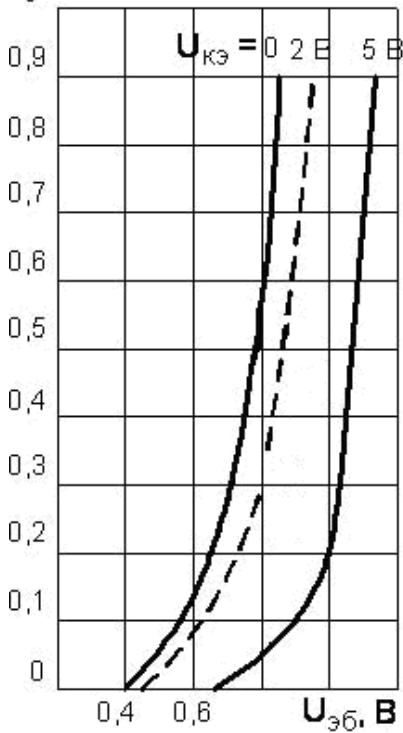


Для всех вариантов: транзистор КТ312А

$r_{г6}=10 \text{ Ом}$, $h_{21э}=50$, $c_{к*}=100 \text{ пФ}$,

Входные и выходные ВАХ транзистора:

$I_{б}, \text{ мА}$



$I_{к}, \text{ мА}$

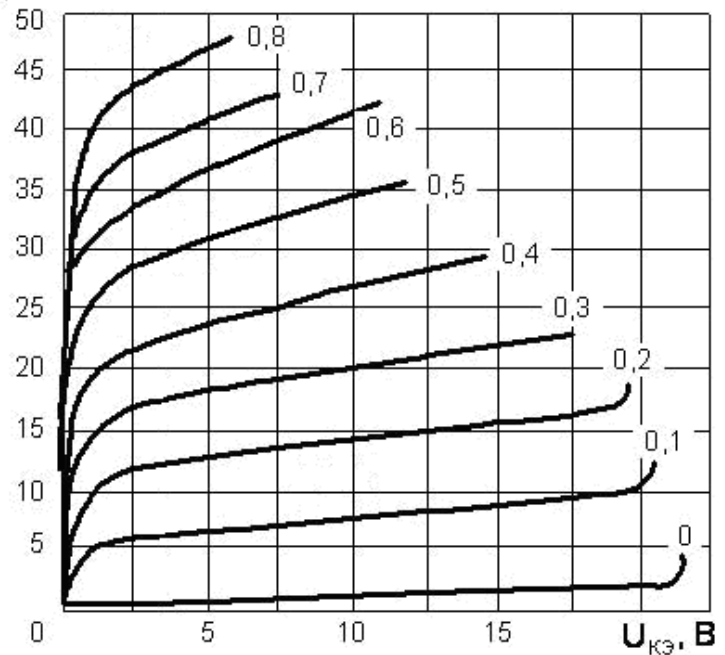


Таблица вариантов

№	$e_{вх}, \text{ В}$	$U_{вых}, \text{ В}$	$R_{Н}, \text{ кОм}$	$R_{ВН}, \text{ Ом}$	$f_{НЧ}, \text{ Гц}$	$f_{ВЧ}, \text{ МГц}$
1	0,05	3	25	50	300	10
2	0,1	4,5	20	80	350	15
3	0,15	5	18	95	400	18
4	0,1	5	22	75	250	20
5	0,05	2,5	25	55	320	13
6	0,1	3,5	20	85	350	16
7	0,15	4,5	19	110	310	20
8	0,2	5	15	100	380	14
9	0,15	3	23	110	250	16
10	0,05	2,5	22	60	270	15
11	0,05	3	21	65	290	12
12	0,2	4,5	17	120	450	16
13	0,1	3	20	115	410	11
14	0,15	5	21	125	420	14
15	0,05	2,5	25	45	460	13
16	0,1	3	24	65	350	15
17	0,05	3,5	23	55	340	18
18	0,1	4	19	75	360	17
19	0,2	4	15	95	320	16
20	0,15	4	18	105	300	14
21	0,1	4,5	22	80	250	15
22	0,1	5	25	90	380	13
23	0,05	3,5	30	60	340	15
24	0,15	2,5	15	125	420	13
25	0,1	3	16	150	310	12

Работа выполняется на чистых листах А4, текст пишется от руки, первый лист – титульный (обязательно указать ФИО, номер варианта и группу)

Номер варианта соответствует порядковому номеру в списке, который староста группы оформил в моем журнале, претензии по поводу неверных вариантов не принимаются.

В начале работы выписать начальные данные, соответствующего варианта, вычертить схему УННЧ, подписать условные обозначения элементов. К работе обязательно прикрепить график входных и выходных ВАХ, на котором выполнить все необходимые для расчета графические построения.

Порядок выполнения работы по расчету элементов УННЧ.

РЕЖИМ ПОКОЯ

Определить коэффициент усиления по напряжению:

$$K_U = \frac{U_{\text{вых}}}{e_{\text{вх}}}$$

Определить напряжение источника питания:

$$E_k = 3U_{\text{вых}}$$

На графике выходных ВАХ транзистора отметить точку холостого хода

$$U_{кэ} = E_k$$

$$I_k = 0$$

Определить напряжение точки покоя, учитывая, что усилитель работает в классе А:

$$U_{кэ0} = \frac{E_k}{2}$$

Определить минимальное напряжение коллектор-эмиттер в процессе работы усилителя:

$$U_{кэ\text{ min}} = U_{кэ0} - U_{\text{вых}}$$

Отметить на графике выходных ВАХ полученные напряжения $U_{кэ0}$ и $U_{кэ\text{ min}}$, построить из точки $U_{кэ\text{ min}}$ вертикальный перпендикуляр, найти пересечение этого перпендикуляра с одной из выходных характеристик транзистора, исходя из двух условий:

1. точка пересечения должна лежать как можно выше, ток коллектора должен быть максимально возможным
2. выходная характеристика должна быть стабильной, то есть иметь вид прямой линии в месте пересечения с перпендикуляром

Через полученную точку пересечения и точку холостого хода провести нагрузочную прямую, соединив их между собой.

