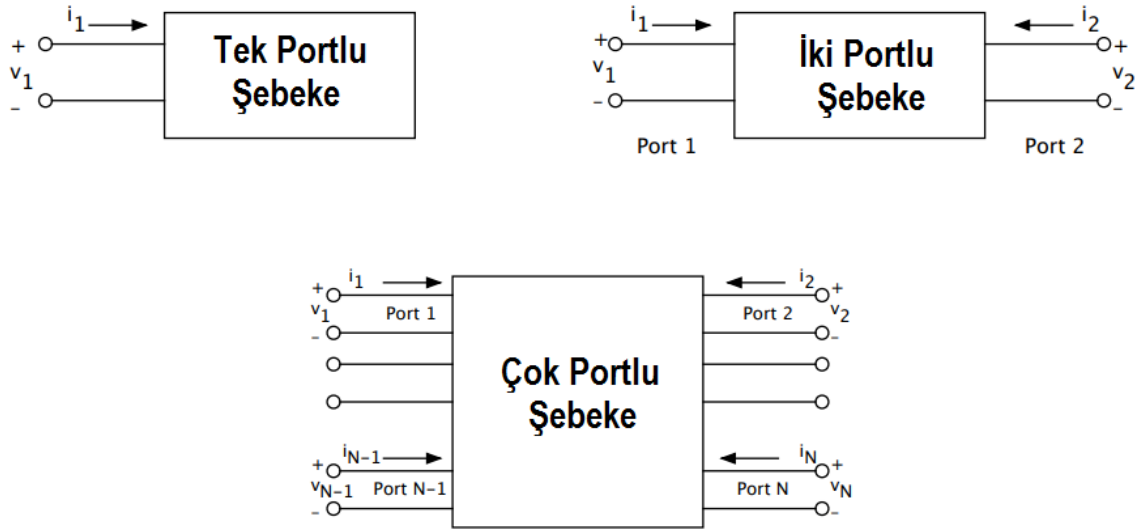


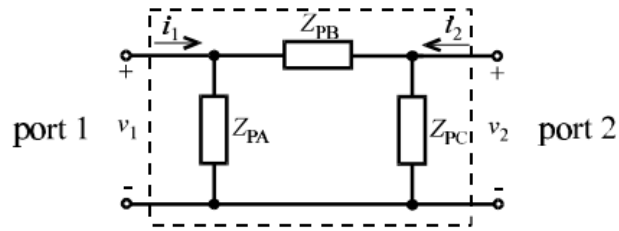
TEK VE ÇOK PORTLU ŞEBEKELER

Gerek mikrodalga frekanslarda, gerekse düşük frekanslarda tek portlu, iki portlu veya çok portlu şebekeler kullanılmaktadır.

- Ucu kısa veya açık devre ile sonlandırılmış bir iletim hattı, tek portlu bir şebeke olarak modellenenir.
- Bir iletim hattı, her iki ucundan birer port tanımlanarak iki portlu bir şebeke olarak modellenenir. Trafolar, Π devreler, T devreler gibi yapılar iki portlu şebekelerdir.
- Güç bölücü, güç birleştirici, sirkülatör gibi cihazlar üç portlu şebekelerdir.
- 90° hibrit, 180° hibrit gibi cihazlar dört portlu şebekelerdir.



Şekilde, çok portlu şebekelerdeki voltaj ve akım tanımları görülmektedir. Akımların şebekelerin içine doğru tanımlanmış olduğuna dikkat ediniz!...



1. Empedans (Z) Matrisi

Çok portlu bir şebekede her bir porttaki voltaj değerlerini akım değerlerine ilintilendiren matrise, empedans (**Z**) matrisi adı verilir.

$$V_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 + \dots + Z_{1n}I_n$$

$$V_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 + \dots + Z_{2n}I_n$$

.

$$V_n = Z_{n1}I_1 + Z_{n2}I_2 + \dots + Z_{nn}I_n$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ V_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \cdot & \cdot & Z_{1n} \\ Z_{21} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Z_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & Z_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ I_n \end{bmatrix}$$

Dolayısıyla empedans (**Z**) matrisinin i 'inci satırı ve j 'inci sütununda bulunan değerlerin tanımı şu şekildedir:

$$Z_{ij} = \frac{V_i}{I_j} \Big|_{I_k=0; \forall k \neq j}$$

Bu tanımda:

V_i , i 'inci porttan ölçülen voltaj;

I_j ise j 'inci porta giren akım miktarıdır.

