

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Кафедра «Радиоэлектронные системы и устройства»

Р.Ш. Загидуллин

Лабораторный практикум по курсу Электроника. Полупроводниковые диоды

Электронное учебное издание

Полупроводниковые диоды

*Методические указания к выполнению лабораторного практикума по
дисциплине «Электроника»*

Часть 2 Исследование в Multisim

Москва

(С) 2014 МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

УДК 517.31

Рецензент:

Загидуллин Р.Ш.

Лабораторный практикум по курсу Электроника. Полупроводниковые диоды - М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2015. 127 с.

Электронное учебное издание

Загидуллин Равиль Шамильевич

Лабораторный практикум по курсу Электроника. Полупроводниковые диоды

© 2014 МГТУ имени Н.Э. Баумана

СОКРАЩЕНИЯ ТЕРМИНОВ, АББРЕВИАТУРЫ

ВАХ — вольтамперная характеристика;

ГТИ — генератор тактовых импульсов;

ЕСКД — единая система конструкторской документации;

MSxx — программная среда NI Multisim 10 или 12 версии;

МСxx — программная среда Multisim версии 7, 9 или 10;

Оглавление

СОКРАЩЕНИЯ ТЕРМИНОВ, АББРЕВИАТУРЫ	3
ВВЕДЕНИЕ	6
РАБОТА: исследование полупроводникового диода.	6
ЭКСПЕРИМЕНТ 1	7
ЭКСПЕРИМЕНТ 2	9
ЭКСПЕРИМЕНТ 2	11
ЭКСПЕРИМЕНТ 3	14
ЭКСПЕРИМЕНТ 5	16
ЭКСПЕРИМЕНТ 6	20
ЭКСПЕРИМЕНТ 7	29
БАЗА ДАННЫХ КОМПОНЕНТ MULTISIM	30
Уровни доступа к базе данных Multisim	33
УПРАВЛЕНИЕ БАЗАМИ ДАННЫХ В ПРОГРАММЕ MULTISIM.....	34
Добавление компонентов.....	34
Удаление семейства компонентов	35
Обмен компонентов между базами данных.....	35
Создание нового компонента	37
СОЗДАНИЕ НОВОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ MULTISIM.....	44
СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДИОДА В MULTISIM ИСПОЛЬЗУЯ MODEL MAKER	53
Начало работы, шаг 1 в Component Wizard.....	55
Шаг 2 в Component Wizard	56
Шаг 3 в Component Wizard	59
Шаг 4 в Component Wizard	60
Шаг 4 в Component Wizard	60
Шаг 6 в Component Wizard	61
Шаг 7 в Component Wizard	63

Шаг 8 в Component Wizard	63
ОСЦИЛЛОГРАФ В ПРОГРАММЕ MULTISIM.....	70
ЛИТЕРАТУРА. ОСНОВНАЯ.....	81
Литература. Дополнительная	81

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания содержит описания лабораторных практикумов по курсу Электроника и Основы Электроники. Лабораторный практикум направлен на изучение процессов в полупроводниковых устройствах, схемотехнических решений на их основе и освоение современных компьютерных технологий. Разработка современной радиоэлектронной аппаратуры, внедрение ее в производство и сопровождение выпуска изделия требует не только современных программных средств моделирования и автоматизированного проектирования, но и использование автоматизированных систем сбора и обработки данных, управления научным экспериментом.

РАБОТА: ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Приобрести навыки в использовании базовых возможностей программ схемотехнического анализа для исследования статических и динамических характеристик полупроводниковых диодов с последующим расчетом параметров модели полупроводникового диода. Приобретение навыков в исследовании полупроводниковых приборов и освоение математических программ расчета параметров модели полупроводниковых приборов на основе проведенных экспериментальных исследований и включении его модели в базу компонентов

ЭКСПЕРИМЕНТ 1

Собрать схемы, показанные на рисунках.

Схема для измерения напряжения на диоде мультиметром:

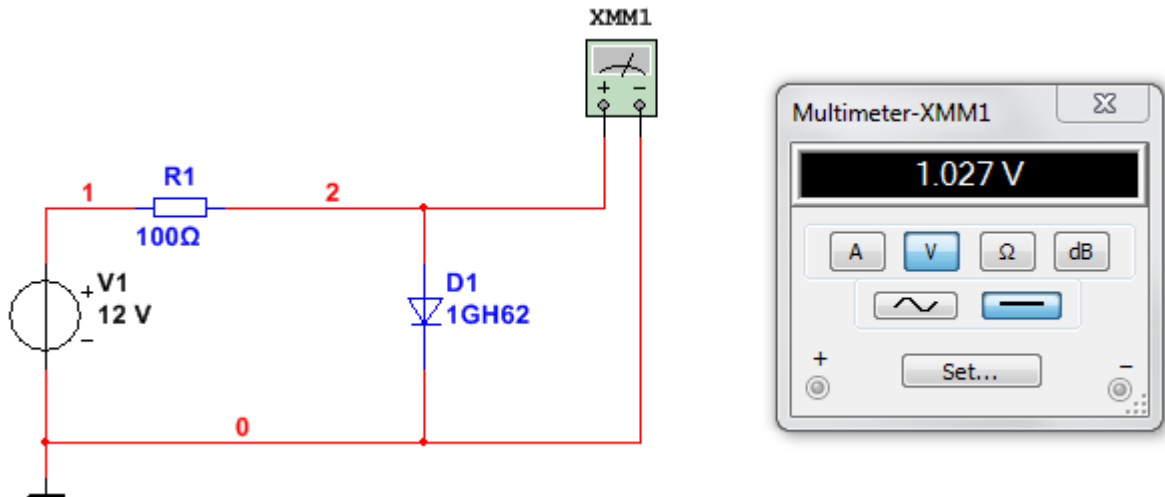


Рисунок 1

схема для измерения тока через диод мультиметром:

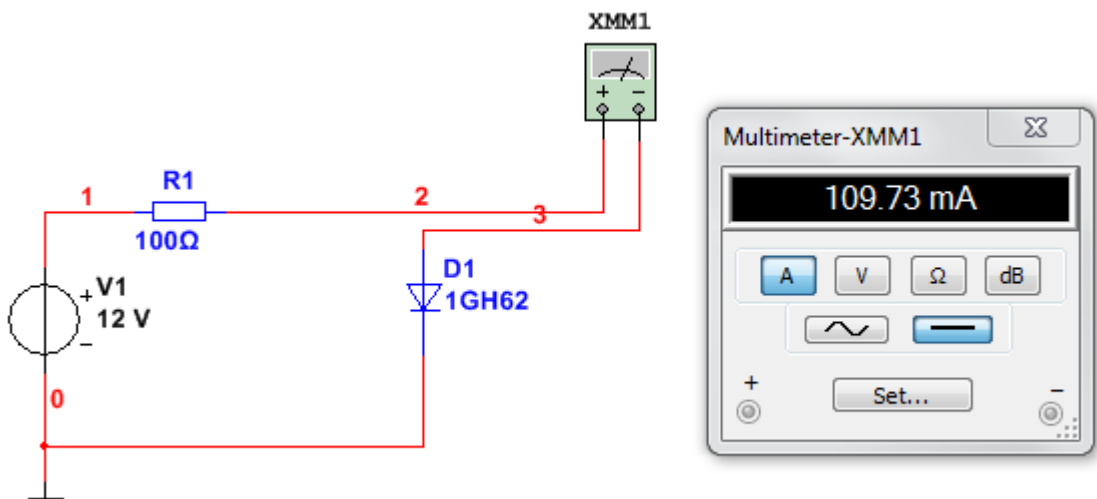


Рисунок 2

Измерять напряжение на диоде по схеме рисунке 1, можно подсоединяя к диоду через резистор источники с различным напряжением. При этом ток диода в прямом направлении можно вычислять из выражения

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Ток диода в обратном направлении может быть подсчитан как

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Точность при таких измерениях оставляет желать лучшего из-за разброса сопротивлений у резисторов одного номинала. И если необходимо получить более точную характеристику, используя только один мультиметр, необходимо сначала измерить напряжение в схеме рисунке 1, а затем ток в схеме рисунке 2. При этом можно пользоваться только мультиметром, подключая его то как вольтметр, то как амперметр.

Гораздо быстрее можно выполнить эту работу, если имеется вольтметр и амперметр. Тогда, включив их по схеме рисунке 3, можно сразу видеть ток и напряжение на табло этих приборов.

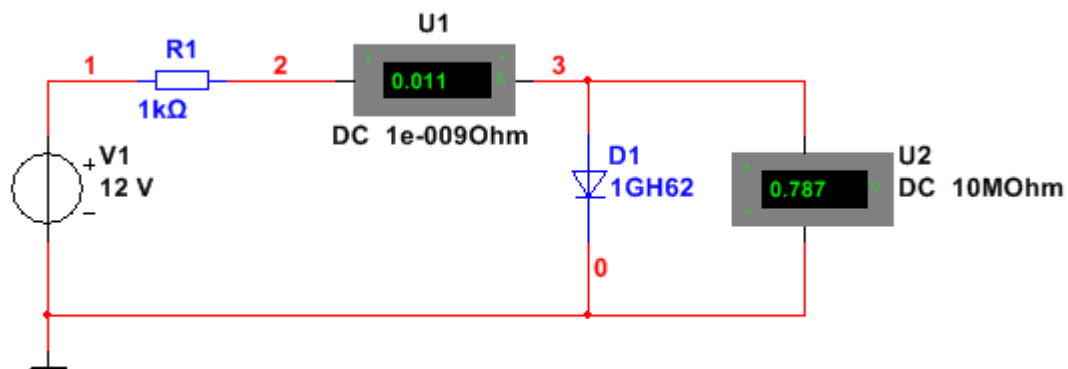


Рисунок 3

1. Включить схему, представленную на рисунке 1. Мультиметр покажет напряжение на диоде $U_{пр}$ при прямом смещении. Переверните диод и снова запустите схему. Теперь мультиметр покажет напряжение на диоде $U_{обр}$ при обратном смещении. Вычислите ток диода при прямом (шаг измерений 0.1 В, пределы от 0 до 1 В) и обратном смещении (шаг измерений 0.5 В, пределы от 0 до -10 Вольт) согласно формулам. Заполните таблицу в программе MathCAD:

№	Напряжение на диоде, В	Ток диода, А	Сопротивление диода на постоянном токе

2. По результатам измерения построить графики для прямой и обратной ветви характеристики и график сопротивления диода на постоянном токе.
3. Включите схему, представленную на рисунке 3. Повторите эксперимент и заполните таблицу. Сравнить полученные результаты и сделать выводы.

ЭКСПЕРИМЕНТ 2

Быстро и удобно можно исследовать ВАХ, непосредственно наблюдая ее на экране [осциллографа](#) (рисунок 4).

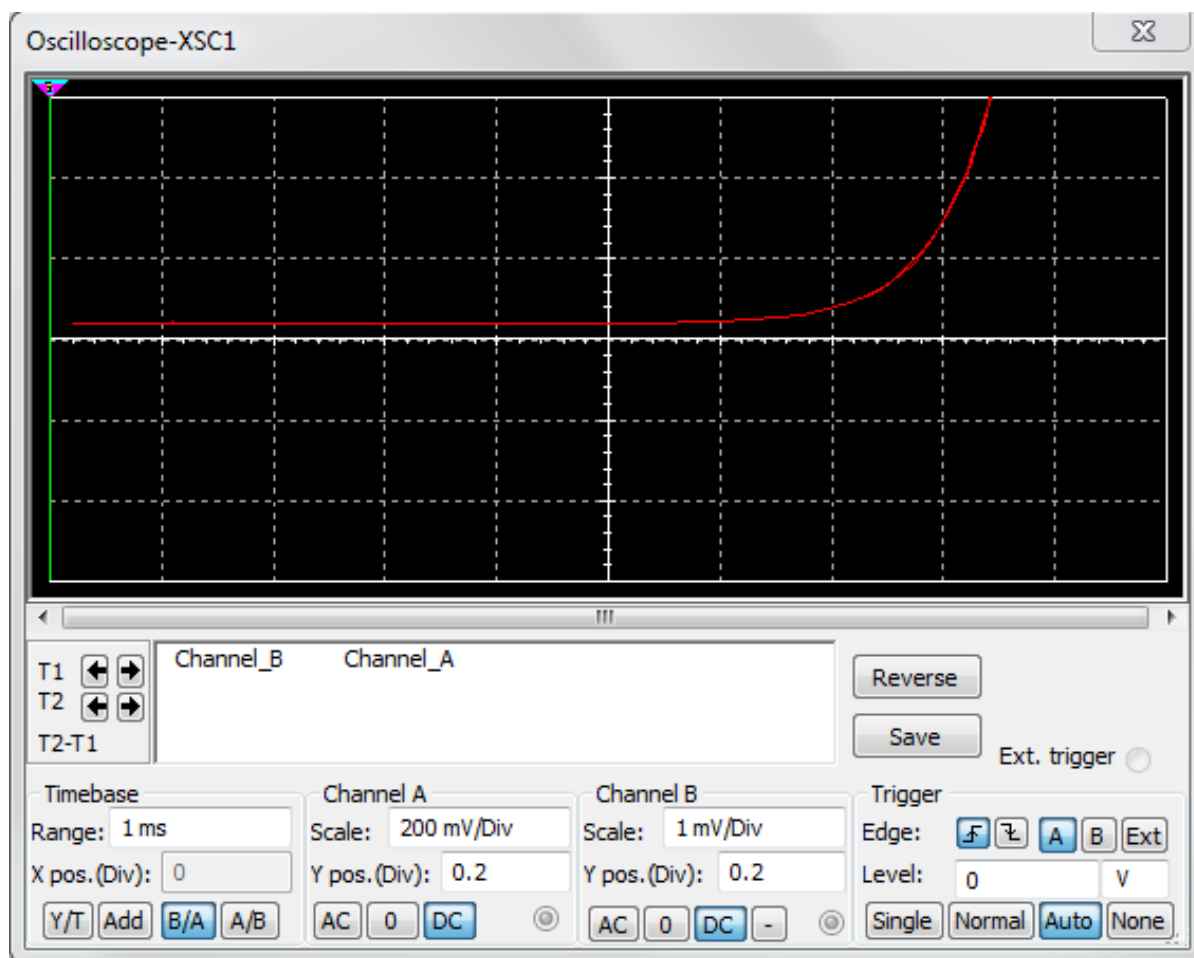


Рисунок 4

Схема стенда для получения ВАХ на экране осциллографа показана на рисунке 5. При таком подключении координата точки по горизонтальной оси осциллографа будет пропорциональна напряжению, а по вертикальной — току через диод. Поскольку напряжение в вольтах на резисторе с сопротивлением 1 Ом численно равно току через диод в амперах

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

по вертикальной оси можно непосредственно считывать значение тока. Если на осциллографе выбран режим В/А, то ток через диод (канал В) будет откладываться по вертикальной оси, а напряжение (канал А) по горизонтальной.

Примечание: при получении ВАХ диода с помощью осциллографа на канал А вместо точного напряжения на диоде подается сумма напряжений на диоде и на резисторе сопротивлением 1 Ом. Погрешность из-за этого будет невелика, так как падение напряжения на резисторе значительно меньше, чем напряжение на диоде.

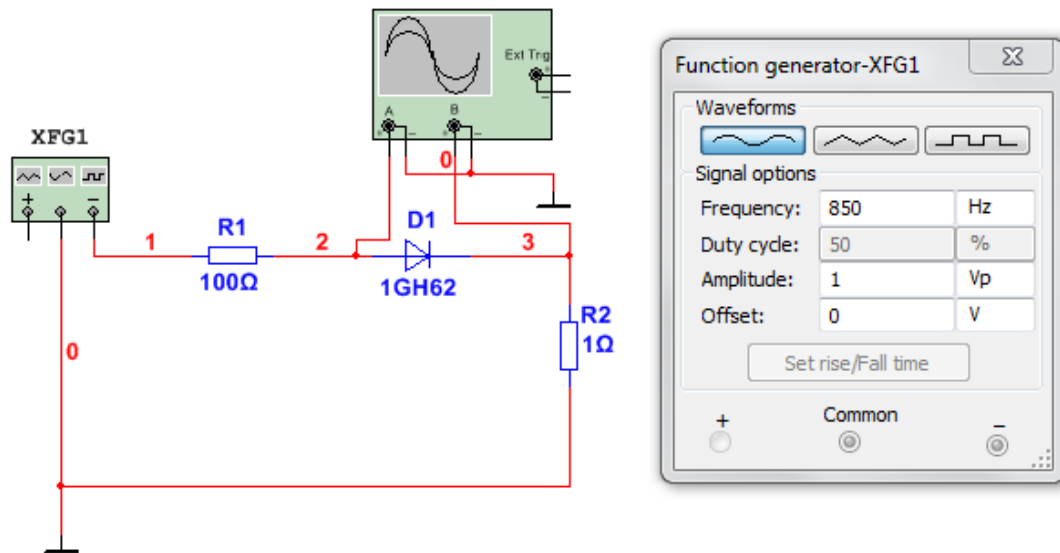


Рисунок 5

Тип диода определяется номером диода по списку в файле библиотеки в Master Database, Группы Diodes, причём, для первой группы номера вариантов и номера диода совпадают, для второй группы номер диода и номер варианта соотносятся как (номер диода по списку) = (номер варианта) + 25, для третьей группы номер диода определяется как (номер диода по списку) = (номер варианта) + 45.

1. Включить схему, представленную на рисунке 5. На ВАХ, появившейся на экране осциллографа, по горизонтальной оси считывается напряжение на диоде в милливольтках (канал А), а по вертикальной — ток в миллиамперах (канал В, 1 мВ соответствует 1 мА). Обратите внимание на изгиб ВАХ.
2. Получить кривую ВАХ на экране осциллографа, запустить Grapher View, используя кнопку Grapher на панели инструментов,



в окне Grapher View сформировать выходной текстовый файл с данными расчёта через:



3. Использовать этот файл для передачи данных в *MathCAD*. Построить ВАХ в программе MCAD и рассчитать параметры модели (I_S , F_t) методом Given Minerr.
4. Сравнить две ВАХ в программе *MathCAD* и объяснить полученные результаты

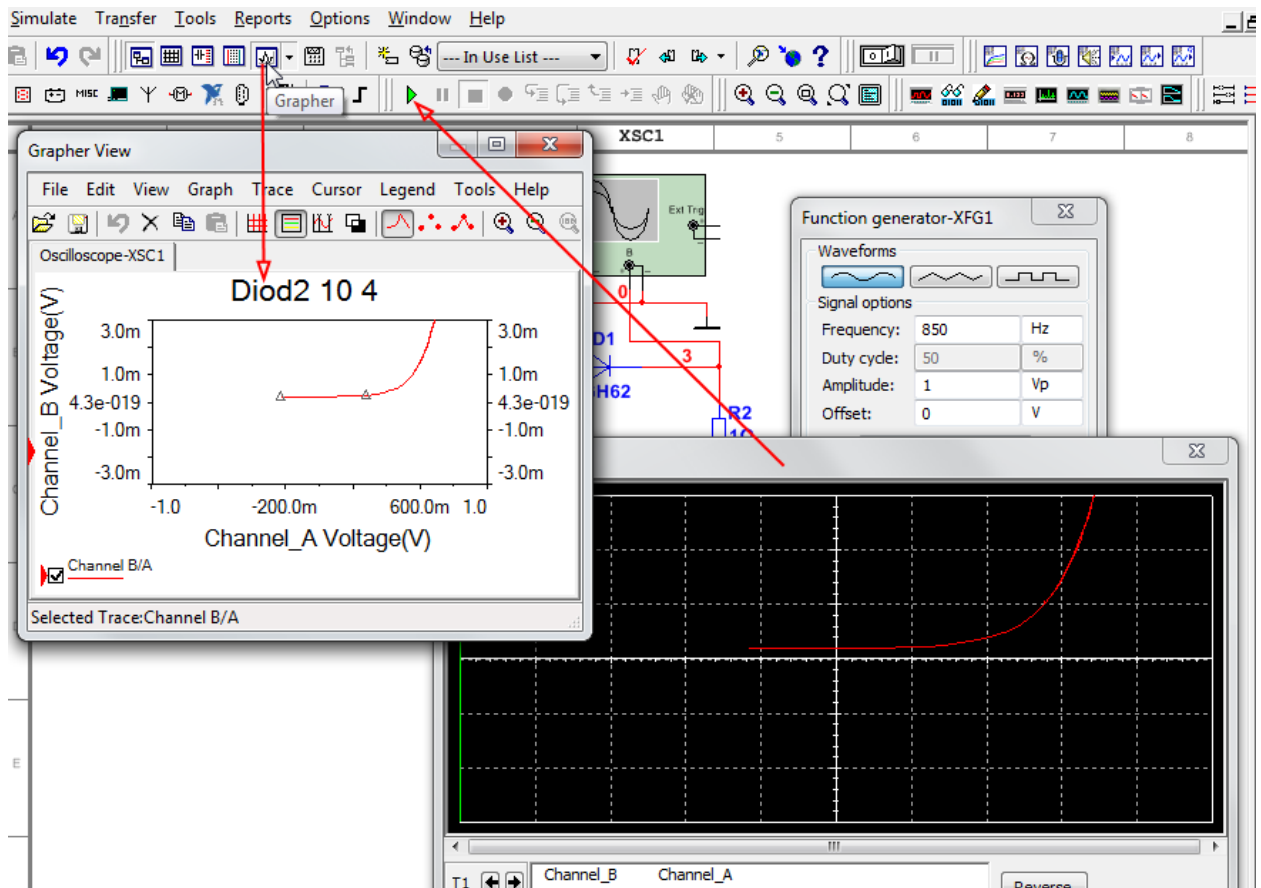


Рисунок 6

ЭКСПЕРИМЕНТ 2

1. Получить ВАХ активных элементов в программе Multisim с использованием упрощённой схемы анализа – с использованием встроенного прибора IV.

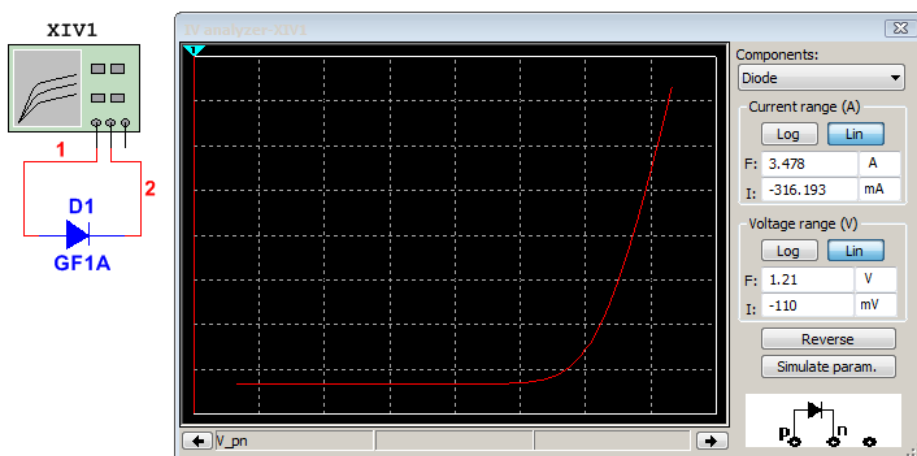


Рисунок 7

Установка встроенного прибора IV на схему осуществляется через пункт меню:

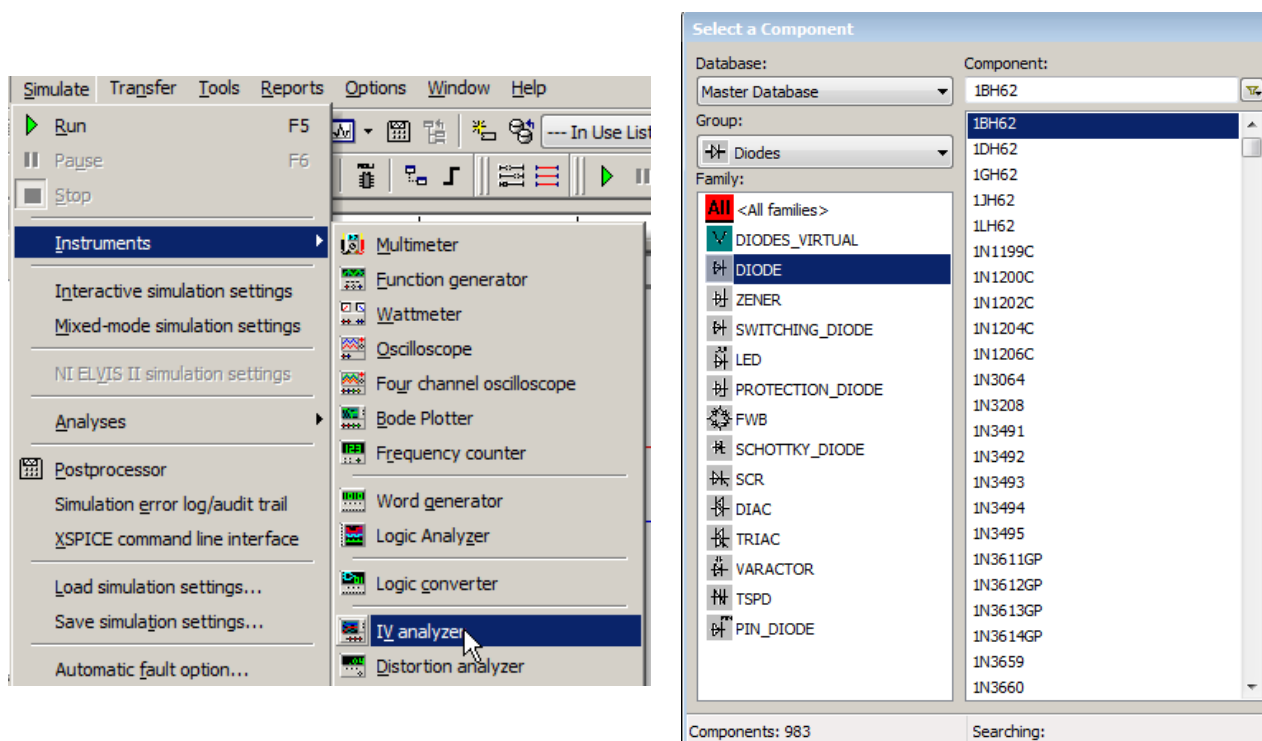
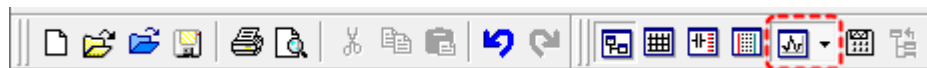


Рисунок 8

Тип диода определяется номером диода по списку в файле библиотеки в Master Database, Группы Diodes, причём, для первой группы номера вариантов и номера диода совпадают, для второй группы номер диода и номер варианта соотносятся как (номер диода по списку) = (номер варианта) + 25, для третьей группы номер диода определяется как (номер диода по списку) = (номер варианта) + 45.

2. Для заданного варианта модели полупроводникового диода провести получить ВАХ диода в программе Multisim на прямой ветви с использованием встроенного прибора IV.
3. Запустить Grapher View, используя кнопку Grapher на панели инструментов,



в окне Grapher View сформировать выходной текстовый файл с данными расчёта через:



4. Использовать этот файл для передачи данных в MathCAD. Построить BAX в программе MCAD и [рассчитать параметры модели \(IS, Ft\) методом Given Minerr.](#)
5. Сравнить две BAX (исходную и модельную) в программе MathCAD и объяснить полученные результаты

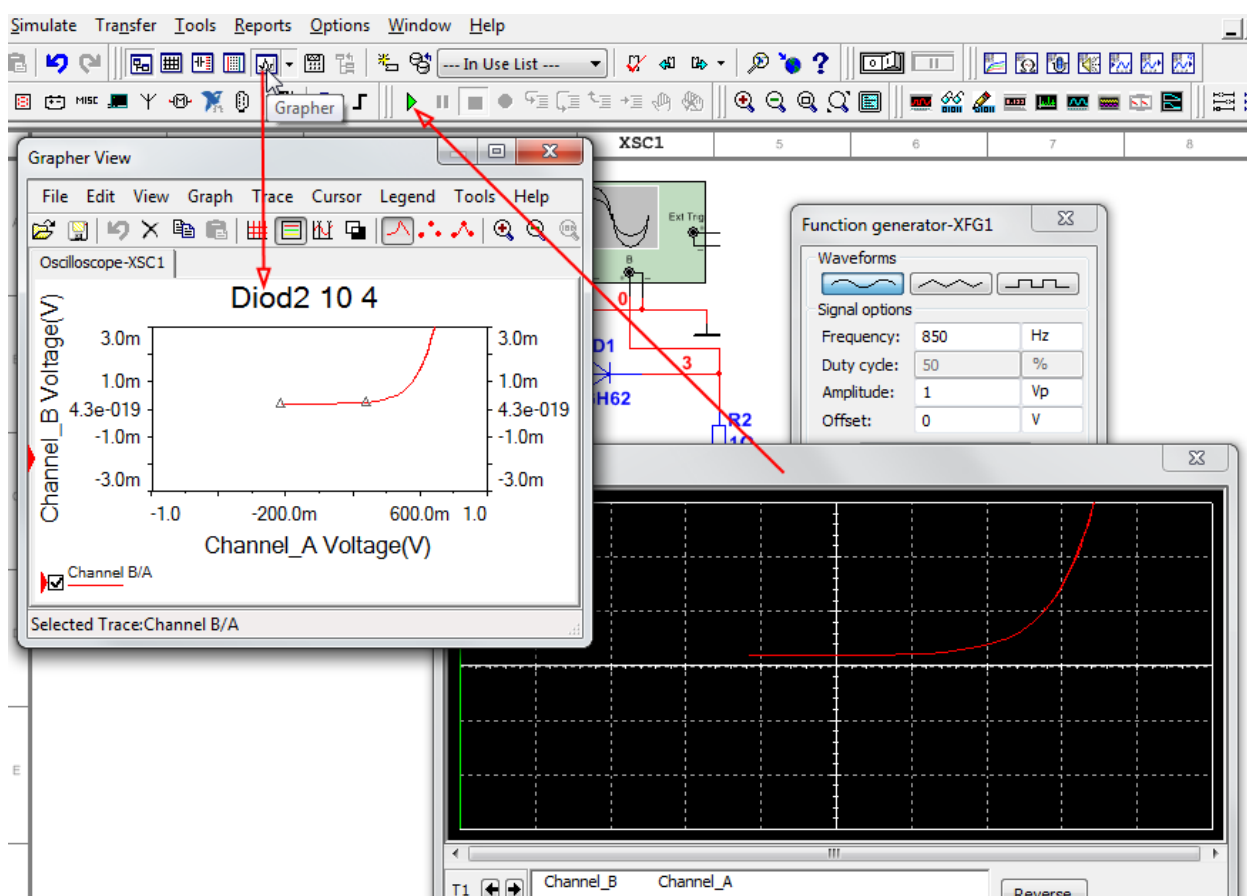


Рисунок 9

6. Передать данные расчета в программу MCAD сформировав текстовый файл данных. Построить BAX в программе MCAD и [рассчитать параметры модели \(IS, Ft\) методом трех отчетов.](#)
7. Сравнить две BAX (исходную и модельную) в программе MathCAD и объяснить полученные результаты

ЭКСПЕРИМЕНТ 3

Исследование диода-варикапа в Multisim классическим методом

Построение вольтфарадной характеристики варикапа.

