**Лабораторная работа №1**

**Исследование резисторного каскада предварительного усиления.**

**Цель работы:** Исследовать характеристики резисторного каскада предварительного усиления; освоить методы схемотехнического моделирования на основе программы Micro Cap 9.

Варианты изменяемых (в соответствии с вариантом студента по журналу) значений элементов приведены в таблице 1

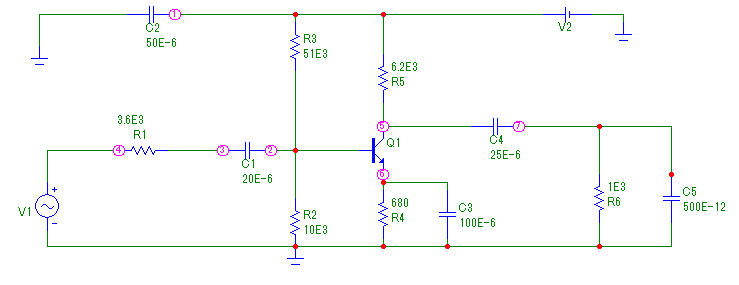
Значения остальных элементов (не указанные в таблице) берутся в соответствии со значениями из схемы(рис.1)

**Табл. 1, Варианты значений изменяемых элементов**

***ВАРИАНТ 4***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №варианта | **С4** | **R6** | **C5** | **R1** |
| **1** | 15\*10^-6 |  |  |  |
| **2** | 20\*10^-6 |  |  |  |
| **3** | 25\*10^-6 |  |  |  |
| ***4*** | ***35\*10^-6*** |  |  |  |
| **5** | 40\*10^-6 |  |  |  |
| **6** |  | 0.4\*10^3 |  |  |
| **7** |  | 0.6\*10^3 |  |  |
| **8** |  | 0.8\*10^3 |  |  |
| **9** |  | 1.2\*10^3 |  |  |
| **10** |  | 1.4\*10^3 |  |  |
| **11** |  |  | 200\*10^-12 |  |
| **12** |  |  | 300\*10^-12 |  |
| **13** |  |  | 400\*10^-12 |  |
| **14** |  |  | 600\*10^-12 |  |
| **15** |  |  | 700\*10^-12 |  |
| **16** |  |  |  | 3\*10^3 |
| **17** |  |  |  | 3.2\*10^3 |
| **18** |  |  |  | 3.4\*10^3 |
| **19** |  |  |  | 3.8\*10^3 |
| **20** |  |  |  | 4\*10^3 |

Исследуемая схема приведена на рисунке 1.



**Рис. 1, Принципиальная схема усилителя**

Напряжение источника питания V2 должно быть равным 9В.

Параметры транзистора КТЗ16А (QI):

* объемное сопротивление базы гб=66.7 Ом ;
* статический коэффициент усиления по току h21э=75;
* емкость коллекторного перехода Ск=ЗпФ;
* частота единичного усиления f=150 МГц;
* выходная проводимость h22э=20мк См;
* постоянный ток Iко =1 мА.

Рассчитать следующие характеристики:

* коэффициенты усиления напряжения, тока и мощности;
* сквозной коэффициент усиления напряжения;
* верхнюю граничную частоту для входной цепи fвгр на уровне Мв=ЗдБ
* нижнюю граничную частоту для выходной цепи fнгр на уровне Мн=ЗдБ
* время установления импульса tуст во входной цепи;
* величину спада плоской вершины импульса во входной цепи 𝛥 при длительности импульса Ти- 0.9мс.

**Задание на экспериментальную часть**

3.1. Загрузить схему исследуемого каскада(рисунок 1).

3.2.Определить и записать параметры режима каскада (токи в ветвях и напряжения в узлах схемы).

3.3 В режиме определения частотных характеристик:

* получить и зарисовать амплитудно-частотные характеристики коэффициентов усиления Kн(f) и Kскв(f) ;
* оценить величину коэффициентов усиления в области средних частот;
* оценить значения верхней и нижней граничных частот АЧХ на уровне 0.707 (-3 дб).
* получить и зарисовать АЧХ каскада при:
* изменении величины емкости С» от 0.25 мкф до 250.25 мкф с шагом 125мкФ;
* изменении величины ёмкости С5 от 100.1 мкФ до 0.1 мкф с шагом (-50)мкФ;
* изменении величины сопротивления R6 от 6.2 кОм до 1.24 кОм с шагом (-2.48)к0м;
* получить и зарисовать фазочастотную характеристику усилительного каскада;
* оценить значения фазочастотных искажений на верхней и нижней граничных частотах (пределы изменения переменных по осям X и Y определить из предварительного расчета).

