

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.

**ПОСОБИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине

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

Составлено 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 самостоятельной работы.....	4
Тема № 1. Расчет параметрического стабилизатора в MathCAD .....	5
Тема № 2. Моделирование параметрического стабилизатора в Multisim. ....	6
Тема № 3. Расчет и моделирование выпрямителя и фильтра в MathCAD и Multisim. ....	7
Тема № 4. Расчет трансформатора в MathCAD. ....	10
Тема № 5. Моделирование всей схемы преобразователя в Multisim.....	13
Тема № 6. Создание библиотеки компонентов в Altium Designer. ....	15
Тема № 7. Импорт 3D моделей компонентов в Altium Designer.....	17
Тема № 8. Создание принципиальной схемы в Altium Designer.....	19
Тема № 9. Создание и трассировка печатной платы в Altium Designer. ....	20
Тема № 10. Моделирование и проверка целостности сигналов в Altium Designer.....	21
Тема № 11. Создание перечня элементов (bill of materials) в Altium Designer. ....	23
Тема № 12. Создание корпуса в Solid Works.....	25
Тема № 13. Создание корпуса в Solid Works (продолжение). ....	27
Тема № 14. Моделирование сборки: корпус + печатная плата. ....	28
ЛИТЕРАТУРА .....	29

## **Введение**

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

Пособие включает 14 занятий, последовательно приводящих слушателя к созданию проекта печатной платы и корпуса блока питания, и являющихся дополнением к циклу практических занятий.

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

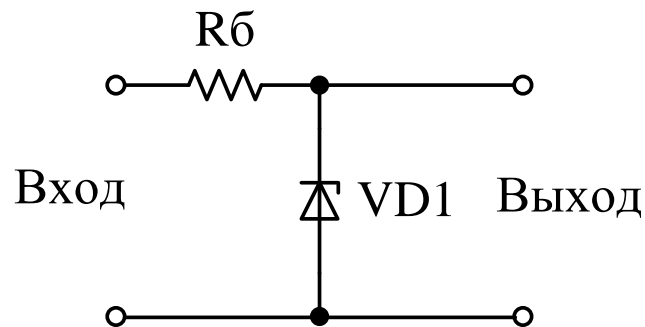
## План самостоятельной работы

№ п/п	Тема занятия	Форма отчетности	Часы
1	Расчет параметрического стабилизатора в MathCAD.	Файл с проектом .xmcd и отчет.	4
2	Моделирование параметрического стабилизатора в Multisim.	Файл с проектом .ms11 и отчет.	4
3	Расчет и моделирование выпрямителя и фильтра в MathCAD и Multisim.	Файлы с проектами .xmcd и .ms11 и отчет.	4
4	Расчет трансформатора в MathCAD.	Файл с проектом .xmcd и отчет.	4
5	Моделирование всей схемы преобразователя в Multisim.	Файл с проектом .ms11 и отчет.	4
6	Создание библиотеки компонентов в Altium Designer.	Библиотечный файл .IntLib и отчет.	4
7	Импорт 3D моделей компонентов в Altium Designer.	Модели в формате STEP и отчет.	4
8	Создание принципиальной схемы в Altium Designer.	Файл .SchDoc и отчет.	4
9	Создание и трассировка печатной платы в Altium Designer.	Файл .PcbDoc и отчет.	4
10	Моделирование и проверка целостности сигналов в Altium Designer.	Письменный отчет в формате .doc	4
11	Создание перечня элементов (bill of materials) в Altium Designer.	Файл .xls и отчет.	4
12	Создание корпуса в Solid Works.	Файл .SldPrt и отчет.	4
13	Создание корпуса в Solid Works (продолжение).	Файл .SldPrt и отчет.	2
14	Моделирование сборки: корпус + печатная плата.	Файл .SldAsm и отчет о проделанной работе.	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>54</b>

## Тема № 1. Расчет параметрического стабилизатора в MathCAD

Цель занятия – расчет и построение модели параметрического стабилизатора напряжения.

На лекциях кратко рассмотрен принцип работы и методика расчета простейшего стабилизатора напряжения:



### Задание:

- глубже вникнуть в суть работы стабилитрона, понять принцип стабилизации;
- построить ВАХ стабилитрона;
- рассчитать схему в MathCAD: параметры балластного резистора и тип стабилитрона;

### Исходные данные:

Входное напряжение  $U_{\text{вх}} = 12 \pm 1 \text{ В}$ ;

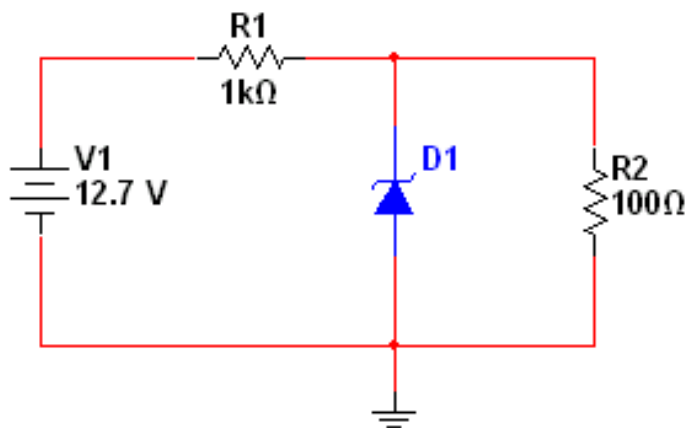
Выходное напряжение  $U_{\text{вых}} = 5.1 \text{ В}$ ;

Ток нагрузки  $I_{\text{н}} = 10 \text{ мА} \pm 1 \text{ мА}$ ;

В результате выполнения работы необходимо сдать письменный отчет о проделанной работе и файл с проектом MathCAD.

