

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники



## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

# **Практическое занятие № 7**

# Контрольная работа № 2

Дата проведения: 20 мая 2015г. 10:40ам

Место проведения: ауд. 333 ФЭТ

Реализовать математическую модель электрической цепи в среде MathCad.

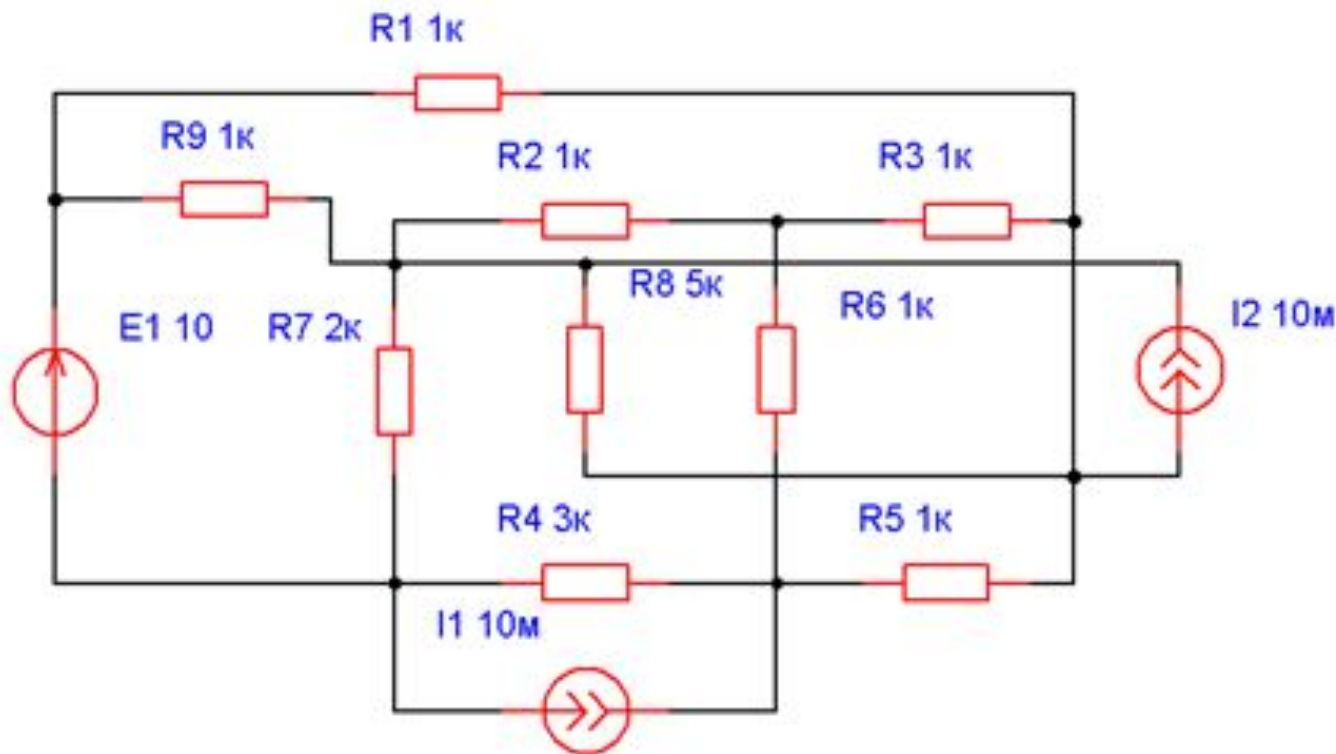
Найти решения для токов и напряжений в цепи содержащей источники постоянного тока и/или напряжения, а также резисторы.

План работы:

Для схемы согласно заданному варианту:

1. Получить структурную матрицу (30%)
2. С использованием структурной матрицы записать в среде Mathcad уравнения по первому и второму законам Кирхгофа и закону Ома в матричной форме (30%)
3. Решить систему уравнений с помощью возможностей Mathad (40%)
4. Вывести значения напряжений на всех ветвях схемы.
5. Произвести проверку в ASIMEC

# Пример схемы для КР №2



# Фильтр высокой частоты

[http://www.youtube.com/watch?v=JY6T\\_io6xx4](http://www.youtube.com/watch?v=JY6T_io6xx4)

# Фильтр низкой частоты

<http://www.youtube.com/watch?v=N4v8giYY444>

# Автоматизация формирования математических моделей, на примере электронных схем

Пример формирования математической модели электронной схемы (например, RLC-фильтра нижних частот), содержащей относительно большое ( $>10$ ) количество 2х полярных компонентов.

