Применение симуляторов для расчета электрических цепей

Возможности (не все)

- Расчет установившегося режима
- Снятие частотных характеристик
- Расчет переходных процессов
- Расчет цепей с нелинейными элементами, вращающимися машинами (двигатели, генераторы), причем с учетом механической нагрузки
- Расчет цепей с периодической коммутацией ключей

Упрощенная классификация симуляторов

- Для моделирования электрических цепей
- Для моделирования высокочастотных (ВЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) устройств (учтены волновые эффекты)
- Для моделирования «всего подряд» — универсальные симуляторы

Моделирование электрических цепей (МЭЦ)

- Можно моделировать цепи с сосредоточенными параметрами
- Можно моделировать процессы, представленные в виде электрической аналогии (электротепловая аналогия, электромеханическая аналогия)
- Есть модели сложных электронных компонентов (микросхемы, в том числе микроконтроллеры)
- Сложно построить модель вида «схема – система управления схемой с известным принципом работы, но неизвестной электрической схемой»

ВЧ– и СВЧ–устройства

- Если коротко, то на ВЧ начинают сказываться распределенные емкости и индуктивности элементов цепи, в том числе и проводников
- Симулятор позволяет учесть влияние

То есть, цепь, собранная проводочками на столе согласно принципиальной схеме, может не заработать.

е работу

- На переменном токе 50 Гц волновые эффекты начинают проявляться при длине проводников порядка сотен километров

Универсальные симуляторы

- Позволяют смоделировать объект, если известны уравнения, которые его описывают, или принцип работы, который можно воспроизвести в симуляторе
- Очень удобны при моделировании сложных систем
- Не учитываются некоторые особенности (к примеру, геометрия проводников, что важно для ВЧ)

Примеры симуляторов

- МЭЦ: MicroCap, LTSPICE, Tina–TI и т.д. Последние два бесплатны и имеют неплохую библиотеку микросхем (усилители, схемы управления источниками питания и т.д.)
- ВЧ и СВЧ. Microwave Office
- Универсальные: MATLAB Simulink, Octave, Modelica, SimInTech

Симулятор и САПР в электронике

Система Автоматизированного ПРоектирования

Документация также формируется автоматически и с учетов всех требований ЕСКД. Вспомните курсовой второго семестра.

Спецификация

платы для КД

Также формируется автоматически

Редактор схем

Редактор печатных плат

GERBER для производства

Также формируется автоматически. Это список команд для станка, изготавливающего печатные платы

Список компонентов и соединений. Исходный

Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis. Симулятор электронных схем

В большинстве случаев

автоматически, согласно принципиальной схеме, вручную корректируют лишь некоторые участки

Итог работы САПР

- Принципиальная схема согласно ЕСКД
- Спецификация для поставки компонентов
- Чертежи платы для изготовления платы на производстве
- Результаты моделирования (диаграммы токов и напряжений) для отладки устройства

Что нужно знать перед использованием

- Неплохо иметь представление о том, что должно получиться. Компьютер считает правильно, но по вашему алгоритму и с вашими исходными данными
- Иногда важны неучтенные параметры элементов (например, у конденсатора, помимо емкости, есть еще и индуктивность, и активное сопротивление). Это на будущее

Matlab Simulink

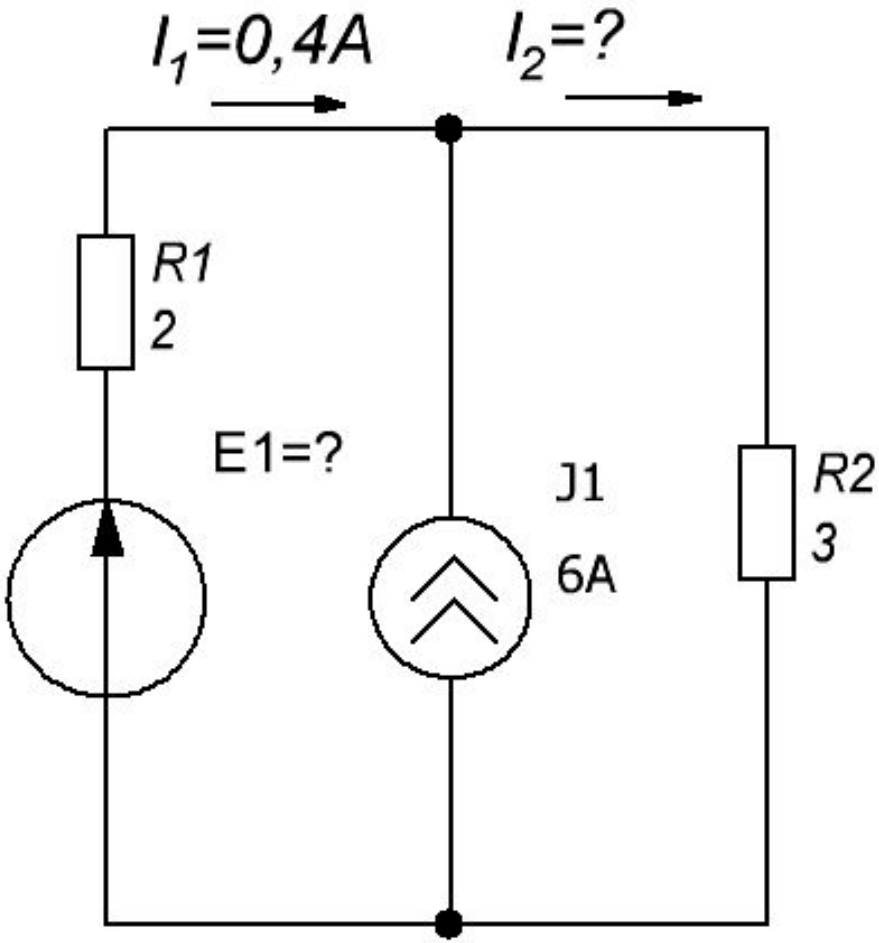
- Симулятор «общего вида»
- В последних версиях сильно расширены возможности моделирования всяких электротехнических устройств
- Дорогой, тяжелый и тормозящий

