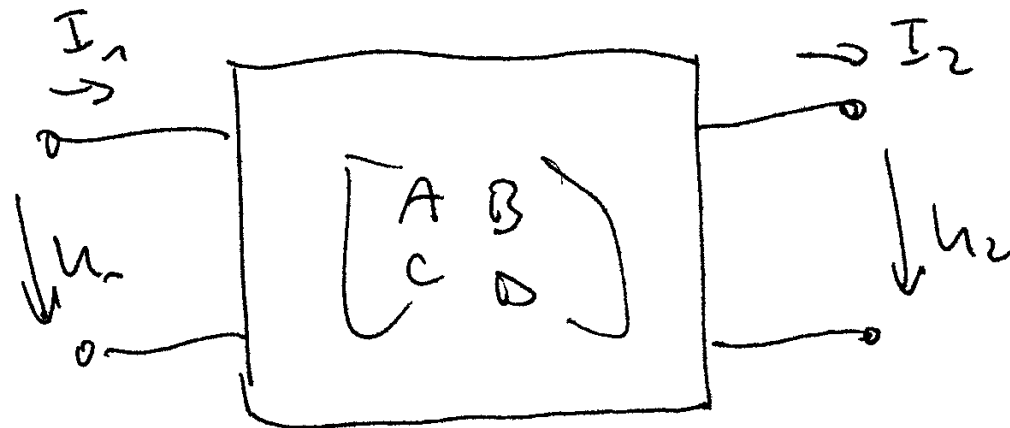


# Einführung in die Hochfrequenztechnik - Vorlesung 7

Tobias Meyer, A. S. Omar und A. Jöstingmeier

©1999-2004

## Transmissionsmatrix (T-Matrix)



## Definition der Transmissionsmatrix

- Beispiel 2-Tor: 
$$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

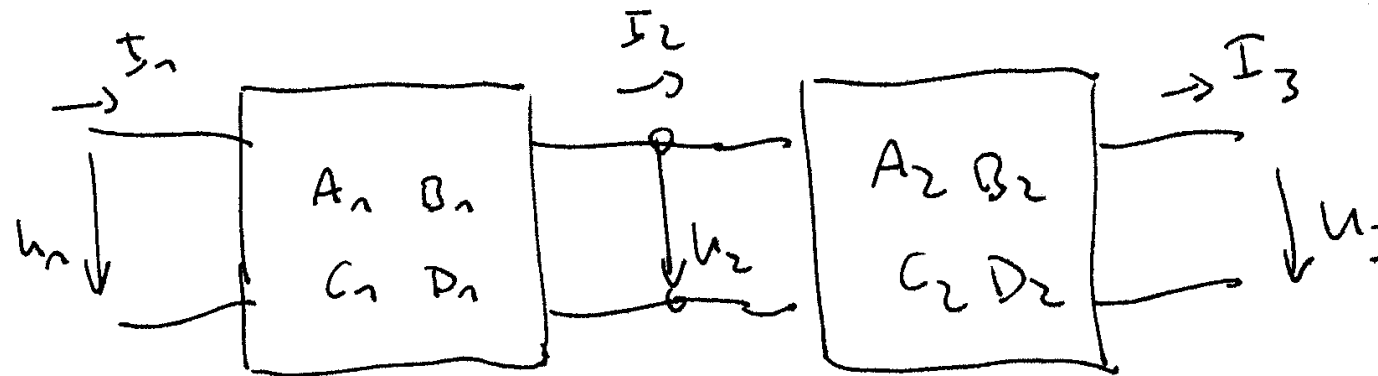
## Umrechnung der Impedanzmatrix in die Transmissionsmatrix

- $U_1 = Z_{11}I_1 - Z_{12}I_2$

- $U_2 = Z_{12}I_1 - Z_{22}I_2$

- $$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{Z_{11}}{Z_{12}} & \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{12}} \\ \frac{1}{Z_{12}} & \frac{Z_{22}}{Z_{12}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

