

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia



ENG10001
Circuitos Elétricos I-C

Trabalho Bônus 1

Associação de Quadripolos

Pedro Lubaszewski Lima (00341810)

Turma A

8 de dezembro de 2024

Sumário

1.1	Circuitos Sorteados	2
2.1	Circuito Equivalente de Thevénin da Entrada	4
3.1	Análise da Associação de Quadripolos	7
3.1.1	Representação dos Circuitos	7
3.1.2	Parâmetros do Quadripolo Q2	7
3.1.3	Parâmetros do Quadripolo Q1	7
3.1.4	União dos Quadripolos	7
4.1	Circuito Equivalente de Norton da Saída	8
5.1	Ganho de Tensão da Saída V_2/V_1	10

1.1 Circuitos Sorteados

Primeiramente, com o meu número de matrícula **0 0 3 4 1 8 1 0**, observa-se os seguintes dígitos sorteadores:

- $N_1 = 3$;
- $N_2 = 4$;
- $N_3 = 1$;
- $N_4 = 8$;
- $N_5 = 1$;
- $N_6 = 0$.

A partir deles, sabe-se que os circuito a serem analisados são os seguintes:

- Circuito de Entrada:

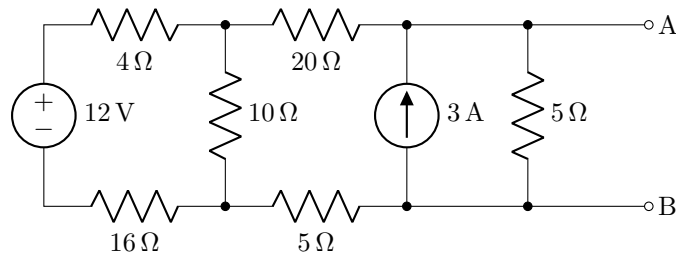


Figura 1: Circuito de Entrada 2

- Primeira Topologia de Quadripolo:

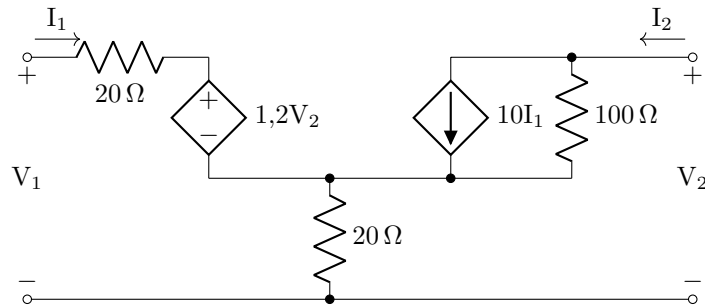


Figura 2: Topologia de Quadripolo 2 (Q1)

- Segunda Topologia de Quadripolo:

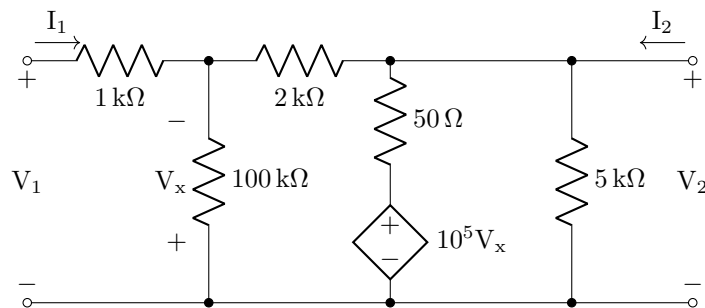


Figura 3: Topologia de Quadripolo 3 (Q2)

- Associação dos Quadripolos:

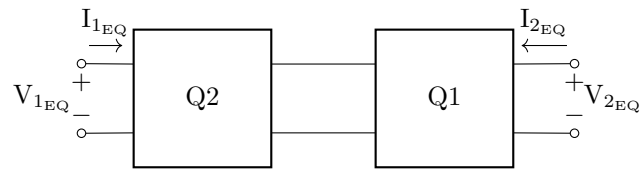


Figura 4: Associação dos Quadripolos Q1 e Q2

- Circuito de Saída:

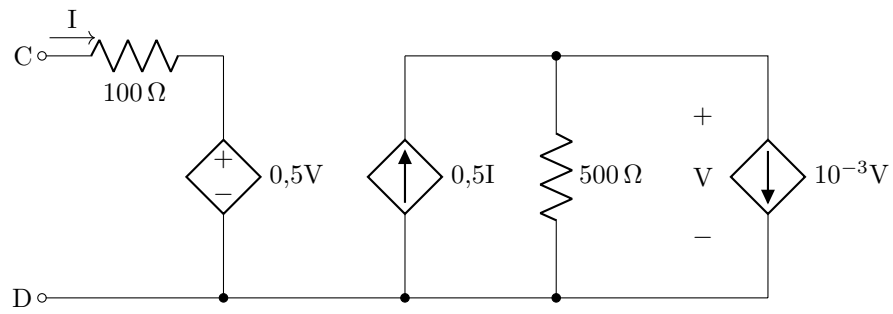
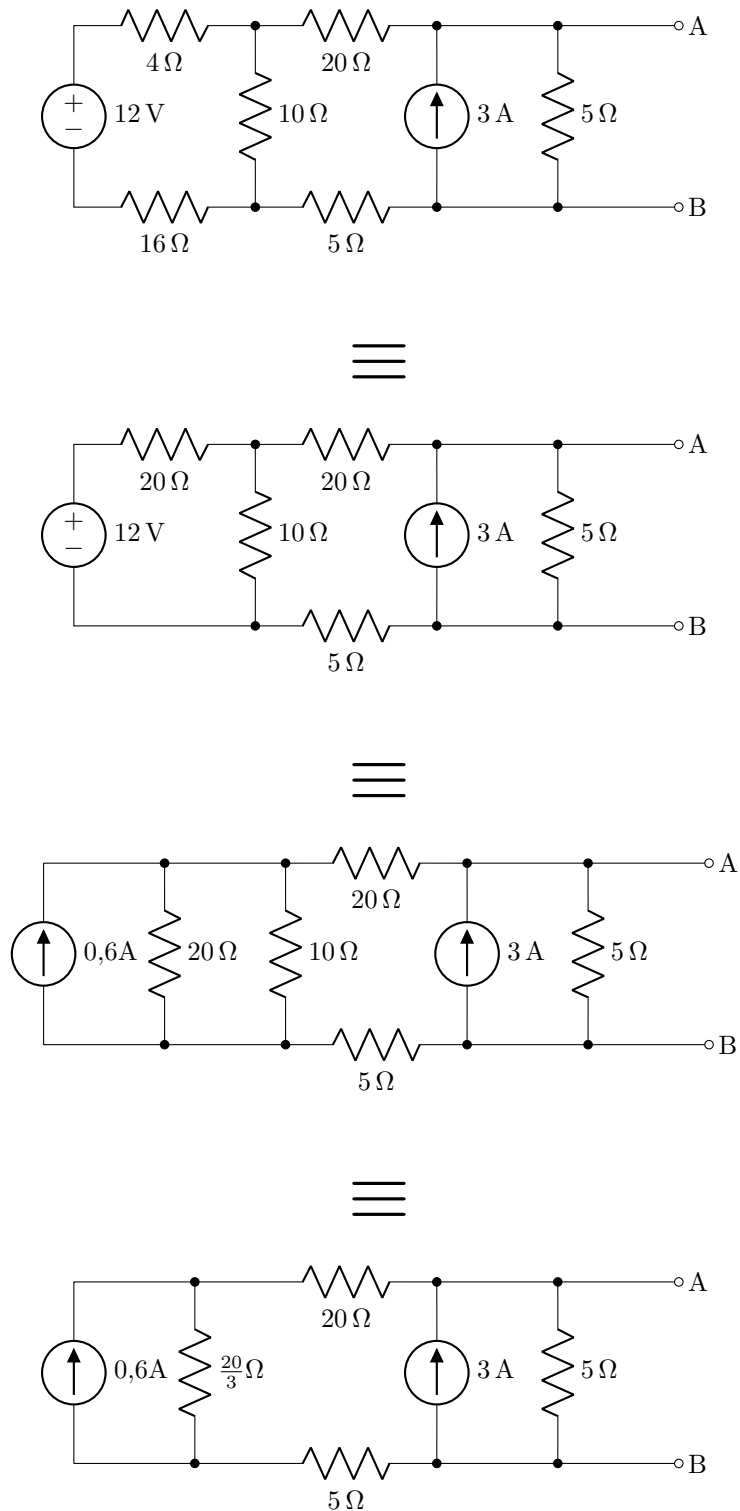
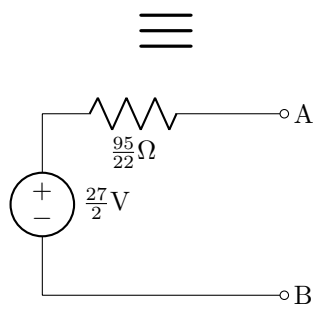
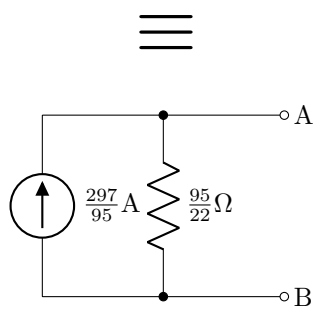