## Тема № 2. Моделирование параметрического стабилизатора в Multisim.

Цель занятия - построить схемную модель параметрического стабилизатора, математическая модель которого была описана на предыдущей занятии. Схема стенда выглядит следующим образом:



После расчета необходимо выбрать все электронные компоненты.

Алгоритм работы:

1. Собрать в Multisim виртуальный стенд.
2. Ввести полученные ранее значения для номинального режима работы;
3. Снять вольтамперную характеристику стабилитрона для 20 точек.
4. Аппроксимировать полученные экспериментальные точки с помощью MathCAD, используя инструменты интерполяции сплайнами.

Результатом выполнения работы должны стать отчет и проект в Multisim с работоспособной схемой. В отчете необходимо кратко описать теорию работы параметрического стабилизатора, привести вольтамперную характеристику стабилитрона, а также сделать выводы по проделанной работе.

### Тема № 3. Расчет и моделирование выпрямителя и фильтра в MathCAD и Multisim.

На занятии требуется смоделировать в Multisim выпрямитель с фильтром и произвести расчеты в среде MathCAD.

Для расчета выпрямленного напряжения необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,9 \cdot U_2$$

Это среднее значение напряжение, наблюдаемого на выходе выпрямителя.

Для выбора диода требуется знать, какое максимальное обратное напряжение к нему может быть приложено:

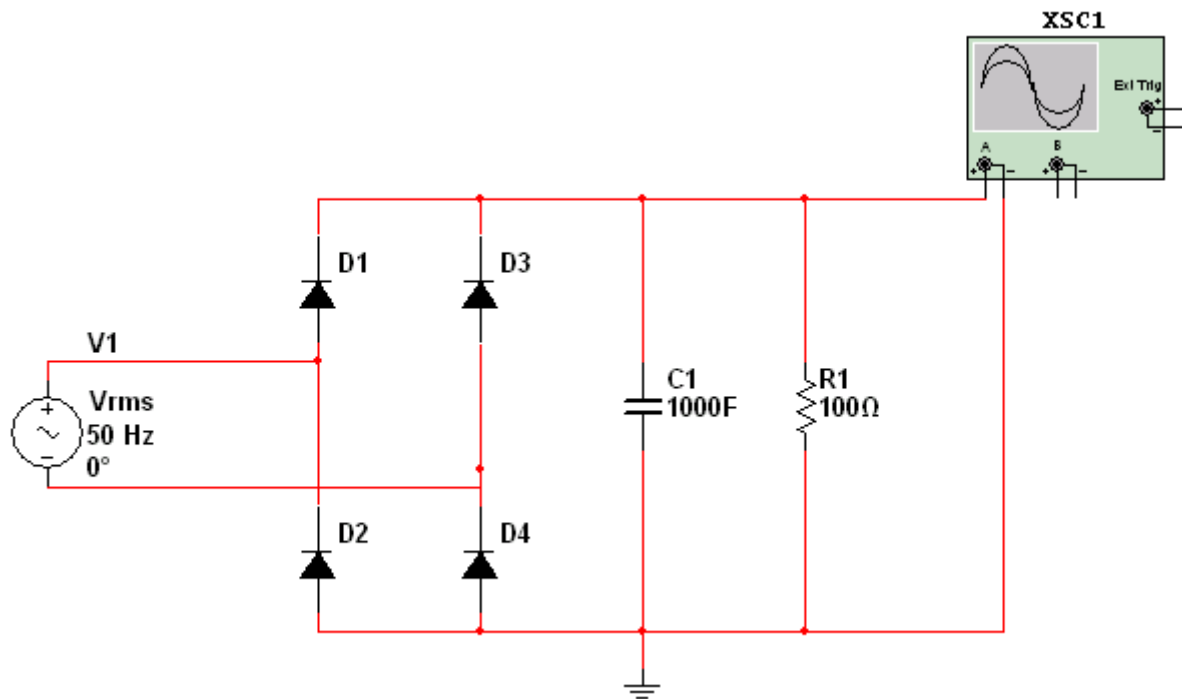
$$U_{обр.max} = \sqrt{2} \cdot U_2 \cong 1,41 \cdot U_2$$

Кроме того, необходимо знать значение тока, протекающего через каждый диод:

$$I_{VD} = \frac{I_d}{2}$$

$I_d$  – среднее значение выпрямленного тока, численно равного току в нагрузке.

Трансформатор включать в схему не нужно. Таким образом, схема должна включать источник синусоидального напряжения 50 Гц, мостовой выпрямитель, фильтр и нагрузку. Примерная схема виртуального стенда приведена на рисунке ниже.



Задание:

1. Рассчитать действующее значение напряжения при условии, что пиковое значение равно 9 В (формула давалась на лекции);
2. Задать параметры источника напряжения AC\_POWER: напряжение ( $V_{rms}$ ) и частоту (frequency);
3. Собрать мостовой выпрямитель из идеальных диодов (DIODE\_VIRTUAL) и подсоединить его к источнику;
4. Запустить симуляцию, снять осциллограмму выходного напряжения схемы с помощью осциллографа (Oscilloscope). Сравнить с тем, что должно быть в теории;
5. Снять осциллограмму напряжения на диоде. Сравнить с теорией;
6. Подключить к выходу конденсатор емкостью 1000 мкФ и оценить с помощью осциллографа выходное напряжение;
7. Подключить параллельно конденсатору резистор и пронаблюдать выходное напряжение при различных номиналах: 100, 50 и 25 Ом. Попытаться понять, почему меняются диаграммы. Также нужно подключить



последовательно с нагрузкой амперметр (группа Indicators -> AMMETER\_H) и параллельно с нагрузкой вольтметр (группа Indicators, VOLTMETER\_H). Проверить соблюдение закона Ома.

