

Методические указания для выполнения курсового проекта по курсу Электроника на ЭВМ

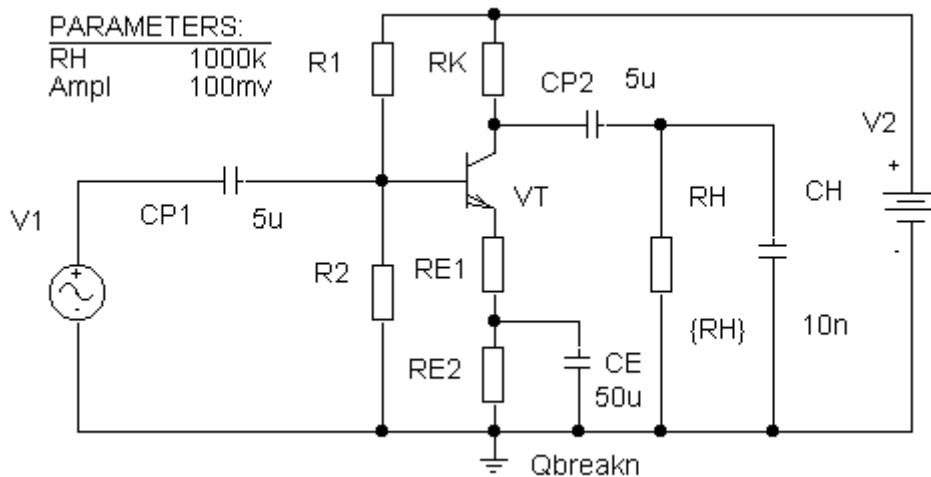




Рис. 1. Пример рабочей схемы каскада ОЭ с п-р-п-транзистором

1. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему в соответствии с заданием (пример для каскада ОЭ с *npr*-транзистором показан на рис. 1). Для этого:
 - Открыть библиотеку элементов (*Draw – GetNewPart*) и из нее вытянуть на рабочее поле все требуемые элементы: резисторы – *R*, конденсаторы – *C*, источник питания – *VDC*, источник входного сигнала – *VSIN*, биполярный транзистор *npr*-типа – *QbreakN*, *pnp*-типа – *QbreakP*, земля – *EGND* и элемент глобальных имен – *Param*.
 - Расположить элементы на рабочем поле, а затем соединить их в соответствии с принципиальной схемой.
 - Установить сопротивление резисторов емкости конденсаторов и напряжение источника питания в соответствии с расчетом. Сопротивление нагрузки $RH=\{RH\}$. **Внимание:** Фигурные скобки обязательны.
 - Для синусоидального источника входного сигнала установить: $AC=1$; $DC=0$; $VOFF=0$; $VAMPL=\{Ampl\}$; $FREQ=1k$.
 - Установить начальные значения для сопротивления нагрузки и амплитуды входного сигнала. Для этого щелкнуть по элементу **PARAMETERS** и в диалоговом окне установить: $Name1=RH$, $Value1=R_H$ (R_H – конкретное значение сопротивления нагрузки из технического задания), $Name2=Ampl$, $Value2=100mv$.
 - Сохранить схему на диске *D* в папке *Student* под любым именем. **Внимание:** Имя должно состоять только из латинских букв.




- Щелкнуть транзистор один раз (он окрасится). Войти в интерфейсный диалог: *Edit - Model – Change model reference ...* В диалоговом окне ввести имя модели используемого транзистора (если не знаете – спросите у преподавателя, но все буквы - латинские).
- 2. Определить режим схемы по постоянному току и сравнить с результатами расчета. Для этого:
 - Установить режим расчета схемы по постоянному току (*Analysis – Setup – Bias Point Detail*).
 - Запустить программу расчета *PSpice (F11)*.
 - Если возникает ошибка **Model type unknown** (неизвестен тип модели), то в интерфейсном диалоге *Analysis – Library and include files...* с помощью команд *Browse...* и *Add Library* подключить библиотеку пользователя, включающую данную модель.
 - Если такой библиотеки нет, то с помощью любого текстового редактора предварительно создается файл модели транзистора, если параметры модели известны, с расширением *.lib*, который потом и подключается, как описано выше.
 - Не создавая файл модели транзистора можно просто включить все параметры модели, если они известны, по команде **Edit - Model - Edit instance model (text)...**
 - Если возникает ошибка **Cannot open file** (не могу открыть файл) или **Can't find library** (не могу найти библиотеку), то в интерфейсном диалоге *Analysis – Library and include files...* с помощью команды *Delete* исключить из приведенного списка тот самый файл или библиотеку.
 - Определить потенциалы на коллекторе, базе и эмиттере транзистора, нажав на пиктограмму 
 - Для определения токов нажать на пиктограмму 

Результаты свести в таблицу.

	Ручной расчет	Расчет на ЭВМ
$I_{к}, \text{мА}$		
$U_{кэ}, \text{В}$		
$I_{б}, \text{мкА}$		

Если расхождение существенное – дальнейшая работа бессмысленна.

