

Quinto Relatório de Lab de Circuitos II

Henrique da Silva
hpsilva@proton.me

26 de abril de 2023

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Análise preliminar
 - 2.1 O circuito
 - 2.2 Maxima
- 3 Medições em laboratório
 - 3.1 O quadripolo
 - 3.2 Tabela de componentes
 - 3.3 Resultados das medidas
 - 3.4 Parâmetros Z
 - 3.5 Com resistência de entrada
- 4 Conclusões

1 Introdução

Neste relatório, vamos discutir quadripolos, e vamos projetar, montar e testar um quadripolo simples, obtendo seus parâmetros Z .

Todos arquivos utilizados para criar este relatório, e o relatório em si estão em: https://github.com/Shapis/ufpe_ee/tree/main/5thsemester/CircuitsII/

2 Análise preliminar

Utilizarei o Maxima para fazer a análise teórica do circuito antes de montá-lo fisicamente.

Após terminar as análises compararei os resultados obtidos nas análises numéricas e em laboratório para verificar sua coerência.

2.1 O circuito

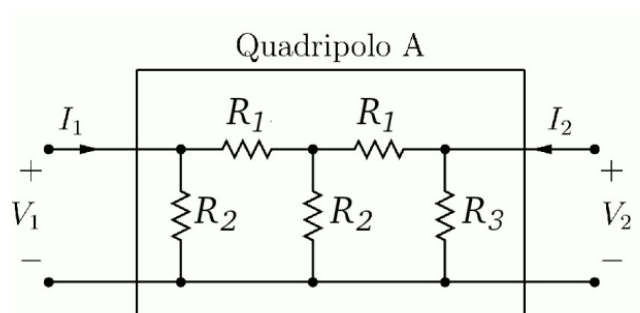


Figura 1: Quadripolo puramente resistivo.

2.2 Maxima

Podemos realizar a análise do circuito utilizando análise nodal.

$$\begin{aligned} \frac{V_1 - V_a}{R_1} + \frac{V_1}{R_2} - I_1 &= 0 \\ \frac{V_a - V_2}{R_1} + \frac{V_a - V_1}{R_1} + \frac{V_a}{R_2} &= 0 \\ \frac{V_2 - V_a}{R_1} + \frac{V_2}{R_3} - I_2 &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Resolvendo simbolicamente no Maxima obtemos o seguinte:

```
sols: solve([eq1,eq2,eq3], [V1, V2, Va, I1, I2]);
[[V1 = -(R2*(R1*(2*(%r9*R3-2*(%r10)-%r10*R3)
+R1^2*(%r9*R3-%r10)-%r10*R1*R3)
/(R2*R3), V2 = %r10, Va = -(R1*(%r9*R3-%r10)-%r10*R3)/R3,
I1 = -(R2*(R1*(3*(%r9*R3-3*(%r10)-2*(%r10*R3)
+R2^2*(%r9*R3-%r10)+R1^2*(%r9*R3-%r10)-%r10*R1*R3)
/(R2^2*R3), I2 = %r9]]
```

Figura 2: Resolvendo o sistema da análise nodal para V_1 , V_2 , V_a , I_1 e I_2 .

Com estas soluções em mãos podemos obter os parâmetros Z do circuito.

Para isto vamos obter cada um individualmente, zerando a corrente I_1 e I_2 em cada caso onde aplicável.

```
z11: at(at(V1/I1, sols[1]), I2 = 0)$
z12: at(at(V1/I2, sols[1]), I1 = 0)$
z21: at(at(V2/I1, sols[1]), I2 = 0)$
z22: at(at(V2/I2, sols[1]), I1 = 0)$
```

Figura 3: Obtendo parâmetros Z .

$$\begin{aligned} Z_{11} &= 21343.6125 \\ Z_{12} &= 15333.9925 \\ Z_{21} &= 15333.9925 \\ Z_{22} &= 23826.6225 \end{aligned} \quad (2)$$

Com estes em mãos podemos obter a total impedância do circuito com uma carga Z_L aplicada na sua saída.

Para isto vamos substituir os valores dos resistores, e daí podemos dividir a tensão de entrada pela corrente de entrada e obter a impedância do circuito.

Agora com V_1 , V_2 , I_1 e I_2 em mãos podemos obter a total impedância do circuito.

$$Z_{in} = \frac{V_1}{I_1} = 12239.38973\Omega \quad (3)$$

```
Resistores: [R1 = 8200, R2 = 47000, R3 = 8200]
z11f: float(at(z11, Resistores))$
z12f: float(at(z12, Resistores))$
z21f: float(at(z21, Resistores))$
z22f: float(at(z22, Resistores))$
eq4: V1 = z11f*I1 + z12f*I2$
eq5: V2 = z21f*I1 + z22f*I2$
eq6: at(eq5, V2 = -ZL * I2)$
eq7: at(eq6, ZL = 2000)$
I2sol: ratsimp(solve([eq4,eq7], [V1, I2]))$
```

Figura 4: Obtendo V_1 e I_2 para impedância de carga $Z_L = 2000$.

3 Medições em laboratório

3.1 O quadripolo

Inicialmente farei as medições dos componentes a serem usados.

Após isso montarei os circuitos e realizei as medições de tensão e corrente, com estes obterei os parâmetros Z do circuito.

E por fim, medir a impedância total do circuito para confirmar que os resultados que obtive são coerentes

3.2 Tabela de componentes

Quadripolo A

$$\begin{aligned} R_{11} &= 8.18k\Omega \\ R_{12} &= 8.2k\Omega \\ R_{21} &= 46.37k\Omega \\ R_{22} &= 46.87k\Omega \\ R_3 &= 81.66k\Omega \\ Z_L &= 1.95\Omega \end{aligned} \quad (4)$$

3.3 Resultados das medidas

Para $I_1 = 0$

Grandezas	$I_1 = 0$	$I_2 = 0$	Com Z_L
V_1	0.647V	1.01V	1.01
V_2	1.01V	0.725V	0
I_1	0	47.37 μ A	82.15 μ A
I_2	42.00 μ A	0	0

3.4 Parâmetros Z

$$\begin{aligned}Z_{11} &= 21321.5115052 \\Z_{12} &= 15404.7619048 \\Z_{21} &= 15305.0453874 \\Z_{22} &= 24047.6190476\end{aligned}\tag{5}$$

3.5 Com resistência de entrada

$$\begin{aligned}V_1 &= 1.01V \\I_1 &= 82.15\mu A \\R_{in} &= 12294.5830797\Omega \\R_{inesperado} &= 12239.3897\Omega\end{aligned}\tag{6}$$

4 Conclusões

Conseguimos com sucesso fazer a análise numérica pelo Maxima, e comparamos os resultados com os obtidos experimentalmente.

Nos resultados práticos, obtivemos parâmetros Z bastante similares aos obtidos numericamente.

E também uma impedancia total de circuito bastante semelhante como podemos observar em (6).

Em suma creio que tivemos sucesso em nos familiarizar com as ferramentas de análise de circuitos elétricos numéricos, e métodos para análise de quadripolos.