

ЛПМ

им. М.И. КОЛЫНЧЕНО

Расчет менжаскадного  
4<sup>x</sup>-полосника удовлетворяющего  
след условия:  $\Delta f = 60 \text{ МГц}$

$$K_0 = 100000$$

Индексация:  $\Phi$  или индексация

Факультет: РФФ

Группа: 491<sup>Б</sup>

Студент: Лысов А.В.

Преподаватель: Шарин А.А.

$$f_p = 150 \text{ МГц}$$

$$\Delta f = 60 \text{ МГц}$$

В кас-ве активного элемента цеп.  
тр-р 2Т356А

пар-ры:

$$k_{110} = 10 \text{ Ом}$$

$$k_{210} = 80 \div 300$$

$$f_p = 2000 \text{ МГц}$$

$$\tau_k = 20 \text{ пс}$$

$$C_k = 1,2 \text{ пФ}$$

$$r_{\text{от}} = 16 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{вх}} = 0,8 \text{ Ком}$$

$$R_{\text{вых}} = 16 \text{ Ком}$$

$C_{\text{вз}} =$

Значение крутизны

$$S = \frac{10^3}{k_{110}} = \frac{10^3}{10} = 100 \text{ мА/В}$$

Использование тр-ра в усилителе с 0,9 дБ

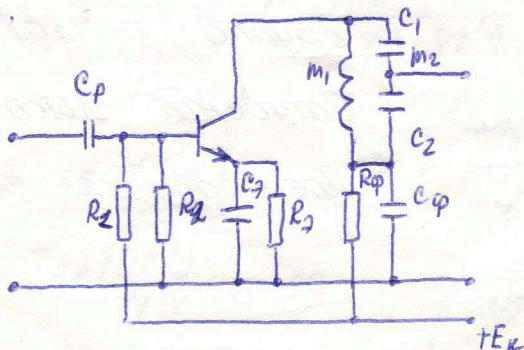
$$K_{y \text{ макс}} = 6,3 \cdot \sqrt{\frac{S}{f_p C_k}} = 6,3 \cdot \sqrt{\frac{100}{150 \cdot 1,2}} = 4,7 \Rightarrow$$

Для получения заданного усиления необходимо 8 каскадов.  
Поступим так; вместо три - каскада резонансного усиления  
н.е. каскада с одноконтурной резонансной контурой настроенной  
на  $f_p$  и обладающей широкой полосой пропускания; последующим  
пять - каскадов аperiodического усиления.

Чтобы не усложнять задачу будем считать, что  $R_{\text{вх}}$  и  $R_{\text{вых}}$   
любого каскада это соответствующие параметры!

1. Расчет  $\mu$ -по каскада. каскад выполнен с одноконтурной контурой  
и шунтной связью с последующим каскадом. Достаточество  
такой связи вычисление - упрощено проверка пода-й величины  
связи.

Схема:





Зная  $R_{вх}$  и  $R_{вых}$  определим коэф-т шумяровского контура

$$K_{ш} = 1 - \frac{2K_{у макс}}{S \sqrt{R_{вх} \cdot R_{вых}}} = 1 - \frac{2 \cdot 4,7}{100 \sqrt{0,8 \cdot 16}} = 0,974$$

Тогда  $\Delta f = 60 \text{ МГц} \Rightarrow Q_7 = \frac{0,51 \cdot f_p}{\Delta f} = \frac{0,51 \cdot 150}{60} = 1,275 \Rightarrow$

необх. совет. затр-то контура  $Q = Q_7 / K_{ш} = 1,275 / 0,974 = 1,309$

затух. контура  $d = \frac{1}{Q} = 0,764$ ;  $d_7 = 0,784$

Характеристическое соот-е контура при полном включении в цепь коллектора, т.е.  $m_1 = 1$

$$\rho = \frac{1}{2} R_{вых} (d_7 - d) = \frac{1}{2} \cdot 16 (0,784 - 0,764) = 0,16 \text{ кОм}$$

Теперь можно определить коэф. включения контура со стороны коллектора

$$m_2 = \sqrt{\frac{R_{вх} (d_7 - d)}{2\rho}} = \sqrt{\frac{0,8 (0,784 - 0,764)}{2 \cdot 0,16}} = 0,224$$

