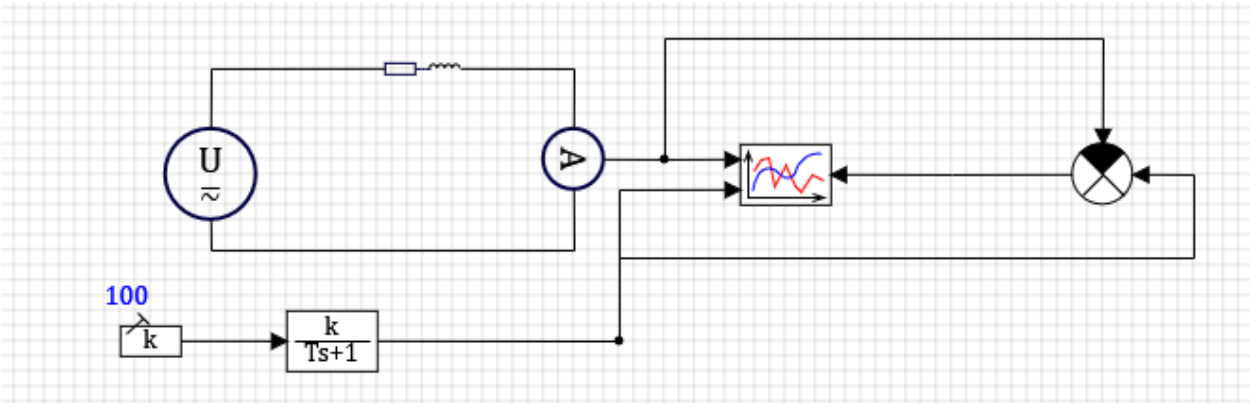
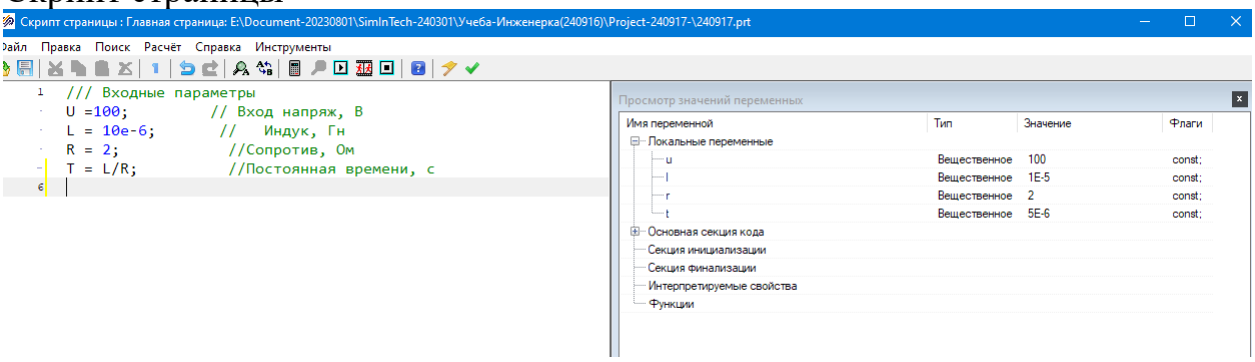
3.2. Моделирование простых электрических цепей

Исследуем простую RL цепочку, используя библиотеку «ЭЦ – Динамика»



Скрипт страницы



Блоки:

Настройки блока «Источник напряжения»:

Свойства : ac_U1

Свойства | Общие | Порты | Визуальные слои

Название	Имя	Формула	Значение
Амплитуда, В	Um	0	0
Фаза, эл.гр.	fi	0	0
Постоянная составляющая, В	Udc	U	100
Частота, Гц	f		50
Сопротивление источника			
Индуктивность, Гн	L		0.1
Активное сопротивление,...	R		1
Вид цепи сопротивления ...	TypeOfCircuit		нет
Дополнительные параметры			

Настройки блока «RL-цепочка»:

Свойства : Z1

Свойства | Параметры | Общие | Порты | Визуальные слои

Название	Имя	Формула	Значение
Основные параметры			
Вид цепи	Type		R-L
Индуктивность, Гн	L	L	[1E-5]
Ёмкость, Ф	C		[1E-6]
Сопротивление, Ом	R_	R	[2]
Сопротивление, Ом	R	self.R_*self...	[2]
Дополнительные параметры			
Параметры задаваемые из п...	in_ports		
Kr	Kr		1
Тип элемента цепи	el_type		RL
Сопротивление конденсатор...	R_c		[0]
Мнимое сопротивление, Ом	R_im		[0]
Источник тока, А	Isrc		[0]
Мнимый источник тока, А	Isrc_im		[0]
Напряжение	U		[0]
Мнимое напряжение, В	U_im		[0]
Сопротивление шунта, Ом	R_sh	self.R_	[2]
Начальные условия			