Для построения вольтфарадной характеристики необходимо собрать схему, представленную на рисунке 2:

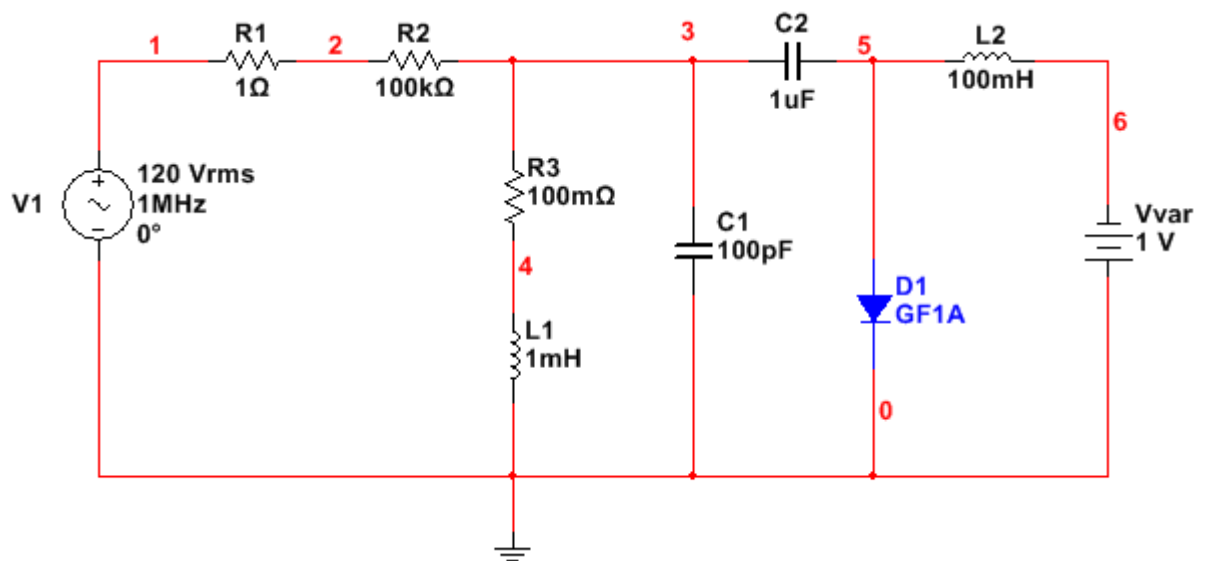


Рисунок 10

1. Используя схему параллельного колебательного контура с подключенным к контуру полупроводникового диода в качестве переменной емкости построить зависимость резонансной частоты от напряжения управления и передать данные в программу *MathCAD*. По этим данным построить вольтфарадную характеристику полупроводникового диода.
2. Из вольтфарадной характеристики и определить параметры модели диода (CJO, M, VJ) любым методом. Адекватность модели проверить по степени совпадения расчетных данных и данных модели в библиотеке. Оценить и объяснить полученные данные
3. Сформировать полную модель диода (с учетом ранее полученных результатов по статическим характеристикам) для размещения в базе данных (файл с расширением lib).

Поскольку резонансная частота определяется по формуле Томпсона, из этой формулы можно вычислить значение емкости диода для напряжения управления и

построить вольтфарадную характеристику. Вид фрагмента программы *MathCAD* показан ниже на рисунке:

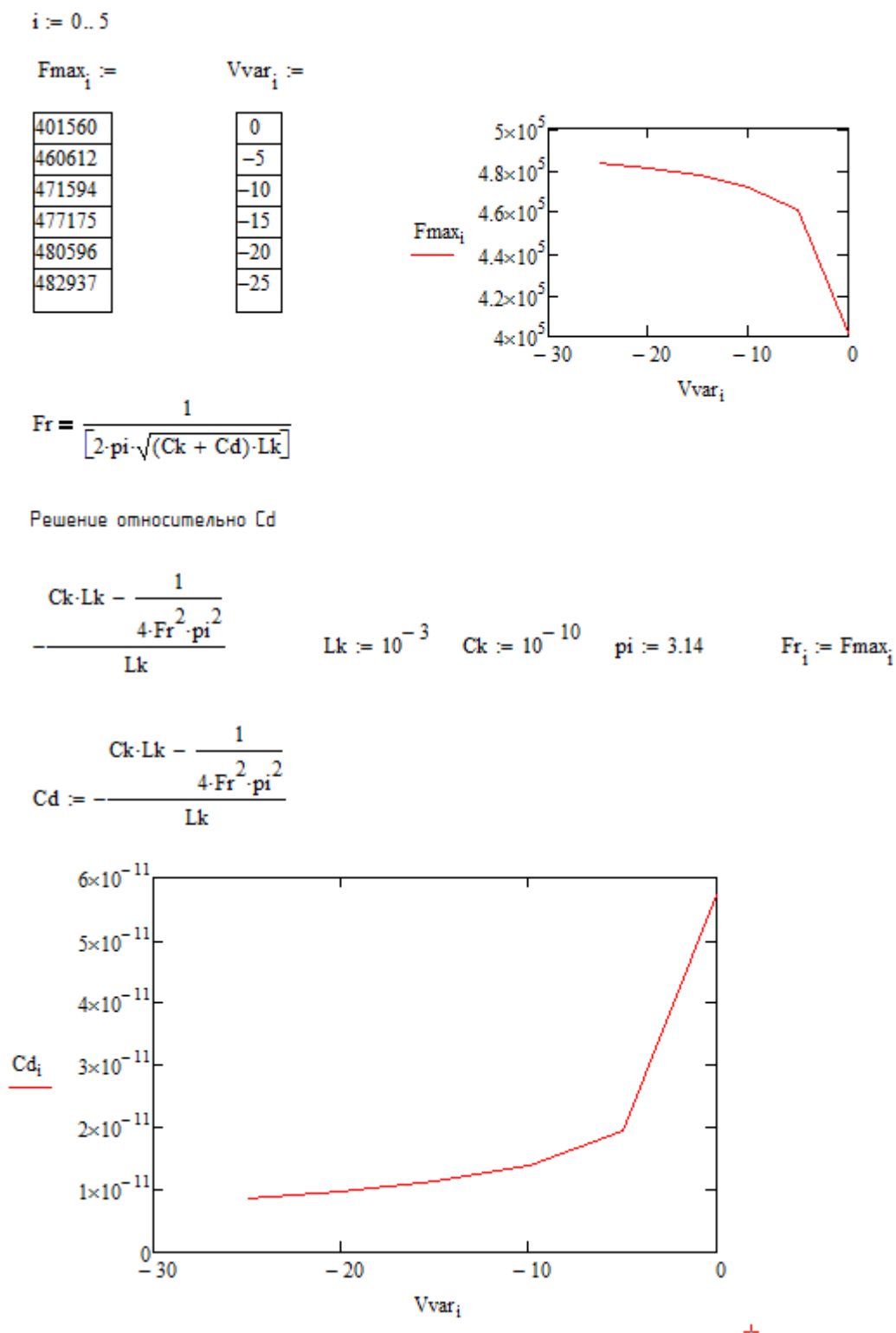


Рисунок 11

ЭКСПЕРИМЕНТ 5

Исследование диода-варикапа в Multisim методом установки в схему Bode Plotter

1. Используя схему параллельного колебательного контура с подключенным к контуру полупроводниковому диода в качестве переменной емкости построить зависимость резонансной частоты от напряжения управления и передать данные в программу *MathCAD*.

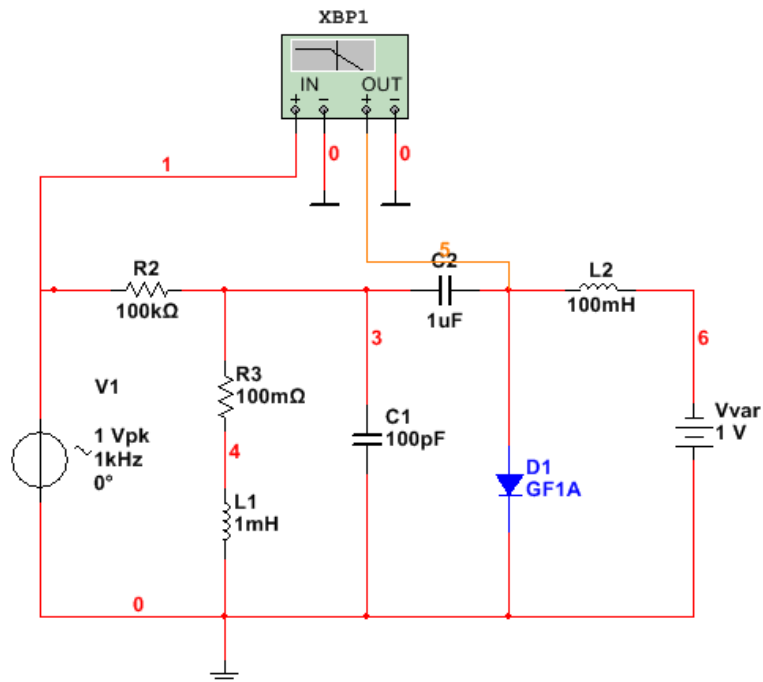


Рисунок 12

2. По этим данным построить вольтфарадную характеристику полупроводникового диода. Для получения результатов использовать встроенный прибор Bode Plotter:

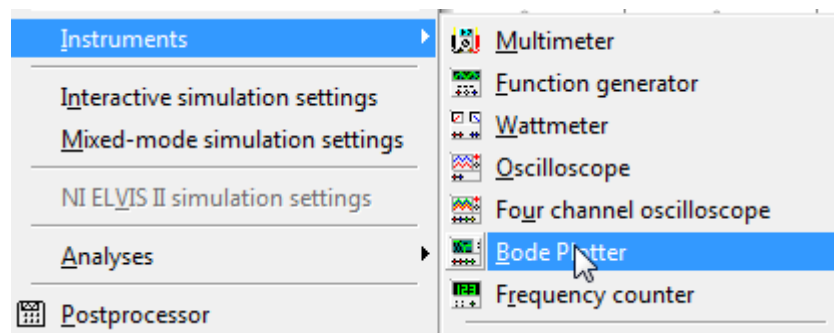


Рисунок 13

Для передачи данных в программу *MathCAD* использовать возможности встроенного средства Grapher View

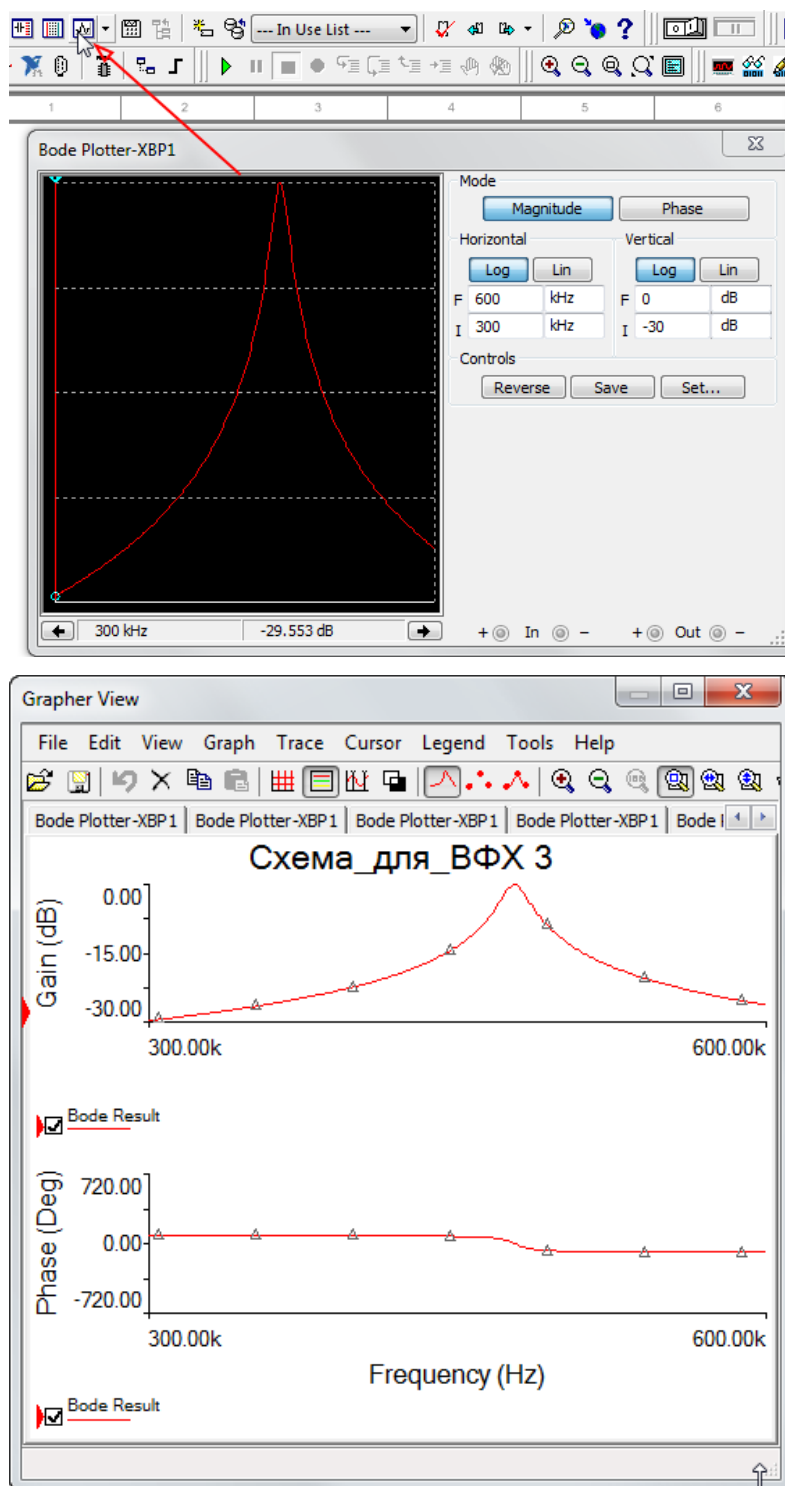


Рисунок 14

Чтобы использовать инструмент, щелкните по кнопке Bode Plotter на панели Instruments и щелкните по месту, где нужно расположить иконку в рабочей области. Иконка используется для подключения плоттера к схеме.

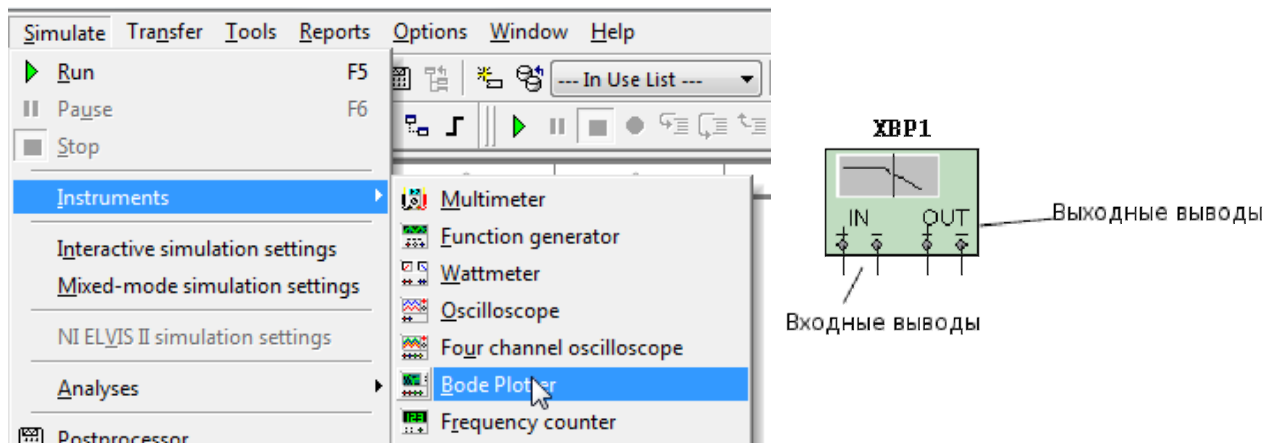


Рисунок 15

Плоттер Бode производит график частотную характеристику схемы и более всего полезен для анализа схем фильтров. Плоттер используется для построения амплитудно-и фазочастотных характеристик. Когда плоттер подключается к схеме, выполняется спектральный анализ.

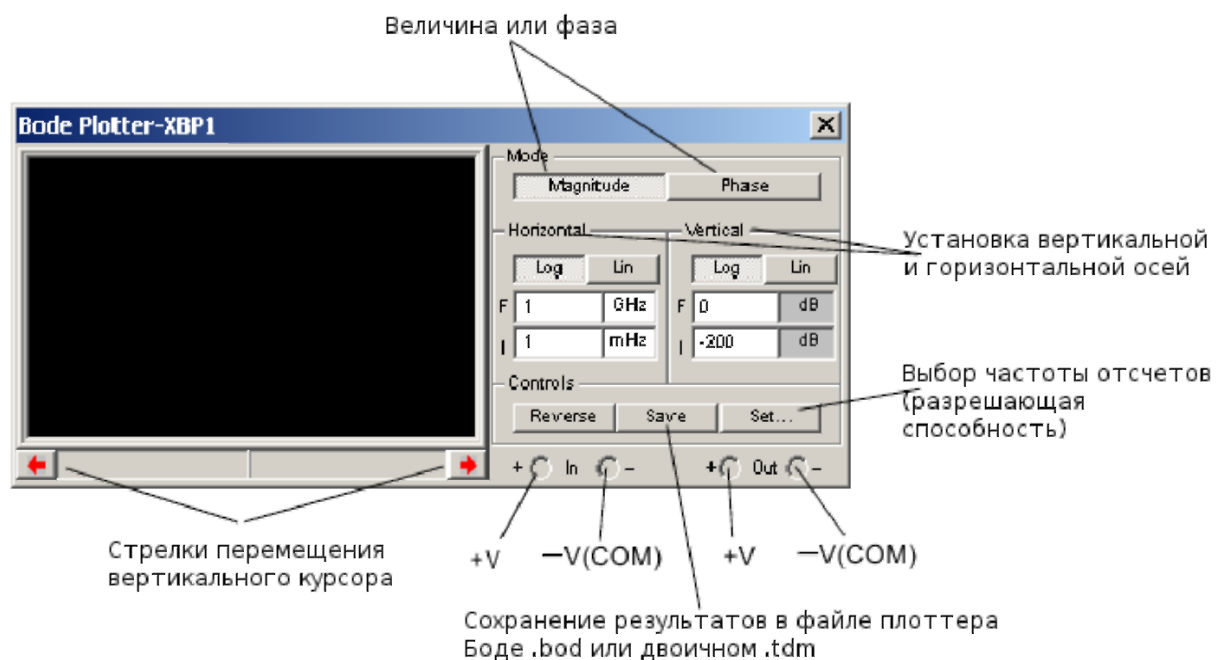


Рисунок 16

Примечание: С помощью кнопки Save плоттера Бode в можете сохранить результаты симуляции в окне Grapher.

Плоттер Бode генерирует ряд частот в заданном спектре. Работа любого источника АС (генератора) в схеме не сказывается на работе плоттера. Однако источник АС должен быть обязательно включен где-нибудь в схеме.

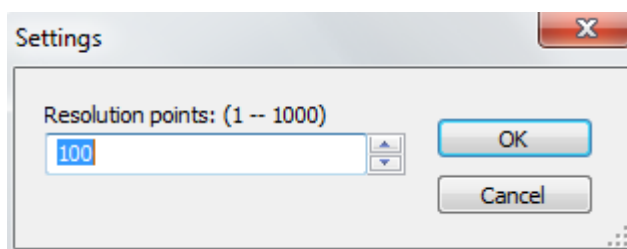
Начальное и конечное значения масштаба по вертикали и горизонтали предустановлены в максимум. Эти значения могут меняться для просмотра графика в разных масштабах. Если масштаб увеличивался или менялась база после окончания

моделирования, то может понадобится повторный запуск схемы, чтобы получить более детальное изображение. В отличие от многих приборов, если выводы плоттера Боде переносятся к другим узлам, необходимо заново запустить анализ схемы, чтобы получить правильные результаты.

Диалоговое окно **Resolution Points - Settings**

Для установки разрешения плоттера Боде:

1. Щелкните по Set, чтобы отобразить диалог Settings.
2. Введите нужное количество Resolution Points (точек разрешения) и щелкните Асепт.



Величина или фаза (Magnitude или Phase)

Magnitude измеряет отношение величины (усиления напряжения в децибелах) между двумя узлами, V+ и V-. Фаза измеряет сдвиг фаз (в градусах) между двумя узлами. Обе кривые в зависимости от частоты (в Гц).

Если V+ и V- единственные точки в схеме:

1. Подключите положительный вывод IN и положительный вывод OUT к соединителям V+ и V-.
2. Подключите отрицательные выводы IN и OUT к земле.

Если V+ (или V-) это значение величины или фазы через компонент, подключите оба вывода IN (или оба вывода OUT) с любой стороны компонента.

Двойной щелчок по иконке открывает панель инструмента, которая используется для ввода установок и просмотра результата измерения

3. Из вольтфарадной характеристики и определить параметры модели диода (CJO, M, VJ) любым методом. Адекватность модели проверить по степени совпадения расчетных данных и данных модели в библиотеке. Оценить и объяснить полученные данные
4. Сформировать полную модель диода (с учетом ранее полученных результатов по статическим характеристикам) для размещения в базе данных Мігосар (файл с расширением lib).

ЭКСПЕРИМЕНТ 6

Работа с программой MODEL для создания модели диода

Для версии Microcap 7 вызов программы может быть осуществлен непосредственно как из меню программы, так и запустив на выполнение файл model.exe. Исполняемый файл можно найти в каталоге программы на жестком диске.



mc7	exe	3 182 592
model	exe	249 856
Mc7	hlp	1 410 004
Model	hlp	76 718

Рисунок 17

После выбора пункта New... в окне New File Name производится выбор типа прибора для ввода данных с целью получения параметров модели. В этом же окне задаётся и путь до файла с расширением MDL – файла программы MODEL.

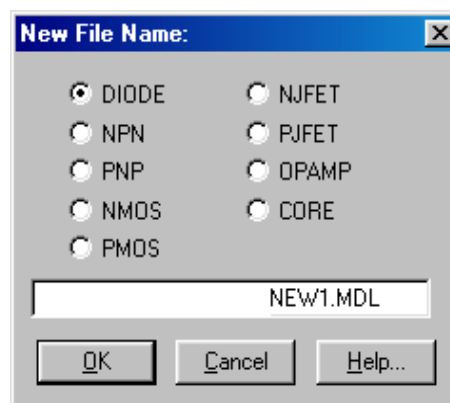
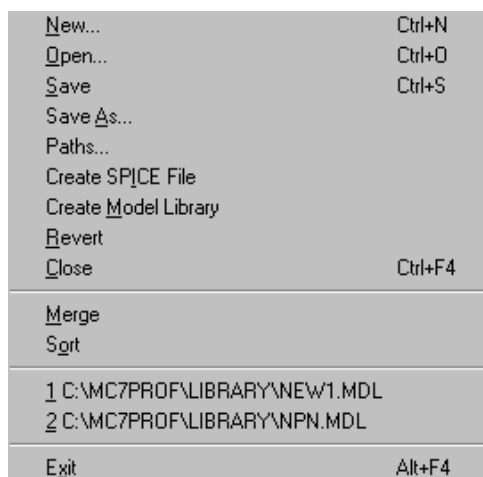


Рисунок 18

После этих действий программа представляет из себя набор окон (их четыре для полупроводникового диода), которые должны быть заполнены экспериментальными

данными и здесь же будут показаны результаты расчетов параметров модели. Для того, чтобы перейти в многооконный вид работы с программой расчета в пункте меню View необходимо выбрать All Graphs

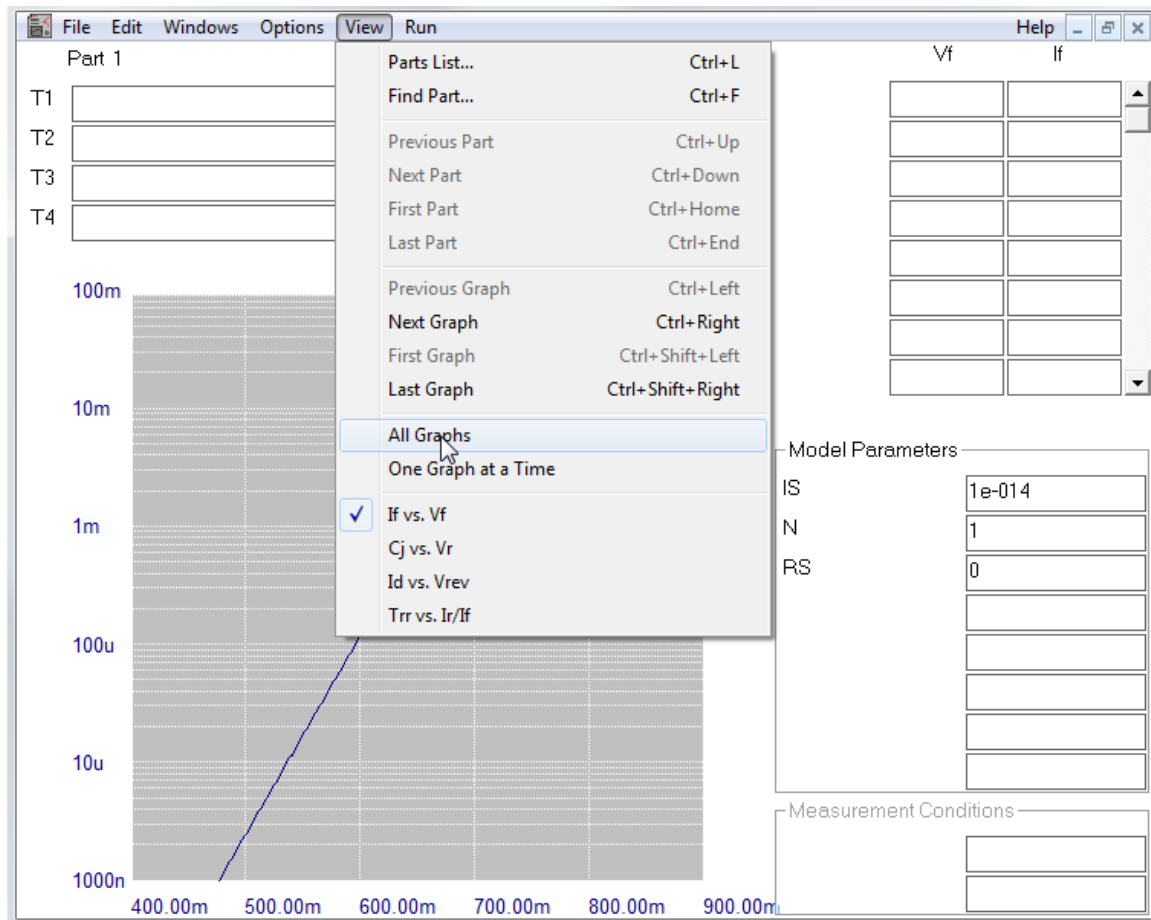


Рисунок 19

Тип расчета параметров определяет подчеркнутое название окна расчета:

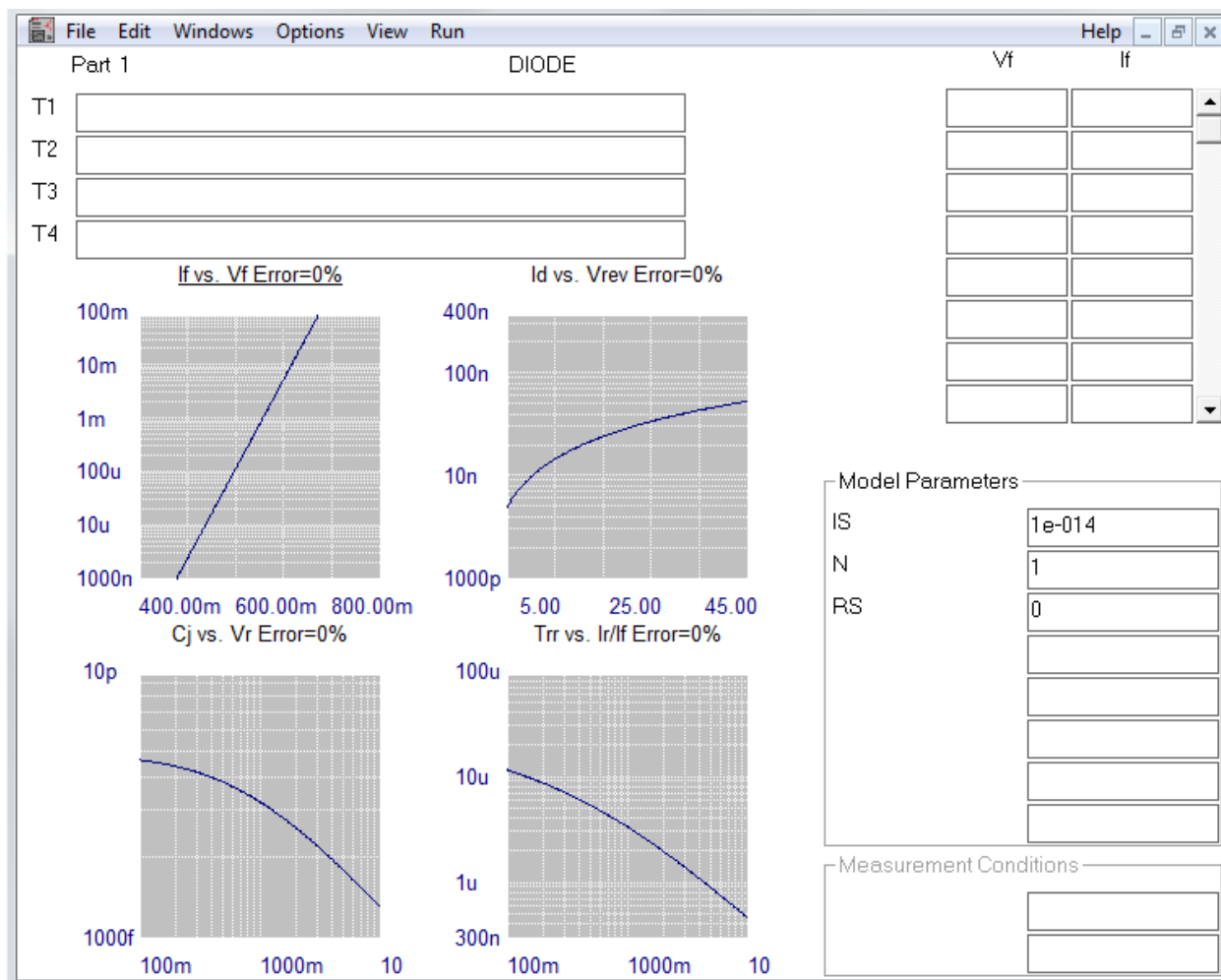


Рисунок 20

Основные компоненты любого окна MODEL следующие:

Part 1	DIODE
T1	D100MyDiod
T2	Практикум по Электронике
T3	Diod_In
T4	Работа с программой Model

Рисунок 21

Текстовые поля: имеются четыре поля текстовые поля: 'T1', 'T2', 'T3', и 'T4'.

