



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**PME3201 - Laboratório de Simulações Numéricas**

*Prof. Dr. Walter Ponge-Ferreira*

*Circuito Elétrico*

## 5º Exercício - E5

### 1ª Questão

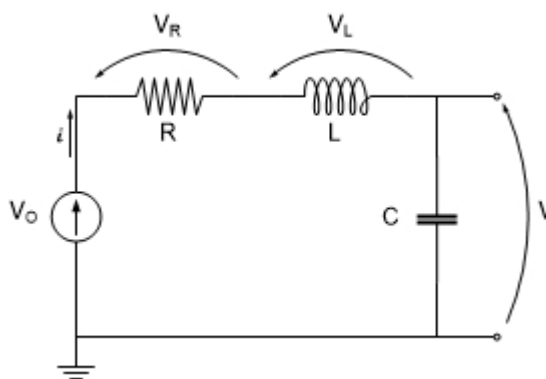


Figure 1: Circuito RLC

O circuito RLC mostrado na figura 1 é composto de um resistor de  $R = 10 \Omega$ , uma bobina de indutância  $L = 0,1 H$ , um condensador de capacitância  $C = 0,0001 F$  em série com uma fonte de tensão contínua de  $V_0 = 10 V$ , acionada em  $t_0 = 0,1 s$ . O circuito encontrava-se descarregado inicialmente.

Um resistor ideal é descrito pela *Lei de Ohm*, i.e.:

$$V_R = R \cdot i$$

Um indutor ideal é descrito pela seguinte equação:

$$V_L = L \cdot \frac{di}{dt}$$

E um capacitor ideal é descrito pela seguinte equação:

$$i = C \cdot \frac{dv}{dt}$$

Pede-se:

- Aplicando-se as *Leis de Kichhoff* e as equações constitutivas dos componentes, escrever a equação diferencial que descreve o comportamento dinâmico do circuito.
- Elaborar um modelo plano em Modelica com as equações do circuito para simular a sua resposta dinâmica.
- Repetir o item anterior utilizando os tipos de variáveis físicas da biblioteca do Modelica, MSL.
- Elaborar um modelo de blocos para simular a sua resposta dinâmica.
- Criar uma biblioteca de componentes e conectores para representar o modelo em termos de componentes e criar um modelo do circuito.
- Elaborar um modelo de componentes com os componentes da biblioteca MSL à partir da sua representação gráfica.
- Interpretar a resposta dinâmica do circuito à excitação degrau e comparar as diferentes formas de representação do modelo.

## 2ª Questão

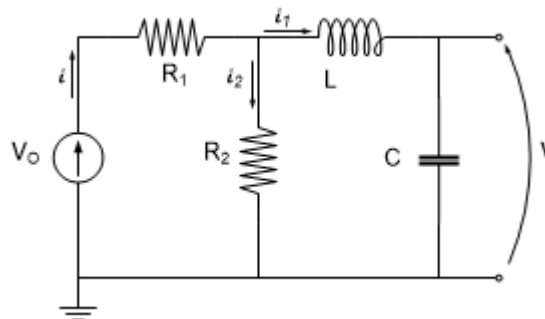


Figure 2: Circuito RLC modificado

O circuito é alterado acrescentando-se mais uma resistência  $R_2 = 500 \Omega$ , conforme mostrado na figura 2.

Pede-se:

- Aplicando-se as *Leis de Kichhoff* e as equações constitutivas dos componentes, escrever as equações que descrevem o comportamento dinâmico do circuito.
- Elaborar um modelo plano em Modelica com as equações do circuito para simular a sua resposta dinâmica utilizando os tipos de variáveis físicas da biblioteca do Modelica, MSL.
- Elaborar um modelo de blocos para simular a sua resposta dinâmica.
- Elaborar um modelo do circuito em termos de componentes físicos e conectores criados anteriormente.

- e) Elaborar um modelo de componentes com os componentes da biblioteca MSL à partir da sua representação gráfica.
- f) Interpretar a resposta dinâmica do circuito à excitação degrau e comparar as diferentes formas de representação do modelo.
- g) Comparar e avaliar as vantagens das diferentes técnicas de representação do modelo.

### 3ª Questão

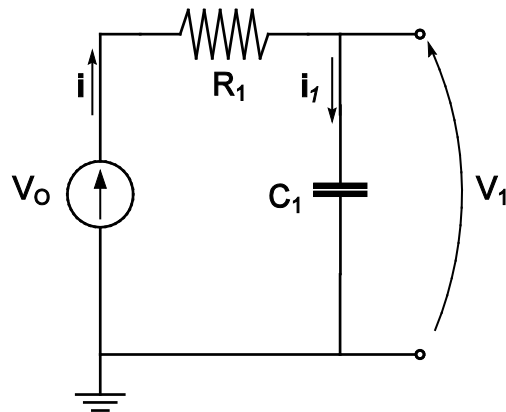


Figure 3: Circuito RC

O circuito RC mostrado na figura 3 é composto de um resistor  $R = 10 \Omega$ , um condensador de capacitância  $C = 0,0001 F$  em série com uma fonte de tensão contínua de  $V_0 = 10 V$ , acionada em  $t_0 = 0,1 s$ . O circuito encontrava-se descarregado inicialmente.

