



TRƯỜNG ĐẠI HỌC
BÁCH KHOA HÀ NỘI



NGUYỄN CÔNG PHƯƠNG

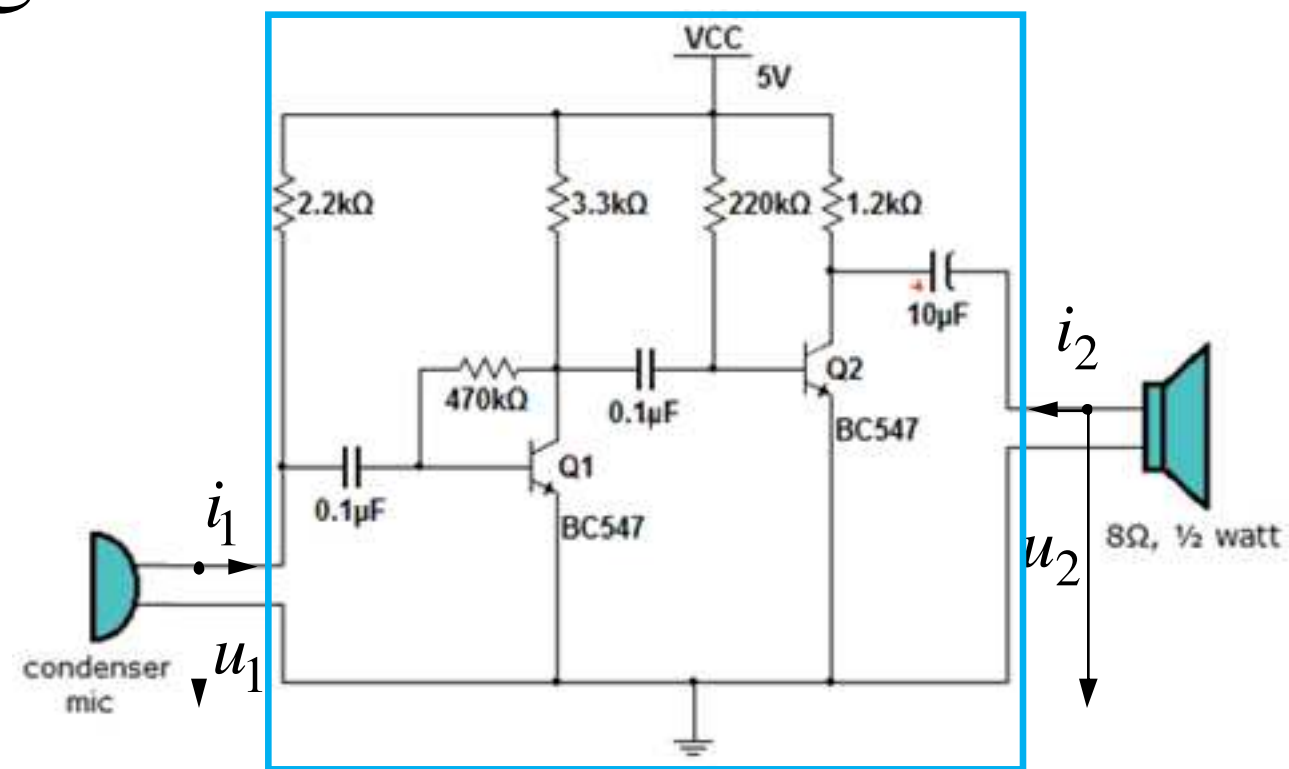
LÝ THUYẾT MẠCH I

MẠNG HAI CỬA

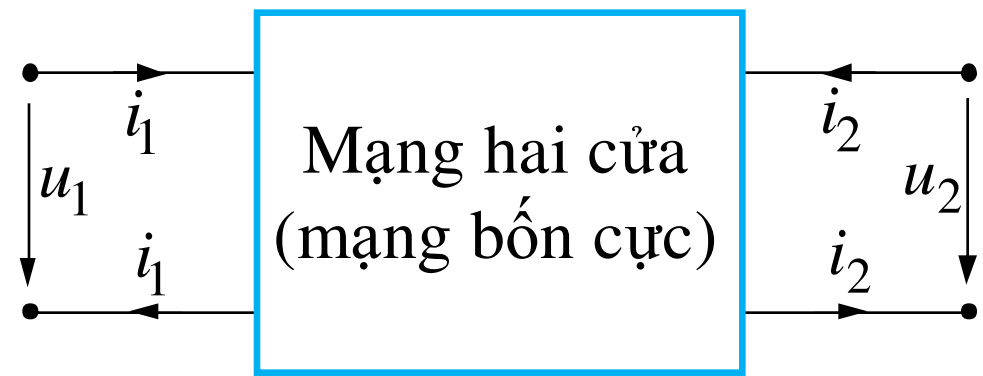
Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phần tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. Mạng hai cửa**
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Mạng hai cửa



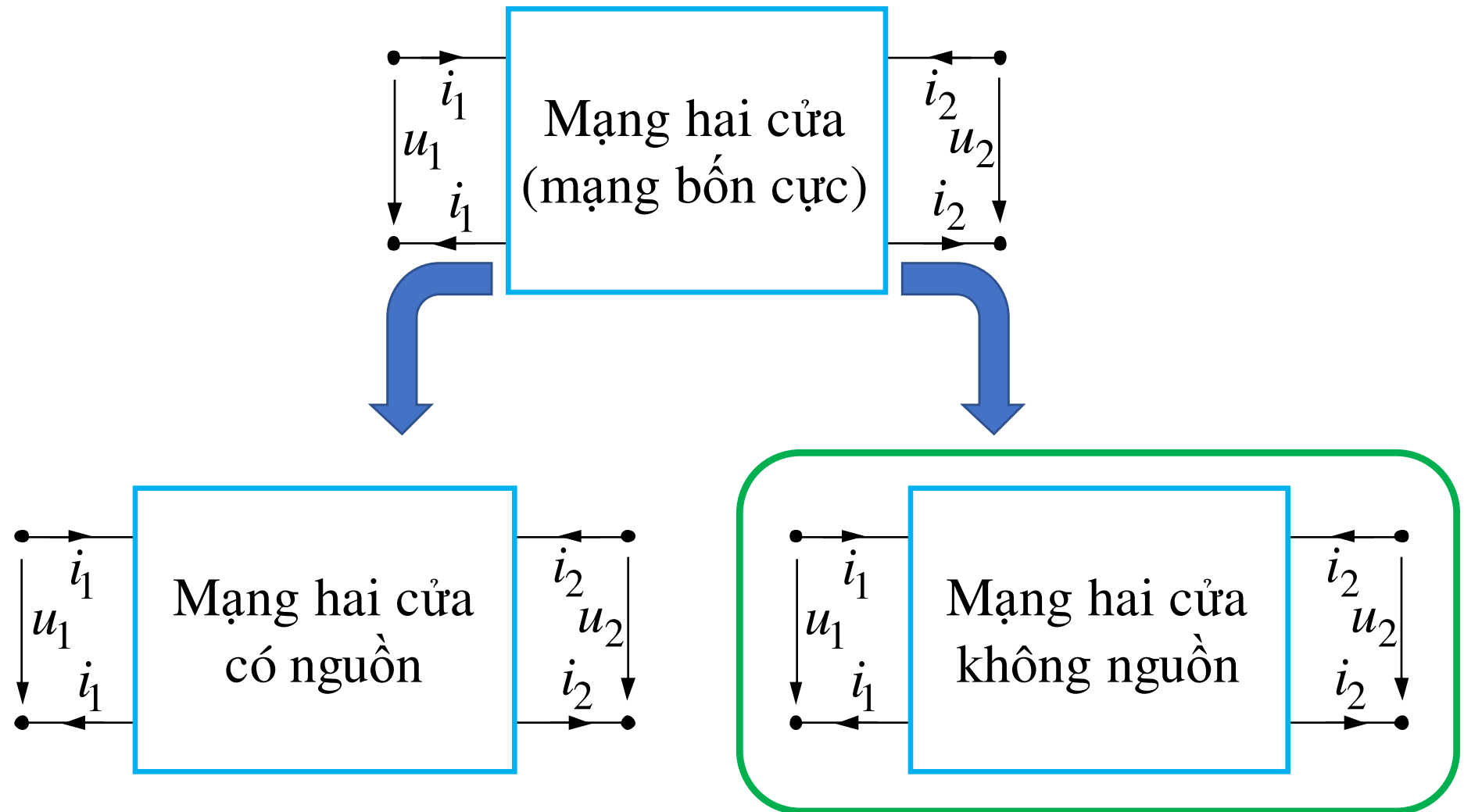
<https://www.efxkits.us/two-transistor-audio-amplifier-circuit-explanation/>



<https://sites.google.com/site/ncpdhbkhn/home>



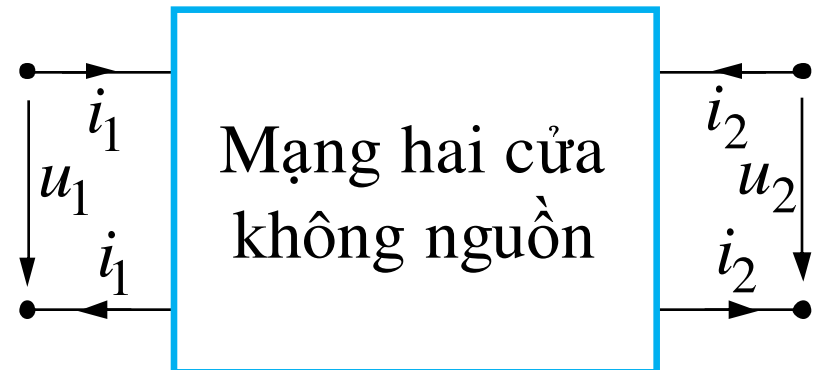
Mạng hai cửa



Mạng hai cửa

Phân tích mạch có mạng hai cửa (đã biết bộ thông số)

Tính bộ thông số của mạng hai cửa

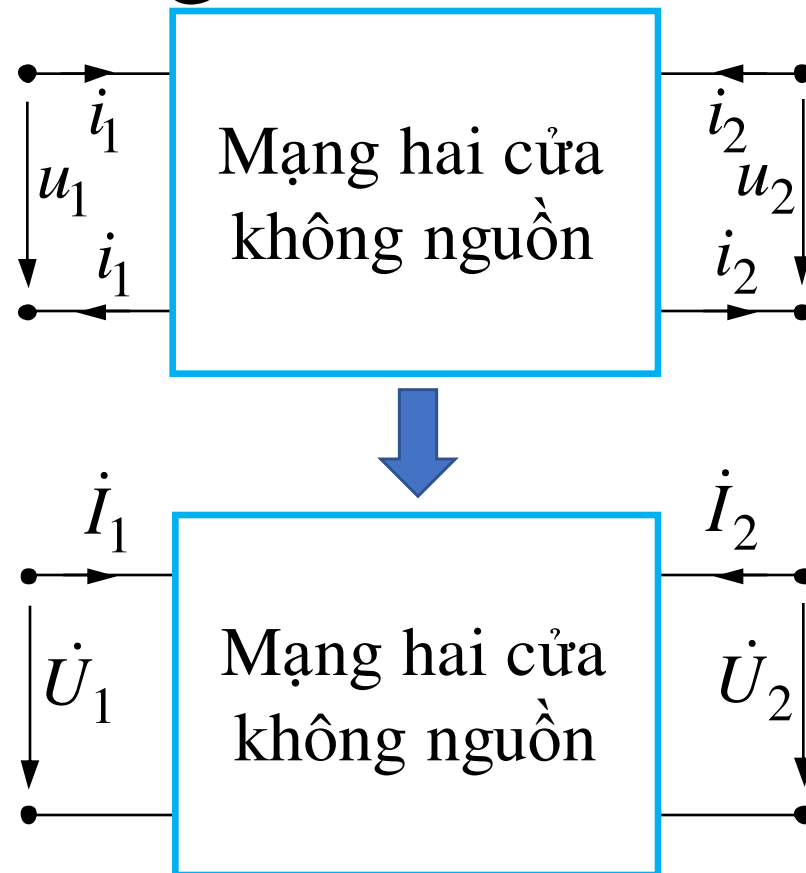


Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B**
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số**
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa**
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa**
 - 5. Mạng T & Π**
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm**
 - 7. Tương hỗ**
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải**
 - 9. Hàm truyền đạt**
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Bộ thông số \mathbf{Z} (1), định nghĩa

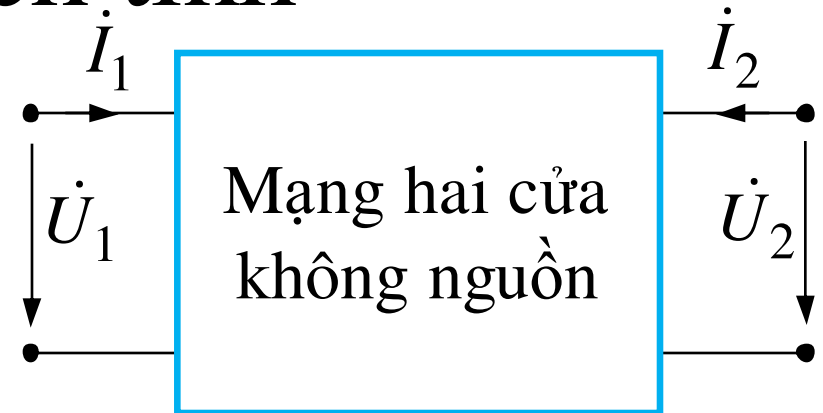
- Còn gọi là bộ số tổng trở.
- Thường được dùng để:
 - Tổng hợp các bộ lọc,
 - Phối hợp trở kháng,...



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = [\mathbf{Z}] \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}$$

Bộ thông số \mathbf{Z} (2), cách tính

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$

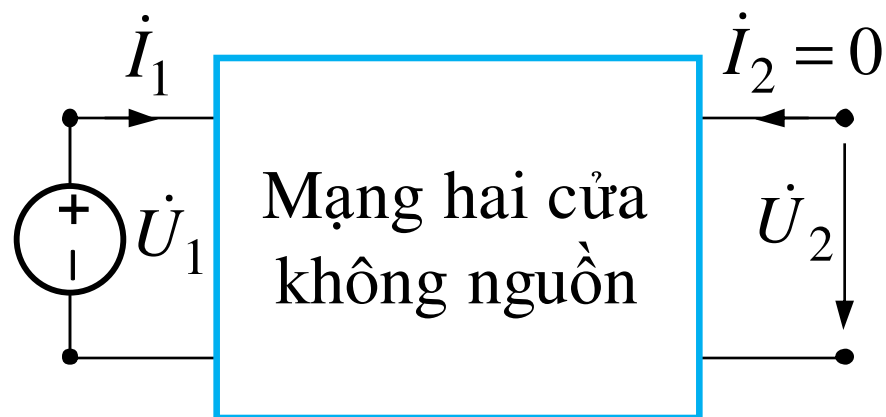
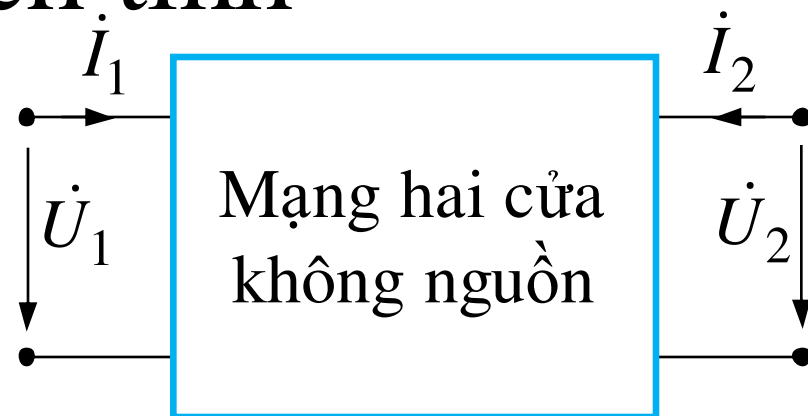


$$\dot{I}_2 = 0 \rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 \end{cases} \rightarrow Z_{11} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{I}_2=0}, \quad Z_{21} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{I}_2=0}$$

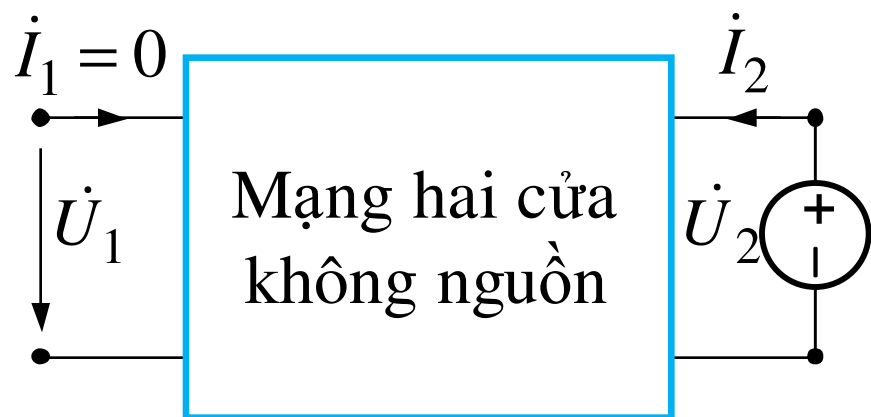
$$\dot{I}_1 = 0 \rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{22}\dot{I}_2 \end{cases} \rightarrow Z_{12} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{I}_1=0}, \quad Z_{22} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{I}_1=0}$$

Bộ thông số \mathbf{Z} (3), cách tính

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$



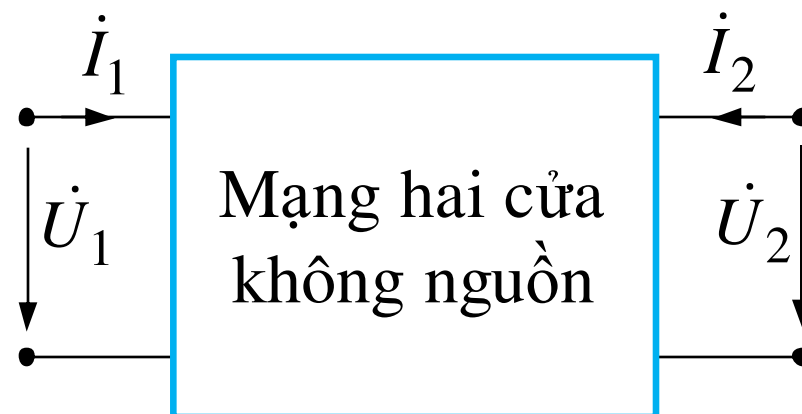
$$\rightarrow Z_{11} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{I}_2=0}, \quad Z_{21} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{I}_2=0}$$



$$\rightarrow Z_{12} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{I}_1=0}, \quad Z_{22} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{I}_1=0}$$

Bộ thông số \mathbf{Z} (4)

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$

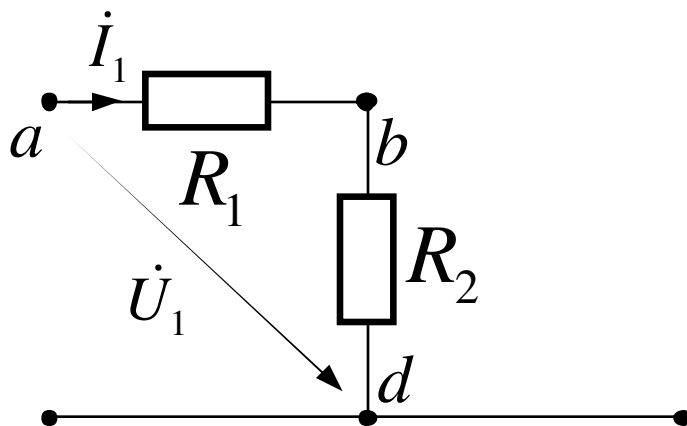


- Nếu $Z_{11} = Z_{22}$: mạng hai cửa đối xứng
- Nếu $Z_{12} = Z_{21}$: mạng hai cửa tương hỗ
- Có một số mạng hai cửa không có bộ số \mathbf{Z}

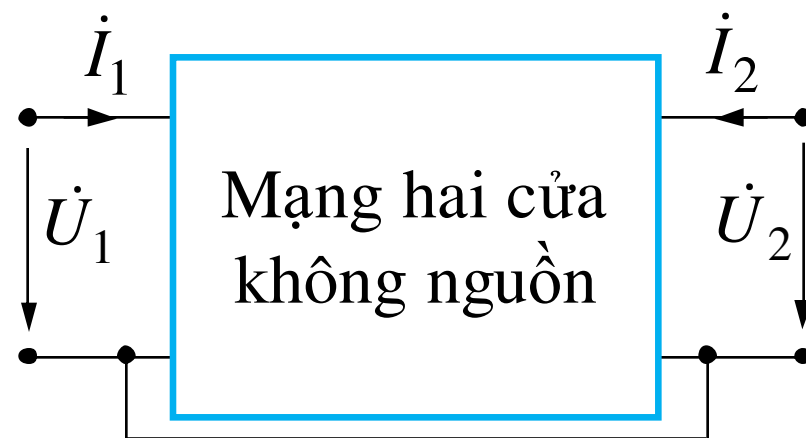
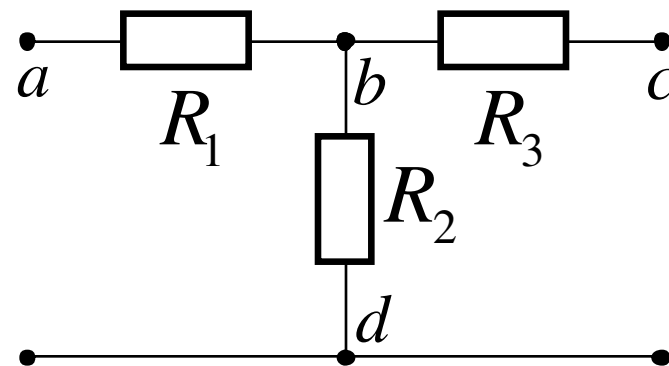
Bộ thông số Z (5), cách tính

VD1

$R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$; $R_3 = 30 \Omega$; Tìm Z ?



$$\left. \begin{aligned} Z_{11} &= \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} \Big|_{\dot{I}_2=0} \\ \dot{U}_1 &= (R_1 + R_2) \dot{I}_1 \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{aligned} Z_{11} &= R_1 + R_2 \\ &= 10 + 20 \\ &= \boxed{30 \Omega} \end{aligned}$$

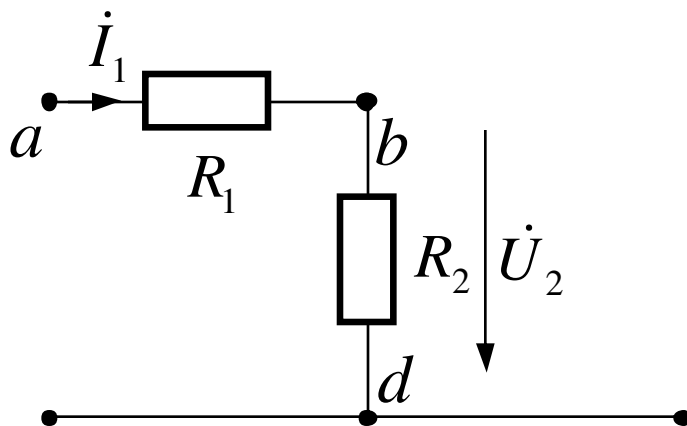


$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11} \dot{I}_1 + Z_{12} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21} \dot{I}_1 + Z_{22} \dot{I}_2 \end{cases}$$

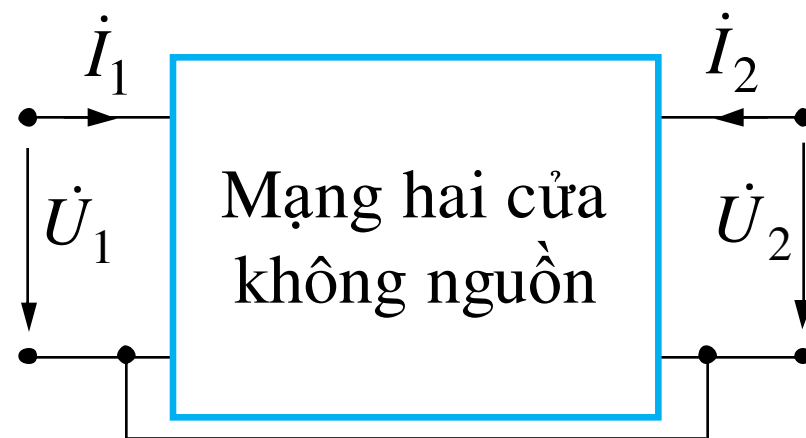
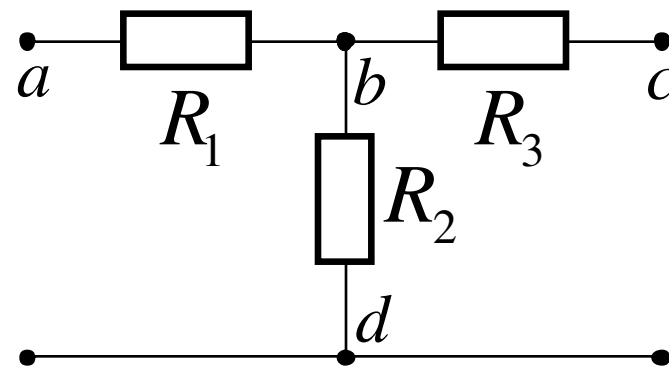
Bộ thông số \mathbf{Z} (6), cách tính