Параметры расчета

Параметры проекта: E:\Document-20230801\SimInTech-240301\Учеба-Инженерка(240916)\Project-240917-\240917.prt слой: Автоматика

Параметры расчёта | Управление расчётом | Настройки проекта

Название	Имя	Формула	Значение
Основные параметры			
Минимальный шаг	hmin	0.1e-7	1E-8
Максимальный шаг	hmax	0.1e-7	1E-8
Шаг синхронизации задачи в пакете	synstep		0
Режим параллельного выполнения в пакете	serial_mode		Параллельный
Начальный шаг интегрирования (если 0 - выбирается автоматически)	startstep		0
Метод интегрирования	intmet		Эйлера
Начальное время расчёта	starttime		0
Конечное время расчёта	endtime	5*L/R	2.5E-5
Относительная ошибка	relerr		0.0001
Абсолютная ошибка	abserr		1E-6
Относительная ошибка сравнения времени для дискретных блоков и источников	time_rel_error		1E-12
Начальное значение неинициализированных выходов блоков	InitOutputsValue		0
Генерация кода			
Управление расчётом			
Настройки решения НАУ			
Визуализация данных			
Удалённая отладка кода			
Сортировка блоков			
Тонкие настройки решения СЛАУ			
Тонкие настройки решения НАУ			
Электрические схемы			

Запишем уравнение для RL-цепочки:

$$U = iR + L\frac{di}{dt}$$

В операторном виде – U = iR + Lis = i *(R+Ls)

Передаточная функция = Выход/Вход = i / U ->

1/(R+Ls) $= \frac{1/R}{\frac{L}{R}s+1} = \frac{K}{Ts+1}$

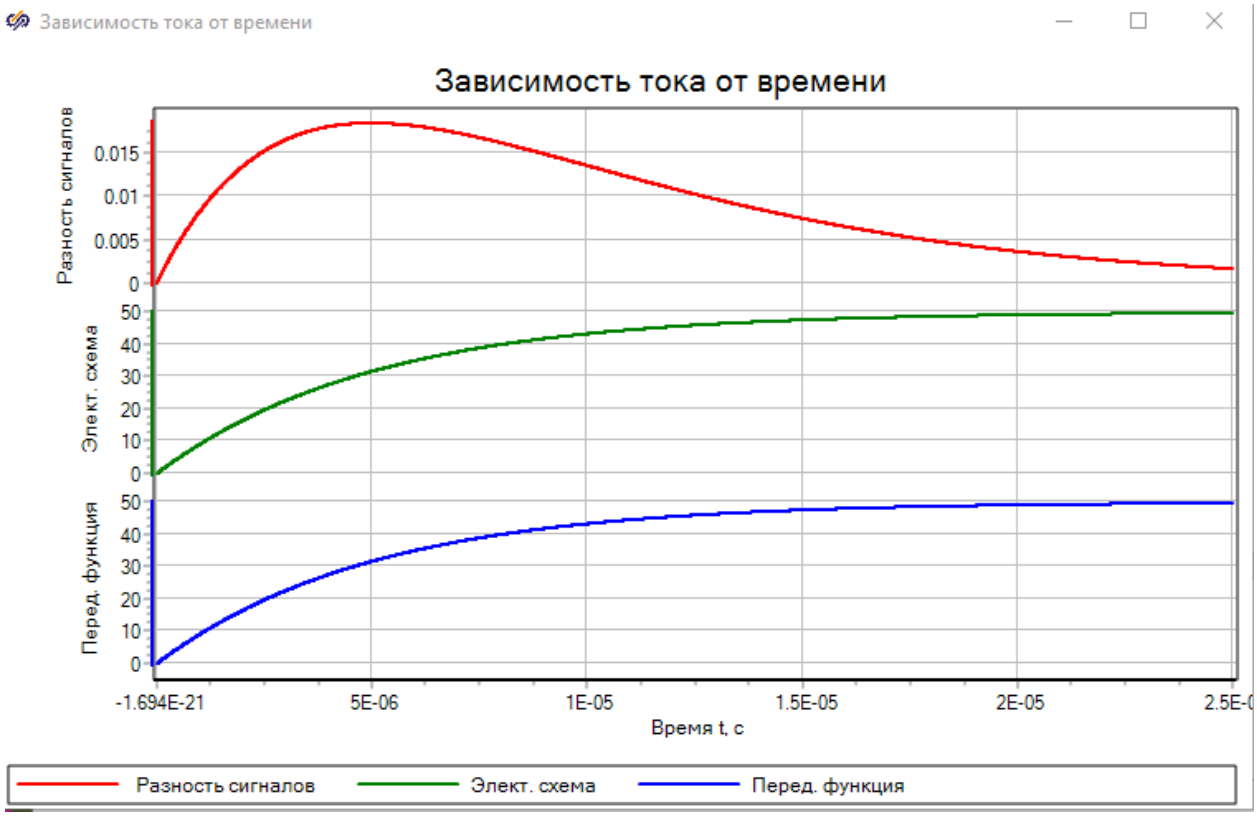
Настройка блока «Инерционное звено первого порядка» библиотеки «Динамические»

