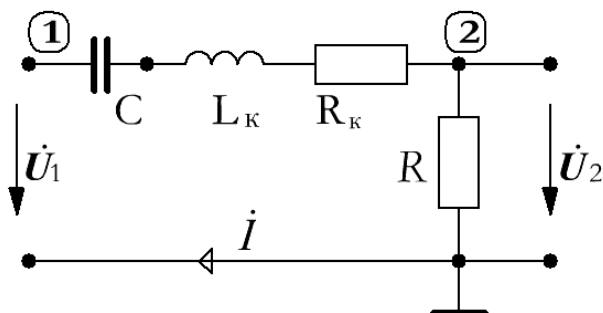


Указания к выполнению лабораторной работы № 6 в среде DesignLab 8.0»

Расчет частотных характеристик *RLC* цепей

Задание. Собрать виртуальную схему рис. 6.1 (в зависимости от варианта) и провести расчет АЧХ и ФЧХ фильтра для двух значений сопротивления резистора, сохранить результаты в электронном виде. По полученным характеристикам определить резонансную частоту фильтра и частоту, соответствующую максимуму АЧХ.



$R = R_1 + R_{\text{пер}}$ для нечетного № стенда, $R_1 = 1 \text{ кОм}$,

$R = R_2 + R_{\text{пер}}$ для четного № стенда, $R_2 = 2 \text{ кОм}$.

$R_{\text{пер}}$ – см. таблицу 6.1


Рис. 6.1 - Схема фильтра второго порядка ($L_K = 31 \text{ мГн}$, $C = 5.6 \text{ нФ}$, $R_K = 110 \text{ Ом}$)

Таблица 6.1

№ стенда	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
№ стенда	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$R_{\text{пер}} \text{ Ом}$	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900

1. Построение виртуальной схемы.

1.1. **Вход в систему DesignLab 8.0.** Для этого установим курсор мыши на пиктограмму с надписью **Schematics.8.0** и дважды щёлкнем левой кнопкой мыши (ЛКМ).

1.2. **Выбор элементов на экране дисплея.** Для открытия библиотеки элементов выбираем команду "**Draw**" в горизонтальном меню и затем строку "**Get New Part**" в вертикальном меню. В появившемся окне нажимаем на клавишу "**Libraries**". В правом окне выбираем нужную библиотеку ("**Analog.slb**"). Открыть библиотеку элементов можно также с помощью иконки  (бинокль). В появившемся окне слева расположен алфавитный список компонентов. С помощью линейки прокрутки ($\Delta \nabla$) подвести синюю полосу к обозначению **R** (для ускорения поиска можно ввести в строку «Part Name» букву **R**) и щёлкнуть ЛКМ. В результате этого в правом окне "**Edit Symbol**" возникнет изображение резистора (рис.1.2).

Для переноса элемента на экран надо щёлкнуть ЛКМ по клавише "**Place**". На рабочем поле появится резистор. Курсор мыши остаётся связанным с этим элементом, поэтому если схема содержит несколько резисторов, то можно нарисовать их сразу. Перемещая мышью, установить изображение элемента в нужное место чертежа и щёлкнуть ЛКМ. Для отмены режима рисования любого

элемента нажимаем на правую кнопку мыши (ПКМ). Необходимо аналогичным образом нарисовать конденсатор C и индуктивный элемент L .

