

*Областное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
среднего профессионального образования  
«Иркутский авиационный техникум»*

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОГБОУ СПО «ИАТ»

\_\_\_\_\_ В.Г. Семенов

**Комплект методических указаний по выполнению  
практических работ по дисциплине  
ОП.03 Прикладная электроника**

**образовательной программы (ОП)  
по специальности СПО**

**230113 Компьютерные системы и комплексы**

**базовой подготовки**

**Иркутск 2013**

## Перечень практических (лабораторных) работ

№ работы	Название работы	Объем часов на выполнение работы	Страница
1	Построение графиков для изучения свойств пассивных компонентов.	6	
2	Исследование пассивных компонентов R, C, L	6	
3	Исследование диодов	6	
4	Исследование тиристора	6	
5	Исследование биполярного транзистора	6	
6	Расчет и сборка вторичного источника питания	8	
		8	
		46	

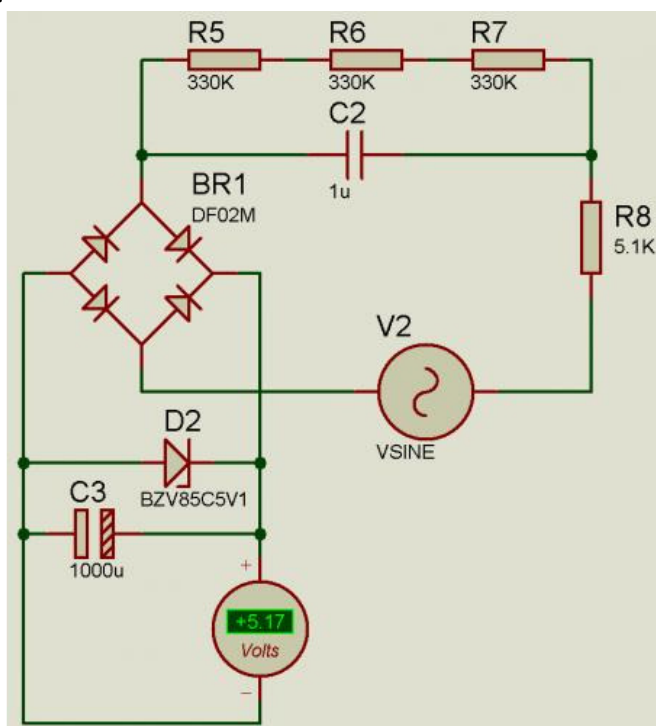
# Практическое занятие №1

## Тема. Освоение программы Proteus. Построение графиков для изучения свойств пассивных компонентов. Исследование пассивных компонентов R, C, L

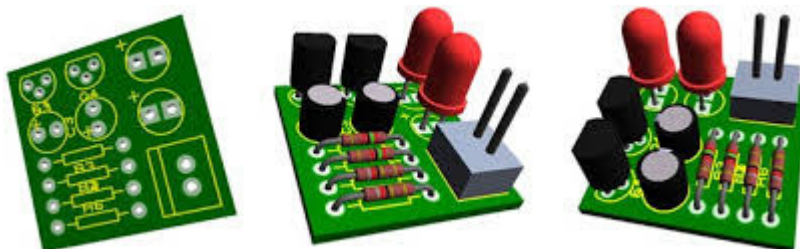
Специальность «Компьютерные системы и сети» основана на знании работы многих устройств, входящих в персональный компьютер и периферийные устройства. Наша задача изучить «кирпичики» т.е. компоненты, из которых состоит абсолютно всё в компьютере и подключается к нему.

**Цель:** проанализировать процессы, происходящие в различных компонентах, собирать схемы и строить зависимости напряжений, токов сопротивлений, емкостей, индуктивностей. Изучать ВАХ – вольтамперные характеристики и собирать схемы на основе этих знаний.

Начнем с освоения системы схемотехнического моделирования Proteus. Proteus состоит из двух частей:



ISIS — программа синтеза и моделирования электронных схем



и ARES — программа разработки печатных плат.

Нам на «Прикладной электронике» и «Цифровой схемотехнике» нужен только модуль ISIS.

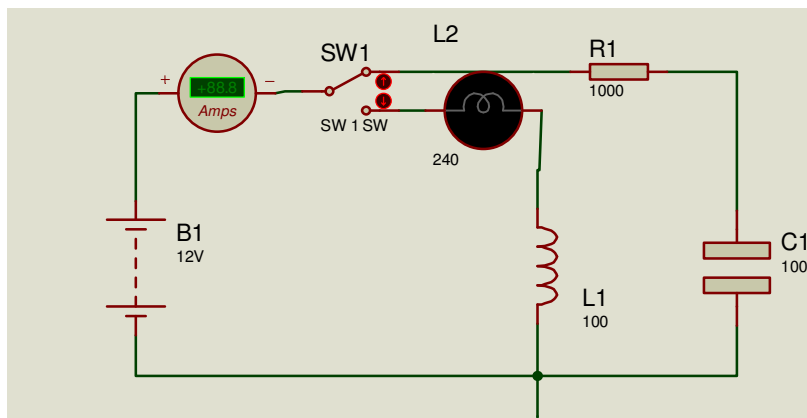
## Ход работы.

Через меню пуск запускаем программу ISIS.

Нам нужно исследовать схему LAB1.

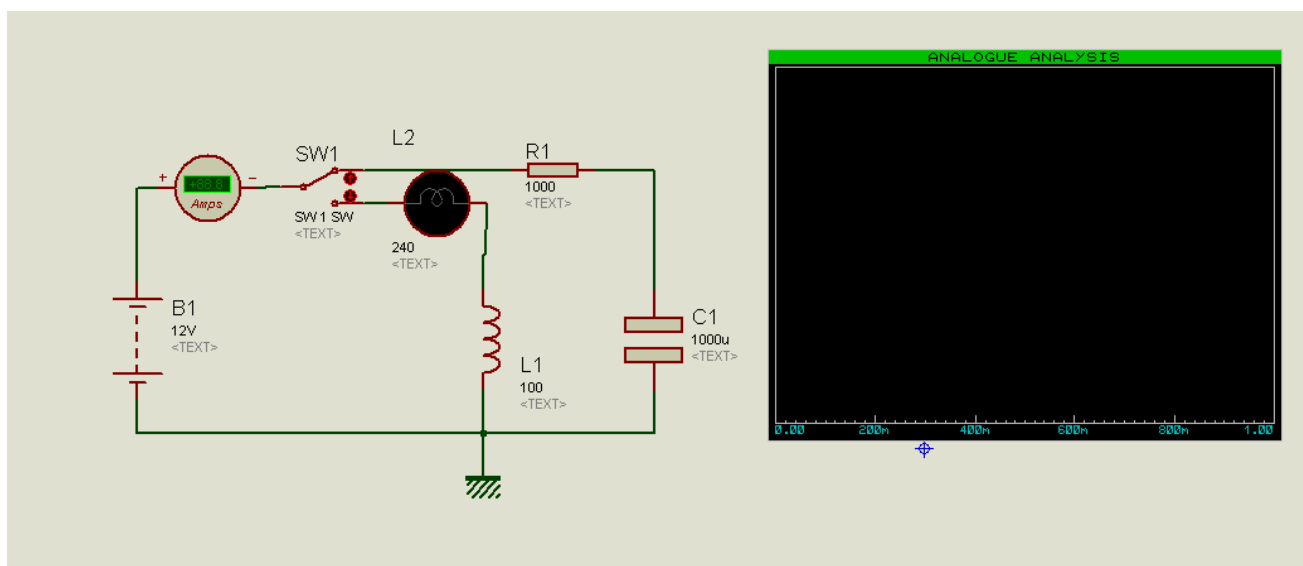
Скачаем файл LAB1.zip с сайта из меню Практические занятия из вкладки LAB1.

При открытии файла в Протеусе увидим схему. Схема живая и рабочая. На первом занятии мы не будем собирать схему, мы воспользуемся готовой. Схема состоит из источника питания B1=12В постоянного тока, переключателя SW1, лампы накаливания L2, резистора R1 (сопротивления) 1000 ом, индуктивности L1, конденсатора C1.



Теперь будем изучать Протеус, его возможности, и строить графики.

На левой инструментальной панели есть кнопка **Graph Mode**, нажав на нее, с помощью курсора рисуется окно нужного размера — щелчок левой клавишей мышки на рабочем поле начинает операцию, а повторный щелчок фиксирует размер. Диаграмма, как и другие компоненты, имеет свойства, диалоговое окно которых можно выбрать из выпадающего меню после выделения окна графика.



