

Лабораторная работа № 2

Исследование резисторного каскада широкополосного усилителя на полевом транзисторе

1 Цель работы

Исследовать влияние элементов схемы каскада широкополосного усилителя на полевом транзисторе с общим истоком на его показатели (коэффициент усиления, частотные и переходные характеристики, площадь усиления).

2 Подготовка к работе

2.1. Изучить следующие вопросы курса:

- цепи питания полевого транзистора;
- назначение элементов принципиальной схемы резисторного каскада на полевом транзисторе;
- принцип действия простой параллельной высокочастотной коррекции индуктивностью;
- площадь усиления: определение и методика измерения по АЧХ;
- принцип действия низкочастотной коррекции;
- переходные характеристики и искажения в широкополосном усилителе;
- влияние цепей коррекции на переходные характеристики в области малых и больших времен.

2.2. Изучить принципиальную схему каскада.

2.3. Выполнить предварительный расчет к лабораторной работе: используя данные принципиальной схемы, рассчитать оптимальные значения $L1$ и $C6$ для получения максимально плоской формы АЧХ в области граничных частот ($f_{\text{в}}$ и $f_{\text{н}}$). Варианты значений выходной разделительной емкости ($C2$) и емкости нагрузки $C4$ указаны в таблице 3.1, выбираются по последней цифре пароля.

Таблица 2.1 – Варианты значений емкостей

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
C2, нФ	10	20	30	40	10	20	30	40	20	10
C4, пФ	200	300	400	500	400	200	200	300	400	300

Литература

1. Травин Г.А. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения. Учебное пособие. Часть 2. – Новосибирск: СибГУТИ, 2002, стр. 129-169.
2. Конспект лекций.

3 Описание схемы лабораторной установки

Принципиальная схема каскада изображена на рисунке 2.

Исследуемый усилитель выполнен на полевом транзисторе 2П303Б с $p-n$ - переходом и каналом n - типа. Резистор R3 служит для создания начального напряжения смещения на затворе, определяющего положение точки покоя. Подача напряжения смещения на затвор осуществляется через резистор R2. Поскольку через R2 протекает только ток затвора, не превышающий $10^{-10} \dots 10^{-12}$ А, то допустимо считать, что ток затвора отсутствует и смещение полностью определяется падением напряжения на резисторе R3. Резистор R3 создает также ООС по постоянному току, которая стабилизирует ток покоя при изменениях температуры и технологическом разбросе параметров элементов.

Резистор R3 может являться элементом отрицательной обратной связи по сигналу (по переменному току), за счёт которой уменьшается коэффициент усиления. Для устранения этой ОС в рабочем диапазоне частот параллельно резистору R3 подключается конденсатор большой ёмкости C3.