VD1

$R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$; $R_3 = 30 \Omega$; Tìm \mathbf{Z} ?



$$\left. \begin{aligned} Z_{21} &= \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1} \Big|_{\dot{I}_2=0} \\ \dot{U}_2 &= R_2 \dot{I}_1 \end{aligned} \right\} \rightarrow Z_{21} = R_2 = \boxed{20 \Omega}$$

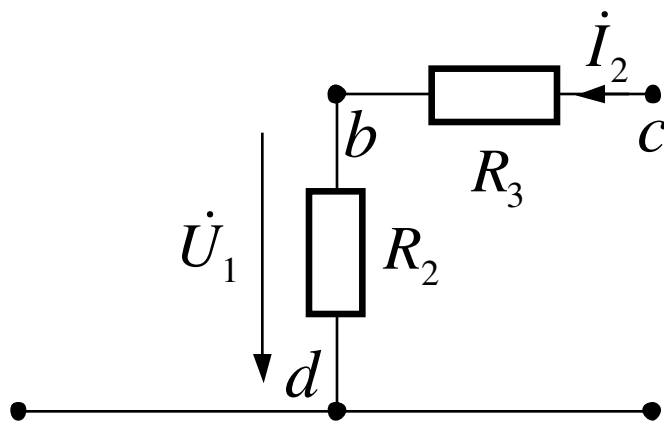


$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11} \dot{I}_1 + Z_{12} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21} \dot{I}_1 + Z_{22} \dot{I}_2 \end{cases}$$

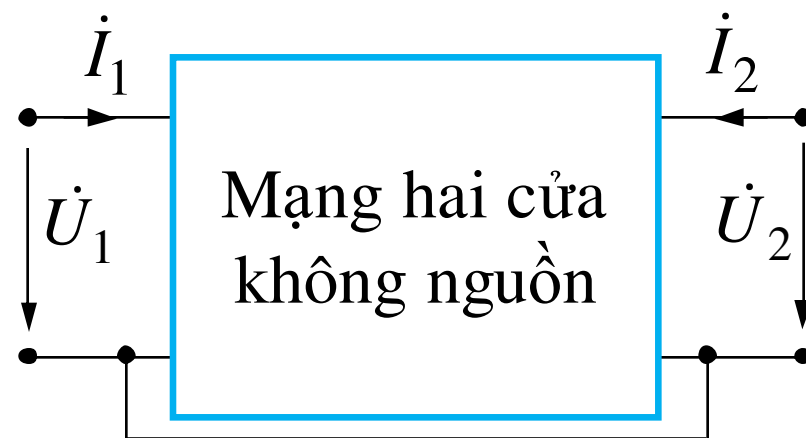
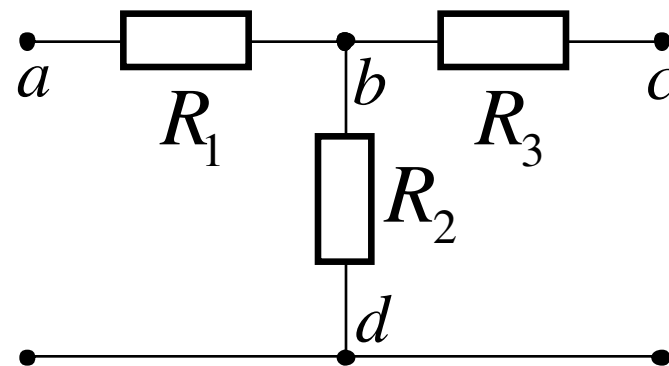
Bộ thông số \mathbf{Z} (7), cách tính

VD1

$R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$; $R_3 = 30 \Omega$; Tìm \mathbf{Z} ?



$$\left. \begin{aligned} Z_{12} &= \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2} \Big|_{\dot{I}_1=0} \\ \dot{U}_1 &= R_2 \dot{I}_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow Z_{12} = R_2 = \boxed{20 \Omega}$$

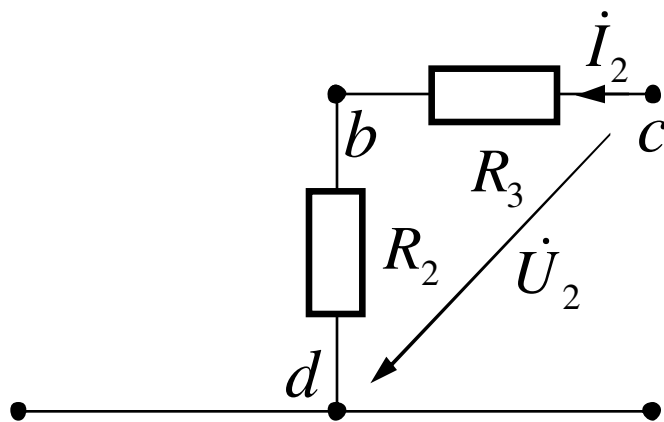


$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11} \dot{I}_1 + Z_{12} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21} \dot{I}_1 + Z_{22} \dot{I}_2 \end{cases}$$

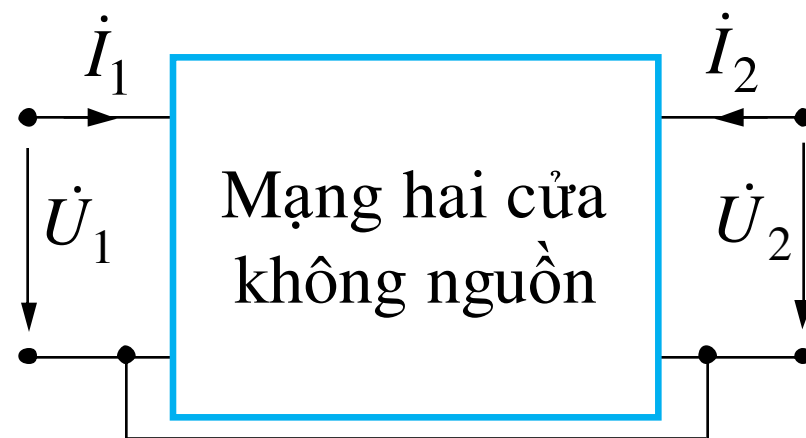
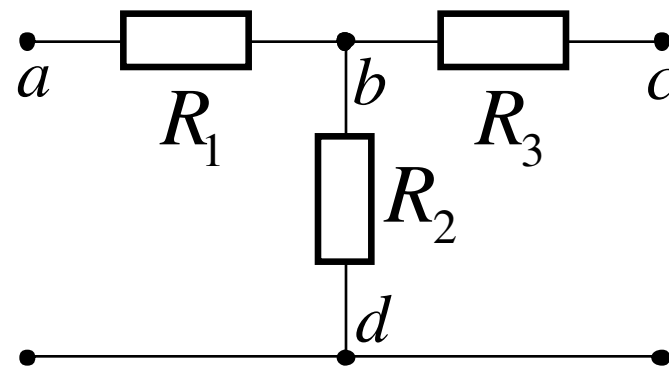
Bộ thông số \mathbf{Z} (8), cách tính

VD1

$R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$; $R_3 = 30 \Omega$; Tìm \mathbf{Z} ?



$$\left. \begin{aligned} Z_{22} &= \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2} \Big|_{\dot{I}_1=0} \\ \dot{U}_2 &= (R_2 + R_3) \dot{I}_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{aligned} Z_{22} &= R_2 + R_3 \\ &= 20 + 30 \\ &= \boxed{50 \Omega} \end{aligned}$$



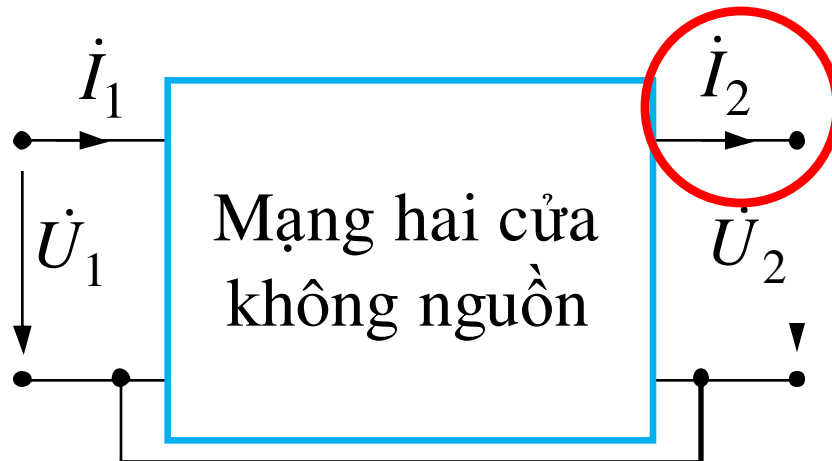
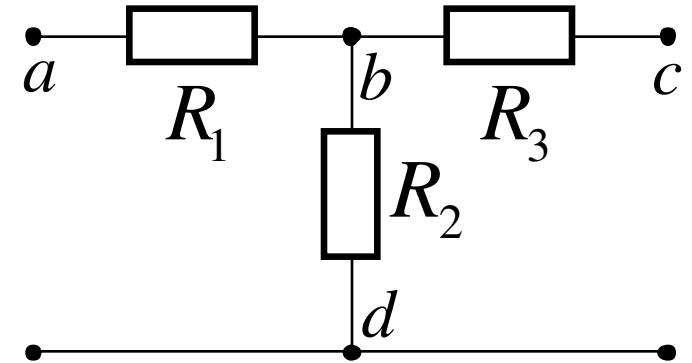
$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11} \dot{I}_1 + Z_{12} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21} \dot{I}_1 + Z_{22} \dot{I}_2 \end{cases}$$

Bộ thông số \mathbf{Z} (9), cách tính

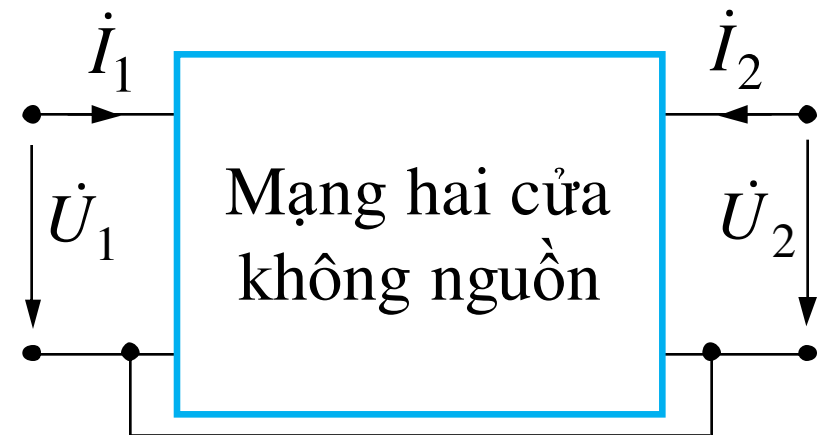
VD1

$R_1 = 10 \, \Omega$; $R_2 = 20 \, \Omega$; $R_3 = 30 \, \Omega$; Tìm \mathbf{Z} ?

Cách 1



$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & -20 \\ 20 & -50 \end{bmatrix} \Omega$$



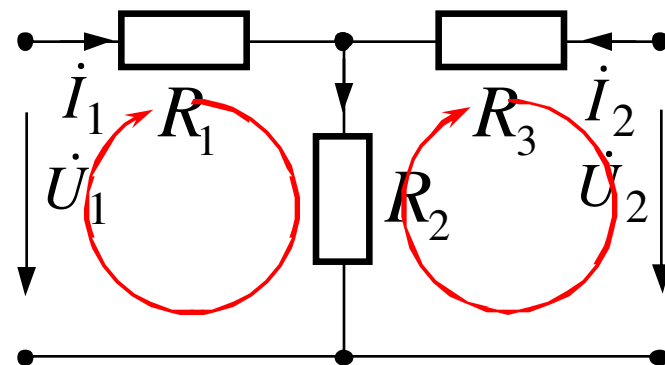
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega$$

Bộ thông số \mathbf{Z} (10), cách tính

VD1

$R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$; $R_3 = 30 \Omega$; Tìm \mathbf{Z} ?

Cách 2



$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{U}_{R1} + \dot{U}_{R2} = R_1 \dot{I}_1 + R_2 (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) = (R_1 + R_2) \dot{I}_1 + R_2 \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 &= \dot{U}_{R3} + \dot{U}_{R2} = R_3 \dot{I}_2 + R_2 (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) = R_2 \dot{I}_1 + (R_2 + R_3) \dot{I}_2 \end{aligned} \right\}$$

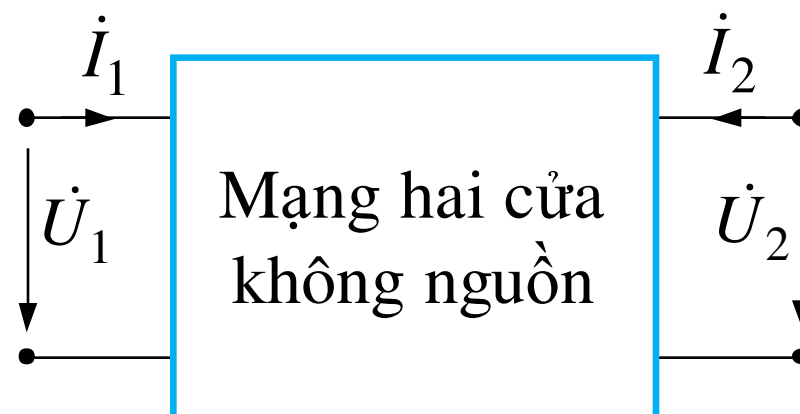
$$\rightarrow \left\{ \begin{aligned} \dot{U}_1 &= (R_1 + R_2) \dot{I}_1 + R_2 \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 &= R_2 \dot{I}_1 + (R_2 + R_3) \dot{I}_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{aligned} Z_{11} &= R_1 + R_2 = 30\Omega \\ Z_{12} &= R_2 = 20\Omega \\ Z_{21} &= R_2 = 20\Omega \\ Z_{22} &= R_2 + R_3 = 50\Omega \end{aligned} \right.$$

Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số **Z, Y, H, G, A, B**
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hỗ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Bộ thông số Y (1)

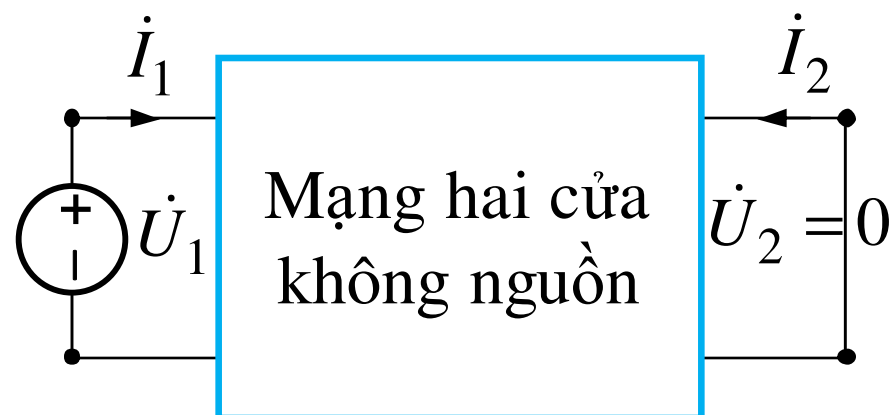
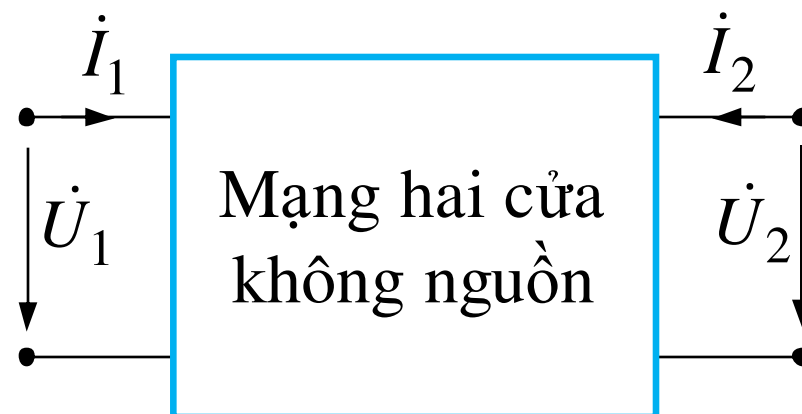
- Gọi là bộ số tổng dẫn.



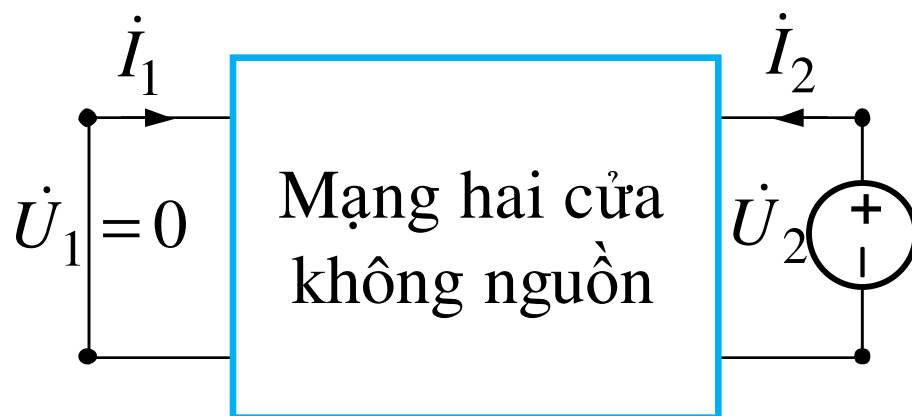
$$\begin{cases} \dot{I}_1 = Y_{11}\dot{U}_1 + Y_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = Y_{21}\dot{U}_1 + Y_{22}\dot{U}_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = [Y] \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix}$$

Bộ thông số Y (2)

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = Y_{11}\dot{U}_1 + Y_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = Y_{21}\dot{U}_1 + Y_{22}\dot{U}_2 \end{cases}$$



$$\rightarrow Y_{11} = \left. \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_1} \right|_{\dot{U}_2=0}, \quad Y_{21} = \left. \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_1} \right|_{\dot{U}_2=0}$$



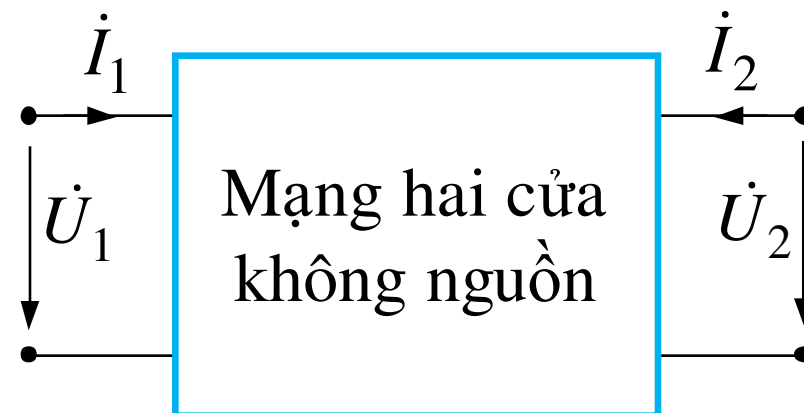
$$\rightarrow Y_{12} = \left. \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_2} \right|_{\dot{U}_1=0}, \quad Y_{22} = \left. \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_2} \right|_{\dot{U}_1=0}$$

Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số Z, Y, **H**, G, A, B
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hỗ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Bộ thông số \mathbf{H} (1)

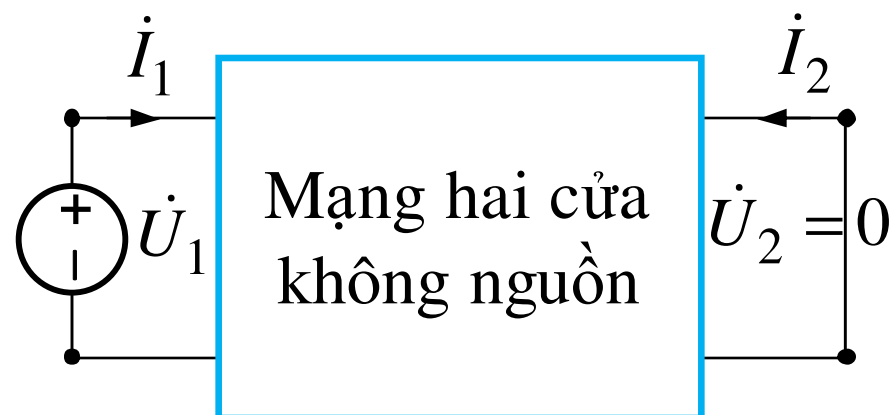
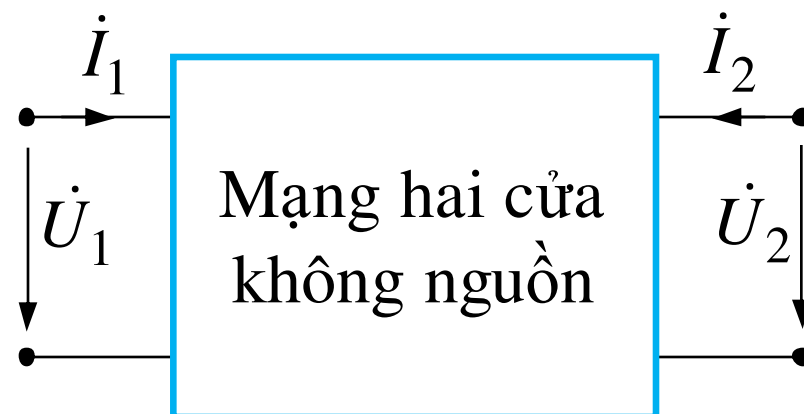
- Còn gọi là bộ số lai (H: hybrid).
- Dùng để mô tả các linh kiện điện tử (ví dụ transistor).



