



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

二端口网络

二端口的连接

主讲：蔡承才

本节将介绍二端口的连接，主要包括：

二端口连接的概念；

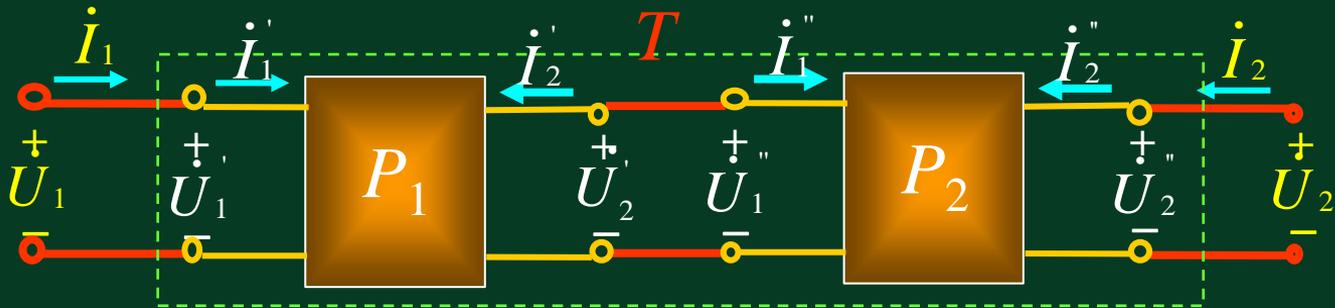
级联二端口参数的求解；

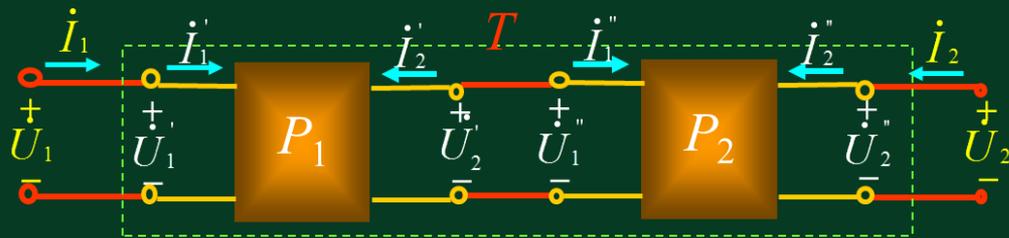
并联二端口参数的求解；

串联二端口参数的求解。

一个复杂二端口网络可以看作是由若干简单的二端口按某种方式连接而成，这将使电路分析得到简化。

1. 级联(链联)





设

$$[T'] = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \quad [T''] = \begin{bmatrix} A'' & B'' \\ C'' & D'' \end{bmatrix}$$

即

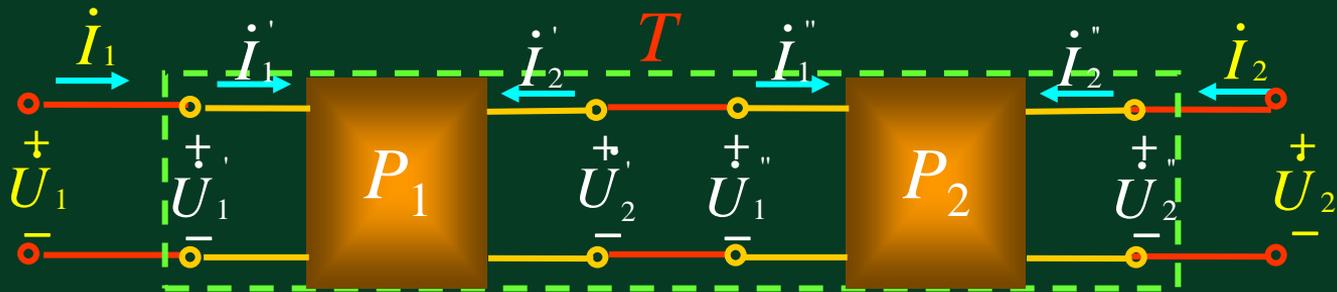
$$\begin{bmatrix} \dot{U}'_1 \\ \dot{I}'_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}'_2 \\ -\dot{I}'_2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}''_1 \\ \dot{I}''_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A'' & B'' \\ C'' & D'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}''_2 \\ -\dot{I}''_2 \end{bmatrix}$$