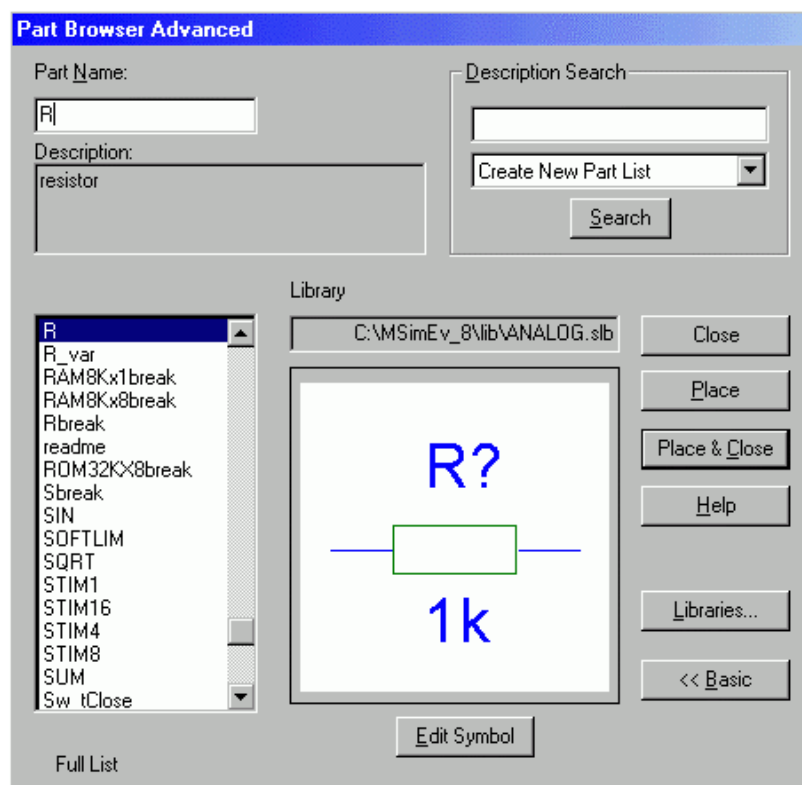




Рис.1. 2. Диалоговое окно выбора элементов

В списке компонентов найдем аналоговую землю **AGND**, выделим, щёлкнув ЛКМ, в правом окне появится изображение земли. Далее щёлкнуть ЛКМ по клавише "**Place**". На рабочем поле появится обозначение земли. Далее в библиотеке находим источник напряжения **VAC**. Этот источник специально предназначен для получения частотных характеристик. Выделяем источник и переносим на рабочее поле. Далее щёлкнуть ЛКМ по клавише "**Close**".

1.3. **Вычерчивание принципиальной схемы.** Выбранные элементы необходимо расположить на рабочем поле в соответствии с принципиальной схемой, не соединяя их. Для изменения местоположения, поворота или удаления элемента необходимо подвести к нему курсор мыши и щелкнуть левой кнопкой. При этом элемент окрасится в красный цвет. Элемент перемещается по экрану после фиксации на нём и удерживании ЛКМ. Элемент можно повернуть одновременным нажатием клавиш "**Ctrl-R**". Элемент можно удалить нажатием на клавишу "**Delete**" на клавиатуре или пиктограммой "**Ножницы**": . Соединение расположенных на экране элементов в соответствии со схемой производится по команде **Draw/Wire** или с помощью пиктограммы "**Карандаш с тонкой линией**": . При этом курсор приобретает вид карандаша. "Собираем" схему: подводим карандаш к выводу элемента и щёлкаем ЛКМ. Рисуем провод до начала другого элемента в соответствии с принципиальной схемой и опять щёлкаем ЛКМ. Необходимо следить за тем, чтобы провод не проходил сквозь элементы (в этом случае элемент будет закорочен). Прекращаем рисование

щелчком правой кнопки мыши. Двойной щелчок ПКМ восстанавливает режим рисования. Узлы схемы выделяются жирной точкой.

1.4. **Установка числовых значений и обозначений элементов.** Для установки параметров элементов необходимо подвести курсор к параметру элемента и дважды нажать ЛКМ (или по команде **Edit/Attributes**). В поле **"Value"** появляется числовое значение этого параметра – 1k. Соответствующее окно представлено на рис. 1.3.

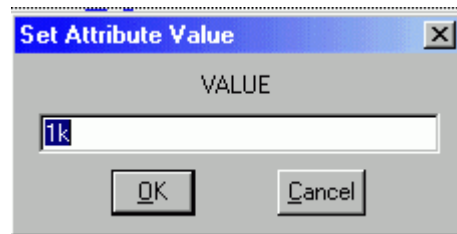


Рис.1.3. Диалоговое окно изменения номинала резистора

В окне устанавливается нужное значение, затем нажимается клавиша **"OK"**. Аналогично устанавливаются числовые значения параметров для всех элементов схемы. Следует учесть, что целую часть значений параметров элементов можно отделять от дробной **только точкой**.

