

**Universidade de São Paulo**

Instituto de Física de São Carlos

## Exercício 3 (SEL0602)

Luís Filipe Silva Forti - 14592348

Julho, 2024

- Resolução Analítica

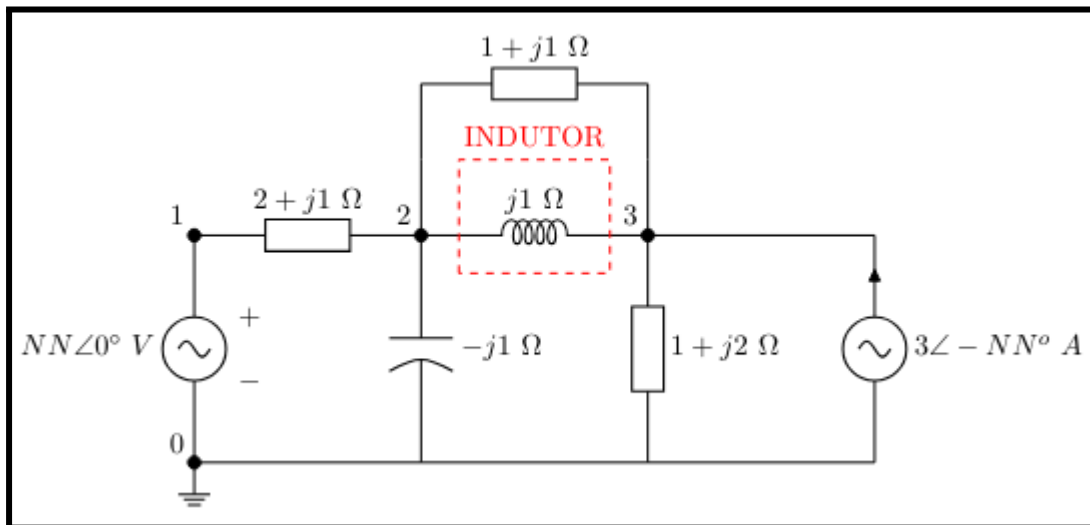


Imagem 1: Circuito utilizado para a análise teórica

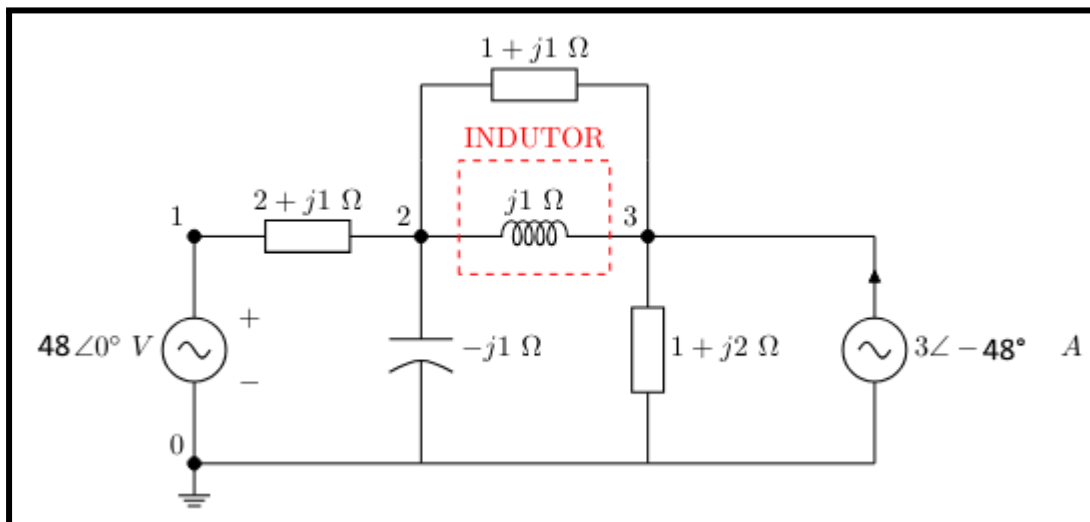


Imagem 2: Circuito utilizado para a análise teórica com as fontes adaptadas

Para os cálculos, foi usado  $NN = 48 \text{ (V)}$ . A forma fasorial descreve cossenos, então também foi necessário somar  $90^\circ$  na fase de ambas as fontes.

