

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ СВОЙСТВ ОДНОКАСКАДНЫХ ТРАНЗИСТОРНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Цель работы: экспериментальное получение и сравнение амплитудочастотных характеристик транзисторных усилителей по схеме ОЭ, ОК и ОБ.

Теоретические сведения

С ростом частоты входного сигнала изменяются основные свойства и параметры транзистора: растет сдвиг фаз между входными и выходными токами, снижаются величины коэффициентов передачи тока эмиттера и базы - усилительные свойства транзистора ухудшаются. Это обусловлено двумя основными факторами: 1) влиянием емкостей эмиттерного и коллекторного переходов; 2) инерционностью перемещения носителей зарядов через область базы.

В области низких частот коэффициент усиления также может уменьшаться, что вызвано возрастанием сопротивления переходных конденсаторов во входной цепи усилителей. Особенно сильно это сказывается в усилителе ОБ, так как его собственное входное сопротивление достаточно мало.

График зависимости коэффициента усиления от частоты называется амплитудочастотной характеристикой. Поскольку частота изменяется в широких пределах, то масштаб по оси абсцисс выбирается логарифмическим. В зависимости от схемы включения транзистора коэффициент усиления может быть от долей единицы до ста и более раз. Поэтому по оси ординат масштаб выбирается по нормированной величине коэффициента усиления, которая определяется как отношение коэффициента усиления на данной частоте к максимальному его значению во всем диапазоне частот. Примерный вид графиков амплитудочастотных характеристик представлен на рис.5.1.

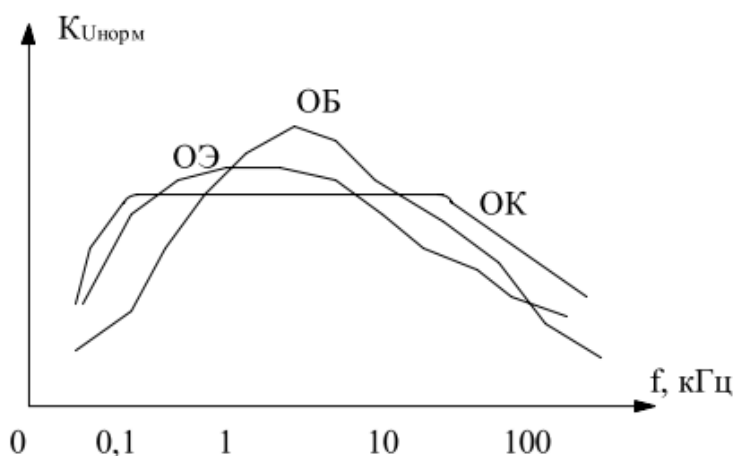


Рис. 5.1. АЧХ усилителей

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с принципиальными схемами однокаскадных усилителей, представленными на рис.4.2 (ОЭ), рис.4.3 (ОК) и рис.4.4 (ОБ).
2. Отключить встроенный ГЗЧ от усилителей, переключив П1 в нижнее положение.
3. Исследовать усилитель ОЭ.
 - 3.1. Установить сопротивление в коллекторе транзистора $R_k = 2,2 \text{ кОм}$, переключив П4 в нижнее положение. Задать рабочую точку усилителя, установив на коллекторе транзистора напряжение 5В, регулируя напряжение смещения в базовой цепи с помощью -Е1. Напряжение на коллекторе контролируется по вольтметру V2 (шкала прибора 10В).
 - 3.2. Установить $R_{вх} = 0$, переключив П5 в верхнее положение. Подключить к входу усилителя встроенный ГЗЧ, переключив П1, П2 и П3 в верхнее положение.
 - 3.3. Подключить осциллограф к выходу усилителя (контрольному гнезду К5) и, регулируя выходное напряжение и частоту ГЗЧ, установить на выходе усилителя амплитуду синусоидального сигнала $U_2 = 1\text{В}$ с частотой 1000 Гц.
 - 3.4. Снять амплитудочастотную характеристику усилителя, изменяя частоту входного сигнала от 250 Гц до 200 кГц. Для этого измерить с помощью осциллографа напряжения на входе U_1 (контрольное гнездо К3) и выходе U_2 (контрольное гнездо К5) усилителя. Результаты измерений занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

R _{вх} =0				
Частота	U ₁	U ₂	K _U	K _{Uнорм}
250 Гц				
500 Гц				
1000 Гц				
2 кГц				
5 кГц				
10 кГц				
20 кГц				
50 кГц				
100 кГц				
200 кГц				
R _{вх} =10 кОм				
Частота	U ₁	U ₂	K _U	K _{Uнорм}
250 Гц				
500 Гц				
1000 Гц				
2 кГц				
5 кГц				
10 кГц				
20 кГц				
50 кГц				
100 кГц				
200 кГц				

Рассчитать коэффициент усиления по напряжению на каждой частоте $K_U = U_2/U_1$. Для удобства сравнения рассчитать нормированное значение коэффициента усиления $K_{U\text{норм}} = K_U/K_{U\text{мах}}$ для каждой частоты (на частоте, при которой K_U максимально, $K_{U\text{норм}} = 1$, на остальных <1).