Установка числовых значений источника напряжения осуществляется следующим образом. Подводим курсор к источнику напряжения и дважды щёлкаем ЛКМ. В появившемся окне выделяем строку **DC** (расчёт по постоянному напряжению) и дважды нажимаем ЛКМ. В окошке **"Value"** необходимо записать числовое значение постоянной составляющей **DC=0**. Нажать **"Save Attr"**. Остальные параметры **ACMAG=1** – амплитуда гармонических составляющих напряжений.

1.5. **Нумерация проводников и узлов схемы.** Чтобы пронумеровать узел 1, выделим его щелчком ЛКМ. Он окрасится в красный цвет. Затем дважды щёлкнем ЛКМ. Появится окно **"Label"**. В поле окна запишем номер узла 3 и нажмём **"OK"**. Диалоговое окно, соответствующее данной операции, представлено на рис. 1.4.

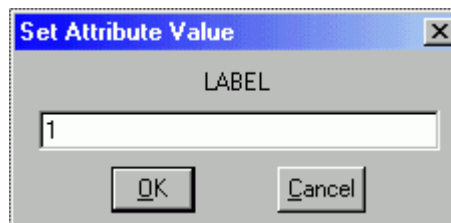



Рис.1.4. Диалоговое окно нумерации проводников

1.6. **Установка маркеров.** Для измерения напряжения и вывода графиков на экран дисплея на схему наносятся маркеры. Для этого подводим курсор к соответствующей пиктограмме , щёлкаем ЛКМ. Подводим курсор к узлу или ветви схемы и щёлкаем ЛКМ.

Пример собранной схемы представлен на рис. 1.5.

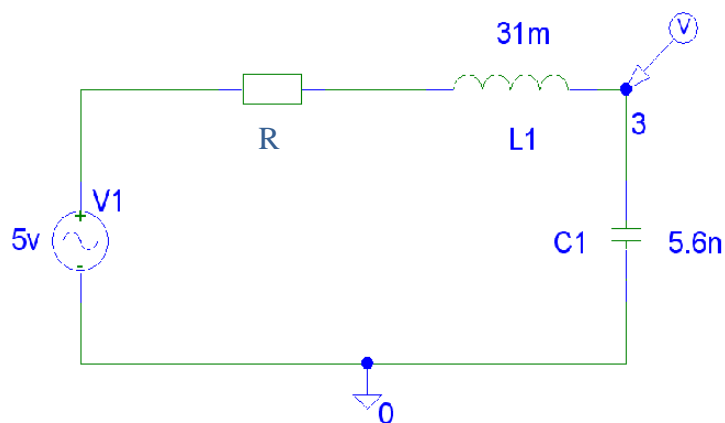



Рис. 1.5. Схема для расчета частотных характеристик ФНЧ (при заданном R (см.рис.6.1))

2. Установка режима анализа.

По команде **Analys/Setup** входим в это окно, убираем галочку против графы "**Bias Point Detail**" и ставим галочку в графе "**AC Sweep**" – расчёт частотных характеристик (этот режим можно установить также с помощью иконки ). Теперь необходимо задать параметры "**AC Sweep**" анализа. Нажимаем курсором на клавишу "**AC Sweep**". В открывшемся окне задаём:

- а) линейный масштаб по частоте, поставив точку в графе "**Linear**", можно также задать "**Decade**" – изменение частоты по логарифмическому закону;
- б) количество расчётных точек по частоте **Total=2000**,
- в) начальную частоту расчёта **Start Freq=100**,
- г) конечную частоту расчёта **End Freq=300k**.

Закрываем окно нажатием клавиш "**OK**" и "**Close**". Соответствующее диалоговое окно представлено на рис. 2.

