

PSI3213 – Circuitos Elétricos II – Aula 07

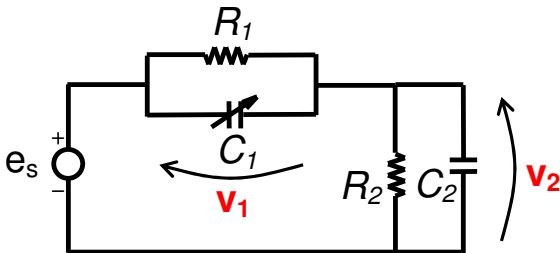
Magno T. M. Silva

Escola Politécnica da USP

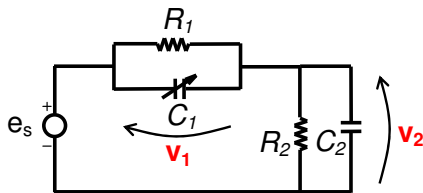
Vários desses slides foram inspirados nas transparências da
Profa. Denise Consonni

Circuito redutível

- Número de FCPs é menor que o número de elementos armazenadores de energia



Circuito redutível



$$\begin{cases} C_1 \frac{dv_1(t)}{dt} + G_1 v_1 - C_2 \frac{dv_2(t)}{dt} - G_2 v_2 = 0 & (1^{\text{a}} \text{ LK}) \\ v_1 + v_2 = e_s & (2^{\text{a}} \text{ LK}) \end{cases}$$

Em Laplace, temos

$$\begin{bmatrix} sC_1 + G_1 & -(sC_2 + G_2) \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1(s) \\ V_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 v_{10} - C_2 v_{20} \\ E_s(s) \end{bmatrix}$$

$$D(s) = s(C_1 + C_2) + (G_1 + G_2) \quad (1^{\text{o}} \text{ grau})$$

Circuito redutível

- Função de rede

$$G(s) = \left. \frac{V_2(s)}{E_s(s)} \right|_{\text{c.i.n.}} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \frac{s + \frac{G_1}{C_1}}{s + \frac{G_1 + G_2}{C_1 + C_2}}$$

- Única FCP

$$s = -\frac{G_1 + G_2}{C_1 + C_2}$$

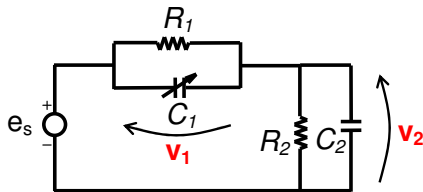
- Para $G(s)$ independe de s (ponta de prova atenuadora)

$$s + \frac{G_1}{C_1} = s + \frac{G_1 + G_2}{C_1 + C_2}$$

ou

$$R_1 C_1 = R_2 C_2$$

Circuito redutível



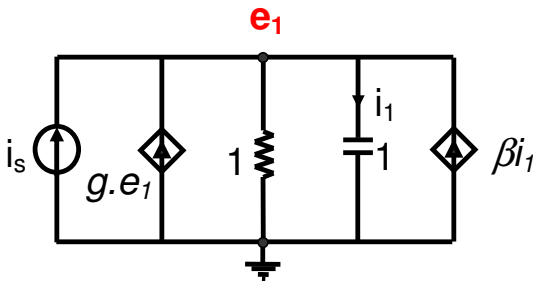
- ▶ Quando $R_1 C_1 = R_2 C_2$, temos

$$G(s) = \frac{C_1}{C_1 + C_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

- ▶ R_1 e C_1 : ponta de prova
 R_2 e C_2 : cabo coaxial + osciloscópio
- ▶ Exemplo: $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$ e $C_2 = 100 \text{ pF}$,
para atenuação de 10 temos
 $G(s) = 0,1 \Rightarrow R_1 = 9 \text{ M}\Omega$ e $C_1 = 1/9 \text{ pF}$ (capacitor
ajustável – trimmer)

Circuito degenerado

- ▶ Quando o determinante da matriz de sistema é nulo:
 - ▶ pode não existir solução
 - ▶ podem existir infinitas soluções
- ▶ Exemplo



Primeira LK:

$$-ge_1 + e_1 + \frac{de_1}{dt} - \beta \frac{de_1}{dt} = i_s$$

Circuito degenerado

- Em Laplace:

$$[(1 - \beta)s + (1 - g)] E_1(s) = I_s(s) + (1 - \beta)e_1(0_-)$$

$$E_1(s) = \frac{I_s(s)}{[(1 - \beta)s + (1 - g)]} + \frac{(1 - \beta)e_1(0_-)}{[(1 - \beta)s + (1 - g)]}$$

$$D(s) = [(1 - \beta)s + (1 - g)]$$

- Para $\beta = 1$ e $g = 1$, $D(s) = 0 \Rightarrow \infty$ soluções