'T1' и 'T3' импортируются в библиотеки модели MC7. Поле 'T1' определяет название компонента и используется в библиотеке. Другие текстовые поля служат только как дополнительная документация.

Числовые поля данных: имеют от одного до трех полей данных, в зависимости от Типа устройства и исходных графиков. В поле данных может быть введено от одной до пятидесяти позиций. Данные обычно получаются по ВАХ прибора. Если ВАХ нет, то может быть использована единственная пара значений, найденная в справочниках. Если же и в справочниках нет данных, то параметры модели задаются по умолчанию.

Примечание: Удалить данные из таблицы можно за счёт нажатия горячих клавиш CTRL/D, или через пункт меню Edit – Delete Data, предварительно выбрав строку данных

Начало работы с программой: первое окно расчёта параметров модели полупроводникового диода.

В полях **Model Parameters** расположены значения модельных параметров. Они могут быть исправлены пользователем по экспертным значениям. Поля Условий эксперимента **Measurement Condition**: здесь приводят значение условия проведения эксперимента в процессе получения исходных данных.

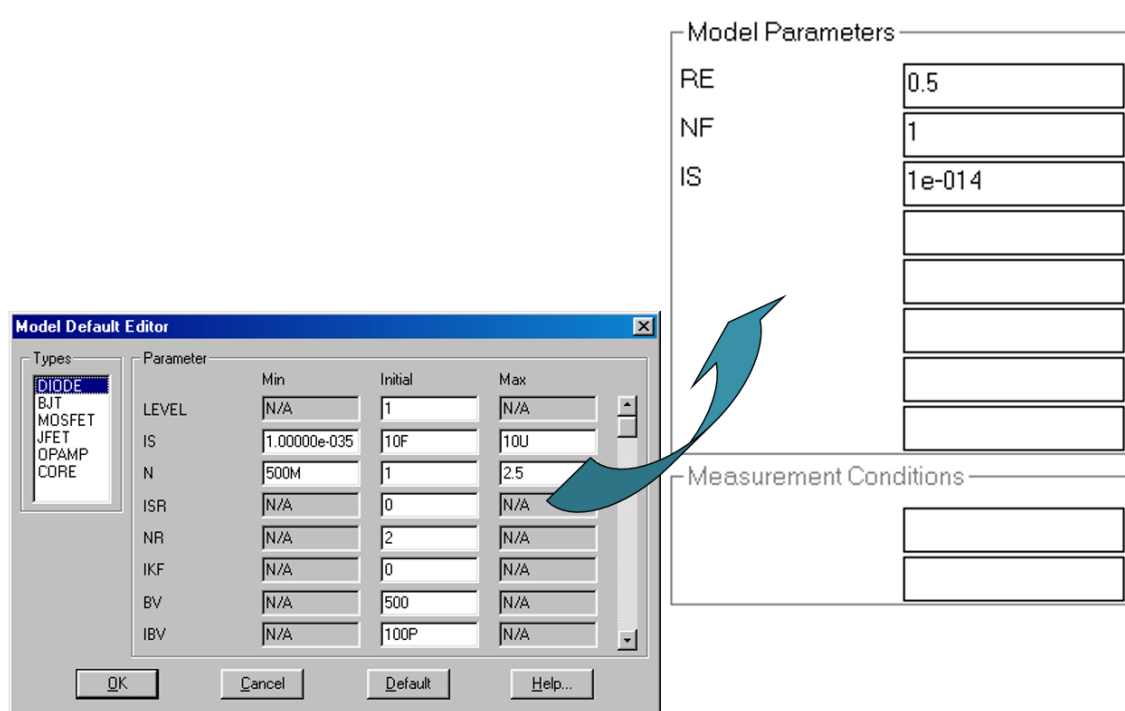


Рисунок 22

Примечание: Начальные, по умолчанию параметры задаются в окне Model Default Editor

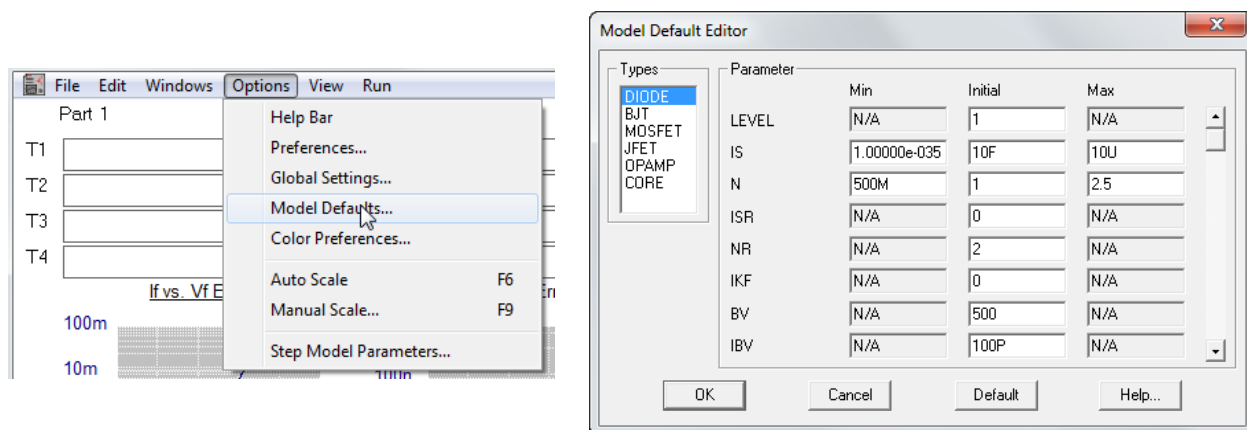


Рисунок 23

Расчет параметров модели происходит после последовательного выбора в пункте меню Run пунктов Initialize и Optimize

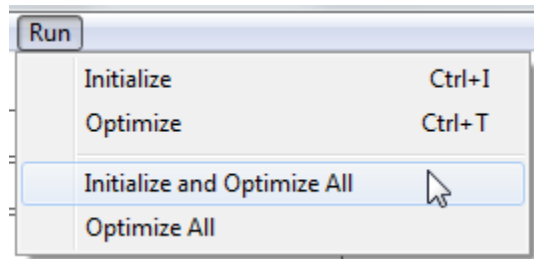


Рисунок 24

В первом окне расчета производится определение параметров расчета исходя из данных на прямой ветви

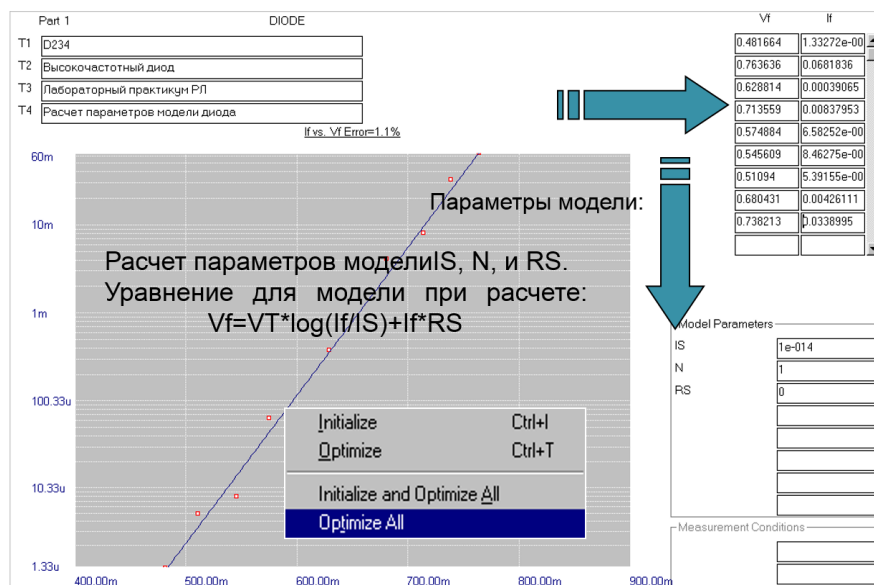


Рисунок 25

Вводить данные можно как в таблицу, так и графически (щелчком мыши на графике).

Второй экран посвящен расчету параметров из вольтфарадной характеристики.

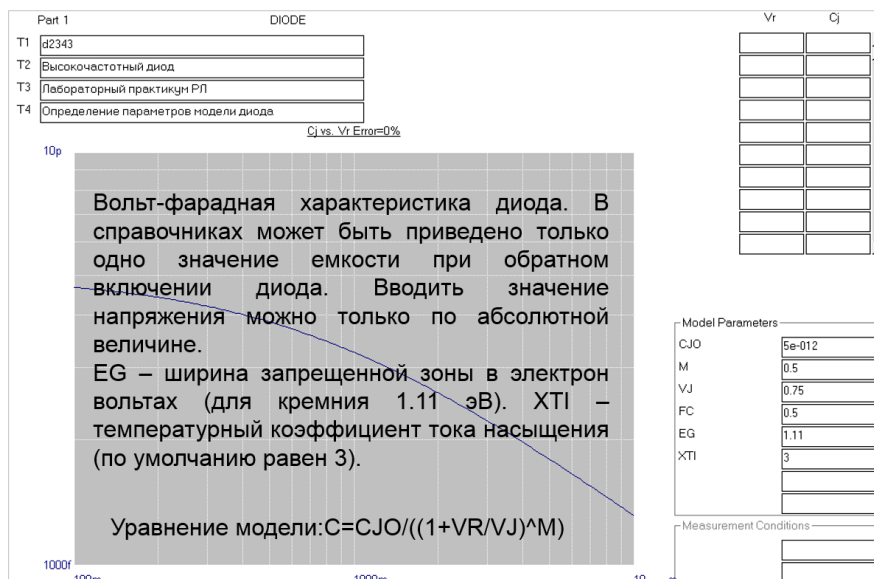


Рисунок 26

Третий экран программы обрабатывает данные, полученные при изучении обратной ветви ВАХ диода.

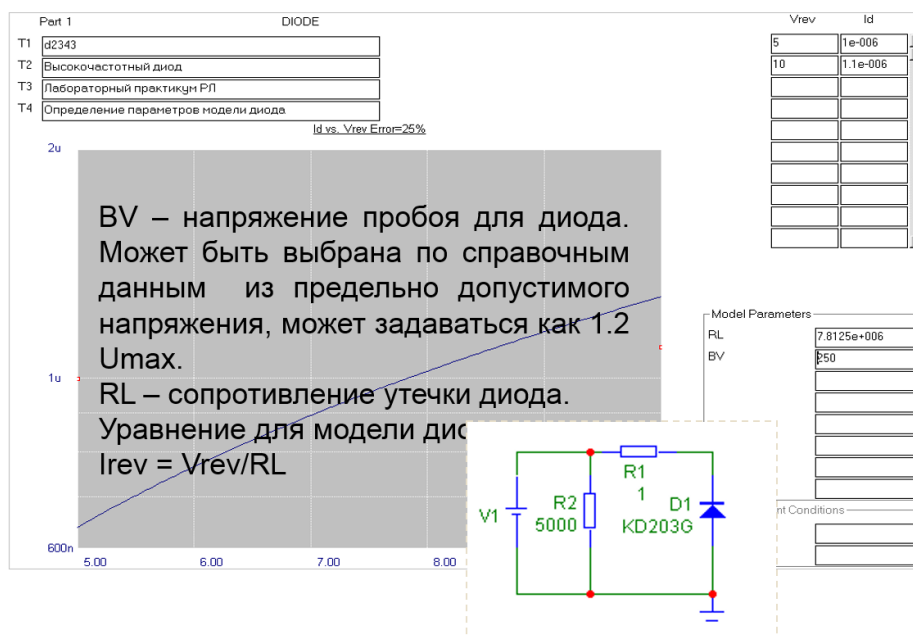


Рисунок 27

В этом расчете параметр BV – напряжение пробоя для диода. Он может быть выбрана по справочным данным из предельно допустимого напряжения, может задаваться как 1.2 Umax.

Четвертый экран рассчитывает время жизни неосновных носителей из данных о времени восстановления обратного сопротивления диода. Числовая характеристика процесса восстановления равновесной концентрации определяется значением постоянной времени (обозначается как TT) для диода (среднее время жизни носителей). Это время можно определить следующими способами:

- В общем случае постоянная времени для диода может быть определено:
 $TT = t_{вос}(1 + \ln(I_{пр}/I_{обр}))$

- Постоянная времени для диода при сплавной технологии может быть определено как

$$TT = 4 t_{вос}(1 + \ln(I_{пр}/I_{обр})) \quad -- \quad [4 T_{rr} * (1 + \ln(I_{rr}/I_f))].$$

где – $t_{вос}$ время восстановления обратного сопротивления, $I_{пр}$ - значение прямого тока при котором было измерено значение времени восстановления обратного сопротивления (если данный параметр не указан в ТУ на диод, то вместо вводим значение постоянного прямого тока), $I_{обр}$ - постоянный обратный ток. При диффузионной технологии можно положить $TT = 1.6 t_{вос}$.

- При известной максимальной частоте выпрямления f_{max} можно оценить время постоянную времени как $TT = [1/(2 * \pi * f_{max})]$.

Обработка экспериментальных данных может быть проведена в программе MCAD:

$$I_{пр} := 25.854 \times 10^{-3}$$

$$I_{обр} := (2.7 \cdot 10^{-3}) \quad \text{ratio} := \frac{I_{обр}}{I_{пр}}$$

$$T_{вос} := 3.017 \times 10^{-9} \quad \text{ratio} = 0.104$$

$$T_{rr} := \frac{T_{вос}}{\ln\left(1 + \frac{I_{пр}}{I_{обр}}\right)} \quad T_{rr} = 1.279 \times 10^{-9}$$

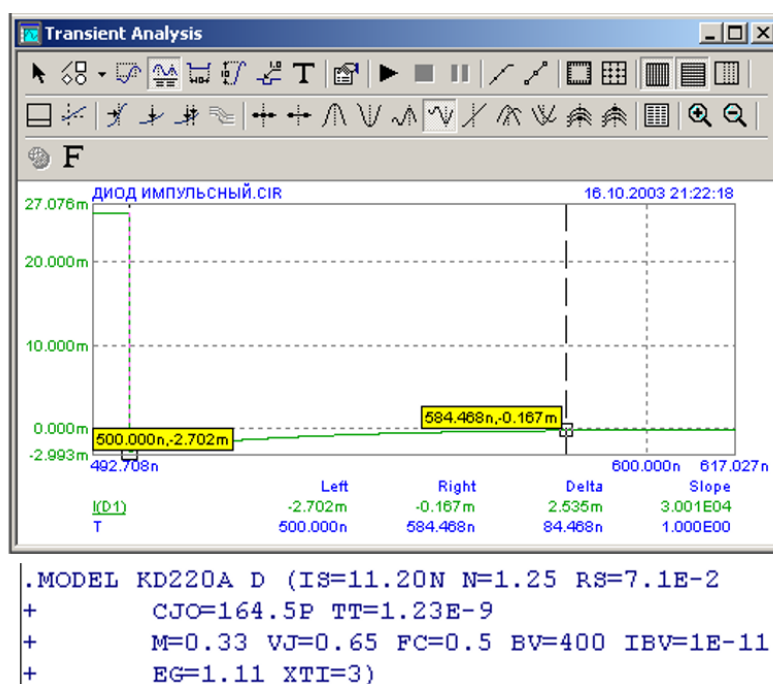


Рисунок 28

Примечание: программа предоставляет возможность изучить влияние вариации отдельных параметров на вид различных характеристик через пункт меню Step Model Parameters

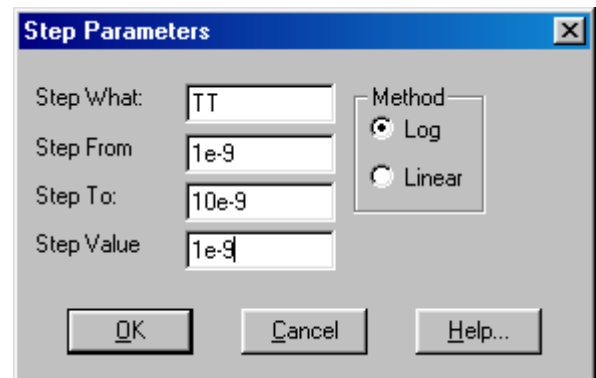
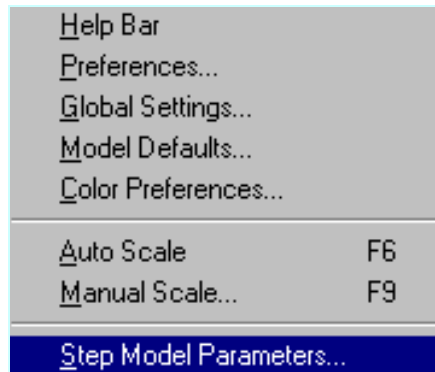
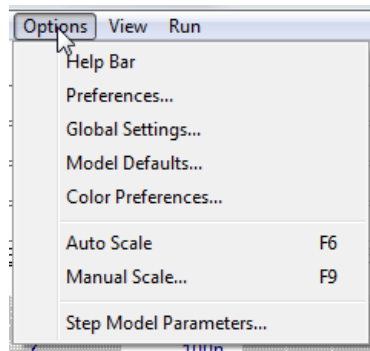


Рисунок 29

После нажатия экранной кнопки ОК программа будет готова к расчёту исходного графика с заданными пределами изменения параметра модели. Изменение параметра модели и перестроение графика произойдёт сразу после нажатия любой клавиши. Одновременно в окне Model Parameters будет указано значение этого параметра для перестроенного графика.

После расчёта параметров модели можно сохранить данные в форматах:

- В формате SPICE (файл с расширением LIB) и
- в формате упакованного файла для MC7 (расширение LBR).
- Соответственно пункты меню для этих расчетов Create SPICE File и Create Model Library

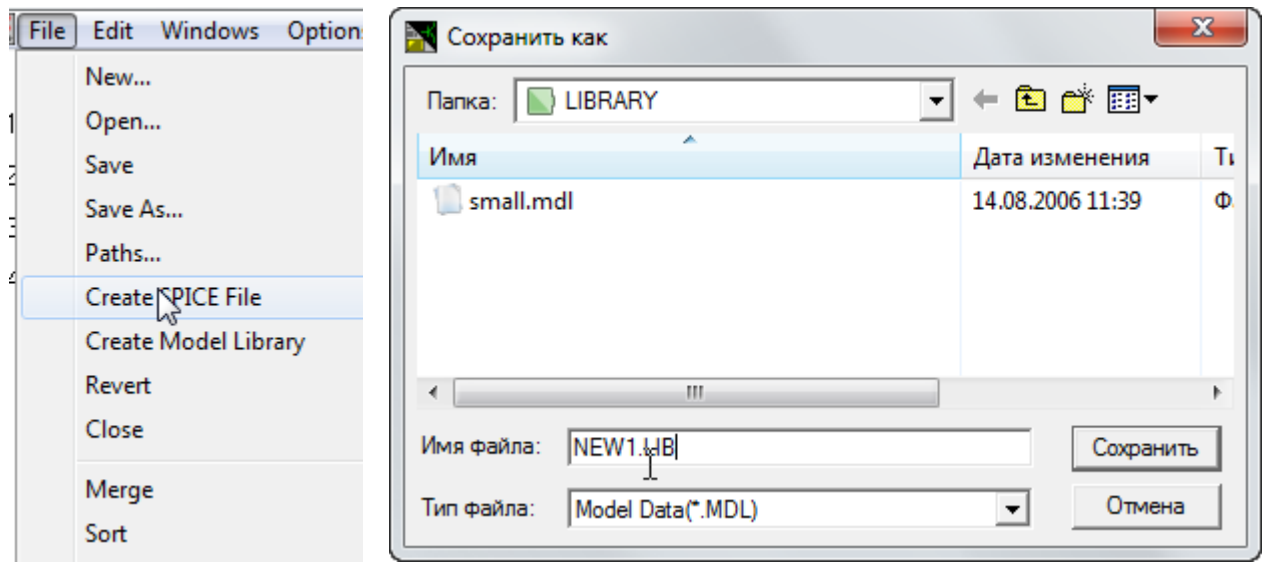


Рисунок 30

При сохранении файла библиотеки рекомендуется задавать расширение файла явно.

ЭКСПЕРИМЕНТ 7

Выполнить расчет модели полупроводникового диода в Multisim по данным, полученным в предыдущих упражнениях, воспользовавшись, при необходимости справочниками.

БАЗА ДАННЫХ КОМПОНЕНТ MULTISIM

База данных программы Multisim спроектирована так, чтобы можно было получить возможность описать любой компонент. Она содержит всё необходимое для схемотехнического моделирования графические образы компонент (**symbols**), модели (**models**) и информацию для геометрического размещения компонента при проектировании печатных плат (**footprints**) и другую информация о поведении электронного компонента в схеме.

База данных **Master Database** хранит компоненты изначально поставляемые с программой Multisim. Она изменяться не может, что сохраняет целостность исходной информации.

Корпоративная База данных **Corporate Database** хранит компоненты созданные или измененные индивидуальными пользователями. Она остается доступной для других пользователей.

Пользовательская База **User Database** данных хранит компоненты, измененные, импортированные или созданные разработчиком, она доступна только для него и закрыта от всех других пользователей.

Корпоративная База (**Corporate Database**) данных прежде всего предназначена для организаций (или групп пользователей), которые работают над большими проектами и где работа над проектом распределяется внутри группы или проекта.

Пользовательская База данных (**User Database**) и Корпоративная База данных (**Corporate Database**) пусты при первом запуске программы Multisim. Но Пользовательскую Базу данных (**User Database**) уже можно использовать для хранения часто используемых компонент или компонент, которые создаются пользователем.

Создавая новый компонент или сохраняя модифицированный компонент необходимо размещать их или в Пользовательской Базе (**User Database**) данных или в Корпоративной Базе (**Corporate Database**) данных.

Multisim подразделяет компоненты на логические группы внутри каждой из баз данных. Каждая группа содержит семейство связанных компонентов.

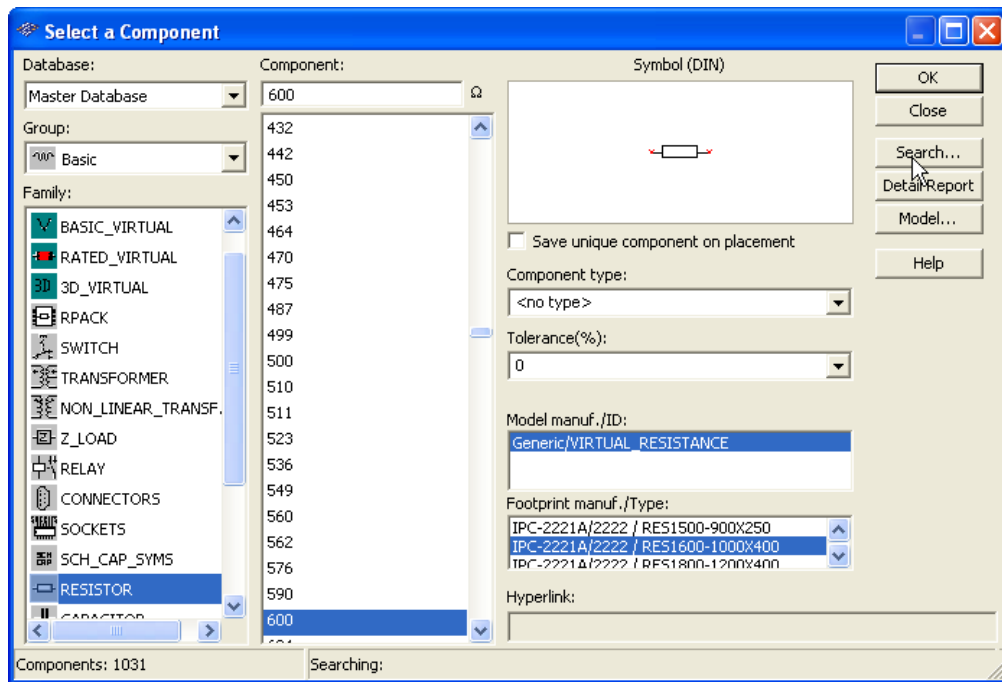


Рисунок 31

Для управления базами данных Multisim используется менеджер баз данных, доступ к которому осуществляется через пункты меню **Tools\Database\Database Manager**

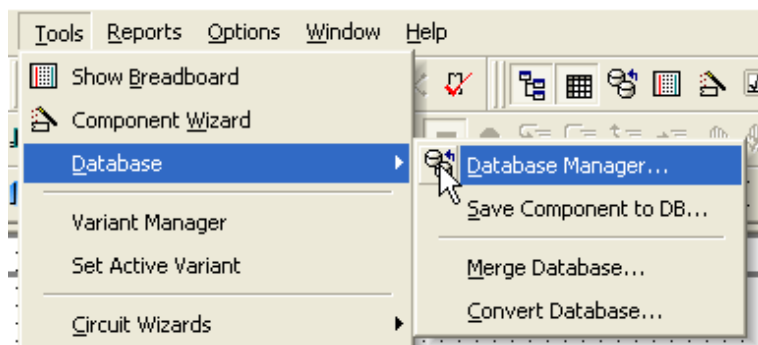


Рисунок 32

С его помощью можно добавлять и удалять составляющие семейства в Пользовательской Базе данных (**User Database**) или в Корпоративной Базе данных (**Corporate Database.**).

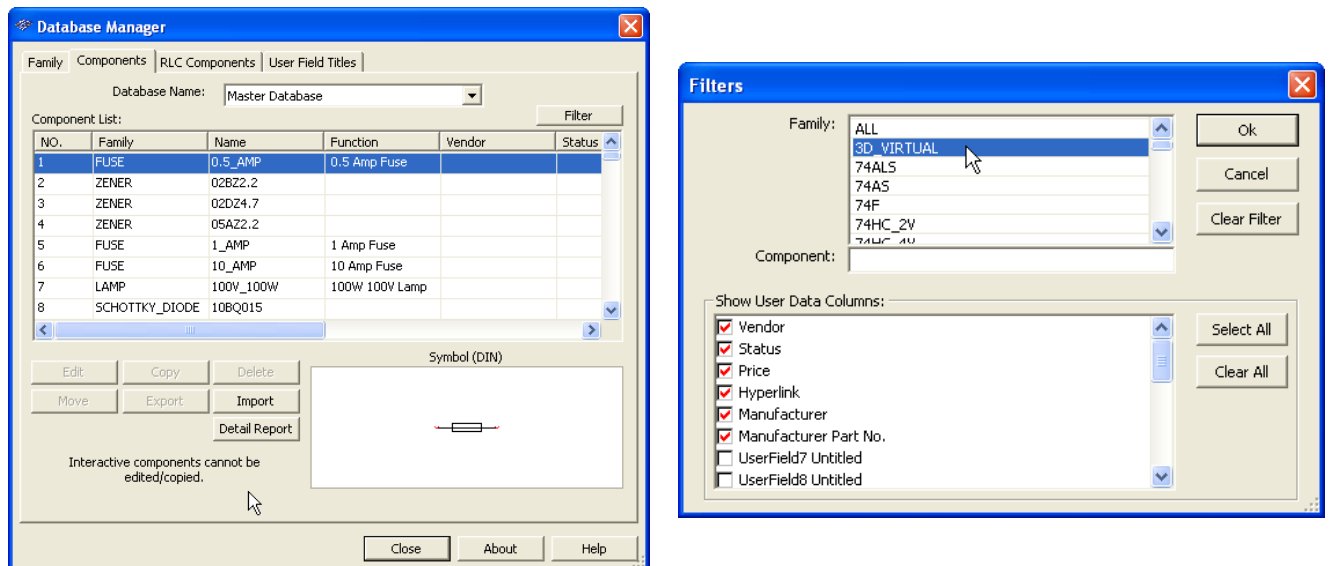


Рисунок 33

На закладке **Components** диалогового окна **Database Manager** можно осуществить фильтрацию отображаемых компонентов. Для этого необходимо выбрать базу данных из раскрывающегося списка **Database Name** и нажать экранную кнопку вызвавшего диалогового окна **Filters**. В этом окне в поле **Family** выбрать семейство (для множественного выбора можно использовать клавишу CTRL или SHIFT). В группе **Show User Data Columns** отметить необходимые поля индикации. После нажатия экранной кнопки ОК и возврата в окно **Database Manager** в нем будет отображен результат фильтрации по определенному выше критерию.

