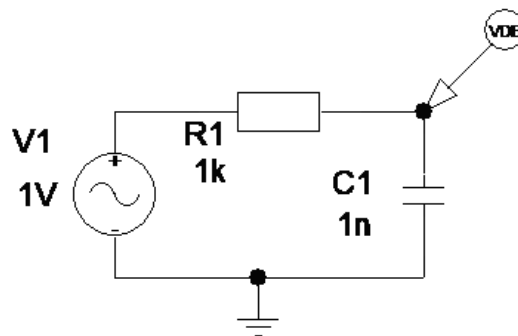



**Лабораторная работа № 1 ДО**  
**ПРОХОЖДЕНИЕ СИГНАЛОВ ЧЕРЕЗ RC-ЦЕПИ**  
**Методические указания по выполнению лабораторной**  
**работы в среде DesignLab 8.0»**

***Исследование частотных характеристик НЧ-фильтра***

1. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему для исследования частотных свойств НЧ-фильтра:
  - Открыть библиотеку элементов (*Draw – GetNewPart*).
  - Выбрать из библиотеки следующие компоненты:
    - резистор  $R$ ;
    - источник синусоидального напряжения  $VAC$ ;
    - конденсатор  $C$ ;
    - узел нулевого потенциала AGND или EGND.
  - Расположить элементы на рабочем поле в соответствии с принципиальной схемой рис. 1. Для этого на элемент, с которым надо что-то сделать, поместить курсор мыши и щелкнуть его левой кнопкой. Элемент окрасится, отмеченный элемент можно повернуть (*Ctrl/R*), удалить (*Delete*) или переместить, задать или изменить обозначение и параметры элемента.



**Рис. 1. Принципиальная схема моделирования**

- Соединить элементы в соответствии с принципиальной схемой. Для этого курсор мыши перевести в режим рисования соединительных линий (иконка - *карандаш с тонкой линией* ). Подвести карандаш к выводу одного из элементов и щелкнуть левой кнопкой мыши (ЛКМ). Подвести карандаш к другой точке схемы и снова щелкнуть ЛКМ. И так далее. Для отмены режима рисования щелкнуть правой кнопкой мыши.
- Можно ввести обозначения элементов в соответствии с рис. 1. Для этого дважды щелкнуть на имя элемента. В выплывшем окне ввести нужное имя.
- Установить параметры резистора и конденсатора. Для этого дважды щелкнуть ЛКМ на элементе. В выплывшем окне установить нужное значение параметра. Для источника напряжения установить  $ACMAG=1V$  (амплитуда входного сигнала равна 1В на всем частотном диапазоне) (рис. 2).

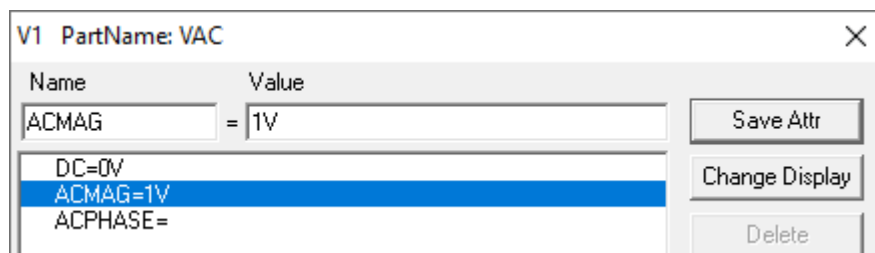


Рис. 2.

- Сохранить схему в рабочей папке, например, D:\Student\<name>. **Имя папки и файла не должно содержать кириллицы.**

## 2. Снять амплитудно-частотную характеристику НЧ-фильтра.

- Установить (см. рис. 3) режим анализа по переменному току

(*Analysis/Setup* - *AC Sweep* или иконка ):

**Decade** – изменение частоты по логарифмическому закону;

**Pts/Decade = 101** – число точек на декаду;

**Start Freq = 10** – начальная частота;

**End Freq = 1Meg** – конечная частота.

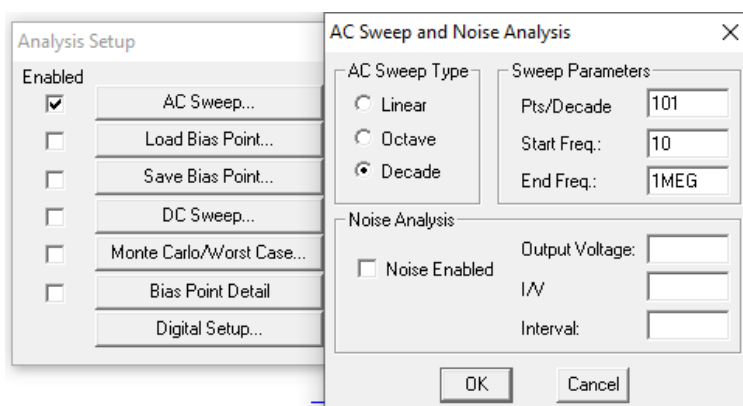





Рис.3.

