****МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ДГТУ)

Факультет «Автоматизация, мехатроника и управление»

Кафедра «Приборостроение и биомедицинская инженерия»

Методические указания к выполнению

лабораторного практикума в среде Multisim

по дисциплине: «Схемотехника медицинской техники»

Составитель: проф. каф. «ПиБИ», д.т.н. Лимаренко Н.В.

Ростов-на-Дону

2023 год

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение 3](#_Toc153359092)

[1. Горячие клавиши среды Multisim 4](#_Toc153359093)

[2. Обзор компонентов среды Multisim 5](#_Toc153359094)

[3. Виртуальные приборы среды Multisim 8](#_Toc153359095)

[Мультиметр 8](#_Toc153359096)

[Генератор сигналов 8](#_Toc153359097)

[Осциллограф 9](#_Toc153359098)

[Построитель частотных характеристик (Боде Плоттер) 10](#_Toc153359099)

[Спектральный анализатор 10](#_Toc153359100)

[Ваттметр 11](#_Toc153359101)

[Токовый пробник 11](#_Toc153359102)

[Измерительный пробник 11](#_Toc153359103)

[4. Модуль анализа 12](#_Toc153359104)

[Вызов функции 14](#_Toc153359105)

[Создание графика 15](#_Toc153359106)

[5. Общие правила и закономерности моделирования в среде Multisim 17](#_Toc153359107)

[Заключение 22](#_Toc153359108)

# Введение

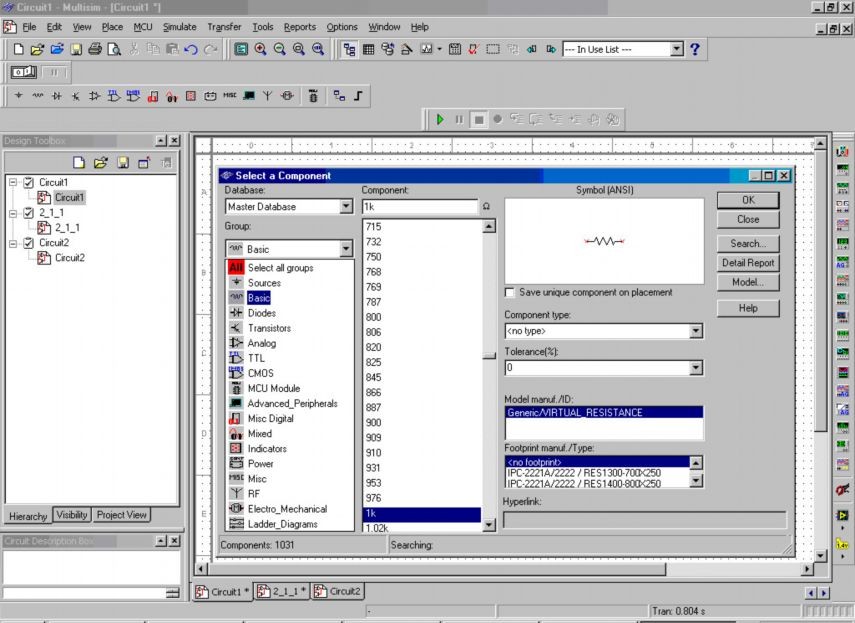
Multisim – это единственный в мире интерактивный эмулятор схем, он позволяет вам создавать лучшие продукты за минимальное время. Multisim включает в себя версию Multicap, что делает его идеальным средством для программного описания и немедленного последующего тестирования схем. Multisim также поддерживает взаимодействие с LabVIEW и SignalExpress производства National Instruments для тесной интеграции средств разработки и тестирования.

Прежде чем приступать к выполнению лабораторного практикума в среде Multisim необходимо изучить основы интерфейса среды, описанные в данных методических указаниях. Для выполнения лабораторного практикума по дисциплине: «Схемотехника медицинской техники» подойдёт любая версия среды Multisim старше 7 модификации. Дистрибутив пакета можно получить из любых открытых источников или в случае затруднения обратиться к преподавателю. Установка пакета осуществляется стандартным образом и в данных методических указаниях не рассматривается.