Свойства : Aperiodika6

Свойства | Параметры | Общие | Порты | Визуальные слои

Название	Имя	Формула	Значение
Коэффициенты усиления	k	1/R	[0.5]
Начальные условия	x0		[0]
Постоянные времени	T	L/R	[5E-6]

Результаты моделирования



№2

Разработать модель RLC цепи, представленной на рисунке 1, при помощи блоков библиотеки «ЭЦ – Динамика» со следующими параметрами:

- Uвх = 100 В
- R = 1 Ом
- L = 1 мГн
- C = 0,1 мФ

Время моделирования и шаг интегрирования подобрать исходя из постоянной времени цепи и длительности переходного процесса.

(Напомним, что постоянная времени цепи в данном случае, может быть оценена, как L/R).

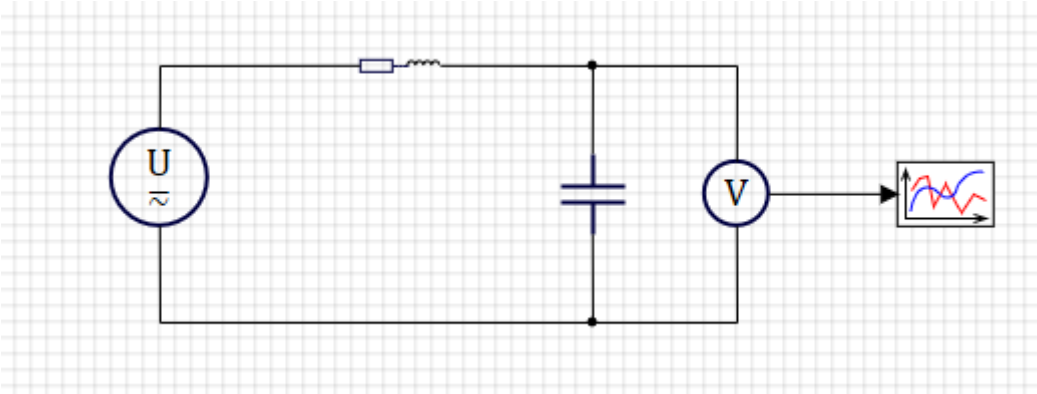


Рис. 1. Модель RLC-цепи.

Скрипт проекта –

Скрипт страницы : Главная страница: E:\Document-20230801\A1-МодСистемУправления-2024(240904)\ЛаборатРаботы(240821)\3-2-МодПросЭЦ-2(240923)\RLC-2(240924).prt

Файл Правка Поиск Расчёт Справка Инструменты

```
U = 100;                // В
R = 1;                  // Ом
L = 1e-3;               // Гн  -> 10-3 m
C = 0.1e-3;             // Ф   -> 10-3 m
T_cal = 20*L/R;         // Время расчета L/R - постоянная врем

//  враметры колебательного звена
T = sqrt(L*C);
betta = R*C/(2*T);
```

Просмотр значений переменных

Имя переменной	Тип	Значение	Флаги
Локальные переменные			
u	Вещественное	100	const;
r	Вещественное	1	const;
l	Вещественное	0.001	const;
c	Вещественное	0.0001	const;
t_cal	Вещественное	0.02	const;
t	Вещественное	0.000316227766	const;
betta	Вещественное	0.158113883	const;
Основная секция кода			
Секция инициализации			
Секция финализации			
Интерпретируемые свойства			
Функции			

Параметры расчета –

Параметры проекта: E:\Document-20230801\A1-МодСистемУправления-2024(240904)\ЛаборатРаботы(240821)\3-2-МодПросЭЦ-2(240923)\RLC-1(240...

