

Лабораторная работа № 2 ДО ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ RC-УСИЛИТЕЛЕЙ

Методические указания по выполнению лабораторной работы в среде OrCad или DesignLab 8.0

Исследование частотных характеристик НЧ-фильтра

4.1. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему рис. 1.

Внимание: Для ускорения процесса можно воспользоваться файлом *Ampf_model.sch* (для OrCad) или *Ampf_DL8* (для DesignLab 8). Его надо поместить в рабочую папку (имя папки не должно содержать кириллицы), а затем открыть из программы Schematics (или просто запустить из рабочей папки).

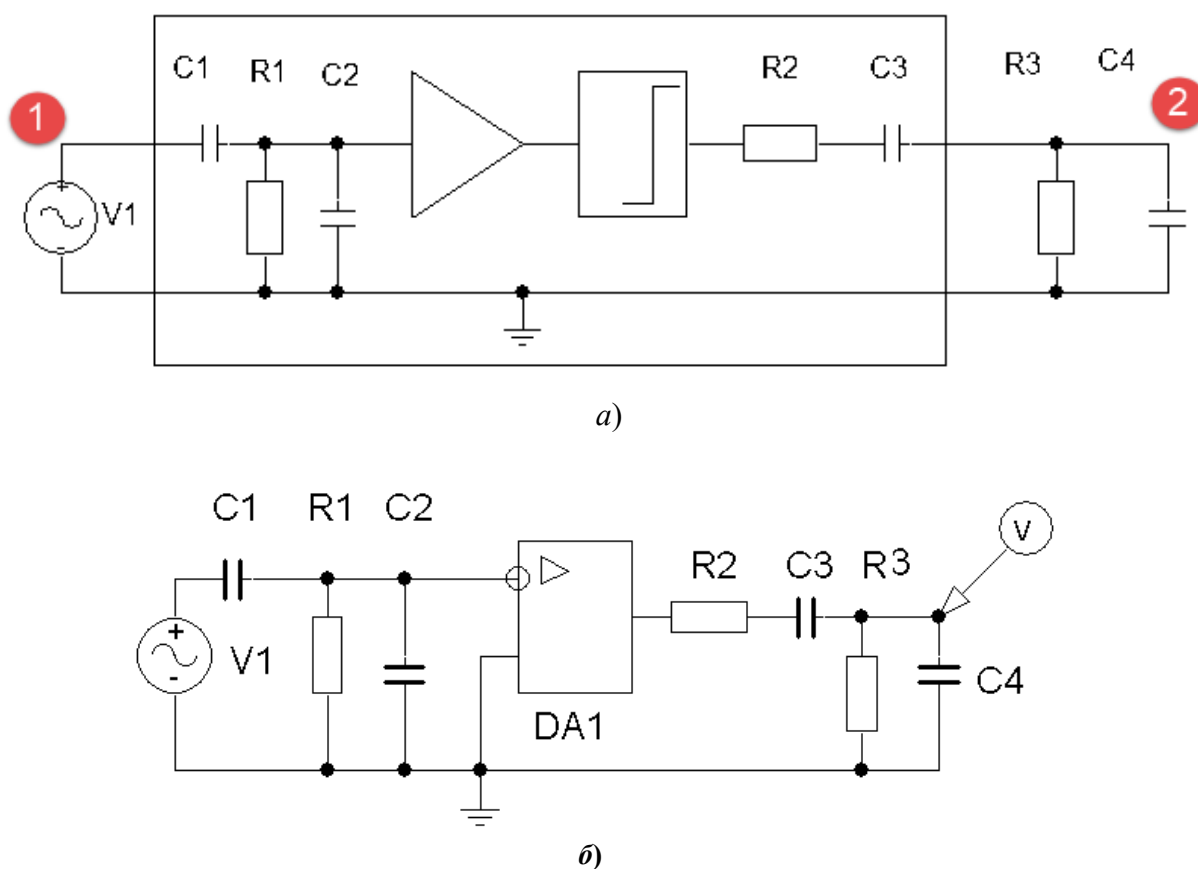


Рис. 1. Схема модели усилителя а) в программе OrCad, б) в программе DesignLab

Для сборки схемы в библиотеке элементов выбрать:

- управляемый источник напряжения (модель GAIN) (только в OrCade),
- ограничитель напряжения (модель LIMIT),
- резисторы (R) и конденсаторы (C),
- источник синусоидального напряжения (VSIN)
- элемент глобальных параметров (PARAMETERS).