3.4. В режиме расчета переходных характеристик:

* получить переходную характеристику в области малых времён (задать длительность импульса Ти ≥5...10τуст определенную из предварительного расчета);
* определить время установления исследуемого каскада;
* исследовать влияние на переходную характеристику в области малых времен:

1. конденсатора C5 при изменении его емкости от 0.5нФ до 5,5нФ с шагом 2.5нФ;
2. резистора R6 при изменении величины его сопротивления от 1 кОм до 11 кОм с шагом 5к0м;

зарисовать полученные характеристики;

* получить переходную характеристику в области больших времён;
* определить величину спада плоской вершины импульса;
* исследовать влияние на переходную характеристику в области больших времен:
* конденсатора С4 при изменении его ёмкости от 100нФ до 400нФ с шагом 150нФ;
* резистора R\* при изменении величины его сопротивления от 1.2к0м до 11 .2к0м с шагом 5к0м;
* зарисовать полученные характеристики.

Расчетные формулы:

**ОСЧ**:





**ОВЧ:**





**ОНЧ:**



**Указания к выполнению эксперимента:**

**Проверка режима каскада по постоянному току** выполняется с помощью выбора команды Dynamic DC в меню Analysis. Используйте кнопки пиктограммы на панели инструментов. При их нажатии на схеме появляются значения измеряемых величин.

Нажав на кнопку ,убедитесь, что транзистор открыт и работает в линейном режиме [LIN]. В противном случае, проверьте схему.

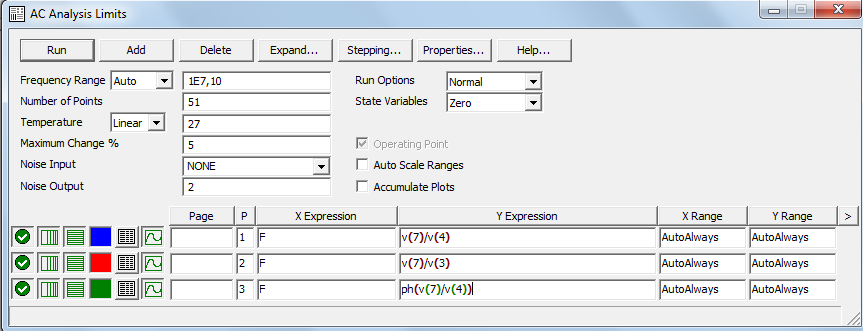
Проставьте номера узлов, нажав на [N].

**Режим расчета ЧХ.**

Для расчета частотных характеристик выберите режим AC в меню Analysis.

Для исследования АЧХ окно пределов измерения приведите в соответствие с примером на рисунке 2.

Частотный диапазон (Frequency Range) выбирается так, чтобы просмотреть всю АЧХ каскада : V(7)/V(4) = φ(f),

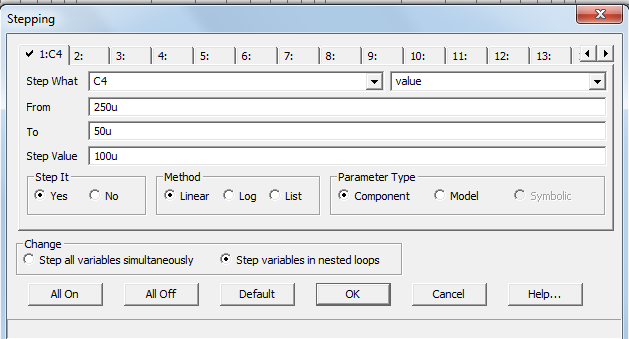


**Рис. 2, Окно пределов измерения**

**Режим Stepping.**

В этом режиме есть возможность снятия графиков при пошаговом изменении величины какого-либо из элементов схемы.

На рисунке 3 показан пример изменения сопротивления нагрузки C4 от 250 мкФ до 20 мкФ с шагом 100 мкФ.



**Рис. 3, Измерение сопротивления нагрузки С4**

После снятия графиков делаются выводы о влиянии данного элемента схемы на АЧХ.

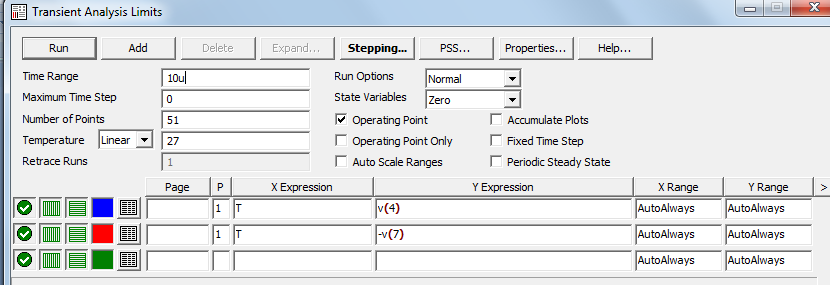
Глубину обратной связи находим, как: A=Ku cp/Ku cp ooc, коэффициенты усиления определяем по соответствующим графикам АЧХ.

Для исследования ФЧХ окно пределов измерения указано вместе с окном пределов для АЧХ.