Объяснить, почему напряжение на нагрузке меньше пикового входного.

8. Установить сопротивление нагрузки 50 Ом и далее его не изменять. Последовательно с нагрузкой подключить катушку индуктивности, значение которой определяется из соотношения, которое я давал на одной из лекций. При возникновении ошибок сходимости при симуляции схемы включите последовательно с катушкой резистор номиналом 0.01 Ом. Проследить на осциллографе, как при этом изменилась форма выходного напряжения.

9. Составить отчет со схемой, временными диаграммами, расчетами, импортированными из среды MathCAD, а также продемонстрировать виртуальную работоспособность электронной схемы в Multisim.

#### Тема № 4. Расчет трансформатора в MathCAD.

Требуется произвести полный расчет трансформатора в среде MathCAD. Предлагается методика, применимая для расчета любого трансформатора, работающего на переменном токе.

В первую очередь необходимо вычислить габаритную мощность трансформатора:

$$P_{\text{габ}} = \frac{S_o \cdot S_c \cdot f \cdot B_m}{K} [\text{Вт}], \text{ где}$$

$S_c$  – площадь сечения сердечника, см<sup>2</sup>

$S_o$  – площадь окна сердечника, см<sup>2</sup>

$f$  – частота переменного напряжения, Гц

$B_m$  – амплитуда магнитной индукции, Тл

$K$  – коэффициент, зависящий от материала сердечника.

Параметры  $B_m$  и  $K$  выбираются из таблицы, приведенной ниже.

	<b>Трансформаторное железо</b>	<b>Феррит</b>	<b>Пермаллой</b>
$f$	50...400 Гц	10...100 кГц	10...30 кГц
$B_m$	1,0...1,1	0,2...0,25	0,8...0,9
$K$	62	150	100

Для тороидального сердечника площадь сердечника равна:

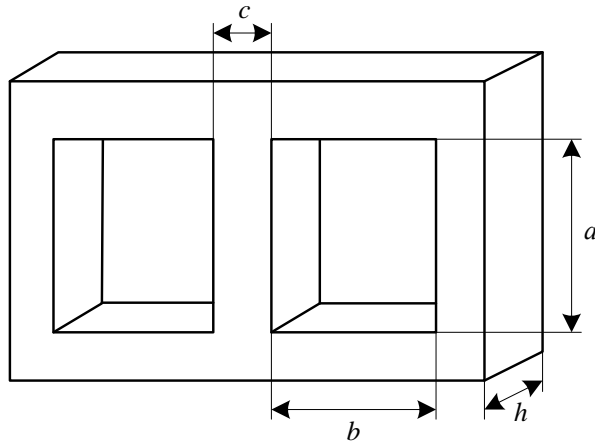
$$S_c = \frac{D-d}{2} \cdot h;$$

Площадь окна

$$S_o = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Здесь  $D$  – внешний диаметр тора,  $d$  – внутренний диаметр,  $h$  – толщина сердечника.

Если выбран стержневой сердечник, то формулы будут иные:



$$S_c = c \cdot h$$

$$S_o = a \cdot b$$

Полученное значение габаритной мощности должно быть не меньше той, что получено из расчета средней мощности всех обмоток.

Далее рассчитывается напряжение, приходящееся на один виток

$$u_1 = \frac{S_c \cdot B_m \cdot f}{2500} [\text{В}]$$

Число витков первичной обмотки:

$$w_1 = \frac{U_1}{u_1}$$

$U_1$  – действующее напряжение на первичной обмотке.

Полученное значение округляется в большую сторону.

Число витков каждой из вторичных обмоток:

$$w_2 = \frac{w_1}{U_1} \cdot U_2$$

Диаметр провода в обмотке

$$d = 0,6 \cdot \sqrt{I}, \text{ где}$$

$I$  – ток в обмотке, А.

Для проверки вместимости обмоток в окно сердечника необходимо рассчитать площадь, занимаемую проводом каждой из обмоток:

$$S_i = S_{\text{пров}} \cdot w_i = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot w_i$$

После этого рассчитывается коэффициент заполнения:

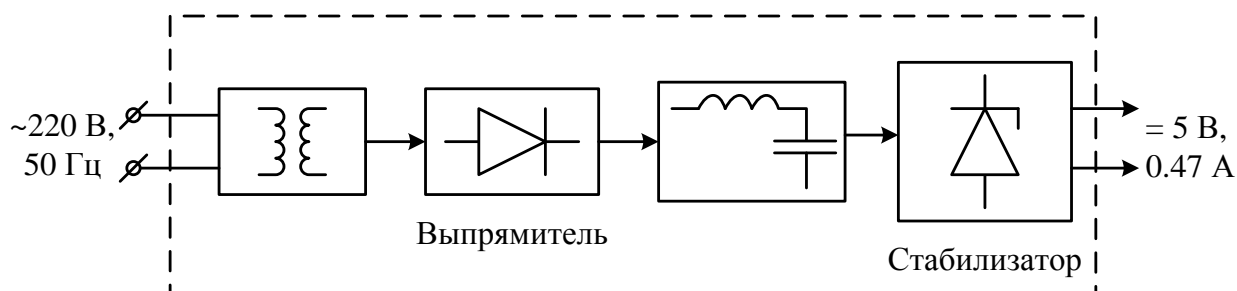
$$K_3 = \frac{S_o}{\sum_i S_i} \cdot 100$$

Если  $K_3 < 0,2$ , то беспокоиться не о чем. Если  $K_3 > 0,7$ , то обмотки скорее всего не уместятся. При  $0,2 < K_3 < 0,7$  обмотки войдут, но свободного места будет мало.

