

# UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

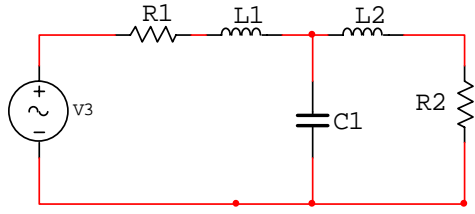
## DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE SISTEMA DE CONTROLE

### ENSAIO 05: REALIZAÇÃO E ANÁLISE POR ESPAÇOS DE ESTADOS

#### OBJETIVOS:

1. Entender conceitualmente mudança de bases.
2. Compreender os efeitos de condições iniciais sobre autovetores
3. Compreender a utilização modelos externos e modelos internos
4. Compreender descrição matemática e modelos físicos

**Formulação do Problema:** A saída do circuito é a tensão sobre  $R_2$ . Considerando como estados  $x_1 = i_{L1}$   $x_2 = i_{L2}$   $x_3 = V_c$ , o modelo dinâmico do circuito é dado por;


$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} \frac{-R_1}{L_1} & 0 & \frac{-1}{L_1} \\ 0 & \frac{-R_2}{L_2} & \frac{1}{L_2} \\ \frac{1}{C} & \frac{-1}{C} & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_1} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$
$$y(t) = [0 \quad R_2 \quad 0] x(t)$$

Considere:  $R_1 = 2 \Omega$   $R_2 = 4 \Omega$   $L_1 = 0,5 H$   $L_2 = 1 H$   $C = 3/8 F$ .

1<sup>a</sup>) Faça uma realização no simulink e simule para uma entrada degrau unitário.

- a) Apresente gráficos dos estados e da saída.
- b) Plot a corrente em  $C_1$  e a tensão em  $L_1$ . Quais os valores em regime permanente? Obtenha estes valores em função dos estados.
- c) Faça uma transformação de base. Considere como nova base

$$\bar{x} = 4x_1$$

$$\bar{x}_2 = -16x_2 + 4x_3$$

$$\bar{x}_3 = \frac{32}{3}x_1 + \frac{160}{3}x_2 - 16x_3$$

Realize o circuito no simulink sob a base nova. Apresente os gráficos de estados e saídas. Compare com os obtidos em a.. Que informação pode ser retirada nesta nova representação?

- d) Determine autovalores e autovetores do sistema. Use a função eig do matlab com a seguinte sintaxe  $[Q \ A1] = \text{eig}(A)$ . Faça uma transformação de similaridade para desacoplar o sistema. É possível realizar o modelo desacoplado, usando somente integradores, amplificadores e somadores? Justifique ?
- e) Faça uma mudança de base usando a seguinte matriz de transformação de base  $Q = [\text{Re}(V_1) \quad \text{Im}(V_1) \quad V_3]$ . Onde  $V_1$  é um autovetor complexo e  $V_3$  é o autovetor real de  $A$ . Que informações ficam explicitas nesta nova base? Use as funções ss0

para definir a planta e `ss2ss()` para mudar de base.no matlab. Plota o estado e as saídas. Compare com os valores obtidos em **a** e **c**

- f) A partir da nova base, plot a corrente em  $C_1$  e tensão em  $L_1$ . Quais os valores em regime permanente? Compare com os obtidos em **b**.
- g) Determine a função de transferência nas três bases em questão (original, desacoplada, desacoplada por blocos). Use as funções de conversão de modelos `ss2tf()` ou de moldagem `tf()` aplicadas nas representações de estados.
- h) Simule a função de transferência no simulink ?, plot a saída e compare com valores anteriores. Obtenha os valores da corrente em  $C_1$  e da tensão em  $L_1$  em função da entrada e saídas do sistema.
- i) Qual a conclusão sobre as respostas obtidas nos itens acima? Justifique.

2<sup>a</sup>) Faça uma realização de estados no simulink para o sistema mostrando o gráfico  $x_1$  versus  $x_2$ . (bloco XY Graph do simulink)

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -4 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix} x(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(t)$$

- a) Simule para uma condição inicial  $x(0)=[4; -5]'$  Qual o valor de  $y(t)$  em  $t = 5s$ . , Plot os estados no gráfico xy . Use o bloco graph xy disponível em sinks no simulink.
- b) Simule para uma condição inicial sobre um autovetor.. Plot os estados no gráfico xy
- c) Comente sobre as respostas apresentadas