

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра радиотехнических систем (РТС)



Якушевич Г.Н.

Каскад с общим эмиттером

**Учебное методическое пособие по лабораторной работе,
практическим занятиям и самостоятельной работе
для студентов направления
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
по дисциплине
«Схемотехника телекоммуникационных устройств»**

Якушевич Г.Н.

«Каскад с общим эмиттером»: Учебное методическое пособие по лабораторной работе, практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Схемотехника телекоммуникационных устройств». Томск: ТУСУР. Научно-образовательный портал, 2019. –11 с.

Учебное методическое пособие содержит описание компьютерной лабораторной работы, выполняемой в ходе изучения дисциплины «Схемотехника телекоммуникационных устройств» в среде Qucs. Пособие содержит так же краткую вводную теоретическую часть, расчетные соотношения, расчетное задание, контрольные вопросы, требования по оформлению отчета.

Содержание

1	Расчетные соотношения по постоянному току.....	4
2	Расчетные соотношения по переменному току.....	5
3	Моделирование в программном продукте Qucs.....	6
3.1	Моделирование по постоянному току.....	7
3.2	Моделирование по переменному току.....	7
3.3	Моделирование с варьированием параметров.....	8
4	Моделирование переходного процесса. Расчетные соотношения.....	10
5	Выводы по результатам моделирования.....	11
6	Контрольные вопросы.....	11

Лабораторная работа по схемотехнике телекоммуникационных устройств № 1

КАСКАД С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

Цель работы: Исследование частотных и временных характеристик каскада с общим эмиттером при варьировании параметров

1 Расчетные соотношения по постоянному току

Для обеспечения необходимого режима каскада с общим эмиттером (ОЭ) по постоянному току используем схему эмиттерной стабилизации рабочей точки, приведенную на рис. 1.

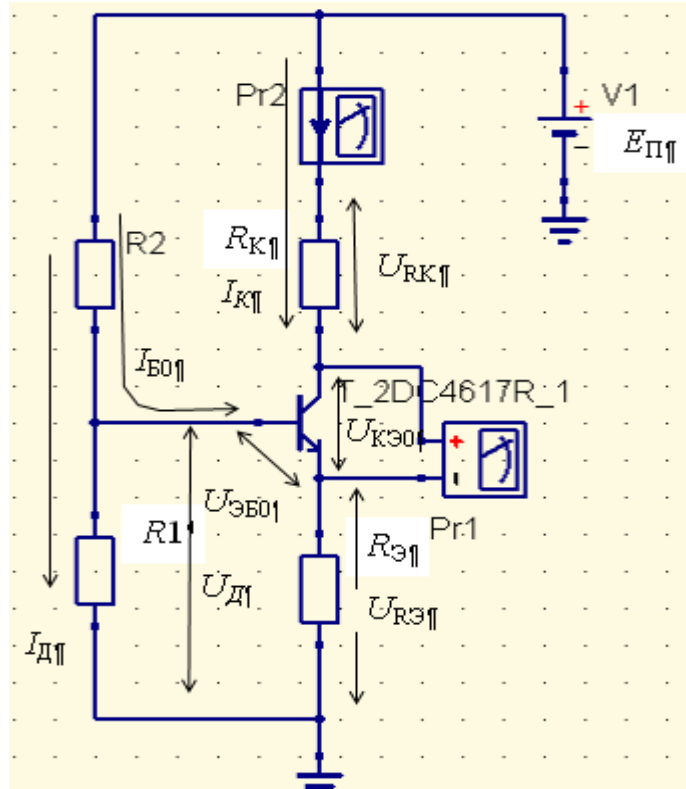


Рис. 1 Схема эмиттерной стабилизации рабочей точки усилительного каскада

Для стабилизации рабочей точки ток делителя I_D и напряжение на эмиттерном сопротивлении U_{RE} выбирают из условий $I_D = (5-10) I_{B0}$ и $U_{RE} = (3-5) U_{BE0}$, где I_{B0} – ток базы и U_{BE0} – напряжение база-эмиттер в рабочей точке.