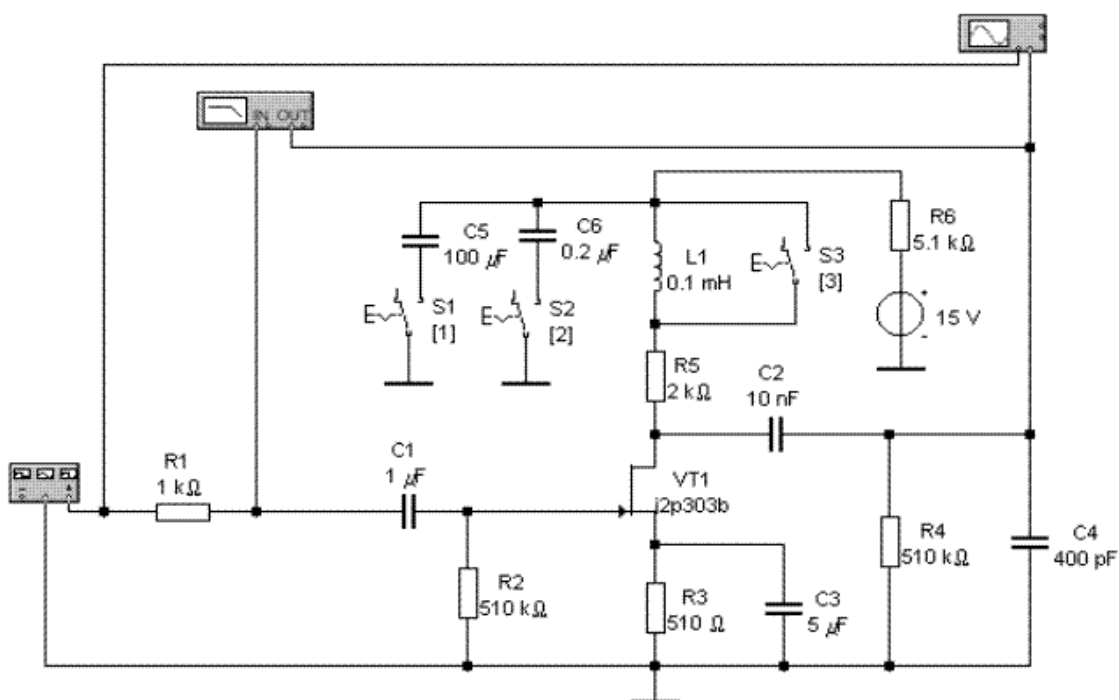


Рисунок 2 – Принципиальная схема исследуемого каскада

На входе и выходе каскада находятся разделительные конденсаторы C1 и C2. К внешней нагрузке R4 подключен конденсатор C4, который имитирует влияние ёмкостной составляющей внешней нагрузки. Резистор R1 представляет собой внутреннее сопротивление источника сигнала.

С помощью переключателей S1 и S2 выбирается ёмкость C5 или C6, которые вместе с резистором R6 используются как элементы фильтра в цепи питания. Причем, при подключении малой емкости (C6) фильтрующая цепочка может использоваться для коррекции АЧХ в области нижних частот.

С помощью переключателей S1, S2 и S3 изменяются параметры выходной цепи схемы. Если переключатели S1 и S2 находятся в положении “выключено”, а S3 - “включено”, то резисторы R5 и R6, соединенные последовательно, образуют элемент связи в стоковой цепи. В этом случае общее сопротивление стоковой цепи по постоянному току возрастает, что приводит к увеличению выходного напряжения.

При замыкании ключа S1 емкость C5 шунтирует сопротивление R6 по переменному току. При этом усиление каскада снижается, но несколько улучшаются частотные свойства усилителя.

Если переключатель S2 находится в положении “включено”, а S1 и S3 - “выключено”, то в стоковую цепь каскада подключаются корректирующие элементы. При этом индуктивность L1 выполняет роль корректирующего элемента в области верхних частот.

Оптимальное значение емкости C6 определяется выражением

$$C6_{opt} = 0,4 \cdot \frac{R4 \cdot C2}{R5}, \quad (3.1)$$

Оптимальное значение индуктивности $L1_{opt}$ определяется как

$$L1_{opt} = 0,414 \times C4 \times (R5)^2 \quad (3.2)$$

В каскадах на полевых транзисторах при больших значениях входного сопротивления входное напряжение практически равно ЭДС источника сигнала. Граничные частоты определяются при частотных искажениях $M_n = M_v = 3 \text{ дБ}$. При выполнении условия $f_n \gg f_v$ площадь усиления можно определить как

$$П = K(f_{cp}) \times f_v, \quad (3.3)$$

При расчете площади усиления по (3.3) коэффициент усиления подставляется в относительных единицах (разах).

4 Задание

4.1 Исследование амплитудно-частотных характеристик:

- схемы без коррекции;
- схемы с НЧ – и ВЧ – коррекцией.

4.2 Объяснить, как определяется коэффициент усиления по напряжению на средней частоте, граничные частоты при заданных частотных искажениях и площадь усиления.

4.3 Пояснить по осциллограммам выходного напряжения как определяется время установления импульсов малой длительности для схем

- без коррекции;
- с ВЧ – коррекцией.

4.4 Объяснить, как по осциллограмме выходного напряжения определить величину неравномерности вершины импульса большой длительности для схем:

- без коррекции;
- с НЧ – коррекцией.

5 Содержание отчета

5.1 Принципиальная схема каскада.

5.2 Результаты предварительного расчёта и выполнения задания.

5.3 Графики амплитудно-частотных характеристик. Граничные частоты и расчет площади усиления для каждого случая.

5.4 Осциллограммы выходных импульсов малой длительности и определение времени установления.

5.5 Осциллограммы выходных импульсов большой длительности и величины относительной неравномерности вершины импульсов.

5.6 Выводы по работе: коэффициенты усиления, граничные частоты, площади усиления, $t_{уст}$, $\Delta_{общ}$ для различных вариантов параметров,

объяснение механизма работы цепей коррекции и их влияние на площадь усиления.