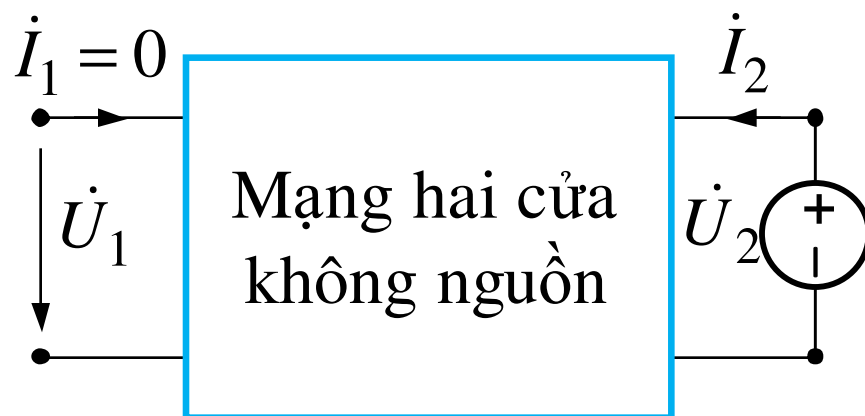
$$\begin{cases} \dot{U}_1 = H_{11}\dot{I}_1 + H_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = H_{21}\dot{I}_1 + H_{22}\dot{U}_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = [\mathbf{H}] \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix}$$

Bộ thông số \mathbf{H} (2)

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = H_{11}\dot{I}_1 + H_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = H_{21}\dot{I}_1 + H_{22}\dot{U}_2 \end{cases}$$



$$\rightarrow H_{11} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{U}_2=0}, \quad H_{21} = \left. \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{U}_2=0}$$



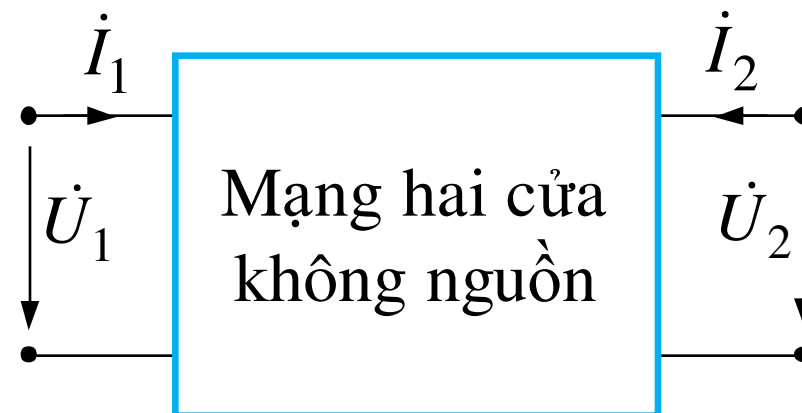
$$\rightarrow H_{12} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} \right|_{\dot{I}_1=0}, \quad H_{22} = \left. \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_2} \right|_{\dot{I}_1=0}$$

Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hỗ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Bộ thông số G (1)

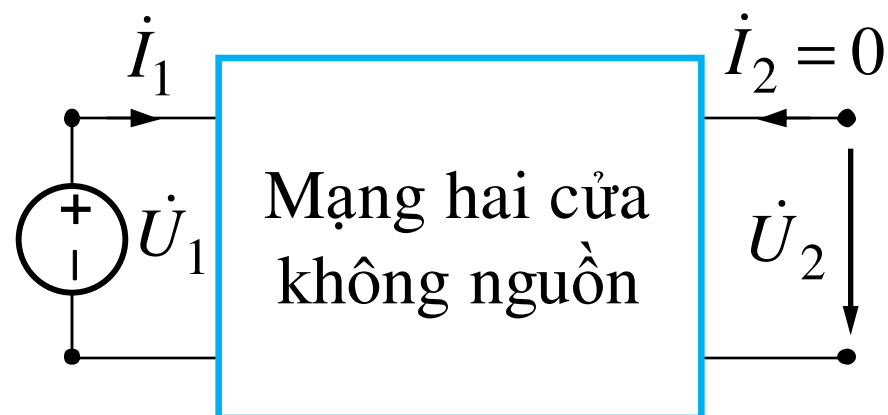
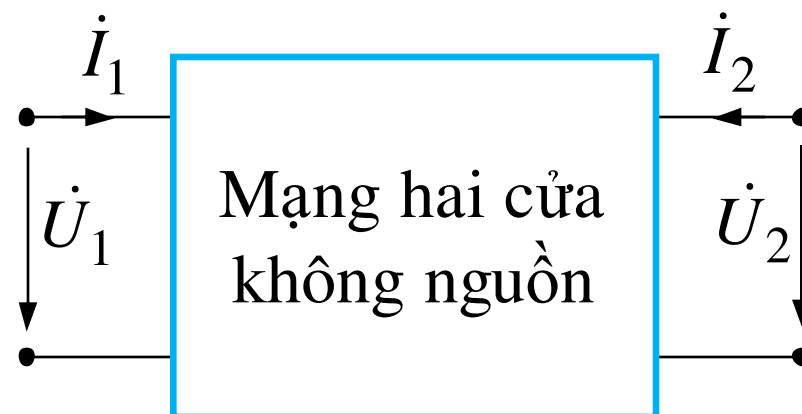
- Còn gọi là bộ số lai nghịch đảo.



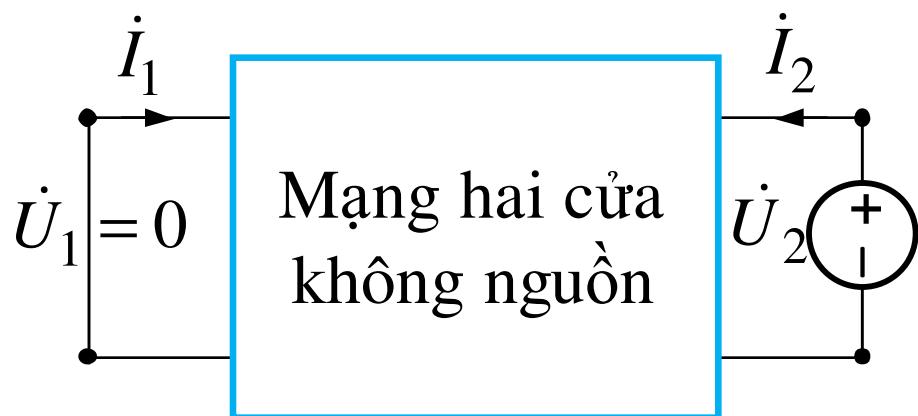
$$\begin{cases} \dot{I}_1 = G_{11}\dot{U}_1 + G_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = G_{21}\dot{U}_1 + G_{22}\dot{I}_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = [G] \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}$$

Bộ thông số G (2)

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = G_{11}\dot{U}_1 + G_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = G_{21}\dot{U}_1 + G_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$



$$\rightarrow G_{11} = \left. \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_1} \right|_{\dot{I}_2=0}, \quad G_{21} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} \right|_{\dot{I}_2=0}$$



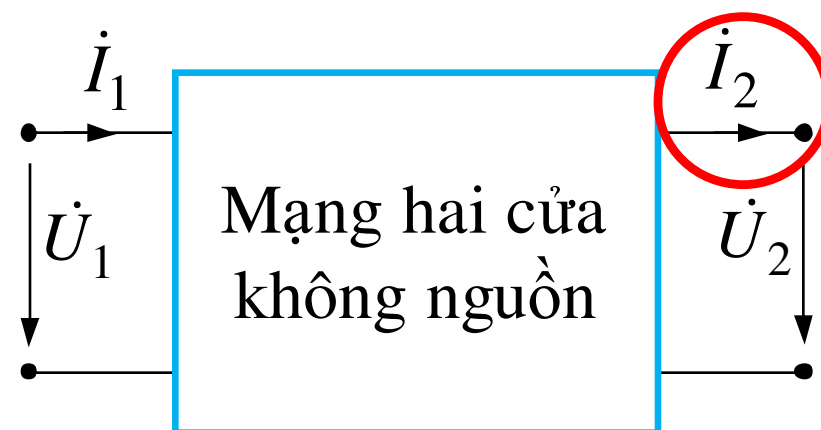
$$\rightarrow G_{12} = \left. \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{U}_1=0}, \quad G_{22} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{U}_1=0}$$

Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. **Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B**
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hỗ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Bộ thông số A (1)

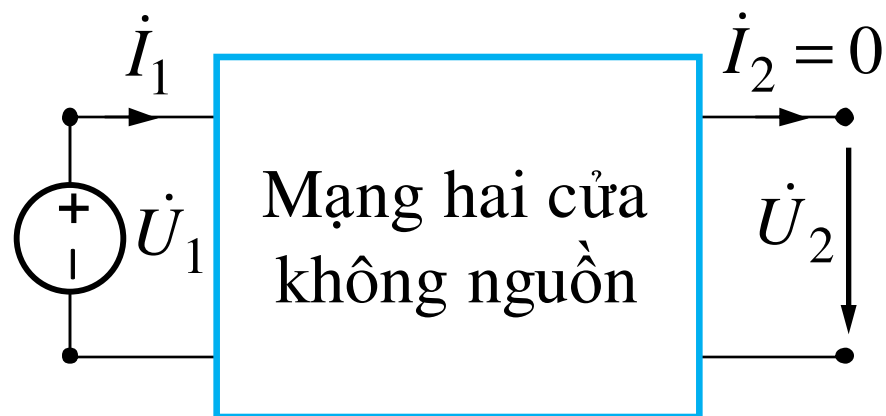
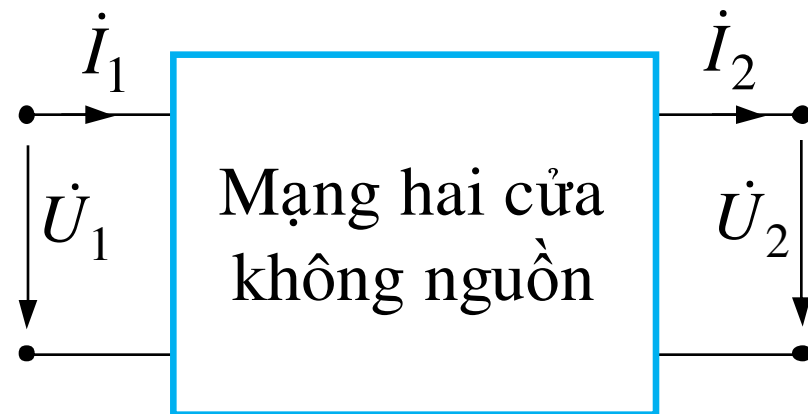
- Còn gọi là bộ số truyền tải.
- Ký hiệu khác: T(ransmission).
- Thường được dùng trong phân tích đường dây truyền tải (hệ thống điện, hệ thống liên lạc).



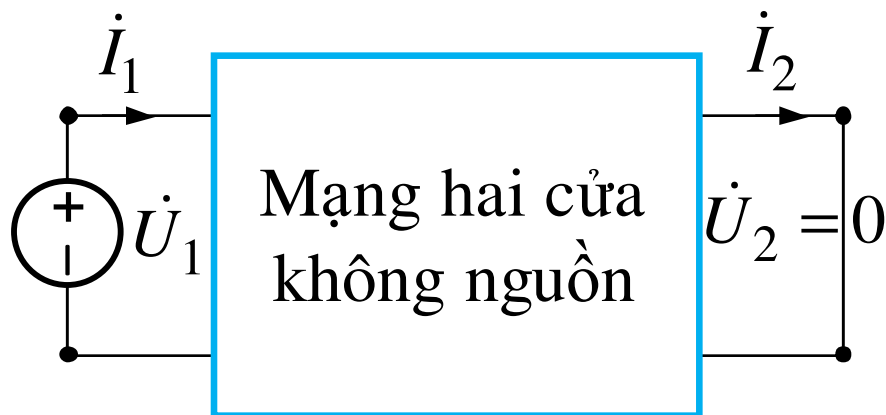
$$\begin{cases} \dot{U}_1 = A_{11}\dot{U}_2 + A_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = A_{21}\dot{U}_2 + A_{22}\dot{I}_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}$$

Bộ thông số \mathbf{A} (2)

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = A_{11}\dot{U}_2 + A_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = A_{21}\dot{U}_2 + A_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$



$$\rightarrow A_{11} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} \right|_{\dot{I}_2=0}, \quad A_{21} = \left. \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_2} \right|_{\dot{I}_2=0}$$



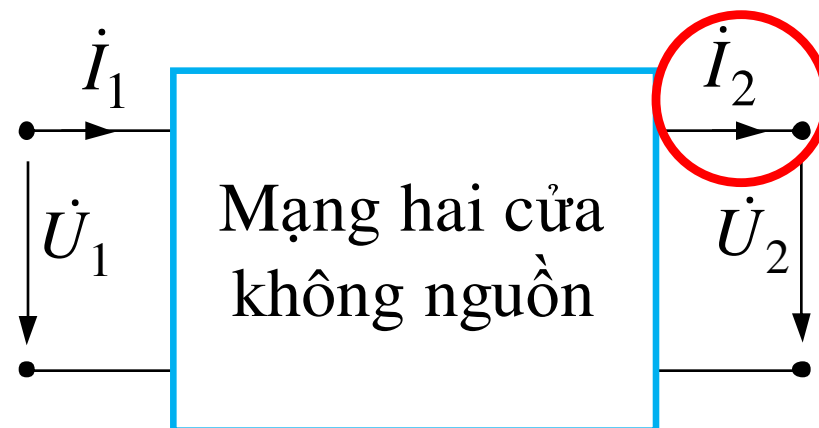
$$\rightarrow A_{12} = \left. \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{U}_2=0}, \quad A_{22} = \left. \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2} \right|_{\dot{U}_2=0}$$

Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. **Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B**
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hỗ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Bộ thông số **B** (1)

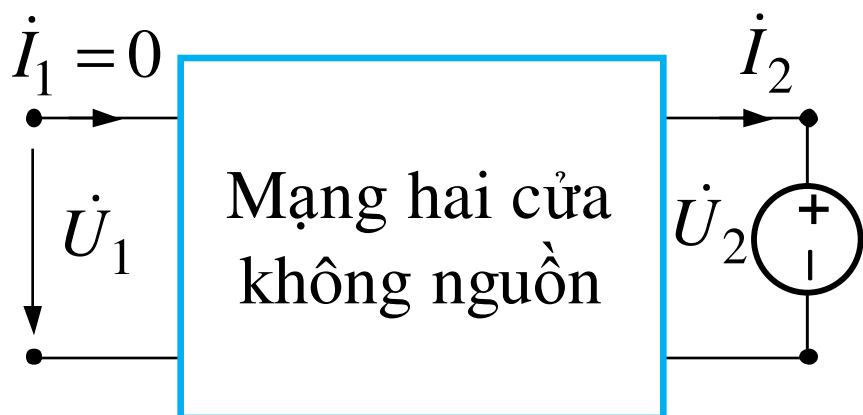
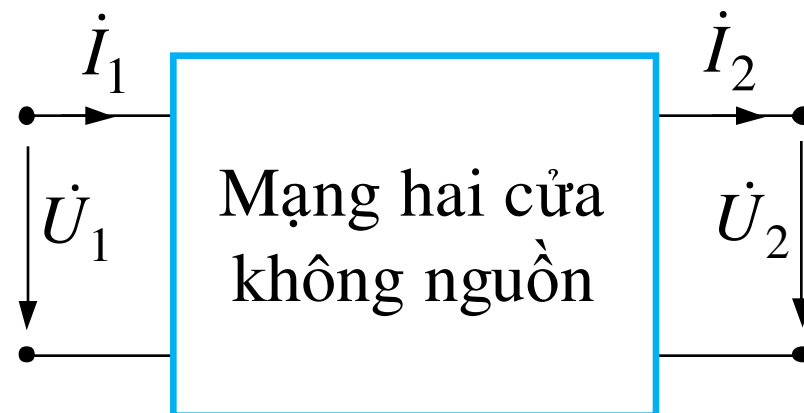
- Còn gọi là bộ số truyền tải ngược.
- Ký hiệu khác: $t(\text{ransmission})$.



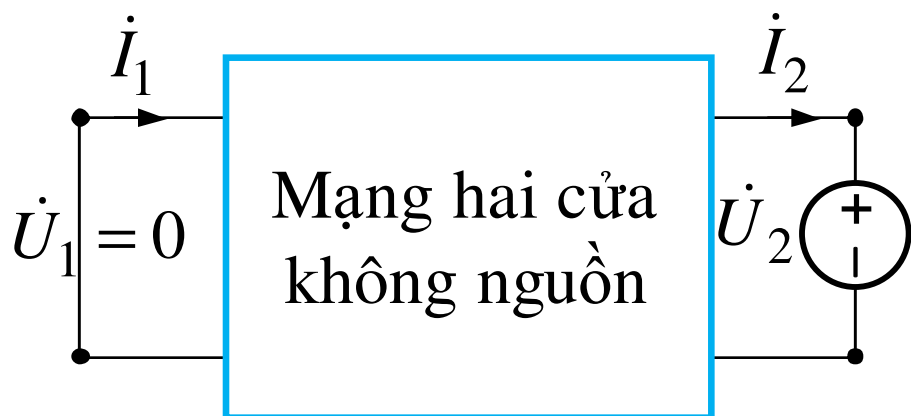
$$\begin{cases} \dot{U}_2 = B_{11}\dot{U}_1 + B_{12}\dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 = B_{21}\dot{U}_1 + B_{22}\dot{I}_1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = [B] \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix}$$

Bộ thông số **B** (2)

$$\begin{cases} \dot{U}_2 = B_{11}\dot{U}_1 + B_{12}\dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 = B_{21}\dot{U}_1 + B_{22}\dot{I}_1 \end{cases}$$

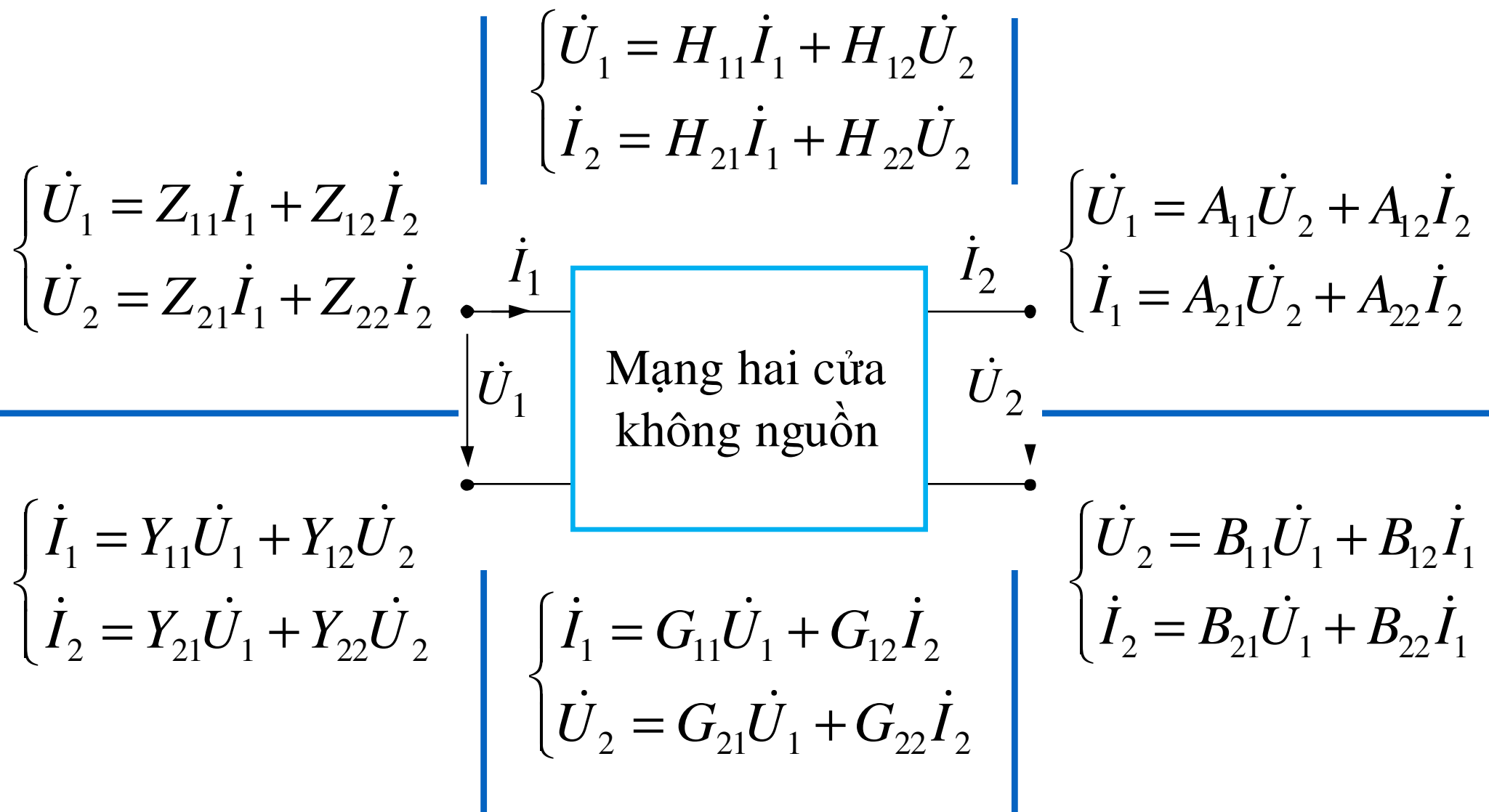


$$\rightarrow B_{11} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} \right|_{\dot{I}_1=0}, \quad B_{21} = \left. \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_1} \right|_{\dot{I}_1=0}$$



$$\rightarrow B_{12} = \left. \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{U}_1=0}, \quad B_{22} = \left. \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1} \right|_{\dot{U}_1=0}$$

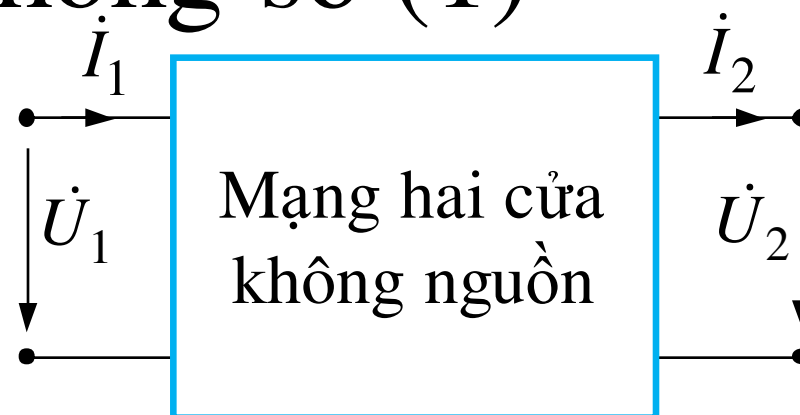
Mạng hai cửa



Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B
 - 2. **Quan hệ giữa các bộ thông số**
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hỗ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Quan hệ giữa các bộ thông số (1)



$$\begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = [Z] \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = [Z]^{-1} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = [Y] \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow [Y] = [Z]^{-1}$$

$$[G] = [H]^{-1}$$

Quan hệ giữa các bộ thông số (2)

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = H_{11}\dot{I}_1 + H_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = H_{21}\dot{I}_1 + H_{22}\dot{U}_2 \rightarrow \dot{U}_2 = -\frac{H_{21}}{H_{22}}\dot{I}_1 + \frac{1}{H_{22}}\dot{I}_2 \end{array} \right\}$$
$$\rightarrow \dot{U}_1 = \left(H_{11} - \frac{H_{12}H_{21}}{H_{22}} \right) \dot{I}_1 + \frac{H_{12}}{H_{22}} \dot{I}_2$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = \left(H_{11} - \frac{H_{12}H_{21}}{H_{22}} \right) \dot{I}_1 + \frac{H_{12}}{H_{22}} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = -\frac{H_{21}}{H_{22}} \dot{I}_1 + \frac{1}{H_{22}} \dot{I}_2 \end{array} \right. \rightarrow \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} H_{11} - \frac{H_{12}H_{21}}{H_{22}} & \frac{H_{12}}{H_{22}} \\ -\frac{H_{21}}{H_{22}} & \frac{1}{H_{22}} \end{bmatrix}$$

Lý thuyết mạch I

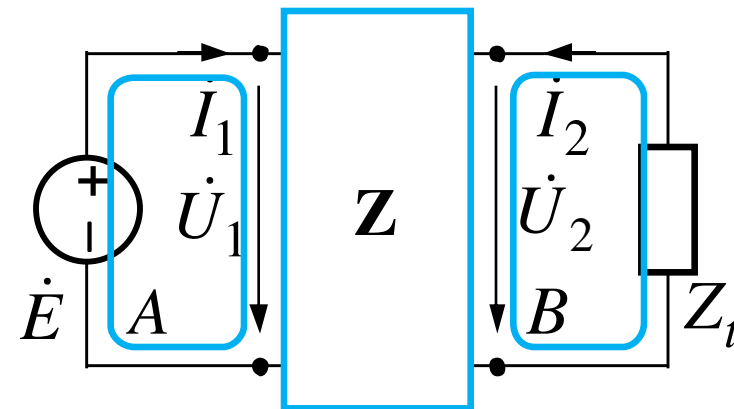
- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. **Phân tích mạch có mạng hai cửa**
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hồ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Phân tích mạch có mạng hai cửa (1)

VD1

$$\dot{E} = 220 \text{ V}; \quad Z_t = j50 \, \Omega; \quad \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 10 & j20 \\ j20 & 40 \end{bmatrix} \Omega.$$

1. Viết hệ phương trình bộ số,
2. Viết phương trình dòng/áp/...,
3. Giải hệ phương trình.



$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = 10\dot{I}_1 + j20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = j20\dot{I}_1 + 40\dot{I}_2 \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 220 \angle 0^\circ = 10\dot{I}_1 + j20\dot{I}_2 \\ -j50\dot{I}_2 = j20\dot{I}_1 + 40\dot{I}_2 \end{array} \right.$$

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 10 & j20 \\ j20 & 40 \end{bmatrix} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A: \dot{U}_1 = \dot{E} \\ B: Z_t \dot{I}_2 + \dot{U}_2 = 0 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{I}_1 = 14,09 + j4,94 \text{ A} \\ \dot{I}_2 = -2,47 - j3,96 \text{ A} \end{array} \right.$$

Phân tích mạch có mạng hai cửa (2)

VD2

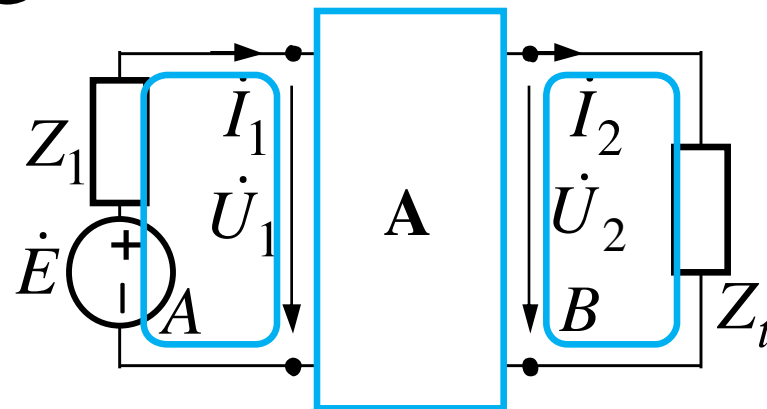
$$\begin{aligned} \dot{E} &= 220 \text{ V}; \\ Z_1 &= 20 \Omega; \quad Z_t = j50 \Omega; \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3 & 200 \\ 0,04 & 3 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

