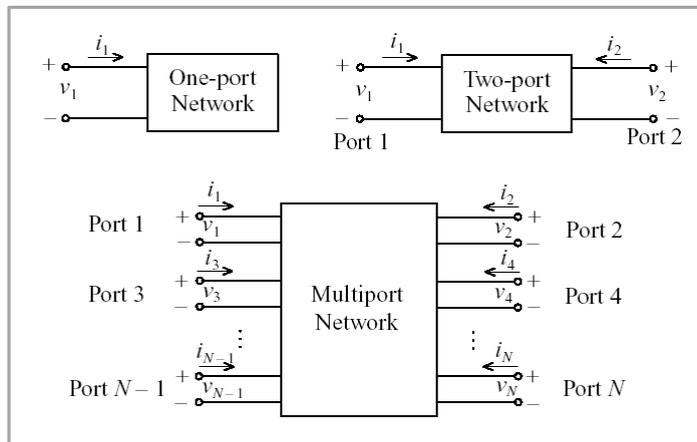


CAPÍTULO 4

REDES DE MÚLTIPLAS PORTAS

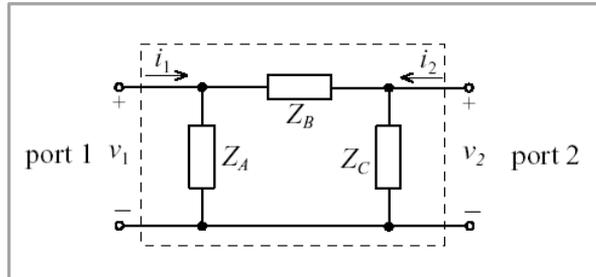
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.1 DEFINIÇÕES



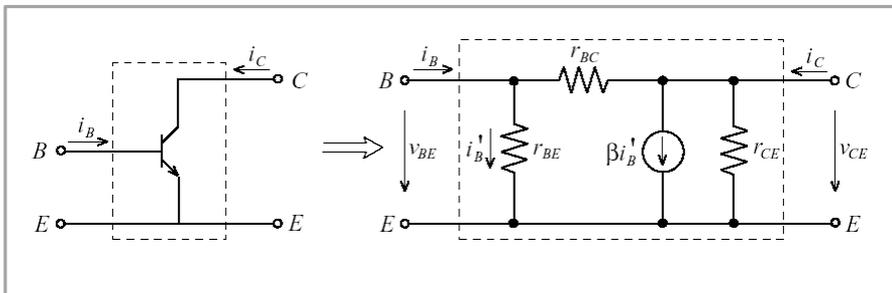
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Exemplo 4.1 Representação matricial de uma rede P



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

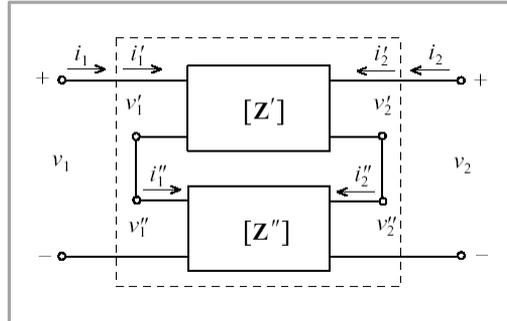
Exemplo 4.2 Parâmetros h para um TBJ em baixa freqüência