3.5. Установить $R_{вх} = 10$ кОм, переключив П5 в нижнее положение. Увеличить сигнал от ГЗЧ, чтобы амплитуда выходного сигнала U_2 стала равна 1 В на частоте 1000 Гц. Снять амплитудочастотную характеристику усилителя при $R_{вх}=10$ кОм. Результаты измерений занести в таблицу 5.1. Рассчитать K_U и $K_{U\text{норм}}$.

4. Исследовать усилитель ОК.

4.1. Установить сопротивление в эмиттере транзистора $R_э = 2,26$ кОм, переключив П6 в верхнее положение. Задать рабочую точку усилителя, установив на эмиттере транзистора напряжение 3...4 В, изменяя напряжение смещения с помощью -Е1 и контролируя напряжение на эмиттере по вольтметру V4 (шкала вольтметра 10 В).

4.2. Установить $R_{вх} = 0$, переключив П4 в нижнее положение. Подключить ГЗЧ к входу усилителя, переключив П1 и П2 в верхнее, а П3 в нижнее положение.

4.3. Подключить осциллограф к выходу усилителя (контрольному гнезду К8) и, регулируя выходное напряжение ГЗЧ, установить на выходе усилителя амплитуду синусоидального сигнала $U_2 = 1$ В.

4.4. Снять амплитудочастотную характеристику усилителя, изменяя частоту входного сигнала от 250 Гц до 200 кГц и измеряя с помощью осциллографа напряжения на входе U_1 (контрольное гнездо К6) и выходе U_2 (контрольное гнездо К8) усилителя. Результаты измерений занести в таблицу, аналогичную таблице 5.1. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению на каждой частоте $K_U = U_2/U_1$. Поскольку в схеме ОК $K_U < 1$, нормированное значение не рассчитывается.

4.5. Установить $R_{вх} = 10$ кОм, переключив П4 в верхнее положение. Увеличить сигнал от ГЗЧ, чтобы амплитуда выходного сигнала стала равна 1 В на частоте 1000 Гц. Снять амплитудочастотную характеристику усилителя при $R_{вх}=10$ кОм. Результаты измерений занести в таблицу, аналогичную таблице 5.1. Рассчитать K_U для каждой частоты.

5. Исследование усилителя ОБ.

5.1. Установить сопротивление в коллекторе транзистора $R_к = 10$ кОм, переключив П6 в нижнее положение. Задать рабочую точку усилителя, установив на коллекторе транзистора напряжение 9...10 В, изменяя напряжение смещения с помощью +Е2 и контролируя напряжение на коллекторе по вольтметру V3 (шкала вольтметра 20 В).

5.2. Установить $R_{вх} = 0$, переключив П5 в нижнее положение. Подключить ГЗЧ к входу усилителя, установив П1 в верхнее, а П2 в нижнее положение.

5.3. Подключить осциллограф к выходу усилителя (контрольному гнезду К12) и, регулируя выходное напряжение ГЗЧ, установить на выходе усилителя амплитуду синусоидального сигнала $U_2 = 0,5$ В на частоте 1000 Гц.

5.4. Снять амплитудочастотную характеристику усилителя, изменяя частоту входного сигнала от 250 Гц до 200 кГц. Напряжение измерять с помощью

осциллографа на входе U_1 (контрольное гнездо К9) и выходе U_2 (контрольное гнездо К12) усилителя. Результаты измерений занести в таблицу 3, аналогичную таблице 1. Рассчитать коэффициенты усиления по напряжению $K_U = U_2/U_1$ на каждой частоте и $K_{U\text{норм}} = K_U/K_{U\text{макс}}$.

5.5. Установить $R_{вх} = 10 \text{ кОм}$, переключив П5 в верхнее положение. Увеличить сигнал от ГЗЧ так, чтобы амплитуда выходного сигнала равна 0,5В на частоте 1000 Гц. Снять амплитудочастотную характеристику усилителя при $R_{вх}=10\text{кОм}$. Результаты измерений занести в таблицу 3. Рассчитать K_U и $K_{U\text{норм}}$ для каждой частоты.

6. Построить графики амплитудочастотных характеристик усилителей, используя логарифмический масштаб по оси x для частоты, и значение K_U для схемы ОК и $K_{U\text{норм}}$ для схем ОЭ и ОБ. Графики построить для значений $R_{вх} = 0$ и $R_{вх} = 10 \text{ кОм}$ отдельно.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняется зависимость коэффициента усиления по напряжению от частоты?
2. Чем объясняется различие амплитудочастотных характеристик для разных схем усилителей?
3. Как влияет подключение $R_{вх} = 10 \text{ кОм}$ на вид амплитудочастотных характеристик и значение коэффициента усиления по напряжению?