- Подключить выходу схемы (см. рис. 1) специальный маркер измерения напряжения в децибелах (*Markers - Mark Advanced – Vdb*). В этом случае выходной сигнал, а так как  $U_{BX}=1V$ , то и коэффициент передачи, измеряется в децибелах.

- Запустить расчет схемы (*F11* или иконка ) и получить амплитудно-частотную характеристику НЧ-фильтра.

- Воспользовавшись электронным курсором (пиктограмма ) и маркером курсора (пиктограмма *Mark Label* ) по АЧХ схемы с интегрирующим конденсатором определить на уровне  $-3dB$  верхнюю граничную частоту  $f_B$  (рис. 4).

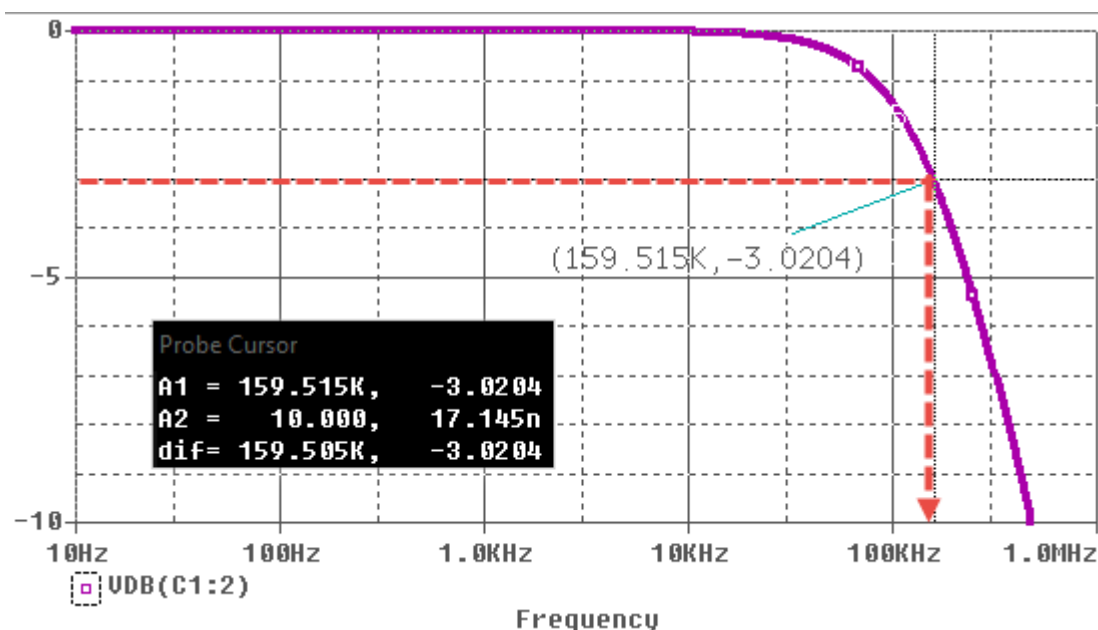





Рис. 4.

### Исследование частотных характеристик ВЧ-фильтра

- Для исследования процессов в ВЧ-фильтре, необходимо поменять местами резистор и конденсатор, изменить их параметры в соответствии с вариантом.
- Далее надо сохранить новую схему в рабочей папке под другим именем.
- Запустить расчет схемы (F11 или иконка ) и получить амплитудно-частотную характеристику ВЧ-фильтра.
- Воспользовавшись электронным курсором (пиктограмма ) и маркером курсора (пиктограмма **Mark Label** ) по АЧХ схемы с разделительным конденсатором определить на уровне -3дБ нижнюю граничную частоту  $f_H$  (рис. 5).