级联后

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}'_1 \\ \dot{I}'_1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}'_2 \\ -\dot{I}'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}''_1 \\ \dot{I}''_1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}''_2 \\ -\dot{I}''_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ -\dot{I}_2 \end{bmatrix}$$

则

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \dot{U}'_1 \\ \dot{I}'_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}'_2 \\ -\dot{I}'_2 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A'' & B'' \\ C'' & D'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ -\dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ -\dot{I}_2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$



则

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A'' & B'' \\ C'' & D'' \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} A'A'' + B'C'' & A'B'' + B'D'' \\ C'A'' + D'C'' & C'B'' + D'D'' \end{bmatrix}$$

即:

$$[T] = [T'][T'']$$

 **结论** 级联后所得复合二端口 T 参数矩阵等于级联的二端口 T 参数矩阵相乘。上述结论可推广到 n 个二端口级联的关系。

 **注意**

① 级联时 T 参数是矩阵相乘的关系，不是对应元素相乘。

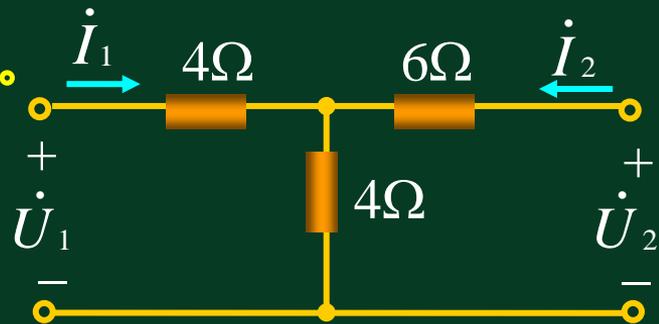
$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A'' & B'' \\ C'' & D'' \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} A'A'' + B'C'' & A'B'' + B'D'' \\ C'A'' + D'C'' & C'B'' + D'D'' \end{bmatrix} \end{aligned}$$