# 1. Горячие клавиши среды Multisim

|  |  |
| --- | --- |
| Ctrl+N | Создать новый файл |
| Ctrl+O | Открыть файл |
| Ctrl+S | Сохранить текущий файл |
| Ctrl+P | Печать графиков / текущий файл |
| Ctrl+Z | Отмена действия |
| Ctrl+X | Вырезать |
| Ctrl+C | Копировать |
| Ctrl+V | Вставить |
| Ctrl+D | Открывает Circuit Description Box |
| Ctrl+F | Поиск |
| Delete | Удалить выделенную группу |
| Ctrl+W | Выбор устройств |
| Ctrl+J | Вставка узла |
| Ctrl+Q | Добавление провода |
| Ctrl+I | Вставка коннектора |
| Ctrl+B | Вставка подсхемы |
| Ctrl+T | Вставка текста |
| F5 | Запуск схемы |
| F6 | Пауза |
| Alt+Y | Зеркальное отображение по вертикали |
| Alt+X | Зеркальное отображение по горизонтали |
| Ctrl+R | Поворот на 90 вправо |
| Ctrl+Shift  +R | Поворот на 90 влево |
| Клавиши курсора | Перемещает выделенное устройство влево, вправо, вверх, вниз |

# 2. Обзор компонентов среды Multisim



В Multisim есть базы данных трех уровней:

-Из Главной базы данных (Master Database) можно только считывать информацию, в ней находятся все компоненты;

-Пользовательская база данных (User Database) соответствует текущему пользователю компьютера. Она предназначена для хранения компонентов, которые нежелательно предоставлять в общий доступ;

- Корпоративная база данных (Corporate Database). Предназначена для тех компонентов, которые должны быть доступны другим пользователям по сети.

Средства управления базами данных позволяют перемещать компоненты, объединять две базы в одну и редактировать их. Все базы данных разделяются на группы, а они, в свою очередь., на семейства. Когда пользователь выбирает компонент и помещает его в схему, создается новая копия, Все изменения с ней никак не затрагивают информацию, хранящуюся в базе данных.

База данных Master Database разделена на группы:

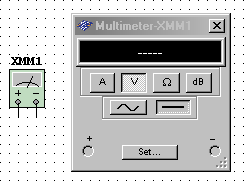
1. Sources. Cодержит все источники напряжения и тока, заземления. Например, power sources (источники постоянного, переменного напряжения, заземление, беспроводные соединения - VCC, VDD, VSS, VEE), signal voltage sources (источники прямоугольных импульсов, источник сигнала через определенные промежутки времени), signal current sourses (постоянные, переменные источники тока, источники прямоугольных импульсов)
2. Basic. Содержит основные элементы схемотехники: резисторы, индуктивные элементы, емкостные элементы, ключи, трансформаторы, реле, коннекторы и т.д.
3. Diodes. Содержит различные виды диодов: фотодиоды, диоды Шоттки, светодиоды и т.д.
4. Transistors. Содержит различные виды транзисторов: pnp-,npn- транзисторы,биполярные транзисоры, МОП-транзисторы, КМОП- транзисторы и т.д.
5. Analog. Содержит все виды усилителей: операционные, дифференциальные, инвертирующие и т.д.
6. TTL. Содержит элементы транзисторно-транзисторной логики
7. CMOS. Содержит элементы КМОП-логики.
8. MCU Module – управляющий модуль многопунктовой связи (от англ. multipoint control unit)
9. Advanced\_Peripherals. Содержит подключаемые внешние устройства ( дисплеи, терминалы, клавишные поля).
10. Misc Digital. Содержит различные цифровые устройства.
11. Mixed. Содержит комбинированные компоненты
12. Indicators. Содержит измерительные приборы( вольтметры, амперметры), лампы и т.д.

# 3. Виртуальные приборы среды Multisim

Все приборы расположены на панели инструментов. Рассмотрим основные.

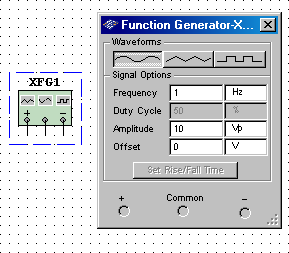
## Мультиметр

Мультиметр предназначен для измерения переменного или постоянного тока или напряжения, сопротивления или затухания между двумя узлами схемы. Диапазон измерений мультиметра подбирается автоматически. Его внутреннее сопротивление и ток близки к идеальным значениям, но их можно изменить.