Для резисторов, конденсаторов, ИНУН и ограничителя установить параметры в соответствии с заданием. Сопротивление резистора R_3 нужно ввести как глобальный параметр – $\{RR\}$ (Фигурные скобки обязательны).

Параметры источника VSIN (V1 на рис.1) установить в соответствии с рис. 2. В окне элемента глобальных параметров PARAM задать имена параметров и их величины (рис.3).

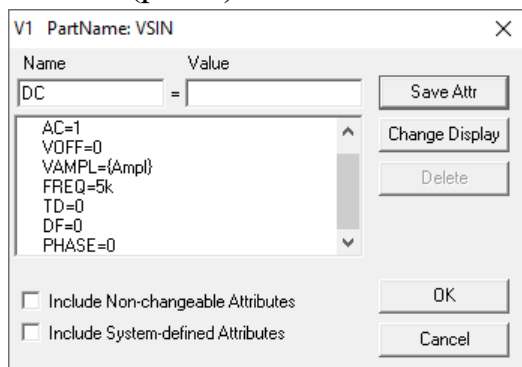


Рис.2. Установка параметров для источника входного сигнала

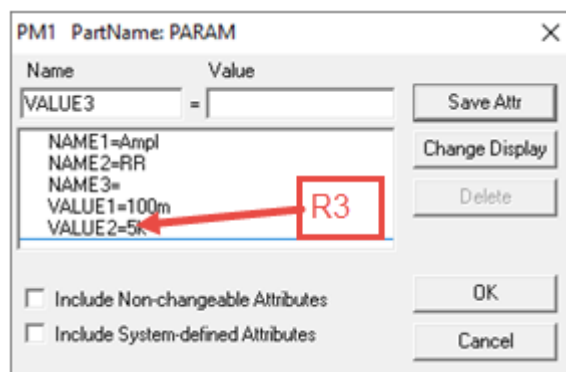



Рис.3. Установка значений для глобальных параметров

Измененную схему необходимо сохранить в рабочей папке. **Имя папки и файла не должно содержать кириллицы.**

4.2. Проверить работоспособность схемы. Для этого следует:

- проверить, заданы ли нужная частота у источника VSIN и амплитуда в глобальном параметре PARAM: {Ampl} = 100мВ;
- установить режим расчета схемы во временной области (пиктограмма ) с параметрами указанными на рис. 4. (другие виды анализа отменить);