Напряжение источника питания равно

$$E_{ПЭ} = U_{RE} + U_{КЭ} + U_{RK},$$

где $U_{КЭ}$ – напряжение коллектор-эмиттер в рабочей точке,

U_{RK} – напряжение на коллекторном сопротивлении R_K равное $U_{RK} = (0.5-2) U_{КЭ}$.

1.1 Сопротивление в цепи эмиттера R_E равно

$$R_E = \frac{U_{RE}}{I_{K0} + I_{B0}},$$

где I_{K0} – ток коллектора в рабочей точке.

1.2 Сопротивления делителя в цепи базы рассчитываются по формулам

$$R1 = \frac{U_{RЭ} + U_{БЭ0}}{I_D} \quad \text{и} \quad R2 = \frac{E_{II} - (U_{RЭ} + U_{БЭ0})}{I_D + I_{Б0}}$$

1.3 Сопротивление в цепи коллектора равно

$$R_K = \frac{U_{RK}}{I_{K0}}$$

Задание 1 Для своего варианта рассчитать номиналы сопротивлений для рабочей точки, заданной в табл.1 для $U_{БЭ0} = 0.72\text{В}$, $\beta = 100$.

Таблица 1

Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_{K0}	4	4	4	5	5	5	6	6	6
U_{K0}	4	5	6	4	5	6	4	5	6

Результаты расчетов привести в таблице

Таблица

$R1$	$R2$	Rk	$Rэ$

2 Расчетные соотношения по переменному току

На рис. 2 приведена схема каскада с ОЭ.

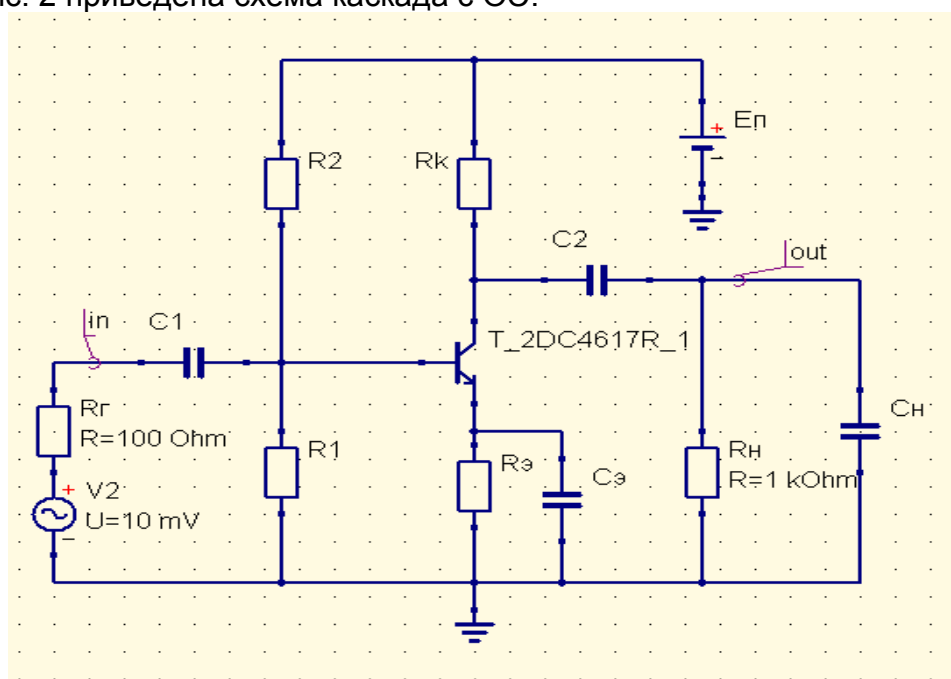


Рис. 2 Схема каскада с ОЭ

Для заданных частотных искажений $M_{н}$, дБ = $M_{нС1}$, дБ + $M_{нС2}$, дБ + $M_{нСэ}$, дБ на нижней частоте $f_{H0.707}$ номиналы разделительных и блокировочных емкостей рассчитываются по следующему соотношению

$$C = \frac{1}{2\pi f_{H0.707} \sqrt{M_{нС}^2 - 1} \cdot (R_{л} + R_{п})}$$

где $M_{нС}$ – частотные искажения в размах, приходящиеся на одну емкость,

$R_{л}$ и $R_{п}$ – сопротивления слева и справа от емкости.