显然

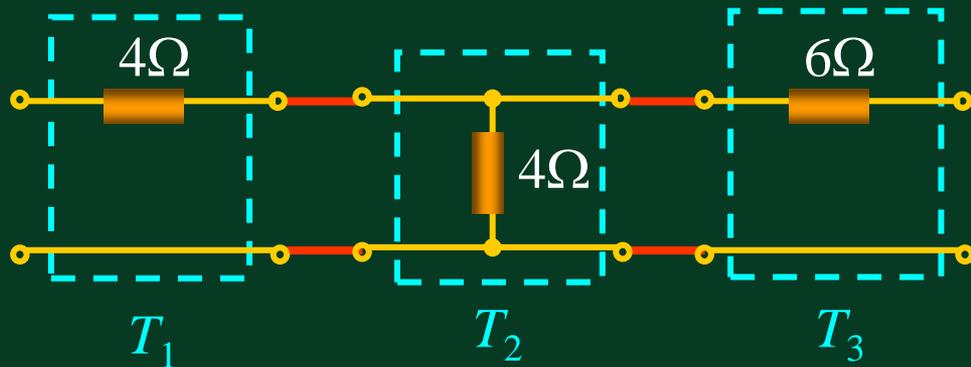
$$A = A'A'' + B'C'' \neq A'A''$$

② 级联时各二端口的端口条件不会被破坏。

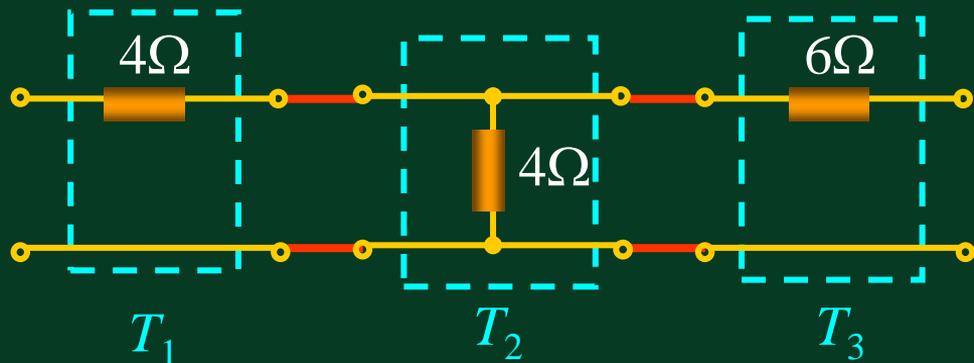
例 求两端口的 T 参数。



解 易求出



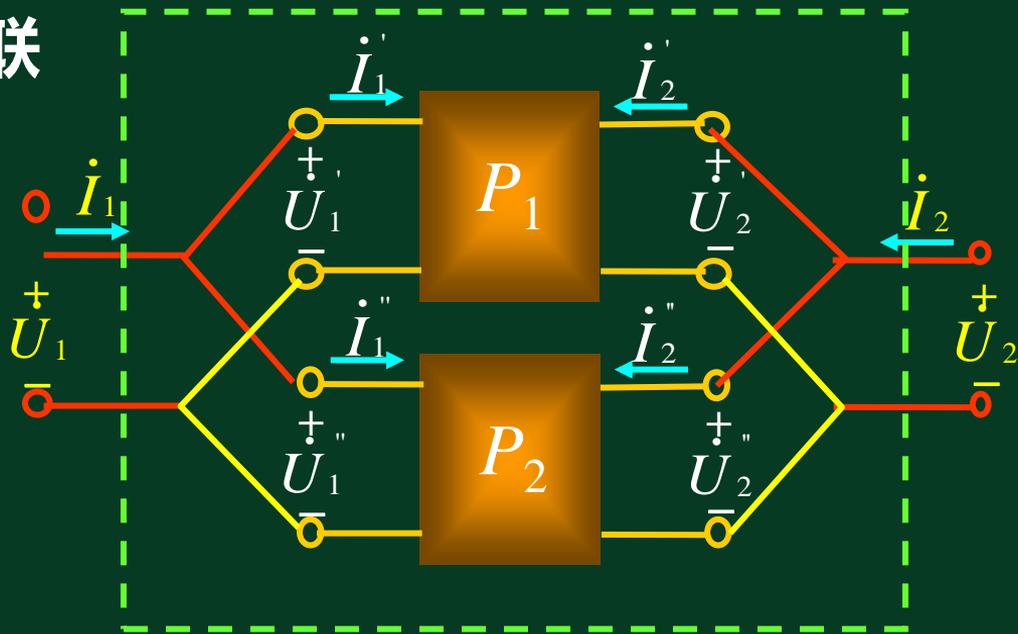
$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 4\Omega \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.25\text{ S} & 1 \end{bmatrix} \quad T_3 = \begin{bmatrix} 1 & 6\Omega \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$