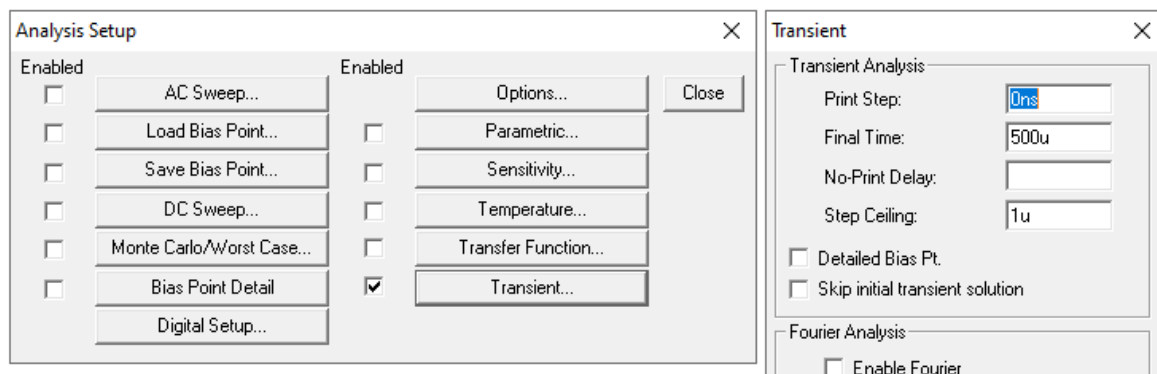




Рис.4 Параметры временного анализа

- подключить маркеры  для измерения входного (узел 1) и выходного (узел 2) напряжения;
- запустить программу расчета (клавиша **F11**, или пиктограмма ).

В выплывшем окне программы **Probe** появятся осциллограммы входного и выходного синусоидальных сигналов (рис. 5). Обратите внимание на то, что форма выходного сигнала не должна быть искажена.

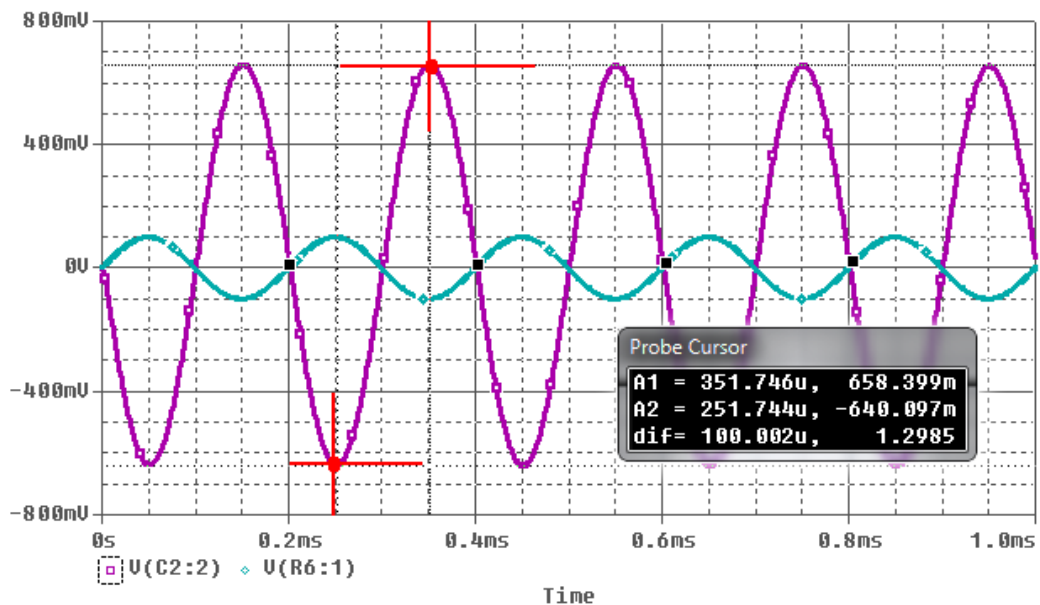





Рис. 5. Осциллограммы входного и выходного сигналов

Если форма выходного сигнала искажена (синус обрезан), то необходимо уменьшить амплитуду входного сигнала. Далее с помощью электронных курсоров надо определить размах выходного сигнала. Именно размах выходного сигнала рекомендуется определять из-за наличия переходного процесса в начале процесса. Курсоры доступны после нажатия на пиктограмму . Курсорами можно управлять правой (ПКМ) и левой кнопками мыши (ЛКМ). Размах можно найти с помощью пиктограмм определения максимального (*Cursor Max* ) и минимального (*Cursor Min* ) значения. Учитывая, что размах входного сигнала равен 200 мВ, можно рассчитать коэффициент усиления усилителя как отношение размаха амплитуды выходного сигнала к размаху амплитуды входного.

