

Принципно приемаме, че:

$$I_{cn} > 1,5 \cdot I_{вх.сл.}$$

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

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

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

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

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

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

$$150 > 16$$

$\Rightarrow R_2$ отговаря на изискването

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

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

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

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

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

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

$$I_{вн} \approx I_{cn}$$

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

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

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

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

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

Условия:

$$1. \ 1/R_c \geq 2\pi f_{в} C_{вх.сл.} / \sqrt{(1/M_{н^2} - 1) - (h_{22e} + 1/R_{1сл.} + 1/R_{2сл.} + 1/R_{вх.тр2})} = 2,3,14 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 2000 \cdot 10^{-12} / \sqrt{(1/0,8^2 - 1)}$$

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

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

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

$$2. U_{CEH} = E_K - I_{Cn} (R_c + R_e) \geq 1 \div 2 \text{ V}$$

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

$$4,4 > 1 \div 2$$

$$I_{BX.сл.} = U_{BX.сл.}/R_{1сл.} + U_{BX.сл.}/R_{2сл.} + U_{BX.сл.}/R_{BX.тр2} =$$

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

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

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

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

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

$$\text{Избираме стандартна стойност: } R_{\phi} = 420 \text{ } \Omega$$

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

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

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

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

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

$$U_{сф} \approx E_K$$

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

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

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

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

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

$$I_{En} \approx I_{Cn}$$

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

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

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

$\Rightarrow R_c$ 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: $C_E = 33 \mu\text{F} = 33 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

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

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

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

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

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

$$1/R_{сл.} = 1/R_{1сл.} + 1/R_{2сл.} + 1/R_{ВХ.тр2} =$$

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

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

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

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

$$U_{cp} = U_{R1сл.} - U_{RC} = 10,4 - 4,7 = 5,7 \text{ V}$$

$$U_{R1сл.} = R_{1сл.} \cdot I_{дсл.} = 200 \cdot 10^3 \cdot 52 \cdot 10^{-6} = 10,4 \text{ V}$$

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

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

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

$$-h_{21e} \cdot R_c \cdot R_{ВХ.тр2} / [h_{11e} \cdot (R_c + R_{ВХ.тр2})] =$$

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

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

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

$$R_{ВХ.тр1} = h_{11e}$$

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

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

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

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

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

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

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