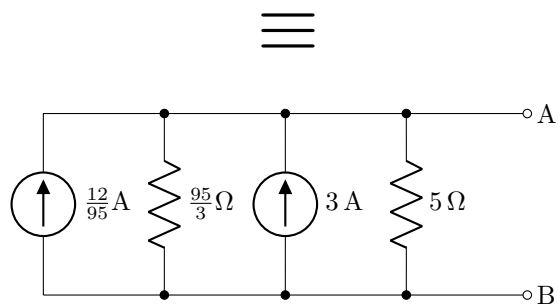
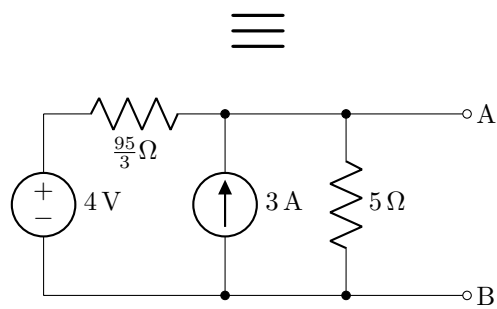
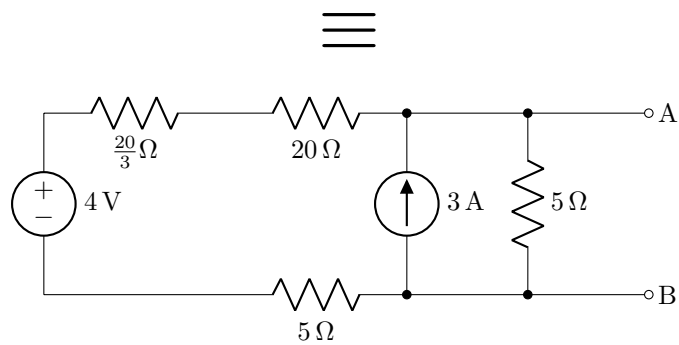