- По осциллограммам определить амплитуды сигналов и по этим данным рассчитать коэффициент усиления K_{u0} . Сравнить коэффициент усиления K_{u0} с рассчитанным в подготовке к работе. Существенное отличие говорит о том, что или домашний расчет проведен неправильно, или возникли ошибки при моделировании схемы.
- 4.3. Снять амплитудно-частотную характеристику усилителя, определить граничные частоты полосы пропускания и коэффициент усиления на средних частотах.
- Временной анализ отменить и установить режим анализа по переменному току с параметрами, указанными на рис. 6.

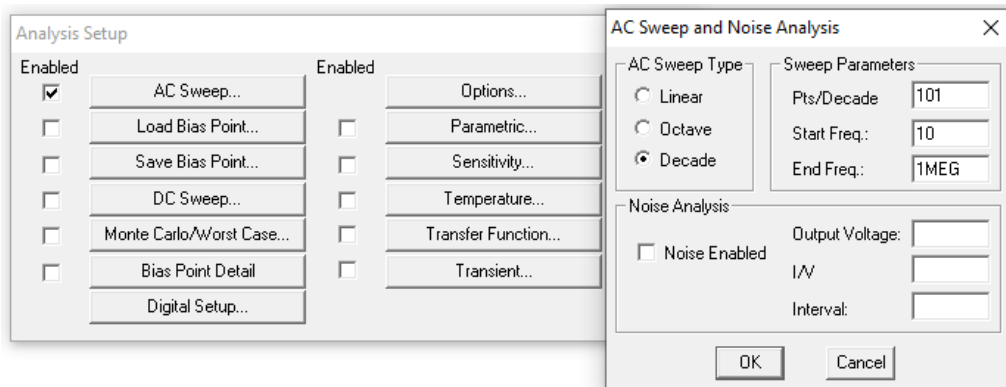



Рис.6. Параметры частотного анализа

- Удалить все маркеры, а к выходу усилителя (узел 2 на рис.1) подключить (**Markers – Mark Advanced – Vdb**) маркер для измерения напряжения в дБ.
- Запустить схему на расчет (F11) и получить амплитудно-частотную характеристику (рис. 7).
- С помощью электронных курсоров определить в области средних частот логарифмический коэффициент усиления LK_{u0} в децибелах (затем надо определить значение K_{u0} в **линейном масштабе**). На уровне -3дБ от значения LK_{u0} на средней частоте определить граничные частоты (f_H и f_B). Для получения всех необходимых значений на одном графике следует воспользоваться пиктограммой **Mark Label** , позволяющей ввести на экран координаты точки, помеченной курсором.

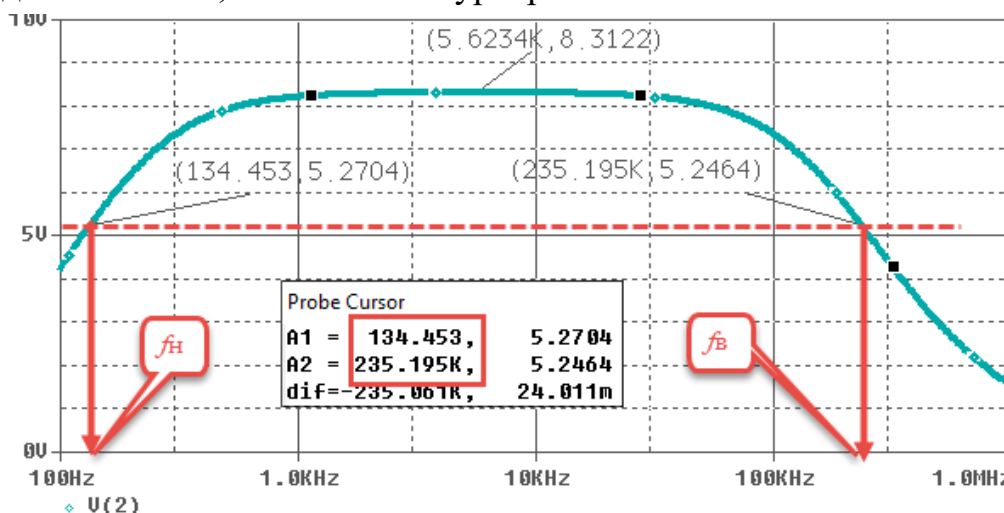





Рис. 7. АЧХ усилителя

4.4. Определить входное сопротивление усилителя.