Yukarıdaki tanım uyarınca Z_{ij} 'nin laboratuarda ölçümü şu şekilde gerçekleştirilir:

- j 'inci port hariç tüm portlar açık devre ile sonlandırılır. Bu sayede $k=j$ haricindeki tüm portlarda $I_k=0$ koşulu elde edilmiş olur (ilgili portların her biri açık devre olacağından, o portlara giren bir akım olamayacağı için).
- j 'inci port, herhangi bir akım değeri ile sürülür (I_j).
- i 'inci porttaki voltaj değeri ölçülür (V_i).
- i 'inci portta ölçülen V_i değeri, j 'inci porta girdi olarak verilen I_j değerine bölünerek Z_{ij} hesaplanır.

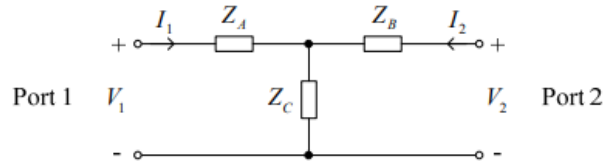
1.1. Empedans (Z) Matrisinin Önemli Özellikleri

- Karşılıklı (*reciprocal*)¹ bir şebekenin **Z** matrisi simetrik olur.
- Kayıpsız bir şebekenin **Z** matrisi saf imajiner olur (empedans değerleri içerisinde ohmik kayıplara ilişkin herhangi bir rezistif ya da kondüktif, yani reel terim olmayacağı için).

¹ Karşılıklı (*reciprocal*) bir şebekede, herhangi bir noktada takılı olan voltaj kaynağı ile başka bir noktada takılı olan akımölçer (ampermetre) cihazlarının yerleri değiş-tokuş edildiğinde voltaj kaynağı ve akımölçer üzerindeki değerlerin hiç değişmez. İçerisinde aktif devre elemanı bulunmayan şebekeler karşılıklı (*reciprocal*) şebekelerdir.

ÖRNEK

Example N14.1: As an **example**, let's determine the Z matrix for this T -network (Fig. 4.6) shown below:



Applying (1) repeatedly to all four Z parameters, we find:

$$Z_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{I_2=0} = Z_A + Z_C \quad (Z_{\text{in}} \text{ at port 1 w/ port 2 o.c.})$$

$$Z_{12} = \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{I_1=0} \Rightarrow V_1 = I_2 Z_C \quad (\text{think of } I_2 \text{ as source}) \therefore Z_{12} = Z_C$$

$$Z_{21} = \left. \frac{V_2}{I_1} \right|_{I_2=0} \Rightarrow V_2 = I_1 Z_C \quad (\text{think of } I_1 \text{ as source}) \therefore Z_{21} = Z_C$$

$$Z_{22} = \left. \frac{V_2}{I_2} \right|_{I_1=0} = Z_B + Z_C \quad (Z_{\text{in}} \text{ at port 2 w/ port 1 o.c.})$$

2. Admitans (Y) Matrisi

Çok portlu bir şebekede her bir porttaki akım değerlerini voltaj değerlerine ilintilendiren matris, admitans (**Y**) matrisi adı verilir.

$$I_1 = Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 + \dots + Y_{1n}V_n$$

$$I_2 = Y_{21}V_1 + Y_{22}V_2 + \dots + Y_{2n}V_n$$

$$I_n = Y_{n1}V_1 + Y_{n2}V_2 + \dots + Y_{nn}V_n$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdot & \cdot & Y_{1n} \\ Y_{21} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Y_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & Y_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ V_n \end{bmatrix}$$

Dolayısıyla admitans (**Y**) matrisinin i 'inci satırı ve j 'inci sütununda bulunan değer tanımı şu şekildedir:

$$Y_{ij} = \frac{I_i}{V_j} \Big|_{V_k=0; \forall k \neq j}$$

Bu tanımda:

I_i , i 'inci portta ölçülen (şebekeye giren yönde) akım;

V_j ise j 'inci porta verilen voltaj miktarıdır.

Yukarıdaki tanım uyarınca Y_{ij} 'nin laboratuarda ölçümü şu şekilde gerçekleştirilir:

- j 'inci port hariç tüm portlar kısa devre ile sonlandırılır. Bu sayede $k=j$ haricindeki tüm portlarda $V_k=0$ koşulu elde edilmiş olur (ilgili portların her biri kısa devre olacağından, o portlara giren bir akım olamayacağı için).
- j 'inci porta, herhangi bir voltaj değeri verilir (V_j).
- i 'inci porta giren akım değeri ölçülür (I_i).
- i 'inci portta ölçülen I_i değeri, j 'inci porta girdi olarak verilen V_j değerine bölünerek Y_{ij} hesaplanır.

2.1. Admitans (Y) Matrisinin Önemli Özellikleri

- Karşılıklı (*reciprocal*) bir şebekenin **Y** matrisi simetrik olur.
- Kayıpsız bir şebekenin **Y** matrisi saf imajiner olur (empedans değerleri içerisinde ohmik kayıplara ilişkin herhangi bir rezistif ya da kondüktif, yani reel terim olmayacağı için).