В таблице 2 приведены значения частотных искажений в дБ и размах.

Таблица 2

$M_{НС},$ дБ	0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0
$M_{НС},$ раз	1.029	1.059	1.09	1.122	1.155	1.189	1.223	1.259	1.296	1.334	1.372	1.413

Емкость нагрузки рассчитывается по выражению

$$C_H = \frac{1}{2\pi f_{В0.707} R_{ЭКВ}},$$

где $f_{В0.707}$ – верхняя граничная частота по уровню 0.707,

$R_{ЭКВ}=R_K // R_H$ – эквивалентное сопротивление параллельного включения сопротивления R_3 и сопротивления нагрузки R_H по переменному току $R_H=R_K$.

Коэффициент усиления каскада с ОЭ по напряжению равен

$$K_U = S_0 R_{ЭКВ},$$

где $S_0=1/(r_Э+\Delta r)$, $r_Э=25.6[\text{мВ}]/I_Э[\text{мА}]$, $\Delta r \approx 1..2 \text{ Ома}$.

Задание 2 Для своего варианта рассчитать коэффициент усиления каскада с ОЭ по напряжению, номиналы блокировочной и разделительных емкостей для коэффициентов частотных искажений на нижней граничной частоты заданной в таблице 3 и номинал емкости нагрузки на верхней граничной частоте, заданной в таблице 4, при $R_H=R_K$.

Таблица 3

Значения коэффициентов частотных искажений и нижней граничной частоты

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$M_{НС1},$ дБ	1.25	0.75	1.0	1.0	0.75	0.5	0.5	0.25	0.75
$M_{НС2},$ дБ	0.5	1.0	0.75	0.5	0.75	1.0	0.5	0.75	0.25
$M_{НСЭ},$ дБ	1.25	1.25	1.25	1.5	1.5	1.5.0	2.0	2.0	2.0
$f_{Н0.707},$ Гц	50	50	50	100	100	100	200	200	200

Таблица 4

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f_{В0.707},$ кГц	50	75	100	125	150	175	200	225	250

3 Моделирование в программном продукте Qucs

Чтобы открыть программный продукт Qucs щелкните два раза по ярлыку



Qucs.lnk

откроется главное окно, затем щелкните два раза по вкладке «Справка», откроется содержание «Справки».

Содержание

1. Быстрый старт - Аналоговое моделирование.
2. Быстрый старт - Цифровое моделирование.
3. Быстрый старт – Оптимизация.
4. Краткое описание действий.
5. Работа с подсхемами.
6. Краткое описание математических функций.
7. Перечень специальных символов.
8. Создание согласованных схем.
9. Описание установленных файлов Qucs.
10. Описание форматов файлов Qucs.

Изучить содержание разделов 1,4,5 программного продукта Qucs.

3.1 Моделирование по постоянному току

Собрать схему каскада с ОЭ приведенную на рис. 3 для моделирования по постоянному току. Поставить значения номиналов резисторов, рассчитанных в задании 1. Добавить вид моделирования «Моделирование по постоянному току». Присвоить имя файлу и сохранить в папке на рабочем столе.

Для запуска моделирования нажмите кнопку моделирования на панели инструментов (или используйте меню: Моделирование->Моделировать). Чтобы увидеть результаты моделирования в классе компонентов "диаграммы", который выбирается автоматически нажмите на "Табличная", перейдите в рабочую область и поместите ее, нажав левую кнопку мыши. Открывается диалоговое окно, где можно выбрать, что следует показать в новой диаграмме.