## Генератор сигналов

Генератор сигналов (function generator) – это источник напряжения, который может генерировать синусоидальные, пилообразные и прямоугольные импульсы. Можно изменить форму сигнала, его частоту, амплитуду, коэффициент заполнения и постоянный сдвиг. Диапазон генератора достаточен, чтобы воспроизвести сигналы с частотами от нескольких герц до аудио и радиочастотных.

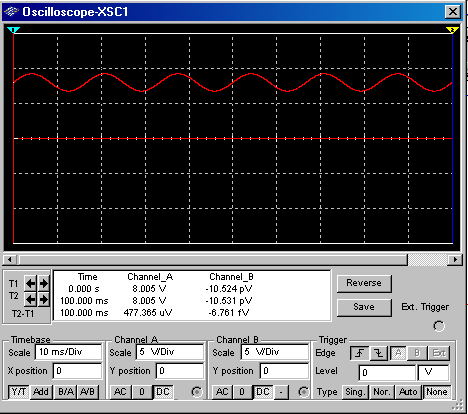
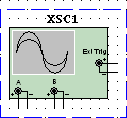


## Осциллограф

В Multisim есть несколько модификаций осциллографов, которыми можно управлять как настоящими. Они позволяют устанавливать параметры временной развертки и напряжения, выбирать тип и уровень запуска измерений. Данные осциллографов можно посмотреть после эмуляции с помощью самописца (Grapher) из меню Вид\Плоттер (View/Grapher).

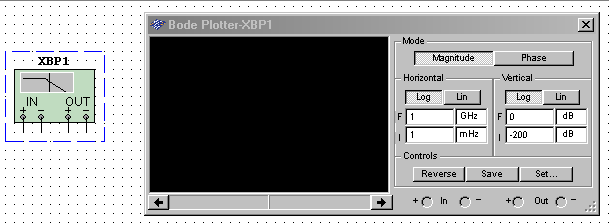
В Multisim есть следующие осциллографы:

* 2-х канальный
* 4-х канальный
* осциллограф смешанных сигналов Agilent 54622D
* 4-х канальный цифровой осциллограф с записью Tektronix TDS 2024



## Построитель частотных характеристик (Боде Плоттер)

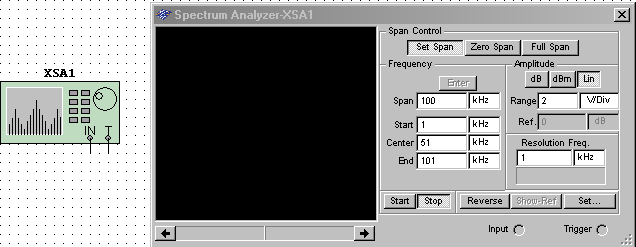
Отображает относительный фазовый или амплитудный отклик входного и выходного сигналов. Это особенно удобно при анализе свойств полосовых фильтров.



## Спектральный анализатор

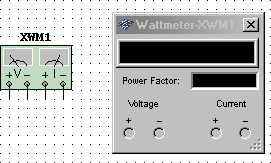
Спектральный анализатор (spectrum analyzer) служит для измерения амплитуды гармоники с заданной частотой. Также он может измерить мощность сигнала и частотных компонент, определить наличие гармоник в сигнале.

Результаты работы спектрального анализатора отображаются в частотной области, а не временной. Обычно сигнал- это функция времени, для её измерения используется осциллограф. Иногда ожидается синусоидальный сигнал, но он может содержать дополнительные гармоники, в результате, невозможно измерить уровень сигнала. Если же сигнал измеряется спектральным анализатором, получается частотный состав сигнала, то есть определяется амплитуда основной и дополнительных гармоник.



## Ваттметр

Прибор предназначен для измерения мощности и коэффициента мощности.

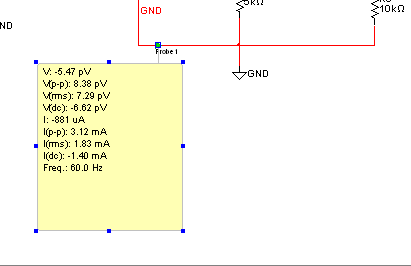


## Токовый пробник



## Измерительный пробник

Показывают постоянные и переменные напряжения и токи на участке цепи, а также частоту сигнала



# 4. Модуль анализа

В Multisim предусмотрено множество режимов анализа данных эмуляции, от простых до самых сложных, в том числе и вложенных.