1. Viết hệ phương trình bộ số,
2. Viết phương trình dòng/áp/...,
3. Giải hệ phương trình.

$$\left\{ \begin{aligned} \dot{U}_1 &= A_{11}\dot{U}_2 + A_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 &= A_{21}\dot{U}_2 + A_{22}\dot{I}_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{aligned} \dot{U}_1 &= 3\dot{U}_2 + 200\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 &= 0,04\dot{U}_2 + 3\dot{I}_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{aligned} \dot{I}_1 &= 2,46 - j0,11 \text{ A} \\ \dot{I}_2 &= 0,55 - j0,40 \text{ A} \end{aligned} \right.$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3 & 200 \\ 0,04 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} A: 20\dot{I}_1 + \dot{U}_1 &= 220 \\ B: j50\dot{I}_2 - \dot{U}_2 &= 0 \end{aligned}$$



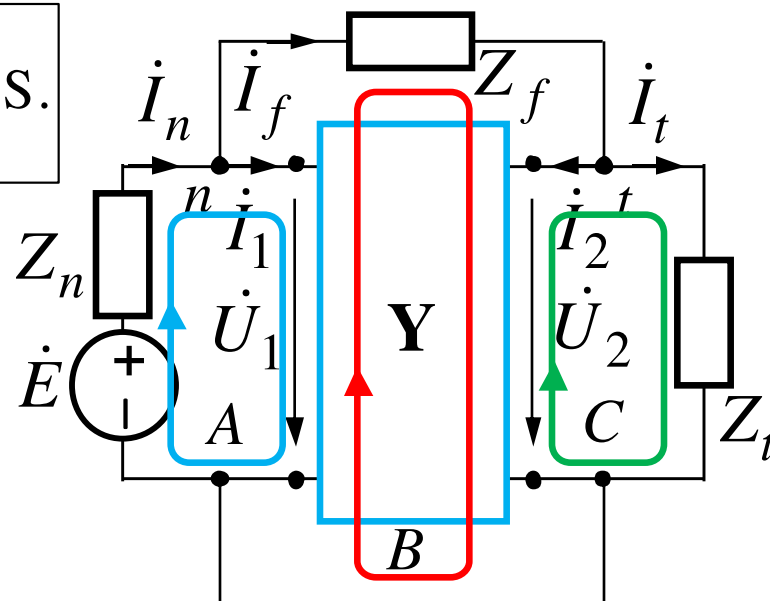
Phân tích mạch có mạng hai cửa (3)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

Cách 1

$$\left\{ \begin{aligned} \dot{I}_1 &= Y_{11} \dot{U}_1 + Y_{12} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 &= Y_{21} \dot{U}_1 + Y_{22} \dot{U}_2 \\ n: \dot{I}_n - \dot{I}_1 - \dot{I}_f &= 0 \\ t: \dot{I}_f - \dot{I}_2 - \dot{I}_t &= 0 \\ A: Z_n \dot{I}_n + \dot{U}_1 &= \dot{E} \\ B: Z_f \dot{I}_f - \dot{U}_1 + \dot{U}_2 &= 0 \\ C: \dot{U}_2 - Z_t \dot{I}_t &= 0 \end{aligned} \right.$$



$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_n = 12,80 + j7,99 \text{ A} \\ \dot{I}_t = 7,20 + j10,40 \text{ A} \end{cases}$$

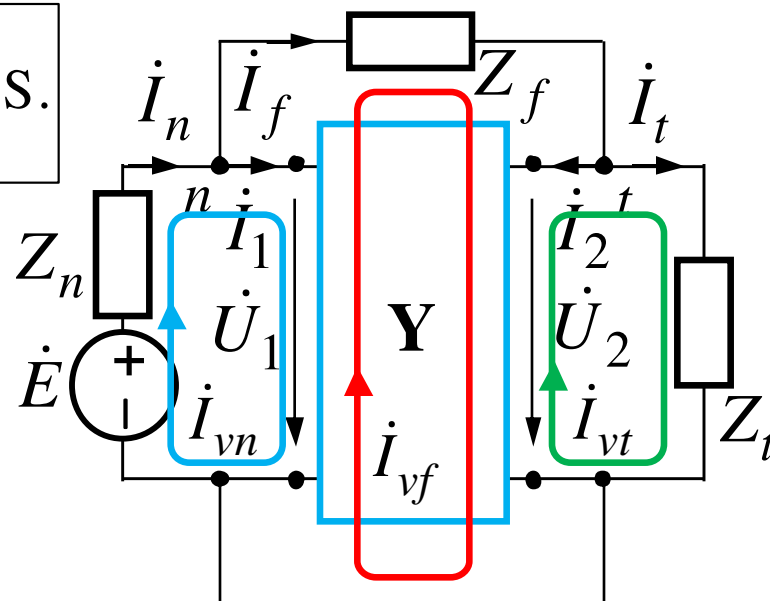
Phân tích mạch có mạng hai cửa (4)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = Y_{11}\dot{U}_1 + Y_{12}\dot{U}_2 = \dot{I}_{vn} - \dot{I}_{vf} \\ \dot{I}_2 = Y_{21}\dot{U}_1 + Y_{22}\dot{U}_2 = \dot{I}_{vf} - \dot{I}_{vt} \\ Z_n \dot{I}_{vn} + \dot{U}_1 = \dot{E} \\ \dot{U}_2 - Z_t \dot{I}_{vt} = 0 \\ Z_f \dot{I}_{vf} - \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 0 \end{cases}$$

Cách 2



$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_{vn} = 12,80 + j7,99 \text{ A} \\ \dot{I}_{vt} = 7,20 + j10,40 \text{ A} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{I}_n = 12,80 + j7,99 \text{ A} \\ \dot{I}_t = 7,20 + j10,40 \text{ A} \end{cases}$$

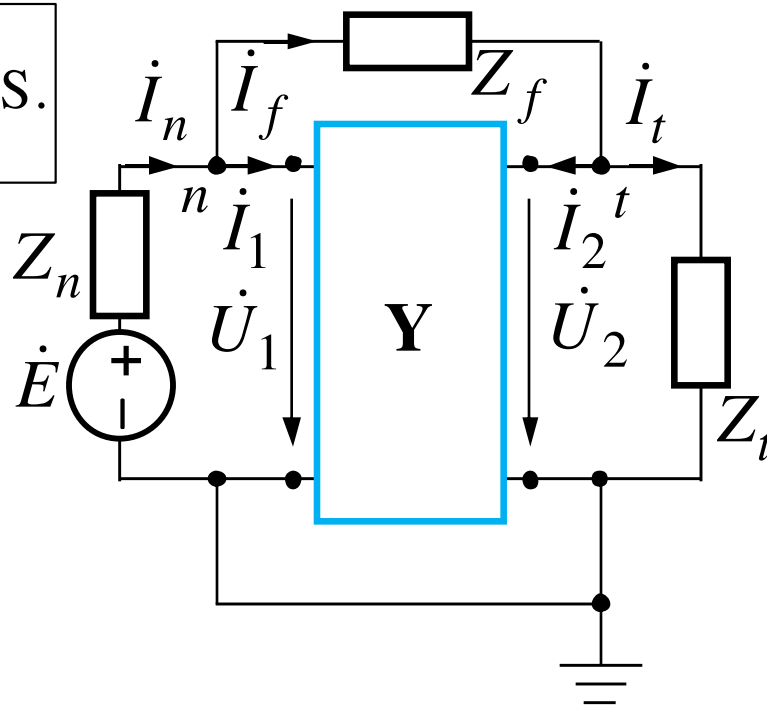
Phân tích mạch có mạng hai cửa (5)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} n: \dot{I}_n - \dot{I}_1 - \dot{I}_f &= 0 \\ t: \dot{I}_f - \dot{I}_2 - \dot{I}_t &= 0 \\ \begin{cases} \dot{I}_1 = Y_{11}\dot{U}_1 + Y_{12}\dot{U}_2 = Y_{11}\dot{\phi}_n + Y_{12}\dot{\phi}_t \\ \dot{I}_2 = Y_{21}\dot{U}_1 + Y_{22}\dot{U}_2 = Y_{21}\dot{\phi}_n + Y_{22}\dot{\phi}_t \end{cases} \\ \dot{I}_n = \frac{\dot{E} - \dot{\phi}_n}{Z_n} \\ \dot{I}_t = \frac{\dot{\phi}_t}{Z_t} \\ \dot{I}_f = \frac{\dot{\phi}_n - \dot{\phi}_t}{Z_f} \end{aligned} \right\}$$

Cách 3



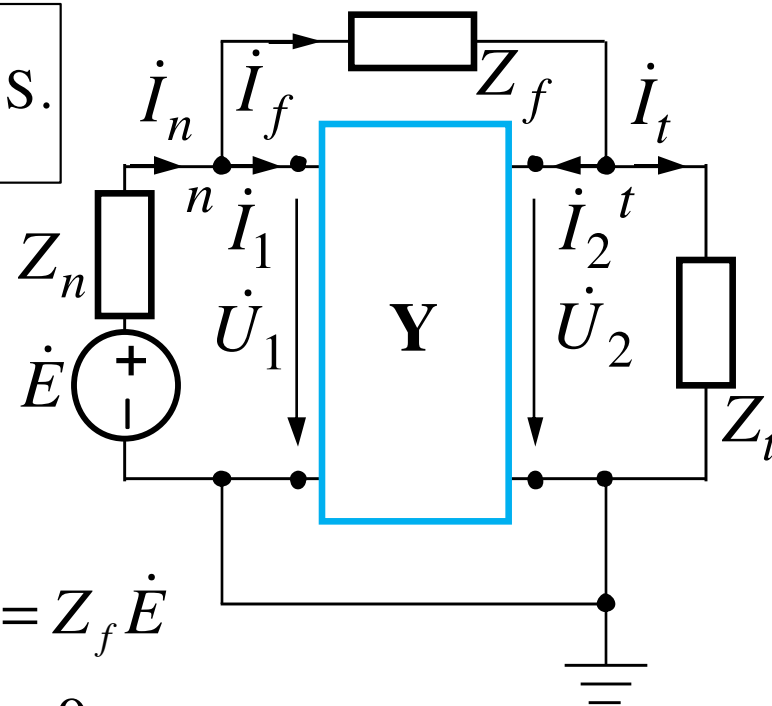
$$\rightarrow \begin{cases} (Z_n Z_f Y_{11} + Z_n + Z_f) \dot{\phi}_n + (Z_n Z_f Y_{12} - Z_n) \dot{\phi}_t = Z_f \dot{E} \\ (Z_t Z_f Y_{21} - Z_t) \dot{\phi}_n + (Z_t Z_f Y_{22} + Z_t + Z_f) \dot{\phi}_t = 0 \end{cases}$$

Phân tích mạch có mạng hai cửa (6)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

Cách 3

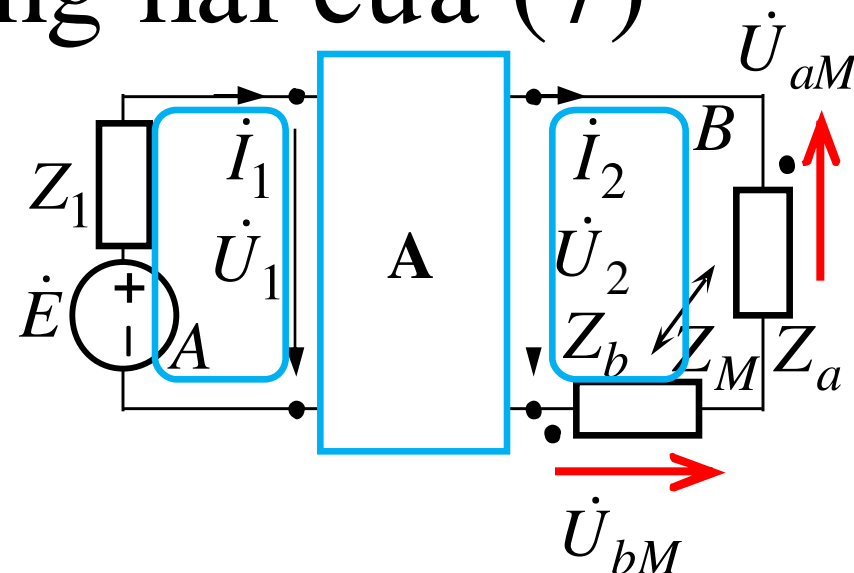


$$\begin{cases} (Z_n Z_f Y_{11} + Z_n + Z_f) \dot{\phi}_n + (Z_n Z_f Y_{12} - Z_n) \dot{\phi}_t = Z_f \dot{E} \\ (Z_t Z_f Y_{21} - Z_t) \dot{\phi}_n + (Z_t Z_f Y_{22} + Z_t + Z_f) \dot{\phi}_t = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \begin{cases} \dot{\phi}_n = 135,99 - j39,97 \text{ V} \\ \dot{\phi}_t = 207,92 - j143,97 \text{ V} \end{cases} & \rightarrow \begin{cases} \dot{I}_n = \frac{\dot{E} - \dot{\phi}_n}{Z_n} = 12,80 + j7,99 \text{ A} \\ \dot{I}_t = \frac{\dot{\phi}_t}{Z_t} = 7,20 + j10,40 \text{ A} \end{cases} \end{aligned}$$

Phân tích mạch có mạng hai cửa (7)

VD4



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = A_{11}\dot{U}_2 + A_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = A_{21}\dot{U}_2 + A_{22}\dot{I}_2 \\ Z_1\dot{I}_1 + \dot{U}_1 = \dot{E} \\ \dot{U}_2 = (Z_a + Z_b - 2Z_M)\dot{I}_2 \end{cases}$$

$$\dot{U}_{aM} = Z_M \dot{I}_2$$

$$\dot{U}_{bM} = Z_M \dot{I}_2$$

Phân tích mạch có mạng hai cửa (8)

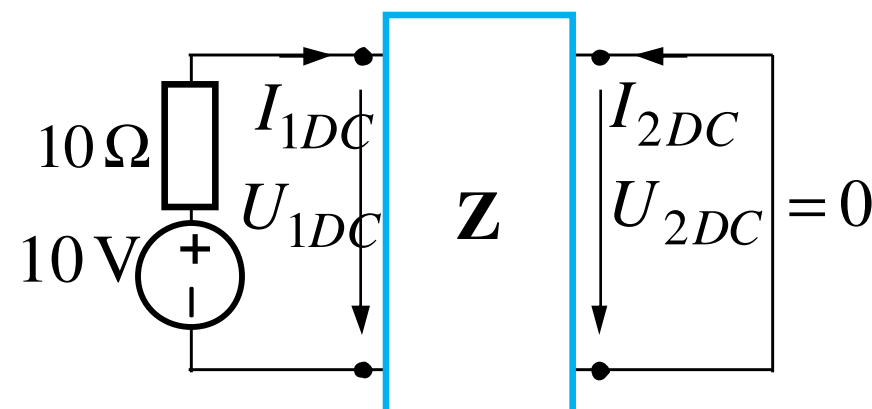
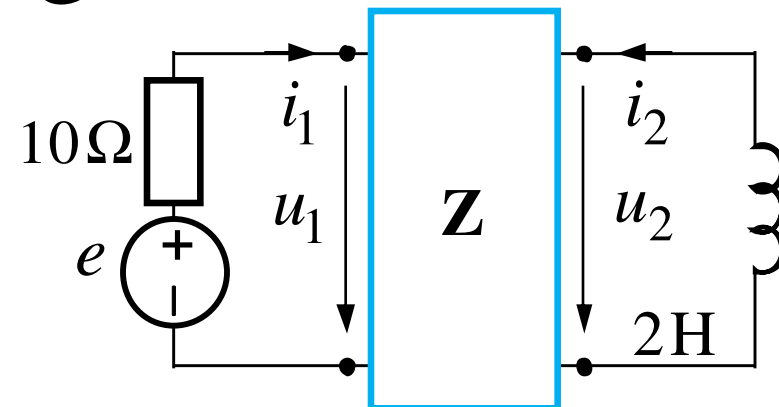
VD5

$$e = 10 + 20 \cos 5t \text{ V}; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; i_1 = ?$$

Xét nguồn một chiều:

$$\begin{cases} U_{1DC} = 30I_{1DC} + 20I_{2DC} \\ U_{2DC} = 20I_{1DC} + 50I_{2DC} \\ 10I_{1DC} + U_{1DC} = 10 \\ U_{2DC} = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow I_{1DC} = 0,31 \text{ A}$$

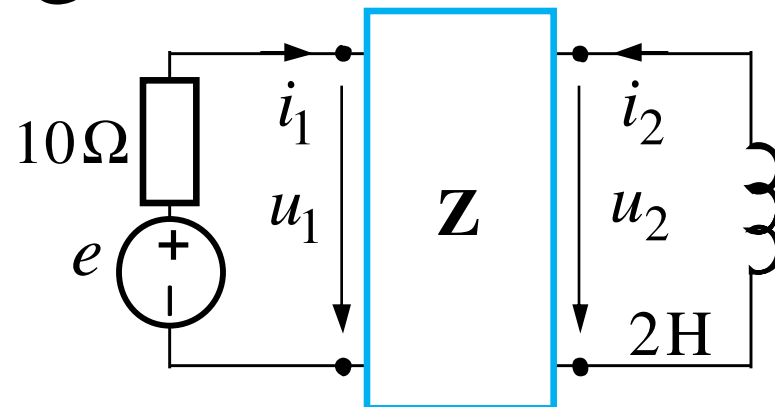


Phân tích mạch có mạng hai cửa (9)

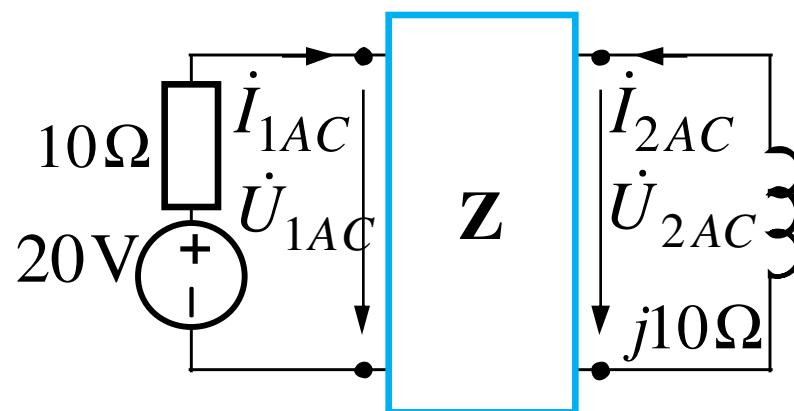
VD5

$$e = 10 + 20 \cos 5t \text{ V}; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; i_1 = ?$$

Xét nguồn xoay chiều:



$$\begin{cases} \dot{U}_{1AC} = 30\dot{I}_{1AC} + 20\dot{I}_{2AC} \\ \dot{U}_{2AC} = 20\dot{I}_{1AC} + 50\dot{I}_{2AC} \\ 10\dot{I}_{1AC} + \dot{U}_{1AC} = 20 \\ \dot{U}_{2AC} + j10\dot{I}_{2AC} = 0 \end{cases}$$

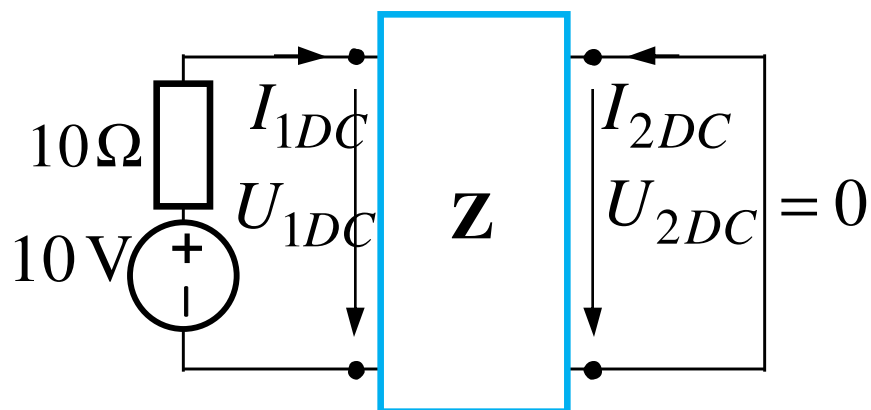
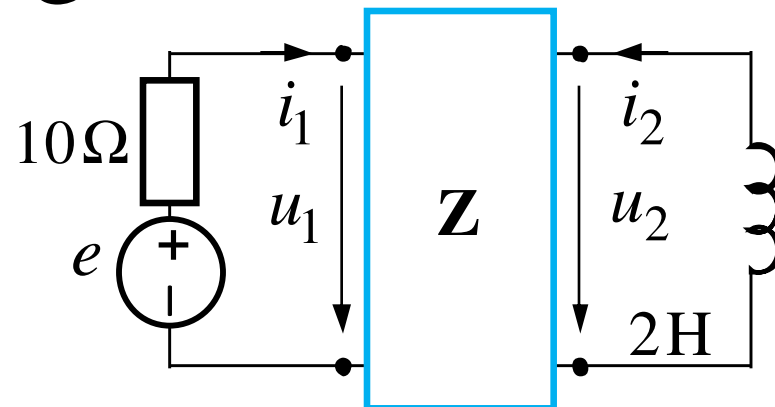


$$\rightarrow \dot{I}_{1AC} = 0,60 \angle -4,76^\circ \rightarrow i_{1AC}(t) = 0,60 \cos(5t - 4,76^\circ) \text{ A}$$

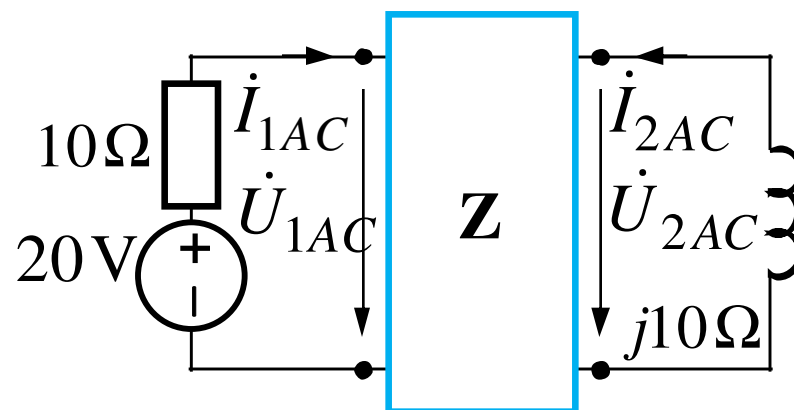
Phân tích mạch có mạng hai cửa (10)

VD5

$$e = 10 + 20 \cos 5t \text{ V}; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; i_1 = ?$$



$$I_{1DC} = 0,31 \text{ A}$$



$$i_{1AC}(t) = 0,60 \cos(5t - 4,76^\circ) \text{ A}$$

$$\rightarrow i_1(t) = 0,31 + 0,60 \cos(5t - 4,76^\circ) \text{ A}$$

Phân tích mạch có mạng hai cửa (11)

VD6

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 220 \text{ V}; Z_2 = j10 \text{ } \Omega; \\ Z_a &= j20 \text{ } \Omega; Z_b = -j40 \text{ } \Omega; Z_c = 5 \text{ } \Omega; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \text{ } \Omega. \end{aligned}$$

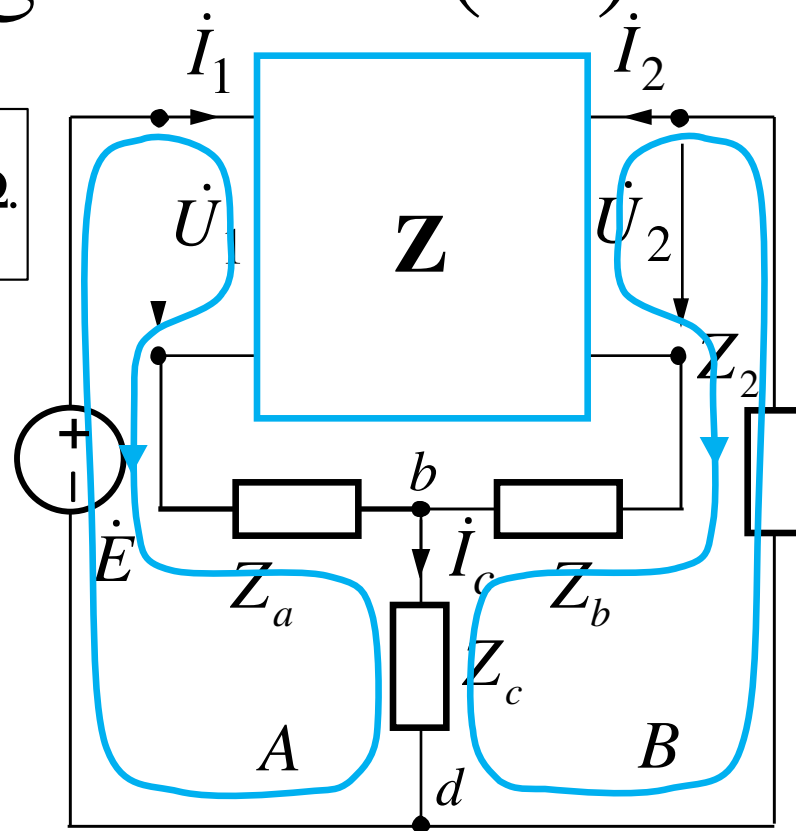
Cách 1

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 30\dot{I}_1 + 20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = 20\dot{I}_1 + 50\dot{I}_2 \\ b: \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_c = 0 \\ A: \dot{U}_1 + Z_a\dot{I}_1 + Z_c\dot{I}_c = \dot{E} \\ B: Z_2\dot{I}_2 + \dot{U}_2 + Z_b\dot{I}_2 + Z_c\dot{I}_c = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_1 = 6,27 - j3,64 \text{ A} \\ \dot{I}_2 = -2,89 + j0,076 \text{ A} \\ \dot{I}_c = 3,38 - j3,56 \text{ A} \end{cases}$$

Cách 2?

