

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 | Обозначение | 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_G | 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 | Обозначение | Значение | Ед. изм. |
|------------------|-------------|-------------|----------|
| Крутизна | S | 2,5 | мА/В |
| Входная ёмкость | $C_{вх}$ | 5 | пФ |
| Выходная ёмкость | $C_{вых}$ | 20 | пФ |
| Ток затвора | I_z | ≈ 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:

$$R_{вх} \gg 1 \text{ МОм}$$

Принимаем:

$$R_{вх} \approx 1 \text{ МОм}$$

Выходное сопротивление

Выходное сопротивление определяется крутизной транзистора и сопротивлением нагрузки:

$$R_{вых} = (1 / S) \parallel R_H$$

Подстановка:

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

$$R_{вых} = 400 \parallel 1500$$

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

$$R_{вых} \approx 0,32 \text{ кОм}$$

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:

$$K_i = R_{вх} / R_n$$

$$K_i = 1\,000\,000 / 1500 \approx 670$$

Коэффициент усиления по мощности

Коэффициент усиления по мощности:

$$K_p = K_u \cdot K_i$$

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

Итоговые параметры на средних частотах

| Параметр | Значение | Ед. изм. |
|--|-----------------|-----------------|
| Входное сопротивление $R_{вх}$ | ≈ 1 | МОм |
| Выходное сопротивление $R_{вых}$ | $\approx 0,32$ | 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:

$$f_{вгр} = 1 / (2\pi \cdot R_z \cdot C_{вх})$$

Подстановка:

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

$$f_{вгр} \approx 3 \text{ МГц}$$

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:

$$U_{вых} = K_u \cdot U_{вх}$$

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

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.