Figura 5: Circuito de Saída 1

2.1 Circuito Equivalente de Thevénin da Entrada

Partindo do circuito de entrada sorteado (figura 1), pode-se adotar a estratégia de transformação de fontes repetidas vezes até chegar-se no circuito equivalente de Thevénin:





Assim, com a sequência ilustrada acima, chegou-se ao circuito equivalente de Thevénin da entrada com $V_{TH} = \frac{27}{2}\text{V} = 13,5\text{V}$ e $R_{TH} = \frac{95}{22}\Omega = 4,318\Omega$.

*

3.1 Análise da Associação de Quadripolos

3.1.1 Representação dos Circuitos

Dada a associação de quadripolos sorteada, é mais prudente representar ambos os quadripolos com os parâmetros a , visto que o quadripolo equivalente apresenta parâmetros da seguinte forma:

$$\begin{aligned}a_{11} &= a'_{11}a''_{11} + a'_{12}a''_{21} \\a_{12} &= a'_{11}a''_{12} + a'_{12}a''_{22} \\a_{21} &= a'_{21}a''_{11} + a'_{22}a''_{21} \\a_{22} &= a'_{21}a''_{12} + a'_{22}a''_{22}\end{aligned}$$

Onde o primeiro quadripolo (Q2) da figura 4 tem os parâmetros a' e o segundo quadripolo (Q1) tem os parâmetros a'' . Além disso, os parâmetros a representam as variáveis dos quadripolos da seguinte maneira:

$$V_1 = a_{11}V_2 - a_{12}I_2$$

$$I_1 = a_{21}V_2 - a_{22}I_2$$

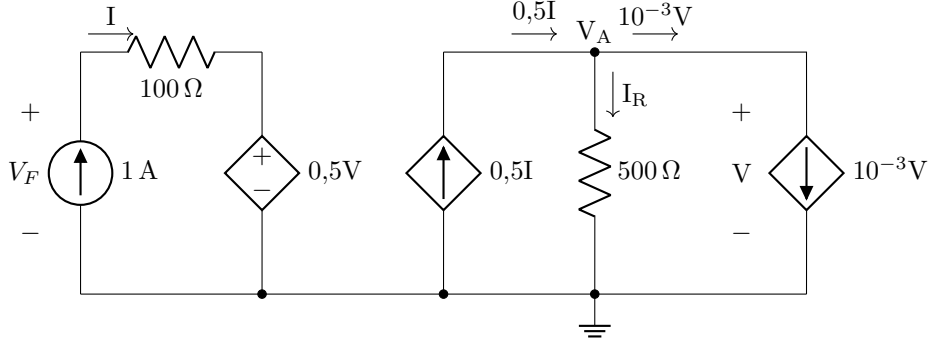
3.1.2 Parâmetros do Quadripolo Q2

3.1.3 Parâmetros do Quadripolo Q1

3.1.4 União dos Quadripolos

4.1 Circuito Equivalente de Norton da Saída

Partindo do circuito de saída sorteado (figura 5), sabe-se de cara que, por não haver nenhuma fonte de tensão ou de corrente independente, a corrente de Norton é $I_N = 0\text{A}$. Para determinar-se o valor de R_N , pode-se colocar uma fonte independente na saída e medir a outra grandeza sobre essa, visto que $R_N = \frac{V_F}{I_F}$. Para esse circuito em específico, colocar-se-á uma fonte de corrente de $I_F = 1\text{A}$ para cima e medir-se-á a tensão V_F sobre ela:



Nesse caso, com essa fonte de corrente, forçou-se $I = 1\text{A}$. Por conta disso, do outro lado do circuito, obteve-se que a primeira fonte de corrente controlada fornece ou consome $0,5 \cdot I = 0,5\text{A}$.

A partir dessa informação, no nó V_A , obtém-se que a corrente I_R sobre o resistor de 500Ω se dá por:

$$\begin{aligned} 0,5 \cdot I &= I_R + 10^{-3} \cdot V \\ \Rightarrow I_R &= 0,5 \cdot I - 10^{-3} \cdot V \\ \Rightarrow I_R &= 0,5\text{A} - 10^{-3} \cdot V \end{aligned}$$

Com essa informação, como, em resistores, $V = R \cdot I$:

$$\begin{aligned} V &= I_R \cdot 500\Omega \\ \Rightarrow V &= (0,5\text{A} - 10^{-3} \cdot V) \cdot 500\Omega \\ \Rightarrow V &= 250\text{V} - 0,5 \cdot V \\ \Rightarrow 1,5 \cdot V &= 250\text{V} \\ \Rightarrow V &= \frac{500}{3}\text{V} \end{aligned}$$

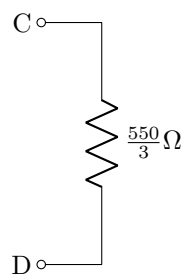
Com essa informação, basta retornar para o outro lado do circuito e determinar a tensão V_F através de Lei das Malhas:

$$\begin{aligned} -V_F + I \cdot 100\Omega + 0,5 \cdot V &= 0 \\ \Rightarrow V_F &= I \cdot 100\Omega + 0,5 \cdot V \\ \Rightarrow V_F &= 1\text{A} \cdot 100\Omega + 0,5 \cdot \frac{500}{3}\text{V} \\ \Rightarrow V_F &= 100\text{V} + \frac{250}{3}\text{V} \\ \Rightarrow V_F &= \frac{550}{3}\text{V} \end{aligned}$$

Logo, a partir dessa tensão, pode-se determinar por fim o valor de R_N :

$$\begin{aligned} R_N &= \frac{V_F}{I_F} \\ \Rightarrow R_N &= \frac{\frac{550}{3}\text{V}}{1\text{A}} \\ \Rightarrow R_N &= \frac{550}{3}\Omega = 183,3\bar{3}\Omega \end{aligned}$$

Ou seja, o circuito equivalente Norton da saída é o seguinte:



*

5.1 Ganho de Tensão da Saída V_2/V_1