Наведите мышь, и щелкните левой кнопкой, выбрав Edit Propertes рисунок 2

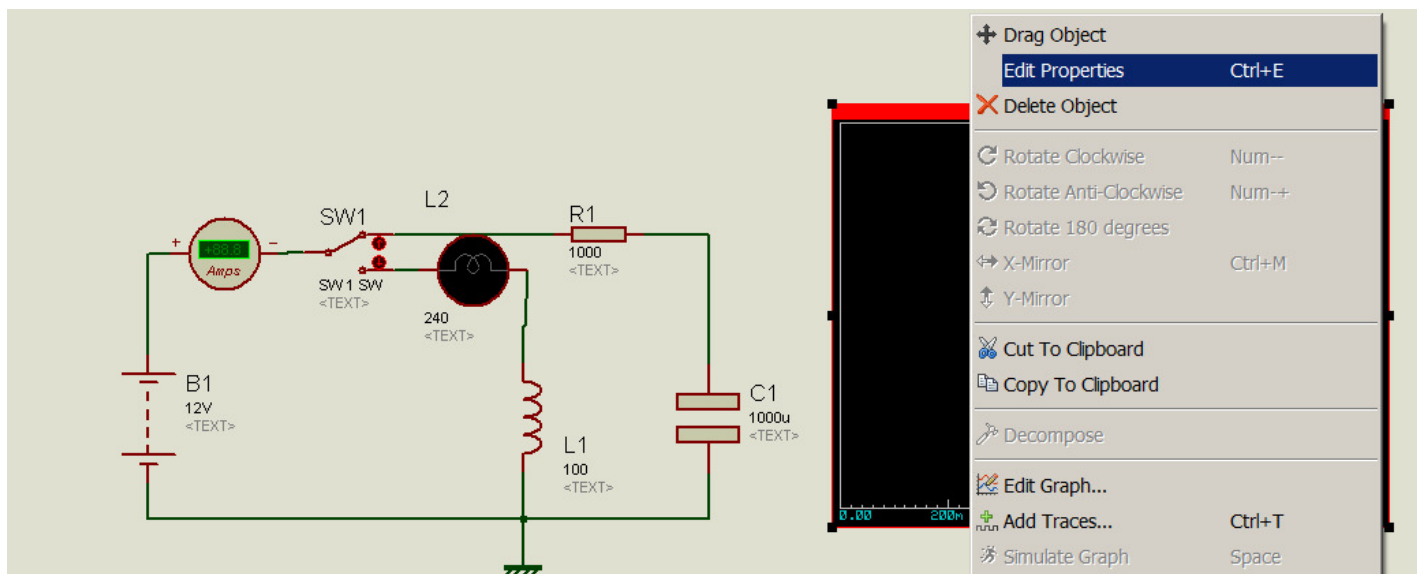
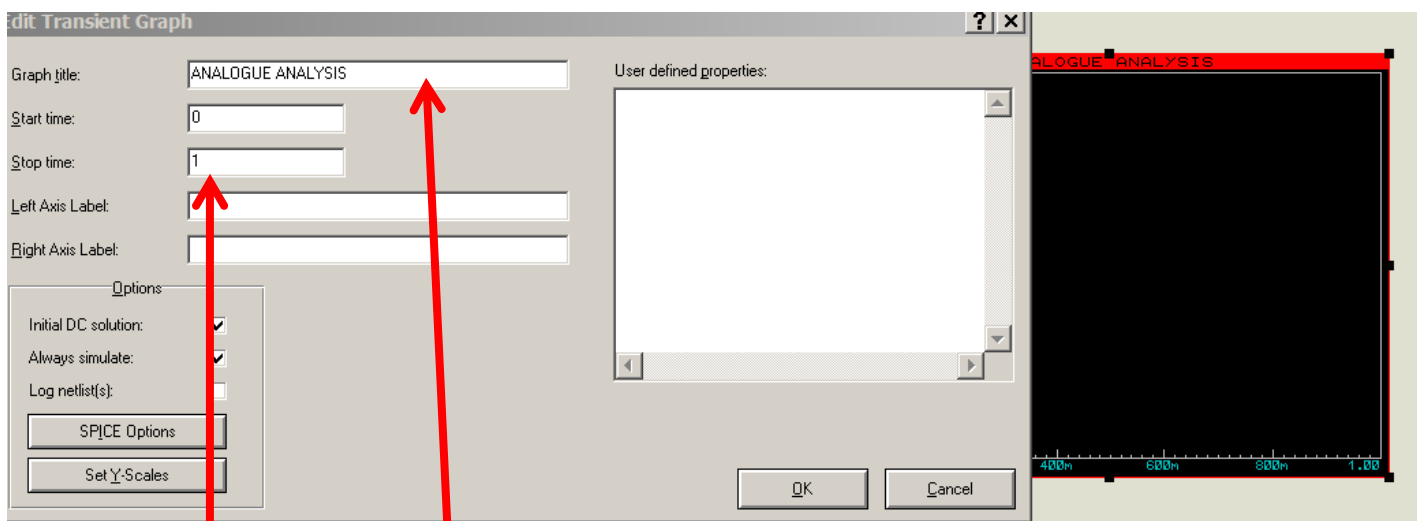


Рисунок 2 – Выбор свойств окна графики



Верхнее поле ввода текста **Graph Title** служит для задания названия (только английские символы) графика, далее следует поле ввода времени начала, затем времени завершения симуляции. Выставляем вместо 1с Stop time 30с.

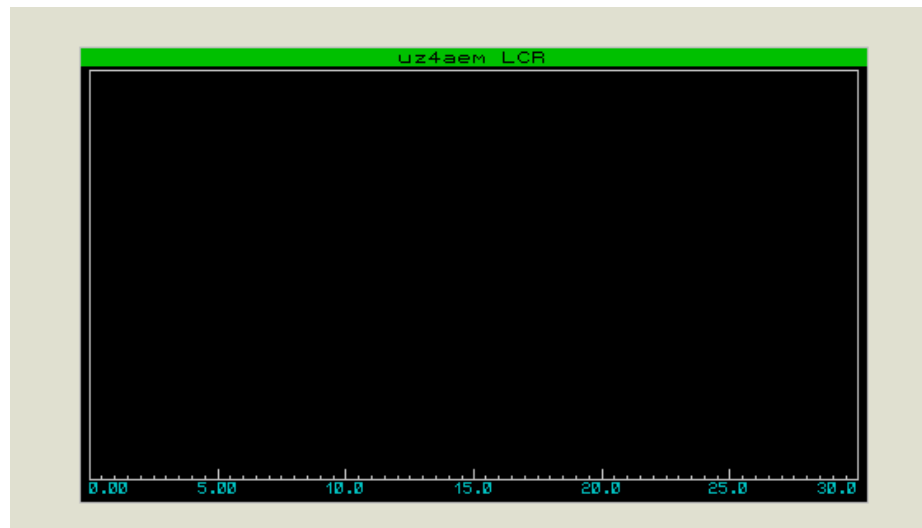
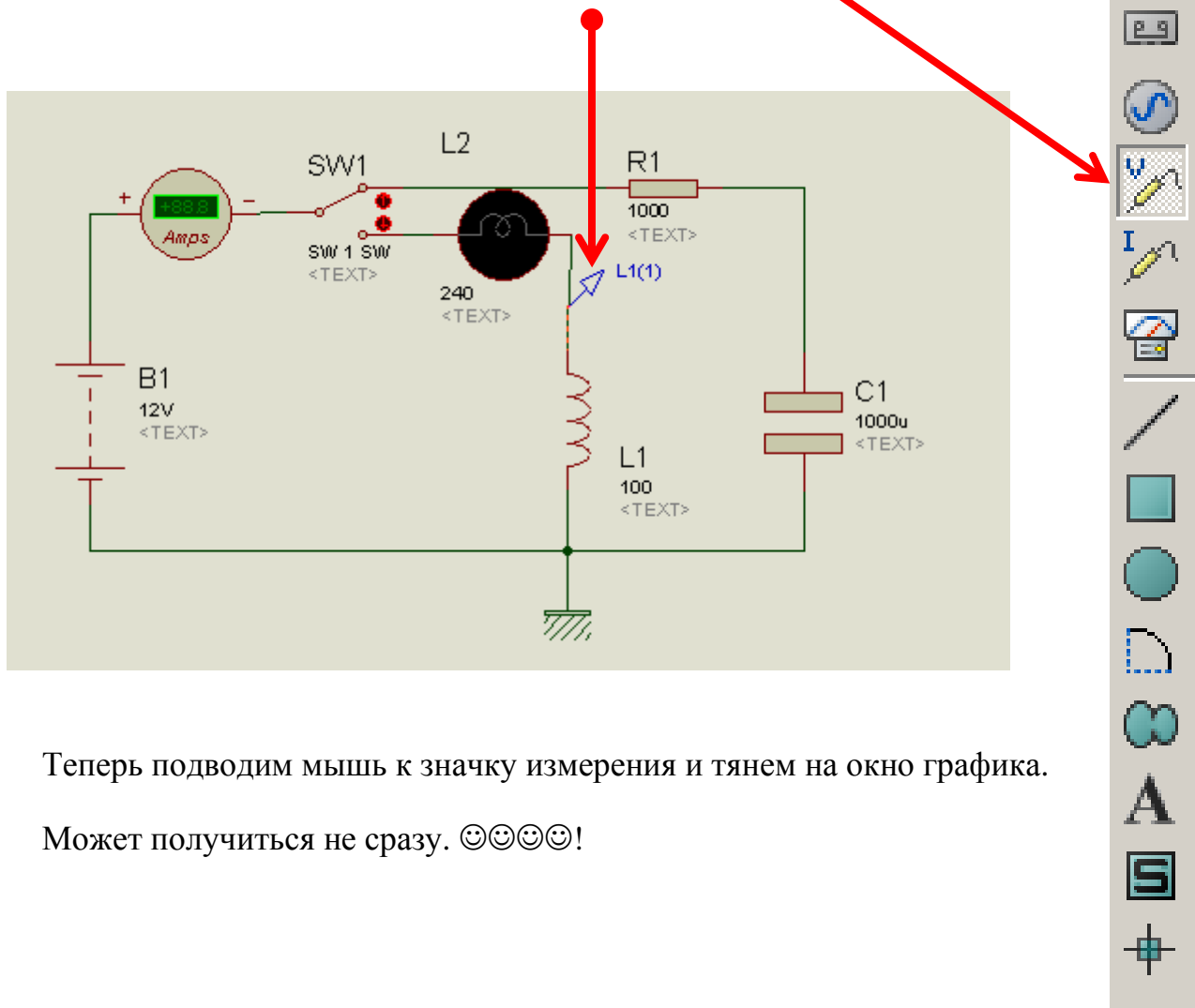