## Тема № 5. Моделирование всей схемы преобразователя в Multisim.

Цель занятия - собрать воедино все изученные ранее узлы AC/DC-преобразователя и проверить работоспособность схемы в Multisim.

Ниже представлена структурная схема устройства:



Последовательность действий:

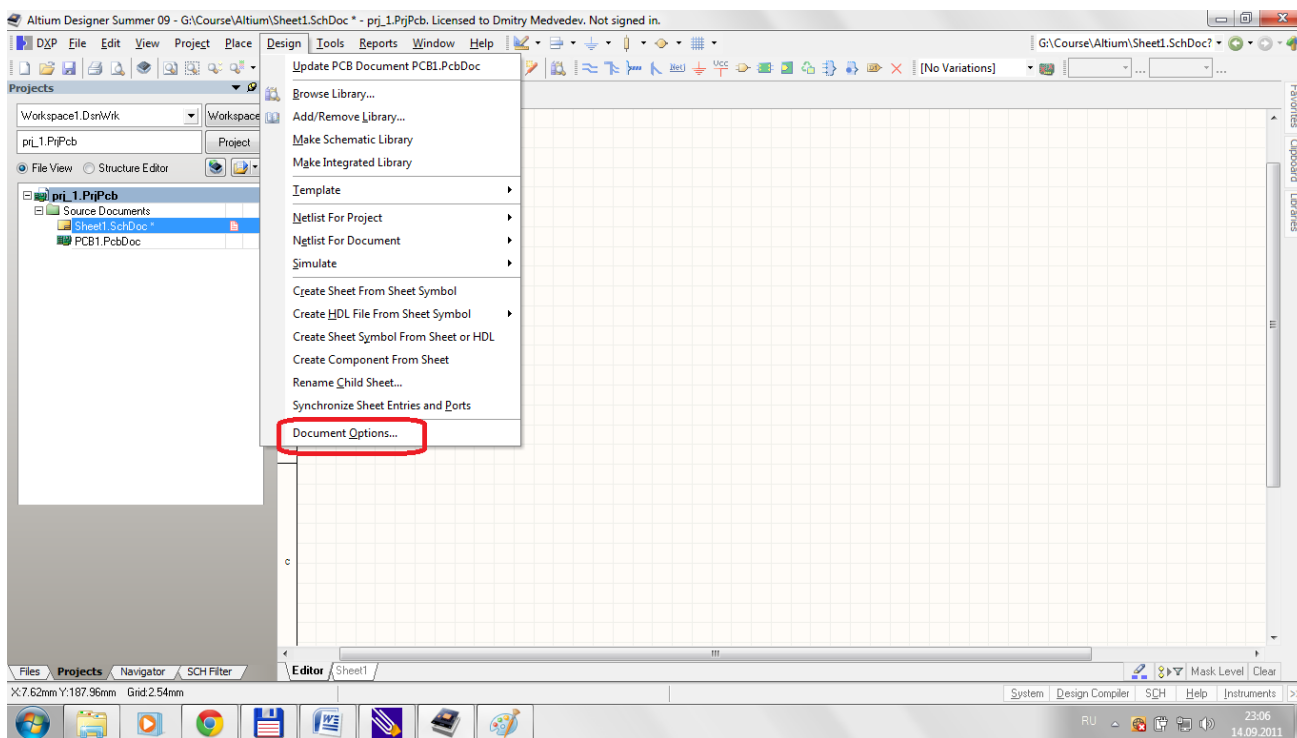
1. Исходные данные:  $U_1=220$  В,  $f_{\text{сети}}=50$  Гц, выходное напряжение - 4.7 В, ток нагрузки - 0.47 мА;
2. Испробовать в действии трансформатор напряжения: Select a Component -> Basic -> Transformer -> TS\_IDEAL. Меняя параметр Coefficient of Coupling (коэффициент трансформации), определить связь между напряжениями первичной и вторичной обмоток, т.е вывести формулу  $U_2=f(K_{\text{тр}}, U_1)$ .
3. Задать коэффициент трансформации таким образом, чтобы пиковое (максимальное) значение напряжения вторичной обмотки было равно 9 В (использовать формулу, полученную в п.1);
4. Подключить к вторичной обмотке последовательно мостовой выпрямитель, сглаживающий фильтр и параметрический стабилизатор напряжения. Диоды взять идеальные. Стабилитрон, как и ранее, - 02DZ4.7. Емкость фильтра - 1000 мкФ. Ток стабилизации стабилитрона должен быть равен 5 мА. Исходя из этого рассчитывается номинал балластного резистора.
5. Результат работы: отчет и файлы .xmc и .ms11:

- С расчетами напряжения вторичной обмотки, прямого тока через диоды, максимального обратного напряжения, прикладываемого к каждому диоду, индуктивности дросселя, сопротивления балластного резистора и сопротивления нагрузки;
- С работоспособной схемой.

## Тема № 6. Создание библиотеки компонентов в Altium Designer.

На занятии требуется изучить интерфейс программы Altium Designer [3] с помощью прилагающихся к курсу видео уроков: настройки рабочей области, инструменты для создания элементной базы компонентов: условно-графических обозначений (в соответствии с ГОСТ), посадочных мест (*footprint*), трехмерных моделей компонентов, запись компонентов в библиотеку и т.д.

Настройки размеров и ориентации рабочей области, параметров сетки, единицы измерения (имперская или метрическая) и др. производятся через основное меню Design->Document Options на одной из трех вкладок (см. рисунок ниже).



Для создания компонента в первую очередь требуется изобразить условно-графическое обозначение (УГО) элемента схемы. Правила создания УГО элементов аналоговой и цифровой техники регламентируются ГОСТ 2.759-82 и 2.743-91 соответственно. Кроме этого, размещаются электрические контакты в узлах сетки. Эти контакты служат для взаимного

соединения элементов принципиальной схемы. Шаг сетки из соображения удобства целесообразно брать равным 2,5 или 5 мм.