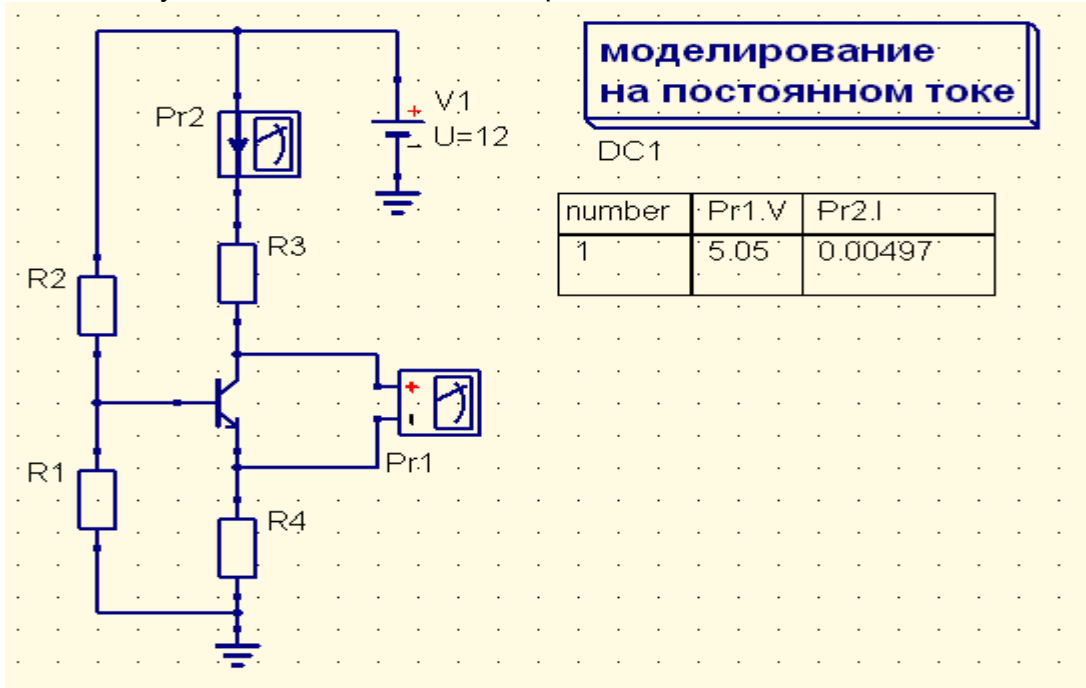


Рис.3 Схема каскада с ОЭ для моделирования по постоянному току

Результаты моделирования представить в таблице.

Таблица

	$I_{к0}$	$U_{к0}$
Расчет		
Эксперимент		

3.2 Моделирование по переменному току

Собрать схему каскада с ОЭ приведенную на рис. 4 для моделирования по переменному току. Поставить значения номиналов резисторов и емкостей, рассчитанных в задании 1 и в задании 2. Добавить вид моделирования «Моделирование по переменному току» и уравнение для расчета ЛАЧХ. Присвоить имя файлу и сохранить в папке на рабочем столе.

Промоделировать. Результаты моделирования представить в виде ЛАЧХ, приведенной на рис. 5.