Рисунок 3 - Вид окна для графиков с временным интервалом 30 сек

Следующим этапом выбираем точки контроля по напряжению. Для этого просто подводим мышку к символу (шуп с меткой V), нажимаем и отпускаем, символ выделится как на снимке. Затем ищем на схеме проводник, где мерим напряжение, и, подведя мышку, видим карандашик с крестиком. Кликаем мышкой и точка измерения есть. Называется точка L1(1). Для измерения в точке L1, переключите SW1 вниз.



Теперь подводим мышшь к значку измерения и тянем на окно графика.

Может получится не сразу. ☺☺☺☺!

Для построения графика изменения напряжения на катушке индуктивности переключим переключатель в положение как указано на рисунке 4.

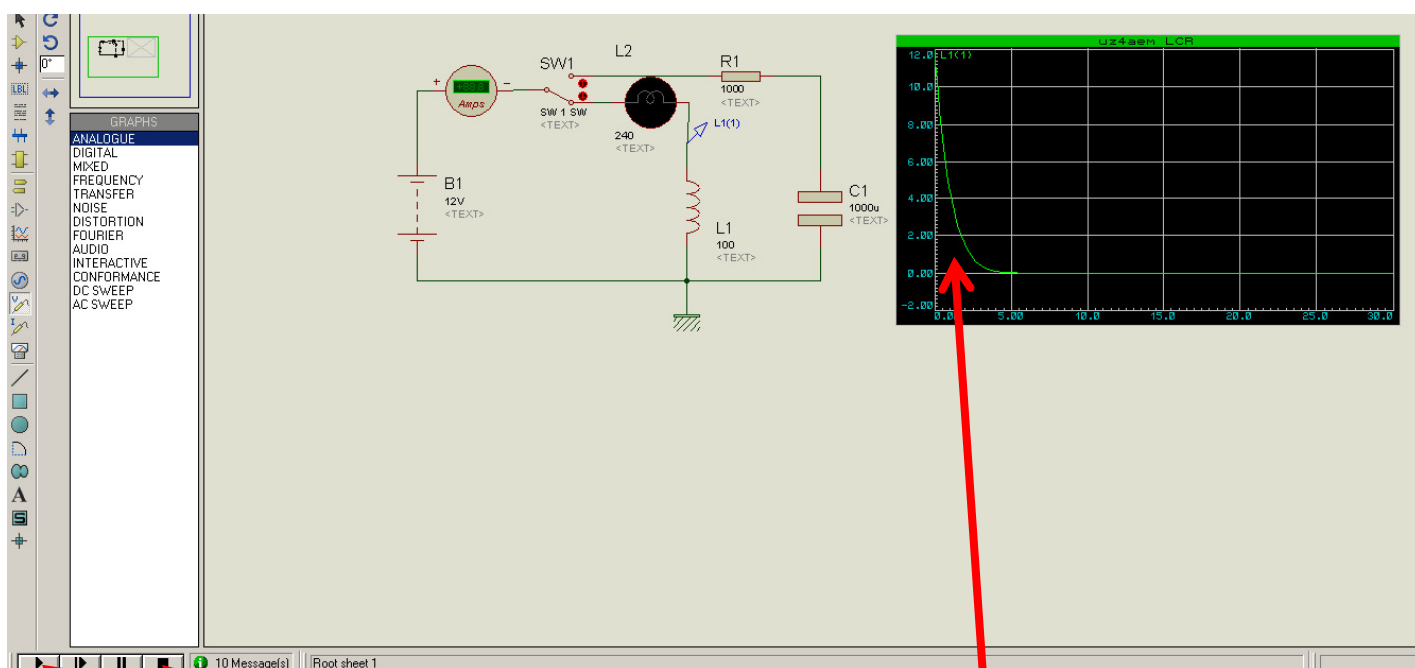


Рисунок 5 – Исследование индуктивности

Кнопки Пуск и Стоп

Запускаем программу кнопкой Пуск, наблюдаем как рядом с пробником меняется напряжение, ждем 30 сек и нажимаем Стоп и на клавиатуре клавишу Пробел. ( Так положено!)

В окне графика появилось изображение в виде убывающего графика.

Щелкнув мышкой по графику, его можно развернуть, сменить цвет, сохранить и т.д.

Ваша задача по номеру компьютера выбрать вариант и исследовать ВАХ индуктивности и емкости.

Сначала индуктивность. Затем переключатель переключить вверх и исследовать емкость. Т.е. получим два графика. Для L и для C.

Номер компьютера	L	R ом	C Мкф (u)
1.	100	1000	1000
2.	95	950	950
3.	80	800	800
4.	85	850	850
5.	91	910	910
6.	95	950	950
7.	99	990	990
8.	89	890	890
9.	92	920	920
10.	103	1030	1030

Письменно объясните при помощи формул, почему графики имеют такую форму.

На графике ниже указаны значения времени и напряжения.



### Вопросы для защиты устно.

Как обозначается электролитический (полярный) конденсатор, как переменной емкости?

Почему кривая на графике конденсатора имеет такой вид?

Перечислите единицы измерения емкости, индуктивности, сопротивления.

Почему кривая на графике индуктивности имеет такой вид?

Что относится к пассивным компонентам?

[Автотрансформатор](#)

[Аттенуатор](#)

[Вариконд](#)

[Катушка индуктивности](#)

[Катушка Румкорфа](#)

[Мемристор](#)

[Непроволочные резисторы](#)

[Переменный конденсатор](#)

[Переменный резистор](#)

[Плавкий предохранитель](#)

[Подстроечный резистор](#)

[Потенциометр \(резистор\)](#)

[Резистор](#)

[Реостат](#)

[Самовосстанавливающийся предохранитель](#)

[Силовой трансформатор](#)

[Схемы на переключаемых конденсаторах](#)

[Тензорезистор](#)

[Терминатор \(электроника\)](#)

[Ферритовый фильтр](#)

[Шунт](#)

[Электрический конденсатор](#)

[Электрический предохранитель](#)

[Электролитический конденсатор](#)

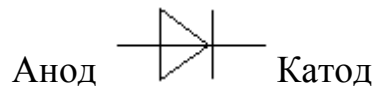


## Практическое занятие №2

### Тема. Освоение программы Proteus. Исследование диодов.

**Цель:** Исследование и демонстрация работы диодов. Изучение компонентов из Modellig primitives.

Полупроводниковый диод – это прибор с одним электронно-дырочным (р-п) переходом и двумя выводами, называемыми анодом (А) и катодом (К). Условное обозначение:



Рассмотрим вольт-амперную характеристику идеального диода. При прямом напряжении ток экспоненциально растёт с ростом напряжения, при обратном – не зависит от напряжения и равняется тепловому току  $I_s$  и вольт-амперная характеристика (ВАХ) идеального диода выглядит следующим образом:



Рисунок 1 - Вольт-амперная характеристика диода (ВАХ)

## Ход работы.

### 1 Исследование ВАХ.

Соберите в Протеусе схему как указано на рисунке 3. В качестве источника напряжения нужно выбрать Pwin на левой вкладке рисунок 2. Повторите настройки Pwin как на рисунке 2.