Параметры расчёта | Управление расчётом | Настройки проекта

Название	Имя	Формула	Значение
Основные параметры			
Минимальный шаг	hmin	T_cal/1000	2E-5
Максимальный шаг	hmax	T_cal/1000	2E-5
Шаг синхронизации задачи в пакете	synstep		0
Режим параллельного выполнения в пакете	serial_mode		Параллельный
Начальный шаг интегрирования (если 0 - выбирается автоматически)	startstep		0
Метод интегрирования	intmet		Эйлера
Начальное время расчёта	starttime		0
Конечное время расчёта	endtime	T_cal	0.02
Относительная ошибка	relerr		0.0001
Абсолютная ошибка	abserr		1E-6
Относительная ошибка сравнения времени для дискретных блоков и источников	time_rel_error		1E-12
Начальное значение неинициализированных выходов блоков	InitOutputsValue		0
Генерация кода			
Управление расчётом			
Настройки решения НАУ			
Визуализация данных			
Удалённая отладка кода			
Сортировка блоков			
Тонкие настройки решения СЛАУ			
Тонкие настройки решения НАУ			
Электрические схемы			

Редактировать список параметров

Результат работы –

№3

Составить передаточную функцию для рассматриваемой RLC цепи и промоделировать ее при помощи блоков «Динамические». Убедиться в наложении графиков друг на друга.

Запишем уравнение для RLC-цепочки:

$$U_R + U_C = U + \varsigma_L \longrightarrow \quad R \cdot I + U_C = U - L \cdot \frac{dI}{dt}, \qquad I = \frac{dq}{dt} = \frac{d(CU_C)}{dt}.$$

$$R \cdot I + U_C = U - L \cdot C \cdot \frac{d^2 U_c}{dt^2},$$ или $y(t) = U_C$, $x(t) = U$

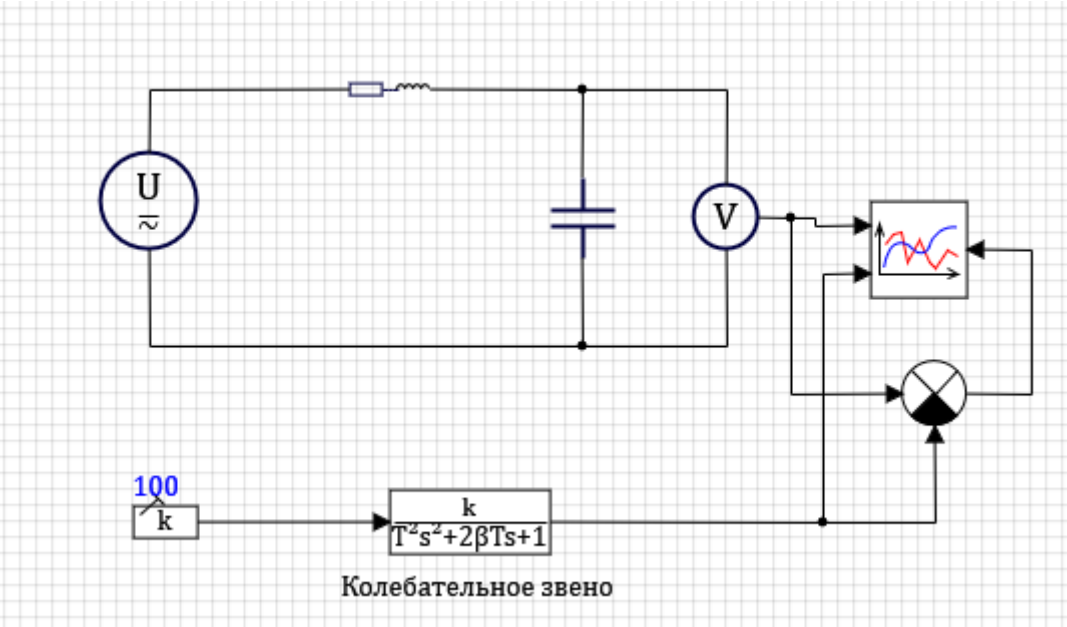
Записывая последнее уравнение в общепринятом виде:

$T^2 \cdot y''(t) + 2 \cdot \beta \cdot T \cdot y'(t) + y(t) = K \cdot x(t)$, где $T^2 = L \cdot C$; $\beta = R \cdot C/(2*T)$.

Переходя к изображениям, получаем передаточную функцию колебательного звена

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{K}{T^2 \cdot s^2 + 2 \cdot \beta \cdot T \cdot s + 1}$$

Расширение модели RLC-цепочки -



Настройка блока «Колебательное звено» -

Свойства : Koleb8

Свойства | Параметры | Общие | Порты | Визуальные слои

Название	Имя	Формула	Значение
Постоянные времени	T	T	[0.000316227766]
Коэффициент демпфирования	b	betta	[0.158113883]
Начальные условия	x0		[0]
Начальные условия по произво...	dx0		[0]
Коэффициенты усиления	k		[1]

Результаты моделирования –

Результаты моделирования
Результаты моделирования
'Элек схема
Колеб.звено
Разность
150
100
50
0
150
100
50
0
5
0
-5
0
0.002
0.004
0.006
0.008
0.01
0.012
0.014
0.016
0.018
Время t, с
'Элек схема
Колеб.звено
Разность