Para calcular a  $Z_{Th}$ , trocou-se a fonte de tensão por um curto-circuito e a fonte de corrente por um circuito aberto, assim conseguindo dois componentes em paralelo ( $2 + j1$  e  $-j1$ ). Ao uni-los eles ficaram em série com o componente de  $1 + j2$  que, somados, ficaram em paralelo com o último componente de  $1 + j1$ . Fazendo os cálculos, obtém-se  $Z_{Th} = 0,6098 + j0,5122$ , que pode ser descrito por um resistor e um indutor.

Para calcular  $V_{Th}$ , o nó do ponto 2 da imagem 2 foi nomeado de A e, o nó do ponto 3, de B. Por análise nodal, obtém-se:

- No nó A:

$$\circ \frac{A-48\angle 0^\circ}{2+j} + \frac{A}{-j} + \frac{A-B}{1+j} = 0$$

- No nó B:

$$\circ \frac{B-A}{1+j} + \frac{B}{1+2j} - 3\angle -48^\circ = 0$$

- $V_{Th}$ :

$$\circ V_{Th} = A - B$$

Por fim, para calcular  $I_N$ , basta utilizar os resultados obtidos anteriormente

$$\circ I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}}$$

Realizando as contas, obtém-se:

- $Z_{Th} = 0,6098 + 0,5122j \text{ (}\Omega\text{)} = 0,7963 \angle 40,0303^\circ$
- $A = 8,332 - 28,095j \text{ (V)} = 29,3045 \angle -73,481^\circ = 29,3045 * \sin(2t + 16,519^\circ)$
- $B = 9,9126 - 16,459j \text{ (V)} = 19,2135 \angle -58,941^\circ = 19,2135 * \sin(2t + 31,059^\circ)$
- $V_{Th} = -1,5806 - 11,636j \text{ (V)} = 11,7429 \angle -97,736^\circ = 11,7429 * \sin(2t - 7,736^\circ)$
- $I_N = -10,9173 - 9,9117j \text{ (A)} = 14,7455 \angle -137,76^\circ = 14,7455 * \sin(2t - 47,76^\circ)$

Usando estes valores, obtém-se o circuito equivalente da figura abaixo:

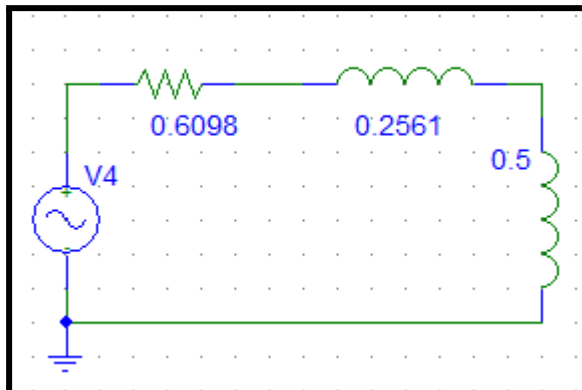


Imagem 3: Circuito equivalente de Thevenin

Com este novo circuito, pode-se calcular a tensão e a corrente no indutor de 0,5H pelas equações:

- $I_2$ :

$$\circ I_2 = \frac{V_{Th}}{0,6098+0,5122j+1j} = \frac{V_{Th}}{0,6098+1,5122j}$$

- $V_2$ :

$$\circ V_2 = I_2 * R_{Th} \frac{B-A}{1+j} + \frac{B}{1+2j} - 3\angle -48^\circ = 0$$