Точнее, возможности те же, а вот простота и удобство новое. Модель сложного устройства можно собрать из простых блоков, а можно воспользоваться уже готовой, входящей в поставку

Что будем решать?

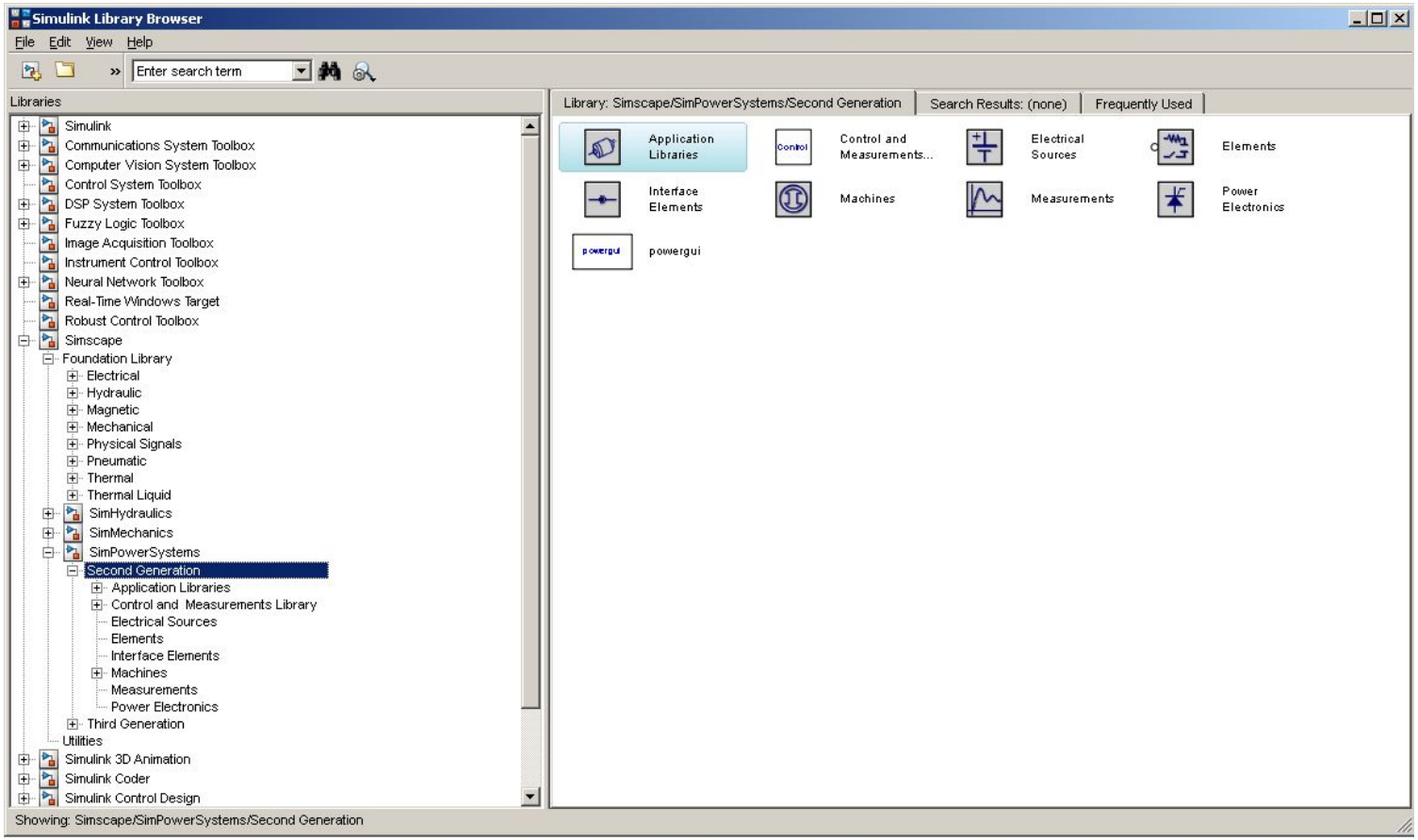
- Уже известную задачку 1.6
- Только немного поменяем условие – теперь известен ток I_1, ЭДС E_1 неизвестна