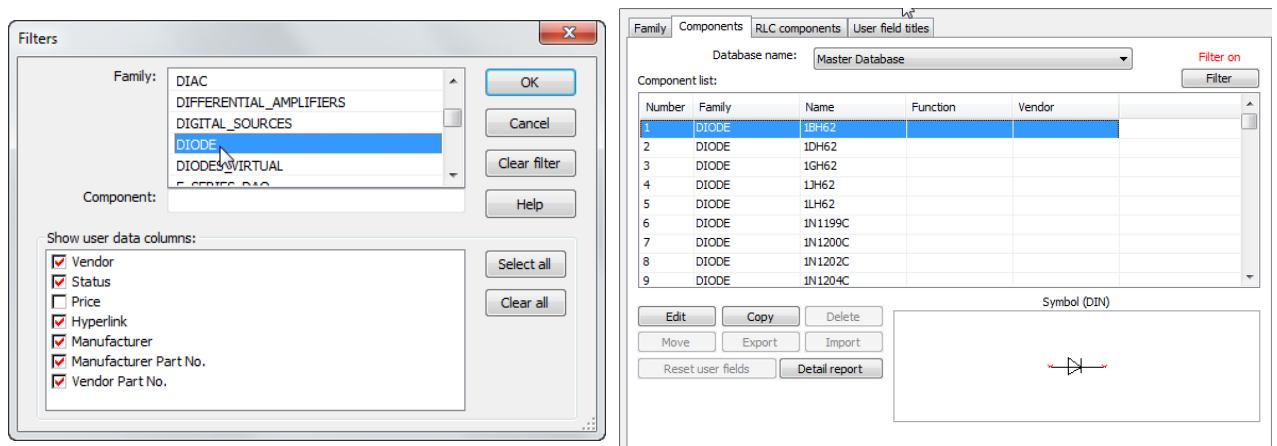


Рисунок 34

УРОВНИ ДОСТУПА К БАЗЕ ДАННЫХ MULTISIM

База данных Master Database хранит компоненты, изначально поставляемые с программой Multisim. Она изменяться не может, что сохраняет целостность исходной информации.

Корпоративная База данных Corporate Database хранит компоненты созданные или измененные индивидуальными пользователями. Она остается доступной для других пользователей.

Пользовательская База User Database данных хранит компоненты, измененные, импортированные или созданные разработчиком, она доступна только для него и закрыта от всех других пользователей.

Корпоративная База (Corporate Database) данных прежде всего предназначена для организаций (или групп пользователей), которые работают над большими проектами и где работа над проектом распределяется внутри группы или проекта.

Пользовательская База данных (User Database) и Корпоративная База данных (Corporate Database) пусты при первом запуске программы Multisim. Но Пользовательскую Базу данных (User Database) уже можно использовать для хранения часто используемых компонент или компонент, которые создаются пользователем.

Создавая новый компонент или сохраняя модифицированный компонент необходимо размещать их или в Пользовательской Базе (User Database) данных или в Корпоративной Базе (Corporate Database) данных.

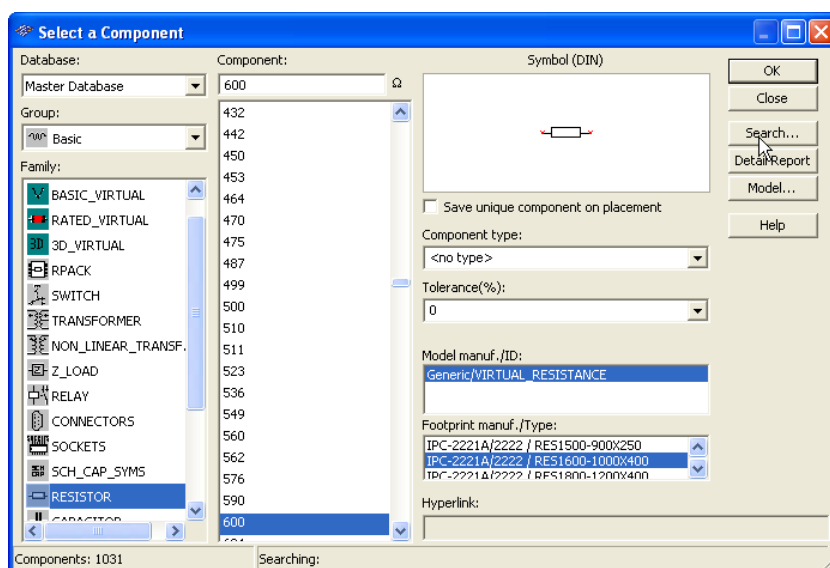


Рисунок 35

УПРАВЛЕНИЕ БАЗАМИ ДАННЫХ В ПРОГРАММЕ MULTISIM

Добавление компонентов

Для добавления компонентов семейства в User Database или Corporate Database необходимо:

перейти на закладку **Family** диалогового окна **Database Manager**. В поле **Family Tree** выбрать либо Corporate, либо User Database. Щелкнуть по экранной кнопке **Add Family** после чего отобразится диалоговое окно **New Family Name** в котором можно указать имя нового семейства где в будущем будут размещаться добавленные компоненты.

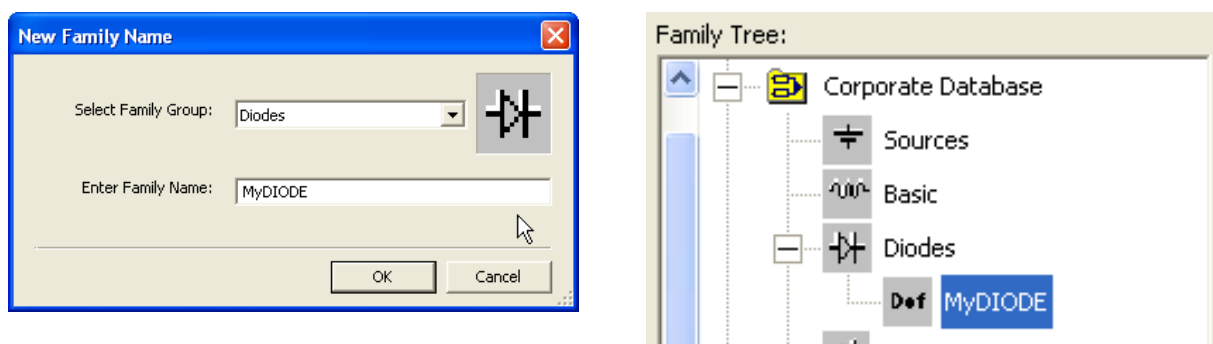


Рисунок 36

Здесь же можно определить внешний вид иконки нового семейства. После нажатия экранной кнопки **Load** (группа **Family**) можно выбрать файл-рисунок для обозначения иконки нового семейства в дереве семейств. Он может быть определен и для ANSI и для DIN. Некоторое редактирование в системном графическом редакторе возможно после нажатия экранной кнопки **Edit**. В конце операции необходимо нажать экранную кнопку **Close**.

Для управления базами данных Multisim используется менеджер баз данных, доступ к которому осуществляется через пункты меню **Tools\Database\Database Manager**. Для добавления компонентов семейства в User Database или Corporate Database необходимо перейти на закладку **Tools – Database - Database Manager**:



Рисунок 37

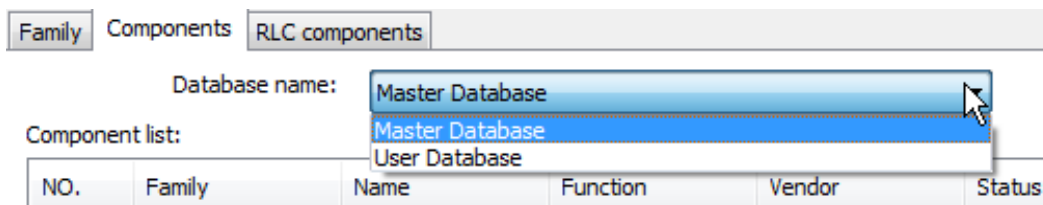
Здесь же можно будет объединять базы данных (**Merge Database...**) и проводить конвертацию одной базы данных в другую (**Convert Database...**). После перехода в диалоговое окно **Database Menage...**, при необходимости любое семейство базы данных может быть удалено - для этого, если семейство не пустое или же в нем нет компонентов, можно использовать экранные кнопки **Delete Family** и **Delete Empty Families** соответственно.

Удаление семейства компонентов

При необходимости любое семейство может быть удалено – для этого, если семейство не пустое или же в нем нет компонентов, можно использовать экранные кнопки **Delete Family** и **Delete Empty Families** соответственно

Обмен компонентов между базами данных

Во вновь созданное семейство можно поместить компоненты из других баз данных, например, из (**Master Database**), или из любой другой базы. Для копирования необходимо на закладке **Components** выбрать в выпадающем списке **Database Name** выбрать базу данных, содержащую нужные компоненты. Далее выбрать их в группе **Component List** (возможен выбор с использованием нажатой клавиши на клавиатуре **CTRL** или **SHIFT**). После этого нажать экранную кнопку **Copy** и в диалоговом окне **Select Destination Family Name** указать на дереве семейств место, куда следует поместить выбранные компоненты и нажать экранную кнопку **OK**. Это действие вернет на закладку **Components** диалогового окна **Database Manager**. Для завершения операции копирования надо нажать на экранную кнопку **Close**.



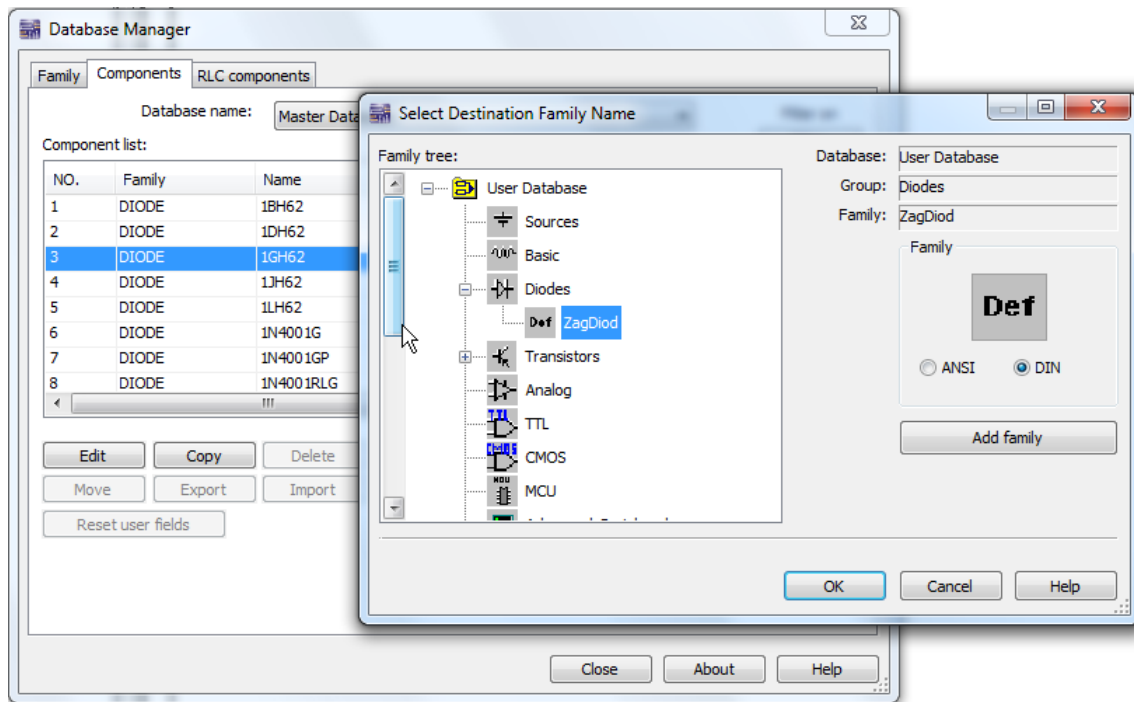


Рисунок 38

При необходимости любое семейство может быть удалено – для этого, если семейство не пустое или же в нем нет компонентов, можно использовать экранные кнопки **Delete Family** и **Delete Empty Families** соответственно.

Создание нового компонента

Для создания нового компонента Multisim имеет специальное средство – интерактивный диалог (мастер создания компонента) **Component Wizard**. Используя этот диалог можно создать новый компонент «по шагам». Для начала создания компонента можно либо выбрать и нажать экранную кнопку создания компонента, либо пункты меню **Tools/Component Wizard**:

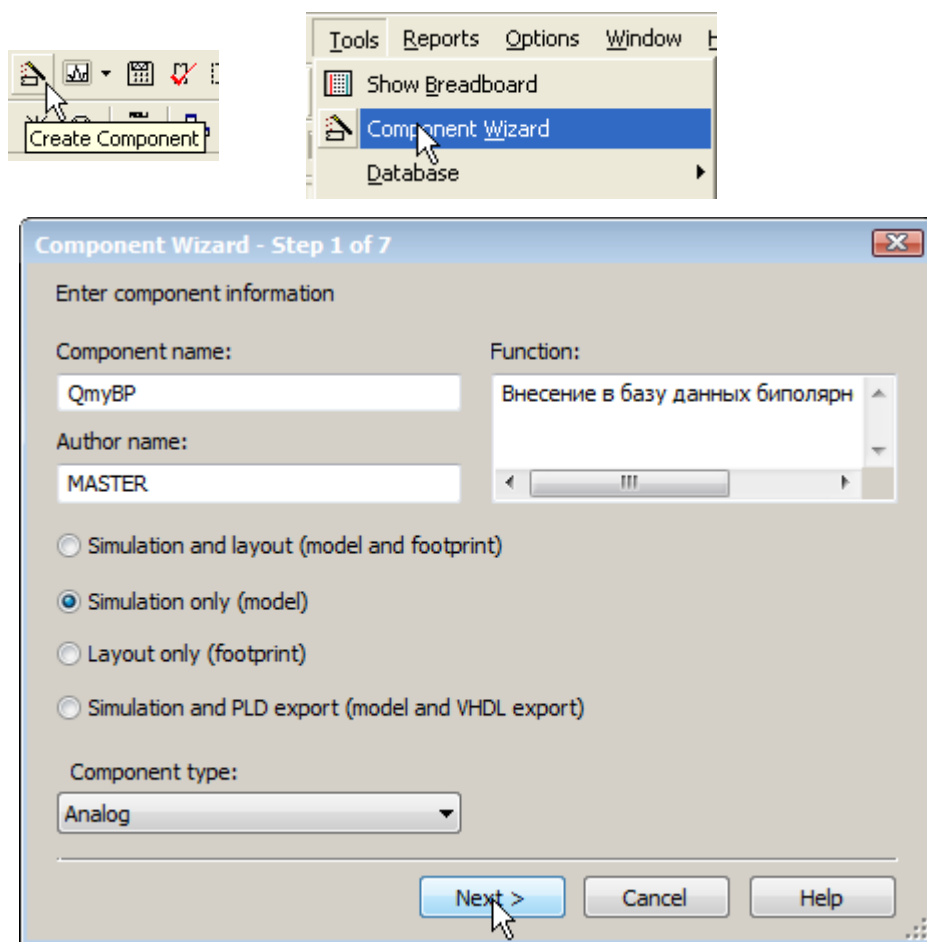


Рисунок 39

В диалоговом окне необходимо ввести имя вносимого компонента, задать его тип и выбрать последовательность действий - создание компонента только для разводки печатной платы, имеющего только геометрический образ, электрической модели, только для моделирования схемотехнического решения, или же и то и другое (отметить выбор: **I will use this component for both simulation and layout (model and footprint)**, **Simulation only (model)**, **Layout only (footprint)** соответственно). Поле **Component Name** — имя компонента, оно может включать значение, марку и так далее (например, 10 ohms, 2N2221, 2uF). Это обязательное поле, и оно не может содержать пробелы. Поле **Author**

Name – имя, которое определено системой (пользователь компьютера, администратор и т.д.). Если необходимо имя может быть изменено. Поле **Function** - краткое описание назначения компонента. Это поле иногда бывает очень полезно, особенно для поиска в базе данных необходимого компонента.

Примечание: число шагов для создания компонента будет зависеть того, для чего создаётся компонент. Если компонент создаётся как для моделирования, так и использования при создании печатной платы, процесс включает восемь шагов. Если компонент предназначен только для моделирования только, то процесс включает семь шагов, для создания печатной платы - шесть шагов, что отражается в заголовке окна при соответствующем выборе сценария создания компонента.

Рассмотрим работу мастера создания компонент только для создания электронной модели, например, диода. После нажатия экранной кнопки **Next** появляется диалоговое **окно, соответствующее второму шагу** для выбранного сценария создания компонента. Здесь вводится информация о том, сколько выводов имеет компонент и какое исполнение компонента (один компонент или сборка компонентов).

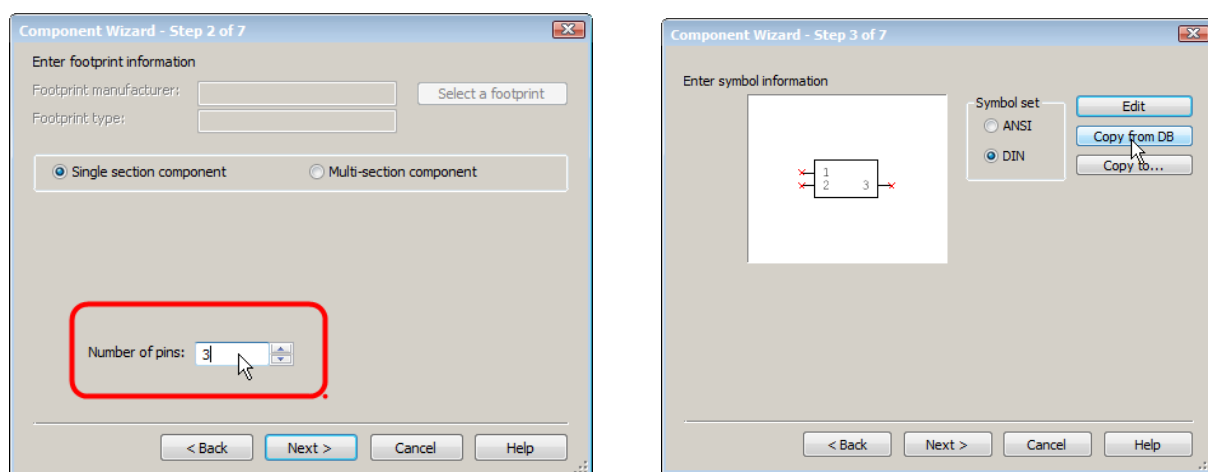


Рисунок 40

Третий шаг по созданию компонента – это определение его графического представления на принципиальной схеме. Здесь возможно использование встроенного в Multisim графического редактора изображения компонента (экранная кнопка **Edit**). Для создания многосекционного компонента необходимо использовать экранную кнопку **Copy to** для копирования подготовленного компонента в одной секции в другую. Для одного компонента выберем условное изображение, копируя символ из базы данных Multisim (экранная кнопка **Copy from DB**).

После нажатия на эту кнопку программа Multisim выдаст запрос на отбор исходной базы данных, исходного семейства и условно-графического обозначения компонента, которое будет принято для создаваемого компонента.

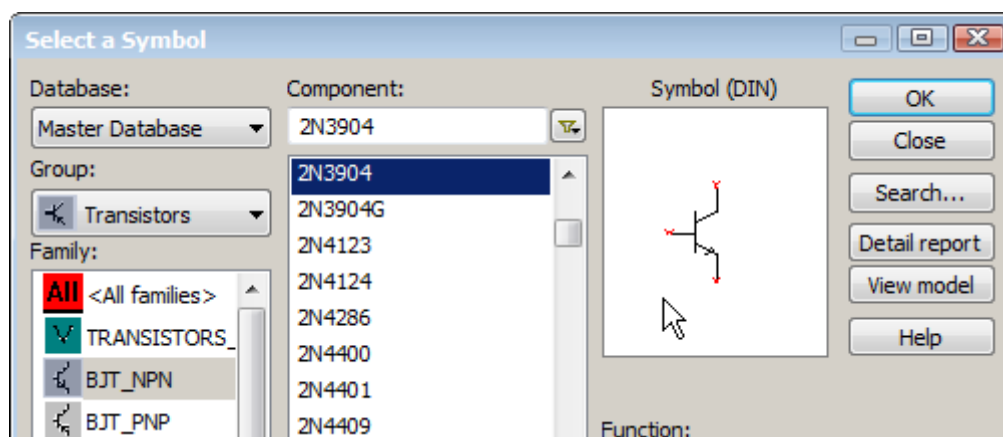


Рисунок 41

Четвёртый шаг – это определение параметров контактов компонента.

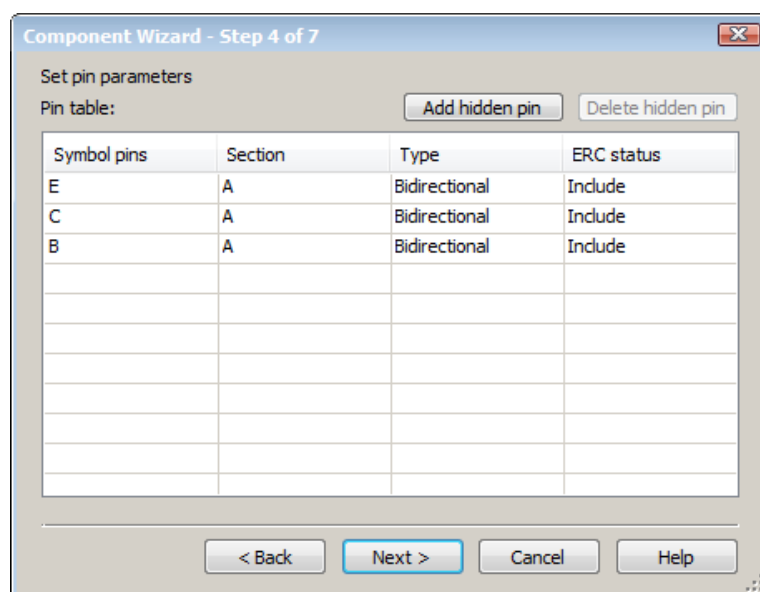


Рисунок 42

В этом окне экранная кнопка **Add Hidden Pin** служит для того, чтобы добавить в описание компонента скрытые контакты (например, подключение питания, земли или общий контакт). Экранная кнопка **Delete Hidden Pin** – для удаления ошибочно внесённых скрытых контактов

Поле **Section** — после щелчка по заголовку этого поля можно получить доступ к множественному выбору свойств контакта. Поле **Type** – здесь, после щелчка по заголовку, из раскрывающегося списка выбирают тип контакта: пассивный, земля, двунаправленный, входной, выходной и так далее. В поле **ERC Status** необходимо выбрать включать или не включать контакт в **Electrical Rules Check** (проверку электрических соединений) определяя это или INCLUDE (включить), или EXCLUDE (исключить). Значение по умолчанию - INCLUDE.

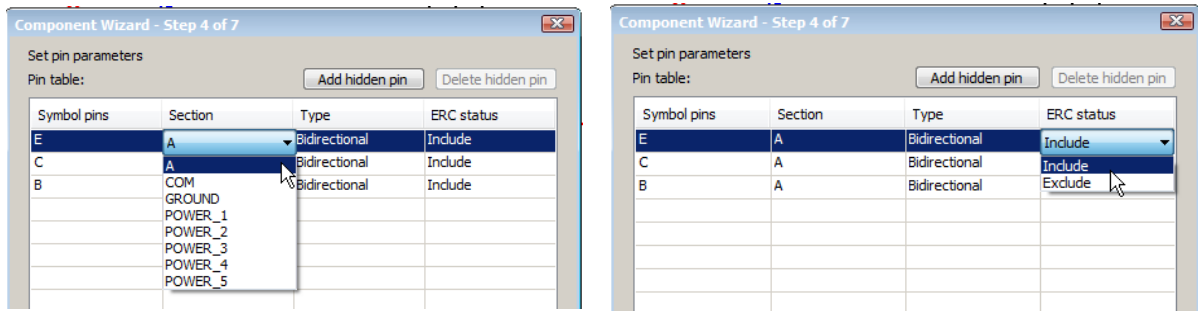


Рисунок 43

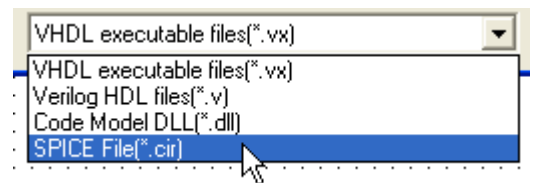
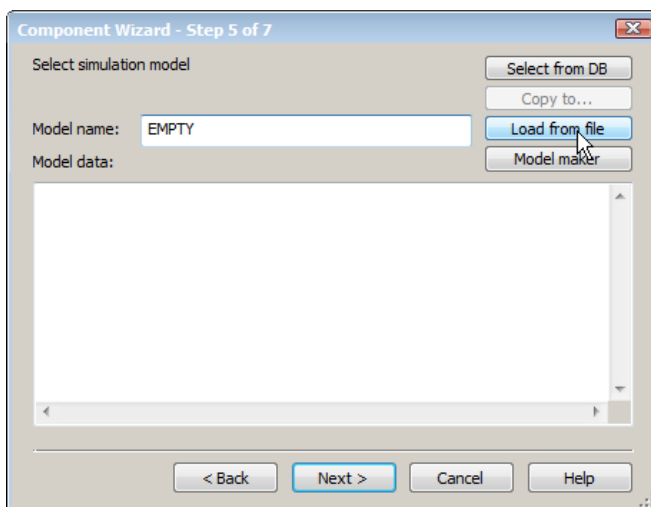
Следующий шаг - пятый, предполагает введение данных об электрической модели компонента. Здесь можно воспользоваться возможностями копирования модели из базы данных (экранная кнопка **Select from DB**), использовать встроенную программу **Model Maker** (экранная кнопка **Model Maker**) и, наконец, загрузить сведения о модели из файла.

```
*** NT Family
*
.model q159NT1a NPN(Is=1.32f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=67.4 Bf=406.4 Ne=1.352
+ Ise=1.32f Ikf=19.03m Xtb=1.5 Var=48 Br=.7633 Nc=2 Isc=840f Ikr=120u
+ Rb=72 Rc=5.4 Cjc=1.65p Vjc=.7 Mjc=.33 Fc=.5 Cje=6.15p Vje=.7 Mje=.33
+ Tr=155.2n Tf=146.9p Itf=48m Vtf=20 Xtf=2)
*
```

Текст файла библиотеки в формате SPICE

Рисунок 44

*Примечание: при выборе загрузки сведений о модели из файла Multisim определяет расширение файла базы данных, библиотеки так, как показано на рисунке. Если имеется библиотека в формате SPICE, с расширением *.lib, то надо просто изменить расширение этой библиотеки на расширение *.cir и внести данные в модель для Multisim.*



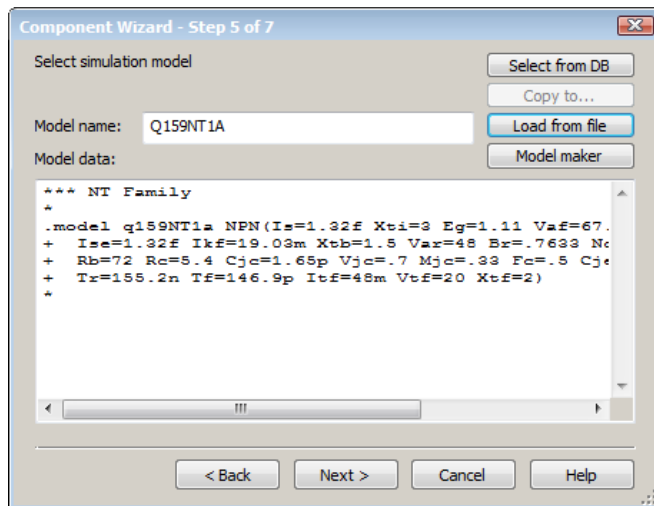


Рисунок 45

Примечание: на этапе ввода информации о модели можно использовать простое копирование из текстового файла библиотеки в поле Model data.

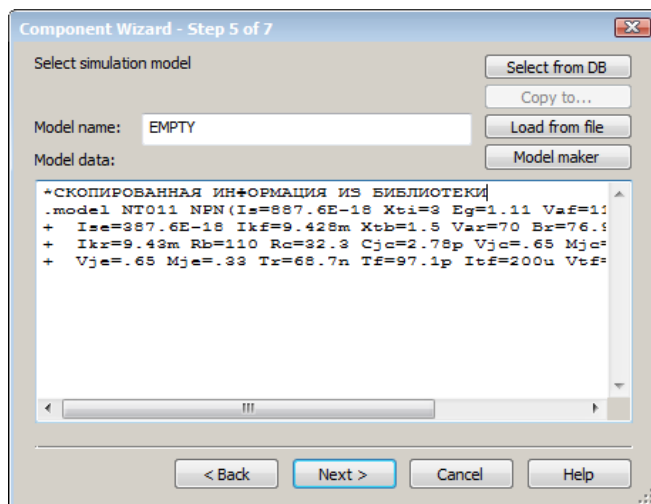


Рисунок 46

Но если файл (подготовленный программой MODEL – дополнением программы Microcap) имеет другое расширение, то можно выбрать любое. Единственное, что нужно отметить – имя модели будет оставлено прежним, но параметры ее будут соответствовать загруженному файлу

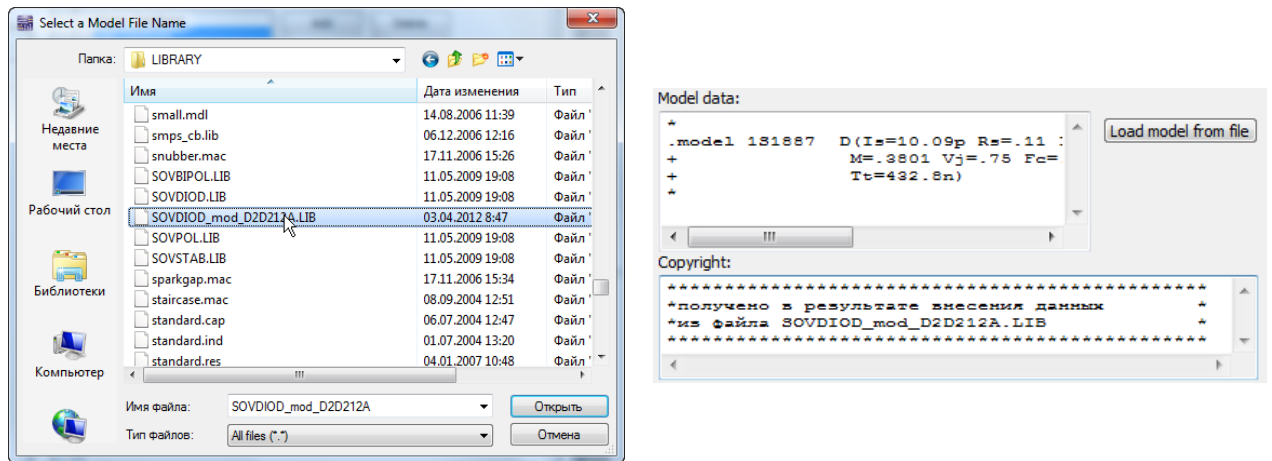


Рисунок 47

В поле **Copyright**: можно добавить информацию о проделанных операциях.
Примечание: при установке параметров модели из файла сформированного программой MODEL для диода необходим, для корректной работы прибора, проверить назначение выводов (pin) и их имен. В описание модели существует возможность посмотреть это нажав экранную кнопку «Show template»: d%p %tA %tK %m - эта запись означает, что к выводу 1 подключается анод диода, а к выводу 2 – катод.