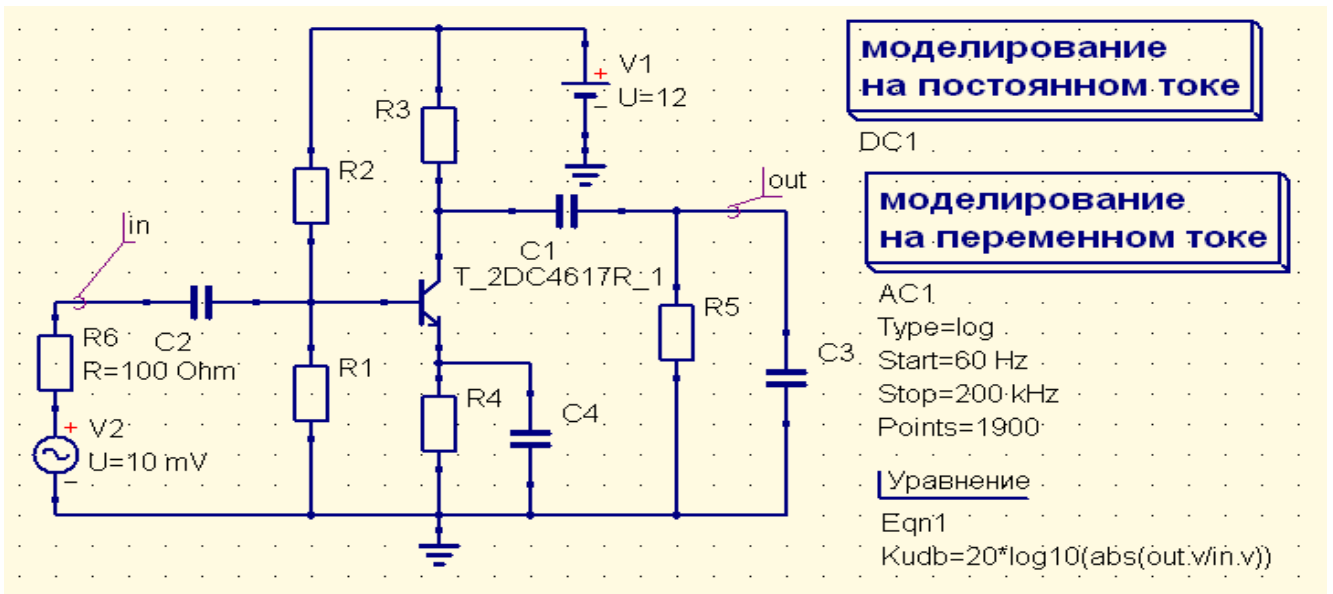


Рис.4 Схема каскада с ОЭ для моделирования по переменному току

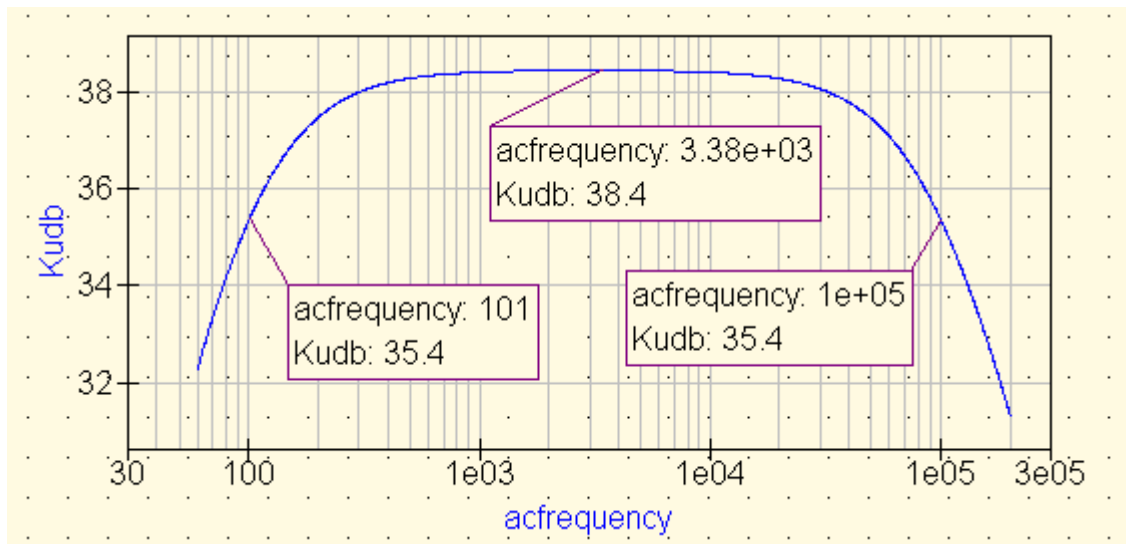


Рис.5 ЛАЧХ каскада с ОЭ

Результаты моделирования представить в таблице.

Таблица			
	K_U	$f_{H\ 0707}$	$f_{B\ 0707}$
Расчет			
Эксперимент			

3.3 Моделирование с варьированием параметров

Сохранить схему каскада с ОЭ приведенную на рис. 4 с новым именем и добавить вид моделирования «Развертка параметров». Схема каскада с ОЭ для моделирования с варьированием параметров разделительной емкости C_w и емкости нагрузки C_n приведена на рис.5. В развертке параметров одно значение разделительной емкости C_w взять равное рассчитанному, а второе в 5 раз меньше, одно значение емкости нагрузки C_n взять равное рассчитанному, а второе в 2 раза больше.

