

Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Кафедра схемотехники электронных устройств

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №2

«Исследование резисторного каскада на биполярном транзисторе»

Студент

06.10.2020
(9) { Гролов
Микораскин
Мазеин

группы ИКТЗ-23

Преподаватель

Схема исследования:

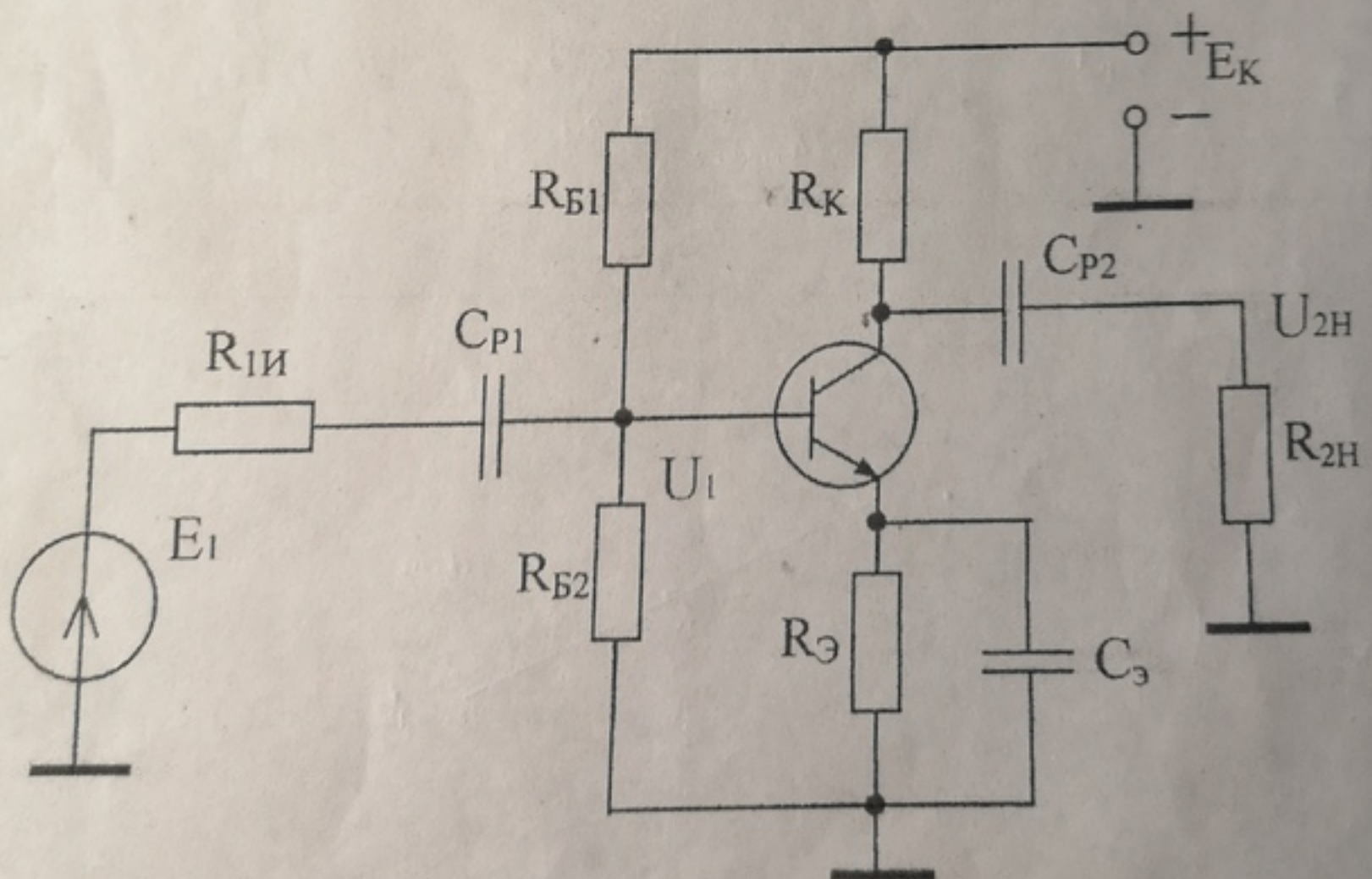


Рис. 1 Усилительный каскад с ОЭ

1. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Дано:

У резисторного каскада [Рис. 1 или [1], Рис. 2.1; [2], Рис. 10]

$E_0 = 15 \text{ В}$, $I_k = 3 \text{ мА}$, $U_{кз} = 7,5 \text{ В}$, $U_{бз} = 0,7 \text{ В}$,

$h_{21} = 70$, $r'_6 = 75 \text{ Ом}$, $R_{2н} = 2 \text{ кОм}$

Рассчитать [2]:

$$R_k = \frac{E_0 - U_{бз}}{I_k} = \frac{15 - 0,7}{3 \cdot 10^{-3}} = 4930 \text{ Ом}$$

$$R_{б1} = 22 \text{ кОм}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{1,5}{3043 \cdot 10^{-6}} = 493 \text{ Ом}$$

$$R_{б2} = \frac{U_6}{I_6} = 5116 \text{ Ом}$$

$$I_6 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{70} = 43 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

$$I_6 = \frac{I_k}{h_{21}}$$

$$I_5 + I_k = I_3 \quad I_3 = 3043 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

$$U_{бз} = U_{б7} + U_3 = 2,2 \text{ В}$$

$$U_k = 10\% \text{ от } E_0$$

$$R_{б2} = 493 \cdot 7 = 3451 \text{ Ом}$$

$$I_5 = 10 \cdot I_6 = 430 \cdot 10^{-6}$$

$$R_{б1} = \frac{15 - 2,2}{430 \cdot 10^{-6} + 43 \cdot 10^{-6}}$$

$$R_{б1} = \frac{E_0 - U_6}{I_5 + I_6}$$

Коэффициент усиления каскада в области средних частот:

$$K = - \frac{R_k}{R_3} = - \frac{2,5 \cdot 10^3}{493} \approx - 5,1$$

Входное сопротивление:

$$R_{вх} = h_{11} = \frac{U_{бз}}{I_5} = \frac{2,2}{43 \cdot 10^{-6}} \approx 51 \text{ кОм}$$

1.2. Даны:

Статические выходные характеристики транзистора [Рис. 2]

Построить:

Нагрузочные прямые для постоянного и переменного токов [2],

Определить:

Максимально возможные амплитуды тока и напряжения коллектора

$$I_{km \max} = 5 \text{ мА}$$

$$U_{km \max} = 5,5 \text{ В}$$

$$I_k = \frac{E_0}{R_k + R_3}$$

$$U_{k \max} = \frac{R_k \cdot R_3}{R_k + R_3} \cdot I_k$$

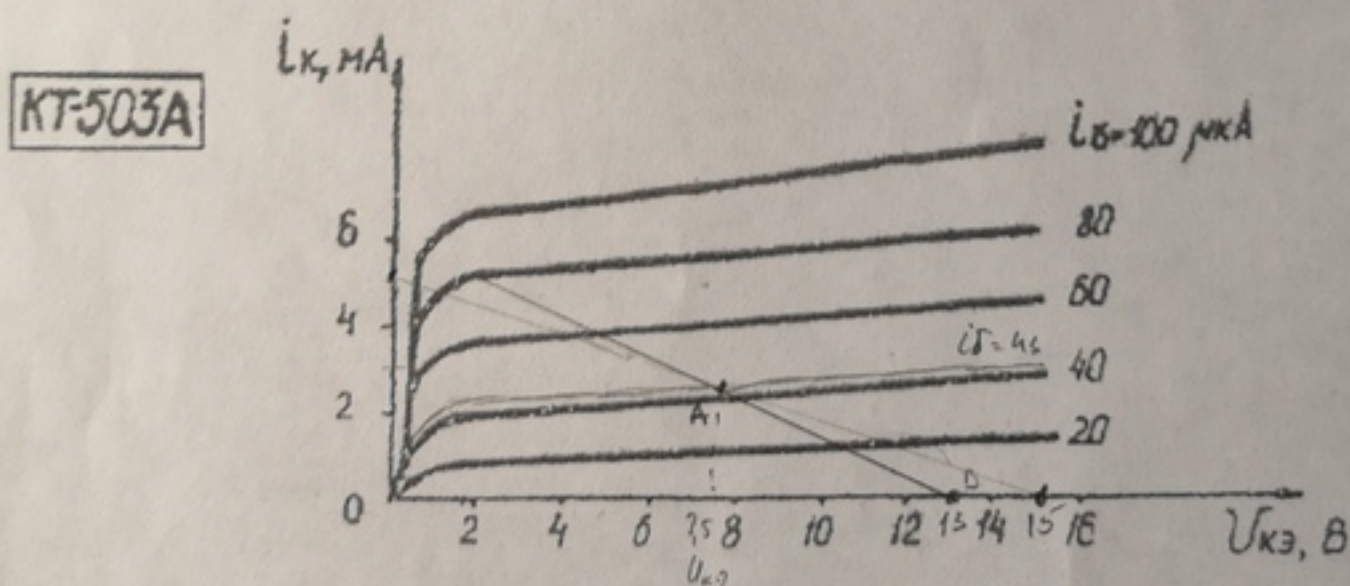


Рис. 2 Выходные статические характеристики биполярного транзистора

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Измерить:

Максимально выходные напряжения, коэффициент усиления и входное сопротивление (на средней частоте $f = f_0 = 1 \text{ кГц}$)

Переключатель S1 в положении 2

Измерить:

Максимальное значение выходного напряжения ($U_{2\max}$)

2.2. Определить:

Коэффициент усиления без ОС (K) и коэффициент усиления при наличии частотно-независимой ОС (K_F)

$U_{1\max} = 12 \text{ мВ}$ $U_{1\max F} = 380 \text{ мВ}$ $K = \frac{1}{12 \cdot 10^{-2}} = 83,3$

$U_{2\max} = 1 \text{ В}$ $U_{2\max F} = 1 \text{ В}$ $K_F = \frac{1}{380 \cdot 10^{-2}} = 2,6$

2.3. Определить:

Входное сопротивление ($R_{вх}$) в отсутствии ОС и при наличии частотно-независимой ОС ($R_{вх F}$)

Переключатель S1 сперва в положении 1, затем в положении 2

Измерить:

Напряжения соответственно E_1 и U_1 при $U_2 = 1 \text{ В} = \text{const}$

$$R_{вх} = \frac{R_1 U_1}{(E_1 - U_1)}, \text{ где } R_1 = 1 \text{ кОм}$$

Формула справедлива в обоих случаях

2.4. Снять амплитудно-частотные характеристики:

- а) без ОС;
- б) с частотно-независимой ОС;
- в) с эмиттерной коррекцией.

Переключатель S1 в положении 1

Данные измерений и расчетов занести в обобщенную таблицу и построить АЧХ $\hat{G}(f)$ на бланке с логарифмической сеткой

По АЧХ определить $f_{H\sqrt{2}}$ и $f_{B\sqrt{2}}$ и заполнить приводимые ниже таблицы [Табл. 1 и Табл. 2]