Посадочные места разрабатываются на основе спецификаций конкретного элемента. Они доступны в справочной литературе или Интернете. Зная наименование компонента, можно легко найти его подробное описание, в котором представлены электрические и механические параметры компонента, в том числе габариты корпуса, размеры и взаимное расположение контактных площадок. Что касается графики посадочного места, то здесь так же, как и при создании УГО необходимо придерживаться единой сетки. Иначе могут возникать проблемы стыковки контактных площадок с дорожками при трассировке. Чтобы избежать подобных проблем, перед созданием печатной платы необходимо проанализировать все компоненты на предмет того, какая система единиц превалирует: если имперская, то сетка выбирается кратной одному дюйму, а если миллиметровая, то устанавливается соответствующий режим.

В системе Altium Designer (AD) предусмотрена возможность прикрепления к компоненту трехмерной модели в формате STEP. Такие модели могут быть созданы, например, с помощью приложения Solid Works и добавлены в библиотеку AD встроенными средствами. Трехмерная визуализация нужна не только для красоты. Она также позволяет проводить проверку платы на совместимость с выбранным корпусом. Но об этом в следующих занятиях.

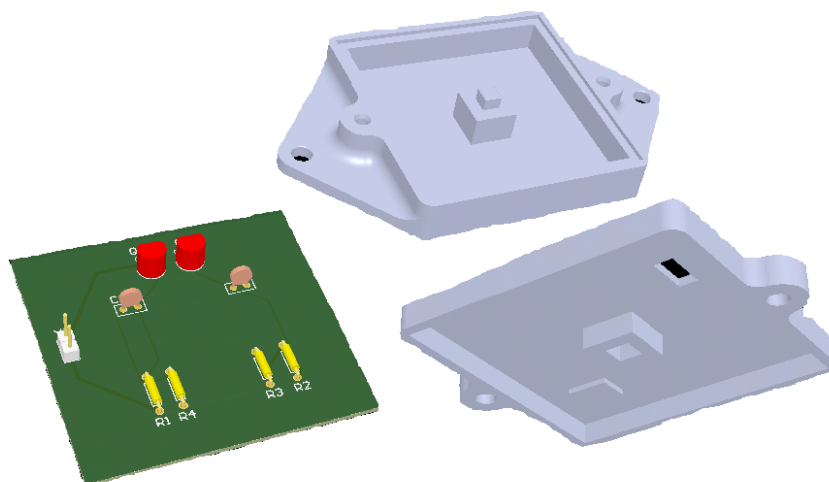
Результатом работы должен стать краткий письменный отчет и библиотечный файл с расширением .IntLib.




## Тема № 7. Импорт 3D моделей компонентов в Altium Designer.

В программе Altium Designer имеется возможность подключения трехмерных моделей компонентов. Эти модели создаются в одной из программ твердотельного моделирования, например, Solid Works, и прикрепляются к посадочному месту элемента. Для этого в библиотеке посадочных мест необходимо выполнить команду Place => 3D Body. В появившемся окне выбирается тип модели Generic 3D STEP<sup>1</sup> Model и затем нажимается кнопка Embed STEP MODEL. В качестве файла модели выбирается модель в формате STEP.

Ниже приведено изображение печатной платы и фрагменты корпуса для нее, выполненное в формате STEP.



Для ознакомления с работой в обозначенном режиме нужно произвести настройки среди DXP, выполнив команды DXP => Preferences => PCB Editor => Models. Далее необходимо нажать кнопку  и в появившемся диалоге выбрать папку, расположенную в Examples/Tutorials/multivibrator\_step. Нажмите ОК для подтверждения операции, а панели Model Search Path выделите выбранный путь к модели и нажмите Add.

Дальнейшие действия описаны в специализированном документе TU0132, прилагаемом к данному курсу.

---

<sup>1</sup> STEP – Standart for Exchange of Product

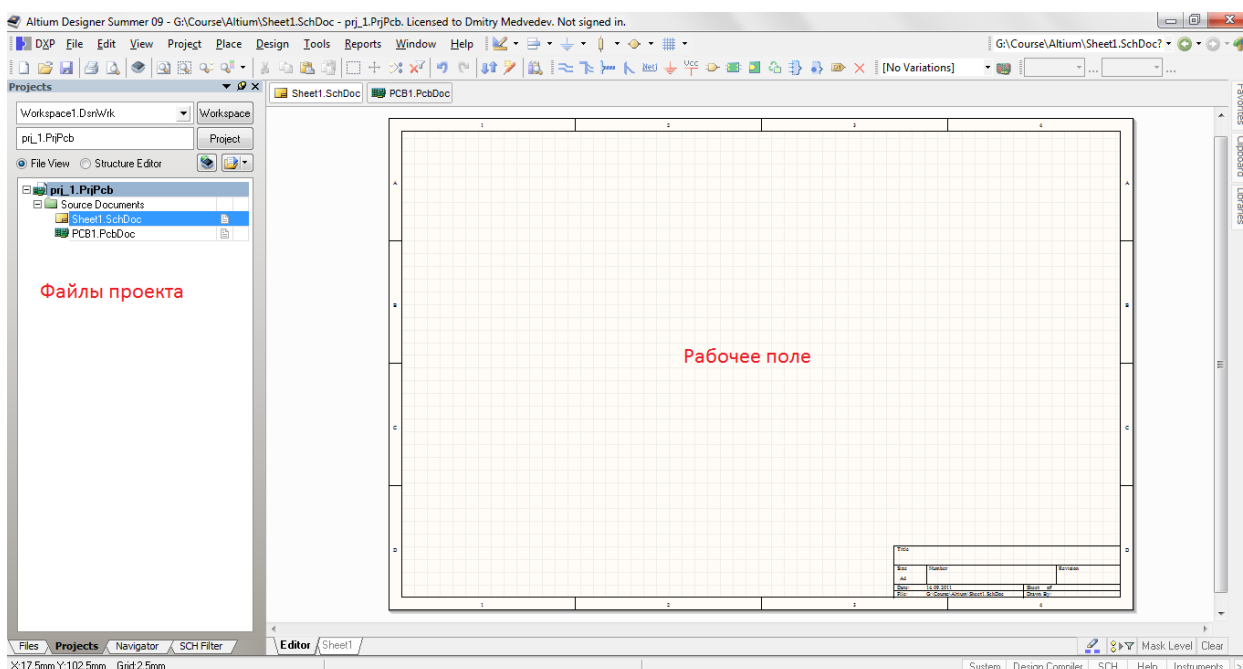
В результате выполнения работы необходимо предоставить краткий письменный отчет, а также продемонстрировать библиотеку компонентов, к каждому из которых привязана STEP модель.

