

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«Исследование электрической цепи переменного тока»

Цель работы: Анализ электрической цепи (ЭЦ) переменного тока (ПТ) (ЭЦПТ) методами теории электрических цепей (ТЭЦ) и ее моделирование в Electronics Workbench (EWB).

1 Задание на выполнение работы (содержание отчета)

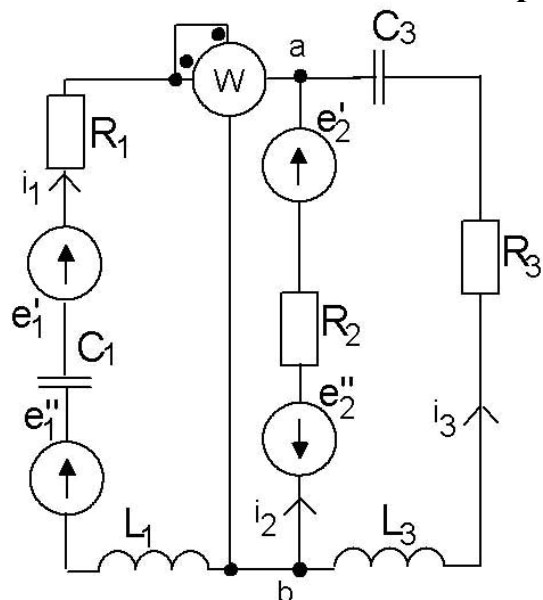


Рисунок 1 – Исходная схема ЭЦ

ЭЦПТ содержит три ветви (рисунок 1).

1.1 Рассчитать токи в ветвях методами:

- контурных токов (КТ);
- узловых потенциалов (УП);


1.2 Собрать схему ЭЦ в среде Electronics Workbench и в компьютерном эксперименте:


- определить токи во всех ветвях;
- измерить мощность в первой ветви;
- измерить разность фаз тока и напряжения на индуктивности и резисторе.

7 Моделирование ЭЦ в системе Electronics Workbench (EWB)


Сборка схемы ЭЦ (рисунок 8) и подключение измерительных приборов осуществляется в среде EWB (рисунок 9).

7.1 Запись рабочего файла.

После загрузки EWB следует задать имя файла, в котором будет сохранена схема моделирования. Для этого следует щелкнуть мышкой по иконке  и в появившемся окне **Save Circuit File** выбрать диск, папку, тип файла (.EWB по умолчанию) и его имя. Для однозначной идентификации исполнителя имя файла шифруется по шаблону:

<аббревиатура дисциплины>-<порядковый номер работы>_<группа>-<вариант (номер по списку)>, например, toe_lr-03_ae06-30. Имя этого файла появится на верхней панели рабочего поля после нажатия клавиши .

7.3 Построение сетки

Для правильной ориентации элементов схемы желательно строить ее с привязкой к сетке рабочего поля. Для этого поместить мышку на рабочее поле и нажать правую кнопку. В выпадающем меню выбрать строку **Schematic Options...** - **Свойства схемы**. В появившемся одноименном окне выбрать закладку **Grid** – **Сетка**, в которой отметить галочками  опции **Show grid** – **Показать сетку** и **Use grid** – **Использовать сетку**. В результате на рабочем поле появится сетка.