- Создать дополнительный график: в позиции **Plot** горизонтального меню выбрать строку **Add Plot to Window**.
- Удалить график АЧХ.
- Построить (**Trace – Add** или пиктограмма ) график зависимости входного сопротивления от частоты. Это можно сделать, записав в командной строке окна **Trace Expression** выражение: $V(1)/I(V1)$ (см. рис.8).
- Определить входное сопротивление для области средних частот с помощью электронного курсора  и пиктограммы **Mark Label** .

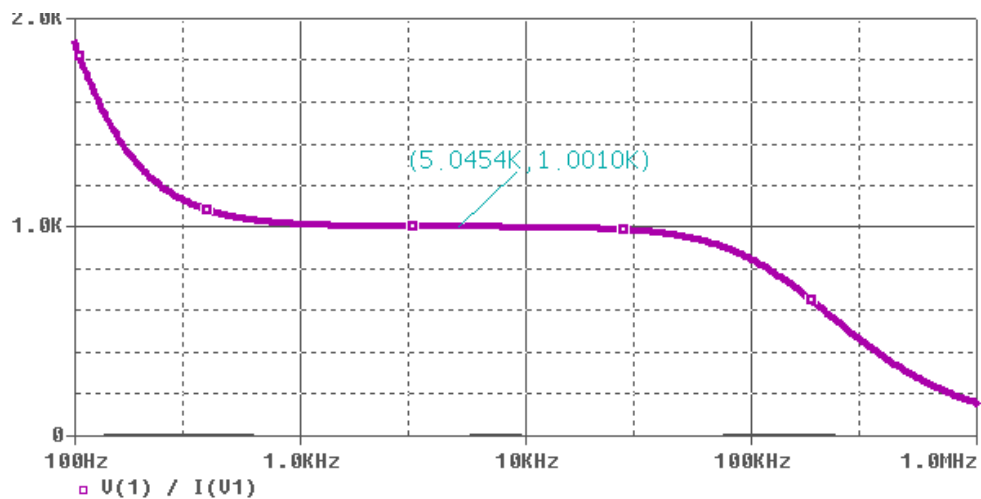



Рис.8. Зависимость входного сопротивления от частоты

4.5. Определить выходное сопротивление усилителя.

- Заменить на выходе усилителя маркер V_{db} на маркер .
- Установить режим **PARAMETRIC** с параметрами, как на рис.9. Сопротивление нагрузки следует выбирать из режимов:
 - 1) режим близкий к режиму холостого хода – $R_H = (50 \dots 100) \text{ кОм}$,
 - 2) режим близкий к режиму согласования – $R_H = (150 \dots 350) \text{ Ом}$.
- Запустить схему на расчет и получить амплитудно-частотные характеристики для двух значений сопротивлений нагрузки (рис.10).