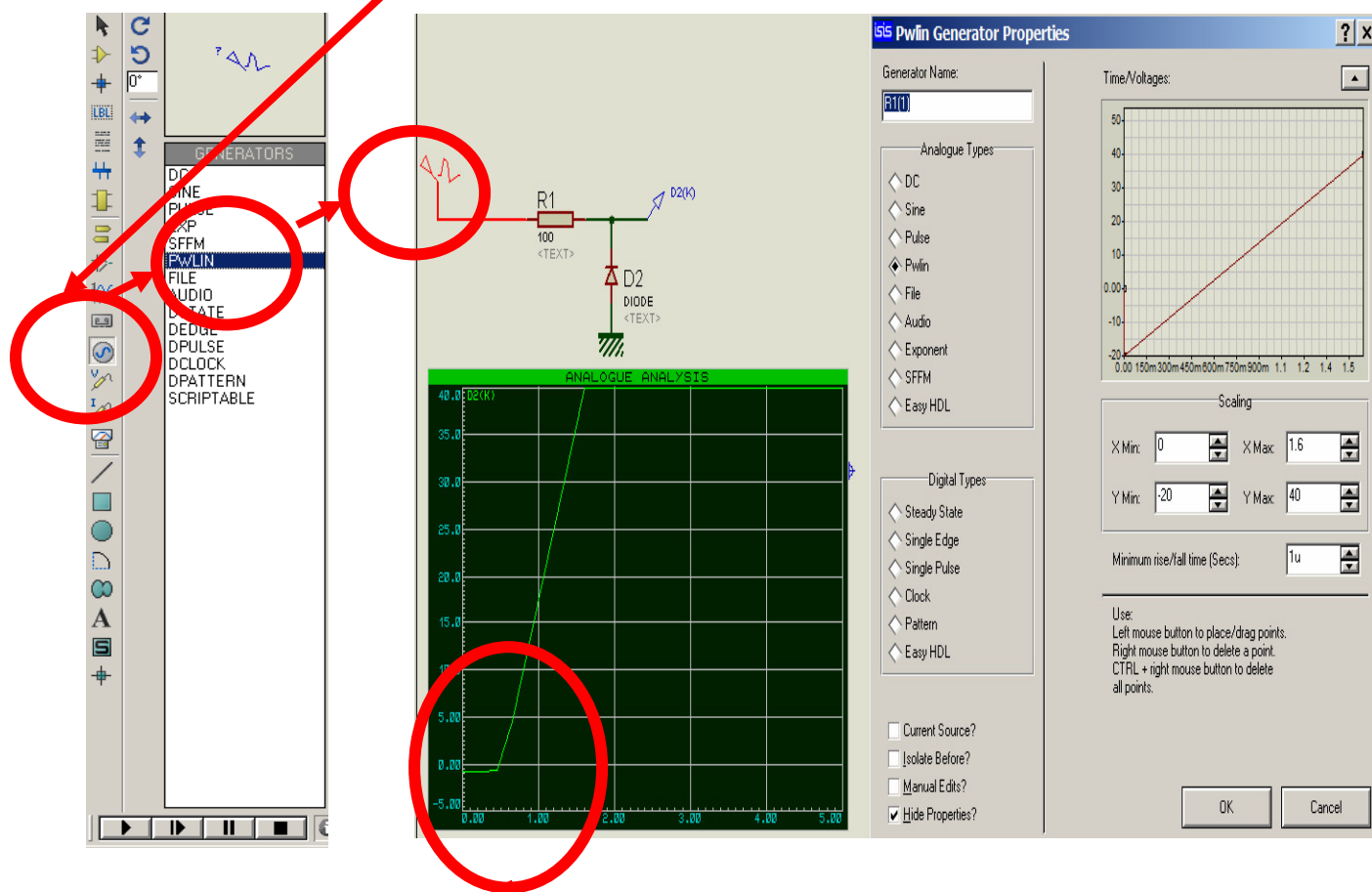


Рисунок 2 – Выбор Pwin

Рисунок 3 – Схема и график исследования ВАХ

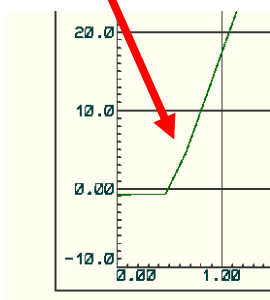


Рисунок 4 – Увеличенная часть графика исследования вольт-амперной характеристики идеального диода.

Реальная характеристика диода отличается от идеальной, поскольку материал диода обладает сопротивлением, поэтому прямая ветвь ВАХ при значительных токах имеет линейный (омический) участок.

## 2 Исследование свойств диода

Собирайте схемы по рисункам 5 – 9.

Постройте графики в точках, какие указаны на схемах.

Письменно ответьте на вопросы для защиты.

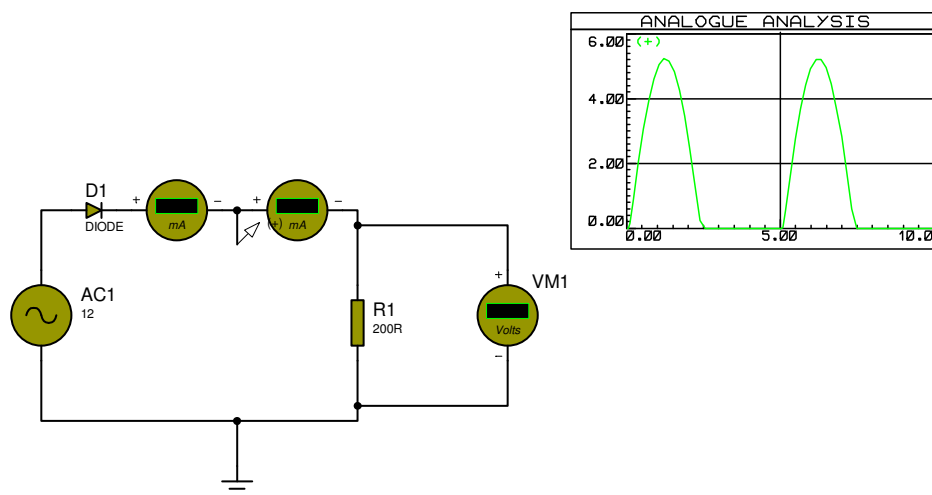


Рисунок 5 – Выпрямительные свойства диода. Однополупериодная схема.

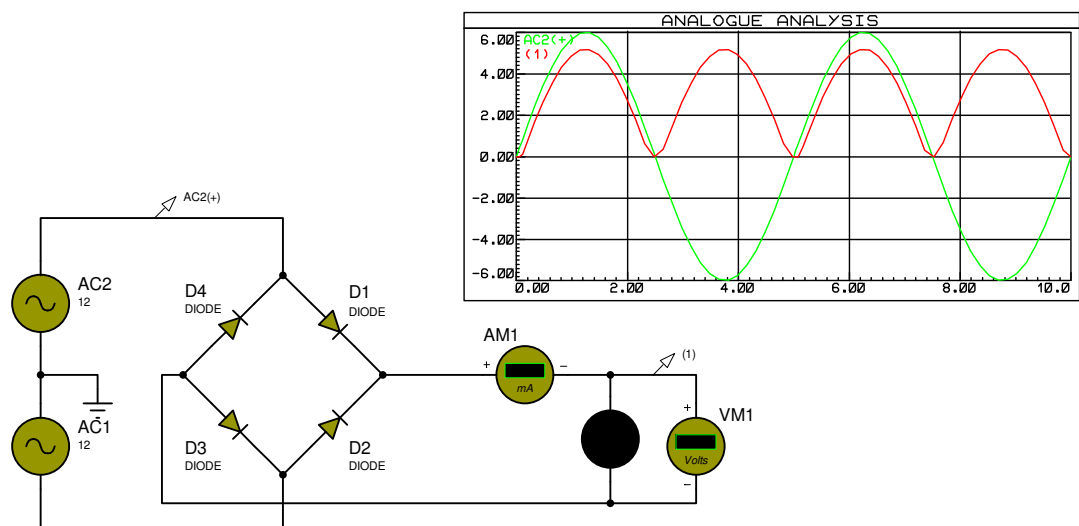


Рисунок 6 – Выпрямительные свойства диодного мостика. Мостовая двух полупериодная схема.