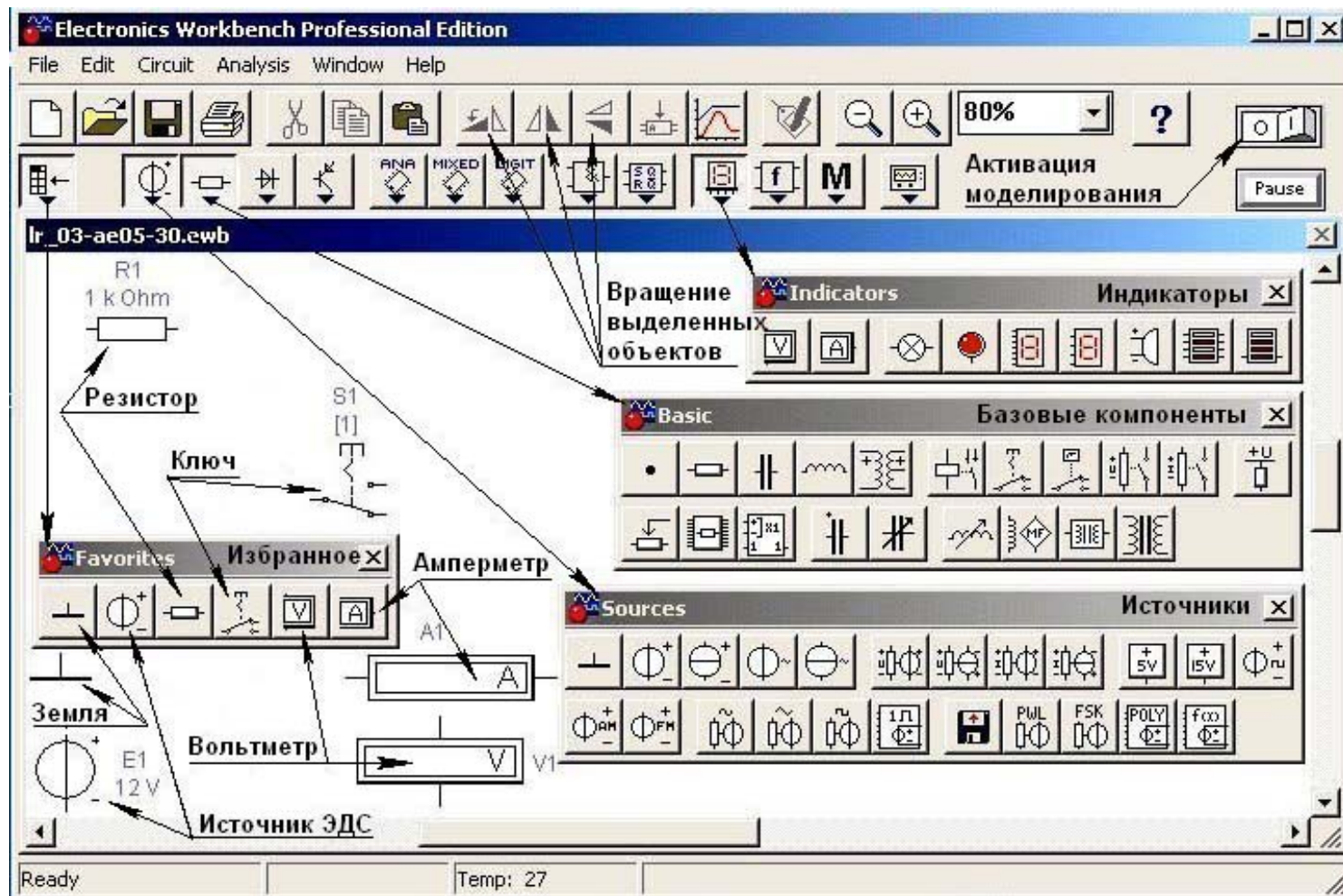



Рисунок 9 – Рабочий стол Electronics Workbench




7.4 Установка, перемещение копирование, вырезание и удаление компонента

Компоненты на рабочее поле вытягиваются мышкой из панелей компонентов. Для этого указатель мышки помещается на иконку нужного элемента, нажимается и удерживается левая кнопка мыши, перемещением которой выбранный компонент помещается в предназначенное для него место рабочего поля и отпускается кнопка мыши.

Если необходимо дополнительно переместить компонент, то следует поместить на него указатель мыши и, когда он примет вид руки , нажать левую клавишу и, удерживая ее, переместить компонент в нужное место.

Для вырезания, копирования или удаления объекта следует выделить его, нажать правую кнопку мыши и выбрать в выпадающем меню соответственно строку **Cut**, **Copy** или **Delete**.

7.5 Ориентация (вращение) компонентов.

Ориентация компонента (выделенного красным цветом) осуществляется нажатием на кнопки панели инструментов **Rotate** – Вращать , **Flip Horizontal** – Отразить горизонтально  и **Flip Vertical** – Отразить вертикально .

Второй вариант вращения. Если переместить мышью на компонент, то ее указатель принимает вид руки и после нажатия правой кнопки в выпадающем меню для требуемой ориентации выбирается соответствующая строка.

7.6 Свойства компонента (основные)

Поместить на компонент указатель мыши и, когда он примет вид руки, нажать правую кнопку. В меню выбрать строку **Component Properties...** – Свойства компонента.

7.6.1 Свойства источника ЭДС постоянного тока (Battery Properties)

Label – Обозначение - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение:

Voltage (V) – Напряжение (В) - задается согласно варианту схемы;

Voltage tolerance – Погрешность % - общая установка системы.