Условие

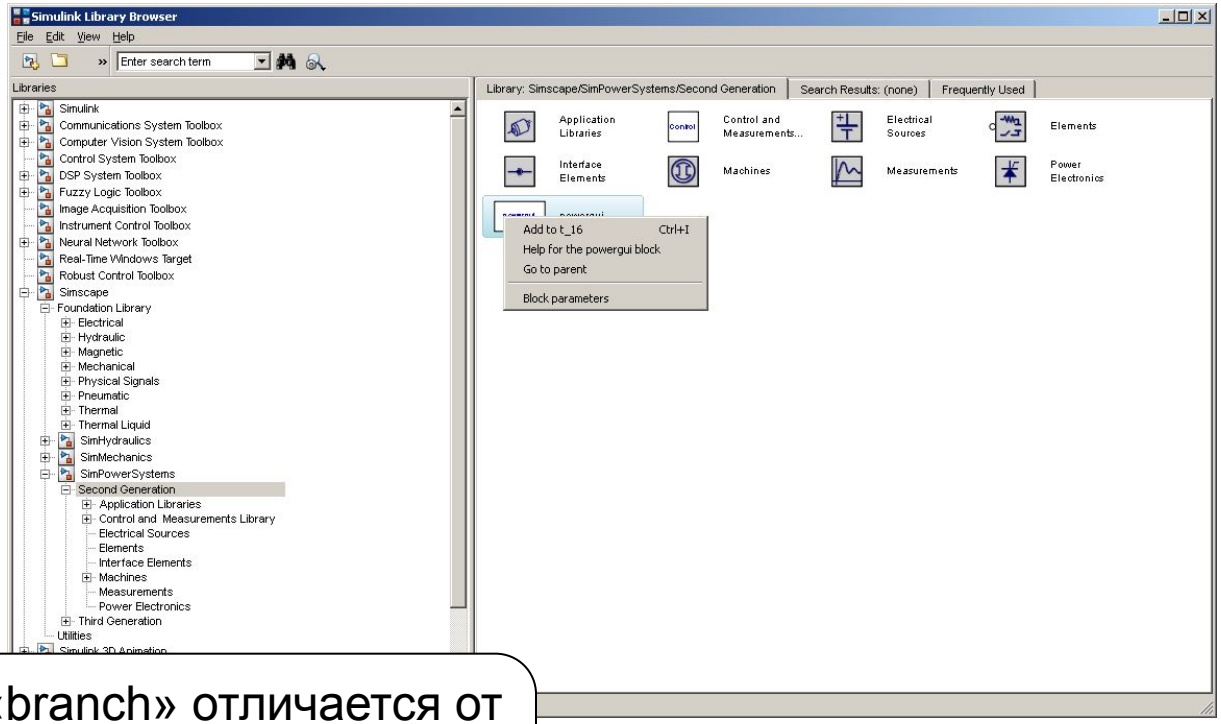


Составление модели

- Запускаем Matlab Simulink (в главном окне “New” => “Simulink Model”
- После создания модель надо сохранить под нужным именем (латинские буквы)
- После открываем Simulink Library Browser (Ctrl +Shift + L) и начинаем творить…



- Эта библиотека – наиболее простая в применении
- Она применяется, если у нас простая модель (только электротехника, к примеру, а не «электродвигатель крутит гидравлический насос…»)
- В новых версиях эта библиотека называется «Specialized Technology»