Kết nối các mạng hai cửa



Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phân tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

V. **Mạng hai cửa**

1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B

2. Quan hệ giữa các bộ thông số

3. Phân tích mạch có mạng hai cửa

4. Kết nối các mạng hai cửa

5. Mạng T & Π

6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm

7. Tương hồ

8. Tổng trở vào & hòa hợp tải

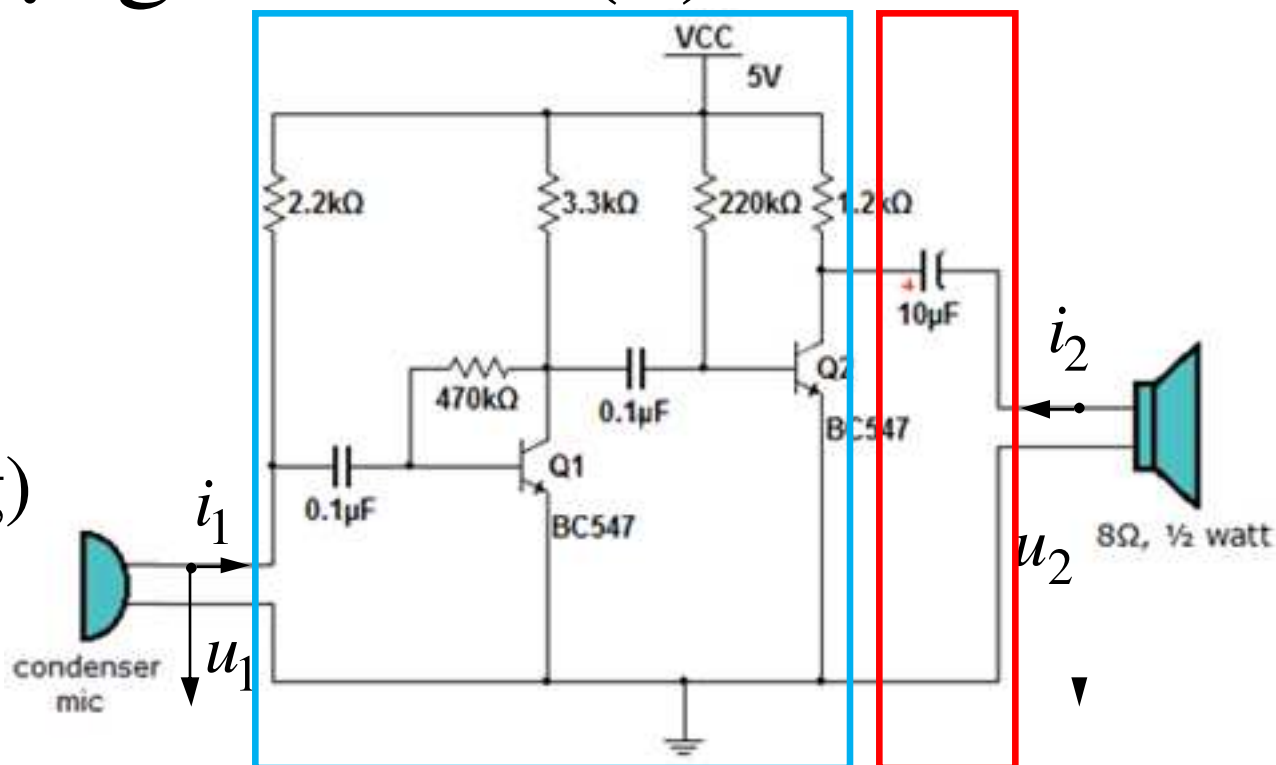
9. Hàm truyền đạt

VI. Mạch ba pha

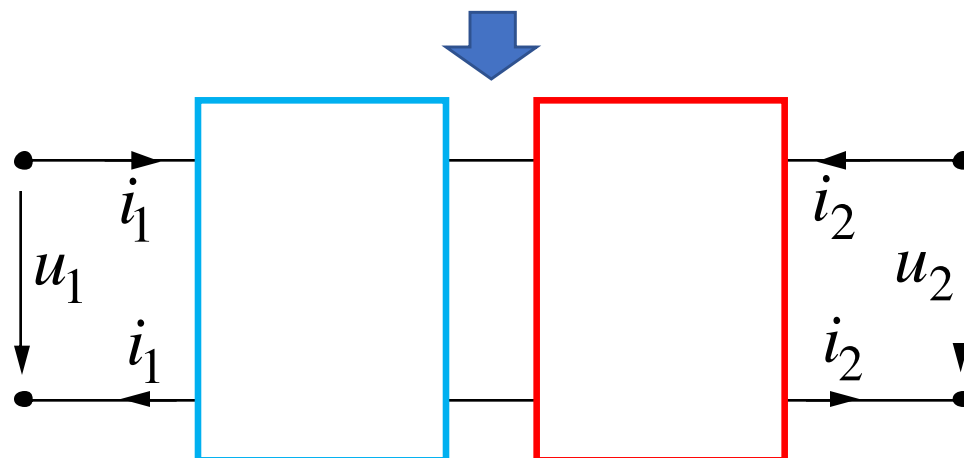
VII. Khuếch đại thuật toán

Kết nối các mạng hai cửa (1)

1. Nối tiếp
2. Song song
3. Xâu chuỗi (tầng)
4. Lai 1
5. Lai 2



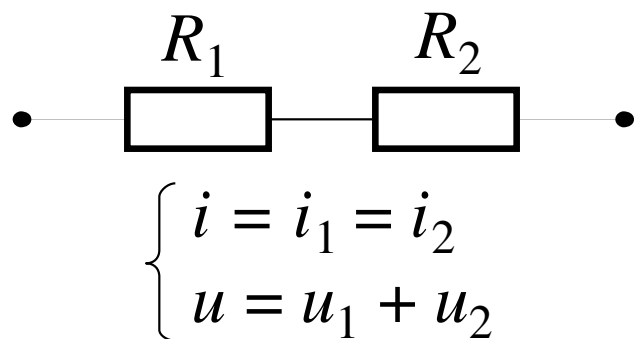
<https://www.efxkits.us/two-transistor-audio-amplifier-circuit-explanation/>



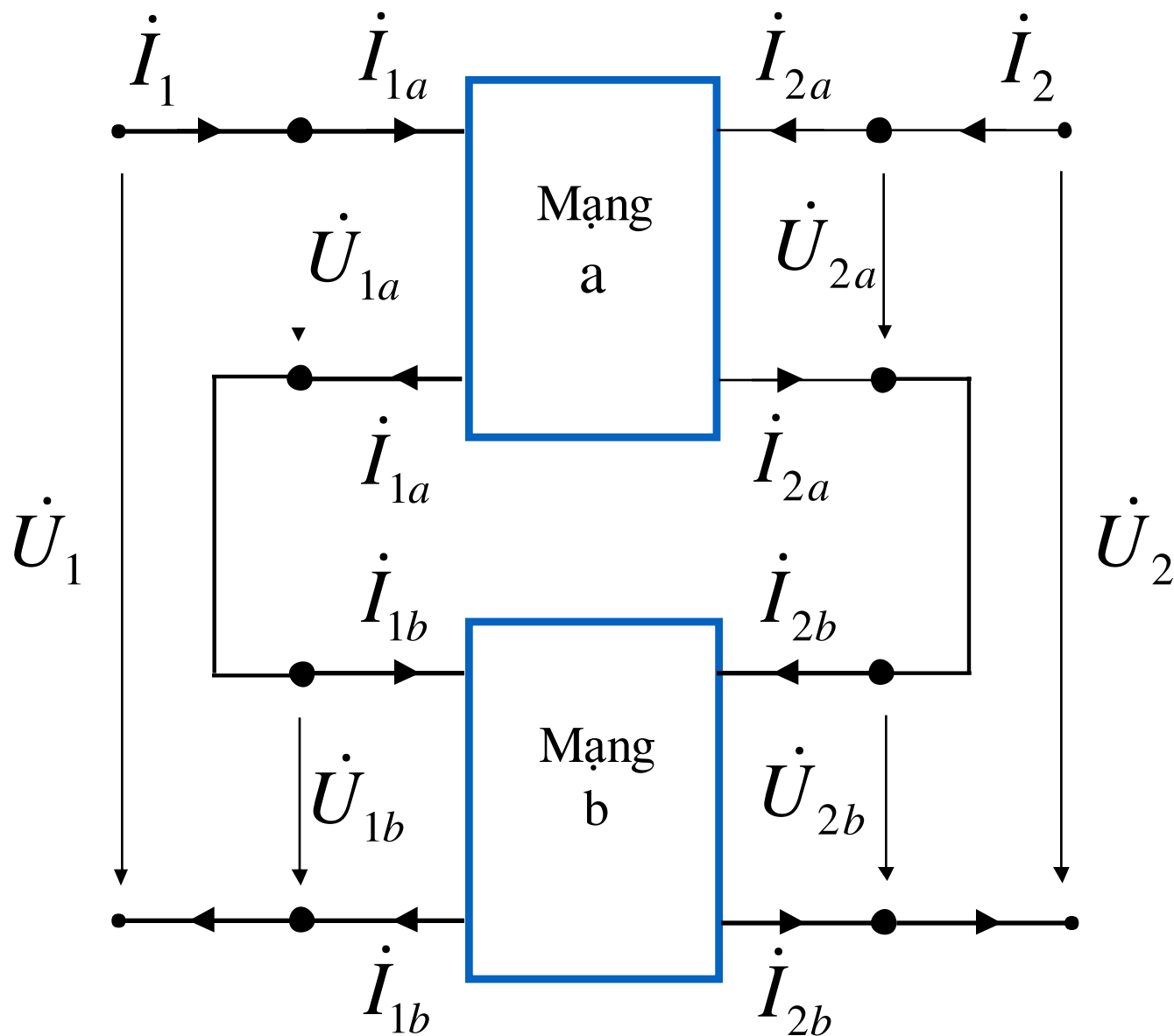
<https://sites.google.com/site/ncpdhbkhn/home>

Kết nối các mạng hai cửa (2), nối tiếp

Nối tiếp



$$\begin{cases} \dot{I}_1 = \dot{I}_{1a} = \dot{I}_{1b} \\ \dot{U}_1 = \dot{U}_{1a} + \dot{U}_{1b} \\ \dot{I}_2 = \dot{I}_{2a} = \dot{I}_{2b} \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_{2a} + \dot{U}_{2b} \end{cases}$$



Kết nối các mạng hai cửa (3), nối tiếp

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{I}_1 = \dot{I}_{1a} = \dot{I}_{1b} \\ \dot{U}_1 = \dot{U}_{1a} + \dot{U}_{1b} \\ \dot{I}_2 = \dot{I}_{2a} = \dot{I}_{2b} \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_{2a} + \dot{U}_{2b} \end{array} \right.$$

Mạng a:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_{1a} = Z_{11a} \dot{I}_{1a} + Z_{12a} \dot{I}_{2a} \\ \dot{U}_{2a} = Z_{21a} \dot{I}_{1a} + Z_{22a} \dot{I}_{2a} \end{array} \right.$$

Mạng b:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_{1b} = Z_{11b} \dot{I}_{1b} + Z_{12b} \dot{I}_{2b} \\ \dot{U}_{2b} = Z_{21b} \dot{I}_{1b} + Z_{22b} \dot{I}_{2b} \end{array} \right.$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{1a} = \dot{I}_{1b}$$

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_{2a} = \dot{I}_{2b}$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_{1a} = Z_{11a} \dot{I}_1 + Z_{12a} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_{2a} = Z_{21a} \dot{I}_1 + Z_{22a} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_{1b} = Z_{11b} \dot{I}_1 + Z_{12b} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_{2b} = Z_{21b} \dot{I}_1 + Z_{22b} \dot{I}_2 \end{array} \right.$$

Kết nối các mạng hai cửa (4), nối tiếp

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{I}_1 = \dot{I}_{1a} = \dot{I}_{1b} \\ \dot{U}_1 = \dot{U}_{1a} + \dot{U}_{1b} \\ \dot{I}_2 = \dot{I}_{2a} = \dot{I}_{2b} \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_{2a} + \dot{U}_{2b} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Mạng a:} \begin{cases} \dot{U}_{1a} = Z_{11a} \dot{I}_1 + Z_{12a} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_{2a} = Z_{21a} \dot{I}_1 + Z_{22a} \dot{I}_2 \end{cases} \\ \text{Mạng b:} \begin{cases} \dot{U}_{1b} = Z_{11b} \dot{I}_1 + Z_{12b} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_{2b} = Z_{21b} \dot{I}_1 + Z_{22b} \dot{I}_2 \end{cases} \\ \dot{U}_1 = \dot{U}_{1a} + \dot{U}_{1b} \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_{2a} + \dot{U}_{2b} \end{array} \right. \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = \dot{U}_{1a} + \dot{U}_{1b} = (Z_{11a} \dot{I}_1 + Z_{12a} \dot{I}_2) + (Z_{11b} \dot{I}_1 + Z_{12b} \dot{I}_2) \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_{2a} + \dot{U}_{2b} = (Z_{21a} \dot{I}_1 + Z_{22a} \dot{I}_2) + (Z_{21b} \dot{I}_1 + Z_{22b} \dot{I}_2) \end{array} \right.$$

Kết nối các mạng hai cửa (5), nối tiếp

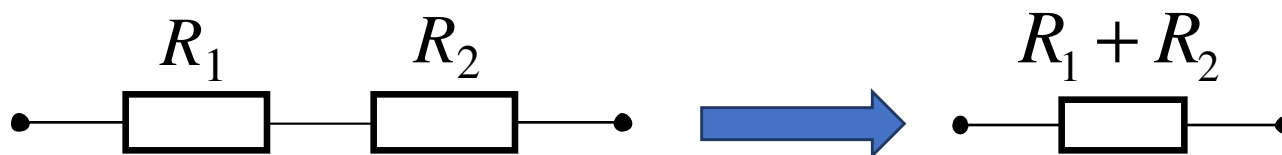
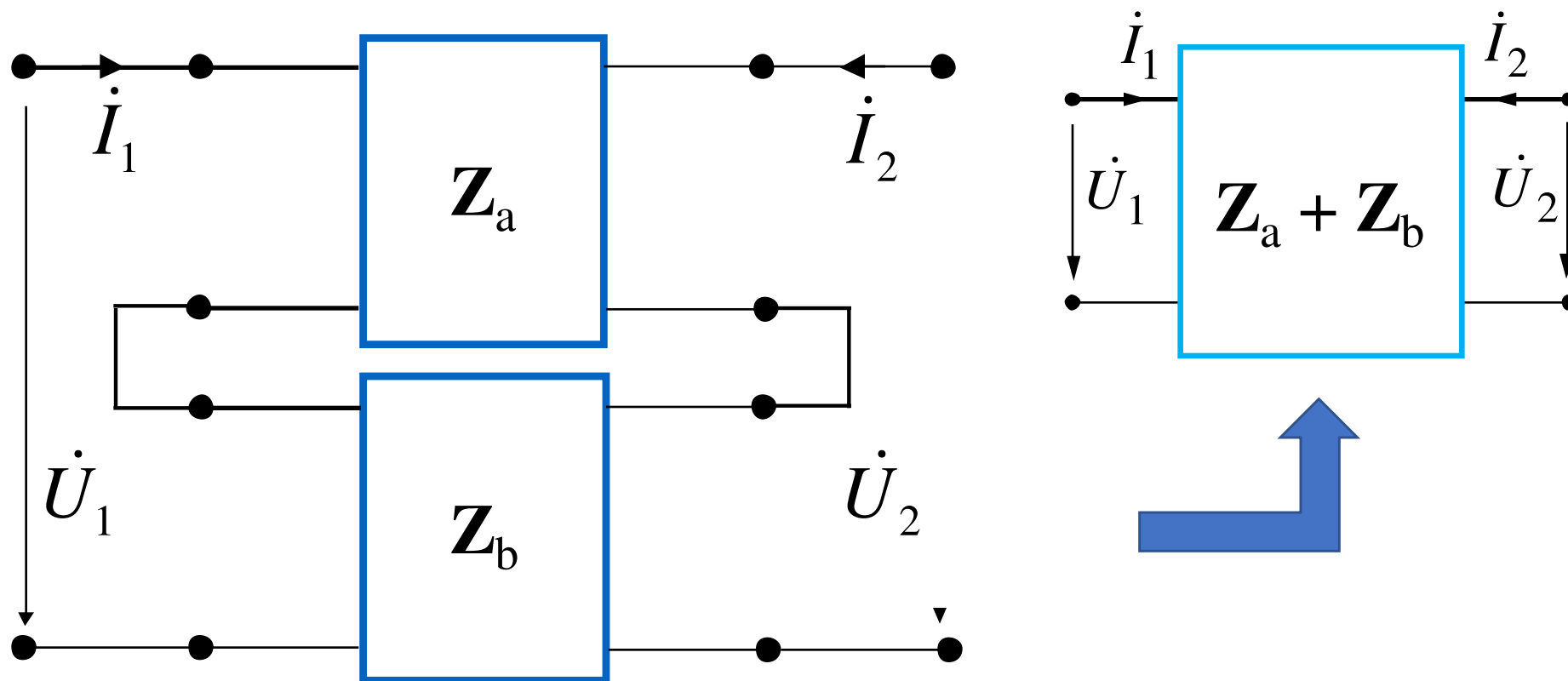
$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{I}_1 = \dot{I}_{1a} = \dot{I}_{1b} \\ \dot{U}_1 = \dot{U}_{1a} + \dot{U}_{1b} \\ \dot{I}_2 = \dot{I}_{2a} = \dot{I}_{2b} \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_{2a} + \dot{U}_{2b} \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = \dot{U}_{1a} + \dot{U}_{1b} = (Z_{11a}\dot{I}_1 + Z_{12a}\dot{I}_2) + (Z_{11b}\dot{I}_1 + Z_{12b}\dot{I}_2) \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_{1b} + \dot{U}_{2b} = (Z_{21a}\dot{I}_1 + Z_{22a}\dot{I}_2) + (Z_{21b}\dot{I}_1 + Z_{22b}\dot{I}_2) \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = (Z_{11a} + Z_{11b})\dot{I}_1 + (Z_{12a} + Z_{12b})\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = (Z_{21a} + Z_{21b})\dot{I}_1 + (Z_{22a} + Z_{22b})\dot{I}_2 \end{array} \right.$$

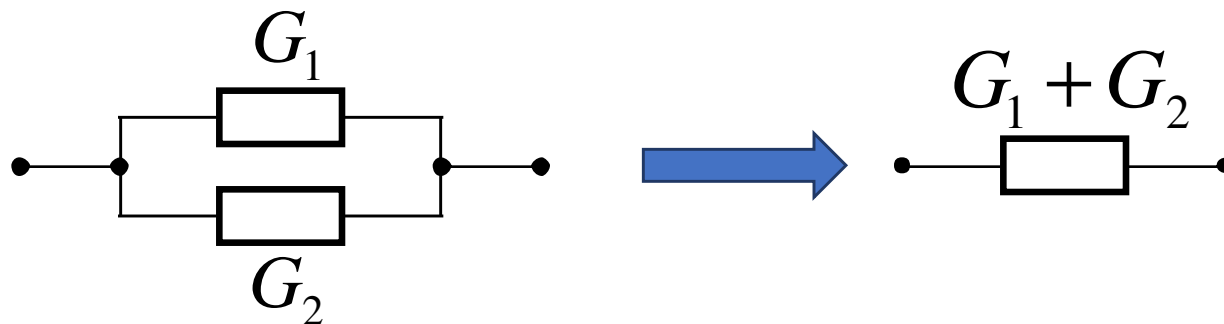
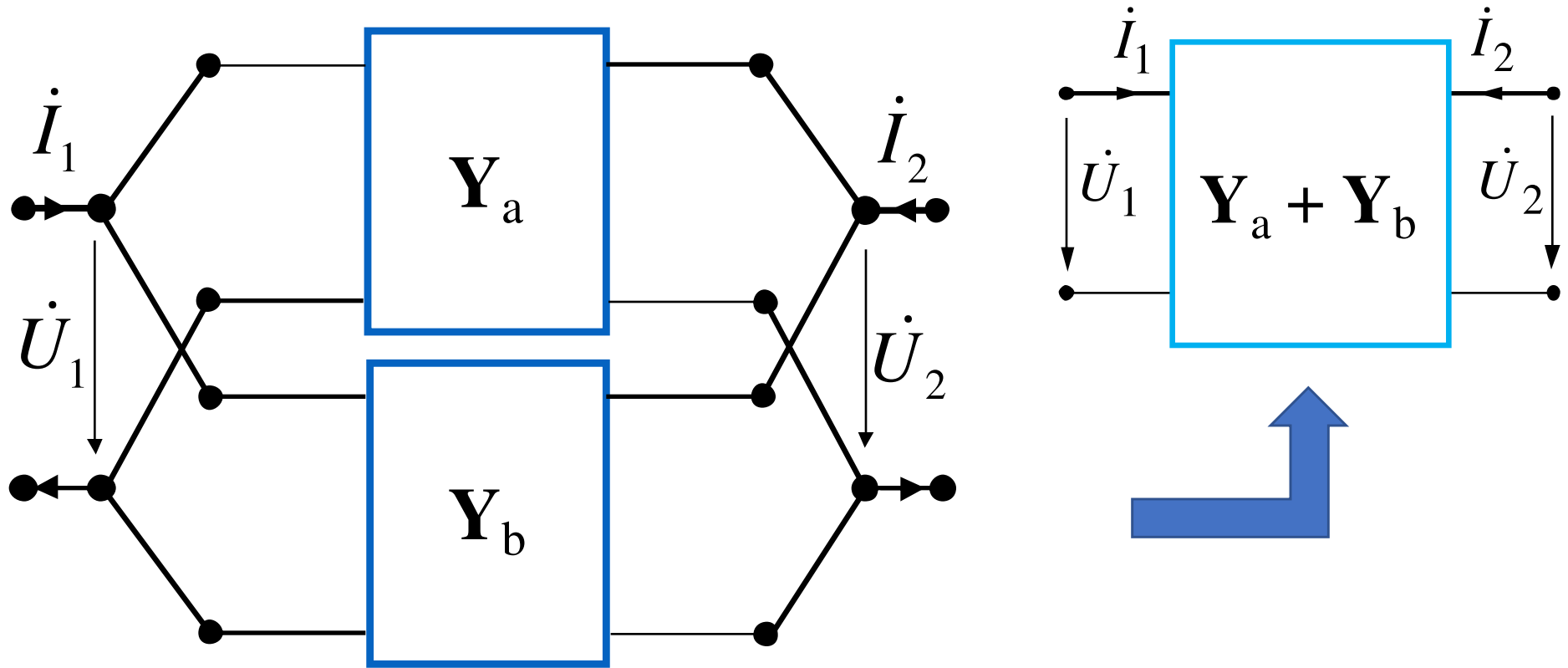
$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11a} + Z_{11b} & Z_{12a} + Z_{12b} \\ Z_{21a} + Z_{21b} & Z_{22a} + Z_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = [Z] \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} \\ [Z_a] = \begin{bmatrix} Z_{11a} & Z_{12a} \\ Z_{21a} & Z_{22a} \end{bmatrix}; [Z_b] = \begin{bmatrix} Z_{11b} & Z_{12b} \\ Z_{21b} & Z_{22b} \end{bmatrix} \end{array} \right.$$