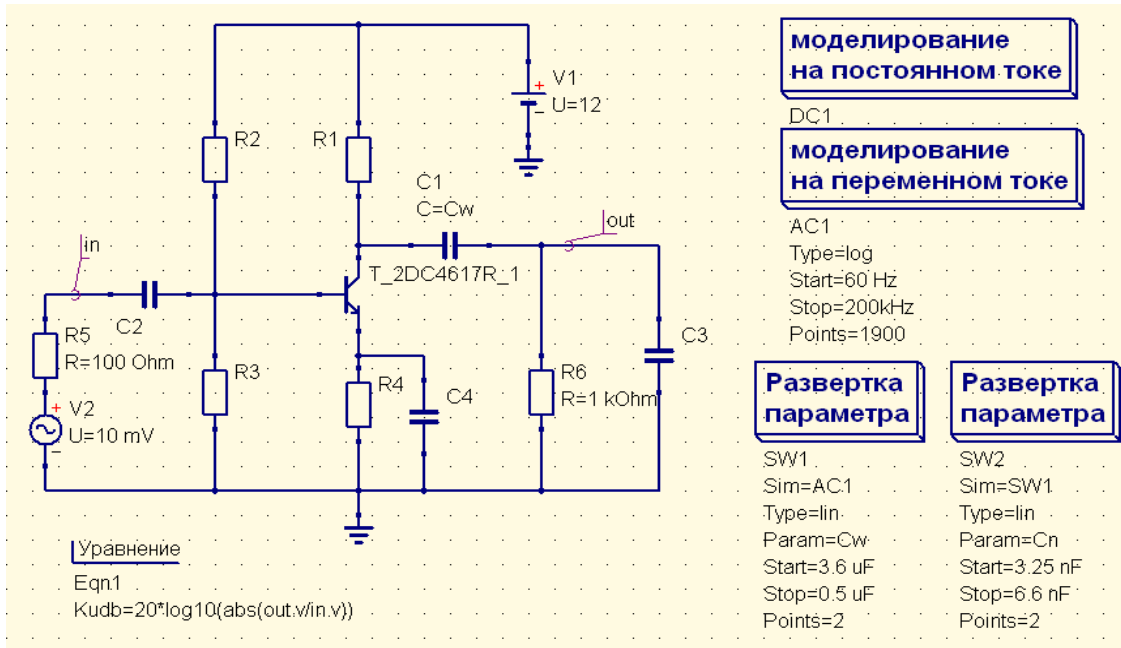


Рис.5 Схема каскада с ОЭ для моделирования с варьированием параметров

Промоделировать. Результаты моделирования представить в виде ЛАЧХ, приведенной на рис. 5.