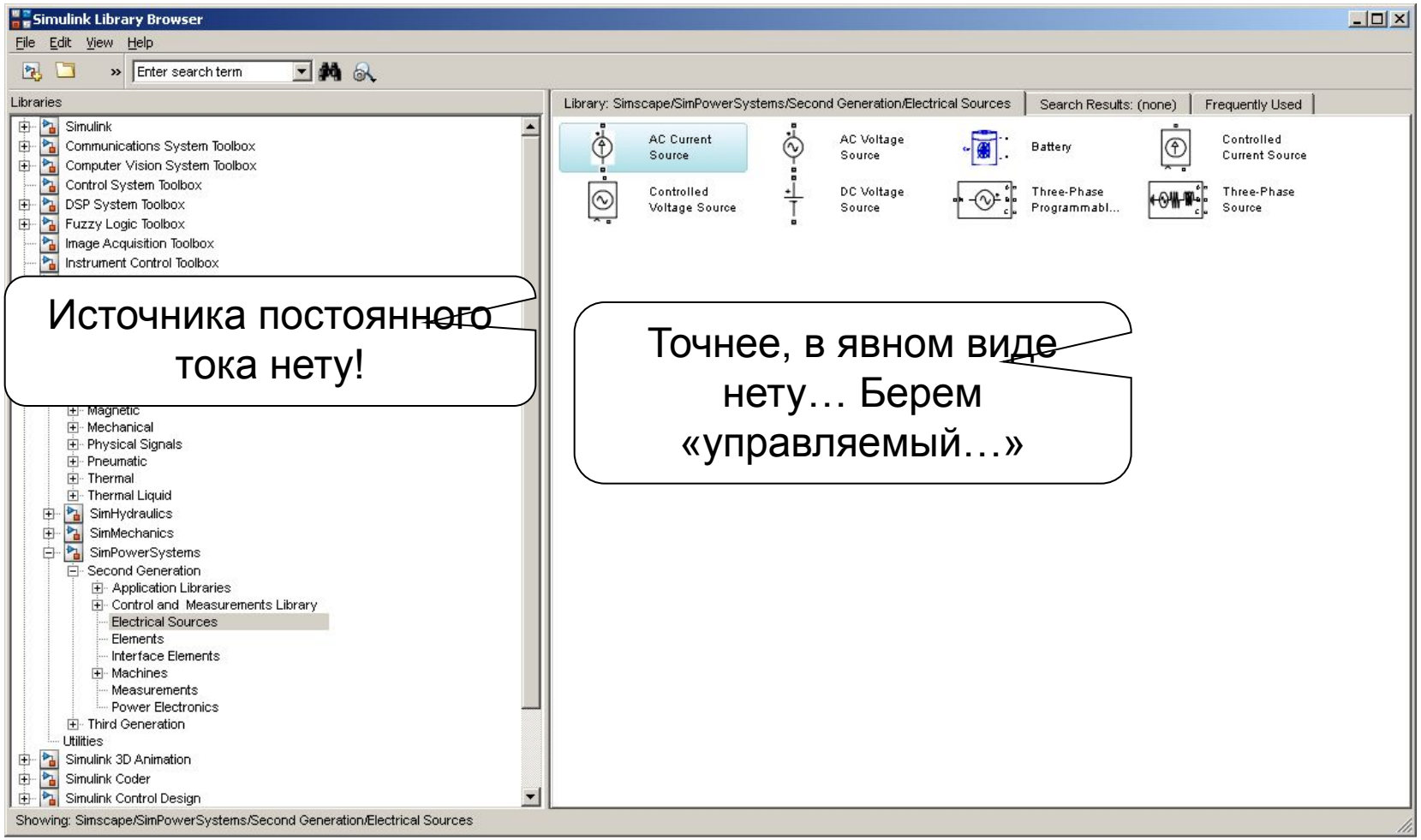


Чем «branch» отличается от «load», предлагаю разобраться самим

На

- ой библиотеки он всегда нужен)
- Источник тока «Electrical Sources» => «DC Current Source»
- Резистор «Elements» => «Series RLC branch»
- Все это добавляем в модель, нажимая Ctrl-I (см. картинку)
- Нужно по одной штуке каждого