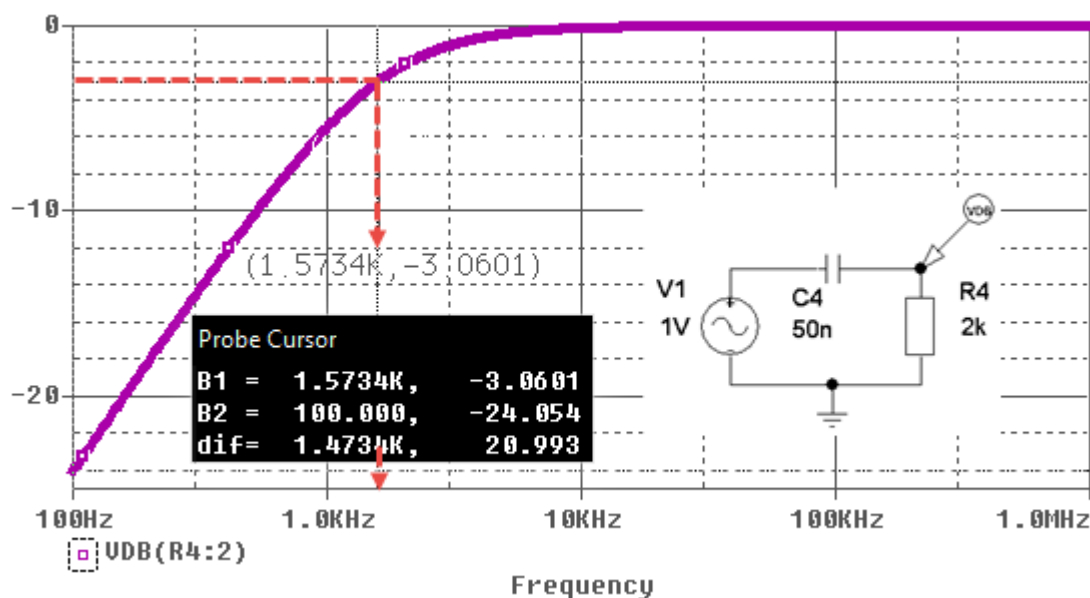

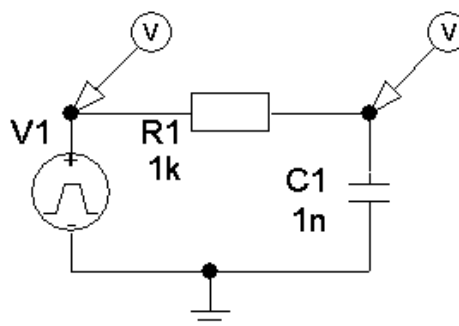


Рис. 5.

### **Исследование временных характеристик $RC$ -цепи с интегрирующим конденсатором**

- Чтобы создать схему для исследования временных характеристик  $RC$ -цепи с интегрирующим конденсатором надо открыть схему НЧ-фильтра, созданную ранее, заменить источник VAC на импульсный источник VPULSE.
- К входу и выходу схемы (вместо маркера  $V_{db}$ ) надо подключить маркер для измерения напряжения (*Markers – Voltage* или пиктограмма ) (рис.6).



**Рис. 6.**

- Задать параметры импульсного генератора VPULSE (рис. 7):

**V1=0** – минимальное значение импульсного сигнала;

**V2=... V** – максимальное значение импульса равно  $U_m$  (зависит от варианта);

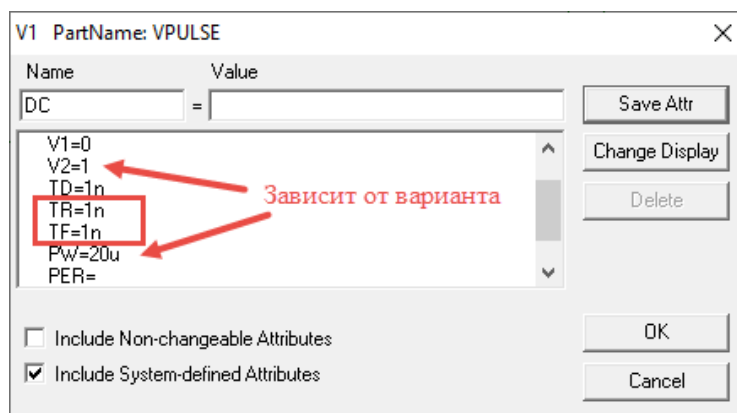
**TD=1n** – задержка импульса относительно начала временного анализа;

**TR=1n** – длительность переднего фронта импульса;

**TF=1n** – длительность заднего фронта импульса;

**PW=...u** – длительность импульса  $t_n$  (в мкс) (зависит от варианта);

**PER=** можно не задавать (в этом случае импульс будет одиночным).



**Рис. 7.**

- Отключить анализ частотных характеристик и установить режим анализа во временной области (*Analysis/Setup - Transient*) (рис. 8):

$Print\ Step=20ns$  – шаг вывода данных;

$Final\ Time=...us$  – конечное время расчета (в мкс) определяется как  $2t_{и}$ ;

$Step\ Ceiling = (0,01...0,02) Final\ Time$ .