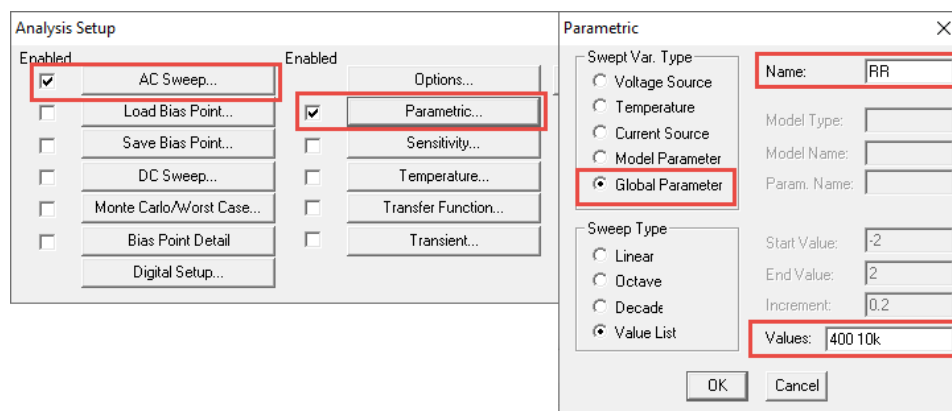


Рис. 9. Установки параметрического анализа для расчета выходного сопротивления усилителя

- По АЧХ следует определить максимальные коэффициенты усиления (см. рис.7). А затем рассчитать выходное сопротивление по формуле

$$R_{\text{ВЫХ}} = \left(\frac{U_{\text{ВЫХ XX}}}{U_{\text{ВЫХ}}} - 1 \right) R_H.$$

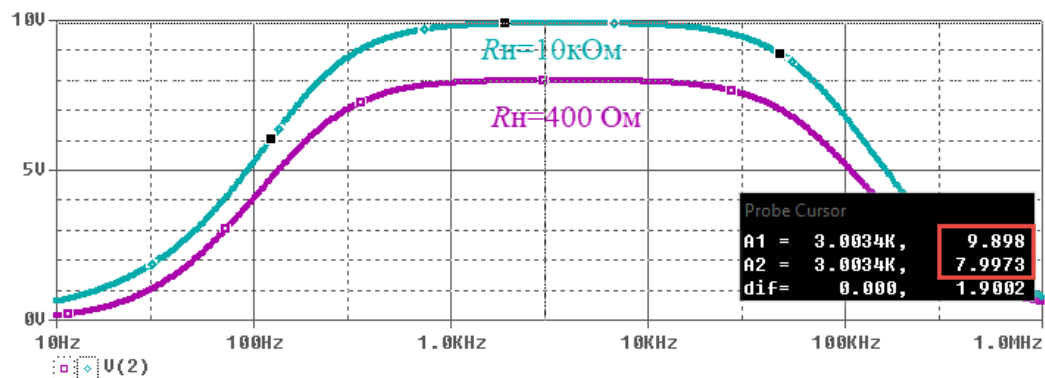


Рис. 10. АЧХ усилителя при разных сопротивлениях нагрузки

4.6. Снять амплитудную характеристику усилителя. По характеристике определить коэффициент усиления в режиме малого сигнала и динамический диапазон усилителя.

- Установить режим временного анализа как в п.4.2. (рис. 3). Другие виды анализа отменить.
- Установить режим автоматического изменения амплитуды входного напряжения. Для этого включить режим параметрического анализа (рис. 11).
- Запустить схему на расчет и получить семейство осциллограмм выходного напряжения (рис. 12).