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

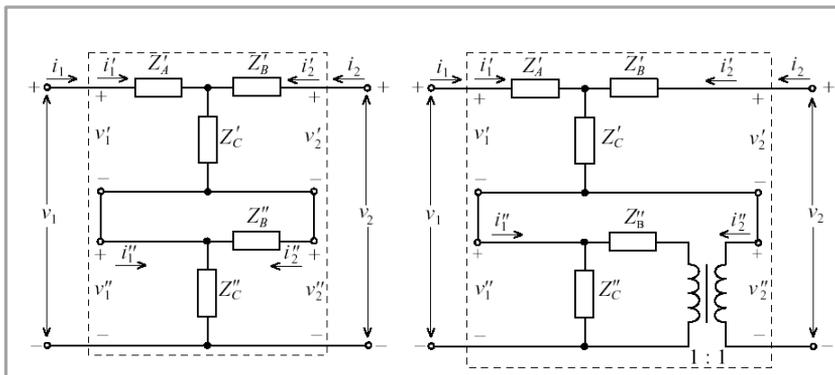
4.2 INTERCONEXÃO DE REDES

4.2.1 Conexão de redes em série



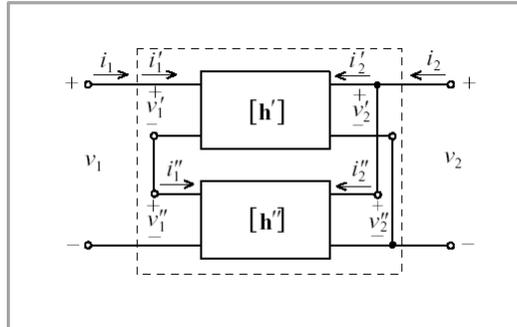
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Exemplo de curto circuito em uma associação em série



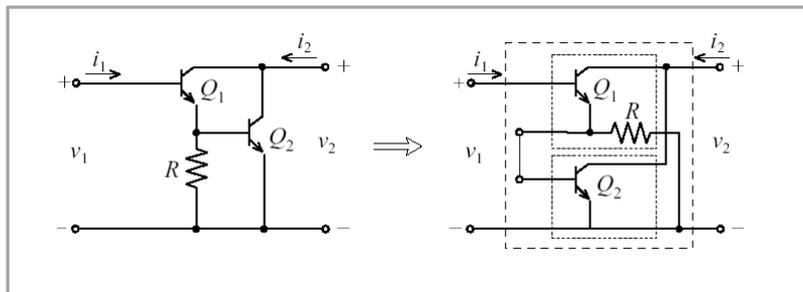
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Quando duas redes são conectadas com as saídas trocadas a representação híbrida é mais conveniente.



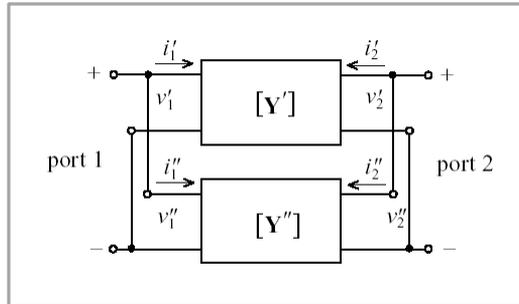
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Exemplo de conexão em série de duas redes híbridas



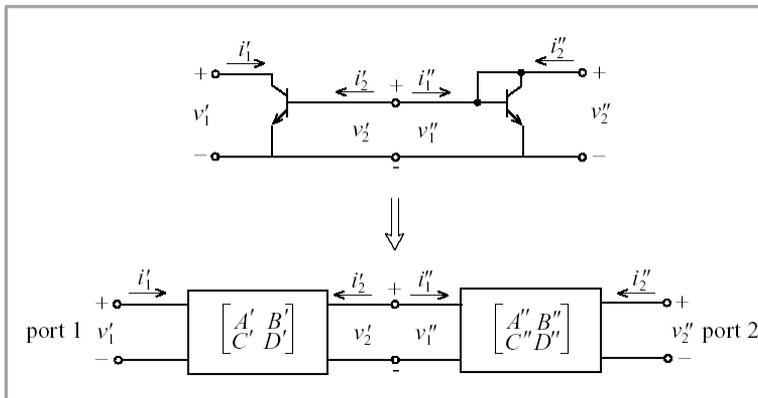
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.2.2 Conexão de redes em paralelo



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.2.3 Conexão de redes em cascata



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Table 4-1 ABCD-Parameters of Some Useful Two-Port Circuits.

