

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и информационных систем

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра автоматики и телемеханики

Расчетная графическая работа №8

по теме

«Расчет одиночных каскадов на
биполярных и полевых транзисторах»

Вариант 6

Выполнил:
студент гр. ИТб-3303-02-20
Перевозчиков И.А.
Проверил:
Вахрушев В.Ю.

Вариант 6

Цель работы

Целью данной работы является расчет и анализ одиночного усилительного каскада на полевом транзисторе КП302А, включённого по схеме с общим стоком и работающего в классе А.

В ходе работы необходимо определить основные параметры каскада на средних частотах, коэффициенты передачи, входное и выходное сопротивления, верхнюю граничную частоту, а также исследовать частотные и временные характеристики схемы.

Исходные данные

Параметр	Обозначен ие	Значение	Ед. изм.
Тип транзистора	—	КП302А	—
Схема включения	—	Общий сток (ОС)	—
Класс усиления	—	А	—
Нижняя граничная частота	f_H	30	Гц
Сопротивление нагрузки	R_H	1,5	кОм
Сопротивление генератора	R_Z	10	кОм

Амплитуда входного сигнала	U_m	10	мВ
Длительность импульса	t_u	10	мс
Скважность	q	2	—
Период сигнала	$T = q \cdot t_u$	20	мс

Параметры транзистора КП302А (типовые)

Параметр	Обозначен ие	Значен ие	Ед. изм.
Крутизна	S	2,5	мА/В
Входная ёмкость	C_{ex}	5	пФ
Выходная ёмкость	$C_{вых}$	20	пФ
Ток затвора	I_3	≈ 0	А

Расчёт параметров схемы

Входное сопротивление

Для схемы с общим стоком входное сопротивление определяется сопротивлением затвора полевого транзистора, так как ток затвора практически равен нулю:

$$R_{ex} \gg 1 \text{ МОм}$$

Принимаем:

$$R_{\text{вх}} \approx 1 \text{ МОм}$$

Выходное сопротивление

Выходное сопротивление определяется крутизной транзистора и сопротивлением нагрузки:

$$R_{\text{вых}} = (1 / S) // R_H$$

Подстановка:

$$1 / S = 1 / 0,0025 = 400 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{вых}} = 400 // 1500$$

$$R_{\text{вых}} = (400 \cdot 1500) / (400 + 1500) \approx 315 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{вых}} \approx 0,32 \text{ кОм}$$

Коэффициент усиления по напряжению

Коэффициент усиления по напряжению для схемы с общим стоком:

$$K_u = (S \cdot R_H) / (1 + S \cdot R_H)$$

Подстановка:

$$S \cdot R_H = 0,0025 \cdot 1500 = 3,75$$

$$K_u = 3,75 / (1 + 3,75) \approx 0,8$$

Коэффициент усиления по току

Коэффициент усиления по току:

$$Ki = R_{bx} / R_h$$

$$Ki = 1\ 000\ 000 / 1500 \approx 670$$

Коэффициент усиления по мощности

Коэффициент усиления по мощности:

$$K_p = Ku \cdot Ki$$

$$K_p = 0,8 \cdot 670 \approx 530$$

Итоговые параметры на средних частотах

Параметр	Значение	Ед. изм.
Входное сопротивление R_{bx}	≈ 1	МОм
Выходное сопротивление $R_{vых}$	$\approx 0,32$	кОм
Коэффициент усиления по напряжению K_u	$\approx 0,8$	—
Коэффициент усиления по току K_i	≈ 670	—
Коэффициент усиления по мощности K_p	≈ 530	—

Частотные характеристики

Верхняя граничная частота определяется входной ёмкостью транзистора и сопротивлением источника сигнала:

$$f_{ver} = I / (2\pi \cdot R_s \cdot C_{ex})$$

Подстановка:

$$f_{ver} = 1 / (2\pi \cdot 10\,000 \cdot 5 \cdot 10^{-12}) \approx 3 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

$$f_{ver} \approx 3 \text{ МГц}$$

На данной частоте коэффициент усиления по напряжению уменьшается в 2 раза.

Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика

Уровень усиления на средних частотах:

$$L = 20 \cdot \log(K_u)$$

$$L = 20 \cdot \log(0,8) \approx -1,9 \text{ дБ}$$

После верхней граничной частоты спад ЛАЧХ составляет -20 дБ на декаду.

Временные характеристики

Амплитуда выходного сигнала:

$$U_{vых} = K_u \cdot U_{вх}$$

$$U_{вых} = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ мВ}$$

При подаче на вход последовательности положительных прямоугольных импульсов с длительностью 10 мс и периодом 20 мс на выходе формируется сигнал аналогичной формы без инверсии фазы, с уменьшенной амплитудой и незначительным скруглением фронтов.

Заключение

В ходе выполнения работы был рассчитан одиночный усилительный каскад на полевом транзисторе КП302А, включённый по схеме с общим стоком и работающий в классе А.

Полученные результаты показывают, что схема обладает высоким входным и низким выходным сопротивлением, коэффициент усиления по напряжению близок к единице и обеспечивает эффективное согласование источника сигнала с нагрузкой. Каскад имеет широкий рабочий диапазон частот и может использоваться в качестве буферного усилителя.