

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Томский  
государственный университет систем управления и радиоэлектроники»  
(ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
«Управление инновациями»

\_\_\_\_\_ А.Ф. Уваров

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

по дисциплине

**«Компьютерные технологии в науке и производстве в области электронной техники»**

Составлены кафедрой «Управление инновациями»

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 222000.68 «Инноватика»

Магистерская программа «Управление инновациями в электронной технике»

Форма обучения – очная

**Составитель:**

Старший преподаватель

\_\_\_\_\_ Д.С. Медведев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

Томск 2012 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
План лабораторных работ .....	4
1. Лабораторный практикум в MathCAD. Развитие навыков работы со встроенными функциями и программирования.....	5
2. Лабораторный практикум в Multisim. Исследование схемы при различных видах входных воздействий, измерение временных и частотных характеристик на выходе цепи.....	7
3. Лабораторный практикум в Altium Designer. Усвоение навыков создания электронных компонентов .....	10
4. Разработка устройства или составного модуля по одной из предложенных тематик .....	12
ЛИТЕРАТУРА:.....	13

## **Введение**

Выполнение заданий из пособия позволит закрепить навыки работы с программными продуктами MathCAD, Multisim и Altium Designer изученными на практических занятиях.

Пособие включает 4 занятия, последовательно подводящих слушателя к созданию собственного проекта устройства или модуля.

Каждая лабораторная работа выполняется виртуально на персональном компьютере и сопровождается пошаговыми руководствами, выполненными в виде иллюстрированных текстовых документов или видео уроков.

## План лабораторных работ

<b>№ п/п</b>	<b>Тема занятия</b>	<b>Форма отчетности</b>	<b>Часы</b>
1	Лабораторный практикум в MathCAD. Построение графиков, исследование функций, решение уравнений и систем.	Файл с проектом .xmcd и отчет.	4
2	Лабораторный практикум в Multisim. Исследование схемы при различных видах входных воздействий, измерение временных и частотных характеристик на выходе цепи.	Файл с проектом .ms11 и отчет.	4
3	Лабораторный практикум в Altium Designer. Усвоение навыков создания электронных компонентов.	Проект в формате .PjPcb и отчет.	4
4	Разработка устройства или составного модуля по одной из предложенных тематик.	Текстовый отчет и набор файлов с проектом устройства или модуля.	6
<b>ИТОГО:</b>			18

## 1. Лабораторный практикум в MathCAD. Развитие навыков работы со встроенными функциями и программирования

Требования к выполнению задания:

1. При построении графиков задайте (изменить) следующие параметры для области построения:

- координатные оси;
- вывод сетки (изменив количество делений по осям);
- цвет и толщину линии графика;
- заголовок графика.

Попробуйте изменить тип линии (сплошная, пунктирная, штрихпунктирная, линия с маркерами).

Установите желаемый размер области построения.

2. В задании 3 корни уравнения  $f(x) = 0$  найдите с помощью функции  $\text{root}(f(x), x)$ . В задании 4 при нахождении нулей производной используйте функцию  $\text{root}$  в формате  $\text{root}(f(x), x, a, b)$ . Выбирайте промежутки изменения независимой переменной при построении графиков таким образом, чтобы четко видеть наличие нулей анализируемых функций.

3. Оформляя решение задания 5, задайте переменную диапазона  $x$  таким образом, чтобы при изменении значения абсциссы точки касания  $x_0$  промежуток, на котором строится график, автоматически изменялся так, чтобы он содержал заданное значение  $x_0$ . На графике точку касания пометьте маркером.

4. В задании 6 найдите координаты точек пересечения с помощью блока решения Given-Find.

5. В задании 9 выполните исследование функции по следующему плану:

5.1 Найдите область допустимых значений.

5.2 Установите наличие асимптот, вычислив соответствующие пределы (используйте для этого оператор символьных вычислений):

1) вертикальных  $x = a$ :  $\lim_{x \rightarrow \pm a} f(x)$

2) Наклонных (правых, левых)  $y = kx + b$ :

$$k_{1,2} = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{f(x)}{x}, b_{1,2} = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} (f(x) - k_{1,2}x)$$

5.3 Исследуйте существование точек экстремума, введя функцию первой производной и построив ее график на промежуточном «черновом» графике. Уточните значения с помощью функции root.

5.4 Проверьте наличие точек перегиба графика, введя функцию второй производной и построив ее график на предыдущем промежуточном графике. Уточните значения с помощью функции root. Промежуточный график также сохраните для комментариев к основному.

5.5 Отметьте на основном графике точки пересечения с осями, экстремума и перегиба, выделив их с помощью маркеров.