| Circuit | ABCD-Parameters | |
|---------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| | $A = 1$ $C = 0$ | $B = Z$ $D = 1$ |
| | $A = 1$ $C = Y$ | $B = 0$ $D = 1$ |
| | $A = 1 + \frac{Z_A}{Z_C}$ $C = \frac{1}{Z_C}$ | $B = Z_A + Z_B + \frac{Z_A Z_B}{Z_C}$ $D = 1 + \frac{Z_B}{Z_C}$ |
| | $A = 1 + \frac{Y_B}{Y_C}$ $C = Y_A + Y_B + \frac{Y_A Y_B}{Y_C}$ | $B = \frac{1}{Y_C}$ $D = 1 + \frac{Y_A}{Y_C}$ |
| | $A = \cos \beta l$ $C = \frac{j \sin \beta l}{Z_0}$ | $B = j Z_0 \sin \beta l$ $D = \cos \beta l$ |
| | $A = N$ $C = 0$ | $B = 0$ $D = \frac{1}{N}$ |

TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.3 PROPRIEDADES DE REDES E APLICAÇÕES

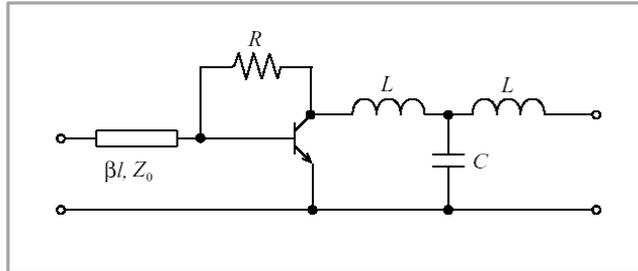
4.3.1 Conversão entre conjuntos de parâmetros

Table 4-2 Conversion between Different Network Representations

| | [Z] | [Y] | [h] | [ABCD] |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [Z] | $Z_{11} \quad Z_{12}$ $Z_{21} \quad Z_{22}$ | $\frac{Z_{22}}{\Delta Z} \quad \frac{Z_{12}}{\Delta Z}$ $\frac{Z_{21}}{\Delta Z} \quad \frac{Z_{11}}{\Delta Z}$ | $\frac{\Delta Z}{Z_{22}} \quad \frac{Z_{12}}{Z_{22}}$ $\frac{Z_{21}}{Z_{22}} \quad \frac{1}{Z_{22}}$ | $\frac{Z_{11}}{Z_{21}} \quad \frac{\Delta Z}{Z_{21}}$ $\frac{1}{Z_{21}} \quad \frac{Z_{22}}{Z_{21}}$ |
| [Y] | $\frac{Y_{22}}{\Delta Y} \quad \frac{Y_{12}}{\Delta Y}$ $\frac{Y_{21}}{\Delta Y} \quad \frac{Y_{11}}{\Delta Y}$ | $Y_{11} \quad Y_{12}$ $Y_{21} \quad Y_{22}$ | $\frac{1}{Y_{11}} \quad \frac{Y_{12}}{Y_{11}}$ $\frac{Y_{21}}{Y_{11}} \quad \frac{\Delta Y}{Y_{11}}$ | $\frac{Y_{22}}{Y_{21}} \quad \frac{1}{Y_{21}}$ $\frac{\Delta Y}{Y_{21}} \quad \frac{Y_{11}}{Y_{21}}$ |
| [h] | $\frac{\Delta h}{h_{22}} \quad \frac{h_{12}}{h_{22}}$ $\frac{h_{21}}{h_{22}} \quad \frac{1}{h_{22}}$ | $\frac{1}{h_{11}} \quad \frac{h_{12}}{h_{11}}$ $\frac{h_{21}}{h_{11}} \quad \frac{\Delta h}{h_{11}}$ | $h_{11} \quad h_{12}$ $h_{21} \quad h_{22}$ | $\frac{\Delta h}{h_{21}} \quad \frac{h_{11}}{h_{21}}$ $\frac{h_{22}}{h_{21}} \quad \frac{1}{h_{21}}$ |
| [ABCD] | $\frac{A}{C} \quad \frac{\Delta ABCD}{C}$ $\frac{1}{C} \quad \frac{D}{C}$ | $\frac{D}{B} \quad \frac{\Delta ABCD}{B}$ $\frac{1}{B} \quad \frac{A}{B}$ | $\frac{B}{D} \quad \frac{\Delta ABCD}{D}$ $\frac{1}{D} \quad \frac{C}{D}$ | $A \quad B$ $C \quad D$ |