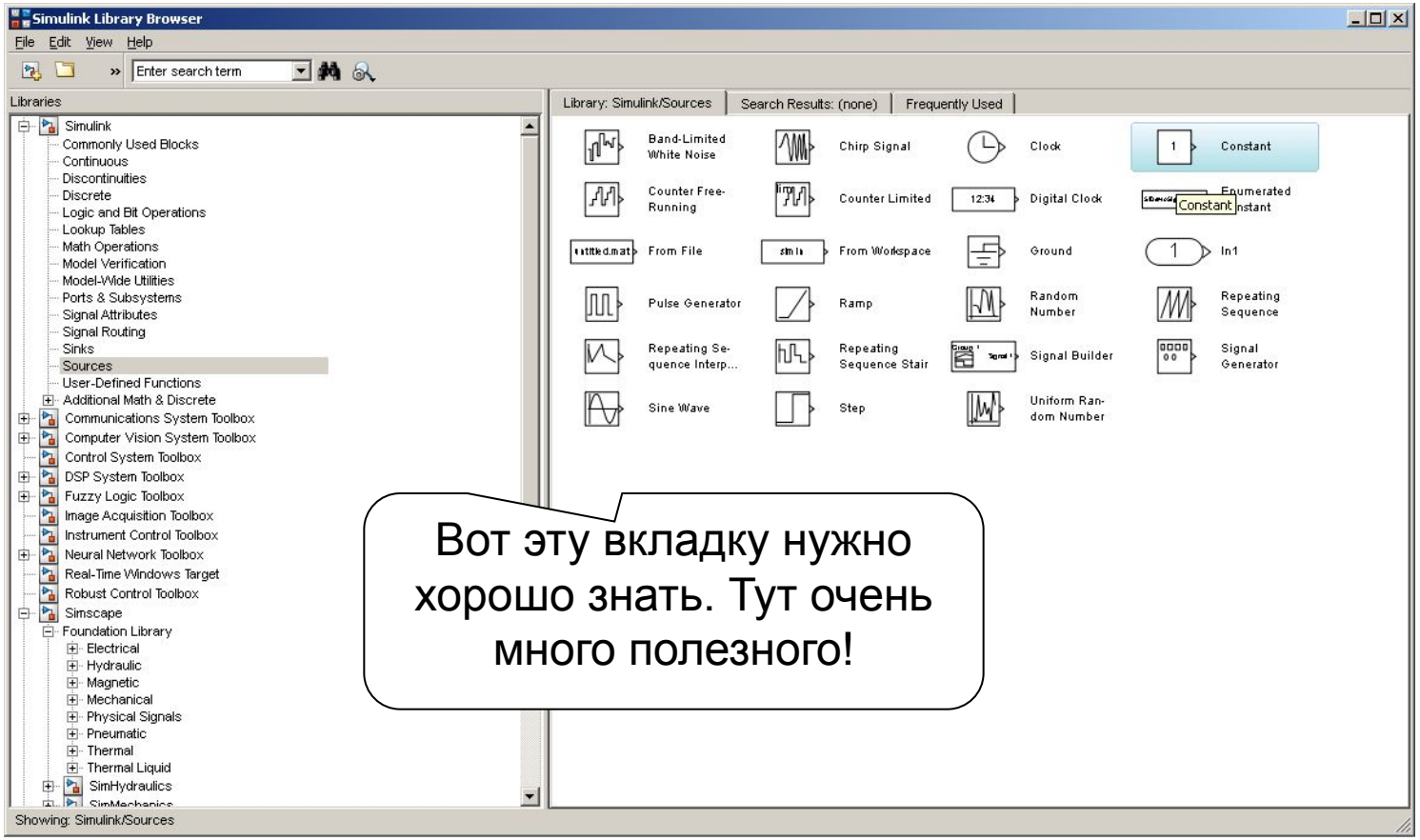
Первый облом



Источника постоянного тока нету!

Точнее, в явном виде нету… Берем «управляемый…»

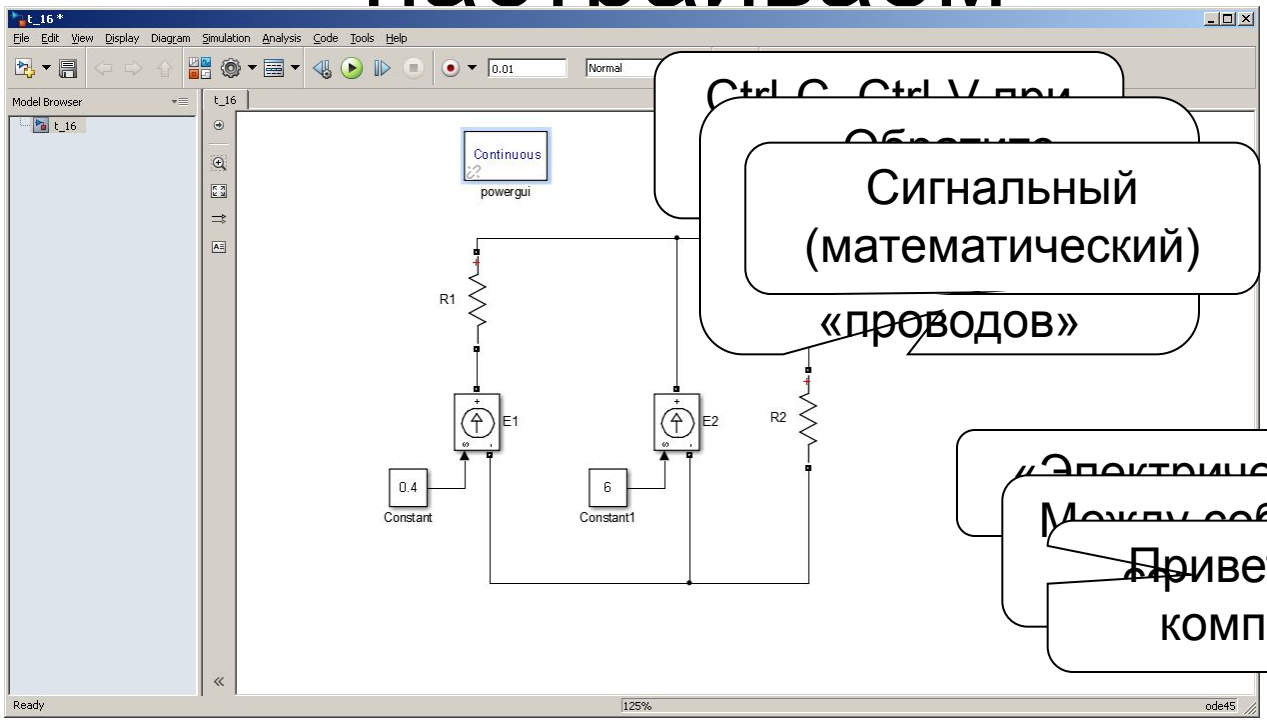
Решение



Вот эту вкладку нужно хорошо знать. Тут очень много полезного!