## Тема № 8. Создание принципиальной схемы в Altium Designer.

Принципиальная схема устройства является графическим изображением электронного устройства. Она состоит из условно-графических и буквенно-цифровых обозначений. Общие требования к выполнению схем и правила выполнения электрических схем описаны в ГОСТ 2.701-84 и ГОСТ 2.702-75 соответственно.

После настройки рабочего поля документа при необходимости можно подключить форматку – это шаблон для выполнения чертежей схем вместе с угловым штампом.

Следующим этапом является ввод принципиальной схемы с использованием специальных инструментов, таких как создание электрических проводников, шин, размещение силовых элементов (заземление и питание), отражение и поворот элементов и т.д. Для этого необходимо подключить соответствующие библиотеки, выбрать элементы и добавить их в схему. Доступ к библиотекам осуществляется через вертикальное меню, расположенное справа от рабочего поля.



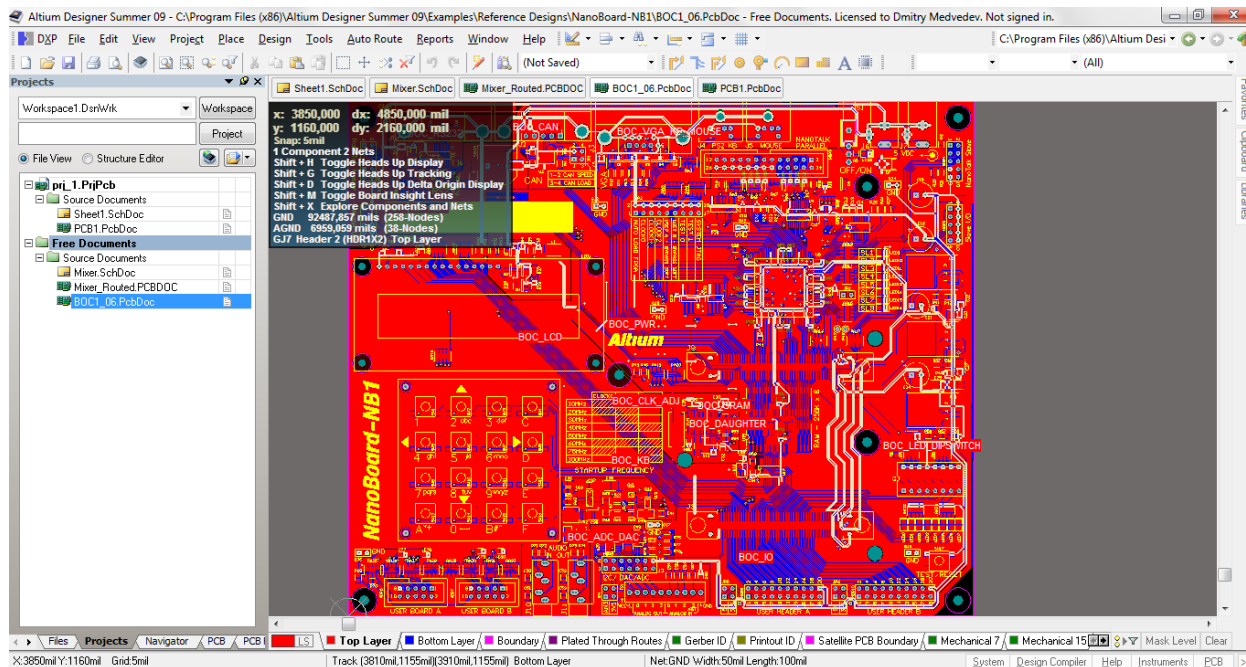
Как только схема введена, делается проверка на наличие ошибок. Если ошибки отсутствуют, можно переходить к следующему этапу – моделированию созданной схемы.

## Тема № 9. Создание и трассировка печатной платы в Altium Designer.

Заключительным этапом проектирования устройства является разработка топологии печатной платы. Топология – это многослойное векторное представление в виде файла, содержащего информацию о габаритах платы, толщине и траектории прохождения проводящих контактов, форме и координатах контактных площадок, переходных и крепежных отверстий. В файле топологии также присутствует дополнительная информация, например, позиционные обозначения элементов, контуры корпусов и др. Эта информация размещается на печатной плате по желанию разработчика и выглядит она в виде белых (или другого цвета) надписей и рисунков.

В Altium Designer для разработки печатной платы предусмотрен файл формата .pcbdoc (от англ. Project Printed Circuit Board).

На рисунке ниже приведен пример топологии, разработанной в AD.