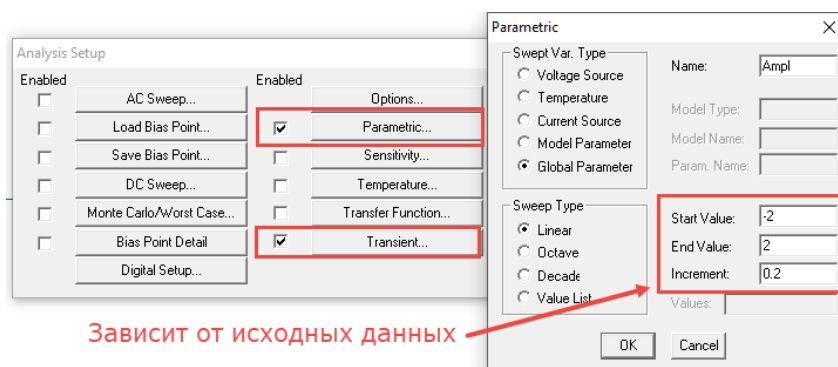


Рис.11. Задание для параметрического анализа

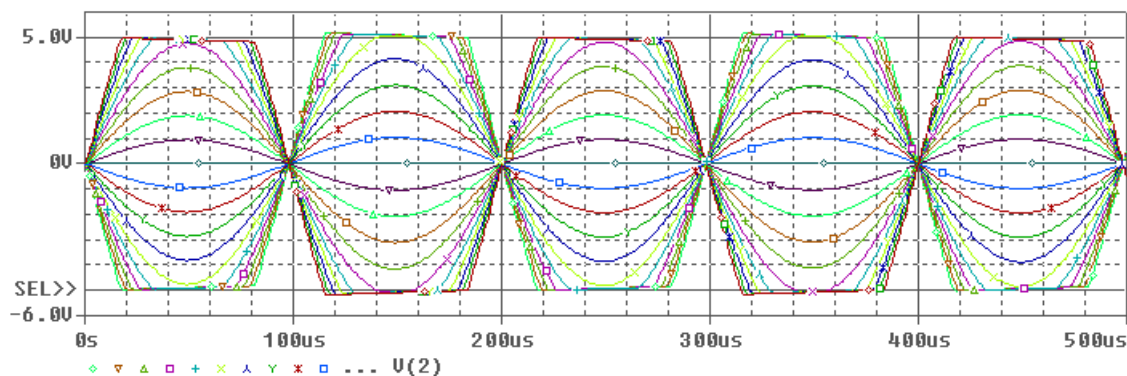




Рис.12. Семейство выходных осциллограмм в параметрическом анализе

- Создать дополнительный график для параметрического анализа (пиктограмма ) , и затем (пиктограмма ) ввести функцию зависимости амплитуды выходного сигнала от амплитуды входного сигнала $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$ (см. рис.13).

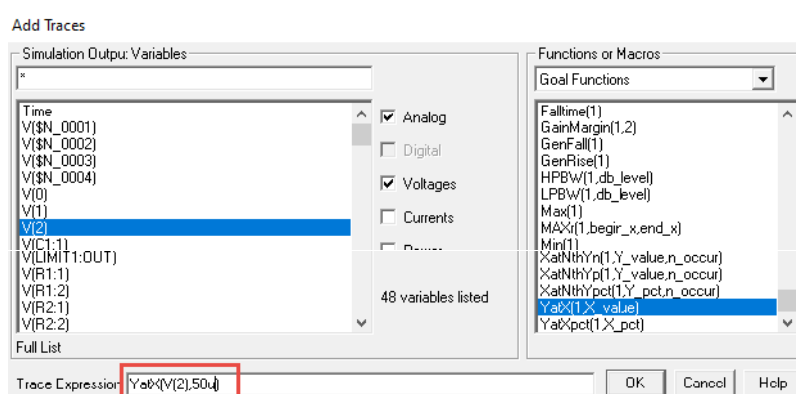


Рис.13. Задание функции V2 в точке 50 мкс

- По амплитудной характеристике (рис.14) определить динамический диапазон входного сигнала $U_{\text{вх макс}}$ и коэффициент усиления в линейном режиме.

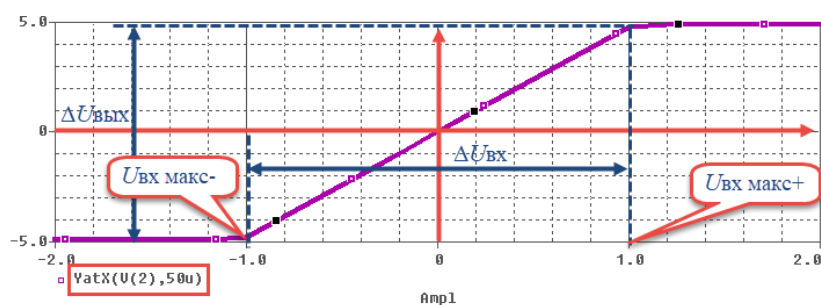


Рис.14. Амплитудная характеристика