- Если на вход управляемого источника подать постоянную величину (константу), то мы получим постоянный ток…

Добавляем, соединяем, настраиваем

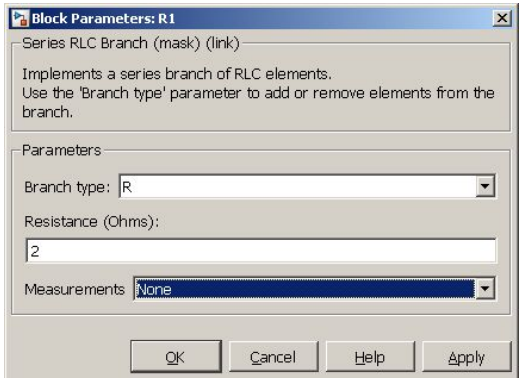


Сигнальный (математический) «проводов»

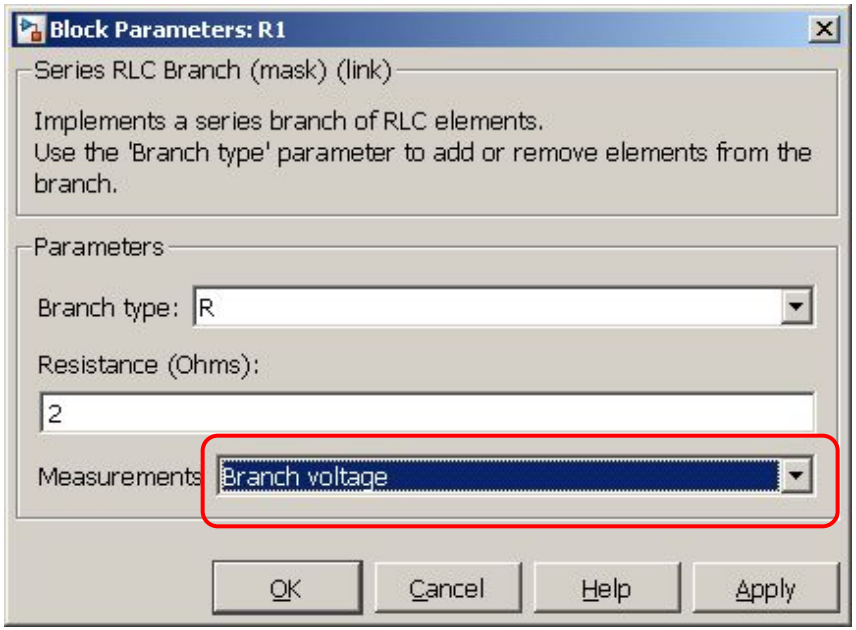
«Электрический»

Между собой они не

Привет, теорема компенсации!



Чем и как измерять?



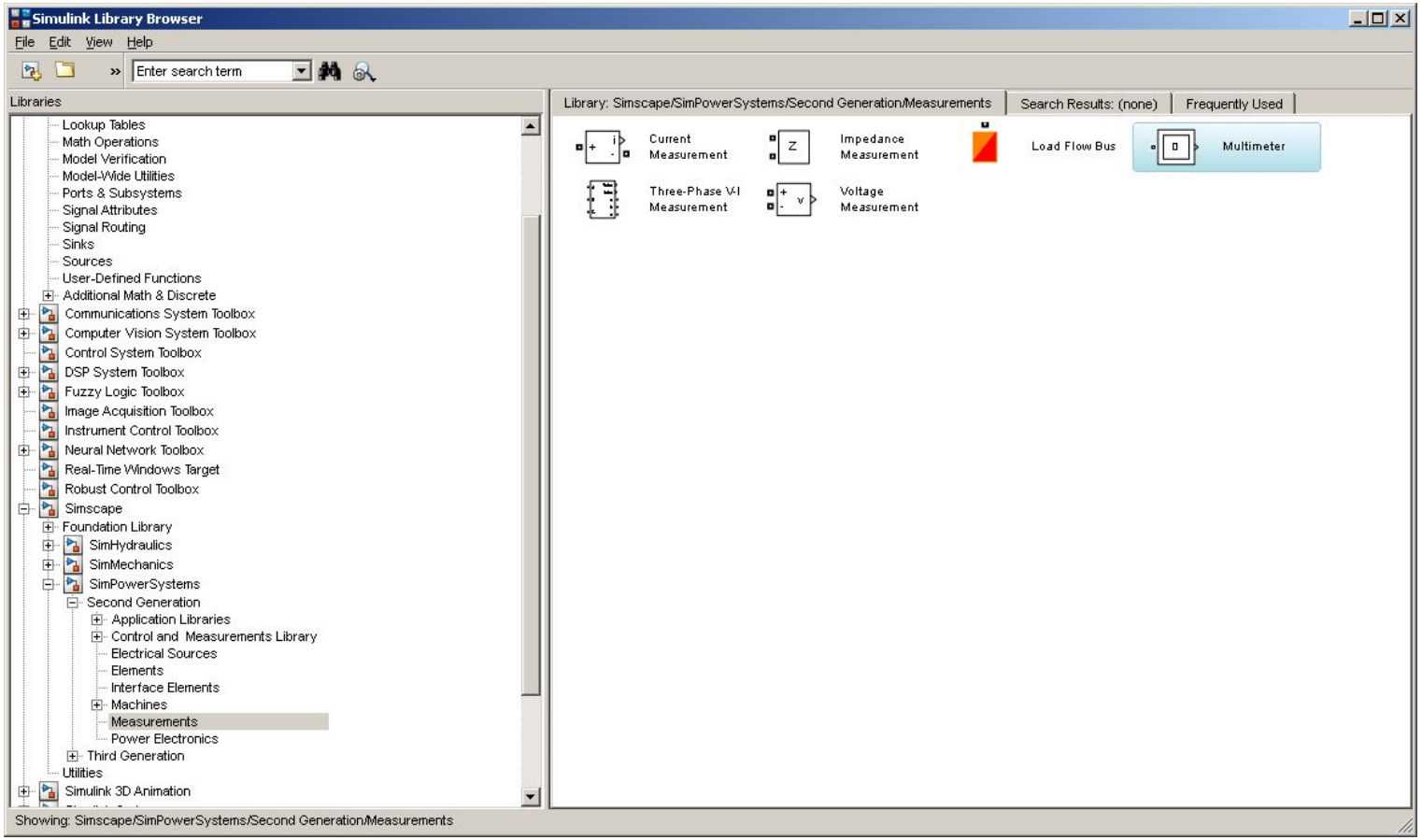
- В разделе библиотеки «Measurements» есть датчики напряжения и тока, но мы пойдем другим путем
- Варианты просьба потыкать самостоятельно

