

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:

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

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

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

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

$$2.U_{cen} = E_K - I_{cn}(R_c + R_e) \geq 1/2 \text{ V}$$

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

$$4,4 > 1/2$$

$$I_{bx,cl.} = U_{bx,cl.}/R_{1cl.} + U_{bx,cl.}/R_{2cl.} + U_{bx,cl.}/R_{bx,tr_2} =$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_2 = (I_{cn} \cdot Re + U_{be}) / Id = (10^{-3} \cdot 2,4 \cdot 10^3 + 0,5) / 20 \cdot 10^{-6} = 145 \cdot 10^3 \Omega = 145 \text{ k}\Omega$$

⇒ 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: $C_e = 33 \mu\text{F} = 33 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

$$U_{ab} = 1,2 \cdot U_{ce} = 1,2 \cdot 2,4 = 2,88 \text{ V}$$

$$U_{ce} = U_{re}$$

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

$$C_p \geq 1 / [2\pi f_H (R_c + R_{cl.}) \sqrt{(1/M_H^2 - 1)}] =$$

$$1 / [2 \cdot 3,14 \cdot (4,7 \cdot 10^3 + 1,8 \cdot 10^3) \cdot \sqrt{(1/0,8^2 - 1)}] = 1,63 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 1,63 \mu\text{F}$$

$$1/R_{cl.} = 1/R_{1cl.} + 1/R_{2cl.} + 1/R_{bx, tr_2} =$$

$$1/200 \cdot 10^3 + 1/20 \cdot 10^3 + 1/2 \cdot 10^3 = 555 \cdot 10^{-6}$$

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

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

$$U_{ab} = 1,2 \cdot U_{cp} = 1,2 \cdot 5,7 = 6,84 \text{ V}$$

$$U_{cp} = U_{r1cl.} - U_{rc} = 10,4 - 4,7 = 5,7 \text{ V}$$

$$U_{r1cl.} = R_{1cl.} \cdot I_{dcl.} = 200 \cdot 10^3 \cdot 52 \cdot 10^{-6} = 10,4 \text{ V}$$

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

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

$$K_u = U_{bx, sl.} / U_{bx.} = - h_{21e} \cdot R_o / h_{11e} \approx$$

$$- h_{21e} \cdot R_c \cdot R_{bx, tr_2} / [h_{11e} \cdot (R_c + R_{bx, tr_2})] =$$

$$-(200 \cdot 4,7 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3) / [4 \cdot 10^3 \cdot (4,7 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3)] = -70,15$$

$$1/R_{bx, ct} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_{bx, tr_1} =$$

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

$$R_{bx, tr_1} = h_{11e}$$

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

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

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

$$K_{IBB} = I_{BX,TP_2}/I_{B\sim} = U_{BX,cl.}/(I_{B\sim} \cdot R_{BX,TP_2}) = \\ 0,2/(0,77 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^3) = 129,87$$

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

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

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