Основные виды анализа:

1. DC – анализ цепи на постоянном токе.

Анализ цепей на постоянном токе осуществляется для резистивных схем. Это правило следует напрямую из теории электрических цепей; при анализе на постоянном токе конденсаторы заменяют разрывом, катушки индуктивности – коротким замыканием, нелинейные компоненты, такие как диоды и транзисторы, заменяют их сопротивлением постоянному току в рабочей точке. Анализ цепи на постоянном токе выявляет узловые потенциалы исследуемой схемы

1. AC – анализ цепи на переменном токе.

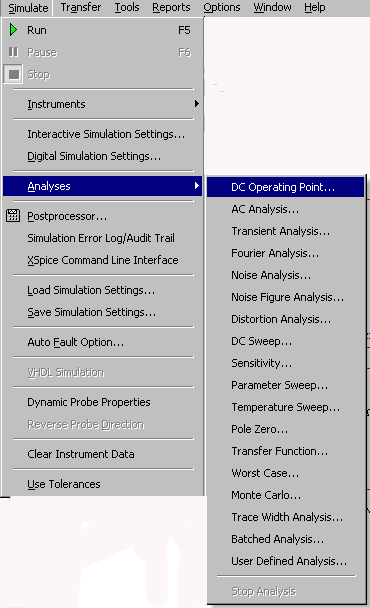
Анализ цепей на переменном токе заключается в построении частотных характеристик.

1. Transient – анализ переходных процессов

Анализ переходных процессов в цепях позволяет определить форму выходного сигнала, то есть построить график сигнала как функции времени.

Чтобы начать анализ, выберите пункт меню Simulate\ Analyses и выберите требуемый режим.

Список всех функций Multisim приведен на рисунке:



Кроме встроенных функций анализа есть возможность определить свою функцию с помощью команд SPICE.

При подготовке к анализу необходимо настроить его параметры, например, диапазон частот для анализатора переменного тока (AC analysis). Необходимо также выбрать выходные каналы (traces).

Плоттер (Grapher) – основной инструмент просмотра результатов эмуляции. Он открывается из меню View/Grapher и автоматически при работе эмуляции.

Множество настроек плоттера находятся в окне свойств. Например, можно изменять масштабы, диапазоны, заголовки, стили линий осей.



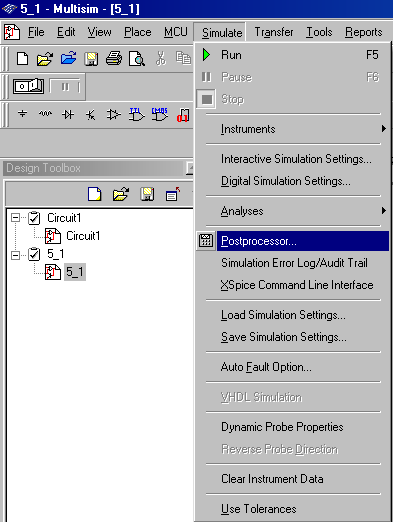
**Postprocessor и Grapher**

Postprocessor и Grapher — это программы пакета Multisim, которые позволяют отобразить результаты моделирования в графическом виде.

Данная функция позволяет строить необходимые графики после проведенного анализа. Для работы с функцией Postprocessor необходимо знать названия узлов. Только те параметры (входные и выходные переменные), которые указываются при выполнении любого вида анализа(AC Sweep, DC Sweep, Transient Analysis и т.д.) отображаются на графиках функции Postprocessor и Grapher.

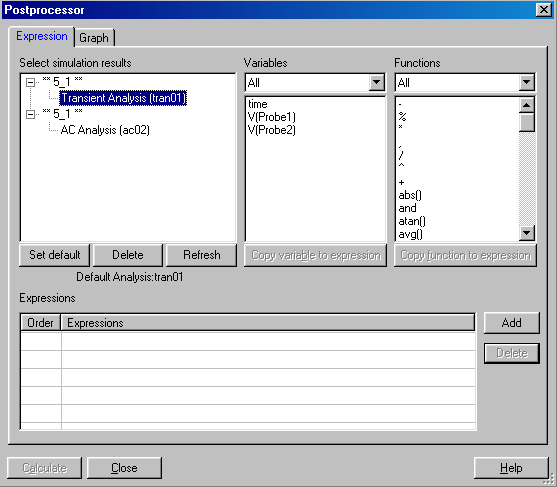
С помощью данной функции можно создать несколько графиков, изменять параметры графика, удалять объекты, производить логические и алгебраические операции над графиками(сложение, умножение, возведение в квадрат и т.д.).

