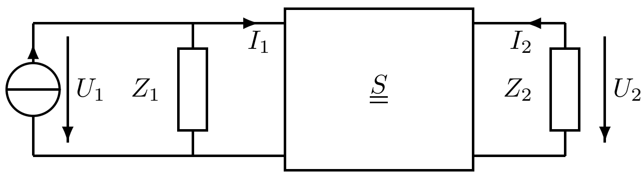
S-, z- ja y-parametrien väliset muunnokset

Versio 14.4.2004

Kirjassa on käsitelty muunnoskaavat kaikkien parametriesitysten välillä tavallisimmissa tapauksissa, joissa kaikkien porttien normalisointiresistanssit ovat samat. Johdan tässä muunnoskaavan eri suurille portti-impedansseille. Normalisointi-impedanssit on syytä olettaa reaaliluvuiksi; jos pyrit käyttämään kompleksinormalisoituja S-parametreja, et todennäköisesti pohjimmiltaan ymmärrä, mitä olet tekemässä. Seuraavassa kuvassa esitetään suuntien määrittely — lähdetyypillä ei tässä ole merkitystä. Matriisi $\underline{\underline{S}}$ tarkoittaa sirontamatriisia, jonka normalisointiresistanssit ovat Z_i



Lähdetään liikkeelle S-parametrien määrittely-yhtälöistä kaksiporttisessa tapauksessa. Välivaiheiden muodosta näkyy, että lopputulos on suoraan yleistettävissä moniporttisiin tapauksiin. Huomaa, että matriisiyhtälöiden pyörittely on lähes yhtä helppoa kuin tavallisten yhtälöryhmien käsittely.

$$\begin{cases} a_1 = \frac{U_1 + Z_1 I_1}{2\sqrt{Z_1}} \\ b_1 = \frac{U_1 - Z_1 I_1}{2\sqrt{Z_1}} \end{cases} \qquad \begin{cases} a_2 = \frac{U_2 + Z_2 I_2}{2\sqrt{Z_2}} \\ b_2 = \frac{U_2 - Z_2 I_2}{2\sqrt{Z_2}} \end{cases} \tag{1}$$

$$\begin{cases} b_1 = S_{11} a_1 + S_{12} a_2 \\ b_2 = S_{21} a_1 + S_{22} a_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{U_1 - Z_1 I_1}{2\sqrt{Z_1}} \\ \frac{U_2 - Z_2 I_2}{2\sqrt{Z_2}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{U_1 + Z_1 I_1}{2\sqrt{Z_1}} \\ \frac{U_2 + Z_2 I_2}{2\sqrt{Z_2}} \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$\begin{bmatrix} U_1 - Z_1 I_1 \\ U_2 - Z_2 I_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} \sqrt{Z_1} & 0 \\ 0 & \sqrt{Z_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{Z_1}} & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{Z_2}} \end{bmatrix}}_{\underline{\underline{A}}} \begin{bmatrix} U_1 + Z_1 I_1 \\ U_2 + Z_2 I_2 \end{bmatrix}$$

Yllä $\underline{\underline{A}}$ on yleisessä muodossa, jonka voi laajentaa n-porteille. Alla 2-porttina:

$$\begin{bmatrix} U_1 - Z_1 I_1 \\ U_2 - Z_2 I_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} S_{11} & \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} S_{12} \\ \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}}_{\underline{\underline{A}}} \begin{bmatrix} U_1 + Z_1 I_1 \\ U_2 + Z_2 I_2 \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$\begin{bmatrix} U_1 - Z_1 I_1 \\ U_2 - Z_2 I_2 \end{bmatrix} = \underline{\underline{A}} \begin{bmatrix} U_1 + Z_1 I_1 \\ U_2 + Z_2 I_2 \end{bmatrix} \tag{6}$$

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} - \underline{\underline{A}} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_1 I_1 \\ Z_2 I_2 \end{bmatrix} + \underline{\underline{A}} \begin{bmatrix} Z_1 I_1 \\ Z_2 I_2 \end{bmatrix} \tag{7}$$

$$(\underline{\underline{I}} - \underline{\underline{A}}) \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = (\underline{\underline{I}} + \underline{\underline{A}}) \begin{bmatrix} Z_1 I_1 \\ Z_2 I_2 \end{bmatrix} \tag{8}$$

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \underbrace{(\underline{\underline{I}} - \underline{\underline{A}})^{-1} (\underline{\underline{I}} + \underline{\underline{A}}) \underbrace{\begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix}}_{\underline{\underline{Z}}_{\mathrm{A}}}}_{\underline{\underline{z}}} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \tag{9}$$

missä yksikkömatriisi

$$\underline{\underline{I}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \\ 0 & 1 & \dots \\ & \vdots & \end{bmatrix} \tag{10}$$

Piirin z-matriisi on vakio eikä riipu S-parametrien normalisointi-impedansseista $\underline{\underline{Z}}_{\mathrm{A}}$:n muuttaminen muuttaa vastaavasti matriisia $\underline{\underline{A}}$):

$$\underline{\underline{z}} = (\underline{\underline{I}} - \underline{\underline{A}})^{-1} (\underline{\underline{I}} + \underline{\underline{A}}) \underbrace{\begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix}}_{\underline{\underline{Z}}_{\mathrm{A}}} \tag{11}$$

$$\underline{\underline{y}} = \underline{\underline{z}}^{-1} \tag{12}$$

Olen laatinut S-parametrien normalisointi-impedanssien muuntamisesta oman PDF-tiedostonsa.