$$\longrightarrow \boxed{[Z] = [Z_a] + [Z_b]}$$

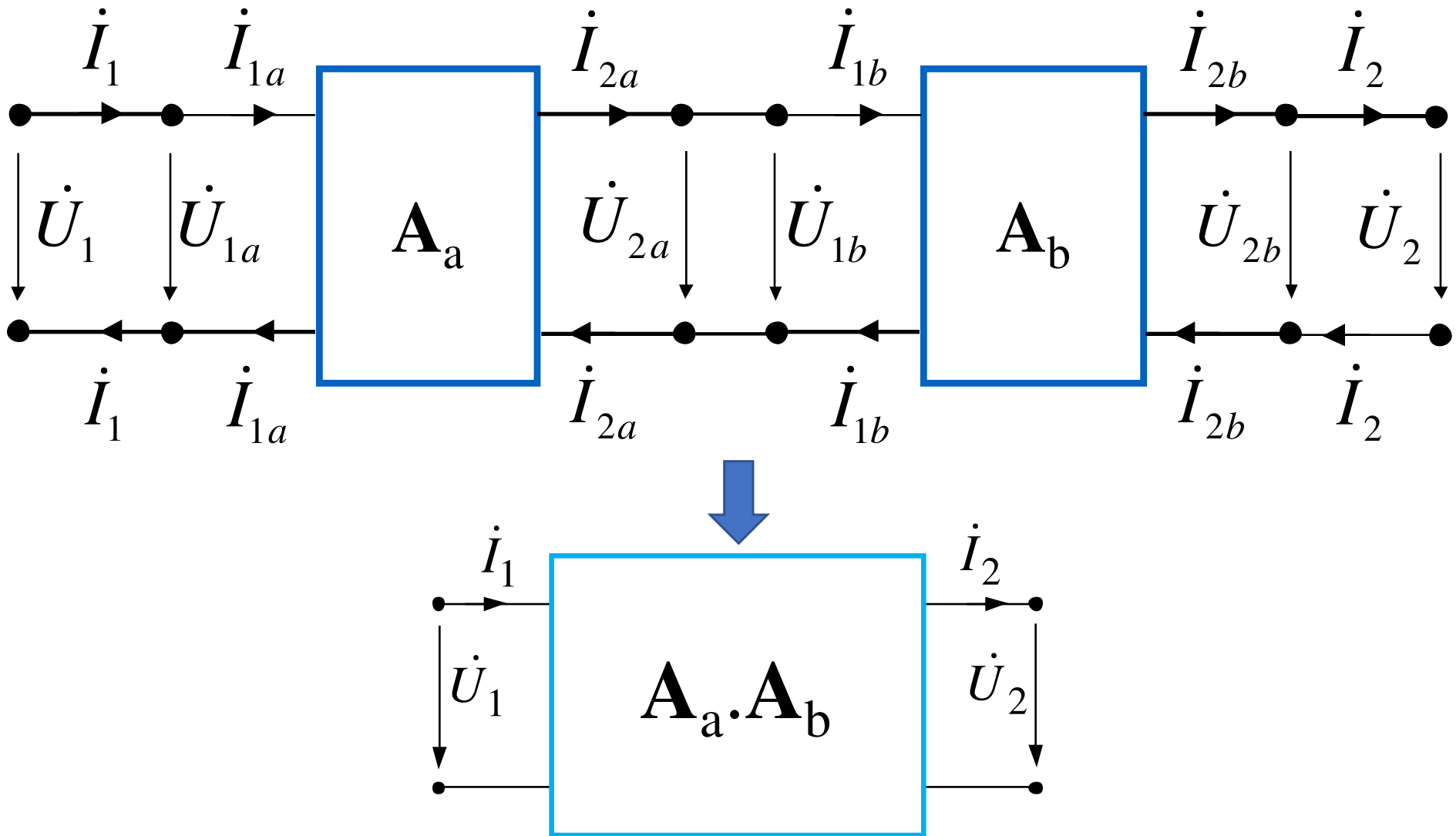
Kết nối các mạng hai cửa (6), nối tiếp



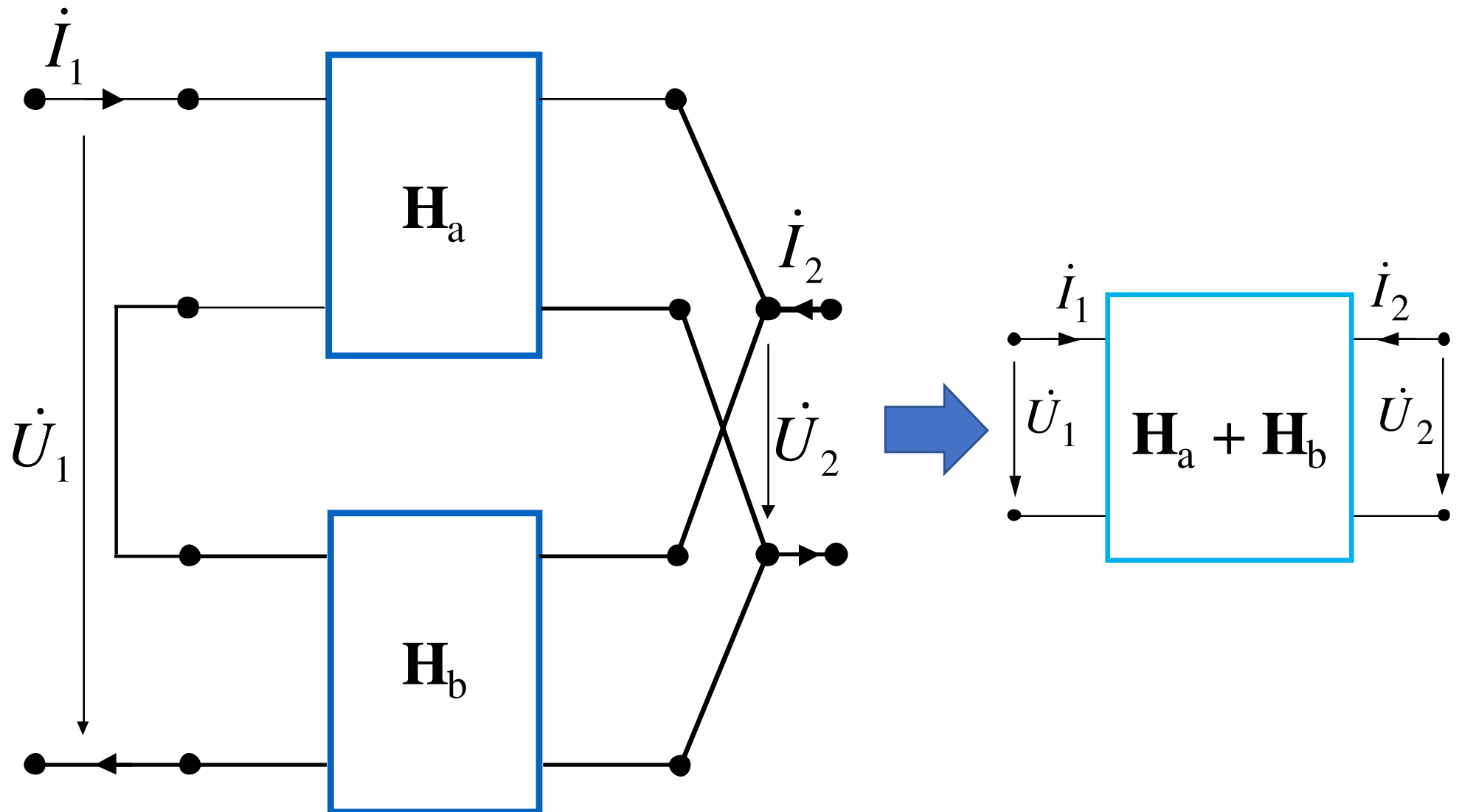
Kết nối các mạng hai cửa (7), song song



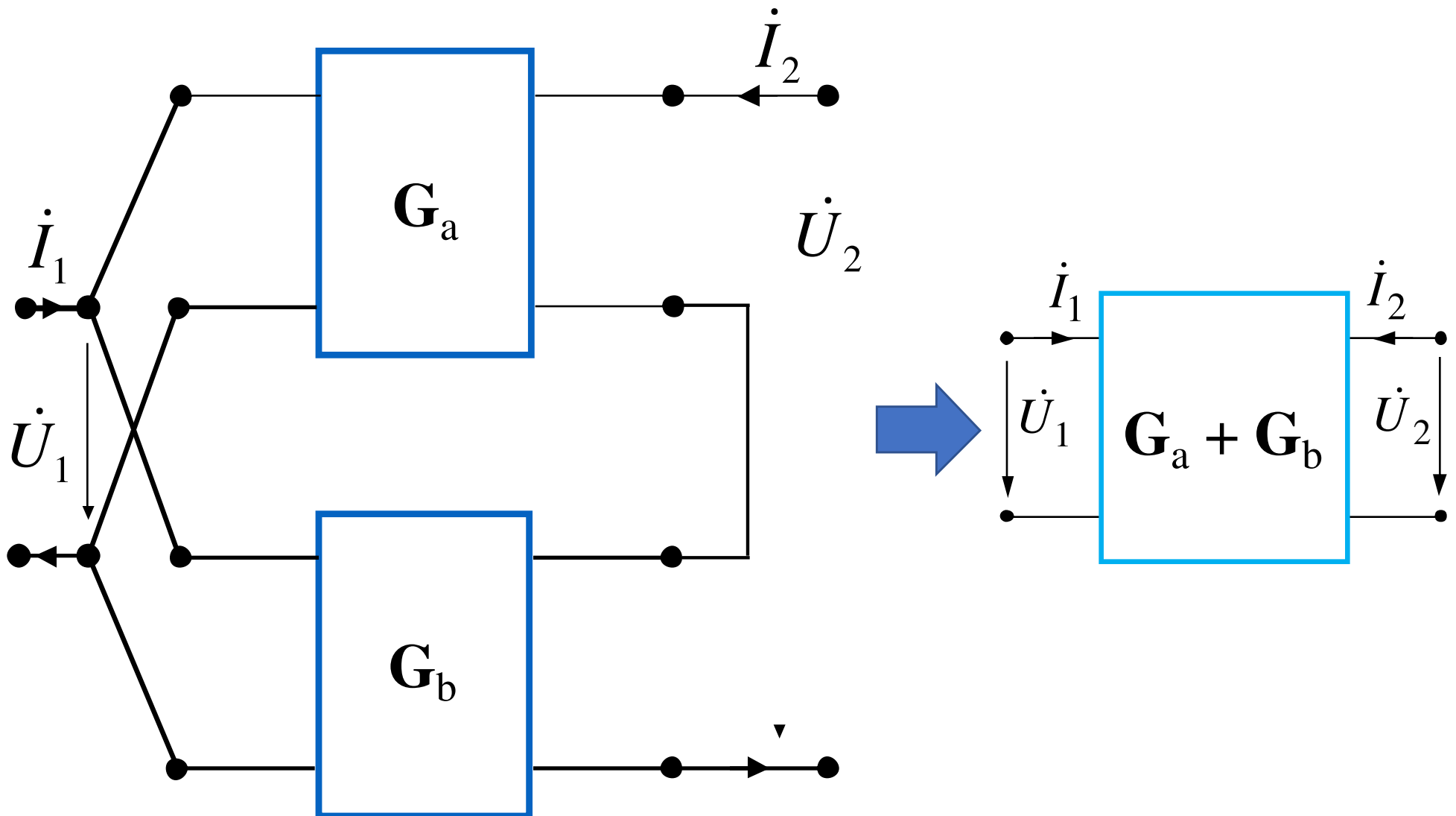
Kết nối các mạng hai cửa (8), xâu chuỗi



Kết nối các mạng hai cửa (9), lai 1



Kết nối các mạng hai cửa (10), lai 2



Kết nối các mạng hai cửa (11)

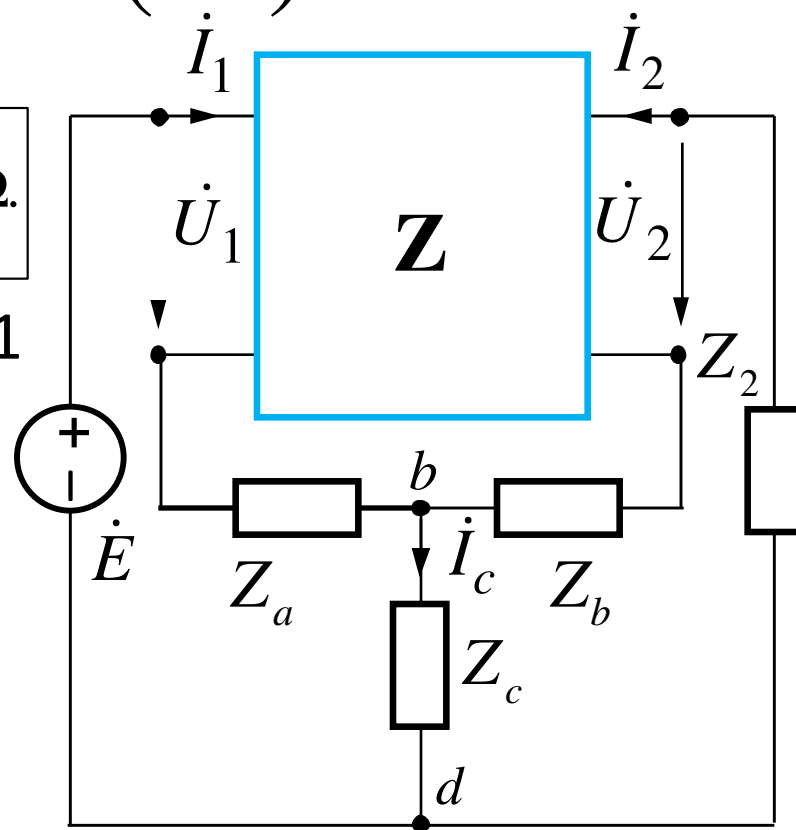
VD1

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 220 \text{ V}; Z_2 = j10 \Omega; \\ Z_a &= j20 \Omega; Z_b = -j40 \Omega; Z_c = 5 \Omega; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega. \end{aligned}$$

Cách 1

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 30\dot{I}_1 + 20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = 20\dot{I}_1 + 50\dot{I}_2 \\ b: \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_c = 0 \\ A: \dot{U}_1 + Z_a\dot{I}_1 + Z_c\dot{I}_c = \dot{E} \\ B: Z_2\dot{I}_2 + \dot{U}_2 + Z_b\dot{I}_2 + Z_c\dot{I}_c = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_1 = 6,27 - j3,64 \text{ A} \\ \dot{I}_2 = -2,89 + j0,076 \text{ A} \\ \dot{I}_c = 3,38 - j3,56 \text{ A} \end{cases}$$



Kết nối các mạng hai cửa (12)

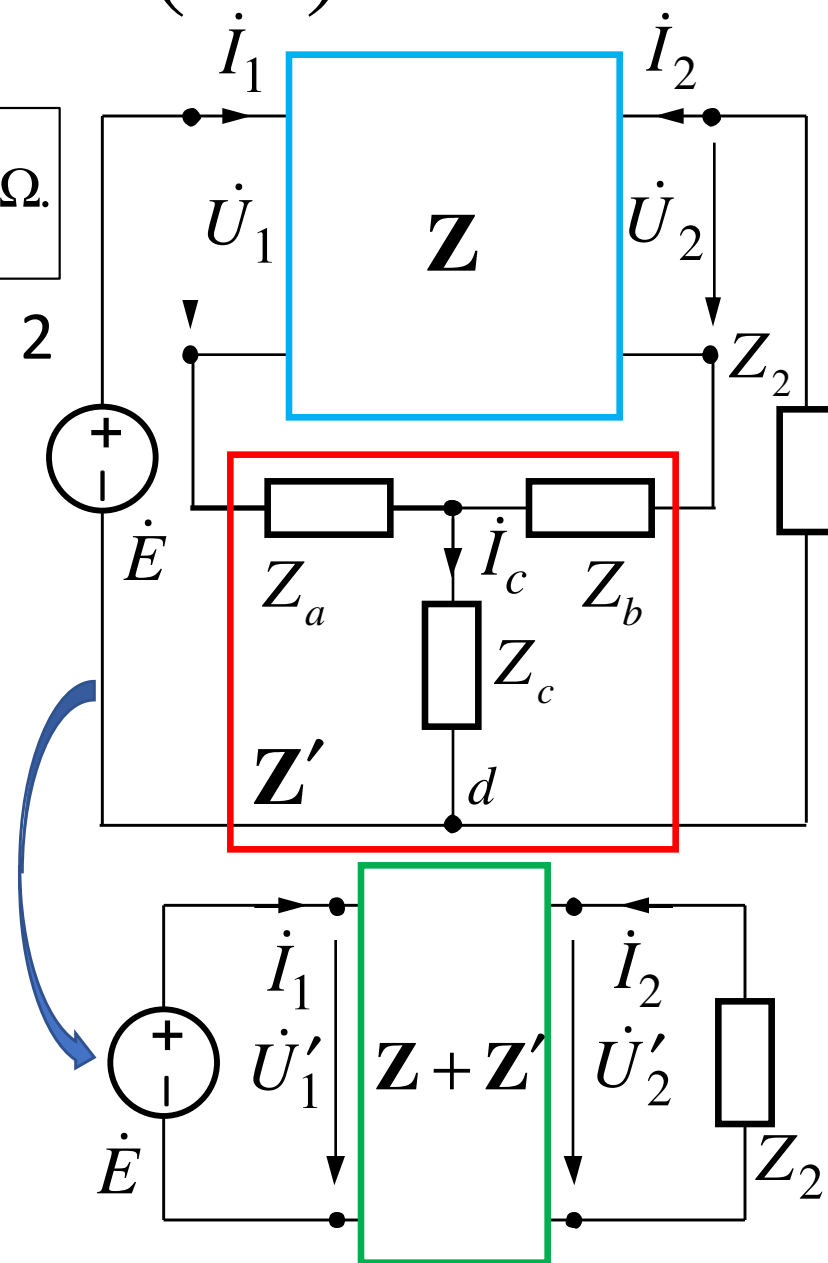
VD1

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 220 \text{ V}; Z_2 = j10 \Omega; \\ Z_a &= j20 \Omega; Z_b = -j40 \Omega; Z_c = 5 \Omega; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Z}' &= \begin{bmatrix} Z_a + Z_c & Z_c \\ Z_c & Z_b + Z_c \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 5 + j20 & 5 \\ 5 & 5 - j40 \end{bmatrix} \Omega \end{aligned}$$

$$\mathbf{Z} + \mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} 35 + j20 & 25 \\ 25 & 55 - j40 \end{bmatrix} \Omega$$

Cách 2



Kết nối các mạng hai cửa (13)

VD1

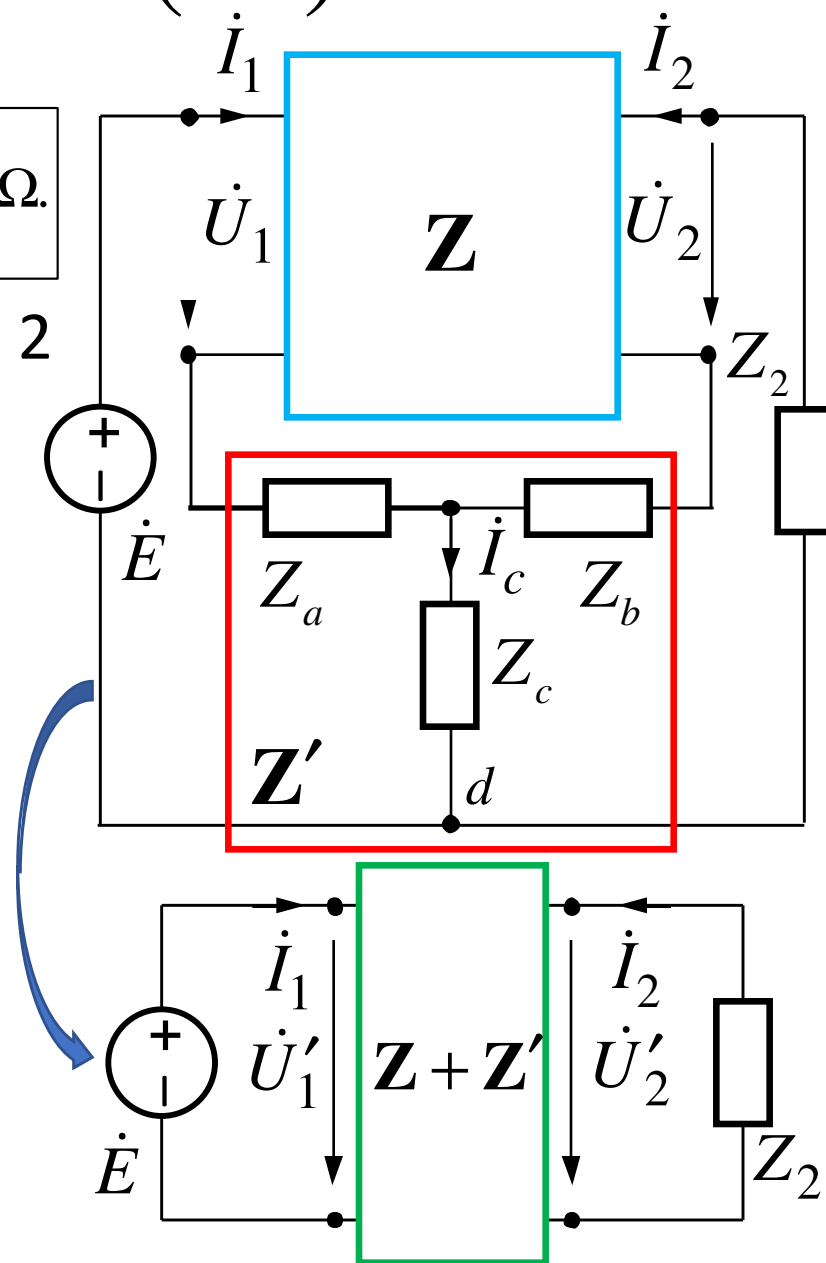
$$\begin{aligned} \dot{E} &= 220 \text{ V}; Z_2 = j10 \Omega; \\ Z_a &= j20 \Omega; Z_b = -j40 \Omega; Z_c = 5 \Omega; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega. \end{aligned}$$

$$\mathbf{Z} + \mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} 35 + j20 & 25 \\ 25 & 55 - j40 \end{bmatrix} \Omega$$

Cách 2

$$\begin{cases} \dot{U}'_1 = (35 + j20)\dot{I}_1 + 25\dot{I}_2 = 220 \\ \dot{U}'_2 = 25\dot{I}_1 + (55 - j40)\dot{I}_2 = -j10\dot{I}_2 \end{cases}$$

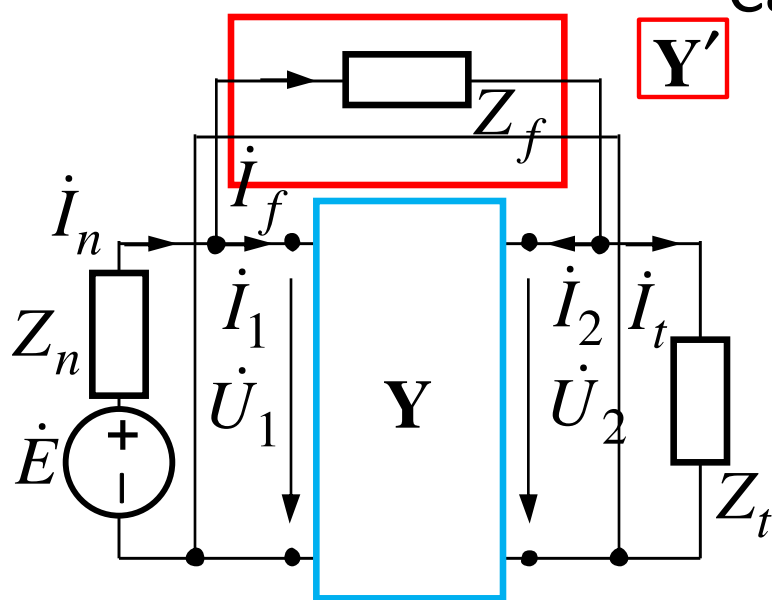
$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_1 = 6,27 - j3,64 \text{ A} \\ \dot{I}_2 = -2,89 + j0,076 \text{ A} \end{cases}$$