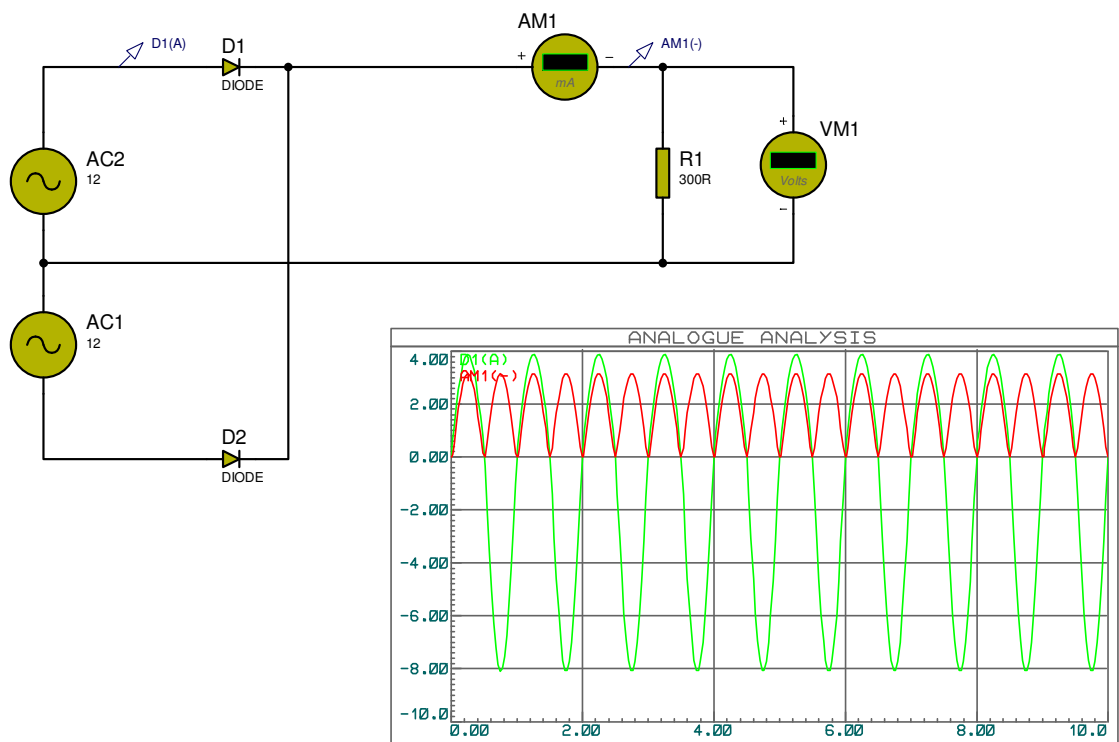


Рисунок 7 – Выпрямительные свойства диода. Двух полупериодная схема с двумя источниками переменного тока.

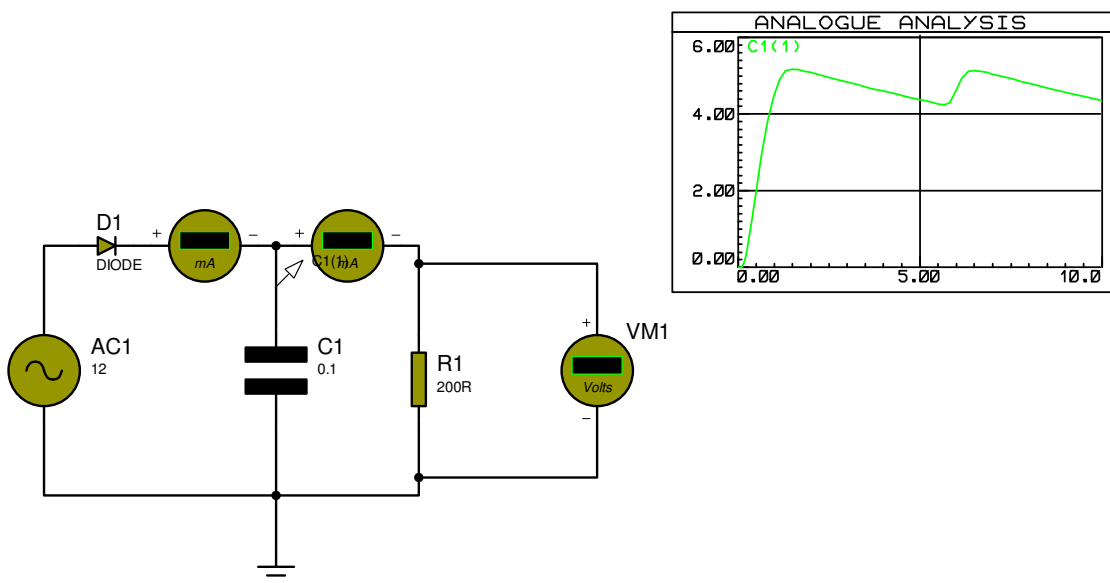


Рисунок 8 – Выпрямительные свойства диода и сглаживающего конденсатора.

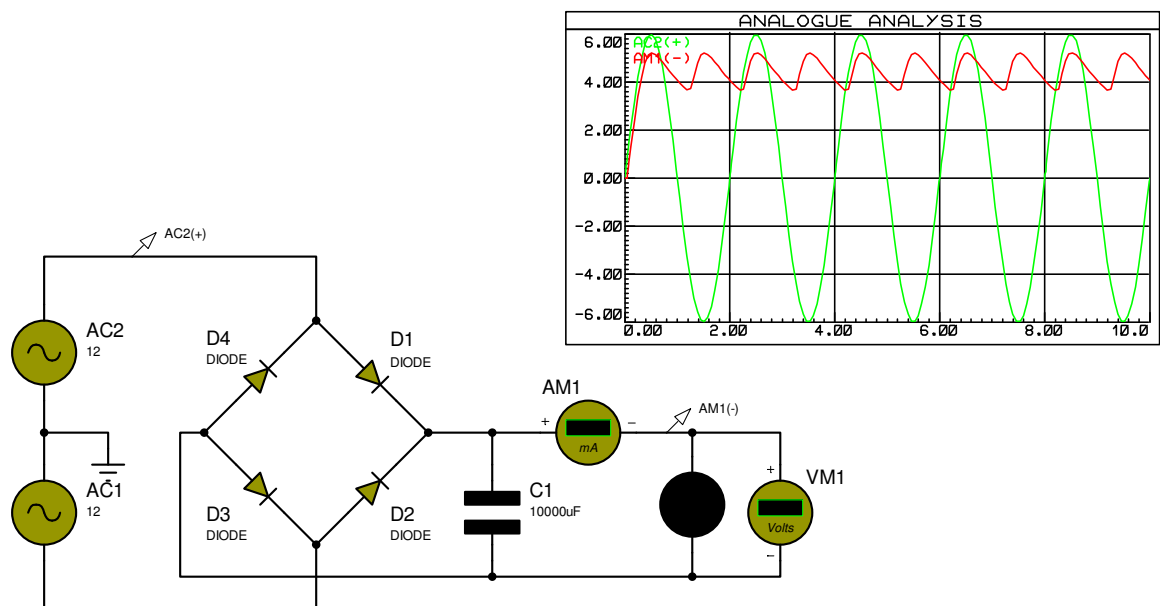


Рисунок 9 – Выпрямительные свойства диода. Двух полупериодная схема с двумя источниками переменного тока и емкостным фильтром уменьшения пульсаций.

### Вопросы для защиты

- Устройство и принцип действия полупроводникового диода.
- Обозначение и маркировка полупроводниковых диодов.
- Изобразите временную диаграмму напряжения в одном из диодов двухполупериодного выпрямителя (вместе с диаграммой входного напряжения).
- Как избавиться от пульсаций напряжения на выходе выпрямителя? Поясните с помощью временной диаграммы.
- Каково назначение балластного резистора в параметрическом стабилизаторе напряжения?

## Практическое занятие №3

### Исследование тиристора

**Цель:** Исследование работы тиристора.



Рисунок 1 – Обозначение тиристора (тринистора)

На рисунке 1 представлен обычный вид тиристора. Состоит он из четырех чередующихся типов электро-проводимости областей полупроводника и имеет три вывода: анод, катод и управляющего электрод. Анод — это контакт с внешним p-слоем, катод — с внешним n-слоем.

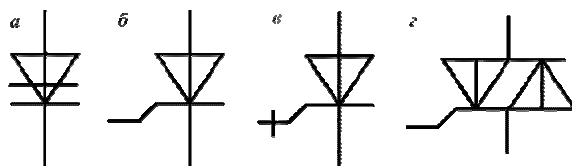


Рисунок 2 - Условные обозначения тиристорных устройств: *а* – динистора; *б* – однооперационного тиристора; *в* – двухоперационного тиристора; *г* – симистора

#### Ход работы.

- 1 Соберите схемы по рисункам 3,4,5 (представьте для просмотра преподавателю).
- 2 Для схем 4 и 5 зарисуйте графики в положении потенциометра 20%, 60% и 77%.
- 3 Письменно ответьте на вопросы для защиты