## Kaskadierung von Transmissionsmatrizen



## Kaskadierung von Transmissionsmatritzen

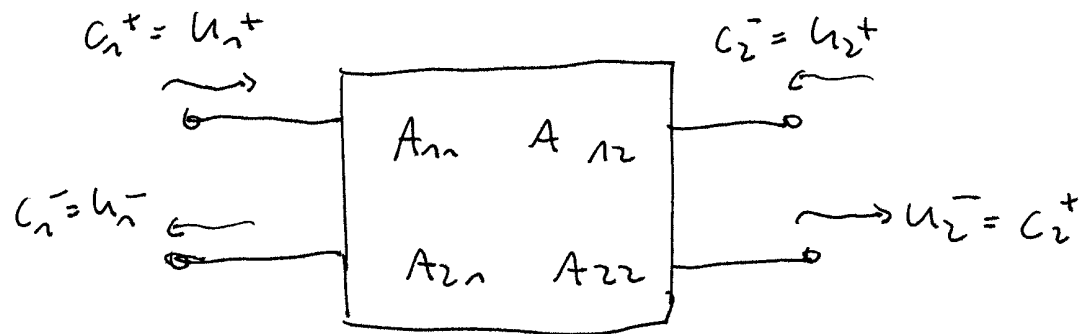
- $$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

- $$\begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_3 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

## Kaskadierung von Transmissionsmatritzen

- $$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_3 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

# Wellenamplituden-Transmissionsmatrix





Definition der Wellenamplituden-Transmissionsmatrix

- Beispiel 2-Tor: 
$$\begin{bmatrix} c_1^+ \\ c_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_2^+ \\ c_2^- \end{bmatrix}$$

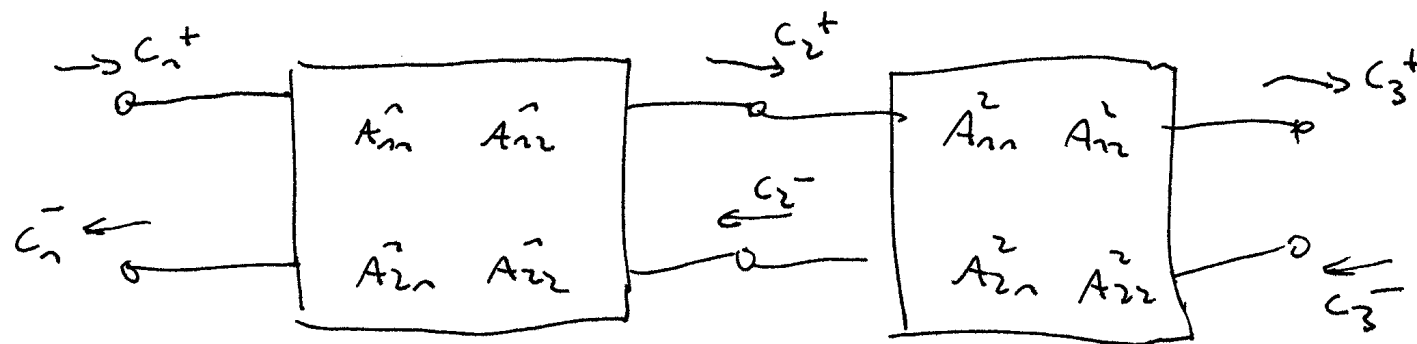
Umrechnung der Streumatrix in die Wellenamplituden-Transmissionsmatrix

$$\bullet \begin{bmatrix} U_1^- \\ U_2^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1^- \\ c_2^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1^+ \\ U_2^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1^+ \\ c_2^- \end{bmatrix}$$

Umrechnung der Streumatrix in die Wellenamplituden-Transmissionsmatrix

$$\bullet \begin{bmatrix} c_1^+ \\ c_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{S_{21}} & \frac{-S_{22}}{S_{21}} \\ \frac{S_{11}}{S_{21}} & \frac{S_{21}S_{12} - S_{11}S_{22}}{S_{21}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_2^+ \\ c_2^- \end{bmatrix}$$