Переназначить выводы можно за счет использования выпадающего списка Model nodes

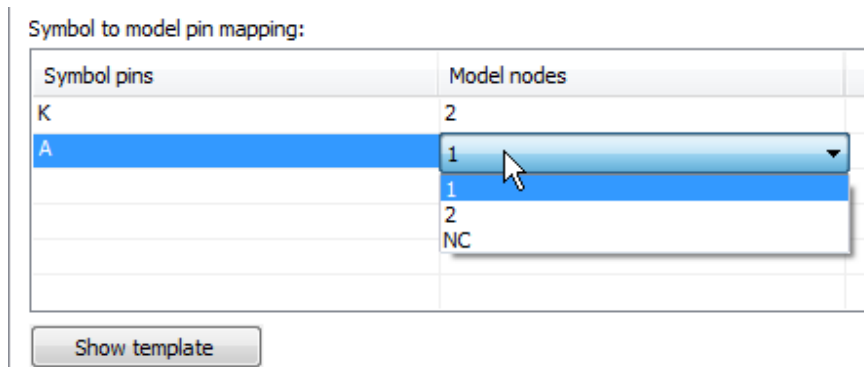


Рисунок 48

На шестом шаге устанавливается связь между информационным символом (условным изображением) и электрической моделью. Это тот случай, когда создаётся только электрическая модель.

Для каждого контакта графического изображения необходимо ввести номер узла, соответствующий узлу в модели. Эта информация будет отображаться на закладке **Model** в диалоговом окне **Component Properties**.

Если создаётся простой резистор, индуктивность или конденсатор, то этот диалог этого шага включает выбор в поле SPICE Model Type. Здесь имеется раскрывающийся список, где можно выбрать тип компонента, резистор, конденсатор или индуктивность,

причём поле Value будет соответствовать указанному выбору и обозначать значение величины компонента.

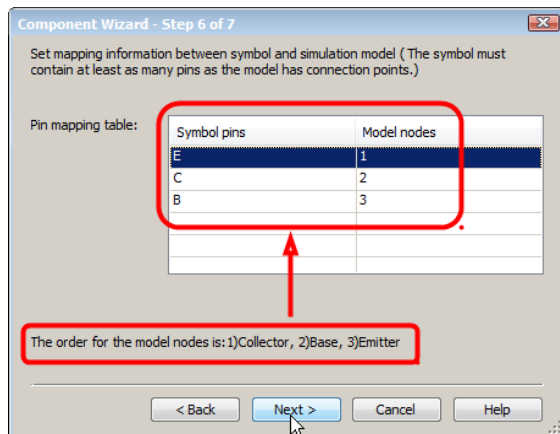


Рисунок 49

Для правильной работы модели необходимо переназначить узлы графического изображения и модельного представления для однозначного соответствия одному другому, как показано на рисунке.

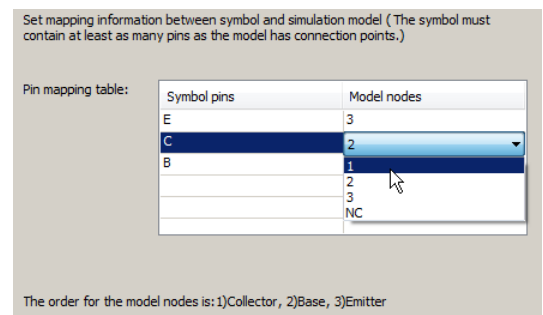
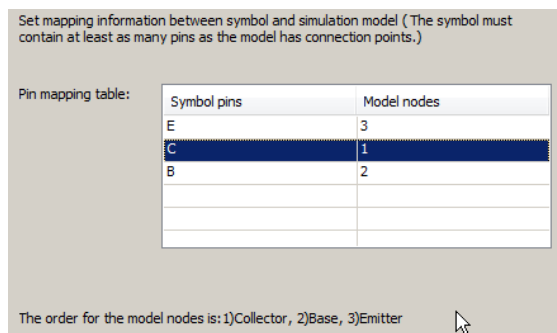
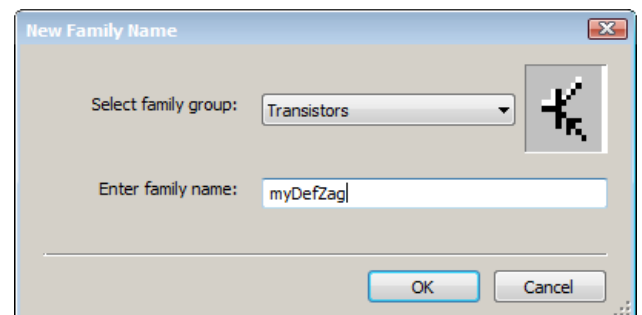
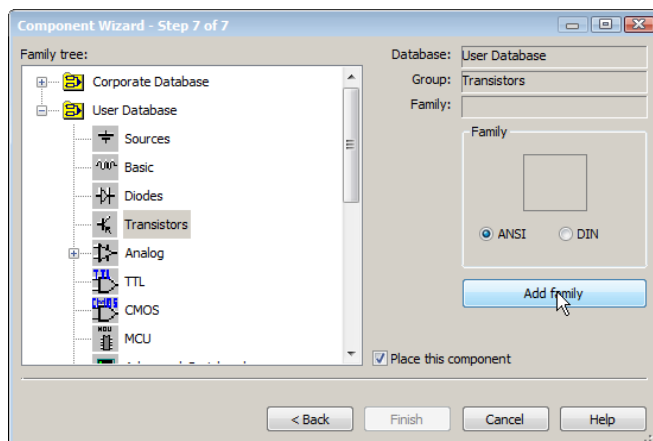


Рисунок 50

На седьмом шаге осуществляется внесение подготовленного компонента в базу Multisim.



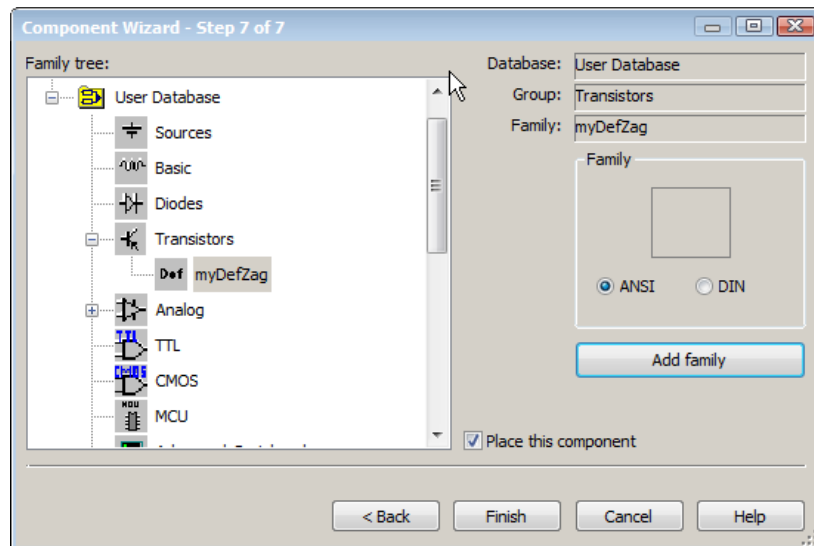


Рисунок 51

В результате проведённых операций в User database появится новый элемент – биполярный транзистор QmyBP

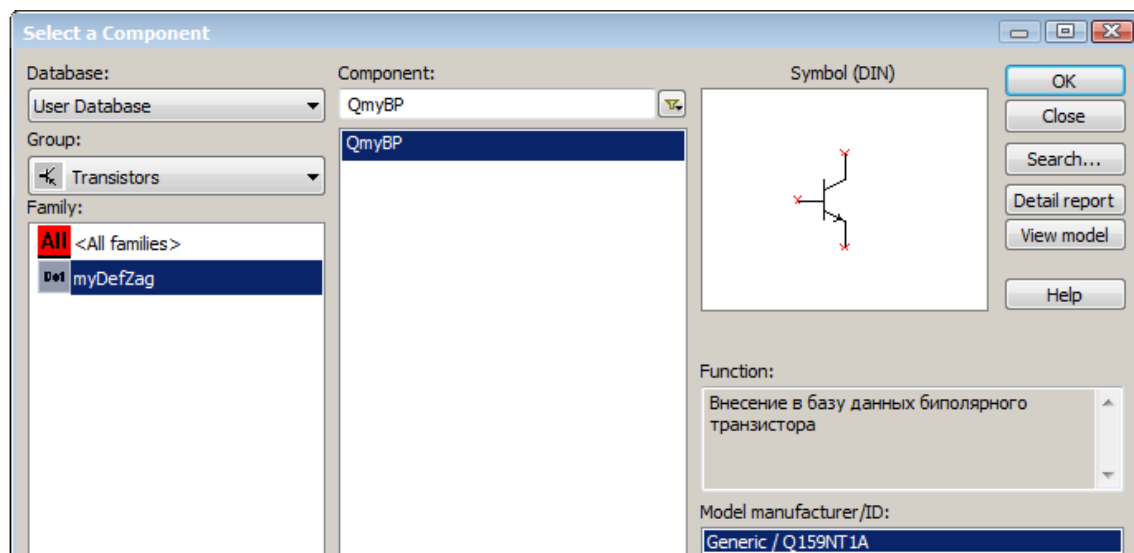


Рисунок 52

СОЗДАНИЕ НОВОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ MULTISIM

Для создания нового компонента Multisim имеет специальное средство – интерактивный диалог (мастер создания компонента) **Component Wizard**. Используя этот Полупроводниковые диоды. Multisim [Оглавление](#)

Загидуллин Р.Ш.

диалог можно создать новый компонент «по шагам». Для начала создания компонента можно либо выбрать и нажать экранную кнопку создания компонента, либо пункты меню **Tools/Component Wizard**:

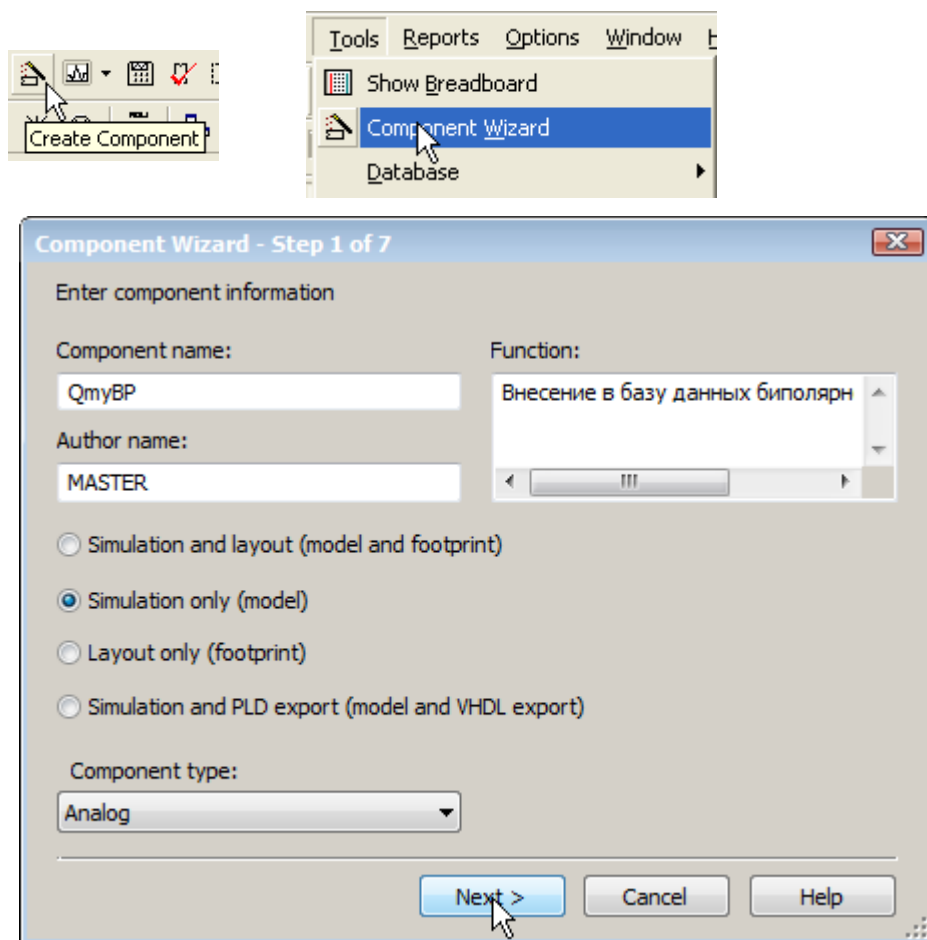


Рисунок 53

В диалоговом окне необходимо ввести имя вносимого компонента, задать его тип и выбрать последовательность действий - создание компонента только для разводки печатной платы, имеющего только геометрический образ, электрической модели, только для моделирования схемотехнического решения, или же и то и другое (отметить выбор: **I will use this component for both simulation and layout (model and footprint)**, **Simulation only (model)**, **Layout only (footprint)** соответственно). Поле **Component Name** — имя компонента, оно может включать значение, марку и так далее (например, 10 ohms, 2N2221, 2uF). Это обязательное поле, и оно не может содержать пробелы. Поле **Author Name** – имя, которое определено системой (пользователь компьютера, администратор и т.д.). Если необходимо имя может быть изменено. Поле **Function** - краткое описание назначения компонента. Это поле иногда бывает очень полезно, особенно для поиска в базе данных необходимого компонента.

Примечание: число шагов для создания компонента будет зависеть того, для чего создаётся компонент. Если компонент создаётся как для моделирования, так и использования при создании печатной платы, процесс включает восемь шагов. Если компонент предназначен только для моделирования только, то процесс включает семь шагов, для создания печатной платы - шесть шагов, что отражается в заголовке окна при соответствующем выборе сценария создания компонента.

Рассмотрим работу мастера создания компонент только для создания электронной модели, например, диода. После нажатия экранной кнопки **Next** появляется диалоговое **окно, соответствующее второму шагу** для выбранного сценария создания компонента. Здесь вводится информация о том, сколько выводов имеет компонент и какое исполнение компонента (один компонент или сборка компонентов).

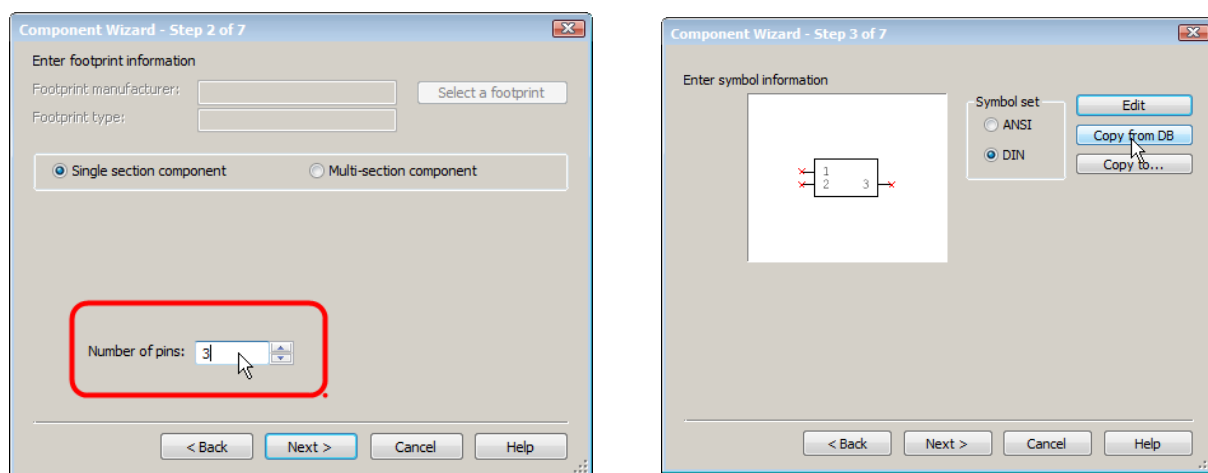


Рисунок 54

Третий шаг по созданию компонента – это определение его графического представления на принципиальной схеме. Здесь возможно использование встроенного в Multisim графического редактора изображения компонента (экранная кнопка **Edit**). Для создания многосекционного компонента необходимо использовать экранную кнопку **Copy to** для копирования подготовленного компонента в одной секции в другую. Для одного компонента выберем условное изображение, копируя символ из базы данных Multisim (экранная кнопка **Copy from DB**).

После нажатия на эту кнопку программа Multisim выдаст запрос на отбор исходной базы данных, исходного семейства и условно-графического обозначения компонента, которое будет принято для создаваемого компонента.

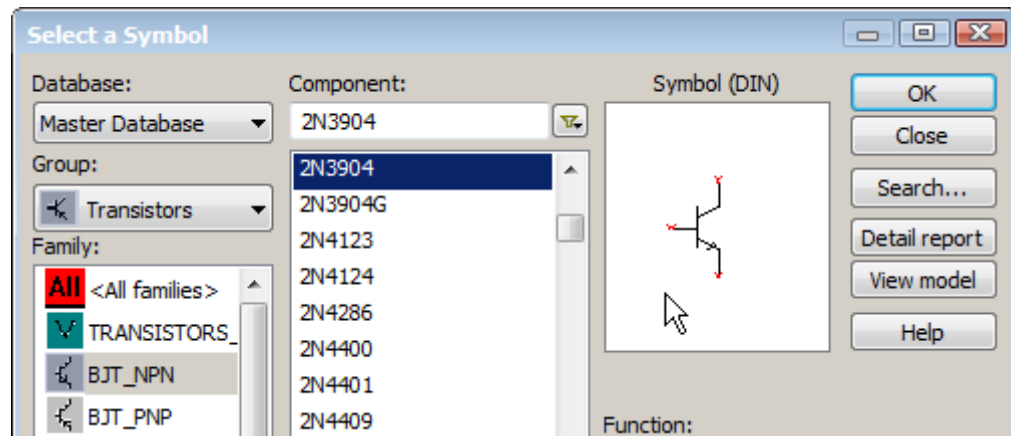


Рисунок 55

Четвёртый шаг – это определение параметров контактов компонента.

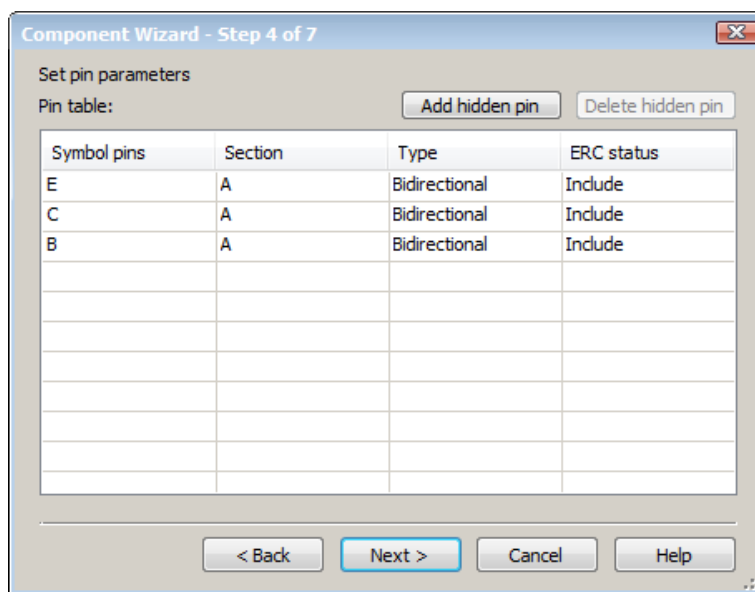


Рисунок 56

В этом окне экранная кнопка **Add Hidden Pin** служит для того, чтобы добавить в описание компонента скрытые контакты (например, подключение питания, земли или общий контакт). Экранная кнопка **Delete Hidden Pin** – для удаления ошибочно внесённых скрытых контактов

Поле **Section** — после щелчка по заголовку этого поля можно получить доступ к множественному выбору свойств контакта. Поле **Type** – здесь, после щелчка по заголовку, из раскрывающегося списка выбирают тип контакта: пассивный, земля, двунаправленный, входной, выходной и так далее. В поле **ERC Status** необходимо выбрать включать или не включать контакт в **Electrical Rules Check** (проверку электрических соединений) определяя это или INCLUDE (включить), или EXCLUDE (исключить). Значение по умолчанию - INCLUDE.

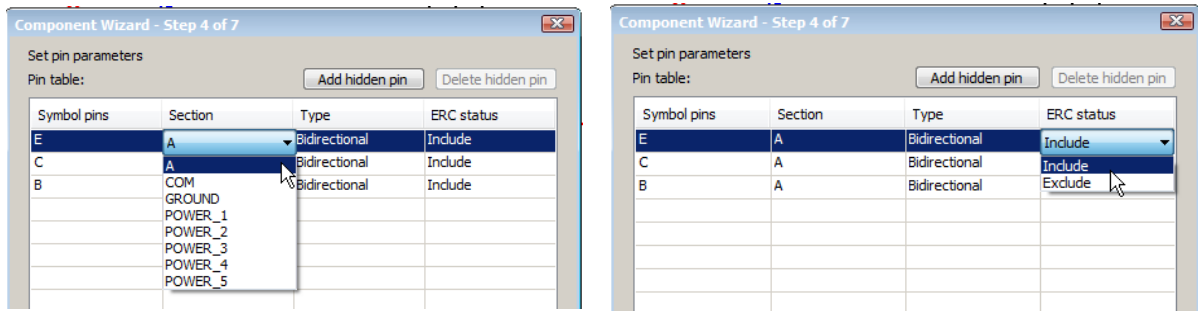


Рисунок 57

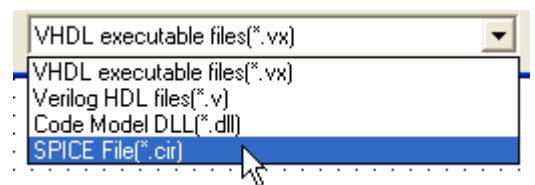
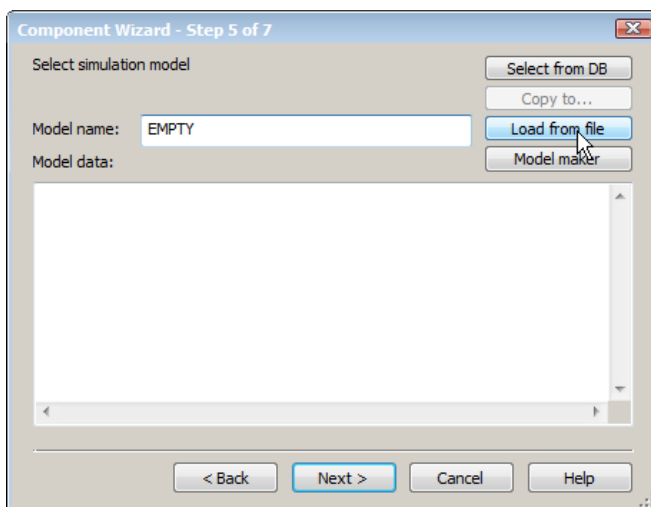
Следующий шаг - пятый, предполагает введение данных об электрической модели компонента. Здесь можно воспользоваться возможностями копирования модели из базы данных (экранная кнопка **Select from DB**), использовать встроенную программу **Model Maker** (экранная кнопка **Model Maker**) и, наконец, загрузить сведения о модели из файла.

```
*** NT Family
*
.model q159NT1a NPN(Is=1.32f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=67.4 Bf=406.4 Ne=1.352
+ Ise=1.32f Ikf=19.03m Xtb=1.5 Var=48 Br=.7633 Nc=2 Isc=840f Ikr=120u
+ Rb=72 Rc=5.4 Cjc=1.65p Vjc=.7 Mjc=.33 Fc=.5 Cje=6.15p Vje=.7 Mje=.33
+ Tr=155.2n Tf=146.9p Itf=48m Vtf=20 Xtf=2)
*
```

Текст файла библиотеки в формате SPICE

Рисунок 58

*Примечание: при выборе загрузки сведений о модели из файла Multisim определяет расширение файла базы данных, библиотеки так, как показано на рисунке. Если имеется библиотека в формате SPICE, с расширением *.lib, то надо просто изменить расширение этой библиотеки на расширение *.cir и внести данные в модель для Multisim.*



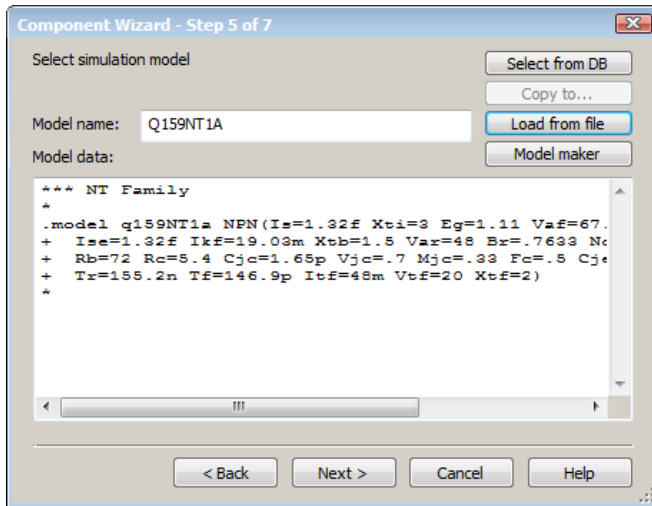


Рисунок 59

Примечание: на этапе ввода информации о модели можно использовать простое копирование из текстового файла библиотеки в поле Model data.

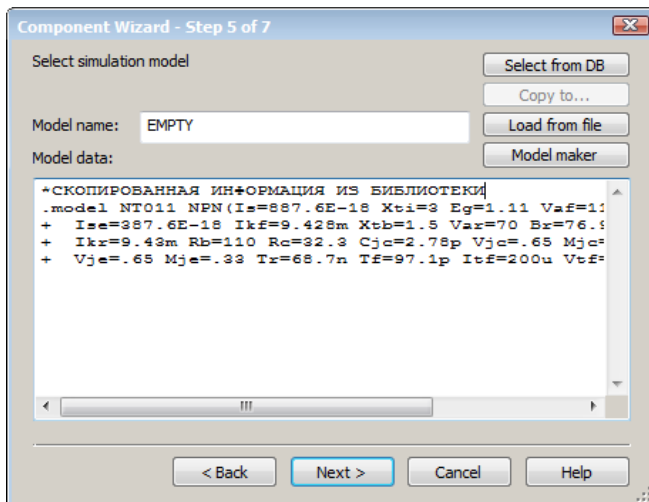


Рисунок 60

Но если файл (подготовленный программой MODEL – дополнением программы Microsar) имеет другое расширение, то можно выбрать любое. Единственное, что нужно отметить – имя модели будет оставлено прежним, но параметры ее будут соответствовать загруженному файлу

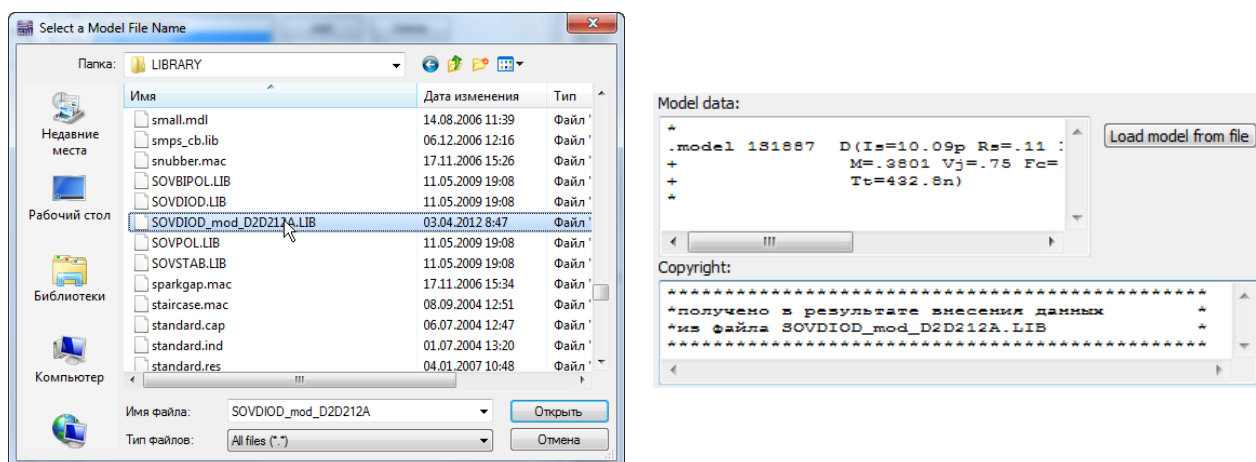


Рисунок 61

В поле **Copyright**: можно добавить информацию о проделанных операциях.
Примечание: при установке параметров модели из файла сформированного программой MODEL для диода необходим, для корректной работы прибора, проверить назначение выводов (pin) и их имен. В описание модели существует возможность посмотреть это нажав экранную кнопку «Show template»: d%p %tA %tK %m - эта запись означает, что к выводу 1 подключается анод диода, а к выводу 2 – катод.

Переназначить выводы можно за счет использования выпадающего списка Model nodes

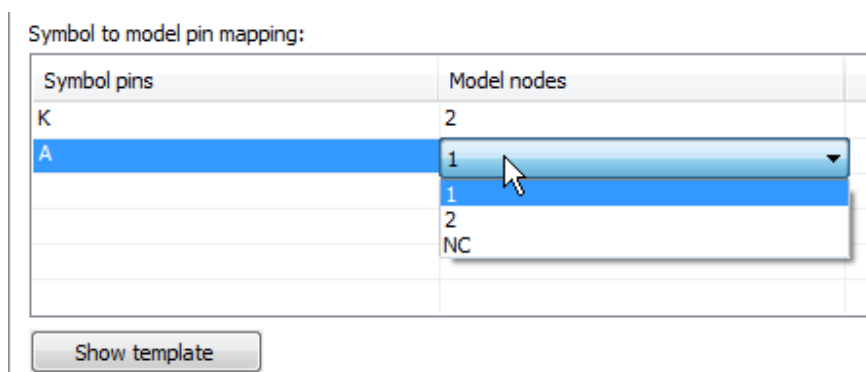


Рисунок 62

На шестом шаге устанавливается связь между информационным символом (условным изображением) и электрической моделью. Это тот случай, когда создаётся только электрическая модель.