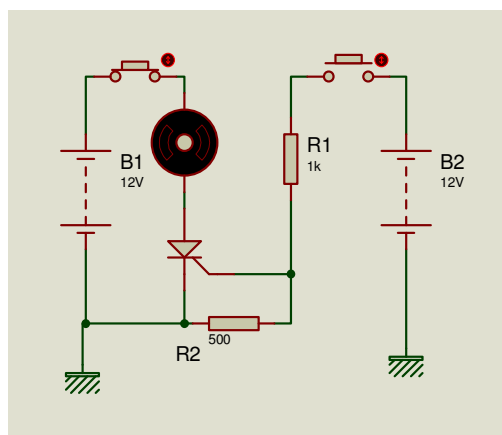


Рисунок 3 – Демонстрация работы тиристора в цепях постоянного тока

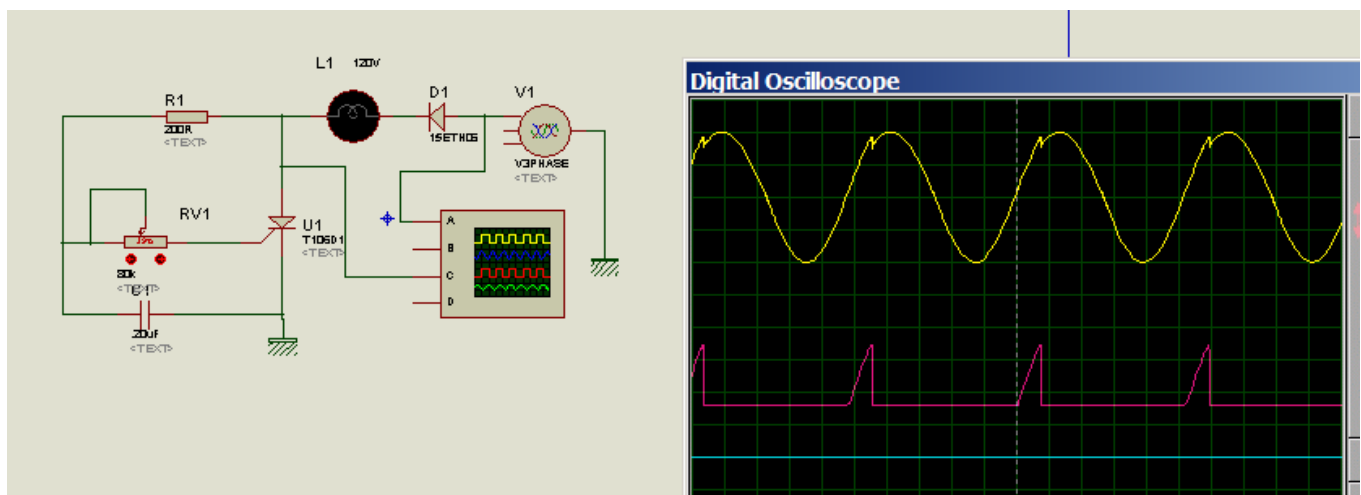


Рисунок 4 – Демонстрация работы тиристора в цепях переменного тока

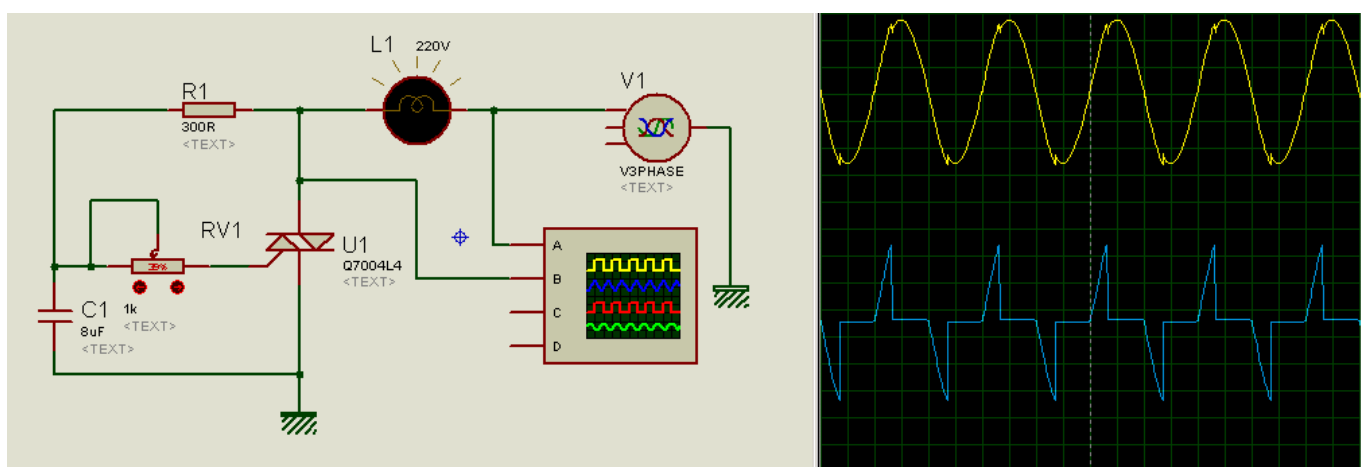


Рисунок 5 – Демонстрация работы симистора (триака) в цепях переменного тока

### Вопросы для защиты.

1. Что представляет собой собственная и примесная электропроводности?
2. Охарактеризуйте состояния n-p-перехода при прямом и обратном включении?
3. Поясните принцип работы тиристора.
4. Чем работа тиристора отличается от работы триака?
5. Как устанавливается напряжение у трехфазного генератора?
6. Зарисуйте все три схемы и назовите из компоненты.
7. Приведите примеры использования диодов, тиристоров.

## Практическое занятие №4

### Тема: Исследование биполярного транзистора

Цель: Исследование биполярного транзистора. Сборка схем с транзисторами. Изучение программы PROTEUS.

Ход работы.

- 1 Соберите схему 1.
- 2 Изменяя положение переменного резистора RV1 от 0% до 100% с шагом 10, рисунок 1, постройте таблицу показаний входного и выходного напряжения.
- 3 Соберите схему 2.
- 4 Изменяя положение переменного резистора RV1 от 0% до 100% с шагом 10, рисунок 2, постройте таблицу показаний входного и выходного тока.
- 5 Рассчитайте по таблице коэффициенты усиления по току, напряжению и по мощности.
- 3 Письменно ответьте на вопросы для защиты.

#### Коэффициент усиления транзистора по напряжению

Данный коэффициент вычисляется по формуле

$$KU = U_2 / U_1, \text{ (где } U_2 \text{ - изменение напряжения на выходе, а } U_1 \text{ - изменение напряжения на входе)}$$

Коэффициент усиления по току ( $\beta$ ) – отношение величины силы тока в коллекторе ( $I_k$ ) к силе тока в базе ( $I_B$ ) при неизменном напряжении в переходе коллектор-эмиттер:

$$KI (\beta) = I_K / I_B, \text{ при } U_{K-Э} = \text{const.}$$

Коэффициент усиления транзистора по мощности можно также определить произведением коэффициента усиления по току ( $KI$ ) и коэффициента усиления по напряжению ( $KU$ ):