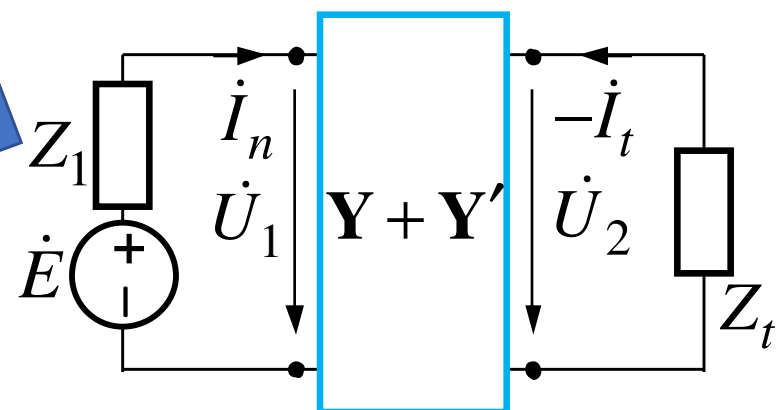
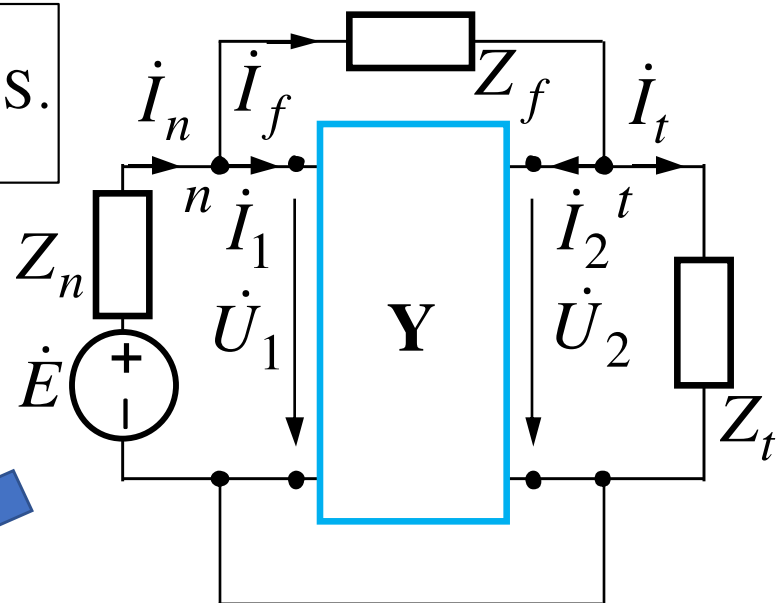
Kết nối các mạng hai cửa (14)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$



Cách 4



Kết nối các mạng hai cửa (15)

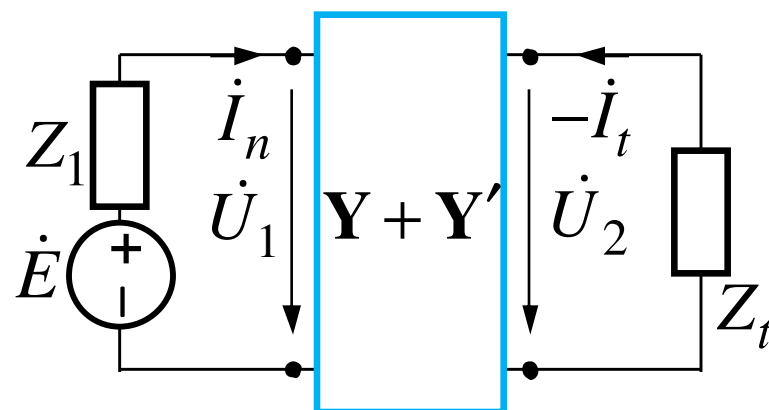
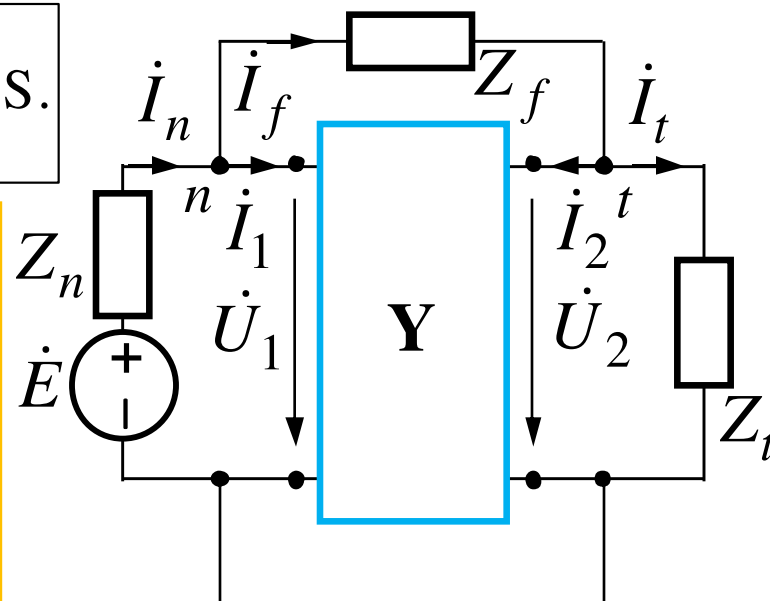
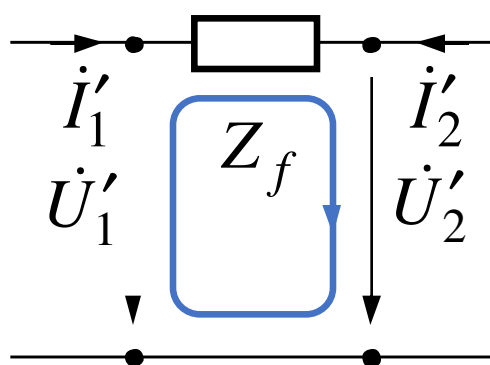
VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} -\dot{U}'_1 + Z_f \dot{I}'_1 + \dot{U}'_2 = 0 \\ -\dot{U}'_1 - Z_f \dot{I}'_2 + \dot{U}'_2 = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}'_1 = \frac{\dot{U}'_1}{Z_f} - \frac{\dot{U}'_2}{Z_f} \\ \dot{I}'_2 = -\frac{\dot{U}'_1}{Z_f} + \frac{\dot{U}'_2}{Z_f} \end{cases}$$

$$\rightarrow \mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} -j0,10 & j0,10 \\ j0,10 & -j0,10 \end{bmatrix} \text{ S}$$



Kết nối các mạng hai cửa (16)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

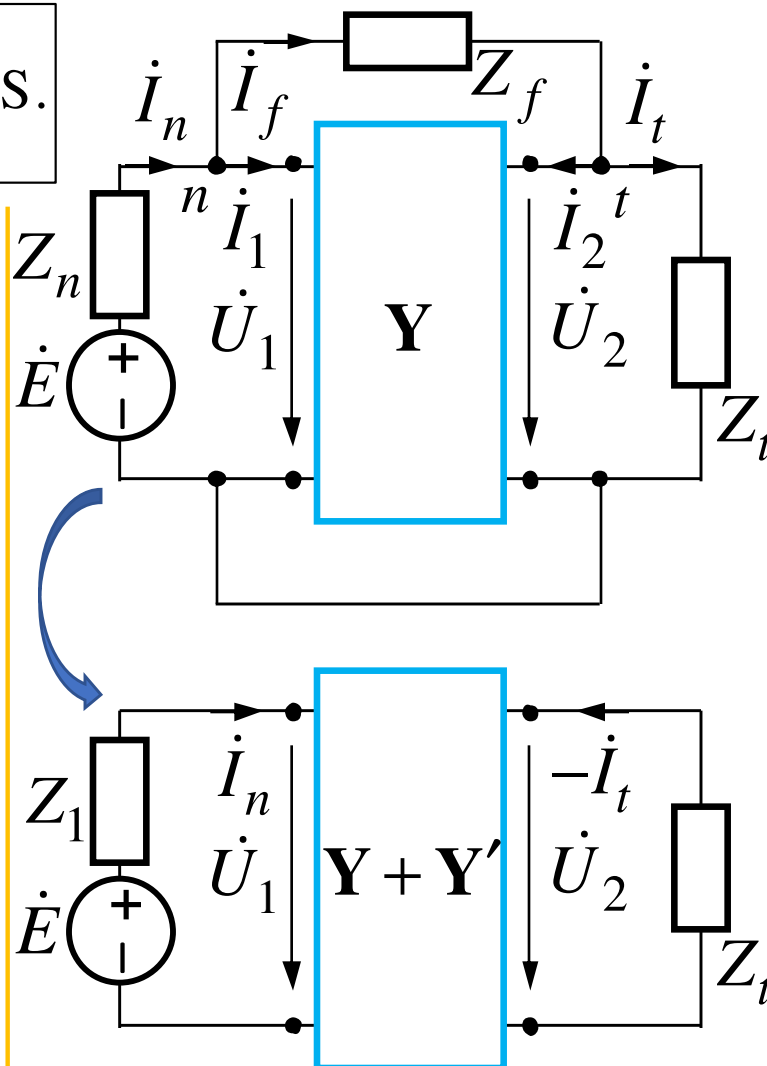
$$\mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} -j0,10 & j0,10 \\ j0,10 & -j0,10 \end{bmatrix} \text{ S}$$

Cách 4

$$\mathbf{Y} + \mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} 0,0455 - j0,10 & -0,0182 + j0,10 \\ -0,0182 + j0,10 & 0,0273 - j0,10 \end{bmatrix} \text{ S}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_n = (0,0455 - j0,10)\dot{U}_1 - (0,0182 - j0,10)\dot{U}_2 \\ -\dot{I}_t = -(0,0182 - j0,10)\dot{U}_1 + (0,0273 - j0,10)\dot{U}_2 \\ 5\dot{I}_n + \dot{U}_1 = 200 \\ \dot{U}_2 + j20\dot{I}_t = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_n = 12,76 + j8,02 \text{ A} \\ \dot{I}_t = 7,22 + j10,41 \text{ A} \end{cases}$$

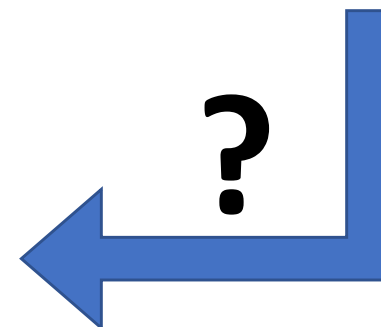
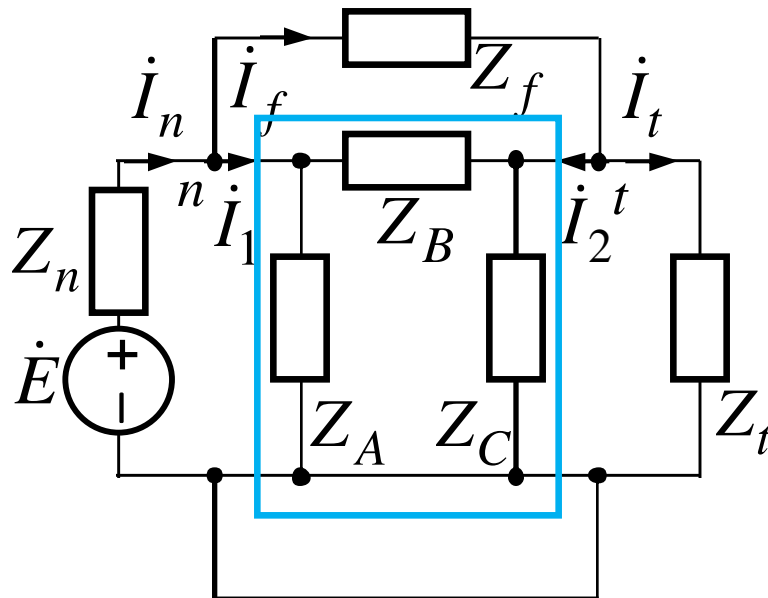
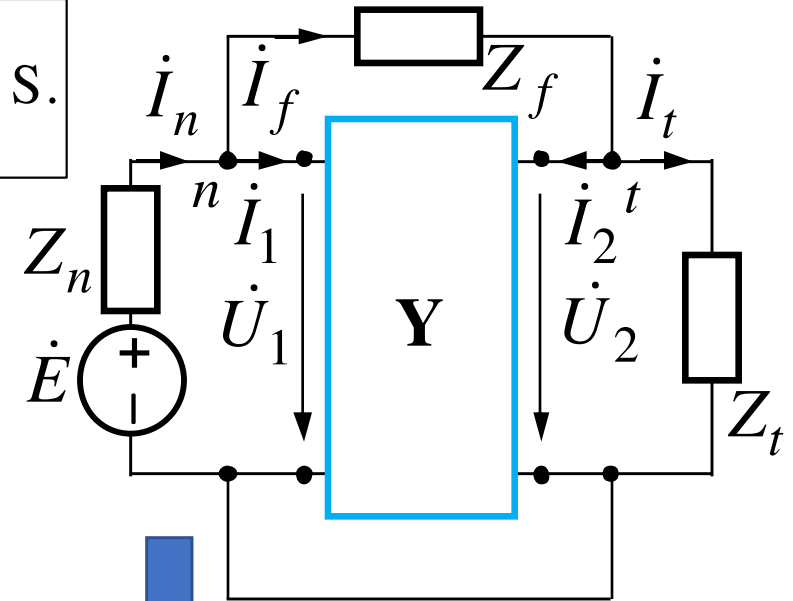


Mạng hai cửa

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

Cách 5



Mạng T & Π

Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phân tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

V. Mạng hai cửa

1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B

2. Quan hệ giữa các bộ thông số

3. Phân tích mạch có mạng hai cửa

4. Kết nối các mạng hai cửa

5. Mạng T & Π

6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm

7. Tương hồ

8. Tổng trở vào & hòa hợp tải

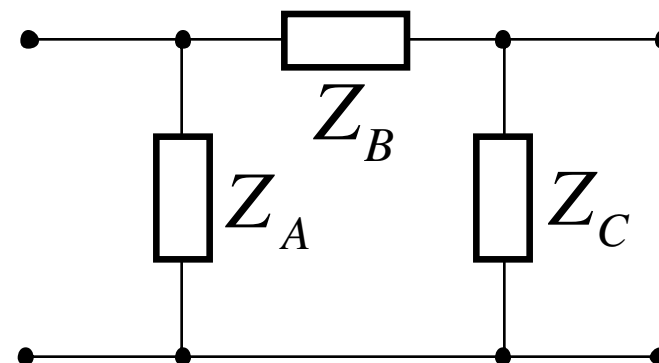
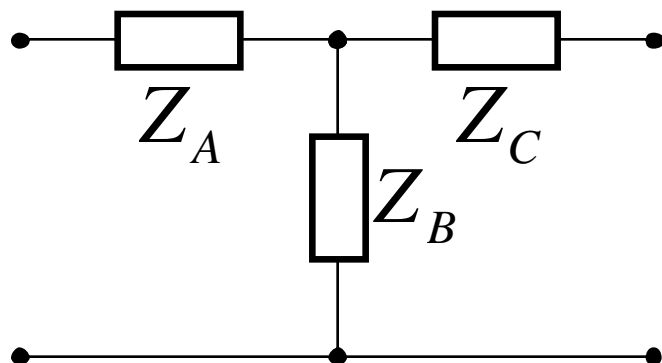
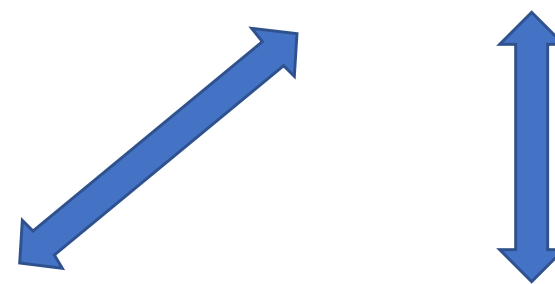
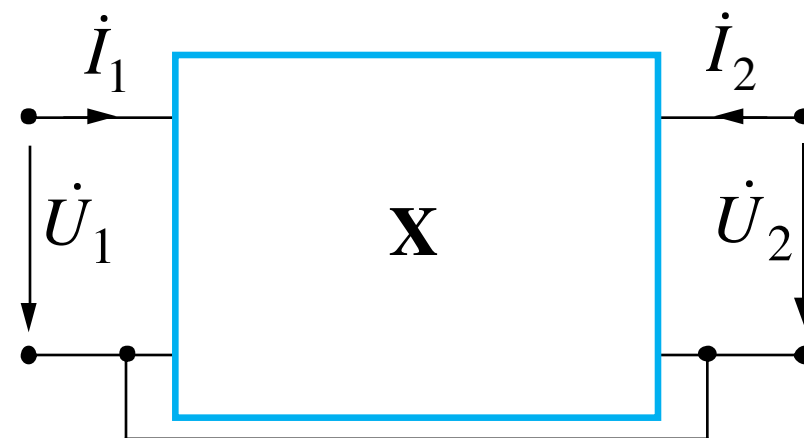
9. Hàm truyền đạt

VI. Mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

Mạng T & Π (1)

1. Tìm bộ số \mathbf{X}' của mạng T hoặc Π ,
2. $\mathbf{X} = \mathbf{X}'(\alpha)$,
3. Giải (α) để tìm các tổng trở của mạng T hoặc Π .



Mạng T & Π (2)

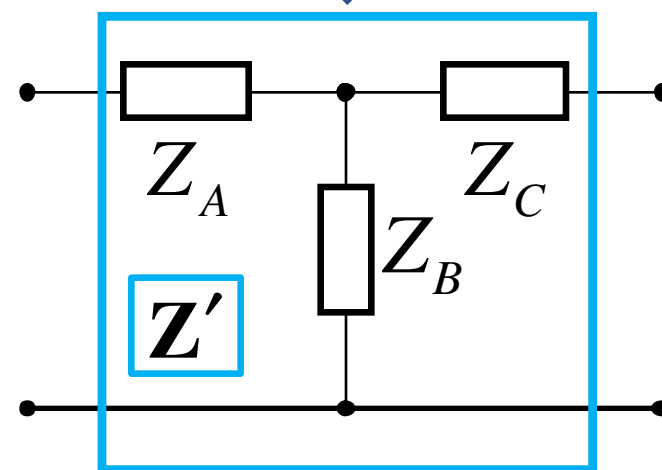
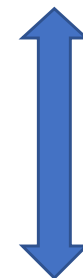
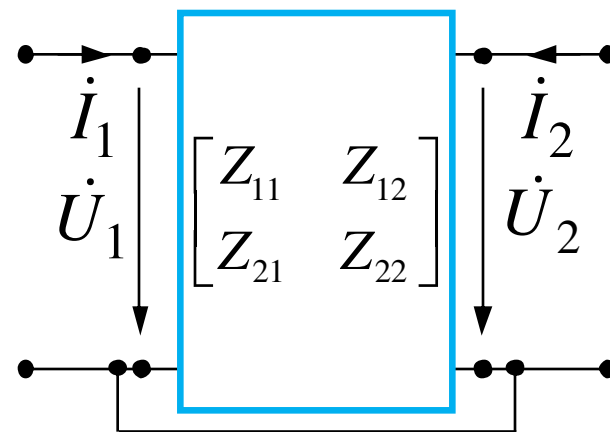
$$\mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} Z_A + Z_B & Z_B \\ Z_B & Z_B + Z_C \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Z} = \mathbf{Z}'$$

$$\rightarrow \begin{cases} Z_A + Z_B = Z_{11} \\ Z_B = Z_{12} \\ Z_B = Z_{21} \\ Z_B + Z_C = Z_{22} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} Z_A = Z_{11} - Z_{12} \\ Z_B = Z_{12} \\ Z_C = Z_{22} - Z_{12} \end{cases}$$

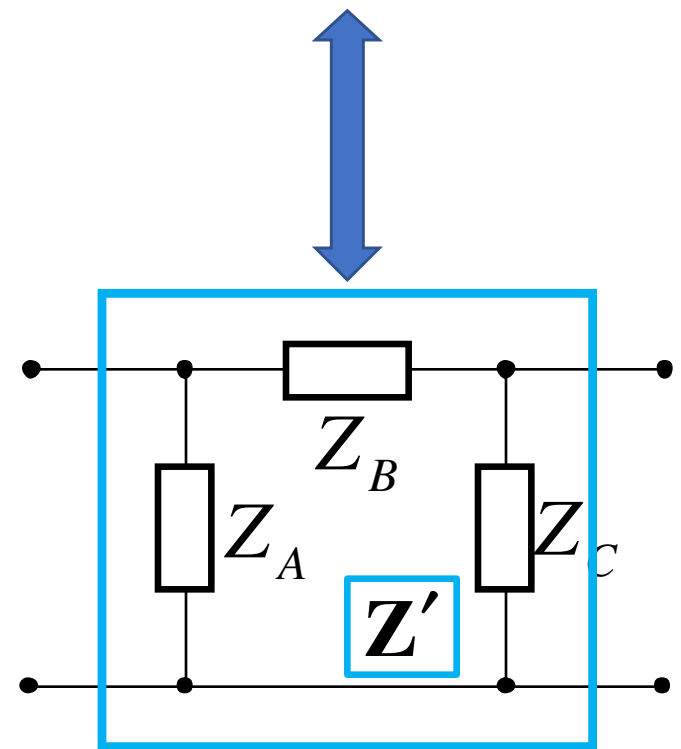
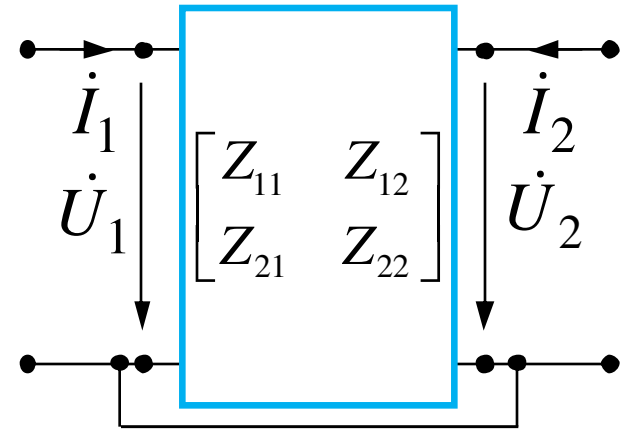


Mạng T & Π (3)

$$\mathbf{Z}' = \left\{ \begin{array}{cc} \frac{Z_A(Z_B + Z_C)}{Z_A + Z_B + Z_C} & \frac{Z_A Z_C}{Z_A + Z_B + Z_C} \\ \frac{Z_A Z_C}{Z_A + Z_B + Z_C} & \frac{Z_C(Z_B + Z_A)}{Z_A + Z_B + Z_C} \end{array} \right\}$$

$\mathbf{Z} = \mathbf{Z}'$

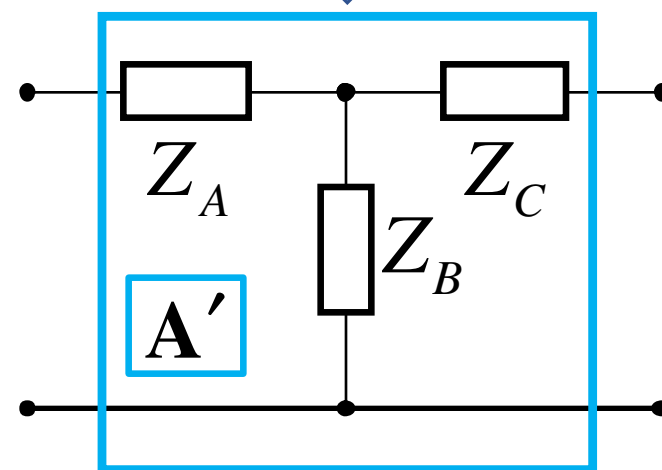
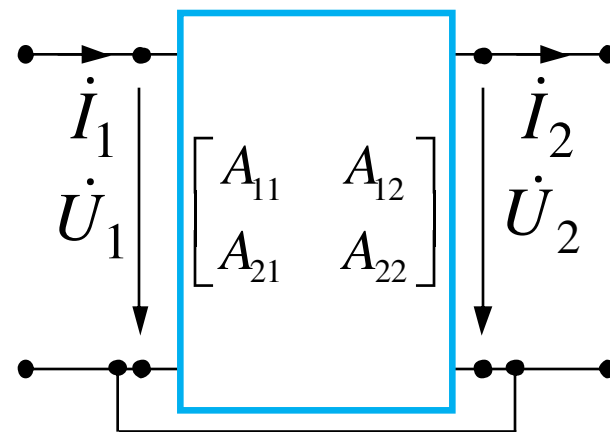
$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Z_A = \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{22} - Z_{12}} \\ Z_B = \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{12}} \\ Z_C = \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{11} - Z_{12}} \end{array} \right.$$



Mạng T & Π (4)

$$\mathbf{A}' = \begin{bmatrix} 1 + \frac{Z_A}{Z_B} & Z_A + Z_C + \frac{Z_A Z_C}{Z_B} \\ \frac{1}{Z_B} & 1 + \frac{Z_C}{Z_B} \end{bmatrix}$$