- 3. Подав на вход синусоидальный сигнал с частотой $f=1\text{кГц}$ и амплитудой $U_m=100\text{мВ}$, проверить работоспособность усилителя. Для этого:

- Установить режим расчета схемы во временной области (*Analysis – Setup – Transient...*) с параметрами: *Print Step=1us*; *Final Time=5ms*, *Step Ceiling=5us*.
- Установить на вход (E_T) и выход (U_H) схемы маркеры для вывода осциллограмм напряжения ();
- Запустить программу расчета *PSpice* (.
- В выплывшем окне программы *Probe* с помощью электронных курсоров определить амплитуду входного и выходного синусоидального сигнала. Курсоры доступны после нажатия на пиктограмму , и их можно перемещать левой или правой кнопками мыши. В окошке **Probe Cursor** первая колонка цифр - для оси абсцисс (X), вторая колонка для оси ординат (Y). Для более точных измерений любой элемент графика можно увеличить с помощью окна, доступного после команд *View - Area*. Размеры окна регулируются при нажатой левой кнопки мыши. Для возвращения в программу *Schematics* нужно закрыть окна программ *Probe* и *PSpice*. Коэффициент усиления каскада определяется как отношение амплитуд неискаженного выходного сигнала к входному ($K_u = U_H / E_T$).

Определить коэффициент усиления K_u и сравнить с расчетом.

	Ручной расчет	Расчет на ЭВМ
K_u		

4. Увеличивая амплитуду входного сигнала до 1В (для каскада ОЭ) или 5В (для каскада ОК), наблюдать за изменением амплитуды и формы выходного сигнала. Результаты свести в таблицу и построить зависимость амплитуды выходного сигнала от амплитуды входного сигнала U_H (E_T) – амплитудную характеристику. Определить динамический диапазон входного сигнала $U_{вх\ макс}$.

Для выполнения п. 4 можно изменять амплитуду источника входного сигнала, воспользовавшись глобальным параметром *Ampl* и повторяя вышеописанные операции. Однако лучше автоматизировать этот процесс. Для этого:

- Установить (*Analysis - Setup*) режим *PARAMETRIC* со следующими параметрами: *Global Parameter*; *Linear*; *Name = AMPL*; для каскада ОЭ - *Start Value = 100mV*; *End Value = 1V*; *Increment = 100mV*; для каскада ОК - *Start Value = 500mV*; *End Value = 5V*; *Increment = 500mV*. (Конечная величина амплитуды входного сигнала *End Value* может быть и больше – должны появиться искажения)
- Произвести расчет схемы (*F11*) и получить набор графиков входного синусоидального напряжения и выходного сигнала. При

запросе системы о выборе графика для вывода на экран "нажать" кнопку *OK*. В левой нижней части экрана расположены цветные идентификаторы для каждого из графиков. При активизации электронных курсоров перенос курсора с одного графика на другой производится щелчком кнопки мыши на выбранном идентификаторе. Определить амплитудные значения всех сигналов. По результатам измерений построить график.

$E_r(\text{мВ})$										
$U_n(\text{В})$										

5. Снять частотную характеристику усилителя и определить коэффициент усиления усилителя K_u и граничные частоты усиления f_n и f_b . Для этого необходимо:

- Отключить режимы *PARAMETRIC* и *TRANSIENT*. Установить режим анализа по переменному току (*AC Sweep*) с параметрами: *Decade*, *Pts/Decade* = 101, *Start Freq* = 10, *End Freq* = 1Meg.
- Отключить маркер входного сигнала, так как $E_r=1\text{В}$ для всех частот, а к выходу схемы подключить специальный маркер для измерения коэффициента передачи в децибелах (*Markers - Mark Advanced - Vdb*). В этом случае выходной сигнал равен коэффициенту усиления (т.к. $E_r=1\text{В}$), а коэффициент усиления измеряется в децибелах: $K(\text{дБ}) = 20\lg(U_n/E_2)$.
- Запустить схему на расчет и получить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) усилителя.
- С помощью электронных курсоров определить коэффициент усиления в области средних частот, а на уровне -3дБ определить граничные частоты.

$K_{u\text{ХХ}}$	$f_n, \text{Гц}$	$f_b, \text{кГц}$

4. Определить входное сопротивление каскада $R_{вх}$. Для этого необходимо построить (*Trace - Add*) график зависимости входного сопротивления от частоты (остальные графики удалить). Это можно сделать, записав в командной строке окна *Trace Expression* выражение: $V(V1:+)/I(V1)$, где $V1$ —имя источника входного сигнала. Определить входное сопротивление в области средних частот и сравнить с расчетом.

5. Определить выходное сопротивление. С этой целью, меняя сопротивление нагрузки в диапазоне 0,01...3 кОм (в зависимости от вида каскада), построить график $K_u(R_n)$. Для этого

- Установить режим *PARAMETRIC* с параметрами: *Name=RL*; *Linear*; для каскада ОЭ задать *Start Value=500*; *End Value=3k*; *Increment=500*, а для каскада ОК - *Start Value=20*; *End Value=100*; *Increment=20*.
- Запустить схему на расчет и получить семейство амплитудно-частотных характеристик усилителя.
- В области средних частот определить коэффициент усиления для всех значений нагрузки и затем построить график $K_u(R_n)$, причем коэффициент усиления должен быть не в дБ, а в линейном масштабе.
- Определить выходное сопротивление усилителя можно из соотношения $R_{\text{вых}} = \frac{R_{n1}R_{n2}(U_{\text{вых2}} - U_{\text{вых1}})}{U_{\text{вых1}}R_{n2} - U_{\text{вых2}}R_{n1}}$ или с помощью графика $K_u(R_n)$ по уровню $0,5U_{\text{вых XX}}$.

R_n , Ом						
K_u						