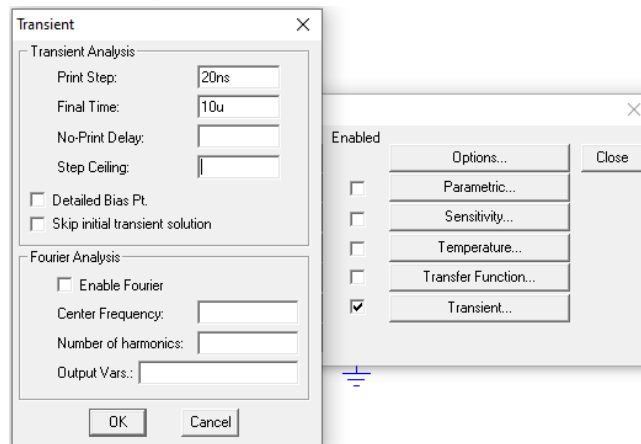


Рис.8.

- Запустить расчет схемы (F11) и получить временные зависимости (рис.9).
- Воспользовавшись двумя электронными курсорами определить по уровням  $0,1...0,9 U_m$  длительности фронта  $t_f$  и среза  $t_c$  выходного напряжения.

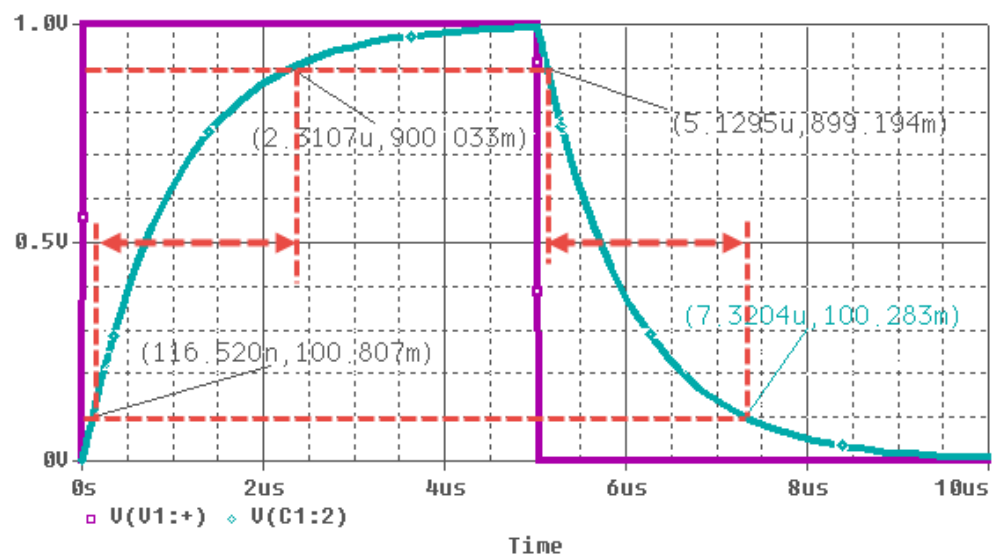


Рис. 9.

### **Исследование временных характеристик RC-цепи с разделительным конденсатором**

- Для исследования временных характеристик RC-цепи с разделительным конденсатором надо открыть схему ВЧ-фильтра, созданную ранее, заменить источник VAC на импульсный источник VPULSE.
- Дальнейшие действия – как в предыдущем пункте.
- Запустить расчет схемы (F11) и получить временные зависимости (рис. 10).
- Воспользовавшись двумя электронными курсорами определить максимальное значение выходного сигнала  $U_m$  и спад плоской вершины  $\Delta u$ .