$$KP = KI * KU$$

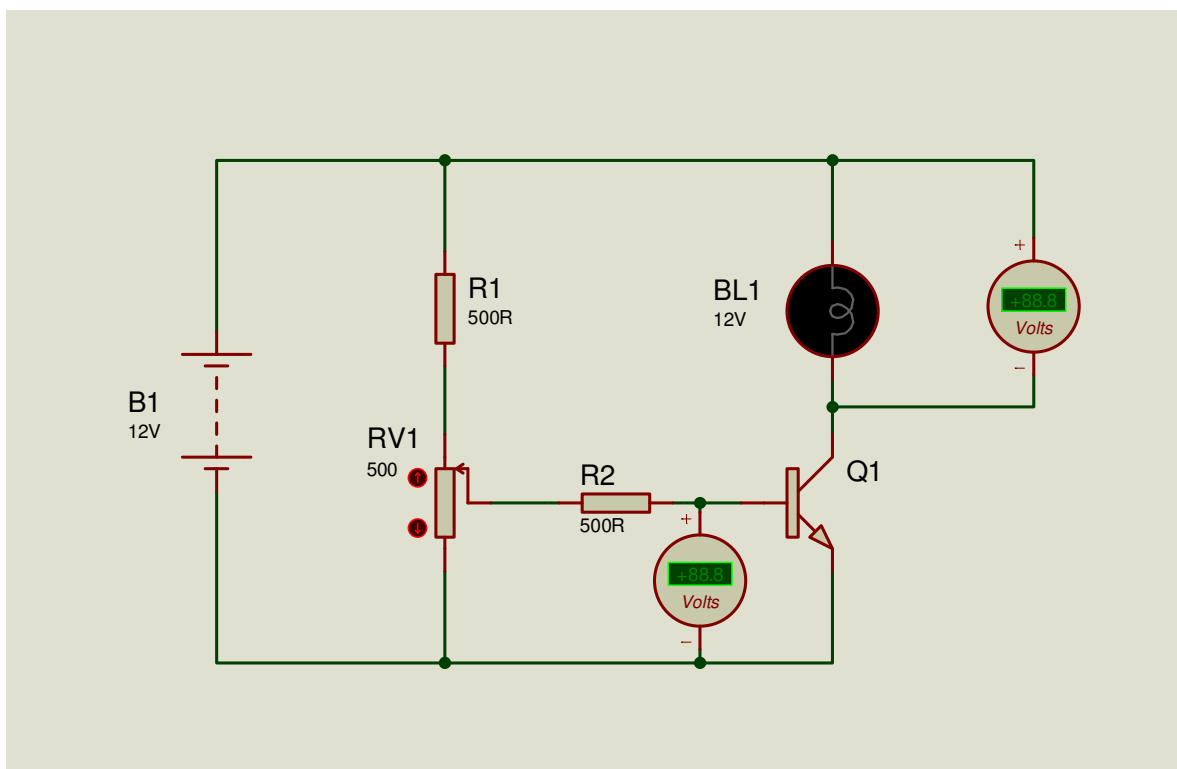


Рисунок 1 - Схема исследования усиления по напряжению у биполярного транзистора



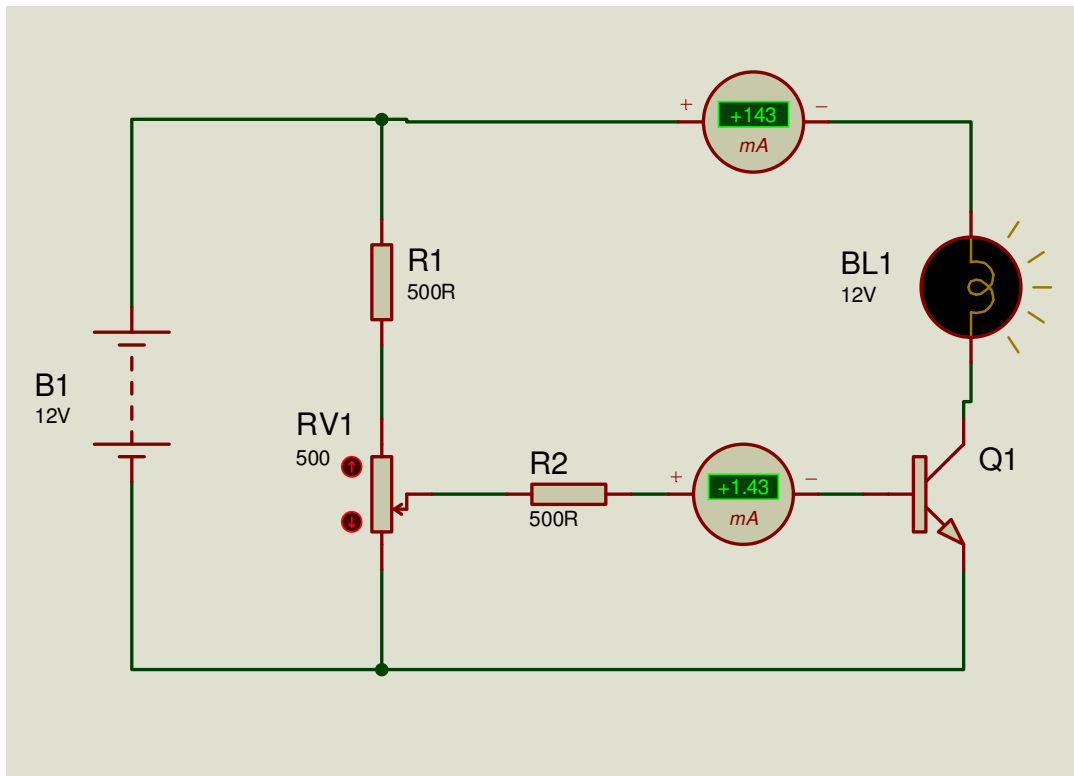


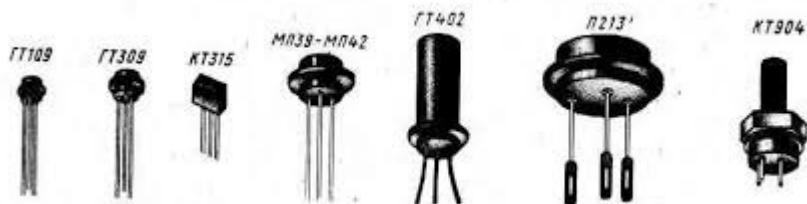
Рисунок 2 - Схема исследования усиления по току у биполярного транзистора

### Вопросы для защиты.

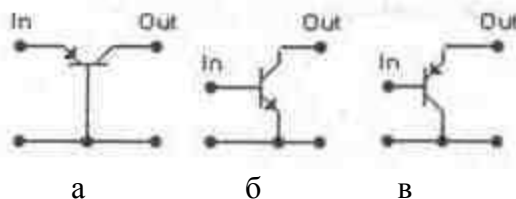
1 Какое напряжение + или – подключается эмиттеру NPN и коллектору PNP?



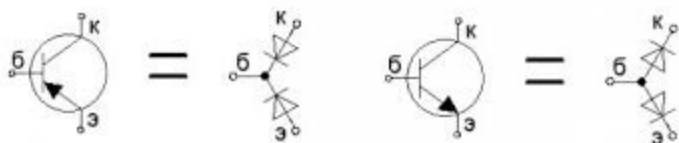
2 Определите по справочнику какие транзисторы NPN и PNP?



3 Укажите включение с общим эмиттером?



4 Как омметром проверить исправность транзистора?

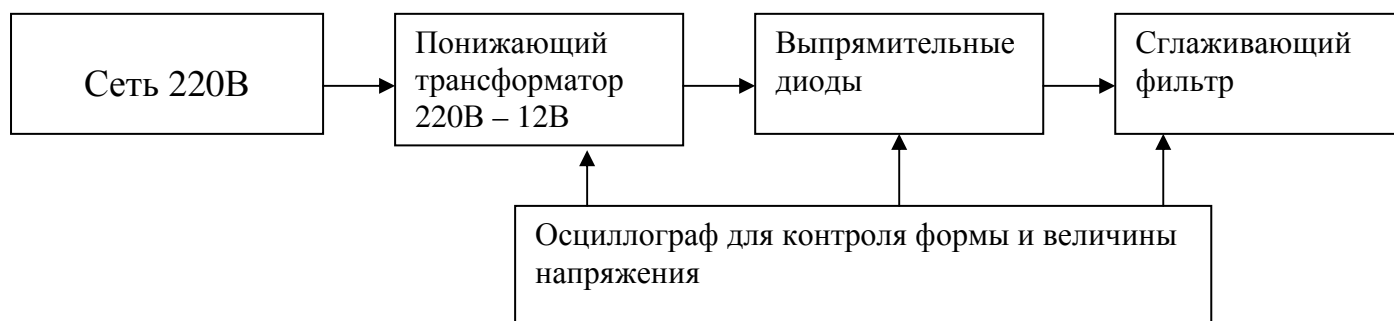


5 Объясните принцип работы биполярного транзистора.

## Практическое занятие №5

### Тема: Расчет и сборка вторичного источника питания

**Цель:** Рассчитать выходное напряжение вторичного источника питания, получить стабилизированное напряжение, исследовать форму напряжения в точках контроля и определить напряжение пульсации на нагрузке.



#### Ход работы:

1. Соберите схему источника питания согласно рисунка 3. Используйте компоненты V3PHASE – промышленная сеть - источник питания, TRAN-2P3S – трансформатор, 1N4001 – диод, резистор 10 ом, осциллограф, электролитический конденсатор HITEMP1U25V, переключатель на 3 положения SW-ROT-3.
2. Выставьте параметры трансформатора, согласно рисунка 1. Первичная обмотка 1Н, вторичная 0.1Н, коэфф. трансформации 0.1, т.е. получаем десятую часть от входного напряжения на всей вторичной обмотке (она состоит из 2-х катушек).

Edit Component	
Component Reference:	TR1
Component Value:	TRAN-2P3S
Primary Inductance:	1H
Total Secondary Inductance:	.1H
Coupling Factor:	0.1
Primary DC resistance:	1m
Secondary DC resistance:	1m

HITEMP1000U25V

Рисунок 1 – Задание параметров для понижающего трансформатора TRAN-2P3S

## Настройки осциллографа для измерения пульсаций

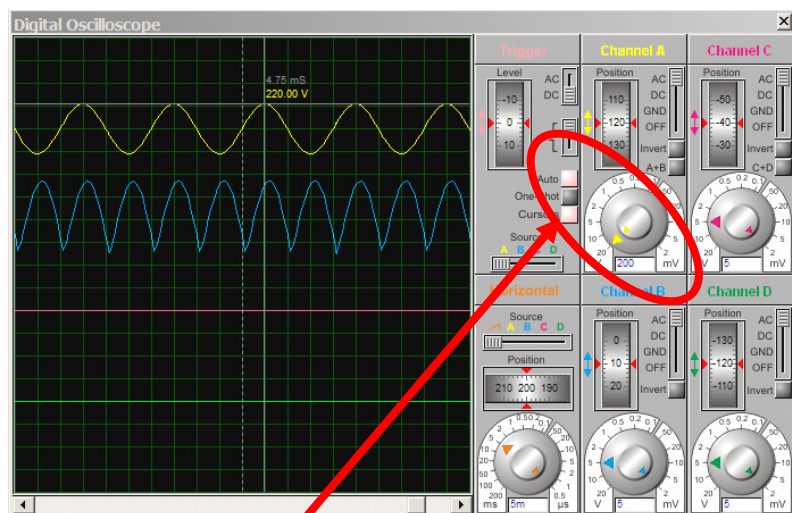


Рисунок 2 – Настройки осциллографа

При измерении формы выходного напряжения и напряжения пульсации нажимаем кнопку «Cursors» и устанавливаем множитель, щелкнув кнопкой по указанному окошку и Enter .