Для каждого контакта графического изображения необходимо ввести номер узла, соответствующий узлу в модели. Эта информация будет отображаться на закладке **Model** в диалоговом окне **Component Properties**.

Если создаётся простой резистор, индуктивность или конденсатор, то этот диалог этого шага включает выбор в поле SPICE Model Type. Здесь имеется раскрывающийся список, где можно выбрать тип компонента, резистор, конденсатор или индуктивность,

причём поле Value будет соответствовать указанному выбору и обозначать значение величины компонента.

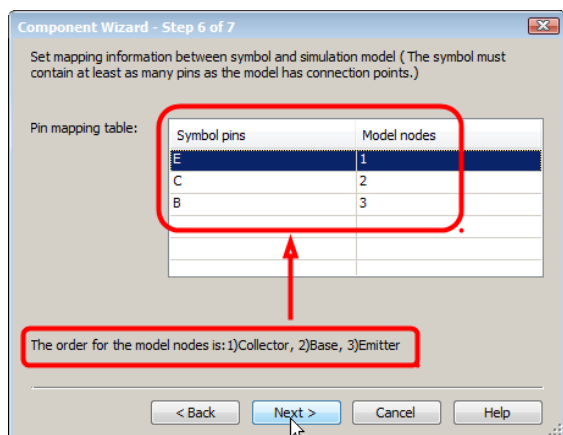


Рисунок 63

Для правильной работы модели необходимо переназначить узлы графического изображения и модельного представления для однозначного соответствия одному другому, как показано на рисунке.

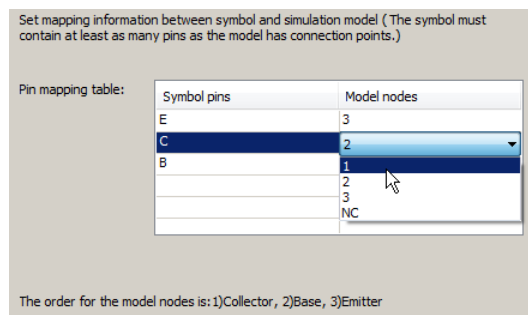
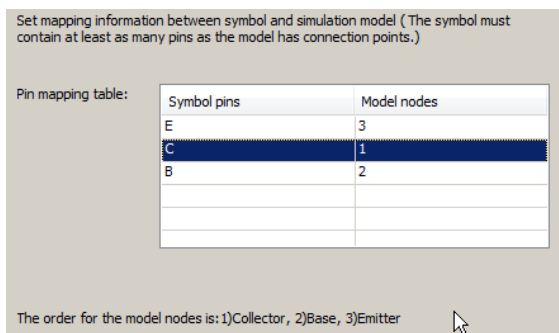
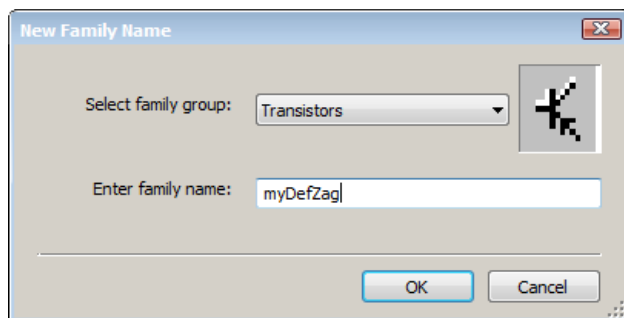
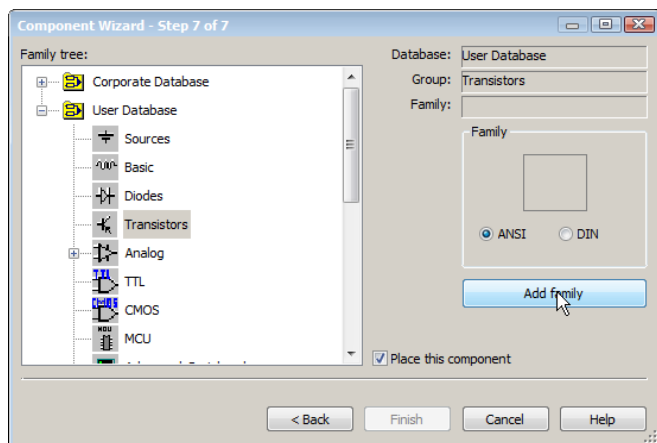


Рисунок 64

На седьмом шаге осуществляется внесение подготовленного компонента в базу Multisim.



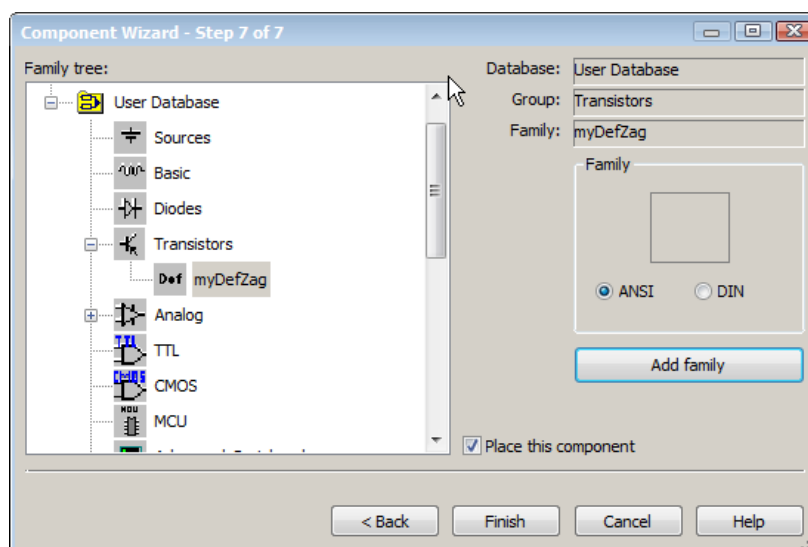


Рисунок 65

В результате проведённых операций в User database появится новый элемент – биполярный транзистор QmyBP

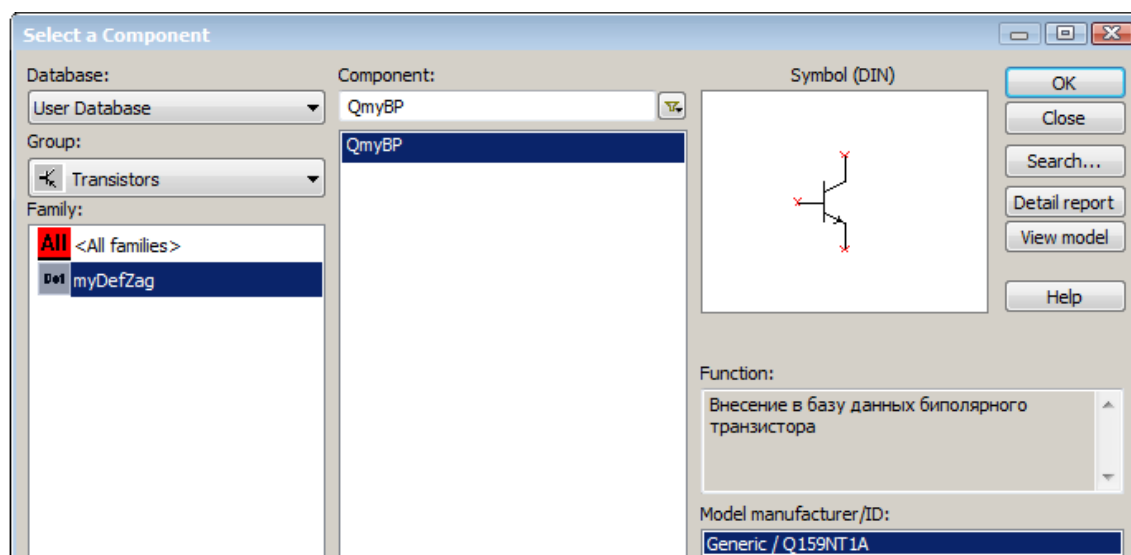


Рисунок 66

Multisim предлагает встроенную средство, Model Makers, которая автоматически генерирует модели, для этого достаточно ввести лишь справочные значения. Model Makers сохраняет время разработки модели, но требует некоторого опыта и умения для работы с ним.

Для каждого расчёта Model Maker определяет начальные значения параметров для заданных моделей. Однако это не предопределённые значения, и можно выбрать числовые значения, основываясь на компоненте, используя данные из справочника (databook).

При работе со справочником, нужно помнить, что разные справочники предоставляют параметры для моделей компонентов в разных видах. Если одна информация представлена численно в таблицах или списках для специфических целей, другая дана в форме диаграмм или графиков. Оба типа информации могут быть использованы для Multisim Model Makers.

В случае таблиц или списков понадобится ввести нужные рабочие точки и значения. Для диаграмм и графиков способ выбора точек на соответствующих кривых повлияет на точность параметров конечной модели. Ниже показаны методы выбора точек, представленные в процедурах для Model Makers. Нужно заметить, что информация, предоставляемая справочниками, обычно стандартна и не изменяется от производителя к производителю, даже если типы компонент или марки и описания параметров различны.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДИОДА В MULTISIM ИСПОЛЬЗУЯ MODEL MAKER

В Multisim можно редактировать компоненты, используя следующие методы:

- **Component Wizard**— используется для создания и редактирования новых компонентов.
- Диалоговое окно **Component Properties** — используется для редактирования существующих компонентов и доступно из диалогового окна **Database Manager**.

Можно модифицировать любой компонент, хранящийся в базе данных Multisim. Например, существующий компонент может быть сегодня доступен в новой конструктиве (был создан для «дырочного» монтажа, сегодня для поверхностного). Можно легко скопировать информацию о компоненте и изменить только детали конструктива, чтобы создать новый компонент. Можно также создать собственный компонент и поместить его в базу данных или загрузить компонент из другого источника.

Невозможно только редактировать **Master Database**. Однако можно копировать компоненты в корпоративную или пользовательскую базу данных, а затем модифицировать их, как нужно. Рекомендуется, там, где возможно, модифицировать существующие или похожие компоненты, а не создавали новые.

Каждый компонент в базе данных идентифицируется информацией располагающейся на соответствующей закладке диалогового окна **Component Properties**.

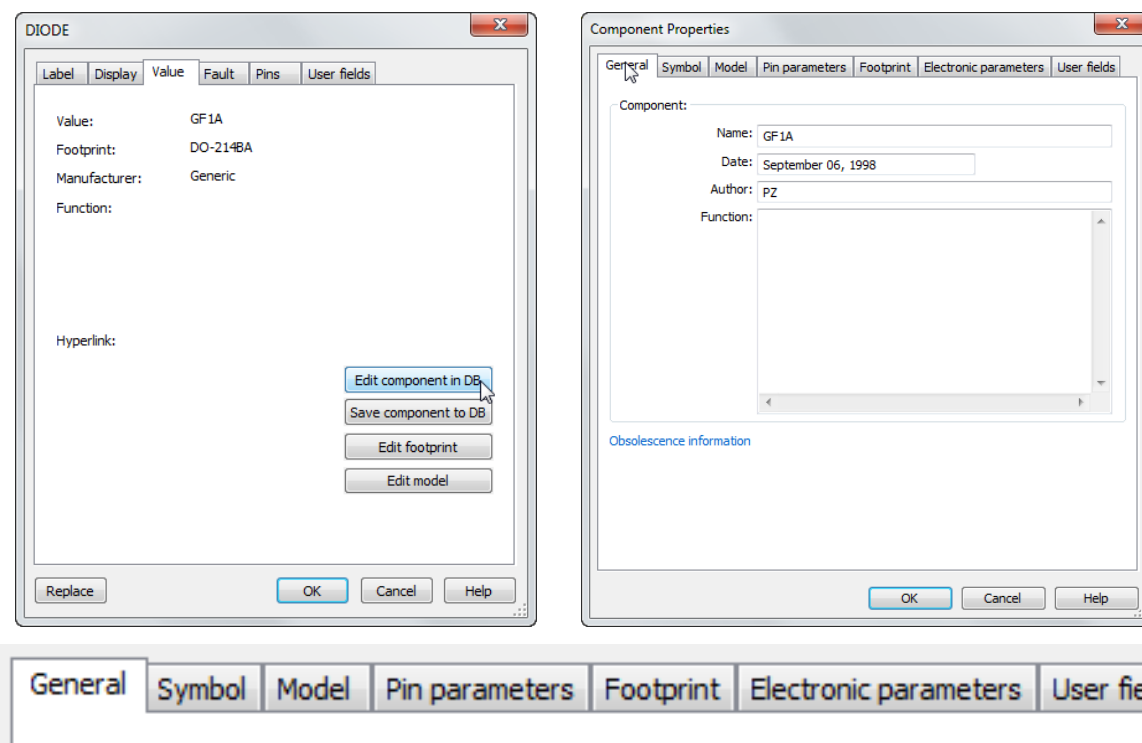


Рисунок 67

- Основная информация (как имя, производитель, дата и автор).
- Символ (графическое представление компонента для ввода в схему).
- Модель (информация, используемая для представления конкретных операций/поведения компонента в процессе симуляции) — необходима только для компонентов, которые будут симулироваться.
- Модель выводов (информация используется для представления поведения выводов в процессе симуляции).
- Цоколевка (footprint, упаковка, конструктив, которую Multisim использует, когда экспортирует схему, содержащую этот компонент, в программу разводки платы, такую как Ultiboard).
- Электрические параметры компонента.
- Пользовательские поля (если используются для дальнейшего определения компонентов).

Multisim включает **Component Wizard** (помощник), который быстро по шагам проводит вас по процессу создания аналоговых, цифровых или VHDL компонентов для использования при вводе схемы, равно как и при симуляции или разводке, или все вместе.

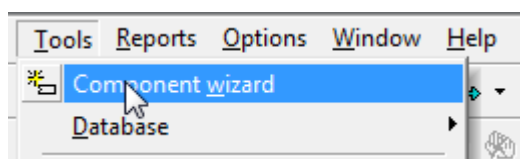


Рисунок 68

Аналоговые компоненты схемы, как диоды и транзисторы, могут создаваться следуя процедуре, показанной ниже. Здесь можно создавать резисторы, индуктивности и конденсаторы. Однако резисторы, индуктивности и конденсаторы, созданные с использованием этой процедуры, будут содержать только базовую информацию модели.

Начало работы, шаг 1 в Component Wizard

Выберите Tools/Component Wizard.

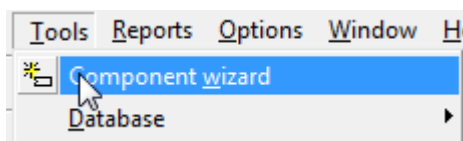


Рисунок 69

В появившемся окне Component Wizard заполните следующее поля:

Component Name — значение компонента. Примеры — 10 ohms, 2N2221, 2uF. Это поле запросов и не должно содержать разделителей.

Author Name — заполняется системой, измените, если нужно, то можно изменить.

Function — краткое описание компонента. Это может быть полезно при поиске, эту запись можно использовать как функциональное поле для заданного типа компонента при размещении его на схеме.

Выберите одно из:

- Simulation and layout (model and footprint)— для использования компонента и для моделирования, и для разводки печатной платы.
- Simulation only (model) — для использования компонента только для симуляции.
- Layout only (footprint) — для использования компонента только для разводки.

Примечание: Число шагов, которые необходимо выполнить, зависит от выбора, сделанного на этом шаге. Если выбрано использование компонента и для моделирования, и для разводки, помощник включит восемь шагов. Если выбрано использование компонента только для моделирования, помощник включит семь шагов, если только для разводки, он включит шесть шагов.

Далее выберите Analog из выпадающего списка Component Type.

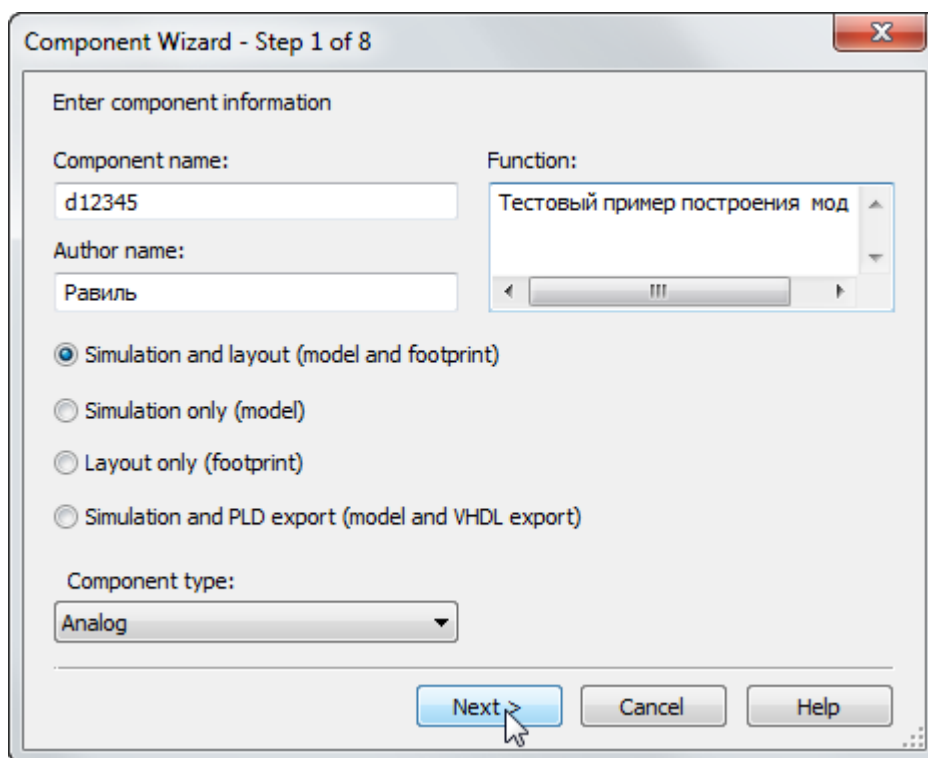


Рисунок 70

Шаг 2 в Component Wizard

Щелкните экранную кнопку Next. Появится диалоговое окно следующего шага, где вы вводите информацию о цолевке (footprint) компонента (если это необходимо).

Щелкните Select a Footprint. Появится диалоговое окно Select a Footprint, где вы выбираете цолевку из одной из баз данных.

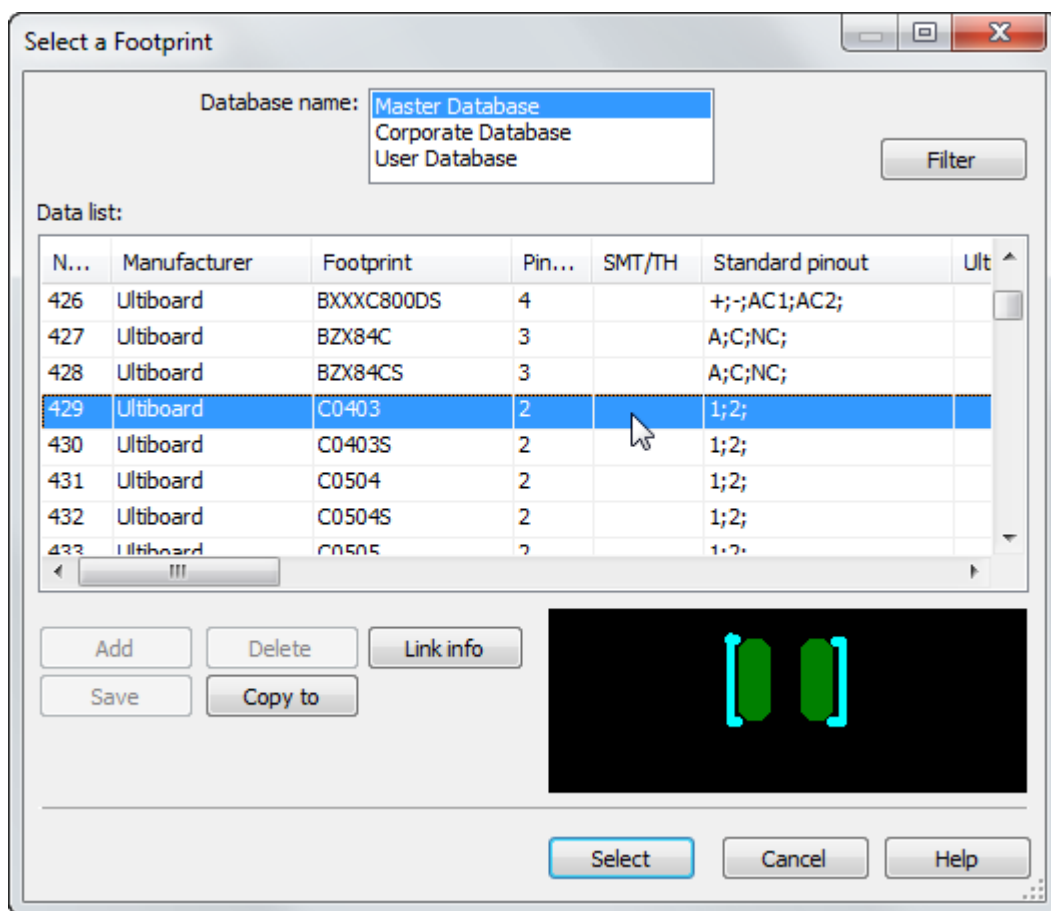


Рисунок 71

Выберите нужное Database Name, прокрутите вниз список внизу диалогового окна и щелкните по нужной цоколевке Footprint, например, для диода, два вывода, C0403..

Примечание: Если на этом этапе нет необходимости назначать, можно выбрать базу данных, где будет храниться компонент, и щелкнуть по кнопке Add. Появится диалоговое окно Add a Footprint. Введите имя в поле Footprint, например, placeholder (заглушка). Введите «Generic» поле manufacturer и щелкните ОК.. После того, как задано имя цоколевке здесь, создать ее можно позже в Ultiboard. *Убедитесь, что ввели имя в правильное поле.*

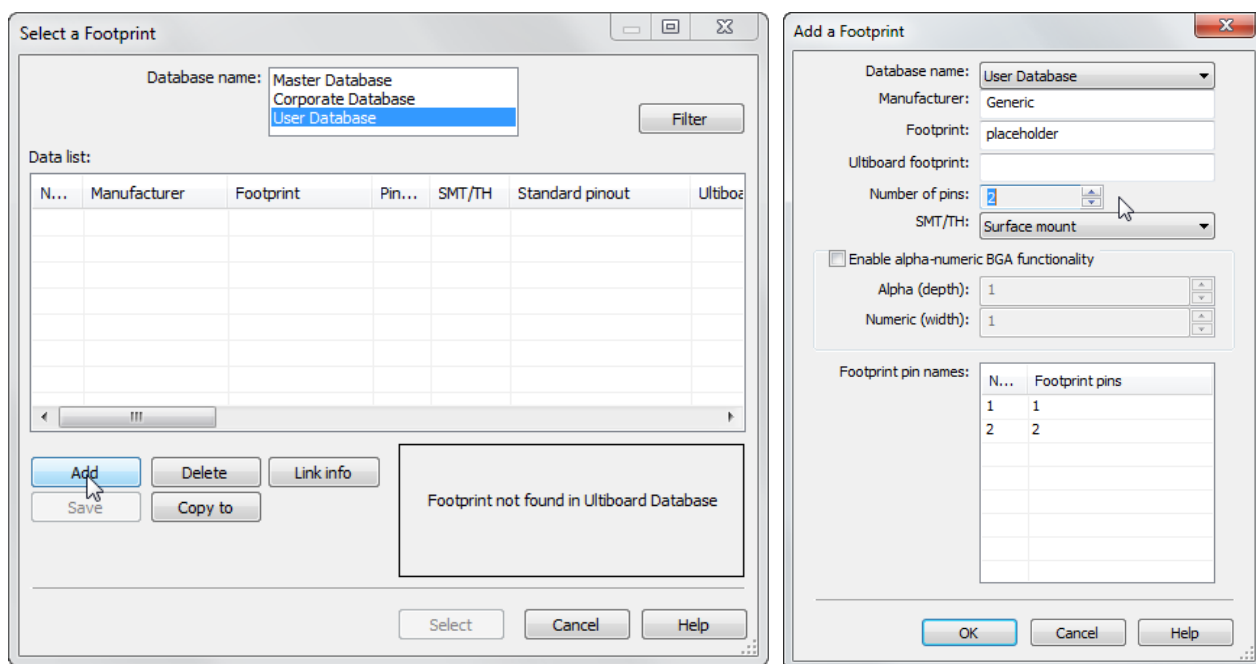


Рисунок 72

Щелкните по Select. Вы вернетесь в Component Wizard. Поля Footprint Manufacturer и Footprint Type были заполнены на основании выбора footprint.

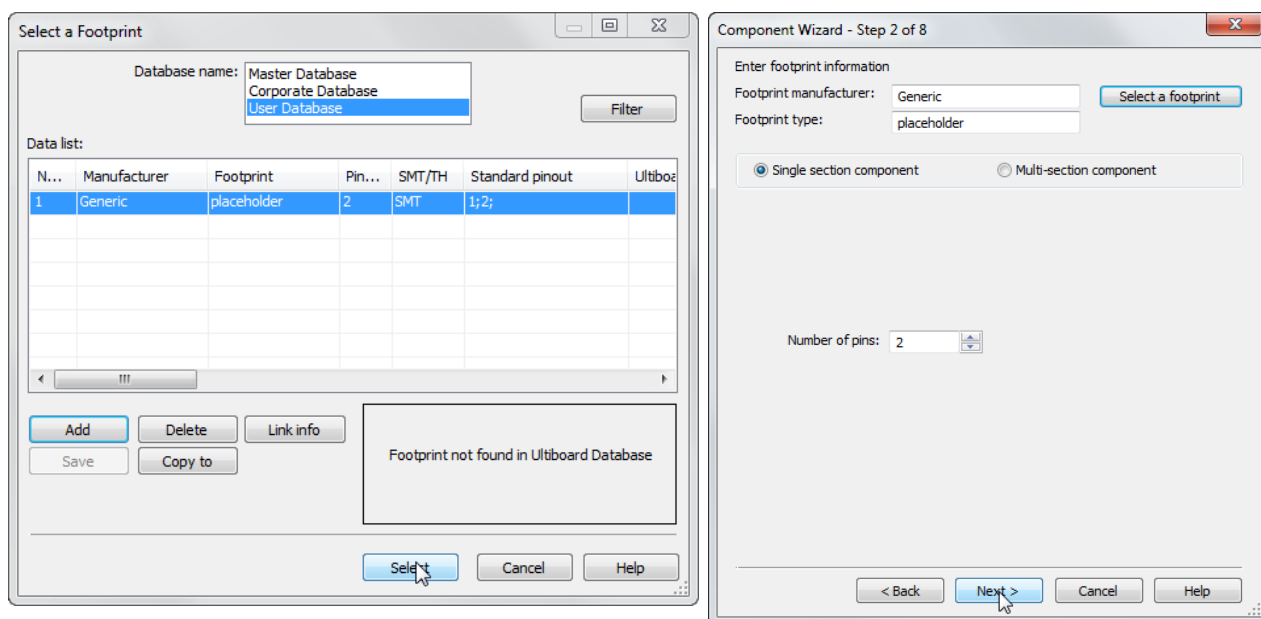


Рисунок 73

Примечание: можно также ввести значение непосредственно в поля Footprint Manufacturer и Footprint Type вместо использования диалогового окна Select a Footprint. Но, если будет введено значение в эти поля, которые не содержатся в Master или User Database, то предложено подтвердить, что надо добавить информацию к новой цоколевке. Если выбрать Yes, то появится диалоговое окне Add a Footprint.

Заполните Number of Pins (количество выводов) для компонента (два для диода или три для транзистора).

Выберите Single Section Component для одиночного компонента или Multi-Section Component, для многосекционного компонента. Если выбрать Multi-Section Component, то к диалогу добавятся Number of Sections и Section Details elements. Можно создать многосекционный компонент с числом секций до 96.

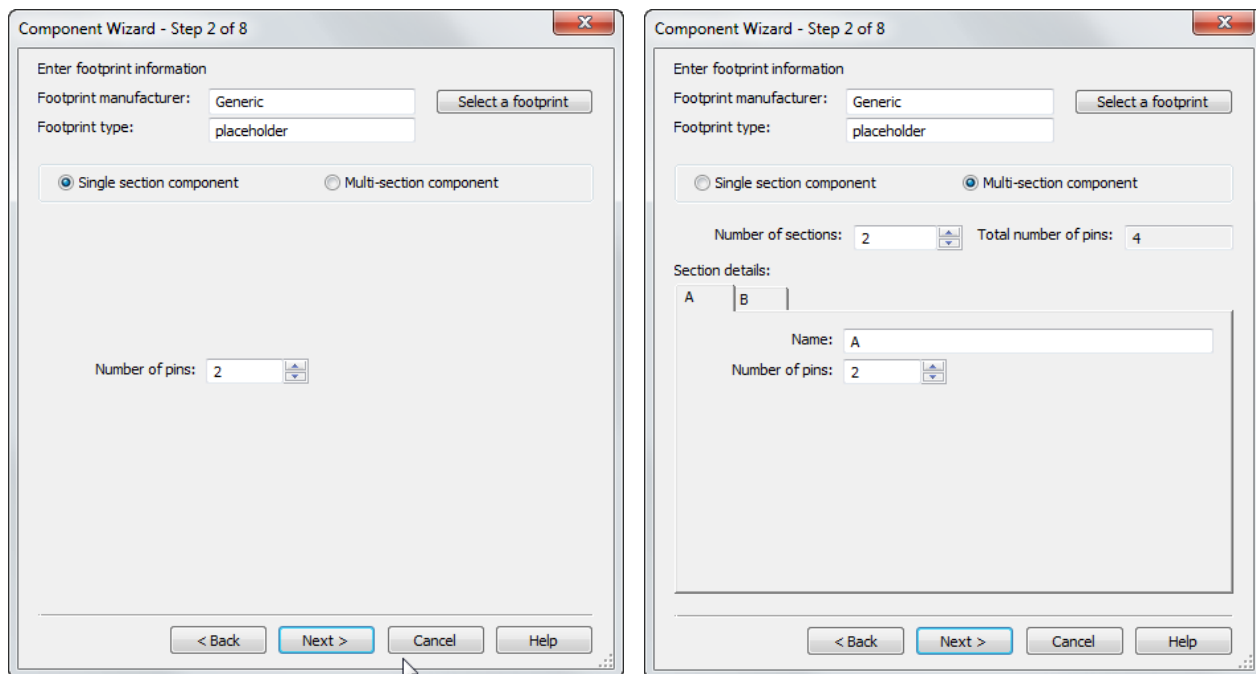


Рисунок 74

Щелкните Next, чтобы отобразить следующий шаг.