Необходимые понятия и определения: Net-list (список цепи, превращающий графическое изображение схемы в таблицу узлов и ветвей; топологические уравнения (по первому и 2му законам Кирхгофа) и методика их получения из Net-листа; компонентные уравнения.

# Законы Ома и Кирхгофа

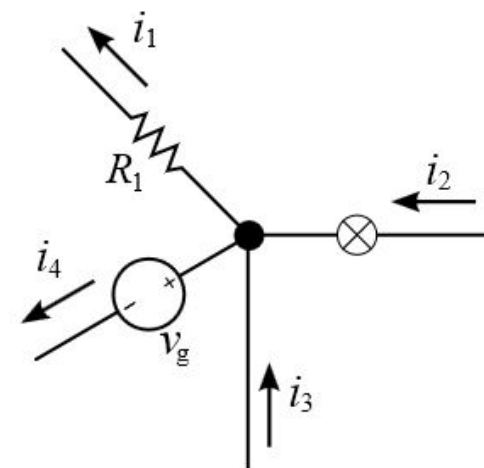
**Закон Ома.** Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна электрическому сопротивлению данного участка цепи.

$$I=U/R$$

**Первый Закон Кирхгофа.** Сколько тока втекает в узел, столько из него

и вытекает.  $i_2 + i_3 = i_1 + i_4$

$N-1$  уравнений токов для узлов цепи



**Второе правило Кирхгофа** (правило напряжений Кирхгофа) гласит, что алгебраическая сумма падений напряжений на всех ветвях, принадлежащих любому замкнутому контуру цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура.

$M-(N-1)$  уравнений напряжений для контуров цепи

# Список соединений Net-list

Net-list - список соединений цепи, превращающий графическое изображение схемы в таблицу узлов и ветвей

Топологические уравнения (по первому и 2му законам Кирхгофа) и методика их получения из Net-листа

Net-list для элементов R, пример

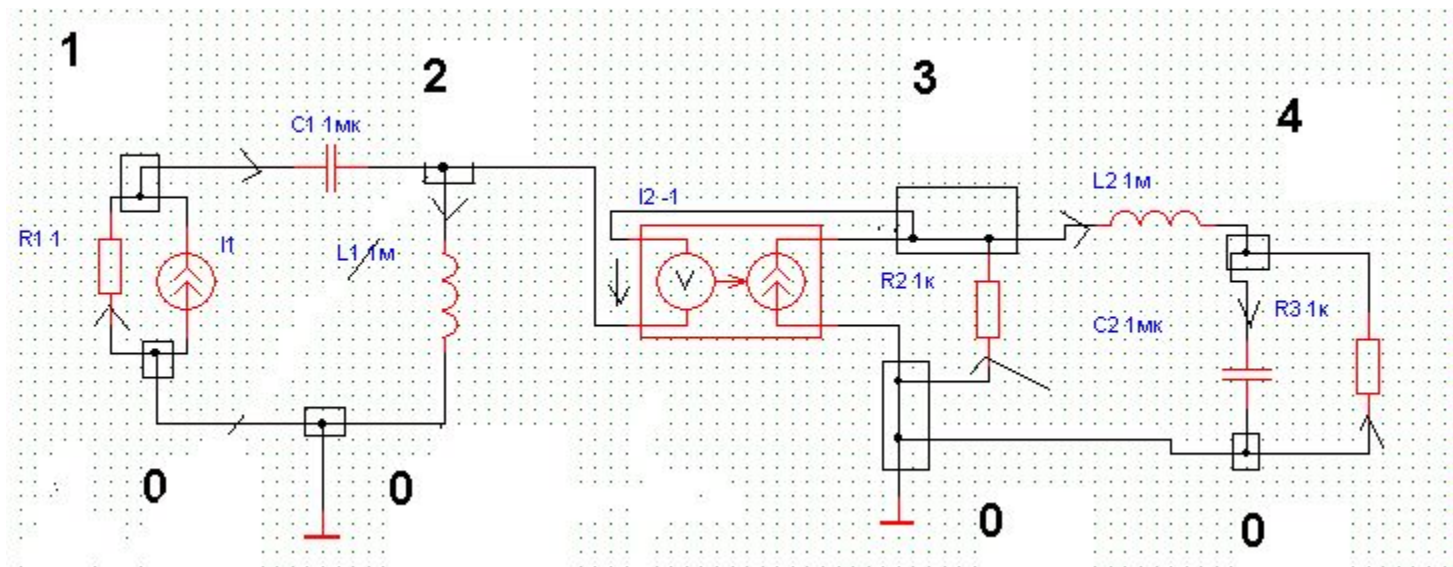
Назв. Элемента	Положит. Узел (от которого отходит стрелка на графе)	Отриц. узел, в который направлена стрелка графа
R2	1	0
R3	3	6
R4	7	2