## Вызов функции:



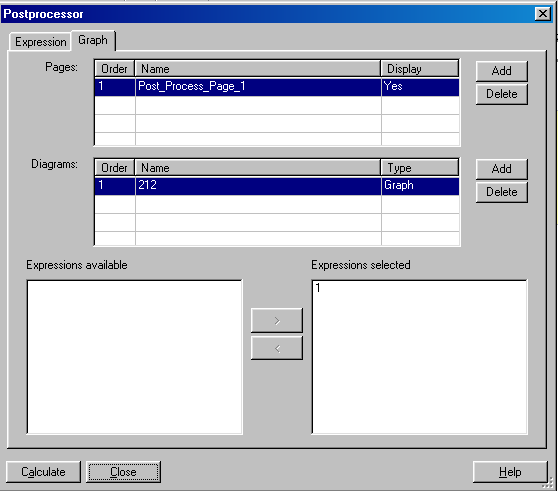
## Создание графика:

-внесение данных, необходимых для построения:



Select simulation results-добавление данных проведенного анализа. Variables-переменные, необходимые для построения графика.

Functions-алгебраические действия над графиками.



В окне Expressions available выбираем необходимые графики для построения.

# 5. Общие правила и закономерности моделирования в среде Multisim

При моделировании схем необходимо соблюдать следующие общие правила:

1. Любая схема должна обязательно содержать хотя бы один символ заземления.
2. Любые два конца проводника либо контакта устройства, встречающихся в точке, всегда считаются соединенными. При соединении трех концов (Т-соединение) необходимо использовать символ соединения (узел). Те же правила применяются при соединении четырех и более контактов.
3. В схемах должны присутствовать источники сигнала (тока или напряжения), обеспечивающие входной сигнал, и не менее одной контрольной точки (за исключением анализа схем постоянного тока).

Топология схем

1. В схеме не должны присутствовать контуры из катушек индуктивности и источников напряжения.
2. Источники тока не должны соединяться последовательно
3. Не должно присутствовать короткозамкнутых катушек
4. Источник напряжения должен соединяться с катушкой индуктивности и трансформатором через последовательно включенный резистор. К конденсатору, подключенному к источнику тока, обязательно должен быть параллельно присоединен резистор.