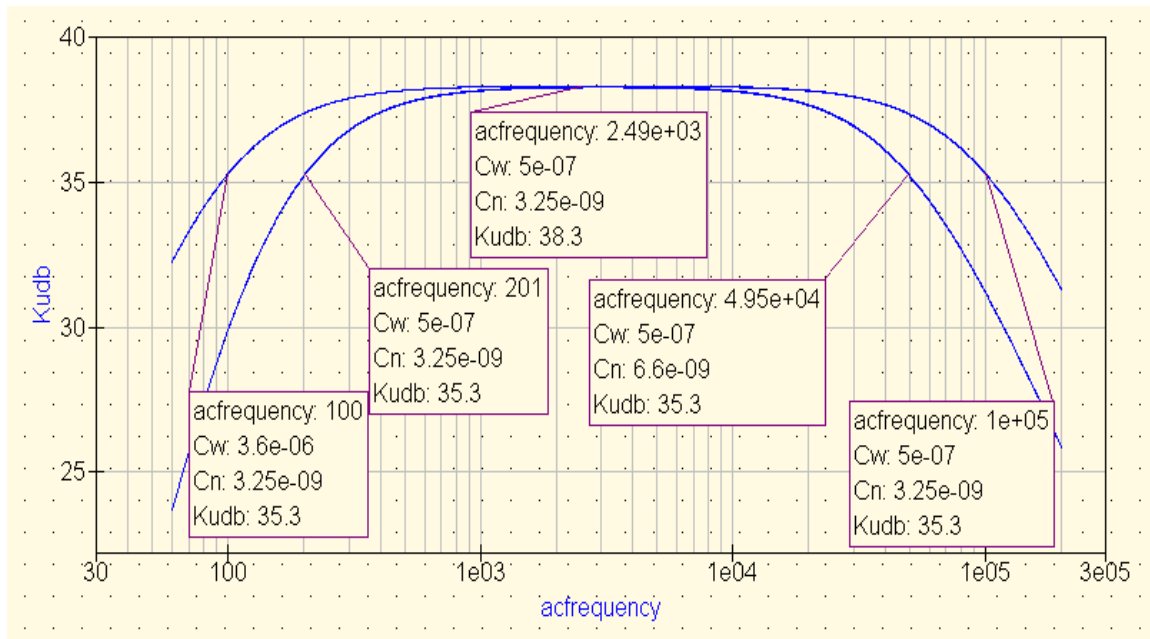


Рис.6 ЛАЧХ каскада с ОЭ при варьировании параметров

Результаты моделирования представить в таблице.

Таблица

	$f_{H\ 0707}$	$f_{B\ 0707}$
Расчет		
Варьирование		

4. Моделирование переходного процесса Расчетные соотношения

Рассчитать для своего варианта время установления t_y и Δ спад плоской вершины импульса по следующим соотношениям:

$$t_y = 0.35 / f_{B\ 0707},$$

$$\Delta = 2\pi f_{H\ 0707} T_{И},$$

$T_{И}$ – длительность импульса взять равной 0.2ms/

Скопировать схему рис.5, заменить на входе схемы источник сигнала, вид моделирования, вид и порядок моделирования в «Развертке параметров».

Схема каскада с ОЭ для моделирования переходного процесса при варьировании параметров приведена на рис.7.

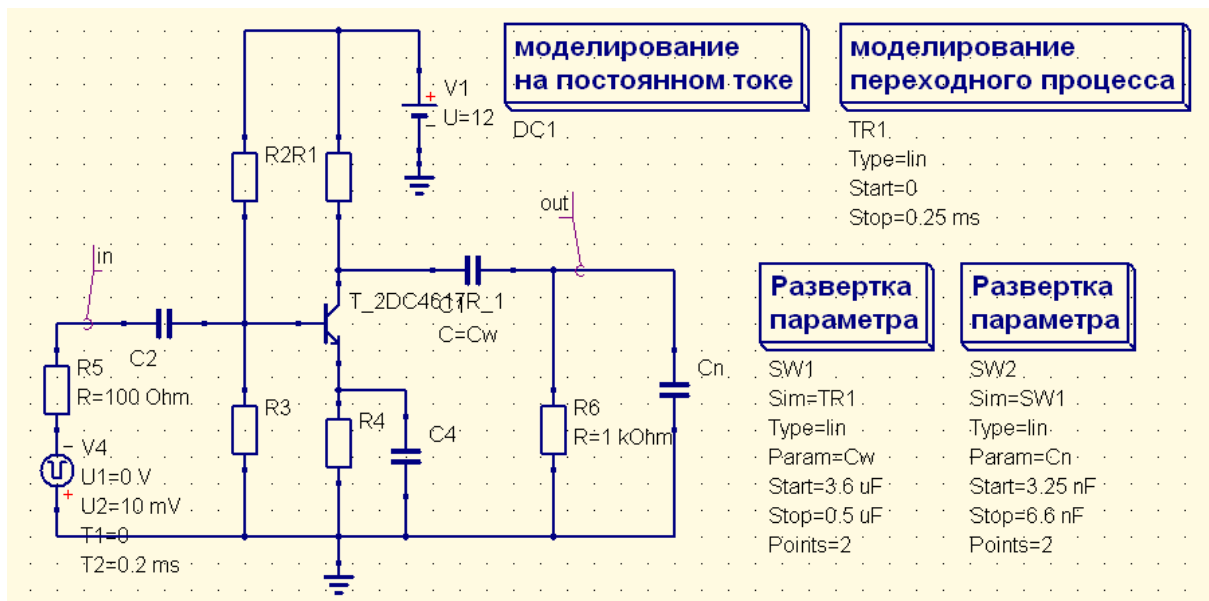


Рис.7 Схема каскада с ОЭ для моделирования переходного процесса.