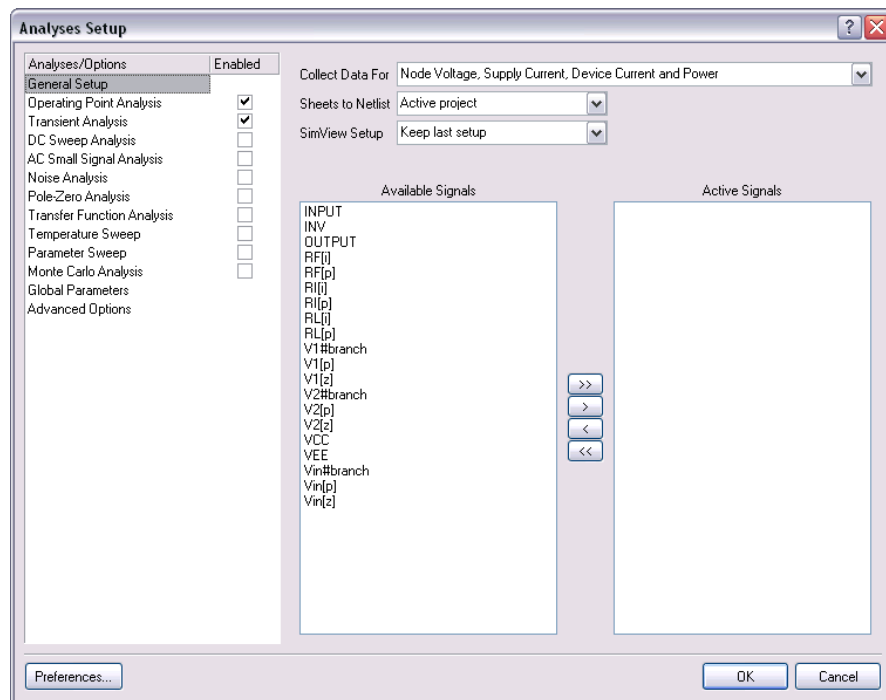
## **Тема № 10. Моделирование и проверка целостности сигналов в Altium Designer.**

Среда Altium Designer позволяет помимо создания принципиальной схемы и печатной платы проводить моделирование разработанной схемы с помощью встроенных средств. Для этого используется расширенная версия пакета Berkeley SPICE3f5/XSPICE для любой комбинации из аналоговых и цифровых устройств (смешанных схем).

На занятии требуется подключить к созданным условно-графическим изображениям соответствующие SPICE-модели в форматах СКТ (аналоговые компоненты), MDL (модели полупроводниковых приборов), SCB (модели цифровых микросхем), произвести анализ схемы во временной области, сравнить полученные результаты с таковыми в Multisim.

Схема должна содержать источник переменного синусоидального напряжения VSIN, трансформатор, выпрямитель, фильтр, стабилизатор и резистивную нагрузку (из расчета 5 В, 1 А).

Далее следует выбрать режимы анализа (см. рисунок ниже), отметить соответствующие кнопки-флажки. В данном курсе нас интересует два режима: режим по постоянному току (Operation Point Analysis) и анализ переходных процессов (Transient Analysis).

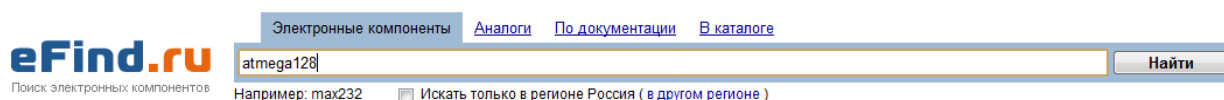


В результате проведенного моделирования на основании полученных диаграмм необходимо дать сравнительную характеристику пакета Multisim и симуляционного ядра программы Altium Designer.

## Тема № 11. Создание перечня элементов (bill of materials) в Altium Designer.

После того, как создана принципиальная схема и установлено с помощью модели, что разрабатываемое устройство функционирует, требуется выбрать электронные компоненты. Сегодня уже не нужно ходить по магазинам и искать необходимые элементы. Вместо этого можно воспользоваться специализированными веб-сайтами, где можно подобрать и заказать компоненты. Примерами таких сайтов являются всероссийские каталоги электронных компонентов [www.efind.ru](http://www.efind.ru), [www.chipdip.ru](http://www.chipdip.ru) и др., а также томский сайт [www.elgrad.net](http://www.elgrad.net).

Например, зайдя на сайт [www.efind.ru](http://www.efind.ru), в строке поиска вводится название микроконтроллера atmega128:



Результатом запроса является список компаний, имеющих в магазинах или на складе запрошенную продукцию. По нашему запросу найдено много вариантов, но лишь две компании представлены в Томске: это «ЭлКо-Про» и «Элград».

**ЭлКо-Про** (Россия, Томск)  
+7 (3822) 51-45-25 [elco@tomsk.ru](mailto:elco@tomsk.ru) <http://www.elcopro.ru> Менеджер склада оставьте сообщение

Производитель	Наименование и комментарии	Розн.	М.Опт	Опт.	Склад
ATMEL	ATmega128-16AU, TQFP64 Корпус: TQFP64	297,0 руб.	264,0 руб.	242,0 руб.	11
ATMEL	ATmega1281-16AU Корпус: TQFP64	495,0 руб.			1
Atmel	ATmega128A-AU(=ATmega128-16AU)TQFP64	242,0 руб.			12
ATMEL	ATmega128L-8AU Корпус: TQFP64	385,0 руб.	330,0 руб.	275,0 руб.	13
OLIMEX	AVR-H128-C, отладочная плата на базе ATmega128	1760,0 руб.			1
ATMEL	ATMEGA128-16AU Корпус: TQFP64	443,2905 руб.			188, 1 неделя
ATMEL	ATMEGA1280-16AU Корпус: TQFP100	516,8675 руб.			189, 1 неделя
ATMEL	ATMEGA1280V-8AU Корпус: TQFP100	532,979 руб.			20, 1 неделя