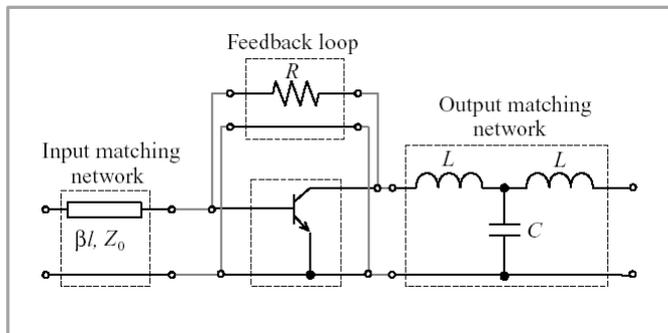
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.3.2 Análise de um amplificador de microondas



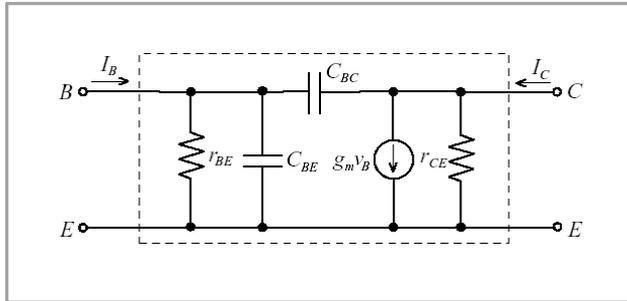
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Divisão do amplificador em subredes simples

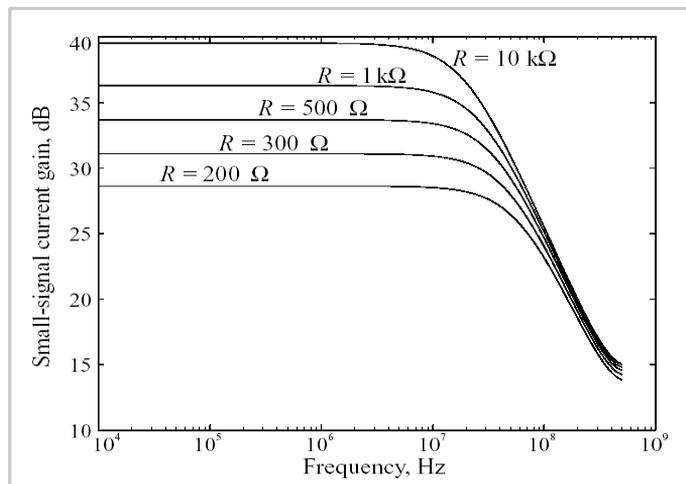


TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Modelo híbrido de alta frequência do TBJ



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.4 PARÂMETROS DE ESPALHAMENTO

- Para determinar os parâmetros Z , Y , h , e $ABCD$ há a necessidade de estabelecer condições de terminação bem definidas.
- Condições circuito aberto ou curto circuito são difíceis de estabelecer em RF.
- RF implica em ondas incidentes e refletidas que podem formar ondas estacionárias destruindo os elementos de circuito.

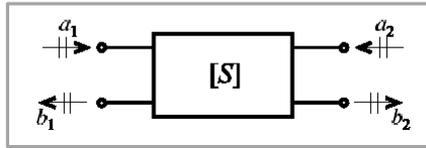
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Solução: parâmetros S

- O comportamento entrada-saída da rede é definido em termos de ondas de potência normalizadas.
- A razão entre as ondas de potência são registradas em termos dos parâmetros de espalhamento.
- Os parâmetros S são medidos baseados em linhas de transmissão adequadamente terminadas.

TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

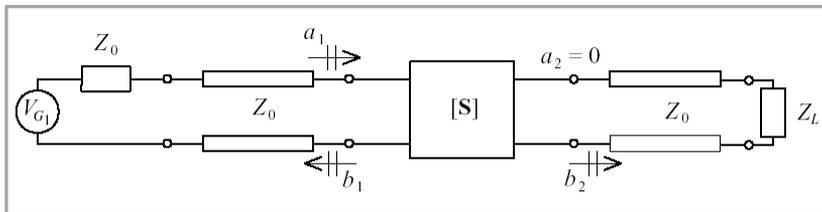
4.4.1 Definição dos parâmetros de espalhamento



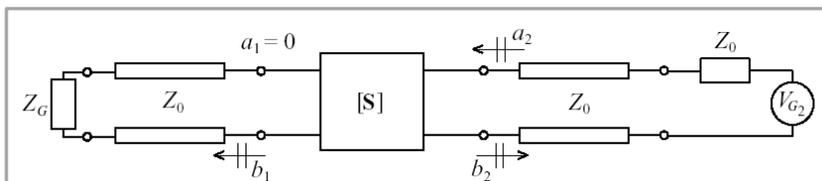
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.4.2 Significado dos parâmetros S

Medida dos parâmetros S_{11} e S_{21}

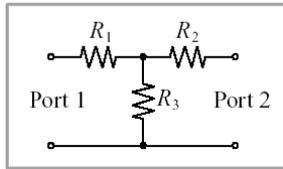


Medida dos parâmetros S_{22} e S_{12}

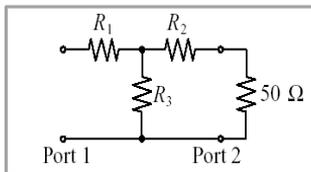


TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

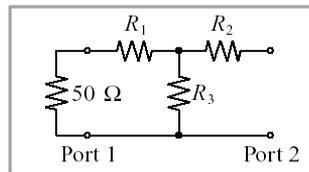
Ex. 4. 7 Determinação dos elementos de uma rede em T



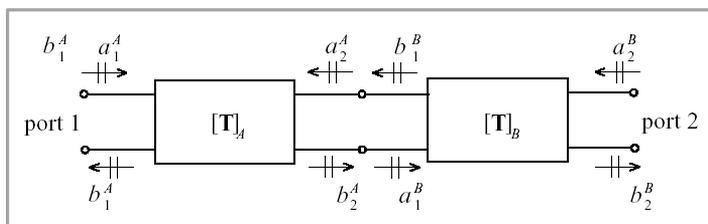
Circuito para determinação de S_{11} e S_{21}



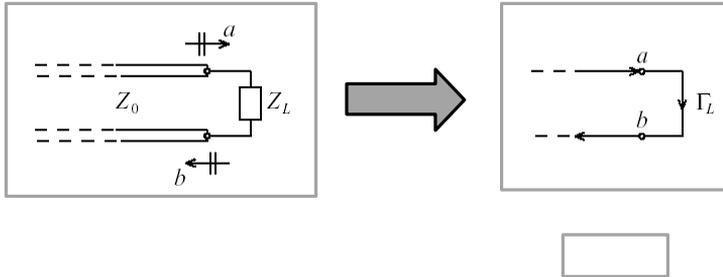
Circuito para determinação de S_{22} e S_{12}



4.4.3 Matriz de transmissão

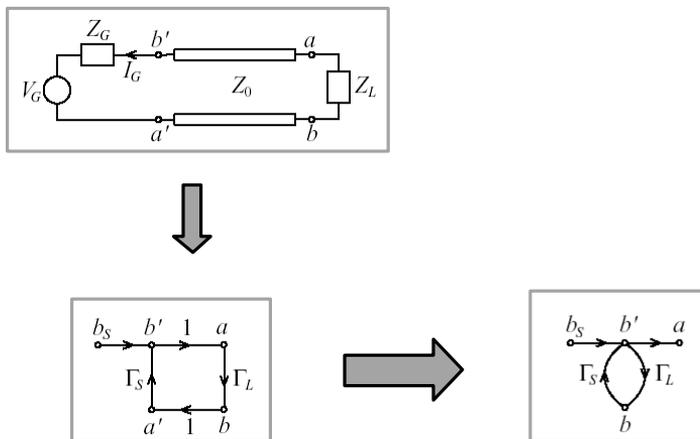


4.4.5 Gráficos de Fluxo de Sinal



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Linha de transmissão terminada