Результаты и обработка

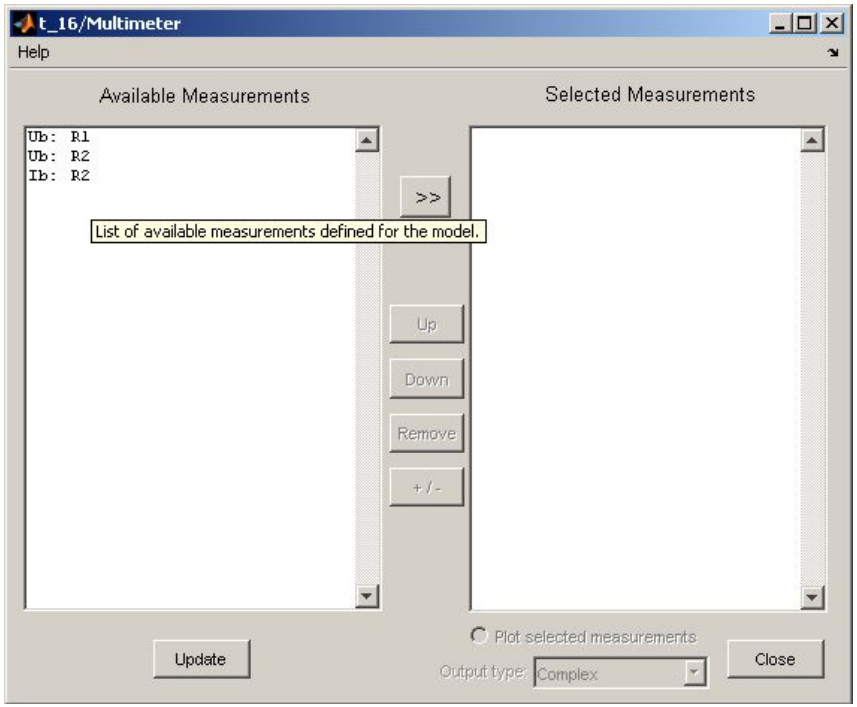
Итак, нам надо узнать:

- Напряжение на E1
- Ток в ветви с R2

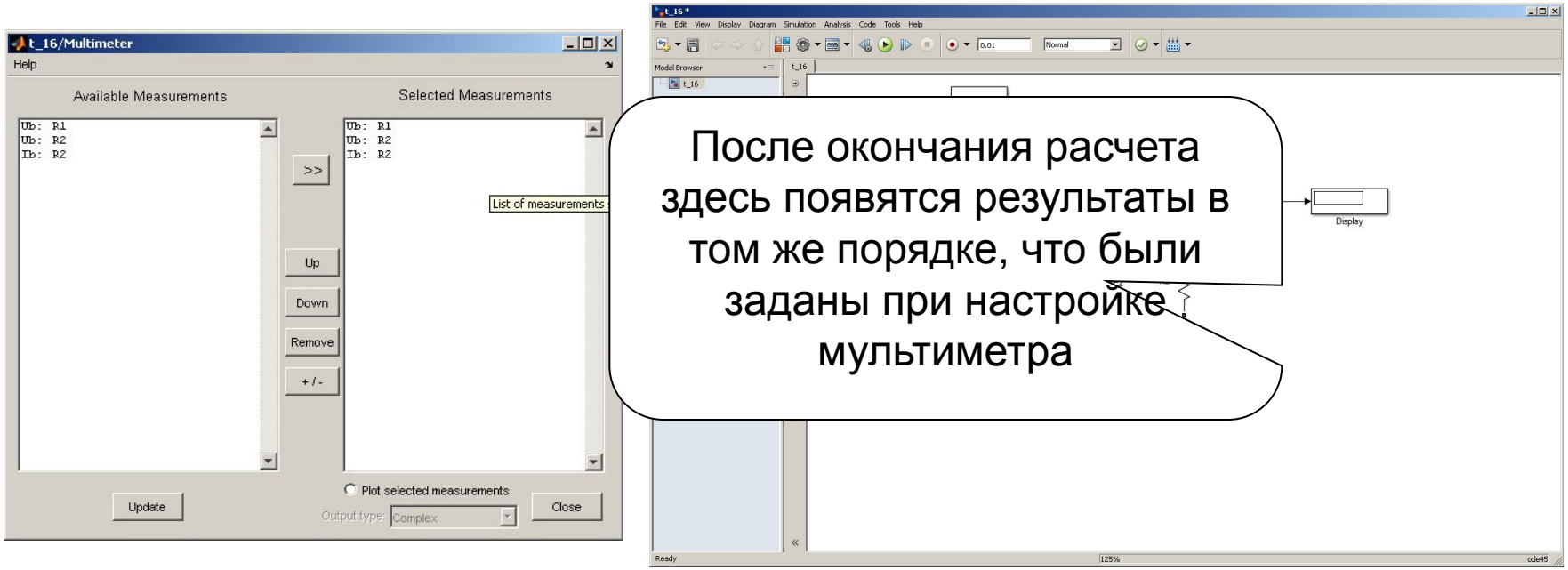
Напряжение на E1 узнаем по второму закону Кирхгофа. Ну, или можно прицепить датчик…