则

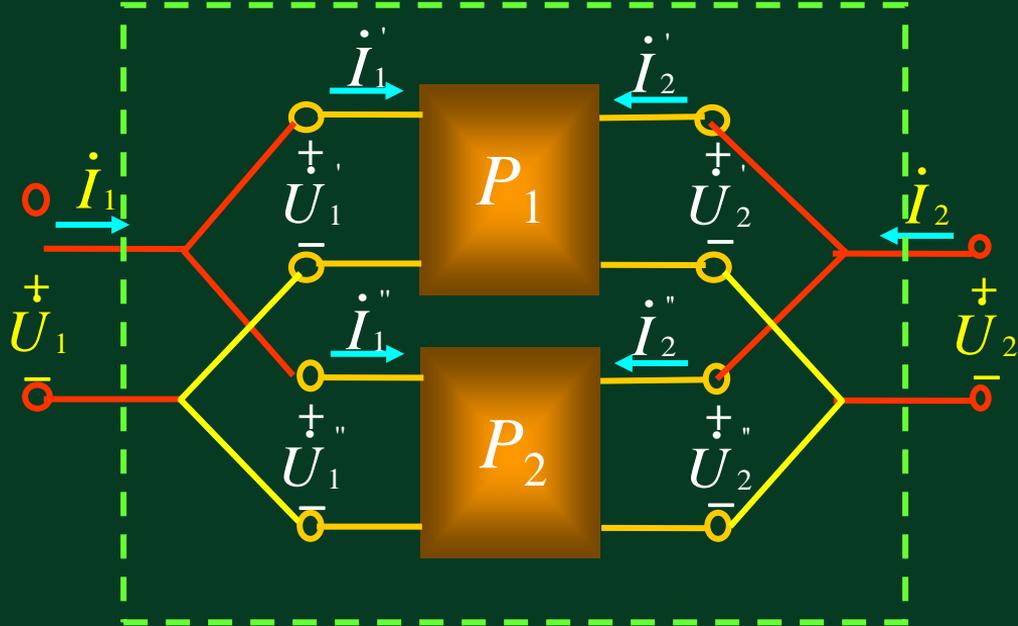
$$[T] = [T_1][T_2][T_3] = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.25 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 6 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 = \begin{bmatrix} 2 & 16\Omega \\ 0.25\text{S} & 2.5 \end{bmatrix}$$

2. 并联



并联采用Y参数方便。

$$\begin{bmatrix} \dot{I}'_1 \\ \dot{I}'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y'_{11} & Y'_{12} \\ Y'_{21} & Y'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}'_1 \\ \dot{U}'_2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{I}''_1 \\ \dot{I}''_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y''_{11} & Y''_{12} \\ Y''_{21} & Y''_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}''_1 \\ \dot{U}''_2 \end{bmatrix}$$



并联后

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}'_1 \\ \dot{U}'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}''_1 \\ \dot{U}''_2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{I}'_1 \\ \dot{I}'_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{I}''_1 \\ \dot{I}''_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}\begin{bmatrix} \dot{i}_1 \\ \dot{i}_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \dot{i}'_1 \\ \dot{i}'_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{i}''_1 \\ \dot{i}''_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y'_{11} & Y'_{12} \\ Y'_{21} & Y'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}'_1 \\ \dot{U}'_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y''_{11} & Y''_{12} \\ Y''_{21} & Y''_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}''_1 \\ \dot{U}''_2 \end{bmatrix} \\ &= \left\{ \begin{bmatrix} Y'_{11} & Y'_{12} \\ Y'_{21} & Y'_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y''_{11} & Y''_{12} \\ Y''_{21} & Y''_{22} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} Y'_{11} + Y''_{11} & Y'_{12} + Y''_{12} \\ Y'_{21} + Y''_{21} & Y'_{22} + Y''_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = [Y] \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix}\end{aligned}$$