**Элград** (Россия, Томск)  
+7 (3822) 55-65-30 [efind@elgrad.net](mailto:efind@elgrad.net) <http://www.elgrad.net> Менеджер склада OFFLINE

Производитель	Наименование и комментарии	Розн.	М.Опт	Опт.	Склад
	ATMEGA128-16AU, TQFP64, 128K Flash, 16MHz, Ind, AV		189,59 руб.		5
	AVR-CRUMB128 Высокоинтегрированная плата с большой плотностью монтажа для построения и отладки систем на базе микроконтроллера ATmega128.	2084,07 руб.	2084,07 руб.	2084,07 руб.	3-6дн.
	ATMEGA128L-8AU AVR 128K-Flash/4K-RAM/4K-EEPROM + 8x10 ADC корпус: TQFP64	361,38 руб.	324,44 руб.	297,4 руб.	3-6дн.
	ATMEGA128A-AU корпус: VQFP64	362,38 руб.	325,35 руб.	298,24 руб.	3-6дн.

Из списка выбирается нужная позиция и осуществляется заказ. Следует отметить, что не всегда результат соответствует запросу. Например, в обеих фирмах по нашему запросу предлагаются отладочные платы с искомым микроконтроллером.



## Тема № 12. Создание корпуса в Solid Works.

Твердотельное моделирование занимает важное место в процессе проектирования функционально законченных устройств. Без корпуса любое устройство выглядит как некий полуфабрикат, непригодный для использования конечными потребителями. Здесь следует упомянуть отдельный класс устройств под названием «отладочные платы», представляющие собой устройства для отладки программных решений для микроконтроллеров, программируемых логических интегральных схем, цифровых сигнальных процессоров и т.д. Они продаются без корпусов и при этом пользуются спросом среди разработчиков электроники. Для остальных потребителей электроники такие устройства неинтересны и даже могут отталкивать.

Одним из приложений, позволяющих производить твердотельное моделирование, является программа Solid Works[4]. На рисунке ниже приведено изображение окна, появляющееся при загрузке программы. На нем можно увидеть пример 3D-модели эргономичного приемника.



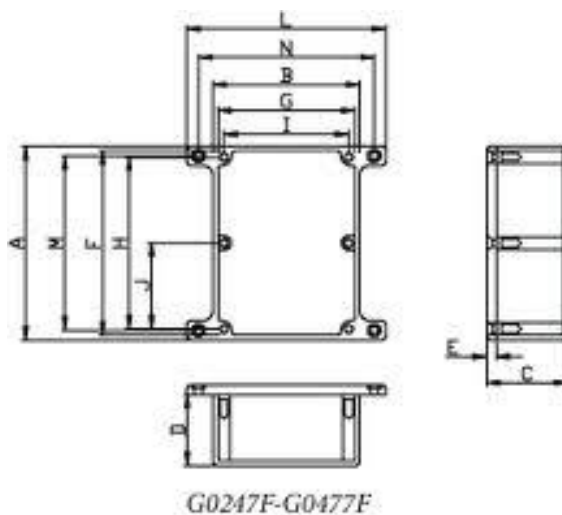
На занятии потребуется спроектировать, а вернее, воспроизвести корпус для блока питания. Эта оговорка означает, что существуют готовые корпуса, однако трудно найти 3D-модель этого корпуса. Такая модель требуется для совместного моделирования платы и корпуса, о чем будет рассказано на занятии, посвященном моделированию сборки.

Задание:

1. Найти в Интернете спецификацию корпуса для блока питания.
2. Согласно спецификации и с использованием навыков, полученных на практических занятиях, создать трехмерную модель корпуса.

### Тема № 13. Создание корпуса в Solid Works (продолжение).

На данном занятии необходимо на основе существующей трехмерной модели корпуса создать его двумерный чертеж с проставлением всех необходимых размеров. Пример чертежа корпуса в трех проекциях приведен ниже.



Требования к чертежу могут быть сформулированы следующим образом:

1. Наглядность – должны быть выбраны такие проекции, которые позволят изготовителю быстро получить представление о замысле разработчика.
2. Количество видов должно быть минимальным – если можно обойтись двумя проекциями, то ни к чему приводить третью.
3. Размеры должны быть проставлены по общепринятым правилам. К курсу прилагается документ, освещающий данный вопрос.

В результате выполнения работы студент должен предоставить распечатанный чертеж изделия и защитить его.

#### **Тема № 14. Моделирование сборки: корпус + печатная плата.**

Основной материал по данному практическому занятию будет представлен в форме видеурока как наиболее эффективного метода объяснения нюансов работы с компьютерными приложениями.

При разработке корпуса за основу необходимо взять корпус типа BOX-КА06 с габаритами 120x75x70 мм (Длина x Ширина x Высота).



Конечным результатом выполнения задания является файл сборки в формате .asm, позволяющим судить о том, что разработанная печатная плата и корпус блока питания полностью совместимы по габаритам. Студент демонстрирует результаты своей работы на компьютере с подробными комментариями всех проделанных действий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кирьянов Д.В. MathCAD 14. – СПб.: БХВ - Петербург, 2007. – 682 с.: ил.
2. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение: монография / В.И. Карлащук. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2001. – 726 с.: ил.
3. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 432 с.: – ил. – (Серия «Системы проектирования»).
4. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике: производственно-практическое издание / А.А. Алямовский. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 799 с.: ил + 1 эл. опт. Диск (CD-ROM).