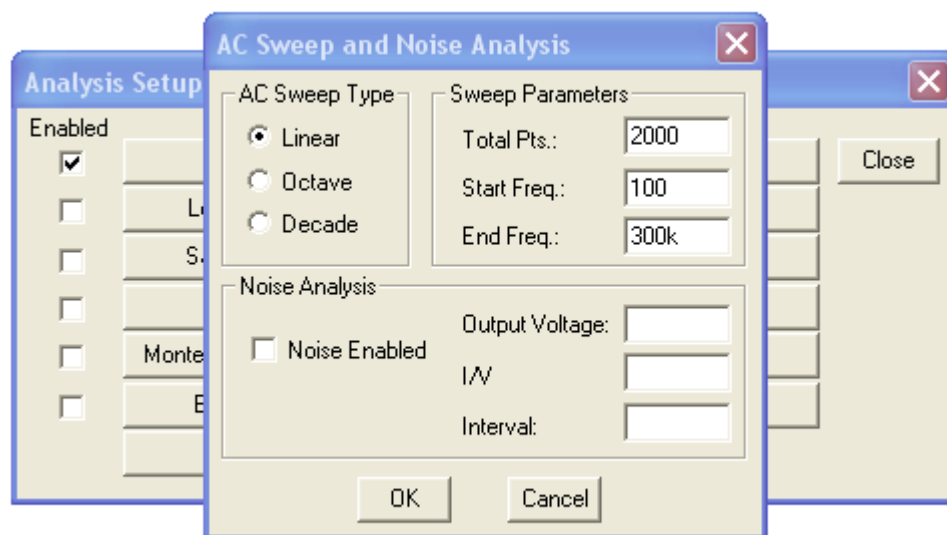





Рис.2. Окно задания режима частотного анализа

После этого рекомендуется **сохранить схему** в рабочей папке **Имя папки и файла не должно содержать русских букв.**

3. Решение задания и обработка результатов.

Запустить схему на расчет можно нажав на **Analisis/Simulate** или клавишу **F11**, или на иконку . После завершения работы программы на экране появится график АЧХ. Если конечная частота является недостаточной для получения «законченной картинки» АЧХ, либо картинка получается слишком «сжатой» то частоту **End Freq** нужно изменить, вернувшись к режиму задания параметров расчета **Analisis/Setup**.

Для вывода ФЧХ нужно проделать следующее. Щелкнуть левой кнопкой мыши по позиции **Plot** горизонтального меню. В появившемся вертикальном меню выделить строку **Add Y Axis**, щелкнув по ней левой кнопкой мыши. После чего на экране появляется вторая вертикальная ось. Щелкаем левой кнопкой мыши по позиции горизонтального меню **Trace** и выбираем в появившемся вертикальном меню строчку **Add** (или можно нажать иконку ). В результате чего на экран выводится панель с двумя окнами. В правом окне **Functions or Macros** щелчком левой кнопки мыши выделяется функция вызова фазы **P()**. Название этой функции дублируется в нижней части панели в строке **Trace Expression**. Эта строка предназначена для ввода функции, которая затем будет отображена в виде графика. Для указания того, фаза какого напряжения должна быть выведена, щелкаем левой кнопкой мыши по строке **V(3)** в левом окне **Simulation Output Variables**. После чего в нижней строке оказывается сформированной функция **P(V(3))**, что соответствует выводу в виде графика фазы напряжения **V(3)**. Завершаем ввод функции щелчком по кнопке **OK**. После чего на экране появляется график **ФЧХ**, совмещенный с графиком **АЧХ**.

По полученным графикам необходимо определить резонансную частоту фильтра. Для ее определения щелчком левой кнопки мыши по пиктограмме  вызываем электронный курсор. Затем **щёлкаем** левой кнопкой мыши **по красному прямоугольнику с надписью P(V(3))**. Это связывает электронный курсор с графиком ФЧХ. После этого устанавливаем курсор мыши на график ФЧХ, нажимаем левую кнопку и, не отпуская её, передвигаем курсор мыши вдоль графика до тех пор, пока значение фазы не станет близким к $\pm 90^0$ (в зависимости от типа фильтра) (значение фазы отображается в окне «Probe Cursor» в правом столбце). Отпустив левую кнопку мыши и оперируя клавишами управления курсором клавиатуры, добиваемся установки электронного курсора на наиболее близкое к $\pm 90^0$ значение фазы. Значение резонансной частоты при этом будет указано в левом столбце.

Точно также находим частоту, соответствующую максимуму АЧХ f_{max} . Полученные графики надо записать на флешку. Затем изменить значение сопротивления на $R=10$ кОм, получить соответствующие графики для второго значения добротности. По графикам определить резонансную частоту фильтра. Эти графики также надо записать на флешку.