Realizando as contas, obtém-se:

- $I_2 = -6,981 - 1,7699j \text{ (A)} = 7,2019 \angle -165,8^\circ = 7,2019 * \sin(2t - 75,8^\circ) = 7,2019 * \sin(2t - 1.323 \text{ rad})$
- $V_2 = 1,7699 - 6,981j \text{ (V)} = 7,2019 \angle -75,77^\circ = 7,2019 * \sin(2t + 14,23^\circ) = 7,2019 * \sin(2t + 0.24836 \text{ rad})$

- Simulação no PSPICE

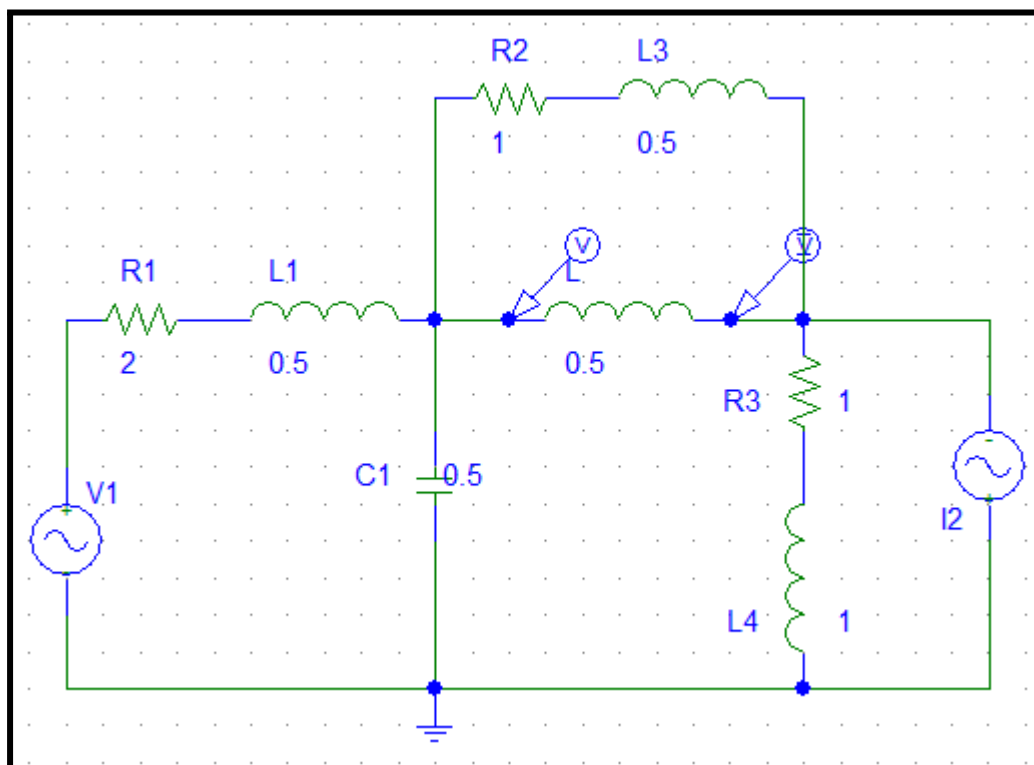


Imagem 4: circuito simulado no PSPICE

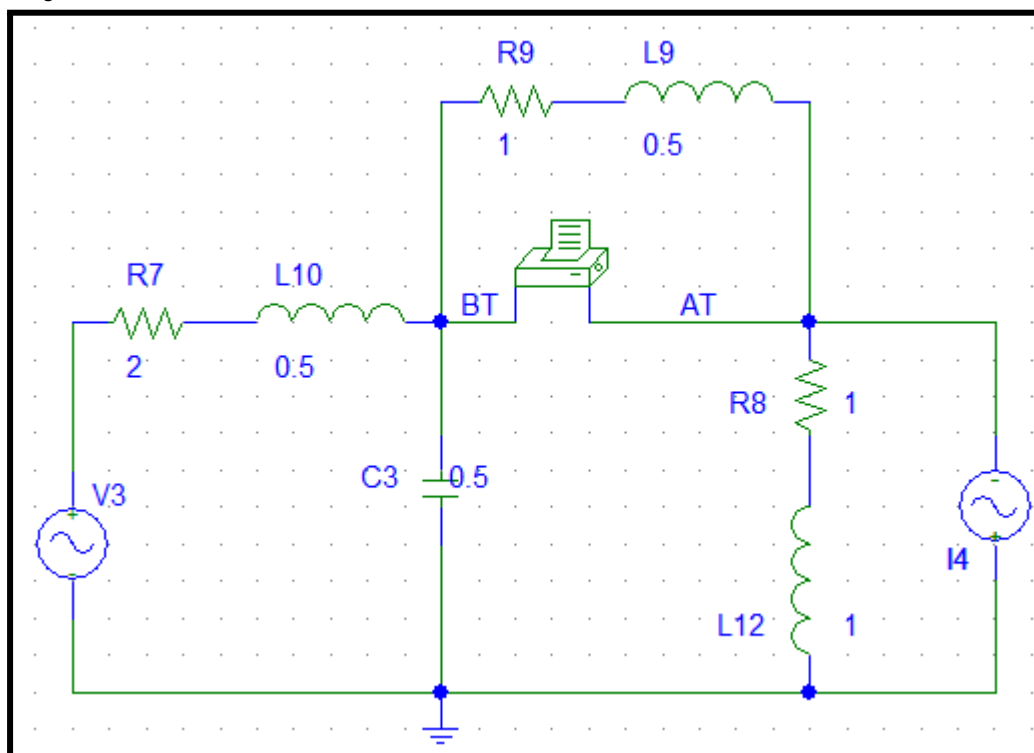


Imagem 5: circuito para  $V_{Th}$