Шаг 3 в Component Wizard

Здесь вводится символ для компонента. Символ, который назначится этому компоненту появится, когда он будет размещается на схеме.

В области Symbol Set выберите ANSI или DIN.

Щелкните по кнопке Copy From DB, чтобы перейти к базе данных компонента, если вы хотите использовать символ существующего компонента.

Дополнительно для модификации символа щелкните по Edit, чтобы запустить редактор символов..

Щелкните Copy To, чтобы использовать тот же символ и для DIN, и для ANSI Symbol Set. Можно также использовать эту кнопку для копирования символа многосекционного компонента в другую секцию этого же компонента.

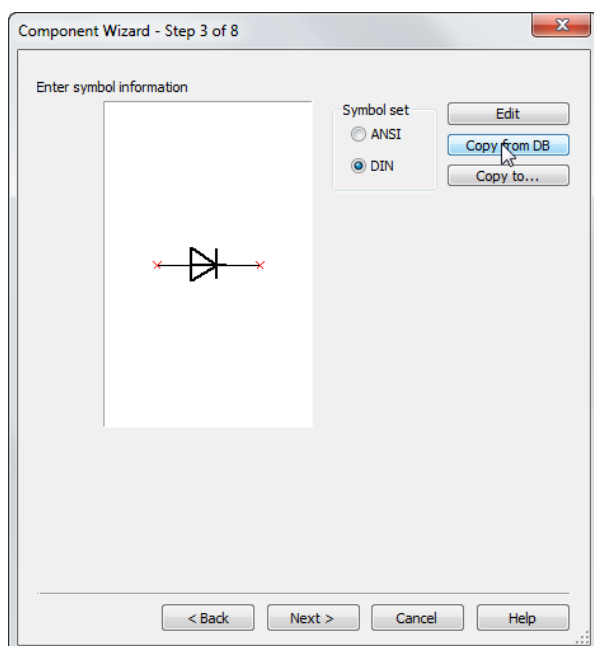


Рисунок 75

Щелкните по Next, чтобы отобразить следующий шаг Component Wizard.

Шаг 4 в Component Wizard

Введите параметры выводов компонента, как описано ниже:

Кнопка Add Hidden Pin — щелкните для добавления скрытых выводов: Power, Ground, Common. Скрытые выводы — это часть модели и/или цоколевки (footprint), которая не показывается на схеме.

Колонка Section — щелкните по полю в этой колонке и выберите нужную секцию для этого вывода. Это для многосекционных компонентов.

Колонка Type — щелкните по полю в этой колонке и выберите тип вывода из выпадающего списка, который появится. Выбор: passive (пассивный), ground, bidirectional (двунаправленный), input (вход), no connection (не соединено), output (выход) и power (питание). Эти типы выводов сказываются на сообщении ERC и выводах drivers/receivers для цифровых компонентов.

Колонка ERC Status — щелкните по полю в этой колонке и выберите, включить или исключить вывод из проверки ERC. См. «Проверка электрических соединений».

Чтобы принять отображенную информацию о символе, щелкните Next.

Шаг 4 в Component Wizard

Здесь заполняется информация о символе и цоколевке, что необходимо для экспорта в footprint корпуса. Вывод символа — имя вывода у символа,

например, VCC. Вывод корпуса — номер или имя этого вывода на цоколевке в разводке платы. Выводы символа и цоколевки должны совпадать в плане передачи данных в разводку.

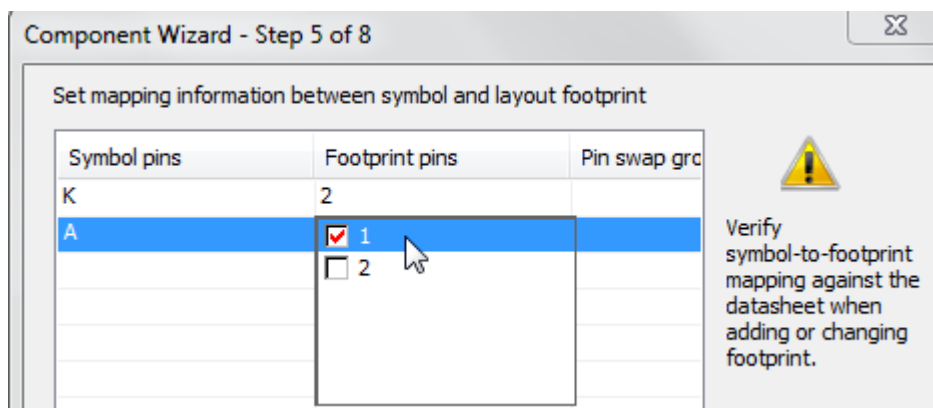


Рисунок 76

Для каждого вывода символа надо ввести соответствующий вывод цоколевки (footprint). Информация, которую будет здесь введена, будет отображаться на закладке Footprint диалогового окна Component Properties.

Для доступа к опциям развернутого картирования щелкните Map Pins. Появится диалоговое окно Advanced Pin Mapping.

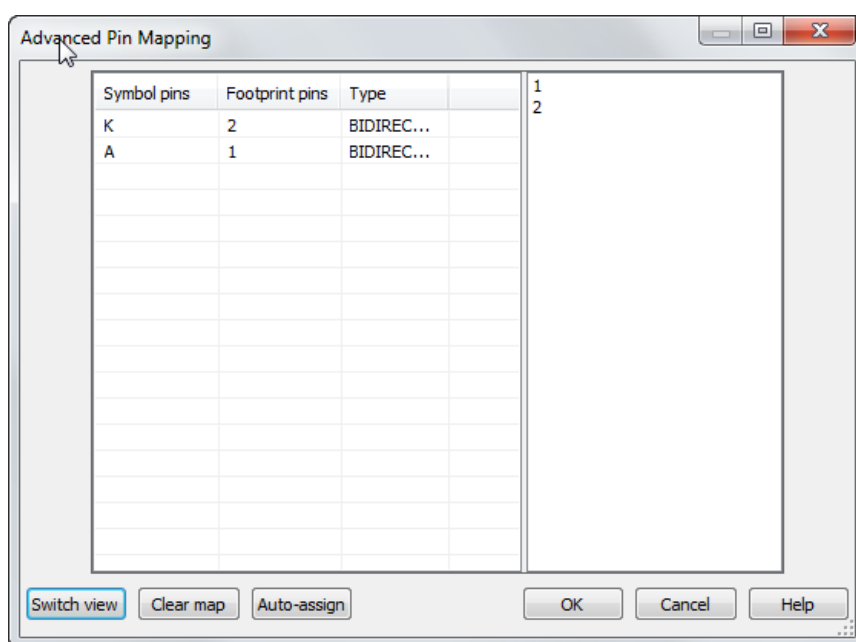


Рисунок 77

Щелкните Next, чтобы отобразить шаг Select Simulation Model (выбор модели симуляции). Если компонент не требует моделирования, этот шаг не появится.

Шаг 6 в Component Wizard

Кнопки на этом шаге работают, как описано ниже.

Select from DB — отображает диалоговое окно SelectModel Data, где вы копируете данные модели существующего компонента.

Model Maker — отображает диалоговое окно Select Model Maker, где можно выбрать модель, которую будет создавать Model Maker, основываясь на значениях справочных данных (datasheet).

Load from File — отображает стандартный проводник файлов, где производится выбор файла модели.

Copy to — отображает диалоговое окно Select Target. Используется копирование информации о модели из выделенной секции многосекционного компонента для выбранной секции, которую была задана в диалоговом окне Select Target. Это обычно производится после использования кнопки Select from DB, для копирования данные модели из другого компонента. Сами данные модели будут скопированы только в выбранную секцию компонента. Используя Copy to, можно копировать информацию в оставшиеся секции компонента.

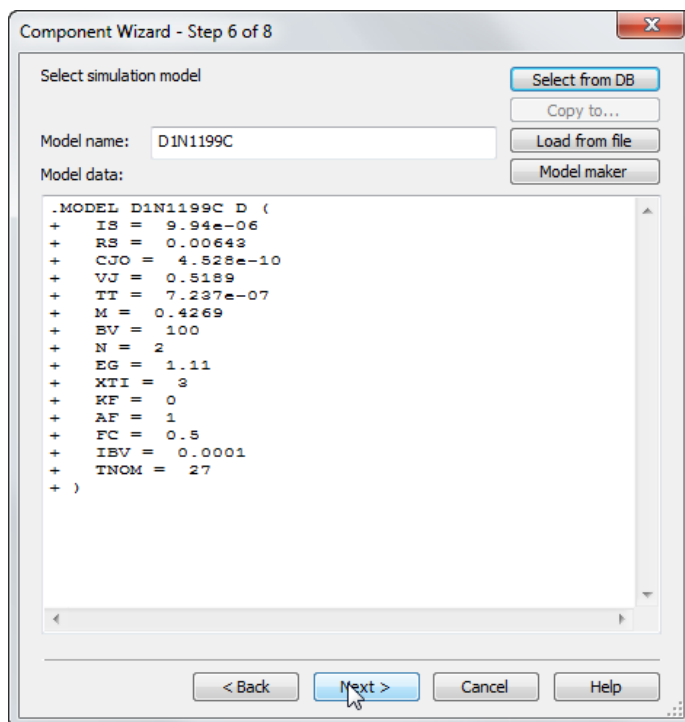


Рисунок 78

Щелкните Next, чтобы отобразить следующий шаг, где создается соответствие между символом и моделью.

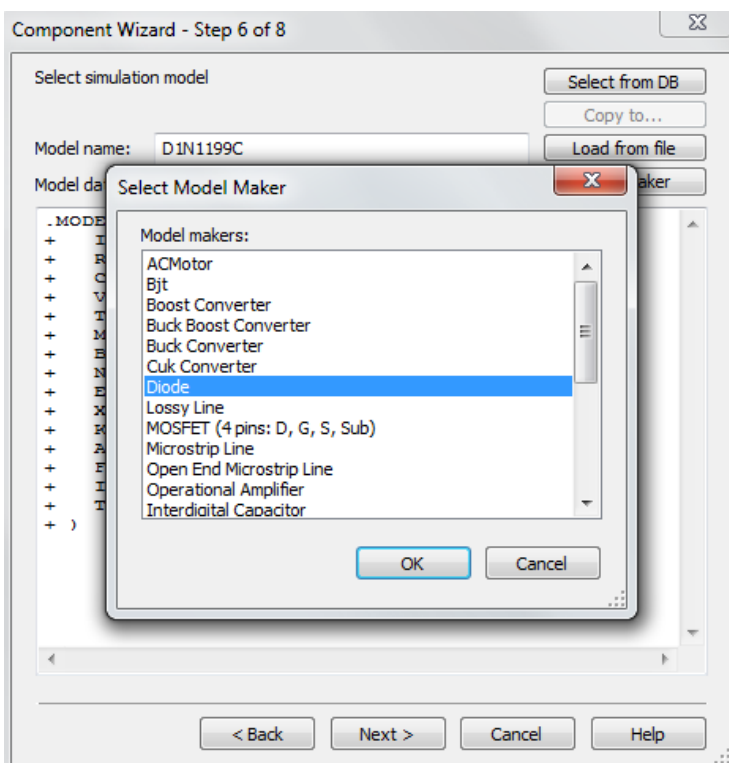


Рисунок 80

Из списка **Model Maker List** надо выбирать **Diode** щелкнуть **OK** (или **Cancel**, чтобы вернуться на закладку **Model**). Появится диалоговое окно **Diode Model**.

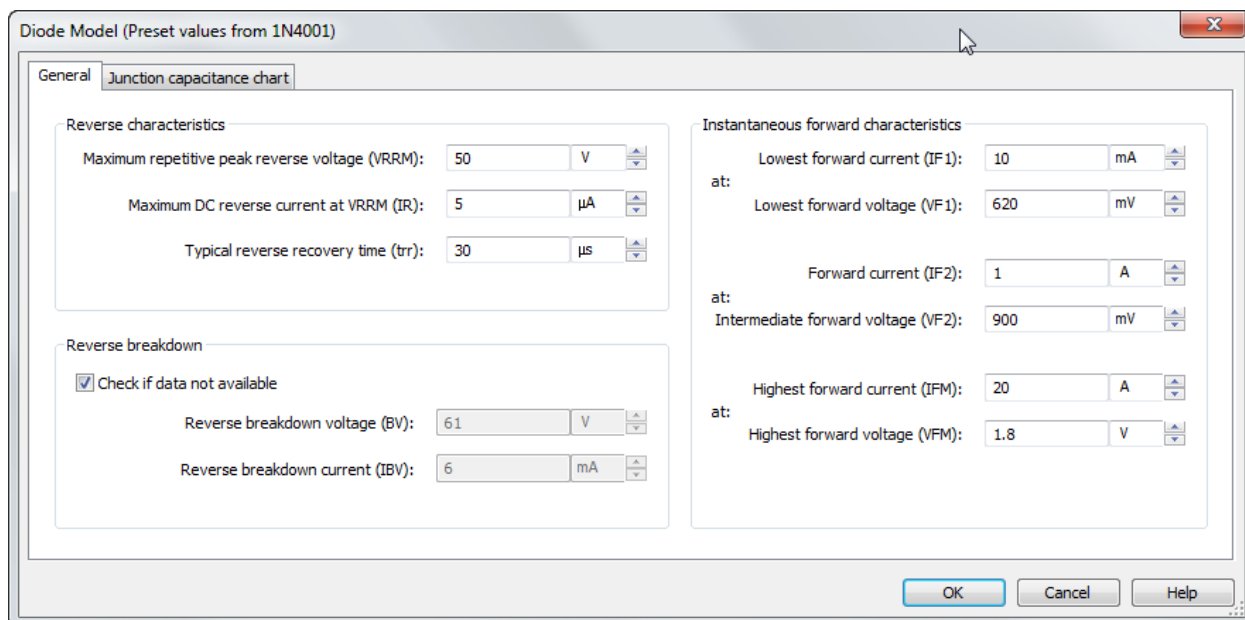


Рисунок 81

*Примечание: Диалоговое окно **Diode Model** показывает предустановленные значения для модели 1N4001.*

Ввод основных данных для статических параметров модели

Щелкните по закладке **General**. Далее необходимо найти данные для диода в справочнике.

Для ввода **Reverse Characteristics** данных:

1. В справочнике найдите таблицу «Maximum Ratings and Electrical Characteristics» (Предельные значения параметра). Основываясь на информации в этой таблице, введите следующие значения:

- **Maximum repetitive peak reverse voltage (VRRM)** (Максимально допустимое обратное напряжение)
- **Maximum DC reverse current at VRRM (IR)** (Максимально допустимый прямой ток)
- **Typical reverse recovery time (trr)** (Время восстановления обратного сопротивления)

Reverse characteristics

Maximum repetitive peak reverse voltage (VRRM): 50 V

Maximum DC reverse current at VRRM (IR): 5 μ A

Typical reverse recovery time (trr): 30 μ s

Чтобы ввести **Reverse Breakdown** (Напряжение пробоя) данные:

1. В справочнике найдите график «**Reverse Voltage vs. Reverse Current**» (Обратная ветвь ВАХ). Если данные недоступны, установите **Check if data not available**.

Reverse breakdown

☒ Check if data not available

Reverse breakdown voltage (BV): 61 V

Reverse breakdown current (IBV): 6 mA

Обычно в справочниках используют графики, приведенные окружающей температуры 25° С. Используйте координаты этой точки для ввода значений для:

- **Reverse Breakdown Voltage (BV)** (Обратное напряжение пробоя)
- **Reverse Breakdown Current (IBV)** (Ток при напряжении пробоя)

В справочниках, как правило приводятся значения максимально допустимого напряжения и тока. Взяв эти данные за основу можно ввести вышеуказанные данные с коэффициентом (1.2 – 1.5)

Для ввода Instantaneous Forward Characteristics данных в справочнике найдите график «Typical Instantaneous Forward Characteristics» (Типичная прямая ветвь ВАХ), например, так может выглядеть ВАХ прямой ветви диода в логарифмическом масштабе:

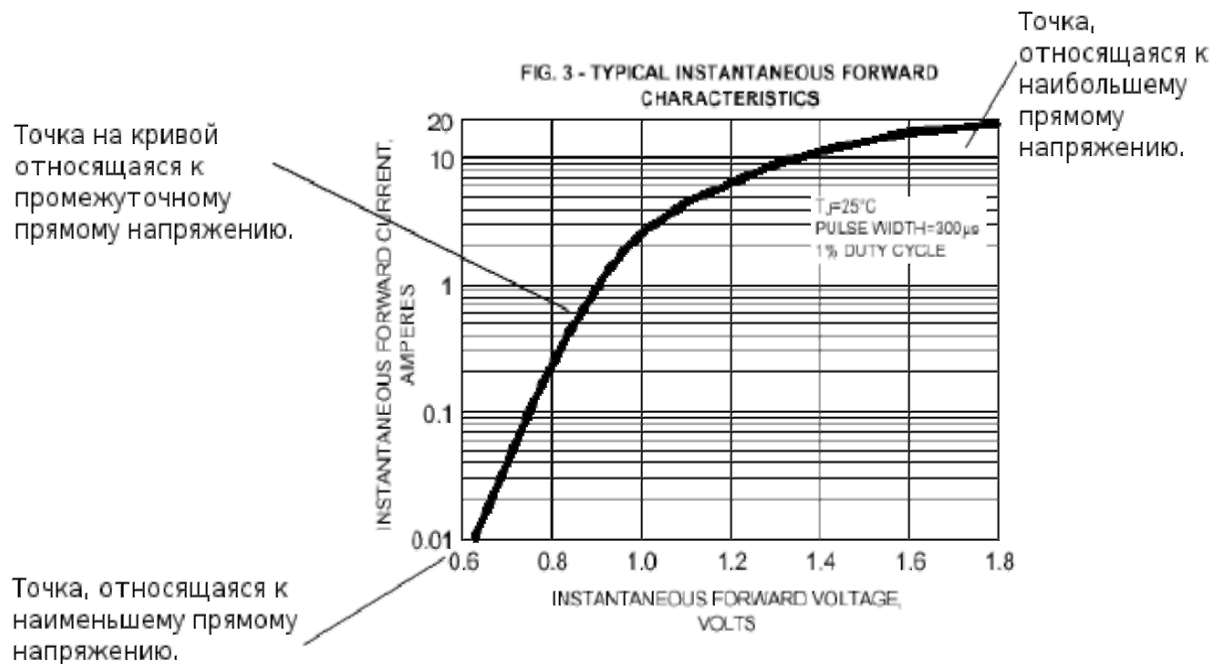


Рисунок 82

Найдите точку наименьшего прямого напряжения или начальную точку кривой. Используйте координаты этой точки для ввода значений:

Lowest forward current (IF1) (Наименьшей прямой ток)

Lowest forward voltage (VF1) (Наименьшее прямое напряжение)

Найдите точку наибольшего прямого напряжения или конечную точку кривой. Используйте координаты этой точки для ввода значений для:

Highest forward current (IFM) (Наибольшее прямой ток)

Highest forward voltage (VFM) (Наибольшее прямое напряжение)

Используйте линейку, чтобы найти вторую промежуточную точку на кривой, которая, наилучшим образом идентифицирует точку перехода кривой.

Примечание: Указания по выбору промежуточной точки различаются от одного справочника к другому. Если график построен в логарифмическом формате, что обычно имеет место, неплохо поискать эту точку, расположив линейку вдоль начала кривой в области маленьких напряжений, где она будет выглядеть подобно прямой. Там, где кривая начинает отклоняться от линейки, и будет та точка, которую можно использовать в качестве промежуточной точки. Если график представлен в линейном формате, приведите данные к логарифмическому виду и следуйте процедуре с линейкой.

Используйте координаты этой точки для ввода значений для:

Forward current (IF2)**Intermediate forward voltage (VF2)**

Точка, относящаяся к наименьшему обратному напряжению.

Выберите вторую точку на кривой в области малых напряжений для второй к наименьшему обратному напряжению.

Выберите третью точку на кривой в области малых напряжений для третьей к наименьшему, второй к наибольшему обратному напряжению.

Точка, относящаяся к наибольшему обратному напряжению.

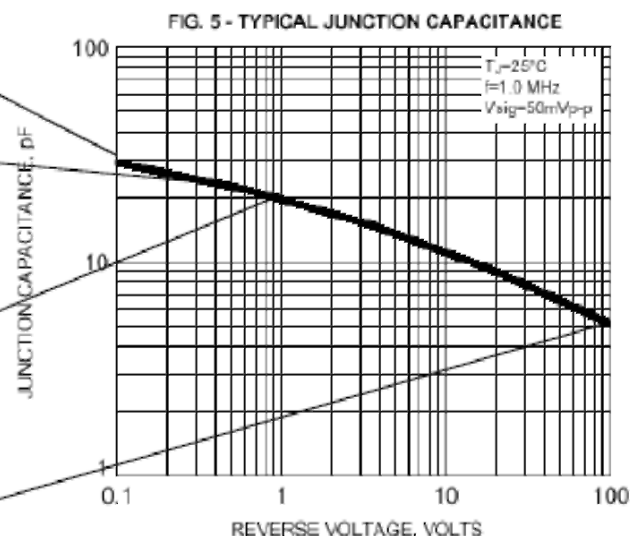


Рисунок 83

Ввод основных данных для динамических параметров модели

Ввод данных о **Capacitance** (емкость диода)

Чтобы ввести **Junction Capacitances** (емкости переходов) данные:

Щелкните по закладке Junction Capacitance Chart. В справочнике найдите диаграмму «Typical Junction Capacitance» (Вольтфарадная характеристика), например:

Точка, относящаяся к наименьшему обратному напряжению.

Выберите вторую точку на кривой в области малых напряжений для второй к наименьшему обратному напряжению.

Выберите третью точку на кривой в области малых напряжений для третьей к наименьшему, второй к наибольшему обратному напряжению.

Точка, относящаяся к наибольшему обратному напряжению.

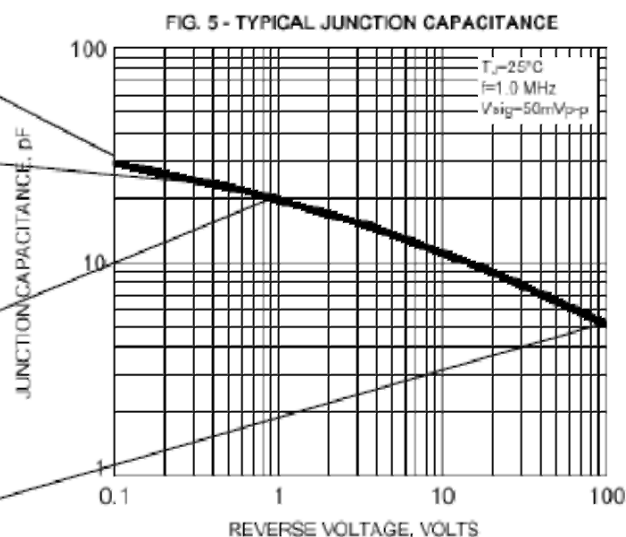


Рисунок 84

Найдите емкость перехода при нулевом обратном напряжении и введите ее в поле **Junction capacitance at zero reverse voltage (CJO)**. Если этой информации нет в справочнике, установите **Check if data not available**.

CJO

☐ Check if data not available

Junction capacitance at zero reverse voltage (CJO): 0 F

Рисунок 85

Найдите точку наименьшего обратного напряжения или начальную точку кривой. Используйте координаты этой точки для ввода значений для:

Junction capacitance (CJ1) (Барьерная емкость CJ1)

Lowest Reverse Voltage (Vr1) (Наименьшее обратное напряжение)

Найдите точку наибольшего обратного напряжения или конечную точку кривой и введите значения координат в поля **Junction capacitance (CJ4)** и **Highest Reverse Voltage (Vr4)**.

Выберите две дополнительные промежуточные точки на графике, больше чем наименьшее обратное напряжение, но в области малых значений обратного напряжения. Используйте значения координат второй точки для ввода:

Junction capacitance (CJ2)

Second to Lowest Reverse Voltage (Vr2)

Используйте значения координат третьей точки для ввода:

Junction Capacitance (CJ3)

Second to Highest Reverse Voltage (Vr3)

После нажатия экранной кнопки ОК будет сформирована модель компонента

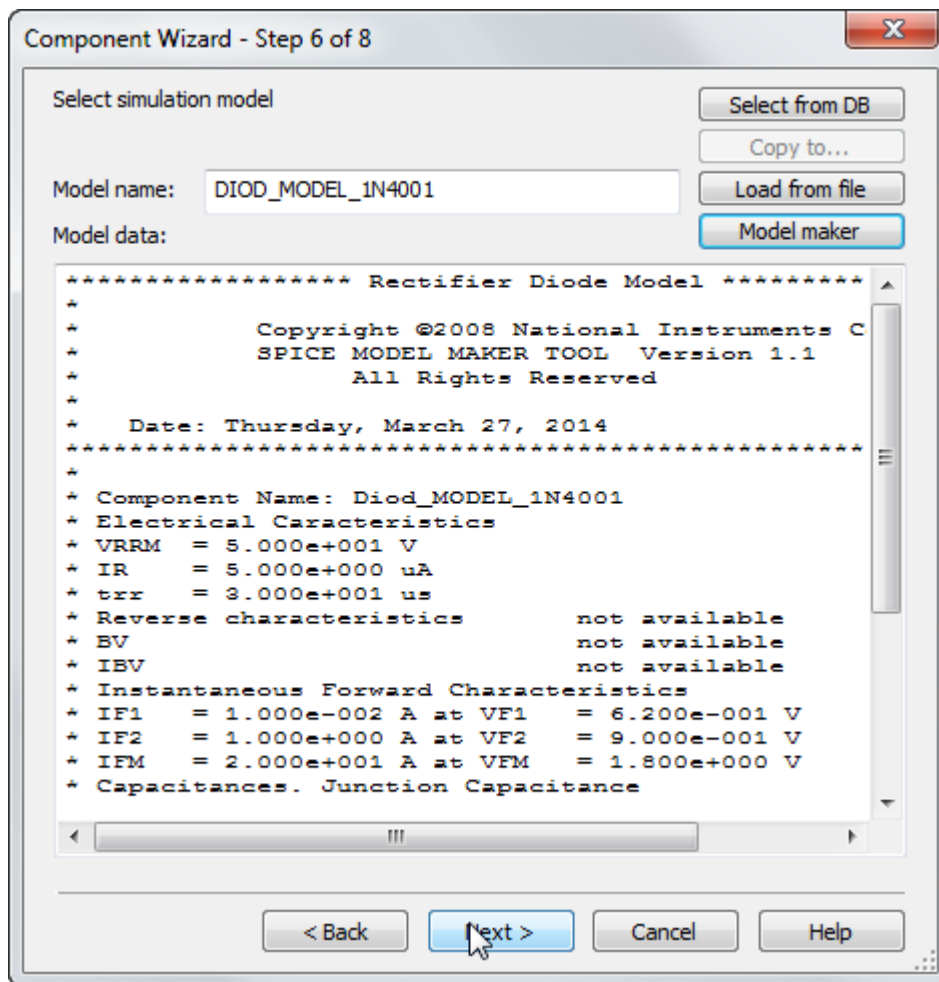


Рисунок 86

Дальнейшие действия аналогичны ранее показаны (шаг 7 и 8).

ОСЦИЛЛОГРАФ В ПРОГРАММЕ MULTISIM

В программе Multisim доступны три разных осциллографа — стандартный двухканальный осциллограф:

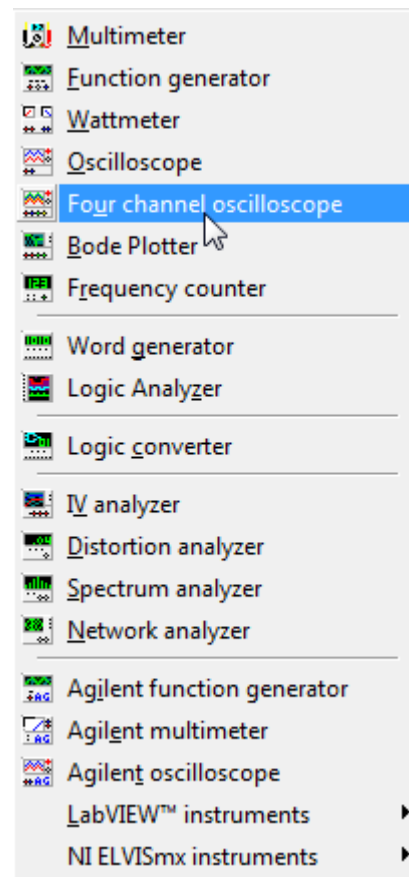
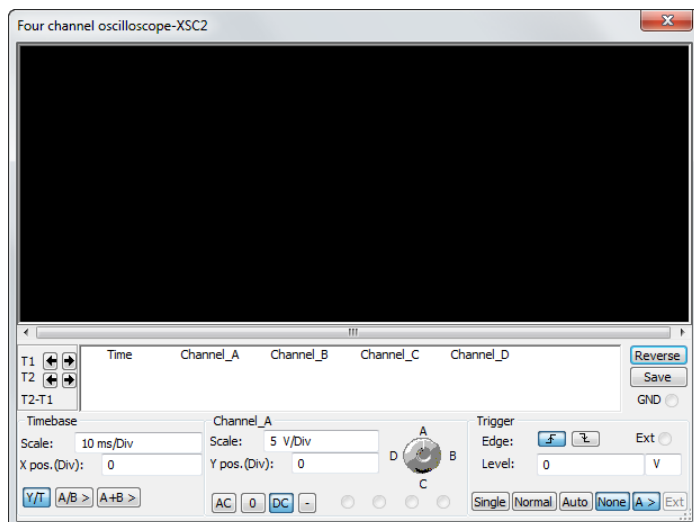
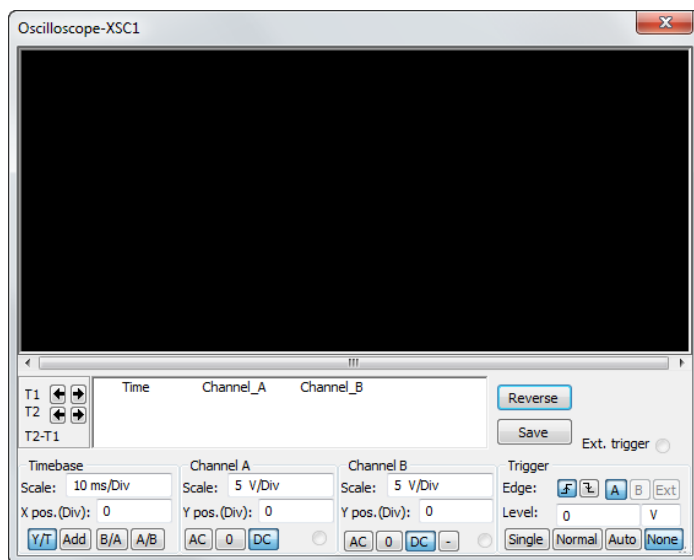




Рисунок 87

Двух- и четырёхканальные осциллографы работают практически одинаково и отличаются только количеством каналов. Осциллограф Agilent работает так же, как и обычный лабораторный осциллограф (и имеет такой же интерфейс). Это значит, что его использование несколько отличается от использования двух- и четырёхканальных осциллографов.