7.6.2 Свойства резистора (Resistor Properties)

Label – Обозначение:

Label - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение:

Resistance (R) – Сопротивление - задается согласно варианту схемы;

Resistance tolerance – Погрешность % - общая установка.

7.6.4 Свойства вольтметра (Voltmeter Properties)

Label – Обозначение:

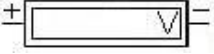
Label - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение:

Resistance (R) – Сопротивление - задается согласно модели (это внутреннее сопротивление вольтметра и чем он больше тем меньше влияние вольтметра на исследуемую ЭЦ);

Mode – Режим - Accurase Current (переменный ток).

Клемма со стороны жирной линии – отрицательная .

7.6.5 Свойства амперметра (Ammeter Properties)

Label – Обозначение:

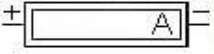
Label - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение:

Resistance (R) – Сопротивление - задается согласно модели (это внутреннее сопротивление амперметра и чем оно меньше тем незначительнее влияние амперметра на моделируемую ЭЦ);

Mode – Режим - Accurase Current (переменный ток). - Direct Current (постоянный ток) по умолчанию.

Клемма со стороны жирной линии – отрицательная .

7.6.6 Свойства источника ЭДС переменного тока (AC Voltage source Properties)

Label – Обозначение - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение:

Voltage (V) – Напряжение (В) - действующее значение согласно варианту;

Frequency (F) – Частота (Гц) - согласно варианту схемы;

Phase – Фаза (град) - согласно варианту схемы;

Voltage tolerance – Погрешность % - общая установка системы.

Положительная полуволна синусоиды, изображенная около источника, указывает на его положительный полюс.

7.6.7 Свойства измерительного трансформатора тока (ИТТ) (Coreless Coil Properties)

Label - Обозначение:

Label - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение:

Number of inductor turns (N) – Коэффициент преобразования тока в напряжение - по умолчанию 1 ампер преобразуется в 1 вольт (1A => 1V).

7.6.8 Свойства измерительного трансформатора напряжения (ИТН) (Nonlinear Transformer Properties)

Label - Обозначение:

Label - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение:

Models (Модель).

Library – библиотека компонентов - по умолчанию.

Model (Модель) - по умолчанию.

Параметры модели можно отредактировать нажав кнопку .

7.6.8 Свойства перемножителя (Multiplier Properties)

Label - Обозначение:

Label - задается согласно обозначению на схеме;

Reference ID – Идентификатор - устанавливается системой.

Value – Значение – можно оставить по умолчанию или отредактировать.

7.7 Соединение и вставка компонентов в существующую линию

Для подсоединения вывода компонента к другому или к линии следует подвести мышь к нужному выводу и, когда появится точка, нажать левую клавишу, удерживая которую вытянуть соединительную линию до нужного вывода или линии. В точке подсоединения к линии появляется узел “●”. Если точка, к которой вытянута линия, находится близко к выводу компонента, то соединительная линия не подключается и узел не образуется.

Компонент можно вставить в существующую линию, если позволяет расстояние между соседними компонентами. Для вставки компонента необходимо сориентировать его выводы параллельно линии, а затем переместить компонент до совпадения его выводов с линией. Проверку соединения можно осуществить перемещение компонента.

8 Модель ЭЦ переменного тока

После сборки схемы, задания свойств компонентов и запуска процесса моделирования измерительные приборы дадут значения тока в ветвях и напряжение между узлами (рисунок 3).