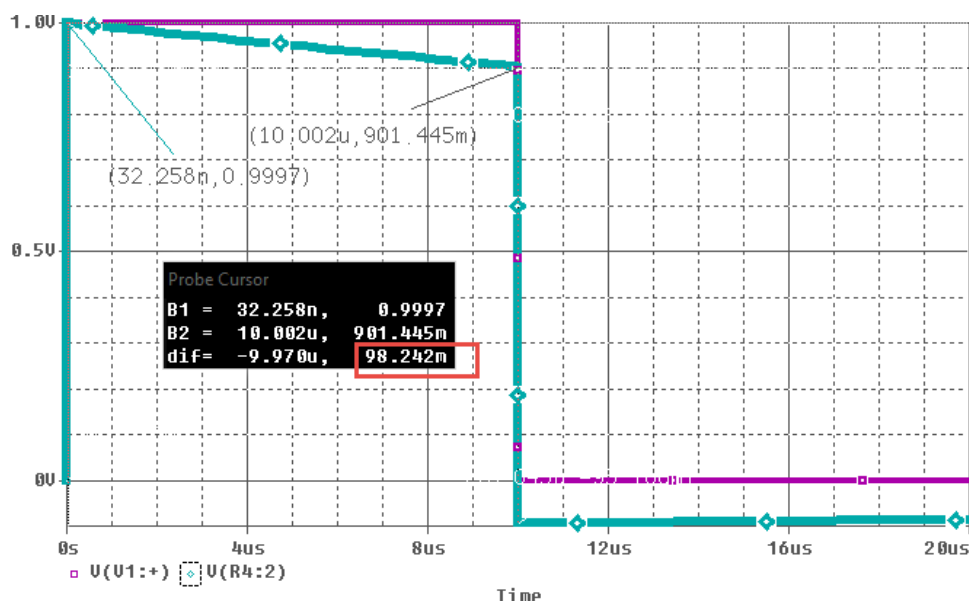



Рис. 10.

### Исследование временных характеристик RC-цепи с дифференцирующим конденсатором

- В предыдущей схеме уменьшить емкость конденсатора  $C_2$  в 100 раз.
- Оставить маркер для вывода напряжения только на выходе исследуемой схемы.
- Запустить расчет схемы (*F11* или пиктограмма ) и получить временную зависимость (рис.11).
- С помощью электронных курсоров по уровню  $0,5U_m$  определить длительности положительного и отрицательного импульсов.

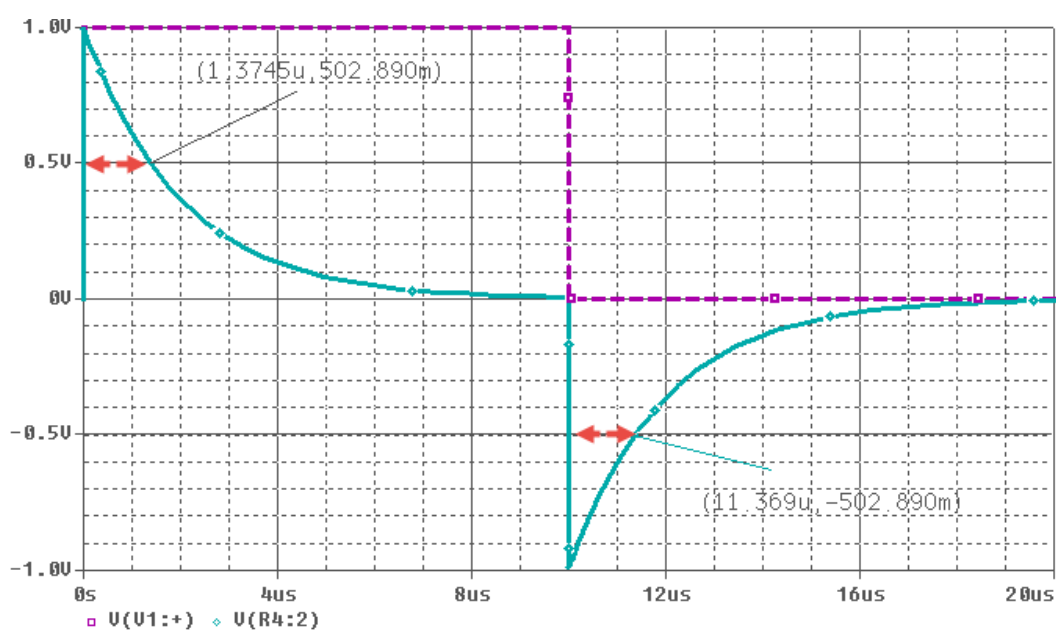


Рис. 11.

## Приложение.

Определение произвольной частоты по графику  $LH$ :  $LH = 20 \lg(U_{\text{ВЫХ}}/U_{\text{ВХ}})$ ,  
 построенному в логарифмическом масштабе:  $f_x = 10^{\left(n + \frac{a}{b}\right)}$