# Матрица инцидентности

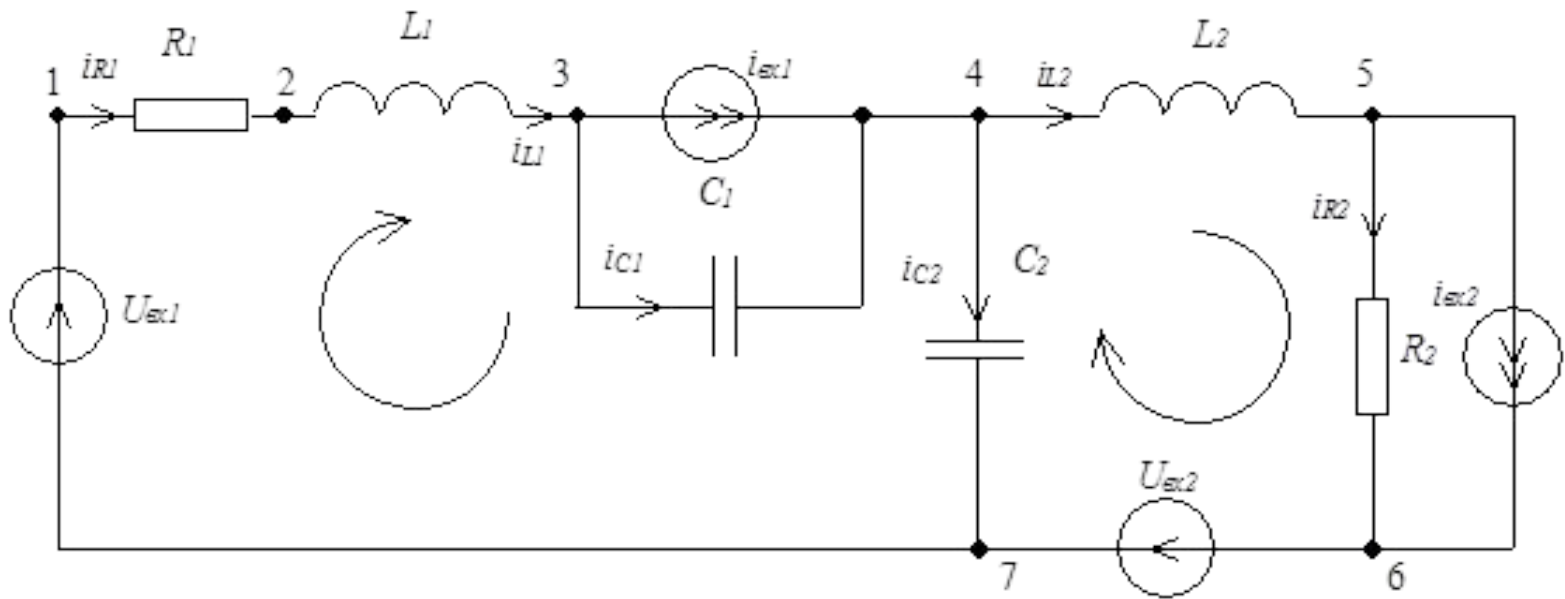
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B0\\_%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8)

# Структурная матрица



# 3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

# Формирование математических моделей



# Математическая модель

$$\frac{dX}{dt} = AX + B,$$

$$A = \begin{bmatrix} -R_1/L_1 & 0 & -1/L_1 & -1/L_1 \\ 0 & -R_2/L_2 & 0 & 1/L_2 \\ 1/C_1 & 0 & 0 & 0 \\ 1/C_2 & -1/C_2 & 0 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} U_{ex}/L_1 \\ (R_2 i_{ex2} + U_{ex2})/L_2 \\ -i_{ex1}/C_1 \\ 0 \end{bmatrix}$$