Настройки виртуальных осциллографов напоминают настройки обычного лабораторного. Их основные параметры — это: время, по горизонтальной оси, напряжение в вольтах, по вертикальной оси и синхронизация.

XSC1

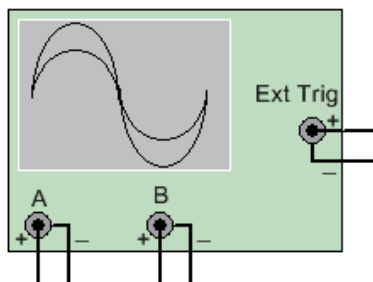


Рисунок 88

Рассмотрим входы осциллографа подробнее:

A, B, Ext Trig — это выходы осциллографа, к которым можно подключать другие компоненты. Вывод заземления позволяет подключать осциллограф к заземлению.

Однако стоит отметить, что наличие клеммы заземления позволяет снизить уровень шумов.

Контакт земли осциллографа в программе Multisim является полным аналогом контакта заземления стандартного осциллографа. Если не подключить этот контакт осциллограф все равно будет заземлен, и можно измерять напряжение относительно

земли. Это значит, что подключение контакта осциллографа не повлияет на работу схемы. Как и лабораторные осциллографы, осциллограф в программе Multisim заземляется автоматически.

Выводы А и В представляют собой сигнальные входы осциллографа. Они подключаются к схеме, и напряжения, которые они измеряют, отображаются на экране осциллографа. Лабораторные осциллографы используют входные делители напряжения с коэффициентом деления 10:1 с измерительными тунами и клеммами заземления. Осциллограф Multisim не имеет измерительных щупов и клемм заземления. Для лабораторного осциллографа эти устройства необходимы, так как они снижают уровень шумов и позволяют отображать высокочастотные осциллограммы. Однако щупы и клеммы заземления не нужны в модели Multisim. Потому что модель дает возможность выполнить точные измерения без их помощи. Поэтому осциллограф Multisim имеет только один контакт А и один контакт В. Если подключить любой вход к узлу в схеме, то инструмент отобразит напряжение данного узла относительно земли. Процедура очень похожа на работу с лабораторным осциллографом, за исключением того, что нет измерительного щупа с коэффициентом деления 10:1 и не нужно подсоединять клемму заземления.

Вывод Ext Trig — это вход внешней синхронизации осциллографа, который моделирует аналогичный вход лабораторного осциллографа. Обычно осциллографы создают сигналы синхронизации с помощью сигналов, измеряемых на каналах А или В. При работе с сигналами высокого уровня можно без проблем использовать канал А или В в качестве запускающего; но при измерении небольших сигналов могут возникнуть сложности с созданием сигнала синхронизации, и в результате осциллограммы будут беспорядочно перемешаться, но экрану. Чтобы избежать этого, воспользуемся каналом внешней синхронизации (Ext Trig). Даже если напряжение на входах А и В незначительно, сигнал на входе синхронизации будет достаточно высоким. Сигнал синхронизации должен быть синхронизирован с напряжениями на входах А и В, но иметь намного более высокое значение, чтобы легко осуществлять синхронизацию.

Настройка осциллографа

Временной масштаб: отметим, что если нажата кнопка Y/T, то это значит, что горизонтальная ось представляет собой ось времени и все диаграммы являются временными.

Сигнал канала А и/или В откладывается, по оси у. Напряжение канала А отображается по вертикальной оси (или оси у). При использовании масштаба 5V/Div

каждое деление на вертикальной оси содержит 5 В. Так как сигнал имеет амплитуду 1 В, он занимает только 1/5 часть квадрата по вертикали.

Чтобы осциллограмма выглядела более крупной, нужно изменить масштаб напряжения для канала А. Если необходимо, чтобы осциллограмма занимала один квадрат как в положительном, так и в отрицательном направлении, то следует настроить данный параметр на 1 В/дел. Для этого щелкнем по полю Scale. В нем появится курсор, кроме того, рядом с полем появятся стрелки:

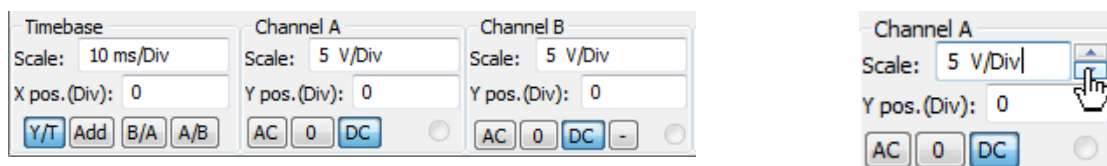


Рисунок 89

Можно щелкать, как по стрелкам, так и можно пользоваться клавиатурными клавишами со стрелками. Поле Y Position (Смещение по оси y) является аналогом регулятора стандартного осциллографа; оно позволяет перемещать осциллограмму по экрану. Например, при изменении значения на 1 пулевая линия осциллограммы переместится на одно деление вверх.

Регулятор положения и опция Y Position в программе Multisim дают возможность перемещать осциллограммы. При работе с одной кривой опция Y Position обычно равна нулю. Если используют каналы А и В, можно разделить кривые и применить опцию Y Position, чтобы расположить их на экране нужным образом.

Кнопки AC, 0 и DC используются для настройки каналов осциллографа. Они являются аналогами кнопок AC, 0, DC обычного осциллографа. При настройке значения для канала на ноль (или при подключении заземления на обычном осциллографе) входной сигнал канала тоже будет равен нулю, даже если этот канал подключен к узлу и измеряет напряжение. В результате канал осциллографа будет постоянно показывать напряжение 0 В.

Параметр DC отобразит осциллограмму полностью. Если измеряется напряжение, которое имеет переменную и постоянную составляющие, осциллограф отобразит как переменную составляющую, так и смещение.

Выбор режима AC равносителен введению емкостного фильтра в пень сигнала, при этом отображается ТОЛЬКО переменная составляющая колебания. Если измеряется напряжение постоянного тока, осциллограф покажет нулевое значение. Если измеряется напряжение, которое содержит постоянную и переменную составляющие, то будет показана только переменная составляющая.

При работе с лабораторным осциллографом настройка синхронизации — это одна из самых сложных задач. Если осциллограф использует катодную трубку, кривая рисуется на экране с помощью электронного луча. При воздействии электронного луча на экран люминофорное покрытие начинает светиться, в результате чего осциллограмма становится видна пользователю. Можно провести аналогию между электронным лучом и пером, которое рисует кривую на экране. Луч начинает движение слева и перемещается вправо. Опция Timebase информирует осциллограф о том, как быстро должна перемещаться кривая. Сигнал на входе А (Channel A) определяет, насколько должен луч двигаться вверх и вниз по вертикали. Сигнал синхронизации информирует о том, когда следует начать движение.

Когда на экране осциллографа рисуется линия, происходит следующее. Луч располагается в левой части экрана и не перемещается, пока осциллограф не получит сигнала синхронизации. После получения сигнала луч начинает движение вправо и рисует на экране видимую линию. Достигнув правой части экрана, луч автоматически перемещается в его левую часть. Затем он останавливается и больше не двигается, пока не получит новый сигнал синхронизации.

Таким образом, сигнал синхронизации сообщает осциллографу о начале рисования кривой. Если осциллограф не получает сигнала синхронизации, то луч не будет перемещаться, и осциллограмма не будет нарисована на экране, в результате экран осциллографа останется пустым. Если сигнал синхронизации приходит в случайные моменты времени, которые не синхронизированы с измеряемым сигналом, осциллограмма будет произвольно перемещаться по экрану. Если сигнал синхронизации настроен правильно, осциллограмма будет правильно показана на экране прибора.

Осциллограф Multisim имеет три режима синхронизации. — Normal (Обычный). Single (Однократный) и Auto (Автоматический).

Режим **Normal**. Как правило самый распространенный режим, этот режим, при котором луч ожидает сигнала синхронизации, находясь в левой части экрана. Этот сигнал создается напряжением указанного источника (Channel A, Channel B или External Trigger) и пересекает уровень запуска. После этого луч перемещается вправо и рисует кривую. Когда он достигает правой части экрана, то возвращается в левую часть и ожидает следующего сигнала синхронизации. В этом режиме осциллограмма на экране неподвижна.

Режим **Single**. Данный режим работает аналогично режиму Normal, за исключением того, что на экране формируется ТОЛЬКО одна кривая. При активации опции Single осциллограф переходит в режим ожидания сигнала синхронизации. После

получения сигнала синхронизации рисуется кривая, а йотом луч отключается. Другие кривые не создаются до тех пор, пока пользователь повторно не активирует режим ожидания запуска, а система не получит сигнал запуска. Обычно этот режим используется при работе с одиночными осциллограммами (например с кривыми импульсов, которые не повторяются).

Режим Auto. В этом режиме сигнал синхронизации создается автоматически, а не путем сравнения заданного значения и уровня триггера. Во многих осциллографах для создания сигнала синхронизации используется напряжение частотой 50 Гц от источника питания. Момент запуска не синхронизируется с измеряемым сигналом, в результате осциллограмма будет перемещаться по экрану. Получаемая в этом режиме осциллограмма никак не связана с моментом запуска. Это значит, что начальная точка кривой является произвольной и постоянно изменяется.

Режим автоматической синхронизации используется в двух случаях. Первый случай — это измерение напряжения постоянного тока. Такое напряжение не изменяется, поэтому измеряемый сигнал не может пересечь уровень запуска, и в режиме обычного или однократного запуска сигнал синхронизации создан не будет. Единственный способ решения проблемы заключается в том, чтобы переключиться в режим автоматического запуска.

Второй случай — это ситуация, в которой осциллограф не может создать сигнал запуска в обычном или одиночном режиме. Здесь следует переключить осциллограф в режим автоматического запуска. В результате осциллограмма появится на экране, после чего станет ясно, как следует изменить уровень синхронизации, чтобы отобразить осциллограмму в обычном режиме.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СО СХЕМОЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЧХ КОНТУРА В ПРОГРАММЕ MULTISIM

Особенности схемы состоят в том, что прямое подключение диода к колебательному контуру, при управлении от источника V_{var} невозможно. Малое внутреннее сопротивление источника управления резко снизит добротность контура. Поэтому в схему введены два элемента – разделительный конденсатор $C2$ и индуктивность дросселя $L2$. Сопротивление дросселя на высокой частоте устраняет влияние малого сопротивления источника питания на добротность контура.

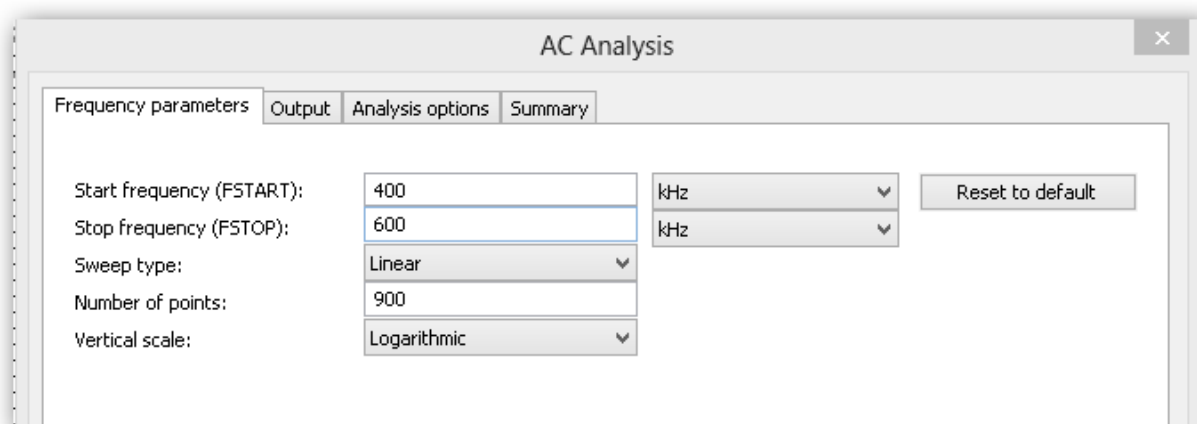


Рисунок 90

При проведении частотного анализа диалоговое окно пределов анализа определяет основные параметры анализа

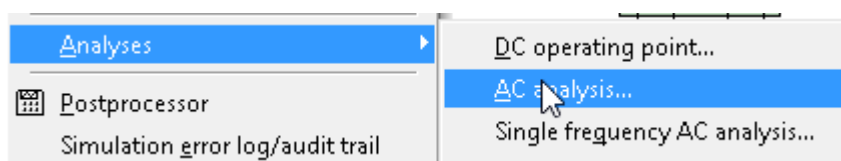


Рисунок 91

Пределы анализа устанавливаются после открытия диалогового окна пределов анализа:

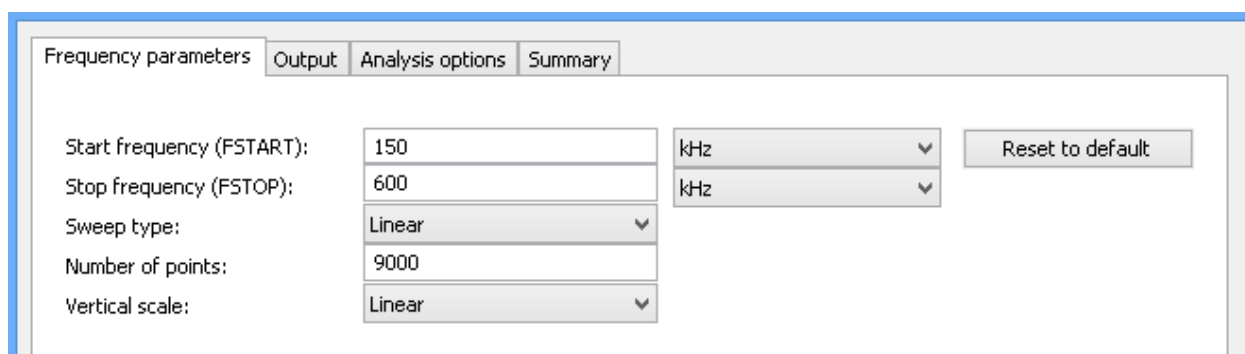


Рисунок 92

и назначения переменных визуализации:

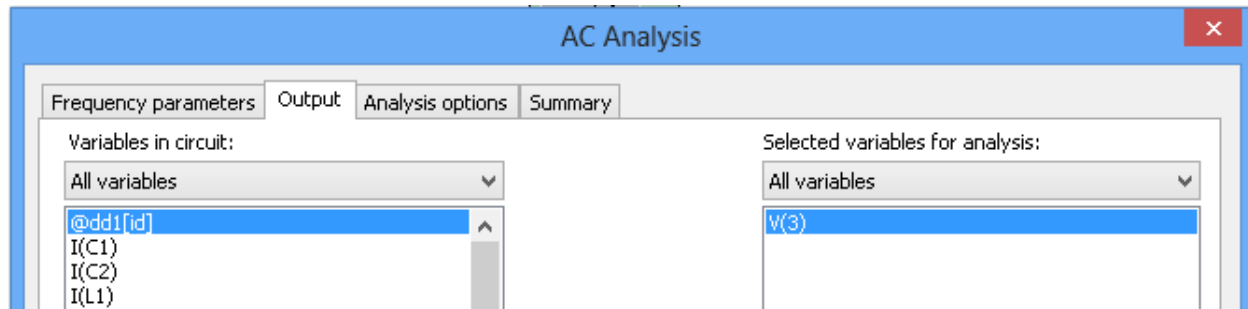


Рисунок 93

Пределы анализа должны быть выбраны так, чтобы резонансная частота контура лежала бы в пределах от FSTART до FSTOP. Вид полученного решения показан ниже на рисунке:

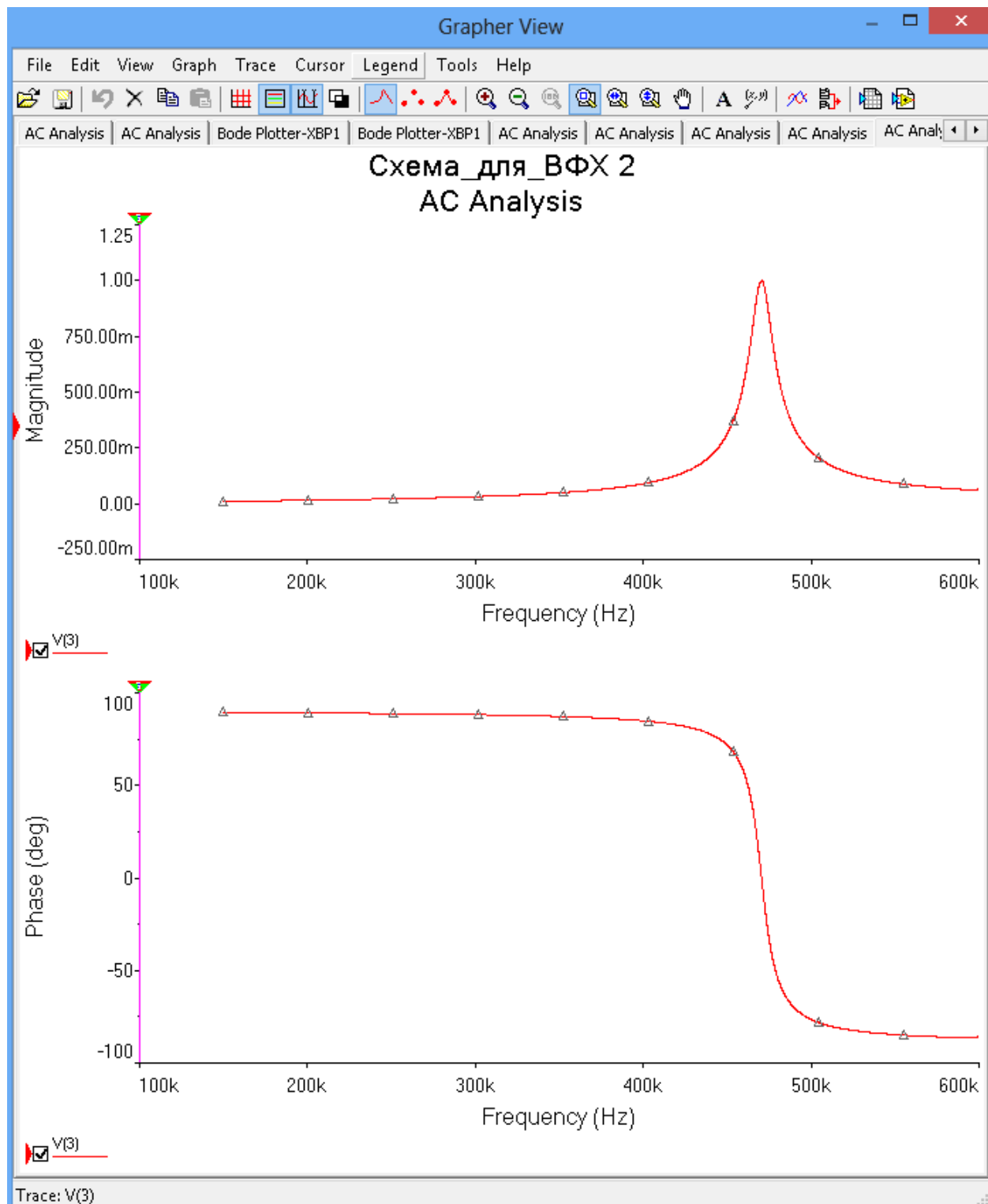


Рисунок 94

Задавая значение напряжения источника управления V_{var} можно получить зависимость резонансной частоты от значения напряжения. Иногда выгодно включить многовариантный режим анализа, используя возможности режима Parameter Sweep...(доступ к режиму возможен либо через меню АС анализа, или за счет нажатия экранной кнопки Stepping:

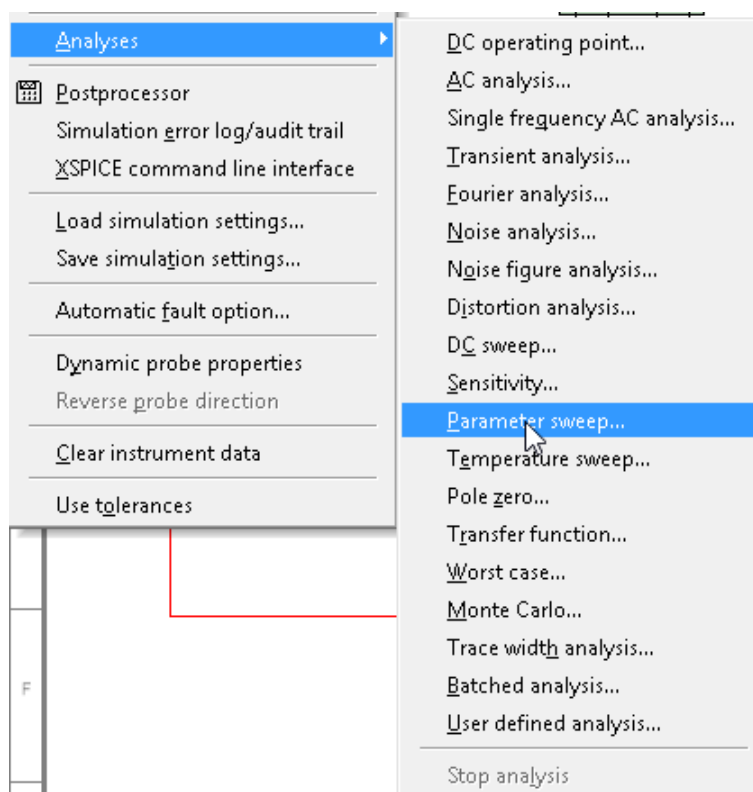


Рисунок 95

В диалоге этого режима задается вид анализа, варьируемые параметры. Здесь же можно отредактировать и параметры основного (в нашем случае – частотного анализа).

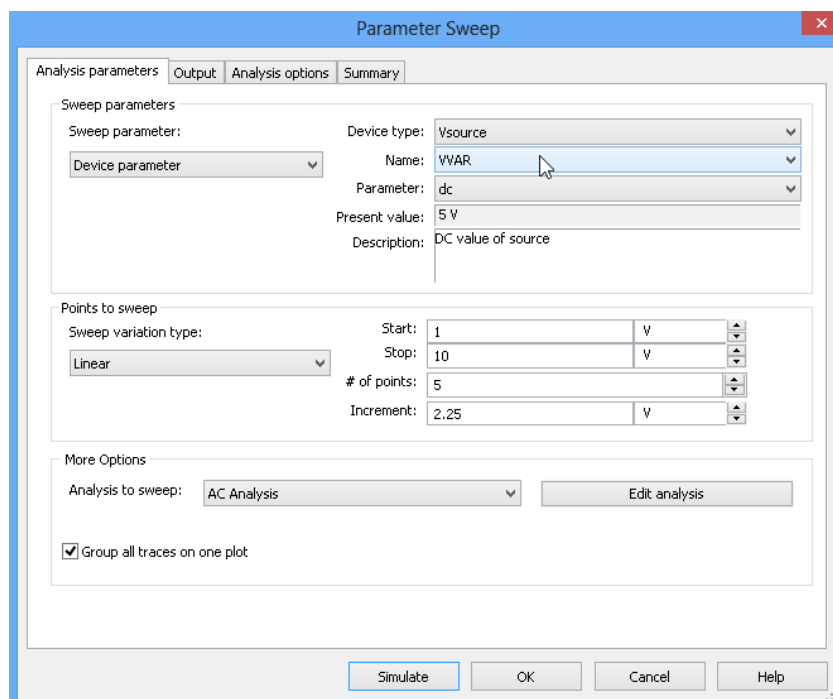


Рисунок 96

Результат виден как некоторое семейство резонансных кривых:

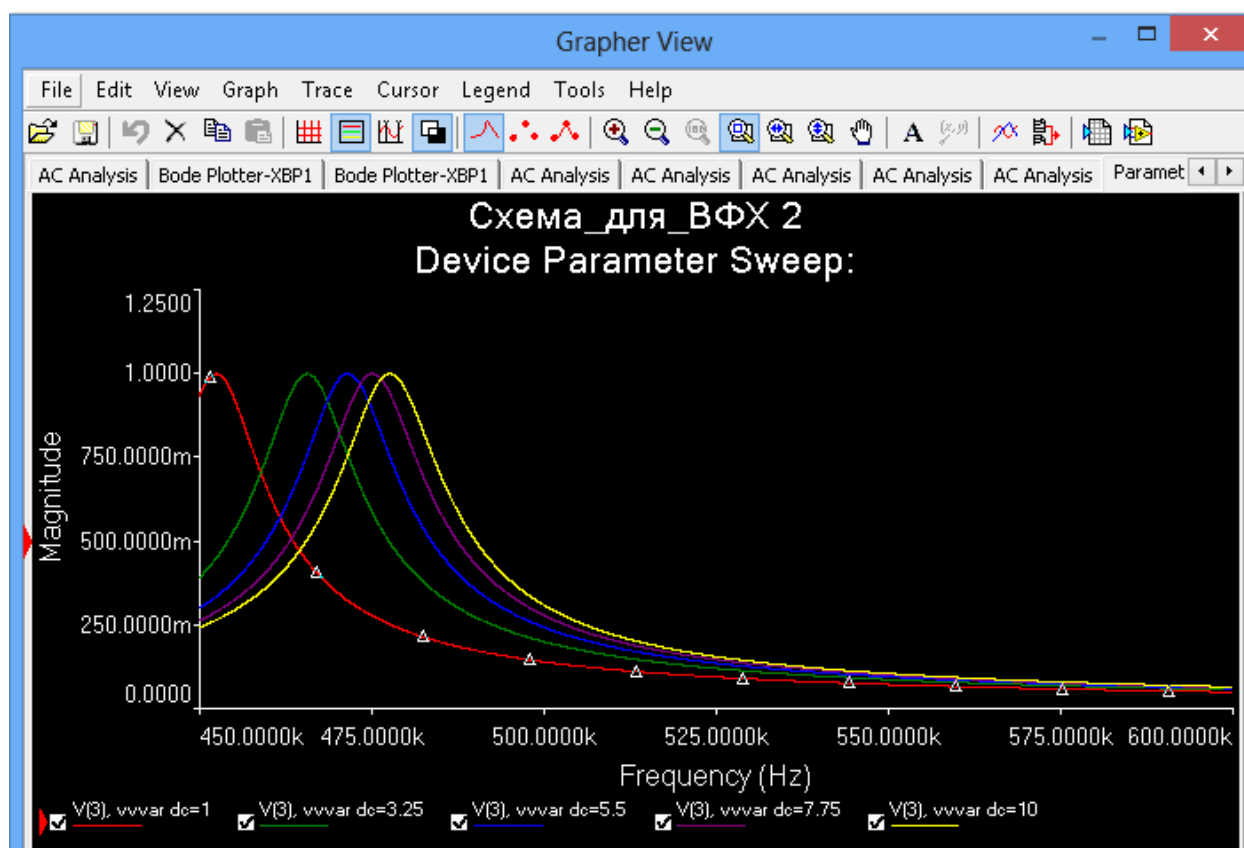


Рисунок 97

В режиме работы с курсорами в нижней части окна видны обозначения кривых (их цвет) и, рядом, значения напряжения V_{var} . Установив курсор в максимум резонансной кривой, можно получить значение резонансной частоты. Имея значения резонансной частоты и значения напряжения смещения можно рассчитать вольтфарадную характеристику.

ЛИТЕРАТУРА. ОСНОВНАЯ.

1. Загидуллин Р.Ш. Лабораторный практикум по курсам «Дополнительные главы Информатики», «Основы Электроники». Часть 1. 1 Введение в работу с программой MathCAD. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012. – 73 с. ил
2. Марченко А. Л. Основы электроники. Учебное пособие для вузов/А. Л. Марченко. — М.: ДМК Пресс. 2008. — 296 с. ил. Табл. 25. Ил. 252. Библиогр. 26 назв. ISBN 978-5-94074-432-0
1. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10. - Смоленск, Смоленский филиал НИУ МЭИ, 2012. -617 с, ил.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. В 2-х томах. Пер. с англ.-М.: Мир, 1983. - т. 1. 598 с: ил.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. В 2-х томах. Пер. с англ.-М.: Мир, 1983. -т.2. 590 с: ил.
4. Гурский Д. А. Турбина Е. С. Вычисления в Mathcad 12. — СПб.: Питер. 2006. — 544 с.: ил. ISBN 5-469-00639-6
5. Хернитер Марк К. Multisim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. (Пер. с англ.) / Пер. с англ. Осипов А.И. - М.; Издательский дом ДМК-пресс, 2006. 488 с: ил..

ЛИТЕРАТУРА. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

6. Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD и PSpICE для схемотехнического моделирования на ПЭВМ, В 4 выпусках. - М.: Радио и связь, 1992год.
7. MATHCAD 6.0 PLUS Финансовые, инженерные и научные расчеты в среде Windows-95. Перевод с англ. - М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1996. -712 с.