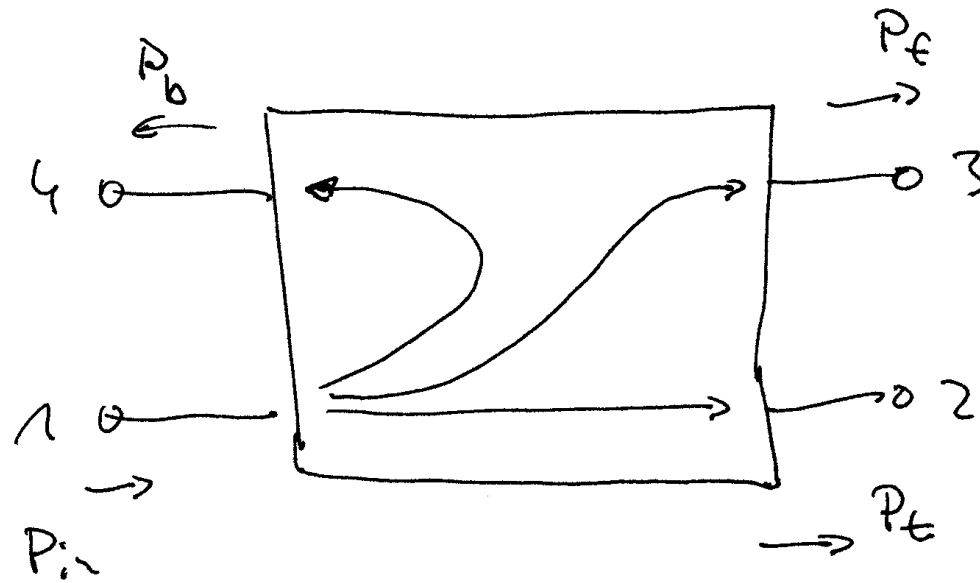
## Kaskadierung von WAT - Matrizen



## Kaskadierung von WAT - Matrizen

- $$\begin{bmatrix} c_1^+ \\ c_1^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}^1 & A_{12}^1 \\ A_{12}^1 & A_{22}^1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{11}^2 & A_{12}^2 \\ A_{12}^2 & A_{22}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_3^+ \\ c_3^- \end{bmatrix}$$

# Richtkoppler



## Kenngrossen von Richtkopplern

- Kopplung  $C = 10 \log \frac{P_i}{P_f}$
- Direktivität  $D = 10 \log \frac{P_f}{P_b}$
- Einfügedämpfung  $E = 10 \log \frac{P_i}{P_t}$
- Anwendungen: Messtechnik, Trennung von hin- und rücklaufender Welle, Aufteilen der Leistung

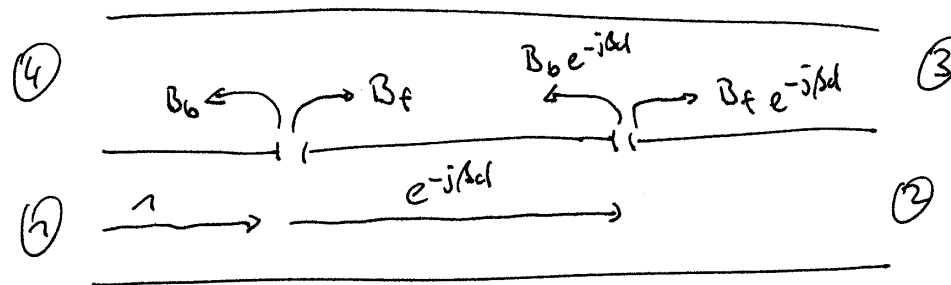
S-Matrix eines idealen symmetrischen Kopplers

- $[S] = \begin{bmatrix} 0 & C_1 & jC_2 & 0 \\ C_1 & 0 & 0 & jC_2 \\ jC_2 & 0 & 0 & C_1 \\ 0 & jC_2 & C_1 & 0 \end{bmatrix}$

- $C_2 = \sqrt{1 - C_1^2}$



## 2-Loch Hohlleiterkoppler



## 2-Loch Hohlleiterkoppler

- Amplitude vorwärts  $B_f^{tot} = 2B_f e^{-j\beta d}$
- Amplitude rückwärts  $B_b^{tot} = B_b + B_b e^{-2j\beta d}$
- Lochabstand  $d = \frac{\lambda}{4}$
- Amplitude rückwärts  $B_b^{tot} = B_b(1 + e^{-2j\beta d}) = B_b(1 + e^{-2j\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{4}}) = 0$
- der 2-Loch-Koppler ist schmalbandig, deshalb Multi-Loch Koppler