Промоделировать. Результаты моделирования представить в виде переходных характеристик (ПХ), приведенных на рис. 5а для области больших времен и на рис. 5б для области малых времен.

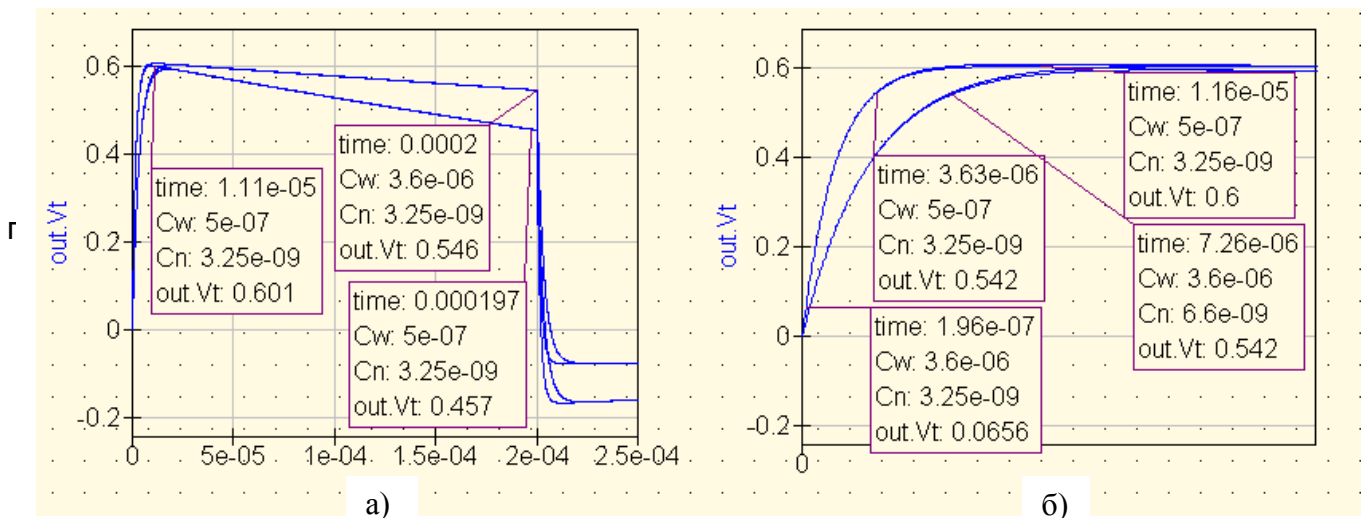


Рис.8 ПХ каскада с ОЭ при варьировании параметров:
для области больших времен (а), для области малых времен (б)

Результаты моделирования представить в таблице.

Таблица

	t_{y1}, us	t_{y2}, us	$\Delta_1, \%$	$\Delta_2, \%$
Расчет				
Эксперимент				

5. Выводы по результатам моделирования

Выводы должны содержать ссылки на рисунки, объяснение поведения характеристик, физику поведения, сравнение характеристик при варьировании параметров.

6. Контрольные вопросы

1. Что такое АЧХ?
2. Какие основные параметры АЧХ?
3. Как определить основные параметры АЧХ?
4. Что такое ЛАЧХ?
5. Какие основные параметры ЛАЧХ?
6. Как определить основные параметры ЛАЧХ?
7. Что такое ПХ?
8. Какие основные параметры ПХ?
9. Как определить основные параметры ПХ?
10. Какие элементы каскада ОЭ определяют нижнюю граничную частоту? Объясните.
11. Какие элементы каскада ОЭ определяют верхнюю граничную частоту? Объясните.
12. Какие элементы каскада ОЭ определяют время установления? Объясните.
13. Какие элементы каскада ОЭ определяют спад плоской вершины импульса? Объясните.