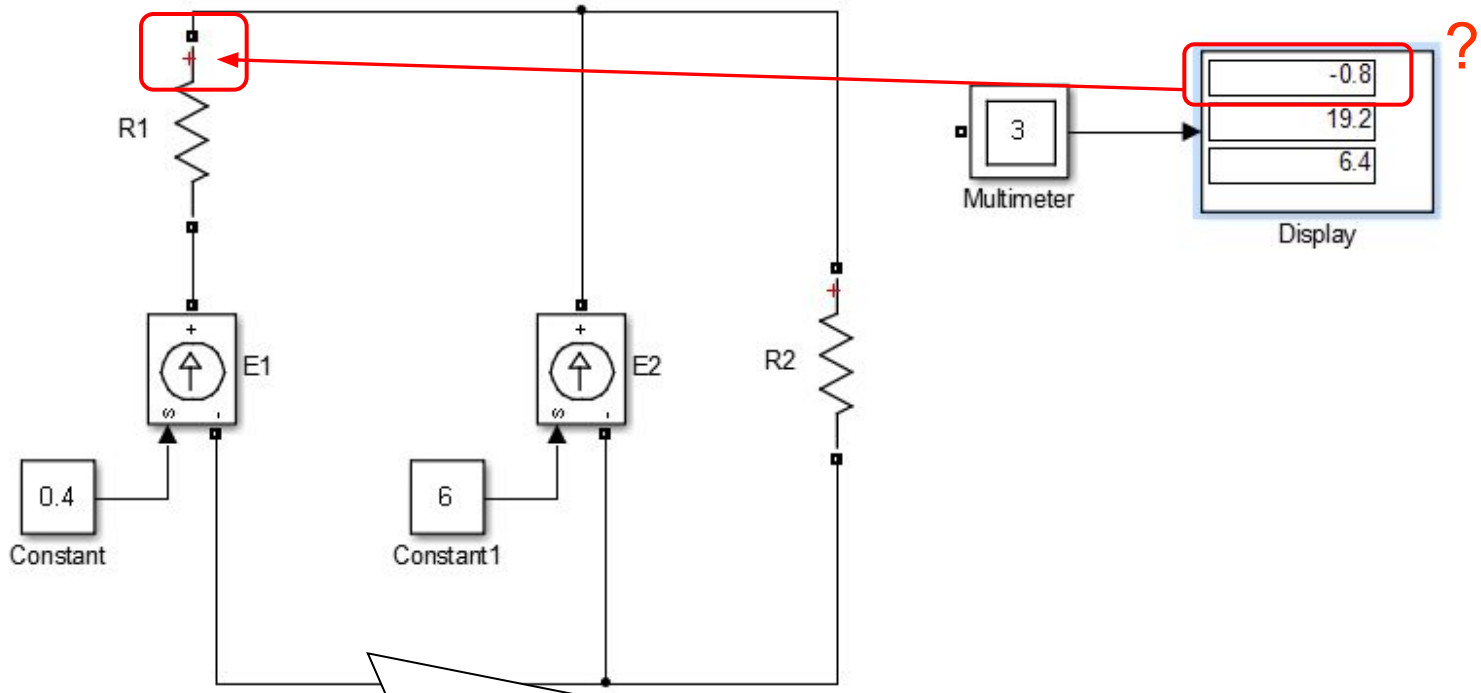
- Добавляем вот это, настраиваем
- Если доступных измерений нет, можно запустить расчет и повторить попытку



- Напряжение на E1 найдем как разность Ub: R2 и Ub: R1


t_16/Multimeter
Help
Available Measurements
Selected Measurements
Ub: R1
Ub: R2
Ib: R2
>>
Up
Down
Remove
+ / -
List of measurements
Plot selected measurements
Update
Output type:
Complex
Close
Display
После окончания расчета здесь появятся результаты в том же порядке, что были заданы при настройке мультиметра

Итог



Обратите внимание на положительное направление

Пока напряжение E1 найдем, просто сложив два верхних числа

Конец