Для расчета емкости

дештеля

$C_1$  и  $C_2$

нужно

определить эквив. ем. контура

$$C_7 = \frac{159}{f_p \cdot \rho} = \frac{159}{150 \cdot 0,16} = 6,625 \text{ пФ}$$

$$C_{вх мр} = \frac{1}{r_0} (1 - y_{11} r_0) \cdot 10^6 = \frac{20 \cdot 10^{-6}}{16} (1 - 0,00125 \cdot 16) \cdot 10^6 = 1,225 \text{ пФ}$$

$$C_{вых мр} = C_k (1 + S r_0 \cdot 10^{-3}) = 1,2 (1 + 100 \cdot 16 \cdot 10^{-3}) = 1,92 \text{ пФ}$$

$$\Rightarrow \text{общ. величина емкости дештеля } C_{\Sigma} = C_7 - m_2^2 C_{вх} = 6,625 - 1,92 = 4,705 \text{ пФ}$$

Теперь  $C_2 \geq \frac{C_{\Sigma}}{m_2} - C_{вх} = \frac{4,705}{0,224} - 1,225 = 19,8 \text{ пФ}$ ; Тогда  $C_2 = 20 \text{ пФ}$

$$C_1 \geq \frac{(C_2 + C_{вх}) C_{\Sigma}}{C_2 + C_{вх} - C_{\Sigma}} = \frac{(20 + 1,2) \cdot 4,7}{20 + 1,2 - 4,7} = 6,038 \text{ пФ};$$

Тогда  $C_1 = 7 \text{ пФ}$

Проверка

действ-я экв-л  
вн. контуре

$$C_3' = C_{вх} m_1^2 + \frac{(C_2 + C_{вх}) C_1}{C_1 + C_2 + C_{вх}} = 1,92 + \frac{(20 + 1,2) \cdot 7}{7 + 20 + 1,2} = 7,18 \text{ пФ}$$

$$\Rightarrow C_3' > C_3$$

Определим индуктивность контура:

$$L = \frac{2,53 \cdot 10^4}{f_p^2 \cdot C_3'} = \frac{2,53 \cdot 10^4}{150^2 \cdot 7,18} = 0,157 \text{ мкГн}$$

Тогда вольтметр емкостью конденсатора развязано от фильтра  $C_{\phi}$ ,  
зависит от сопротивления  $R_{\phi} = 100 \text{ Ом}$

$$C_{\phi} \geq \frac{1-2}{f_p \cdot R_{\phi}} \cdot 10^3 = \frac{1,5}{150 \cdot 10} \cdot 10^3 = 1000 \text{ пФ}$$

Уточним величину экв-л контура:

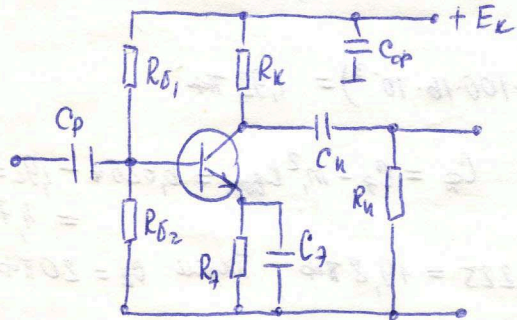
$$\rho' = \frac{159}{f_p C_3'} = \frac{159}{150 \cdot 7,18} = 0,148 \text{ кОм}$$

и определим пропускной конт-м усиления:

$$K = S \rho' Q_2 m_2 m_1 = 100 \cdot 0,148 \cdot 0,224 = 1,275 = 4,2$$

$$K < K_{у макс}$$

Теперь проведем расчет полного операционного усилителя.



$$K_{у макс} = 4,7$$

$$C_3 \geq \frac{20}{f_p \cdot R_3} \cdot 10^3 = \frac{20}{150 \cdot 0,18} \cdot 10^3 = 740 \text{ пФ}$$

$$C_3 = 1000 \text{ пФ}$$

$$R_{\phi} = \frac{1}{S} = \frac{1}{4,2} = 0,238 \text{ кОм} \approx 238 \text{ Ом}$$

$$C_3 = C_3'$$



Наб. сопр-е нагрузки  $R_{н.г} = \frac{L_{г, \max}}{S} = \frac{4,7}{1000} = 0,0047 \Rightarrow 0,047 \Rightarrow$

$$R_k = \left[ \frac{1}{R_{н.г}} - \frac{1}{R_{б.х}} - \frac{1}{R_{в.х}} \right]^{-1} = \left[ \frac{1}{0,047} - \frac{1}{0,8} - \frac{1}{16} \right]^{-1} = 0,05 \text{ Ом} \Rightarrow R_k = \underline{\underline{50 \text{ Ом}}}$$