可得

$$[Y] = [Y'] + [Y'']$$



结论 二端口并联所得复合二端口的 Y 参数矩阵
等于两个二端口 Y 参数矩阵相加。

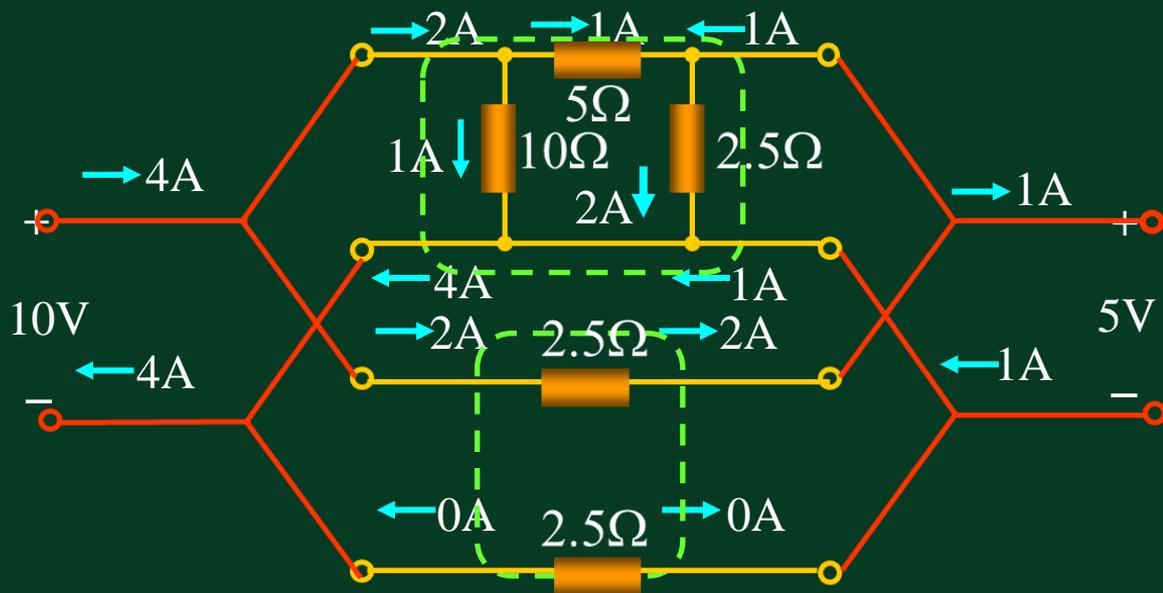


注意

① 两个二端口并联时，其端口条件可能被破坏，此时上述关系式将不成立。

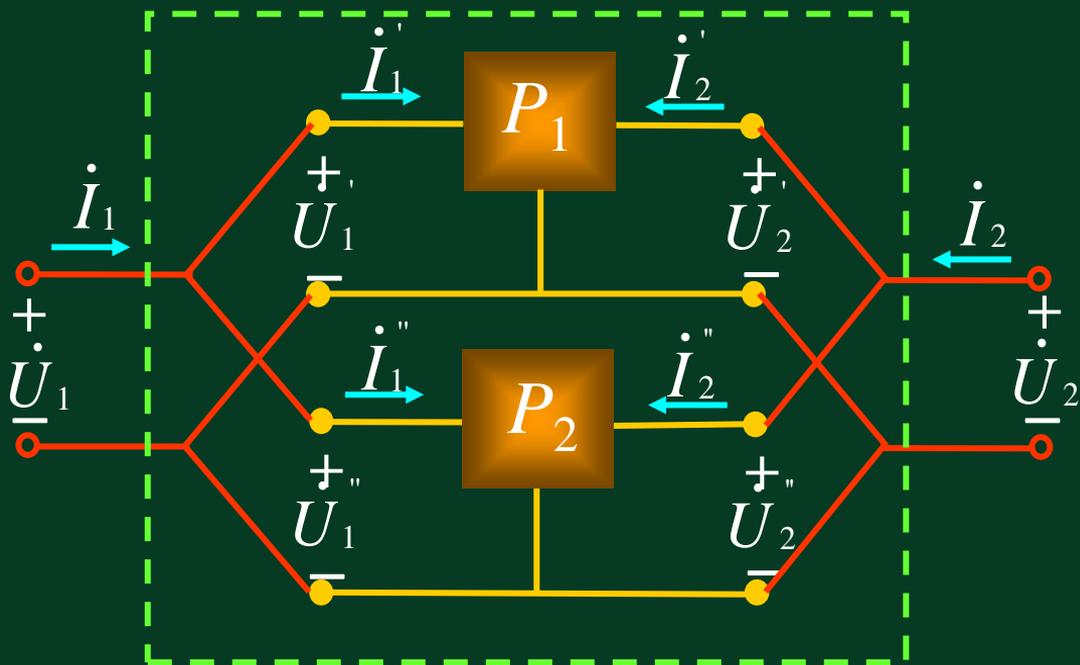


在线开放课程

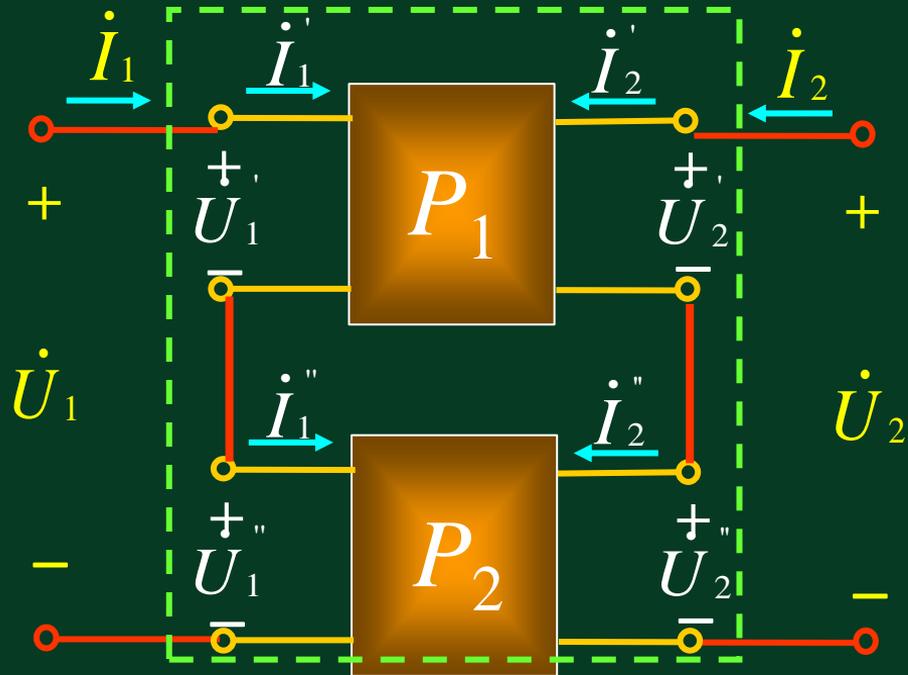


并联后端口条件破坏。

② 具有公共端的二端口(三端网络形成的二端口),
将公共端并在一起将不会破坏端口条件。

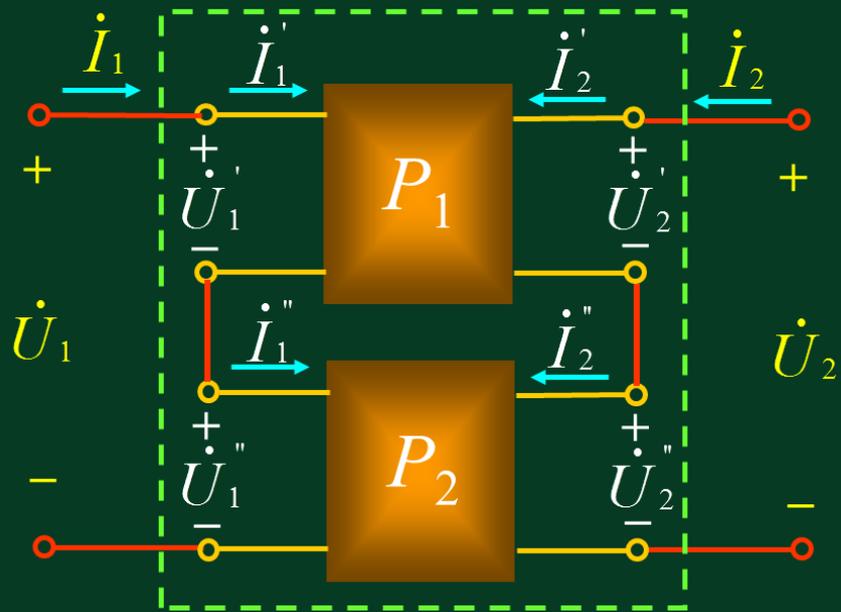


3. 串联



串联采用Z参数方便。

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_1' \\ \dot{U}_2' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11}' & Z_{12}' \\ Z_{21}' & Z_{22}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1' \\ \dot{I}_2' \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}_1'' \\ \dot{U}_2'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11}'' & Z_{12}'' \\ Z_{21}'' & Z_{22}'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1'' \\ \dot{I}_2'' \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{I}_1' \\ \dot{I}_2' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{I}_1'' \\ \dot{I}_2'' \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_1' \\ \dot{U}_2' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{U}_1'' \\ \dot{U}_2'' \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \dot{U}'_1 \\ \dot{U}'_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{U}''_1 \\ \dot{U}''_2 \end{bmatrix} = [Z'] \begin{bmatrix} \dot{I}'_1 \\ \dot{I}'_2 \end{bmatrix} + [Z''] \begin{bmatrix} \dot{I}''_1 \\ \dot{I}''_2 \end{bmatrix} \\ &= \{[Z'] + [Z'']\} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = [Z] \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