FREQ	VM(BT,AT)	VP(BT,AT)
3.180E-01	1.175E+01	-9.764E+01

Imagem 6: resultado de  $V_{Th}$  no arquivo .out gerado pelo PSPICE

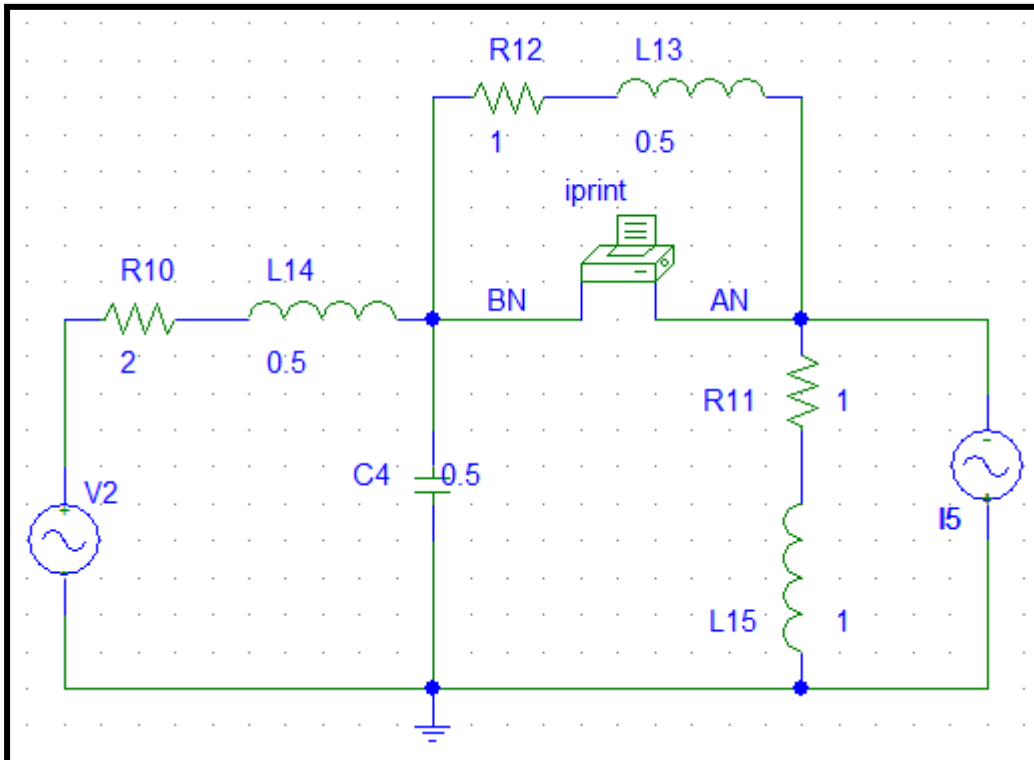
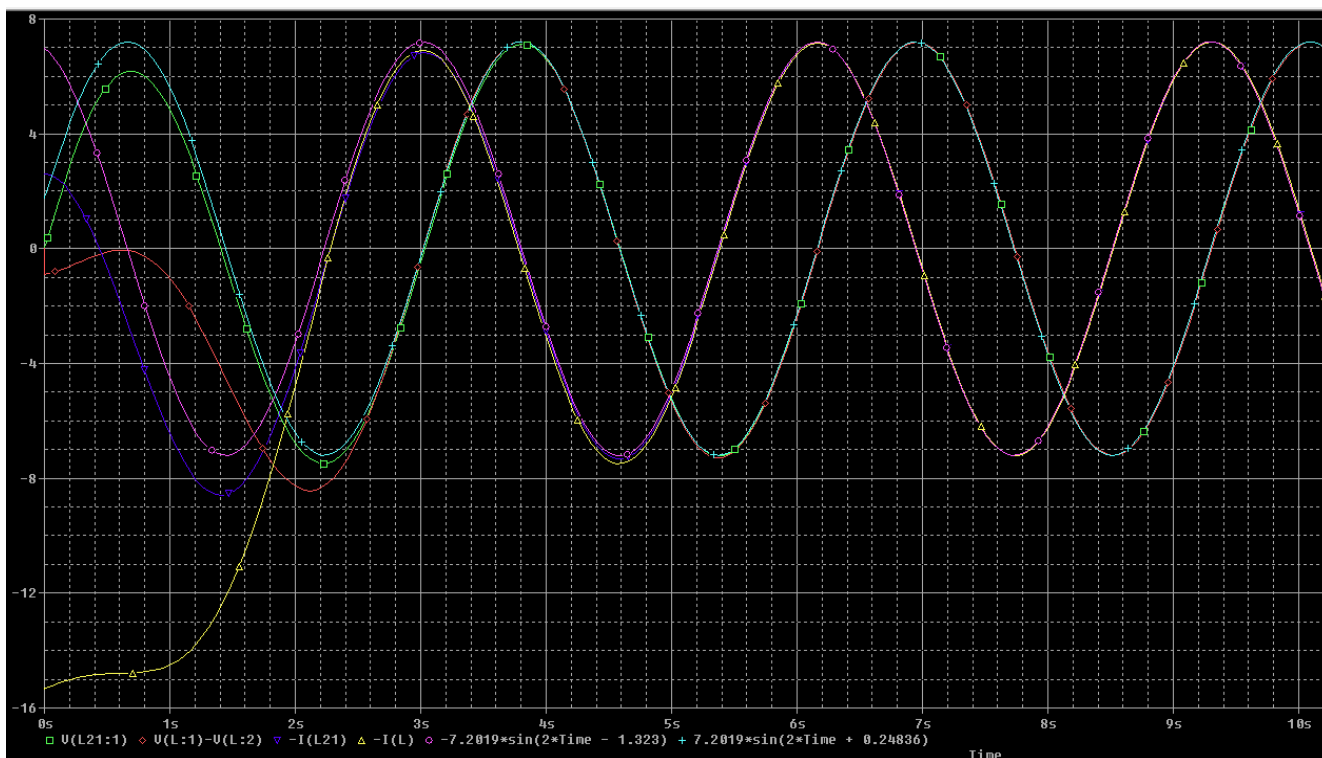
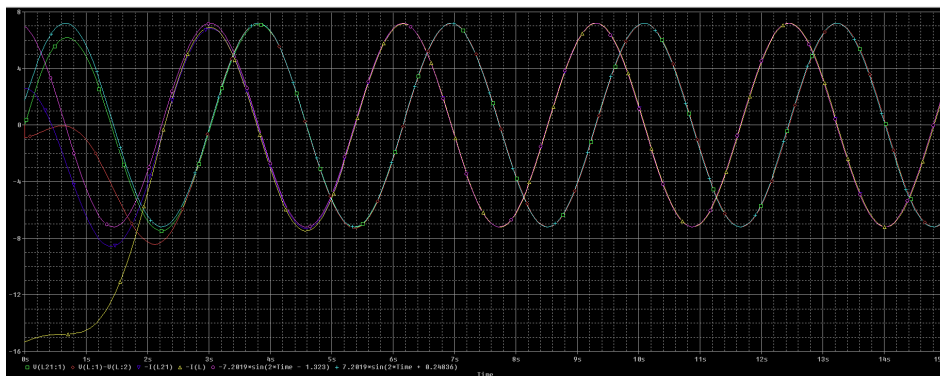