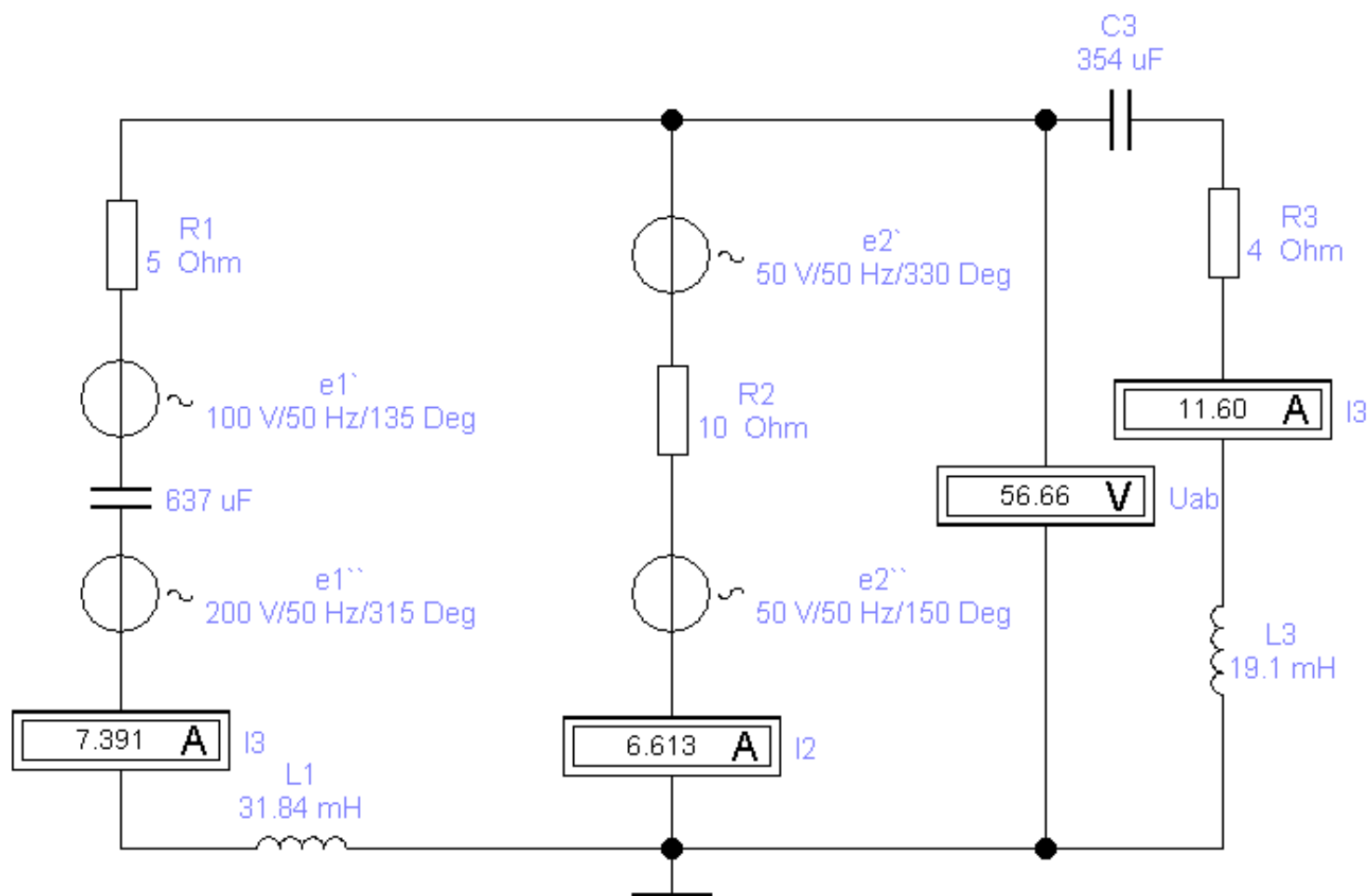


Рисунок 3 – Модель ЭЦ переменного тока

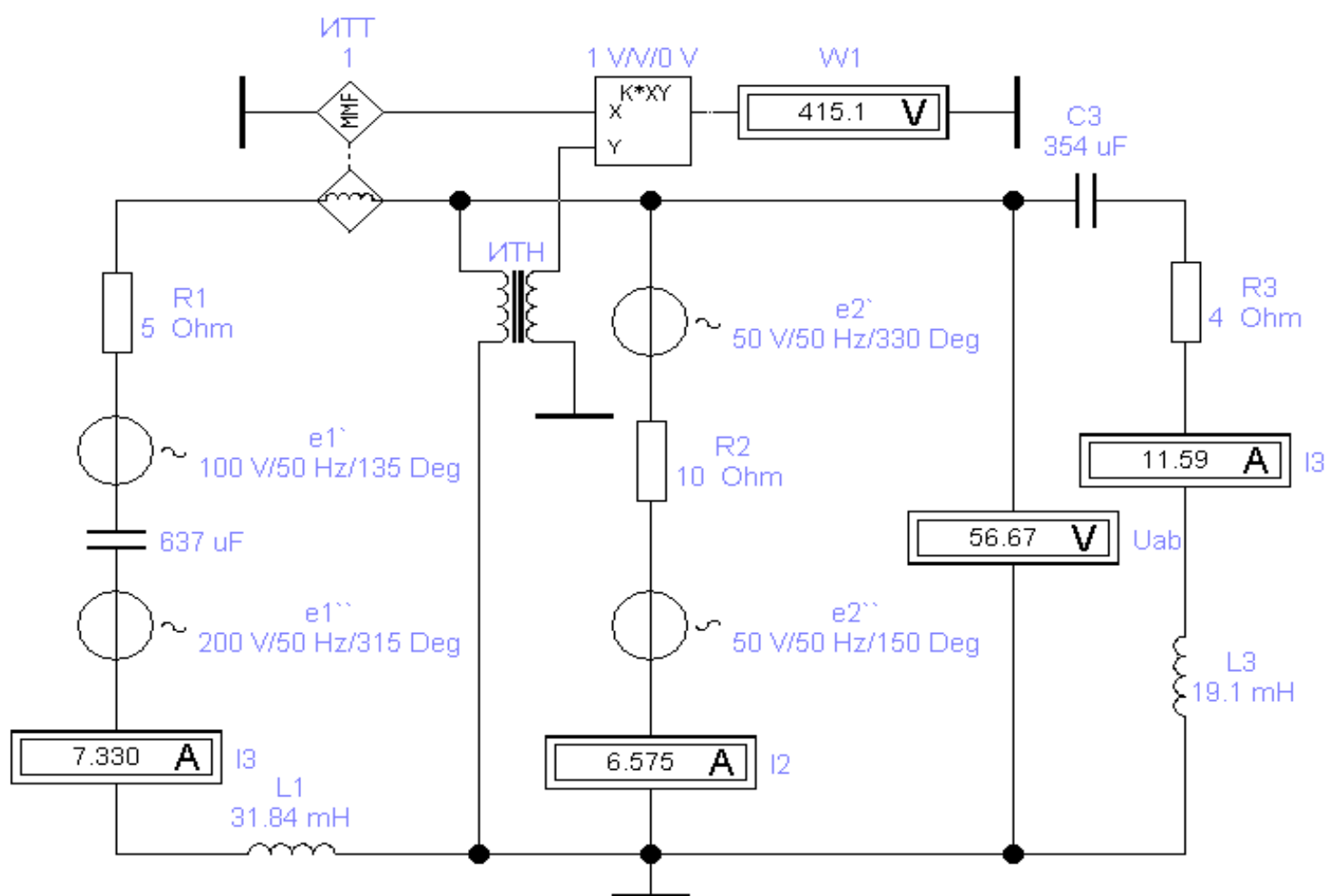





Рисунок 4 – Измерение мощности в первой ветви



9 Измерение мощности.

Для измерения мощности в соответствующей ветви необходимо установить

измерительные трансформаторы тока (ИТТ) , и напряжения (ИТН) , перемножитель  и вольтметр в режиме постоянного тока (рисунок 4).

После сборки схемы, задания свойств компонентов и запуска процесса моделирования вольтметр даст значение активной мощности в первой ветви (рисунок 4).

10 Измерения сдвига фаз между током и напряжением на катушке индуктивности L_3 (заземленный компонент)

Для измерения мощности в первой ветви необходимо установить измерительные трансформатор тока (ИТТ)  и осциллограф  (рисунок 5).

После сборки схемы, задания свойств компонентов и запуска процесса моделирования на осциллографе появятся осциллограммы (рисунок 6). Для разворачивания осциллографа следует щелкнуть по нему дважды и на увеличенном осциллографе нажать кнопку **Expand** - расширить.