2.5. Снять переходные характеристики каскада

В области малых времен $t_H = 25 \text{ мкс}$ $f = 40 \text{ кГц}$

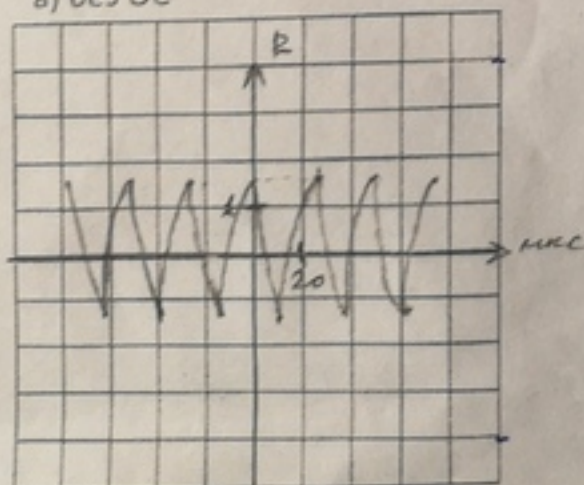
Определить:

t_H и $\delta, \%$

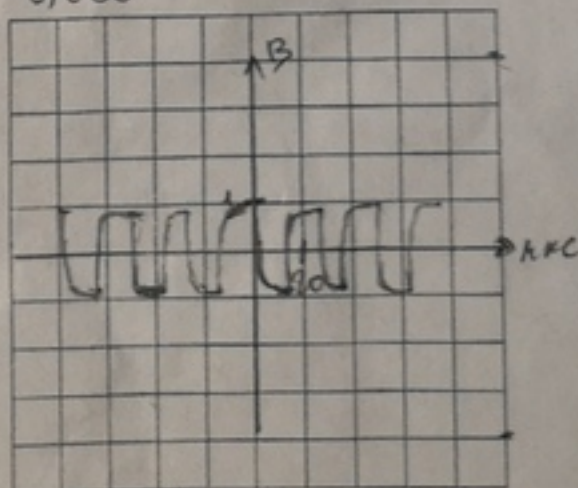
Заполнить приводимую ниже Табл. 1

Осциллограммы:

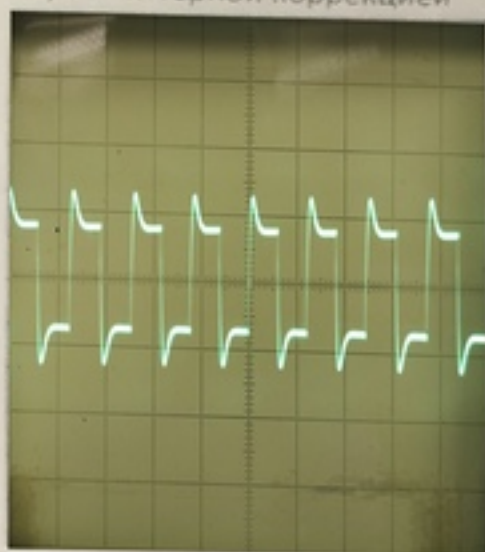
а) без ОС



б) с ОС



в) с эмиттерной коррекцией



10 мкс

В области больших времен при $t_H = 1250$ мкс

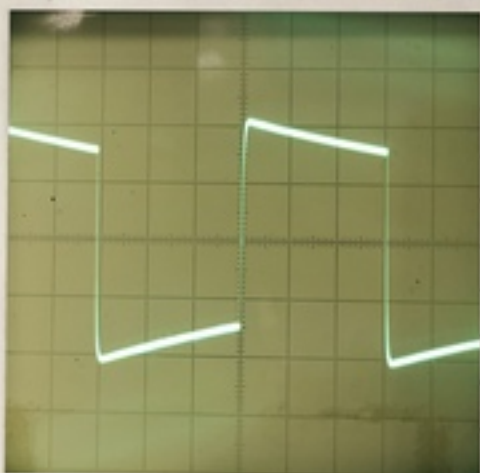
Определить:

Δ , %

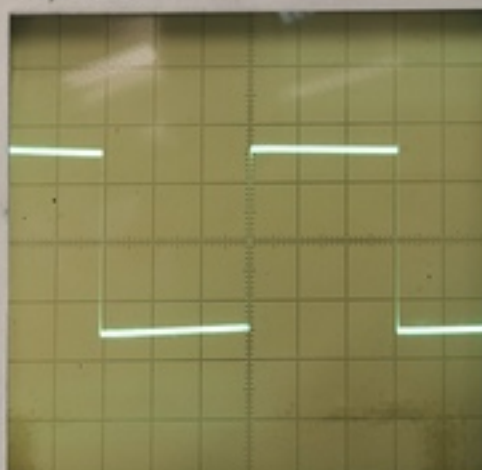
Заполнить приводимую ниже Табл. 2

Осциллограммы:

а) без ОС



б) с ОС



2.6. СВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ АЧХ И ПЕРЕХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ПХ)

В области верхних частот и малых времен:

Табл. 1

Параметры	Без ОС а)	С частотно- независ. ОС б)	С эмиттер. коррекцией в)	Примечание
$f_{в\sqrt{2}}$, МГц	0,16	0,2	0,08	Определено по АЧХ
δ , %	—	—	38,5	Измерено
t_H , мкс	25	25	25	
$t_H = \frac{0,35}{f_{в\sqrt{2}}}$, мкс	2,19	1,75	4,375	Рассчитано

В области нижних частот и больших времен:

Табл. 2

Параметры	Без ОС	С частотно- независ. ОС	Примечание
$f_{H\sqrt{2}}$, Гц	$1,6 \cdot 10^2$	—	Определено по АЧХ
Δ , %	23,8	6,25	Измерено
$\Delta = 2\pi f_{H\sqrt{2}} t_H$, %	1,25	—	Рассчитано

3. ОБЪЯСНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ:

Как и почему влияют элементы каскада на измеренные параметры? Сопоставить результаты расчетов и измерений параметров АЧХ и ПХ?

Входной переменный сигнал e , поступает на базу транзистора через разделительный конденсатор C_1 , а выходной сигнал U_2 поступает в нагрузку через разделительный конденсатор C_2 , который не пропускает постоянную составляющую в R_n . Конденсатор большой емкости C_3 шунтирует эмиттерный резистор для того, чтобы на эмиттере не появилось переменное напряжение. Без C_3 коэффициент усиления упадет из-за ООС, поскольку переменное напряжение на резисторе R_3 вычитается из $U_{б-э}$ транзистора $\delta-э$ поступит меньшее напряжение $U_{б-э} - U_{R_3}$. Резисторы $R_{б1}$ и $R_{б2}$ используются для задания режима покоя каскада.

Литература:

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Усилительные устройства», составил: Трискало И.А., Войшвилло Г.В. и др., - Л.: изд. ЛЭИС, 1988
2. Пояснение к расчетной части лабораторной работы «Исследование резисторного каскада на биполярном транзисторе» WWW.mts-sut.spb.ru

БООС ООС

Обобщенная таблица результатов измерений АЧХ

№ АЧХ	U ₁ , мВ	f, Гц	V										
			32	56	10 ²	3,2 × 10 ²	10 ³	3,2 × 10 ³	10 ⁴	3,2 × 10 ⁴	10 ⁵	3,2 × 10 ⁵	10 ⁶
БДС	12	U ₂ , В		0,3	0,54	1,1	1	1,3	1,2	1,3	1	0,8	0,155
		G, дБ		-10,5	-5,4	0,83	0	2,28	1,58	2,28	0	-1,94	
ООС	380	U ₂ , В	0,25	0,95	0,58	1	1	1	1	1	0,9	0,6	-
		G, дБ	-1,4	-0,4	-0,2	0	0	0	0	0	-0,9	-4,4	-
БЧ вопп.	380	U ₂ , В	0,85	0,95	0,95	1	1	1	1	1,1	1,45	2,35	
		G, дБ	-1,4	-0,4	-0,4	0	0	0	0	0,8	5,8	7,42	
		U ₂ , В											
		G, дБ											
		U ₂ , В											
		G, дБ											

$$f_0 =$$

$$\hat{G}(f) = 20 \log \frac{U_2(f)}{U_2(f_0)} = 1$$

Обобщённый график $\hat{G}(t)$