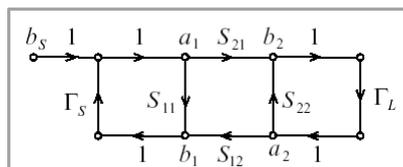
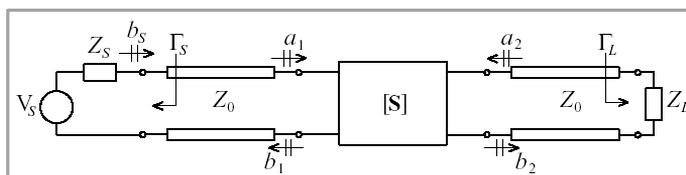
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Table 4-3 Signal flow chart building blocks

| Description | Graphical Representation |
|-----------------------|--------------------------|
| Nodal Assignment | |
| Branch | |
| Series Connection | |
| Parallel Connection | |
| Splitting of Branches | |
| Self-loop | |

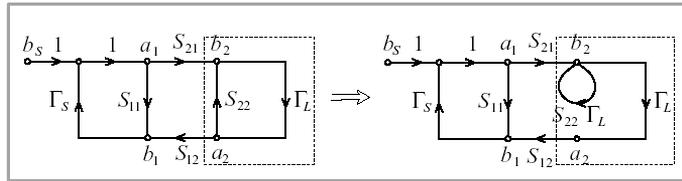
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Exemplo 4.8

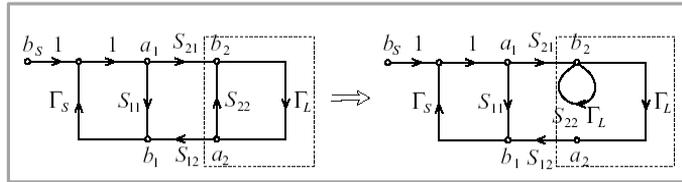


TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

1° Passo

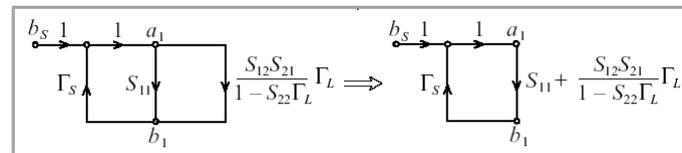


2° Passo

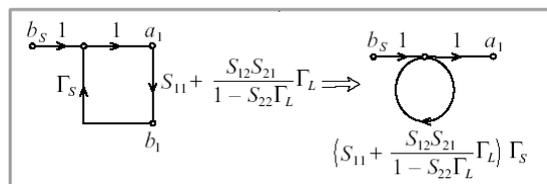


TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

3° Passo

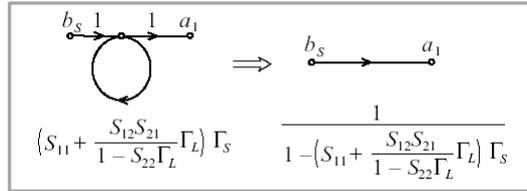


4° Passo



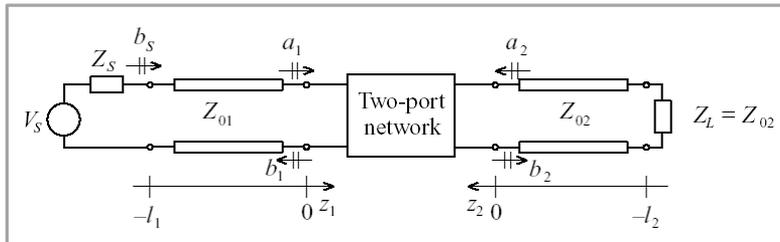
TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

5° Passo



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

4.4.6 Generalização dos parâmetros S



TE 143 CIRCUITOS DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA

Exemplo 4.9