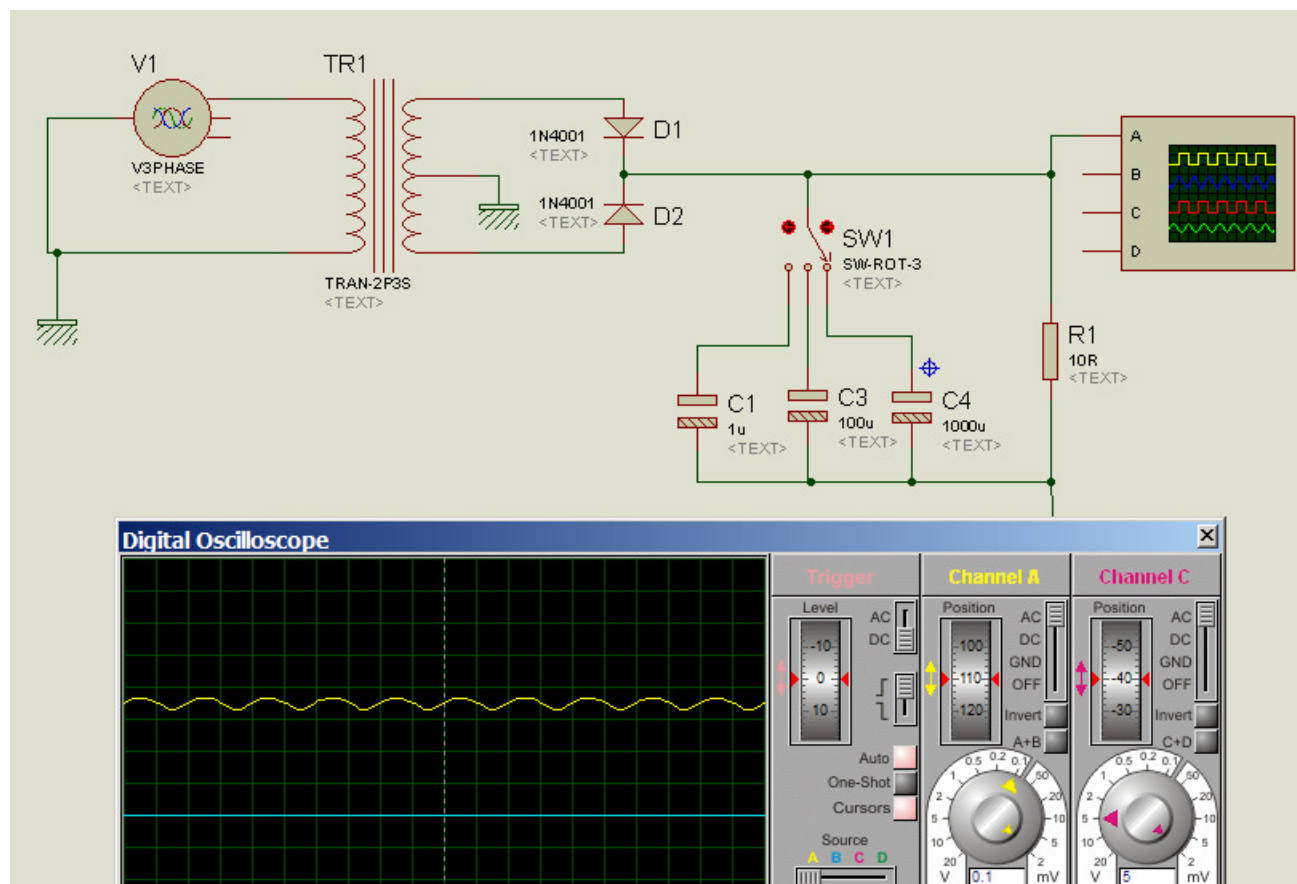
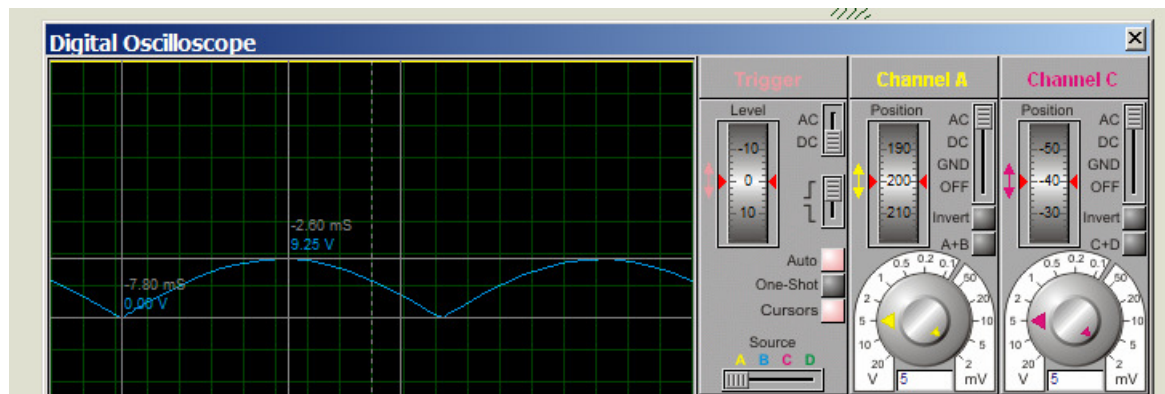


Рисунок 3 – Схема двух полупериодного выпрямителя

Зарисуйте осциллограммы и измерьте пульсации выходного напряжения.



3. Изменяя индуктивность первичной и вторичной катушек трансформатора (значит количество витков, т.е. коэффициент трансформации) получите выходные напряжения при  $C=1000 \text{ мкф}$  ( $1000\mu$ ). Замерьте пульсации при величине емкостей  $1\mu$ ,  $100\mu$  и  $1000\mu$ .

(Таблица 1).

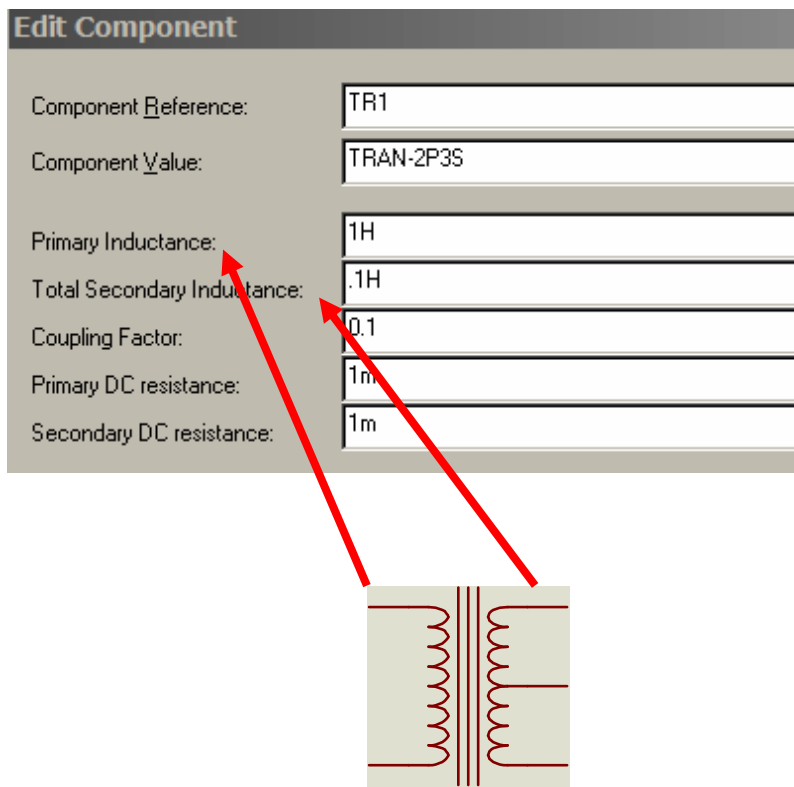


Таблица 1

Номер компьютера	Значение выходного напряжения в вольтах
1.	3
2.	12
3.	6
4.	8
5.	4
6.	24
7.	5
8.	9
9.	15
10.	18

### **Вопросы для защиты.**

1. Возможно ли изготовление источников питания с номиналами выходного напряжения большего чем входное?
2. Как определить величину пульсации выходного напряжения?
3. Какова роль емкостного фильтра?
4. Что такое коэффициент трансформации?
5. Чем отличаются графики выходного напряжения вторичного источника электропитания при однополупериодной и двух полупериодных схемах?