Pede-se:

- a) Modelar o circuito RC com componentes da biblioteca do MSL.
- b) Estudar a resposta dinâmica do circuito a uma excitação degrau.
- c) Estudar a resposta dinâmica do circuito para o caso do circuito encontra-se inicialmente carregado.
- d) Estudar como a resposta dinâmica muda variando-se os parâmetros dos componentes do circuito.
- e) Alterar a fonte para uma fonte de tensão alternada de amplitude  $V_0 = 10 V$  e frequência  $f_0 = 10 Hz$  e estudar a resposta dinâmica do circuito.

#### 4ª Questão

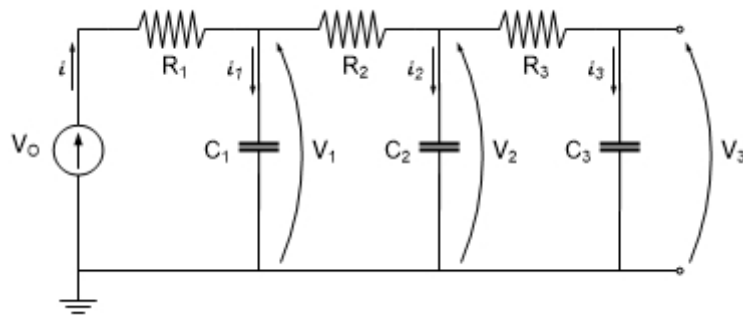


Figure 4: Circuito RC em Série

O circuito RC em série mostrado na figura 4 é composto de três circuitos RC em série com resistências e capacitâncias iguais, i.e.,  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$  e  $C_1 = C_2 = C_3 = 0,0001 F$ . O circuito é acionado pela mesma fonte de tensão contínua  $V_0 = 10 V$  em  $t_0 = 0.1 s$ . O circuito encontrava-se descarregado inicialmente.

Pede-se:

- Modelar o circuito RC com componentes da biblioteca do MSL.
- Estudar a resposta dinâmica do circuito a uma excitação degrau.
- Quantos graus de liberdade têm o sistema?
- Interpretar o comportamento de circuitos RC em série.

#### 5ª Questão

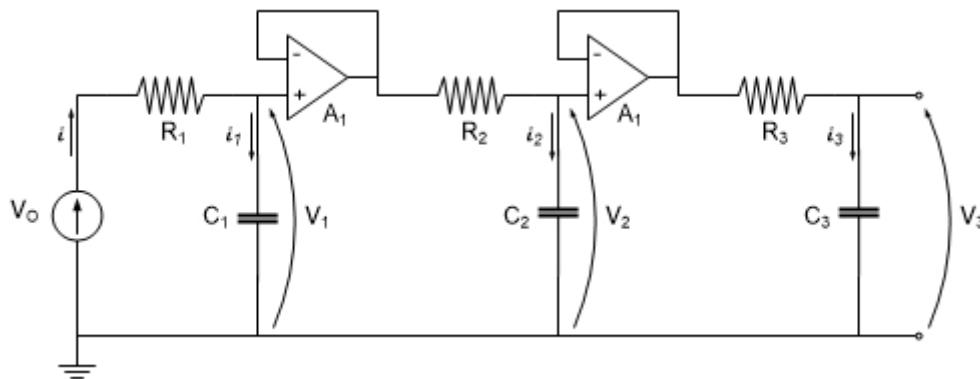


Figure 5: Circuito RC em Série com amplificadores operacionais

O circuito anterior é alterado, isolando-se os três circuitos RC através de seguidores de tensão, conforme mostrado na figura 5. O seguidor de tensão elaborado com amplificadores operacionais ideais é um elemento ativo que isola os trechos do circuito em série, pois a corrente absorvida no circuito RC subsequente não carrega o componente elétrico anterior, i.e., não altera a tensão no ponto de conexão. O circuito encontrava-se descarregado inicialmente.

Um seguidor de tensão, mostrado na figura 6, é utilizado para desacoplar

eletricamente dois trechos de um circuito elétrico, pois mantém as tensões iguais em seus terminais de entrada  $V_{in}$  e saída  $V_{out}$  qualquer que seja a carga do circuito subsequente, i.e.,  $V_{in} = V_{out}$ .

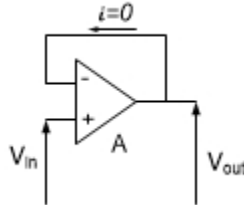


Figure 6: Seguidor de Tensão elaborado com amplificador operacional ideal

Pede-se:

- Modelar o circuito RC em série com seguidores de tensão com componentes da biblioteca do MSL.
- Estudar a resposta dinâmica do circuito a uma excitação degrau.
- Quantos graus de liberdade têm o sistema?
- Interpretar o comportamento de circuitos RC em série desacoplado.
- Comparar o circuito desacoplado com o circuito RC em série estudado na questão anterior.