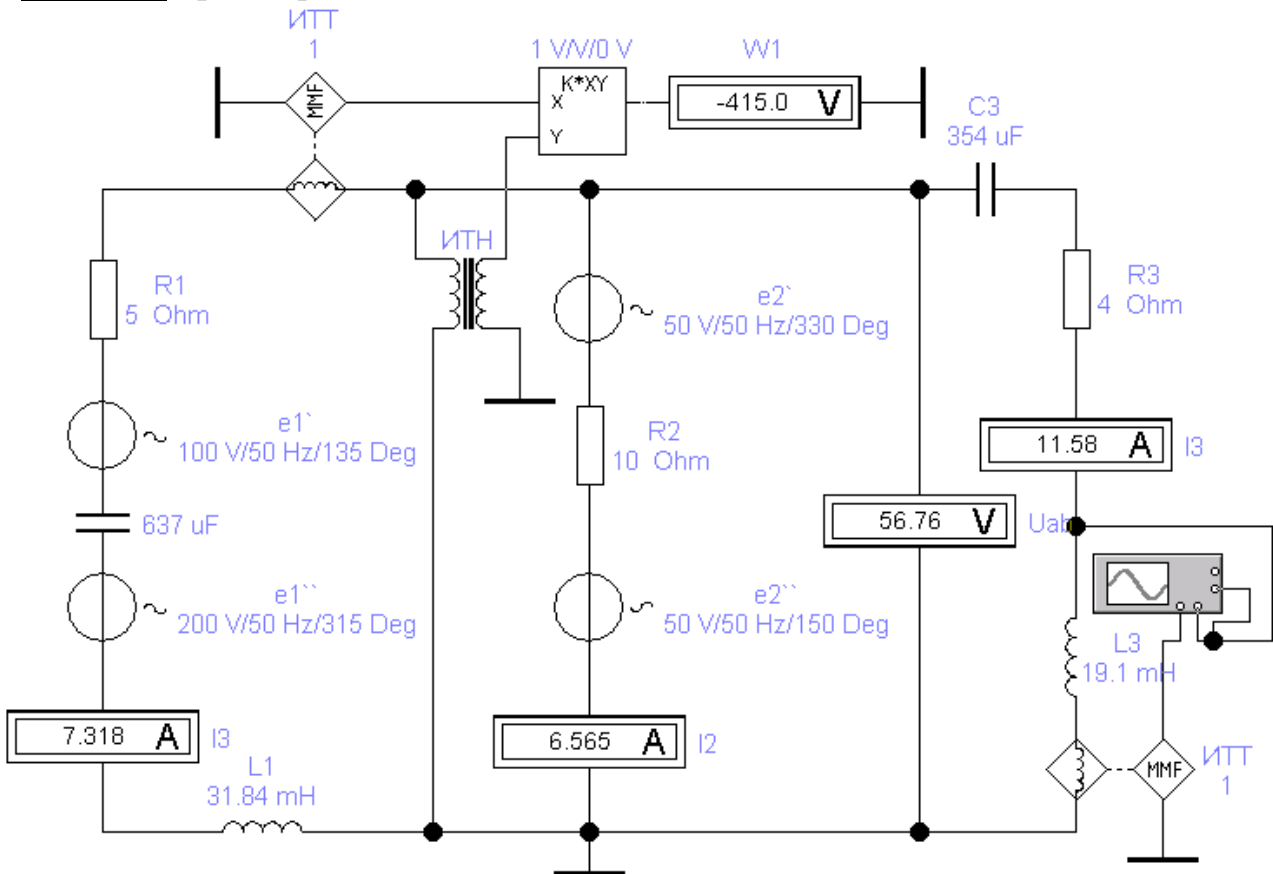





Рисунок 5 – Измерение сдвига фаз напряжения и тока на индуктивности L_3

10 Измерения сдвига фаз между током и напряжением на резисторе (R_3 незаземленный компонент)

Для измерения сдвига фаз в соответствующей ветви необходимо установить:

измерительные трансформаторы тока (ИТТ)  и напряжения (ИТН) , и осциллограф  (рисунок 7).

После сборки схемы, задания свойств компонентов и запуска процесса моделирования на осциллографе появятся осциллограммы (рисунок 8). Для разворачивания осциллографа следует щелкнуть по нему дважды и на увеличенном осциллографе нажать кнопку **Expand** - расширить.

