сл.}}/R_1 + U_{BX\text{ сл.}}/R_2 = \\ 2,85 \cdot 10^{-3}/4 \cdot 10^3 + 2,85 \cdot 10^{-3}/360 \cdot 10^3 + 2,85 \cdot 10^{-3}/150 \cdot 10^3 = \\ 0,74 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 0,74 \mu\text{A}$$

$$K_p = P_{\text{сл.}}/P_{\text{вх.}} = (U_{BX\text{ сл.}} \cdot I_{BX\text{ сл.}})/(U_{BX\text{ вх.}} \cdot I_{BX\text{ сл.}}) = \\ (0,2 \cdot 111 \cdot 10^{-6})/(2,85 \cdot 10^{-3} \cdot 0,74 \cdot 10^{-6}) = 10,53 \cdot 10^3$$