**Режим расчета переходных характеристик:**

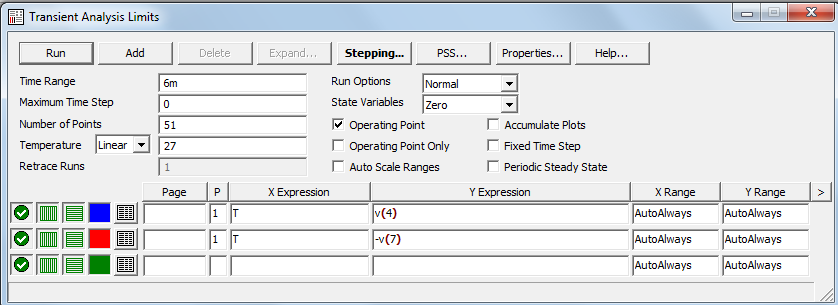
Для анализа переходных процессов нужно изменить источник синусоидального напряжения на источник импульсных сигналов (Pulse Source) и изменить параметры модели Pulse.

**Для малых времен:**

****

**Рис. 4, Параметры модели для малых времен.**

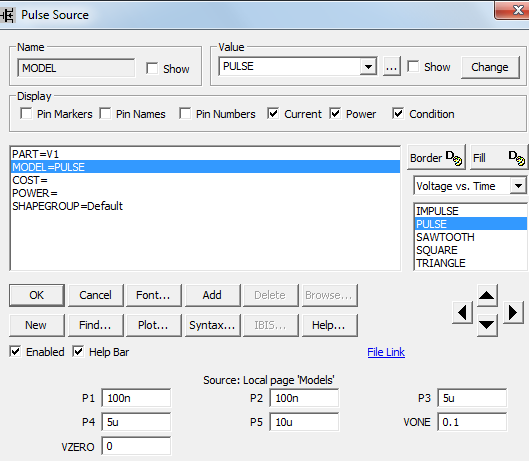
**Для больших времен:**

****

**Рис. 5, Параметры модели для больших времен.**

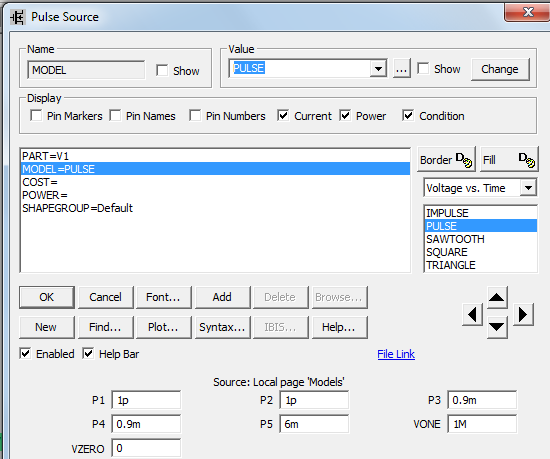
В меню Analysis выбрать режим Transient и задаться необходимыми параметрами.

**Для малых времен.**



**Рис. 6, Параметры модели для малых времен.**

**Для больших времен:**

****

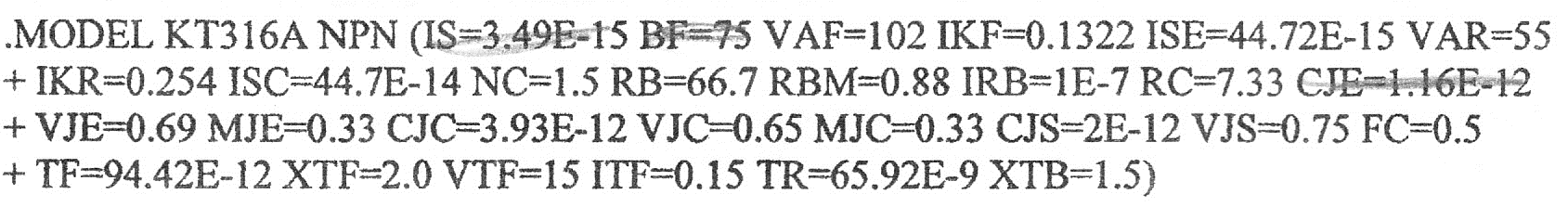
**Рис. 7, Параметры модели для больших времен.**

**Рекомендуемая таблица для записи полученных результатов:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kн | Kскв | Fн0.7,  Гц | Fв0.7,  кГц | ϕн,  град | ϕв,  град | τу,  мкс | Δ |
| Предварительный расчёт |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Результаты моделирования |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Результаты сравнения расчётов и моделирования |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Табл. 2, Таблица для записи полученных результатов:**

**Модель транзистора:**



IS=3.49E-15 BF=75 VAF=102 IKF=0.1322 ISE=44.72E-15 VAR=55

+IKR=0.254 ISC=44.7E-14 NC=1.5 RB=66.7 RBM=0.88 IRB=1E-7 RC=7.33 CJE=1.16E-12

+VJE=0.69 MJE=0.33 CJC=3.93E-12 VJC=0.65 MJC=0.33 CJS=2E-12 VJS=0.75 FC=0.5

+TF=94.42E-12 XFT=2.0 VTF=15 ITF=0.15 TR=65.92E-9 XTB=1.5