Теперь надо рассчитать сопротивление между и концами:

$$R_1; R_2; R_3$$

$$R_{\delta 1} \quad R_{\delta 2} \quad R_{\delta 3}$$

Для условий работы тр-па

$$E_n = 9 \text{ В}$$

$$U_{кг} = 6 \text{ В}$$

$$I_k = 10 \text{ ма}$$

$$I_{к0} = 0,1 \text{ ма}$$

Амплитуды рабочих напряжений  $t^{\circ} 40^{\circ}$

$\gamma$ -к-м стоб. тока  $\approx 2$

$$R_3 = R_{\delta 3} = \frac{E_n - U_{кг}}{I_k - I_{к0} \cdot 2^{0,1 \cdot 40}} = \frac{9 - 6}{10 - 0,1 \cdot 2^{0,1 \cdot 40}} = 0,357 \text{ кОм}$$

т.о. берем  $R_3 = R_{\delta 3} = 360 \text{ Ом}$

$$R_1 = R_{\delta 1} = \frac{U_{кг}}{I_k - \gamma I_{к0} \cdot 2^{0,1 \cdot 40}} =$$

$$= \frac{6}{10 - 2 \cdot 0,1 \cdot 2^{0,1 \cdot 40}} = \frac{6}{10 - 3,2} = 0,882 \text{ кОм}$$

берем  $R_1 = R_{\delta 1} = 910 \text{ Ом}$

$$R_2 = R_{\delta 2} = \frac{R_1 \cdot R_3 (\gamma - 1)}{\gamma R_1 - (\gamma - 1)(R_1 + R_3)} = \frac{0,360 \cdot 0,910 (2 - 1)}{2 \cdot 0,910 - (2 - 1)(0,360 + 0,910)} =$$

$$= \frac{0,3276}{1,82 - 1,27} = 0,596 \text{ кОм} \Rightarrow R_2 = R_{\delta 2} = 500 \text{ Ом}$$

Определим эк. сопр. генератор

$$R_{BX} = \left( \frac{1}{R_{BXmp}} + \frac{1}{R_{\delta_1}} + \frac{1}{R_{\delta_2}} \right)^{-1} = \left[ \frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,91} + \frac{1}{0,56} \right]^{-1} = (1,25 + 1,099 + 1,786)^{-1} = 0,242 \text{ КОм}$$

$$\Rightarrow C_n \geq \frac{1+2}{f_p \cdot R'_{BX}} = 10^3 = \frac{1,5 \cdot 10^3}{150 \cdot 0,242} = 41,3 \text{ Жк}$$

$$\Rightarrow C_n = C_p = 46 \text{ Жк}$$

$$K_{y \text{ осн}} = 4,2^3 \cdot 4,7^5 = 169 \text{ 917, 12}$$

Все генераторы  $K_y$  по заданной норме вводим генер. ОДС (уменьшить  $C_2$ )

$$R_{BXmp} = \frac{1}{y_{11 \text{ осн}} + \frac{(2\pi f)^2}{k_0}} = \left[ \frac{1}{10 \cdot 80} + \frac{(6,28 \cdot 150 \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 10^{-12})^2}{16} \right]^{-1}$$

$$\approx [0,00125 + 0,0000221]^{-1} \approx 800 \text{ Ом}$$

$$= \left( \frac{1}{1000} + \frac{1}{47} + \frac{1}{16000} \right)^{-1}$$

$$R_{KTB} = \left( \frac{1}{R_{BX}} + \frac{1}{R_{K\delta}} + \frac{1}{R_{K\alpha}} \right)^{-1} = \left( \frac{1}{41,6} + \frac{1}{5,6} + \frac{1}{2,12} \right)^{-1} = \frac{3,12625}{0,00625}$$