На нагрузочной прямой отметить точку покоя, соответствующую значению $U_{кэ0}$, для которой определить по графику ток коллектора покоя $I_{к0}$ и базовый ток покоя $I_{б0}$, соответствующий той выходной характеристике транзистора, которая пересекает нагрузочную прямую в точке покоя.

На входной ВАХ транзистора построить входную характеристику, соответствующую напряжению покоя $U_{кэ0}$, если напряжение покоя больше 5В, то использовать входную характеристику 5В.

Используя построенную входную характеристику, получить значение напряжение база-эмиттер покоя $U_{бэ0}$ по графику

Определить сопротивление коллектора, обеспечивающее заданный коэффициент усиления по напряжению при выбранном положении точки покоя

$$R_k = \frac{K_U * R_{ex} * R_H}{R_H - K_U * R_{ex}}, \text{ где } R_{ex} - \text{ это входное сопротивление транзистора}$$

$$R_{ex} = r_b + r_3(h_{213} + 1), \text{ где } r_3 - \text{ это сопротивление открытого эмиттерного перехода}$$

$$r_3 = \frac{\varphi_T}{I_{э0}}, \text{ где } \varphi_T - \text{ это температурный потенциал (при комнатной температуре равен 25}$$

mВ), а $I_{э0}$ - это ток эмиттера покоя

$$I_{э0} = I_{к0} + I_{б0}$$

Определив сопротивление коллектора, необходимо округлить полученное значение до стандартного из ряда E24, тоже самое необходимо сделать для всех сопротивлений и емкостей, которые используются в схеме в виде отдельных элементов.

Определяем сопротивление эмиттера:

$$R_э = \frac{E_k - I_{к0} * R_k - U_{кэ0}}{I_{э0}}$$

Округляем по ряду E24

В случае если $R_э < 0$, то увеличиваем напряжение питания E_k до $E_k = 4U_{кэ0}$ и повторяем расчет точки покоя, не изменяя при этом $U_{кэ0}$

Определяем сопротивления делителя напряжения R_1 и R_2

$$R_2 = \frac{I_{э0} * R_э + U_{бэ0}}{I_д}, \text{ где } I_д - \text{ это ток, проходящий через делитель напряжения}$$

$$I_д = 10I_{б0}$$

$$R_1 = \frac{E_k - I_д * R_2}{I_д + I_{б0}}$$

Округляем полученные значения R_1 и R_2 по ряду E24

Определяем коэффициент усиления по току, для этого определяем разницу между токами коллектора в точке $U_{кэ\min}$ и $U_{кэ0}$ на выходной ВАХ, а также разницу между токами в точках $U_{бэ0}$ и $U_{бэ0} + e_{ex}$ на входной ВАХ

$$K_I = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_b}$$

Определяем коэффициент усиления по мощности

$$K_P = K_U * K_I$$

ДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

В динамическом режиме учитывается влияние частоты усиливаемого сигнала на работу УННЧ и производится расчет емкостей в нем.

Определяем постоянную времени для усиления высокой частоты

$$\tau_{BЧ} = c_k^* (R_k \parallel R_H)$$

Определяем коэффициент частотных искажений для УННЧ

$$M_{BЧ} = \sqrt{1 + \omega_{BЧ}^2 \tau_{BЧ}^2}, \text{ где } \omega_{BЧ} - \text{ это циклическая частота сигнала на высокой частоте}$$

Циклическая частота определяется по стандартной частоте через соотношение:

$$\omega = 2\pi f$$

Задаем симметричность амплитудно-частотной характеристики УННЧ через равенство коэффициентов частотных искажений на высокой и на низкой частотах

$$M_{BЧ} = M_{HЧ}$$

Определяем постоянную времени для низкочастотного сигнала

$$M_{BЧ} = \sqrt{1 + \frac{1}{\omega_{HЧ}^2 \tau_{HЧ}^2} + \frac{1}{\omega_{HЧ}^2 \tau_{BX}^2}}$$

Для решения уравнения с двумя неизвестными определим равенство $\tau_{HЧ} = \tau_{BX} = \tau$, задавая одинаковое влияние разделительных емкостей на частотные характеристики УННЧ.

$$\tau = \frac{2}{\omega_{HЧ} \sqrt{M_{BЧ}^2 - 1}}$$

Определяем величину разделительных емкостей

$$C_{p1} = \frac{\tau}{R_{en} + R_{ex}}$$

$$C_{p2} = \frac{\tau}{R_k \parallel R_n}$$

Округляем полученные значения по ряду E24

Для определения емкости в эмиттерной цепи задаем условие, чтобы влияние обратной отрицательной связи на частотные искажение было минимальным $\tau_3 \gg \tau$

$$\tau_3 = 100\tau$$

$$C_3 = \frac{\tau_3}{R_3}$$

Округляем полученное значение емкости по ряду E24

На этом все элементы УННЧ можно считать рассчитанными под конкретные параметры входного и выходного сигналов УННЧ.