5.6 Постройте графики асимптот.

Пусть  $f(x) = x^3 - x^2 - 6x + 3$ . Выполните следующие задания:

1. Постройте таблицу значений функции  $y = f(x)$  для  $x$ , изменяющихся на промежутке  $[-1; 2]$  с шагом  $h=0,5$ .

2. Задавая  $x_0$  и  $x_k$ , постройте график функции  $y = f(x)$  на промежутке  $[x_0, x_k]$ .

3. Найдите все значения  $x$ , при которых  $f(x)=0$ .

4. Найдите точки экстремума функции  $y = f(x)$  и значения функции в этих точках.

5. Задавая значение переменной  $a$ , постройте касательную к графику функции  $y = f(x)$  в точке с абсциссой  $x_0 = a$ .

6. Найдите точки пересечения графика функции  $y = f(x)$  с линией, задаваемой уравнением  $(x - 1)^2 + y^2 = 4$ .

7. Найдите площадь фигуры, ограниченной линиями:

$$y = f(x) \text{ и } y = 2x + 2$$

8. Задавая параметр  $a$ , в полярной системе координат постройте линию, определяемую уравнением  $r = a \cdot \sin\left(\frac{5\varphi}{3}\right)$

9. Исследуйте функцию  $y = \frac{x^3 - 8}{2 \cdot x^2}$  и постройте ее график.

## 2. Лабораторный практикум в Multisim. Исследование схемы при различных видах входных воздействий, измерение временных и частотных характеристик на выходе цепи

Важным этапом при анализе схемы является просмотр результатов расчета схемы. Для этого в Multisim предусмотрено множество инструментов. Наиболее распространенным измерительными инструментами являются мультиметр, осциллограф, логический анализатор и анализатор спектра. Также для анализа схем используются такие устройства, как функциональный генератор, генератор слов (двоичных сигналов) и логический анализатор. Рассмотрим по порядку каждый из вышеупомянутых приборов.

Самый легкий для понимания измерительный прибор – это мультиметр (рис.1). Он измеряет три параметра: силу тока, напряжение и сопротивление.

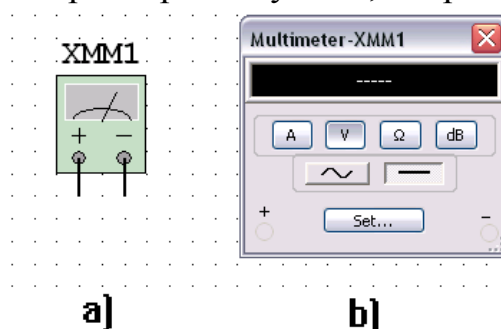


Рисунок 1 – Изображение виртуального мультиметра а) и окно настроек и просмотра б)

Чтобы добавить его в схему, требуется нажать на кнопку в правой верхней части рабочего окна на панели инструментов (рис. 2).

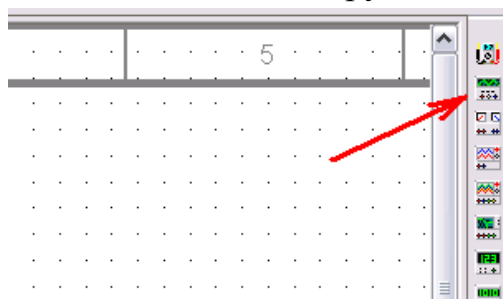





Рисунок 2 – Доступ к мультиметру

Из курса школьной физики известно, что для измерения силы тока (кнопка **A** в окне настроек) амперметр должен быть включен последовательно с элементами ветви. При измерении напряжения (кнопка **U**)

измерительные щупы подключаются параллельно участку цепи. То же самое касается сопротивления (кнопка  $\Omega$ ).

Когда в окне настроек нажата кнопка , это означает, что прибор настроен на измерение постоянного тока. Если при этом на прибор подается переменный сигнал, то на табло выводится среднее значение тока или напряжения (постоянная составляющая).

Если нажата кнопка , то измеряется эффективное значение напряжения или тока.

Кроме этого, есть возможность отображения значения измеряемого напряжения в децибелах (кнопка ). Отображаемое значение вычисляется по формуле:

$$V_{db} = 20 \cdot \lg \left( \frac{V_{out}}{V_{in}} \right), \text{ где}$$

$V_{out}$  - измеряемое значение,

$V_{in}$  - относительное напряжение, по умолчанию заданное равным 775 мВ.

