
Contents

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Quadripolos | 2 |
| 1.1 | Baixa frequência | 2 |
| 1.1.1 | Matriz Impedâncias | 2 |
| 1.1.2 | Matriz Admitâncias | 3 |
| 1.1.3 | Matriz Parâmetros Híbridos | 3 |
| 1.1.4 | Matriz Parâmetros ABCD/Transmissão | 3 |
| 1.2 | Parâmetros S | 4 |
| 1.3 | Associação de quadripolos | 4 |

1 Quadripolos

Aquilo que um network analyzer faz é medir quadripolos

- Se os portos forem recíprocos:

$$X_{ij} = X_{ji}$$

- Se os portos não tiveram perdas:

$$\text{Re}\{Z_{mn}\} = 0$$

1.1 Baixa frequência

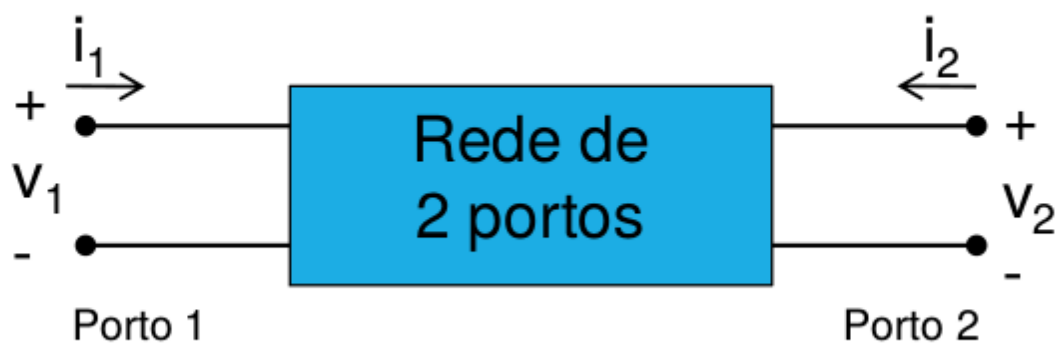


Figure 1: Rede de dois portos a baixa frequência. A determinação dos parâmetros é feita colocando os portos em curto-circuito ou em circuito aberto.

1.1.1 Matriz Impedâncias

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 = z_{11}i_1 + z_{12}i_2 \\ v_2 = z_{21}i_1 + z_{22}i_2 \end{cases}$$

Com o circuito aberto nos outros portos

$$Z_{ij} = \frac{V_i}{I_j} |_{I_{k=0 \text{ for } k \neq j}}$$

TODO Inserir exemplo de uma T port network

1.1.2 Matriz Admitâncias

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} i_1 = y_{11}v_1 + y_{12}v_2 \\ i_2 = y_{21}v_1 + y_{22}v_2 \end{cases}$$

Com curto-circuito nos outros portos

$$Y_{ij} = \frac{I_i}{V_j} |_{V_{k=0 \text{ for } k \neq j}}$$

$$[Y] = [Z]^{-1}$$

1.1.3 Matriz Parâmetros Híbridos

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 = h_{11}i_1 + h_{12}v_2 \\ i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}v_2 \end{cases}$$

1.1.4 Matriz Parâmetros ABCD/Transmissão

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_2 \\ -i_2 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 = A \cdot v_2 - B \cdot i_2 \\ i_1 = C \cdot v_2 - D \cdot i_2 \end{cases}$$

TODO Inserir casos típicos

1.2 Parâmetros S

- Em vez de abrir/curto-circuito as saídas, vou **adaptá-las**
 - É difícil obter curtos-circuitos ou circuitos abertos a alta-frequências:
 - * Num comprimento de $\frac{\lambda}{4}$ posso ter um curto circuito e um circuito aberto
 - Não posso curto circuitar a saída porque:
 - Não tenho exatidão para saber onde está o circuito aberto
 - Mesmo que soubesse, nada me garante que conseguia medir os parâmetros nesse ponto
- Baseados em parâmetros de onda e não exclusivamente em tensões e correntes
 - Assumo que existe uma onda incidente e uma onda refletida.
 - Ao adaptar o porto, não tenho reflexões e posso calcular os parâmetros
 - Parâmetros S \leftarrow *Scattering Parameters*
- A tensão em cada ponto da linha é $V = V^+(x) + V^-(x)$
 - $V^+(x) = Ae^{-\gamma x}$
 - $V^-(x) = Be^{\gamma x}$
- A corrente: $I = I^+(x) + I^-(x) = \frac{V^+(x)}{Z_0} + \frac{V^-(x)}{Z_0}$
- §

As ondas em **a** e **b** **não são ondas de tensão** porque estão normalizadas para $\sqrt{Z_0}$. O **a** e **b** representam uma **pseudo onda de potência**

$a^2 \Rightarrow$ uma unidade de potência. É um artefacto matemático.

Posso calcular as perdas por readação. Return loss

$$P = VI^* = aa^* - bb^*$$

S_1 1 Coeficiente de reflexão do porto 1.

1.3 Associação de quadripolos

- Série: Somam-se os parâmetros das matrizes Impedância
- Paralelo: Somam-se os parâmetros das matrizes Admitância
- Cascata: Multiplicam-se os parâmetros das matrizes Transmissão