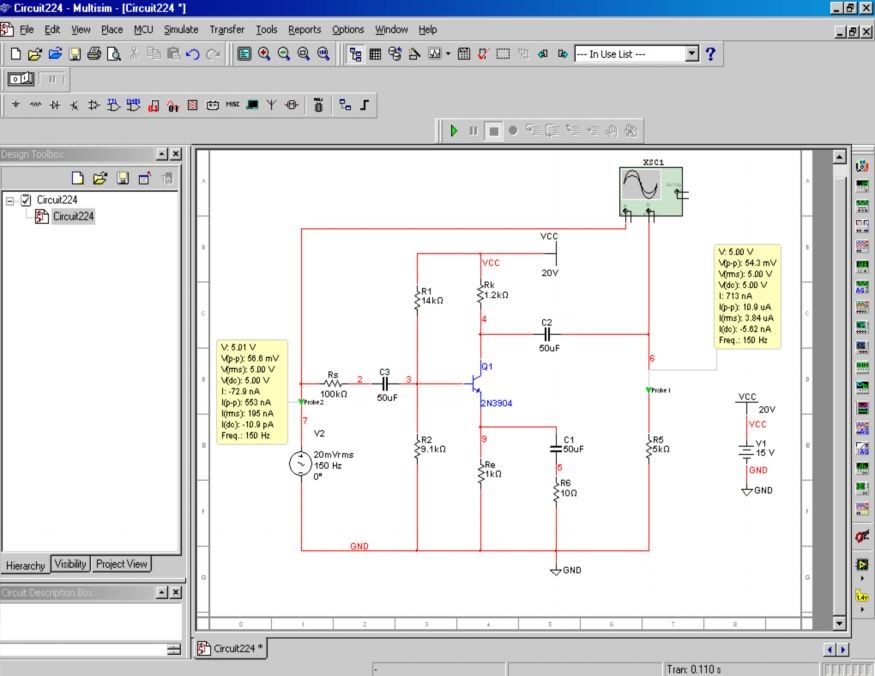
Пример моделирования схемы

Для примера рассмотрим усилительный каскад на биполярном транзисторе, включенным в схему с общим эмиттером. Построим графики зависимости выходного и входного напряжений от времени, передаточную характеристику, амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики.

1. Соберем исследуемую схему в среде Multisim Примечание:

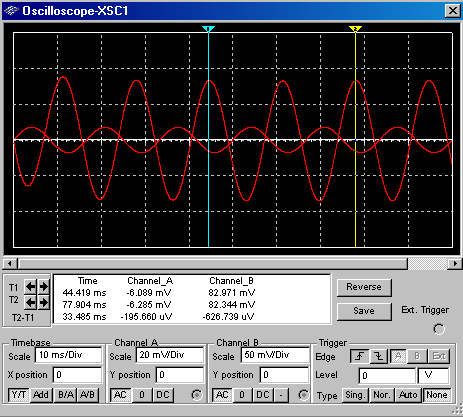
-двойное нажатие левой кнопкой мыши на элемент позволяет изменить его параметры

-для удобства при работе можно изменять цвет проводов (выделяем провод правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выбираем Change Color).



1. Запускаем схему, осциллограф автоматически строит графики зависимости входного и выходного напряжений от времени (для того, чтобы их посмотреть, достаточно нажать левой кнопкой мыши на осциллографе).

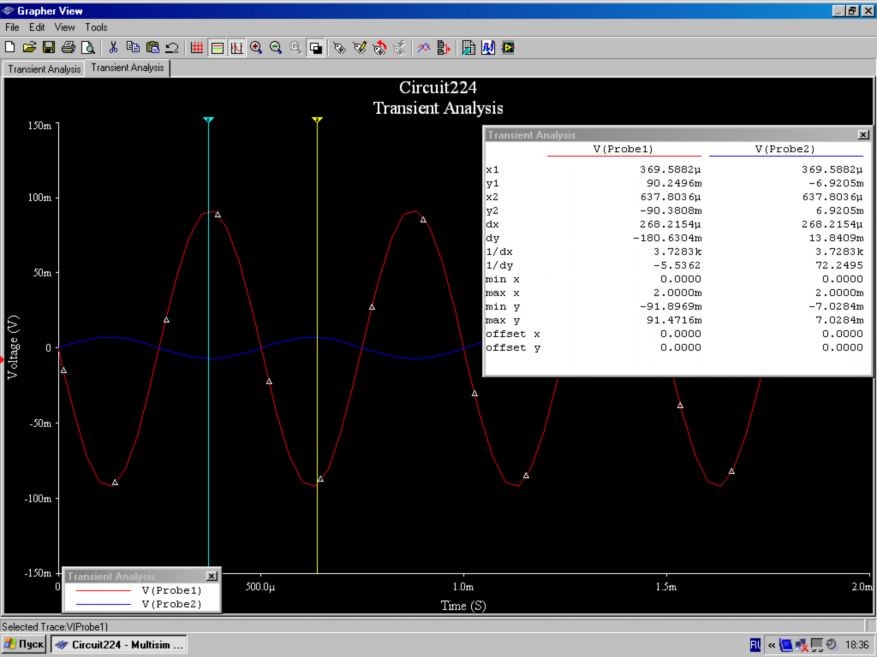
В активном окне Oscilloscope-XSC1 можно увеличивать и уменьшать масштаб, сдвигать графики по осям ординат и абсцисс, с помощью курсора смотреть параметры в каждой точке графика ( здесь- значение напряжения), с помощью кнопки Save можно сохранить данные осциллографа в виде таблице в текстовом файле.