Например, если мы измерили напряжение и получили результат 120 В, то в децибелах получим  $V_{db} = 20 \cdot \lg \left( \frac{120}{0,775} \right) = 43,8 \text{ дБ}$ .

Следующим прибором, который мы рассмотрим, будет осциллограф (рис. 3 рисунок).

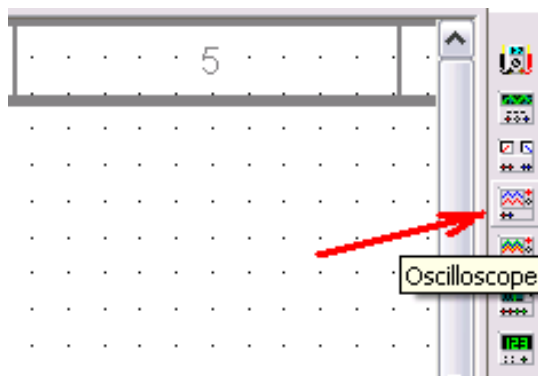


Рисунок 3 – Расположение осциллографа на панели управления

Ниже (рис. 4) приведено окно отображения результатов моделирования и внешний вид виртуального осциллографа.



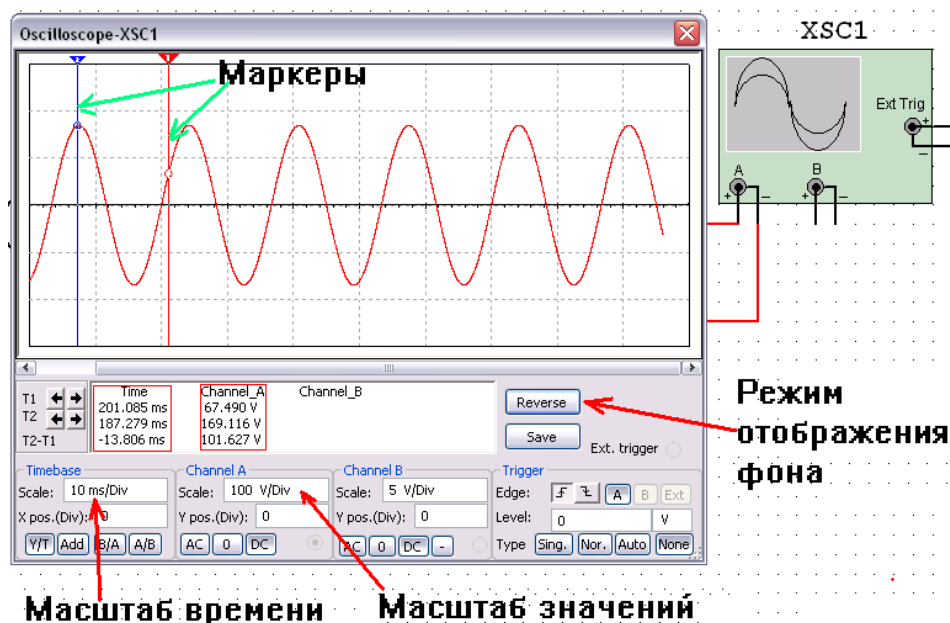


Рисунок 4

Мы не будем рассматривать подробно все настройки осциллографа, а остановимся только на наиболее значимых из них.

Масштаб времени выбирается в зависимости от того, сигнал какой частоты анализируется, измеряется в секундах (или кратных величинах) на деление, и показывает, какая выбрана временная сетка отображения результатов расчета, т.е. расстояние между двумя соседними вертикальными пунктирными линиями. Чем выше частота сигнала, тем меньше должен быть масштаб времени для адекватного отображения результатов измерений.

Аналогично, масштаб значений сигнала зависит от того, насколько мала или велика амплитуда сигнала, измеряется в вольтах на деление, и задает шаг сетки по вертикальной оси, а именно расстояние между двумя соседними горизонтальными пунктирными линиями. В данном виде осциллографа – два канала, поэтому есть возможность задавать масштаб для обоих каналов. Чем больше амплитуда сигнала, тем большее количество вольт на деление должно быть выбрано. Если бы в упомянутом примере (рис. 4) масштаб канала А был равен не 100, а 5 вольт на деление, то мы бы увидели следующий график:

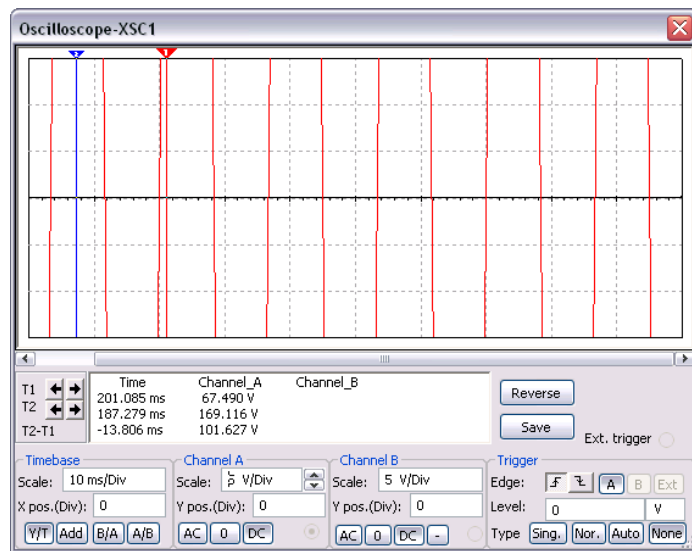


Рисунок 51

Мы наблюдаем (рис. 5) практически вертикальные линии, что никак не соответствует графику синусоиды. В связи с этим при использовании виртуального (как и реального) осциллографа рекомендуется внимательно относиться к настройке масштабов.

Режим отображения фона определяет один из двух цветов фона: белый или черный. Очередное нажатие инвертирует цвет.

Маркеры являются очень удобным инструментом для анализа графиков напряжений. Они позволяют вычислить значение напряжения в определенный момент времени (поля Channel A и Time), а также разницу в уровнях напряжения и во времени. На рис. 5 синий маркер (обозначен цифрой 2) установлен в положении, где временная отметка установлена в положении 187.279 мс, а напряжение равно 169.116 В. Красному маркеру (№1) соответствуют значения 201.085 мс и 67.490 В соответственно. Эти цифры могут быть считаны из окна, расположенного чуть ниже области построения графиков (они обозначены красными прямоугольниками). Так как второй канал осциллографа не используются, то и соответствующие ему значения не отображаются.

Задание: по предложенной преподавателем схеме (аналоговый фильтр) собрать виртуальный стенд, последовательно подключить на вход схемы генераторы синусоидального, прямоугольного и треугольного напряжения с амплитудой 5 В, снять выходные временные и частотные характеристики для каждого вида воздействия (амплитудно-частотную характеристику схемы и спектр выходного сигнала на произвольной частоте). Результаты эксперимента привести в отчете.

### 3. Лабораторный практикум в Altium Designer. Усвоение навыков создания электронных компонентов

Система автоматизированного проектирования Altium Designer позволяет не только создавать принципиальные электрические схемы на основе существующих в базе данных элементов, но и специализированные электронные компоненты, если таковые в базе отсутствуют. Такая ситуация встречается довольно часто, если разработчик имеет дело с отечественными элементами, у которых нет прямых зарубежных аналогов, а также с совершенно новыми элементами, еще не отраженные в базе компонентов.

Лабораторная работа преследует следующие **цели**:

Знакомство с возможностями САПР Altium Designer в части создания собственных (custom) электронных компонентов.

Приобретение навыков создания пассивных и активных электронных компонентов, таких как конденсатор, катушка индуктивности, резистор, полупроводниковый диод, биполярный транзистор.

**Задание:**

Создать новую библиотеку элементов.

В библиотеке создать условно графические обозначения (УГО) конденсатора, катушки индуктивности, резистора, полупроводникового диода и биполярного транзистора.

Создать соответствующие посадочные места для каждого элемента (5 штук).

Привязать посадочные места к соответствующим УГО.

По результатам выполнения работы оформить текстовый отчет и передать его преподавателю вместе с вашим библиотечным файлом.

#### **4. Разработка устройства или составного модуля по одной из предложенных тематик**

В качестве завершающего задания в рамках цикла лабораторных работ предлагается выполнить индивидуальный проект по одной из следующих тематик:

- устройства для «умного дома»;
- измерительная техника;
- силовая электроника;
- усилительные устройства.

Выполнение лабораторной работы связано с практическим занятием № 13 и должно отражать экспериментальную часть задания, то есть расчеты, схемотехническое моделирование, и проектирование печатной платы. Результатом выполнения работы должен быть текстовый отчет с результатами расчетов и моделирования, и файлы таких форматов, как \*.xmcd, \*.ms11, и \*.PrjPcb.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Пакет MathCAD : лабораторный практикум по информатике / сост.: Е.Е. Семенова, С.В. Алябьева. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2009. – 84 с.
2. Марченко А.Л., Освальд С.В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim. Учебное пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 448 с.: ил.
3. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 432 с.: – ил. – (Серия «Системы проектирования»).