则

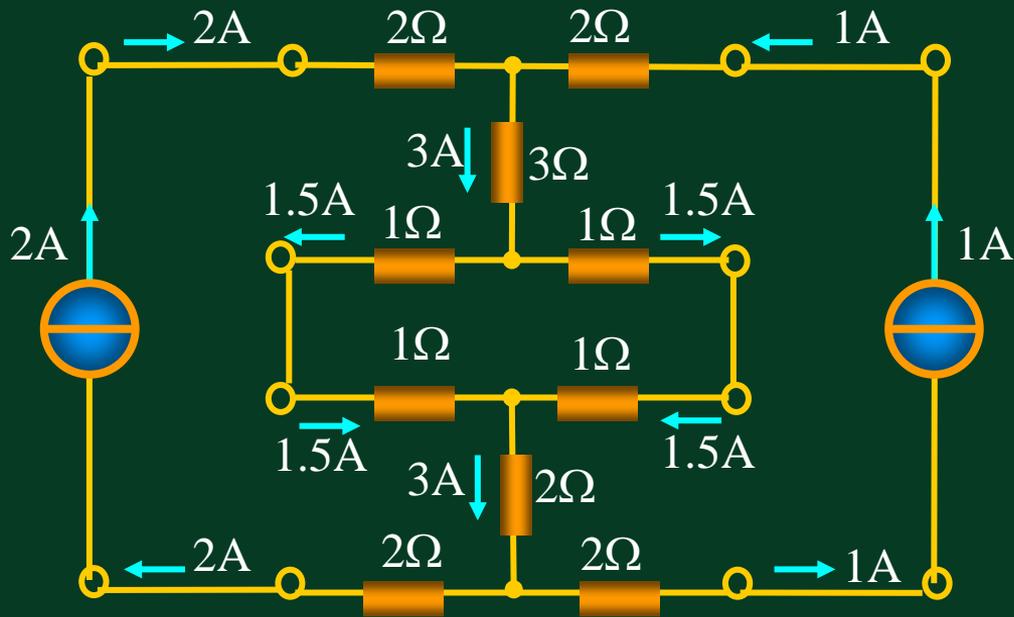
$$[Z] = [Z'] + [Z'']$$



结论 串联后复合二端口 Z 参数矩阵等于原二端口 Z 参数矩阵相加。可推广到 n 端口串联。

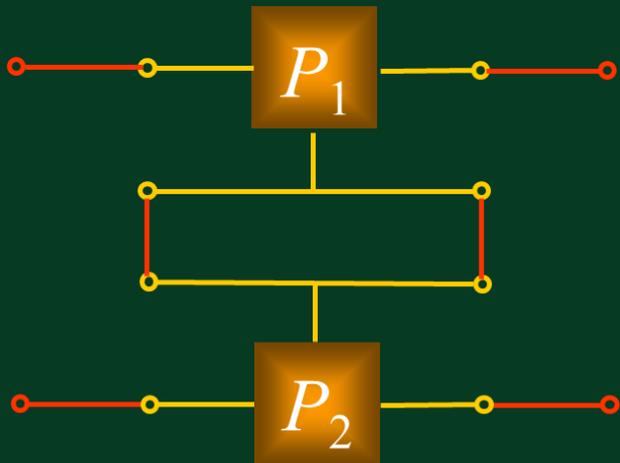


注意 ① 串联后端口条件可能被破坏，此时上述关系式将不成立，需检查端口条件。



端口条件破坏！

② 具有公共端的二端口，将公共端串联时将不会破坏端口条件。



端口条件不会破坏.

本节小结

本节我们介绍二端口连接参数的求解分析，
要求掌握：

二端口连接的概念；

级联二端口参数的求解；

并联二端口参数的求解；

串联二端口参数的求解