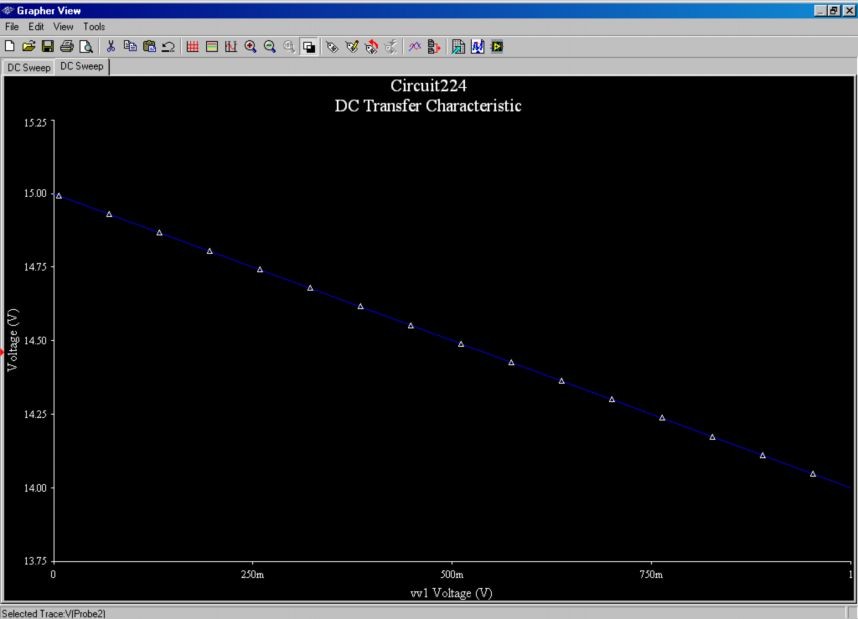
1. Построение аналогичных графиков с помощью Transient Analysis.

С помощью кнопки плоттера отображение курсоров и данных можно посмотреть значение напряжений в любой точке. При анализе графики для удобства отображаются разными цветами.

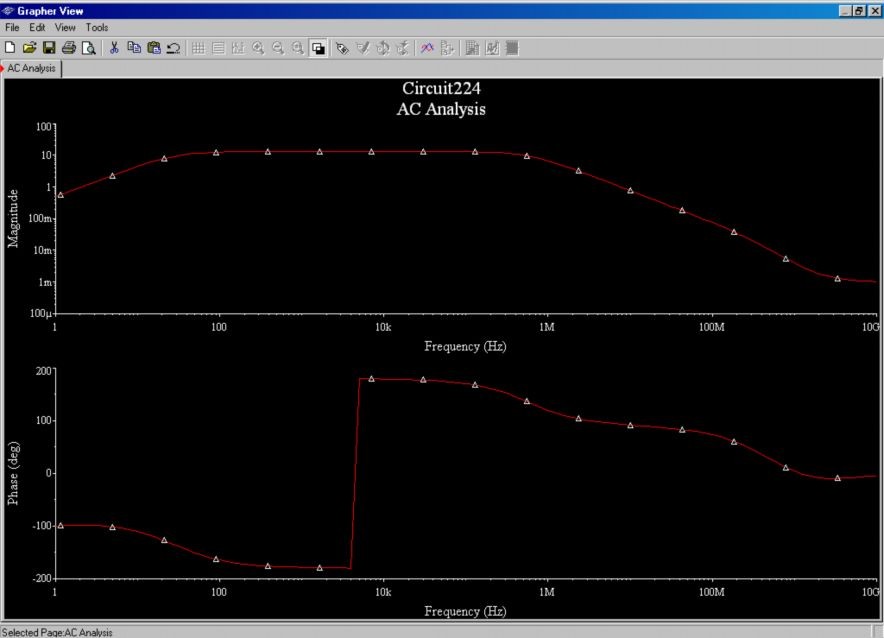
В окне Transient Analysis на вкладке Output выбираем необходимые для анализа величины, а на вкладке Analysis Parameters можно установить начальное и конечное время анализа (такие же действия производятся в любом виде анализа).



1. Построение передаточной характеристики (зависимость выходного напряжения от входного) с помощью DC-Sweep Analysis. Работа в плоттере (Grapher View) с графиком осуществляется аналогично.



1. Построение АЧХ и ФЧХ (с помощью AC-Analysis).



# Заключение

После изучения представленных методических рекомендаций необходимо перейти к непосредственному выполнению лабораторного практикума в среде Multisim.