Imagem 7: circuito para  $I_N$

FREQ	IM(V_PRINT6)	IP(V_PRINT6)
3.180E-01	1.476E+01	-1.376E+02

Imagem 8: resultado de  $I_N$  no arquivo .out gerado pelo PSPICE

Por meio do PSPICE, foram calculados  $V_{Th}$  e  $I_N$  (imagens 6 e 8), os quais se mostraram idênticos ao esperado analiticamente. Como o cálculo de  $Z_{Th}$ , por meio da equação  $Z_{Th} = \frac{V_{Th}}{I_N}$ , utiliza dos mesmos valores, obteve-se o mesmo resultado.



Imagens 9 e 10: resultados de  $V_2$  e  $I_2$  no circuito original (vermelho e amarelo), no circuito equivalente (verde e azul) e os resultados calculados analiticamente (azul-claro e rosa)

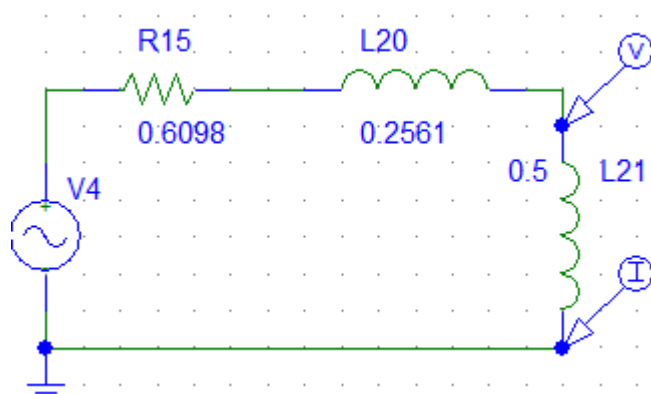


Imagem 11: circuito equivalente

Como pode-se ver no gráfico, os resultados obtidos no circuito original e no equivalente se mostraram válidos, assim como as curvas geradas pelos valores resultantes da análise teórica.

- **Conclusões**

Ambos os casos se provaram capazes de calcular o circuito, mas o PSPICE acaba por ser mais prático e eficiente, sendo mais indicado para circuitos maiores, onde a análise e as equações demandariam muito tempo e trabalho.