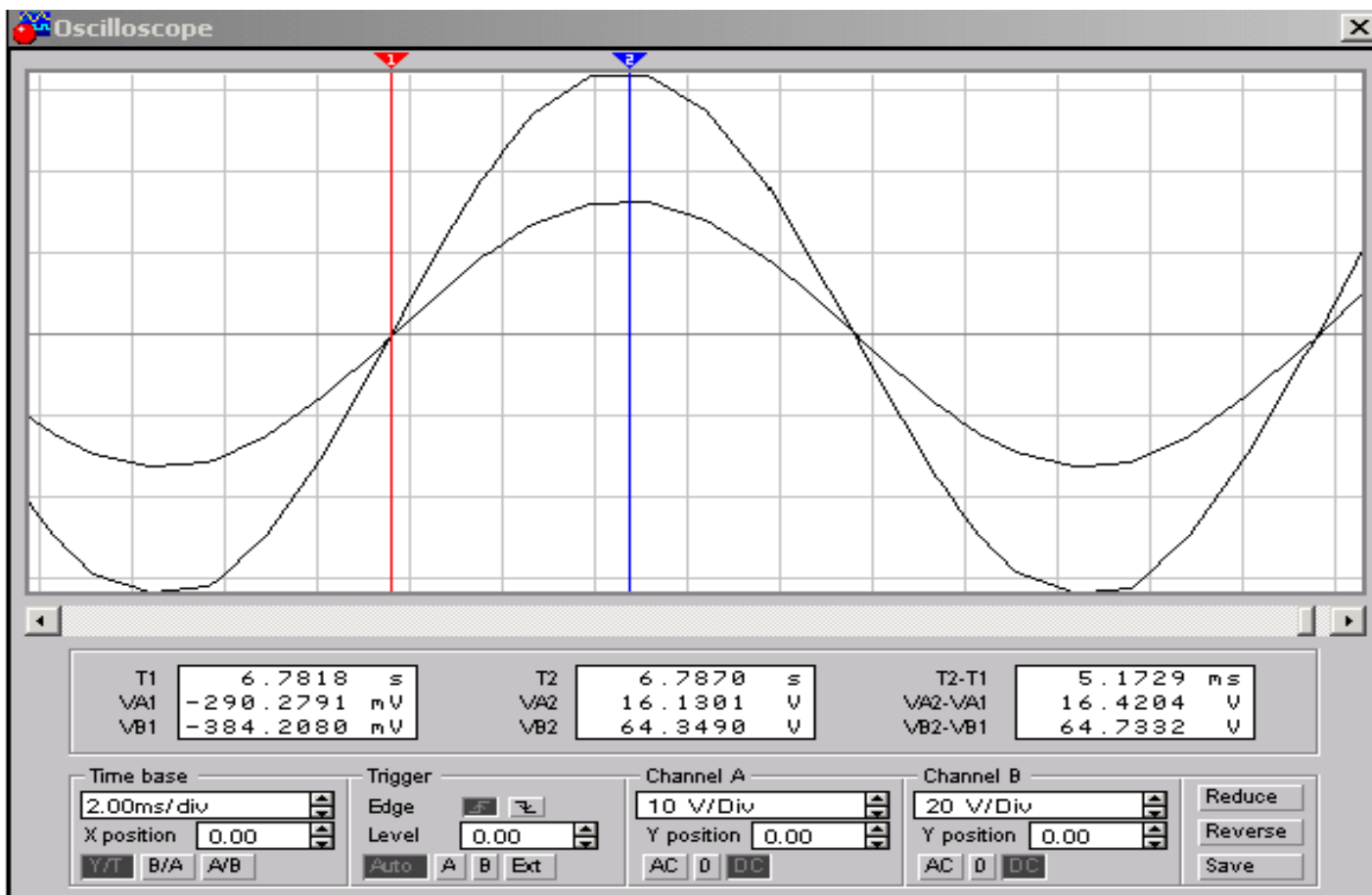


Рисунок 8 – Осциллограмма напряжения и тока на резисторе R_3

11 Отчет (в электронном виде формата Word):

- титульный лист;
- цель работы;
- исходная схема;
- модель схемы в EWB с результатами;
- схема измерения мощности с результатами;
- схемы измерения сдвигов фаз между напряжениями и токами на индуктивности и резисторе с осциллограммами.
- выводы (сравнить результаты расчетов и моделирования по каждому пункту лабораторной работы).

12 Контрольные вопросы:

- получение синусоидальной ЭДС;
- сопротивления и проводимости элементов участков ЭЦ синусоидальному току;
- фазы токов и напряжений на элементах и участках ЭЦ;
- эквивалентные преобразования ЭЦ;
- диаграммы мгновенных значений;
- векторные диаграммы;
- мощности в ЭЦ синусоидального тока.

13 Используемые источники

- 1 Панфилов Д.И. и др. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Лаборатория на компьютере: В 2 т./Под общ.ред. И.Панфилова. – Т.1: Электротехника.-2-е изд.-М.: Изд-во МЭИ, 2004.-304 с.
- 2 Атабеков Г.И. Основы теории цепей. - СПб, Лань, 2006. – 432 с.