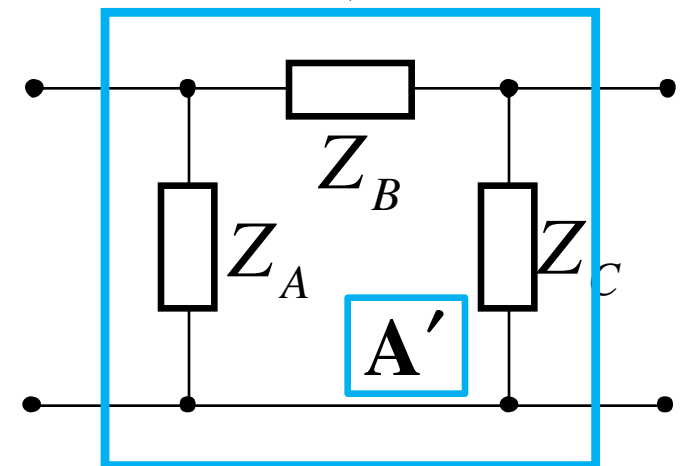
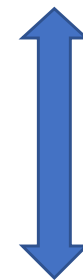
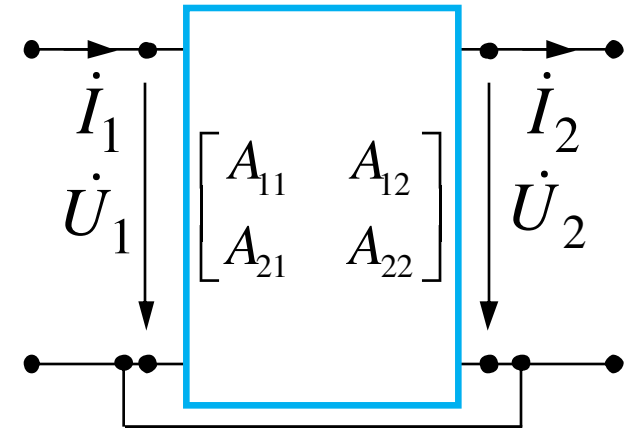
$$\begin{aligned} Z_A &= \frac{A_{11} - 1}{A_{21}} \\ Z_B &= \frac{1}{A_{21}} \\ Z_C &= \frac{A_{22} - 1}{A_{21}} \end{aligned}$$



Mạng T & Π (5)

$$\mathbf{A}' = \begin{bmatrix} 1 + \frac{Z_B}{Z_C} & Z_B \\ \frac{Z_A + Z_B + Z_C}{Z_A Z_C} & 1 + \frac{Z_B}{Z_A} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} Z_A &= \frac{A_{12}}{A_{22} - 1} \\ Z_B &= A_{12} \\ Z_C &= \frac{A_{12}}{A_{11} - 1} \end{aligned}$$



Mạng T & Π (6)

VD1

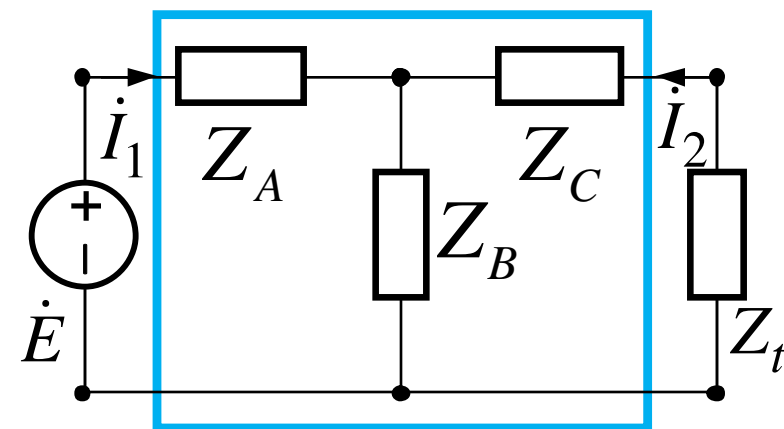
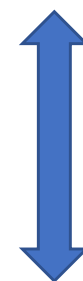
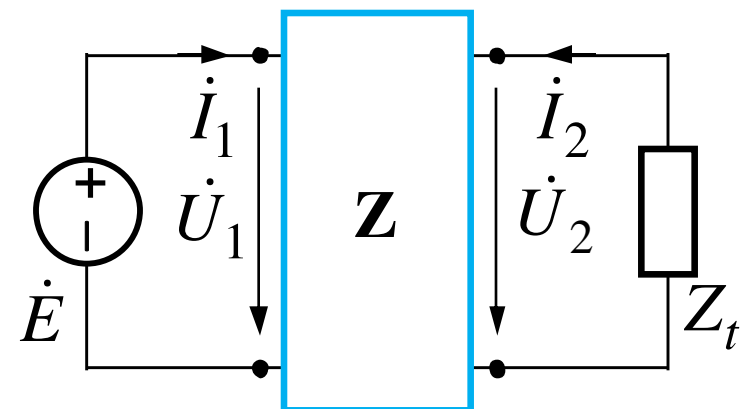
$$\dot{E} = 220 \text{ V}; Z_t = j50 \Omega; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 10 & j20 \\ j20 & 40 \end{bmatrix} \Omega.$$

$$\begin{cases} Z_A = Z_{11} - Z_{12} = 10 - j20 \Omega \\ Z_B = Z_{12} = j20 \Omega \\ Z_C = Z_{22} - Z_{12} = 40 - j20 \Omega \end{cases}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}}{Z_A + Z_B // (Z_C + Z_t)} = \frac{220}{(10 - j20) + \frac{j20(40 - j20 + j50)}{j20 + 40 - j20 + j50}} = \boxed{14,09 + j4,94 \text{ A}}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{-\dot{I}_1 Z_B}{Z_B + Z_C + Z_t} = \frac{-(14,09 + j4,94) j20}{j20 + 40 - j20 + j50} = \boxed{-2,47 - j3,96 \text{ A}}$$

Cách 2



Mạng T & Π (7)

VD1

$$\dot{E} = 220 \text{ V}; \quad Z_t = j50 \, \Omega; \quad \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 10 & j20 \\ j20 & 40 \end{bmatrix} \Omega.$$

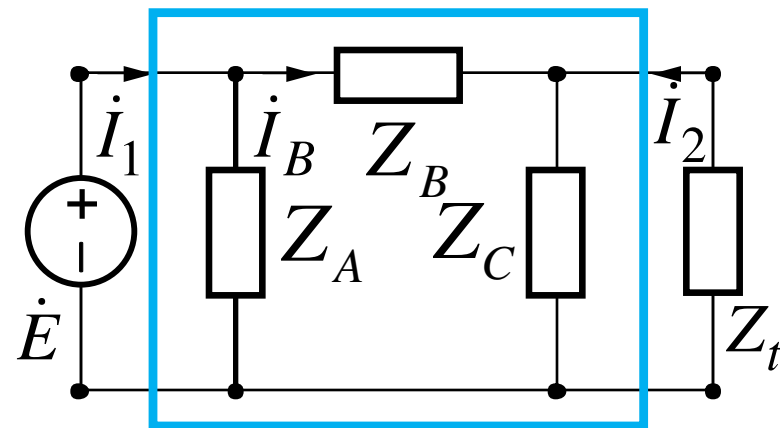
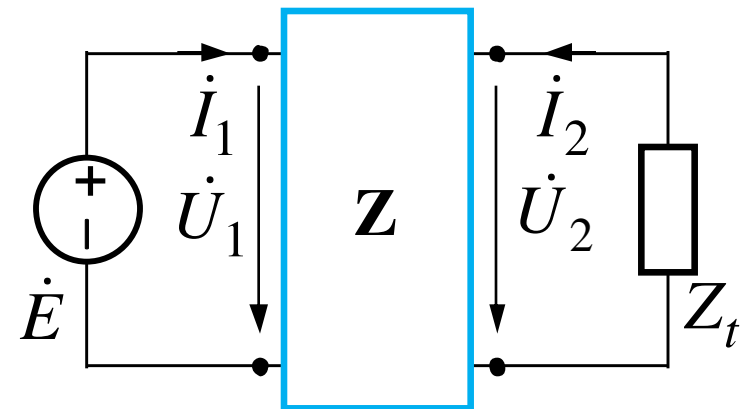
$$\left\{ \begin{aligned} Z_A &= \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{22} - Z_{12}} = 16 + j8 \, \Omega \\ Z_B &= \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{12}} = -j40 \, \Omega \\ Z_C &= \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{11} - Z_{12}} = 16 + j32 \, \Omega \end{aligned} \right.$$

Cách 3

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}}{Z_A // [Z_B + (Z_C // Z_t)]} = \boxed{14,09 + j4,94 \text{ A}}$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{E}}{Z_B + (Z_C // Z_t)} = 3,09 + j10,44 \text{ A}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{-\dot{I}_B Z_C}{Z_C + Z_t} = \boxed{-2,47 - j3,96 \text{ A}}$$



Mạng T & Π (8)

VD2

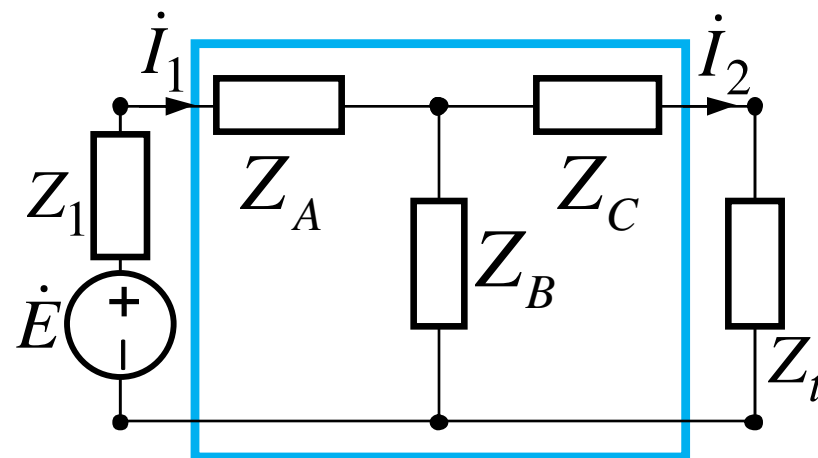
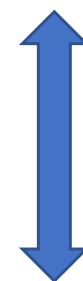
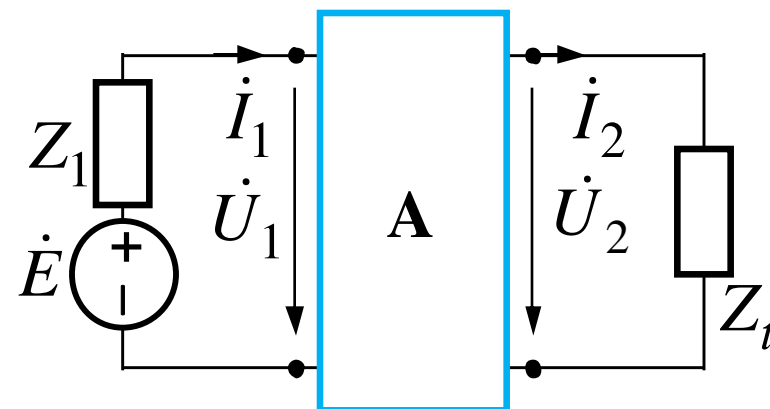
$$\begin{aligned} \dot{E} &= 220 \text{ V}; \\ Z_1 &= 20 \Omega; \quad Z_t = j50 \Omega; \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3 & 200 \\ 0,04 & 3 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

$$\begin{cases} Z_A = \frac{A_{11} - 1}{A_{21}} = \frac{3 - 1}{0,04} = 50 \Omega \\ Z_B = \frac{1}{A_{21}} = \frac{1}{0,04} = 25 \Omega \\ Z_C = \frac{A_{22} - 1}{A_{21}} = \frac{3 - 1}{0,04} = 50 \Omega \end{cases}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}}{Z_1 + Z_A + Z_B // (Z_C + Z_t)} = \boxed{2,46 - j0,11 \text{ A}}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{I}_1 Z_B}{Z_B + Z_C + Z_t} = \boxed{0,55 - j0,40 \text{ A}}$$

Cách 2



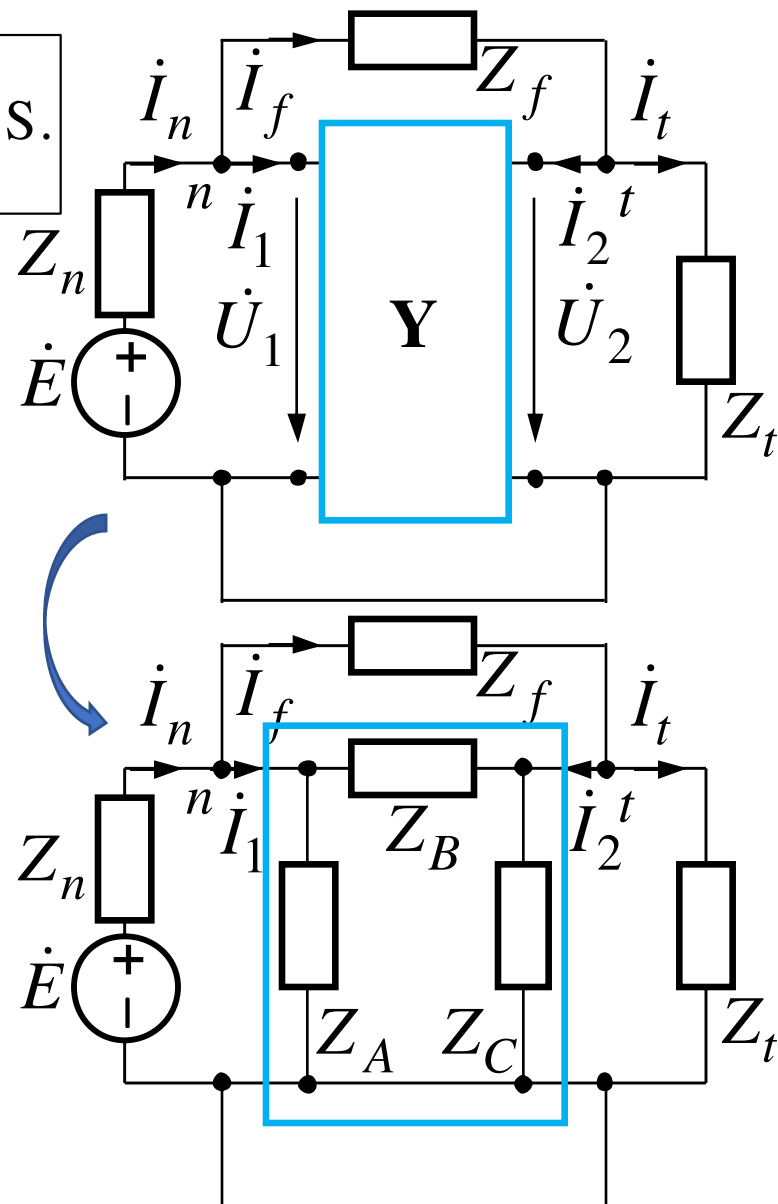
Mạng T & Π (9)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Z} = \mathbf{Y}^{-1} &= \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix}^{-1} \\ &= \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega \end{aligned}$$

Cách 5



$$\begin{cases} Z_A = \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{22} - Z_{12}} = 36,67 \Omega \\ Z_B = \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{12}} = 55,00 \Omega \\ Z_C = \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}^2}{Z_{11} - Z_{12}} = 110,00 \Omega \end{cases}$$

Mạng T & Π (10)

VD3

$$\begin{aligned} \dot{E} &= 200 \text{ V}; Z_n = 5 \Omega; \\ Z_f &= j10 \Omega; Z_t = -j20 \Omega; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0,0455 & -0,0182 \\ -0,0182 & 0,0273 \end{bmatrix} \text{ S.} \end{aligned}$$

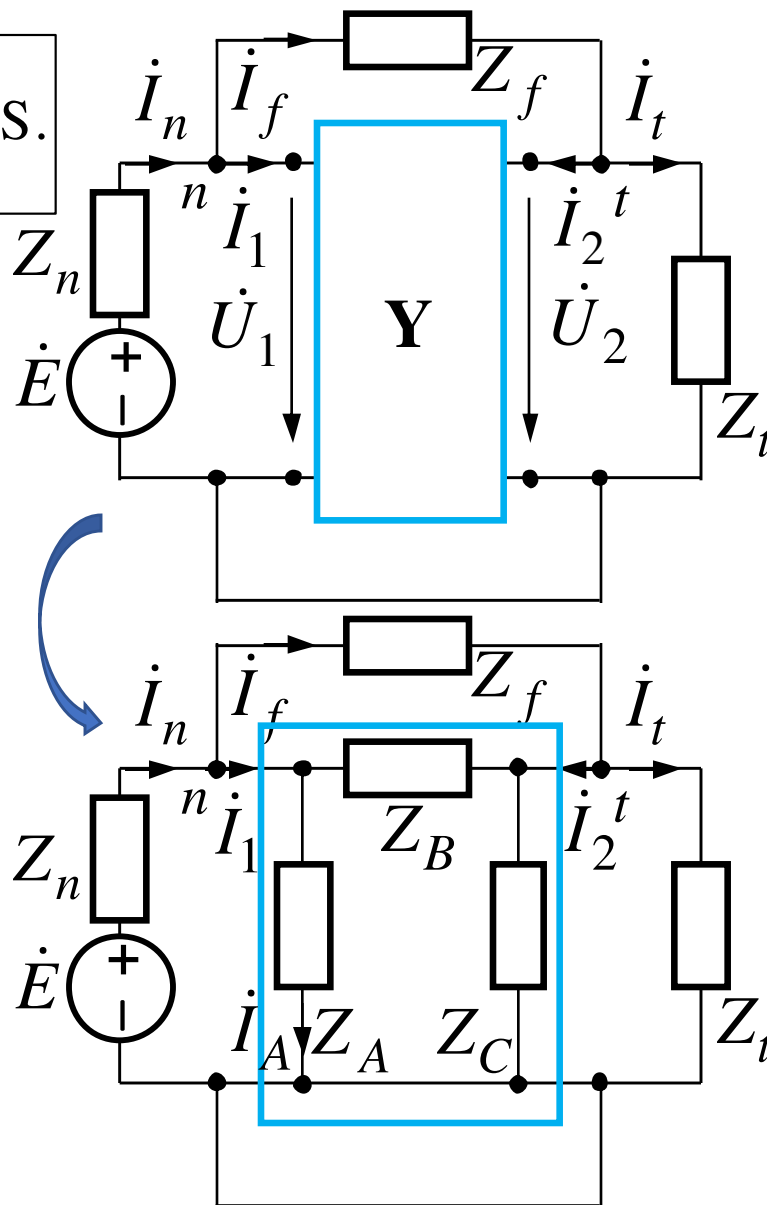
Cách 5

$$Z_A = 36,67 \Omega; Z_B = 55,00 \Omega; Z_C = 110,00 \Omega$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_n &= \frac{\dot{E}}{Z_n + \{Z_A // [(Z_f // Z_B) + (Z_t // Z_C)]\}} \\ &= \boxed{12,80 + j8,00 \text{ A}} \end{aligned}$$

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{E} - Z_n \dot{I}_n}{Z_A} = 3,71 - j1,09 \text{ A}$$

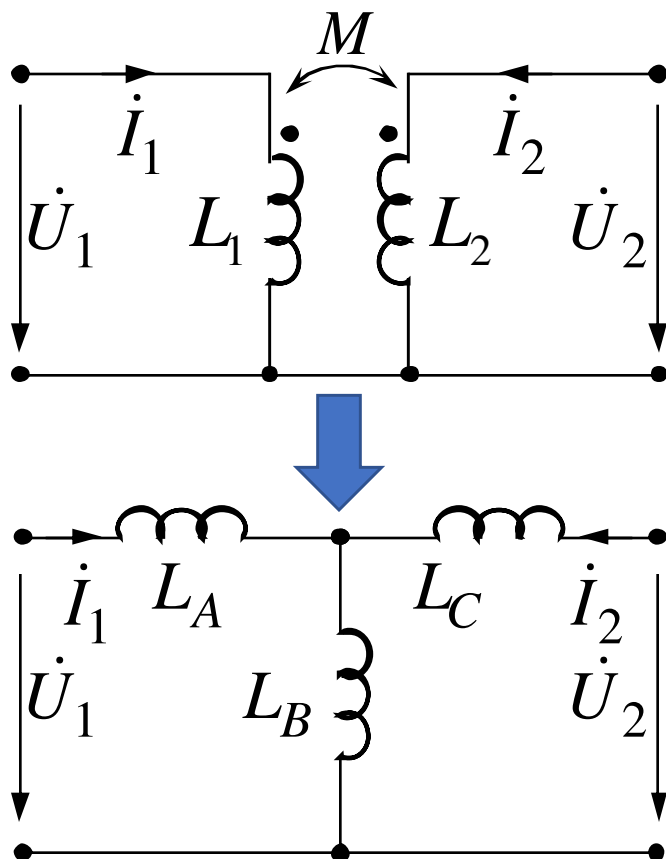
$$\dot{I}_t = \frac{(\dot{I}_n - \dot{I}_A) Z_C}{Z_C + Z_t} = \boxed{7,20 + j10,40 \text{ A}}$$



Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm**
 - 7. Tương hồ
 - 8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm (1)

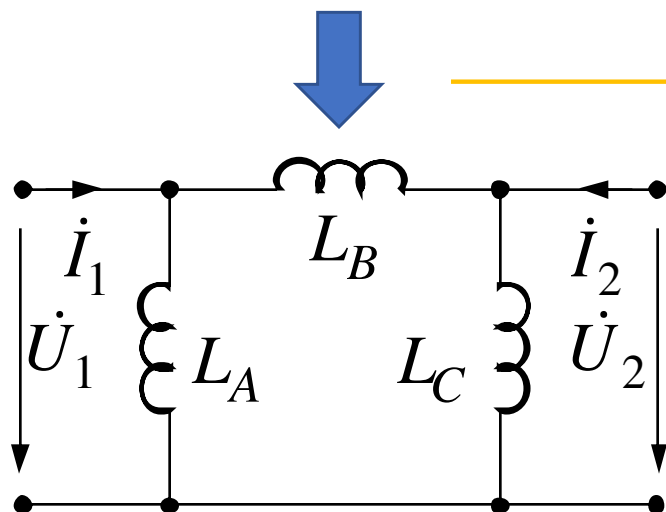
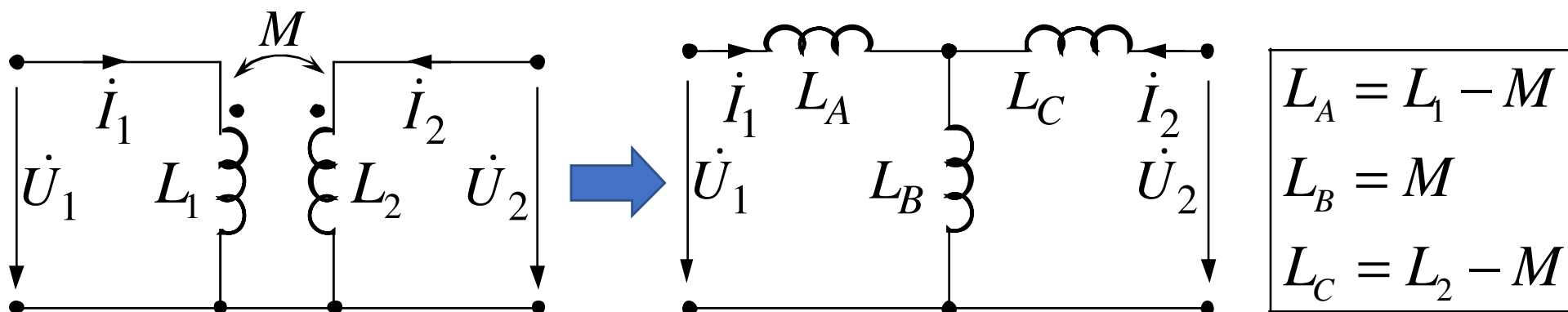


$$\rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = j\omega L_1 \dot{I}_1 + j\omega M \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = j\omega M \dot{I}_1 + j\omega L_2 \dot{I}_2 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = j\omega L_A \dot{I}_1 + j\omega L_B (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) \\ \quad = j\omega (L_A + L_B) \dot{I}_1 + j\omega L_B \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = j\omega L_B (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) + j\omega L_C \dot{I}_2 \\ \quad = j\omega L_B \dot{I}_1 + j\omega (L_B + L_C) \dot{I}_2 \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} L_A + L_B = L_1 \\ L_B = M \\ L_B + L_C = L_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} L_A = L_1 - M \\ L_B = M \\ L_C = L_2 - M \end{cases}$$

Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm (2)



$$\begin{aligned} L_A &= \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_2 - M} \\ L_B &= \frac{L_1 L_2 - M^2}{M} \\ L_C &= \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 - M} \end{aligned}$$

Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm (3)

VD1

$$Z_{ab} = ?$$

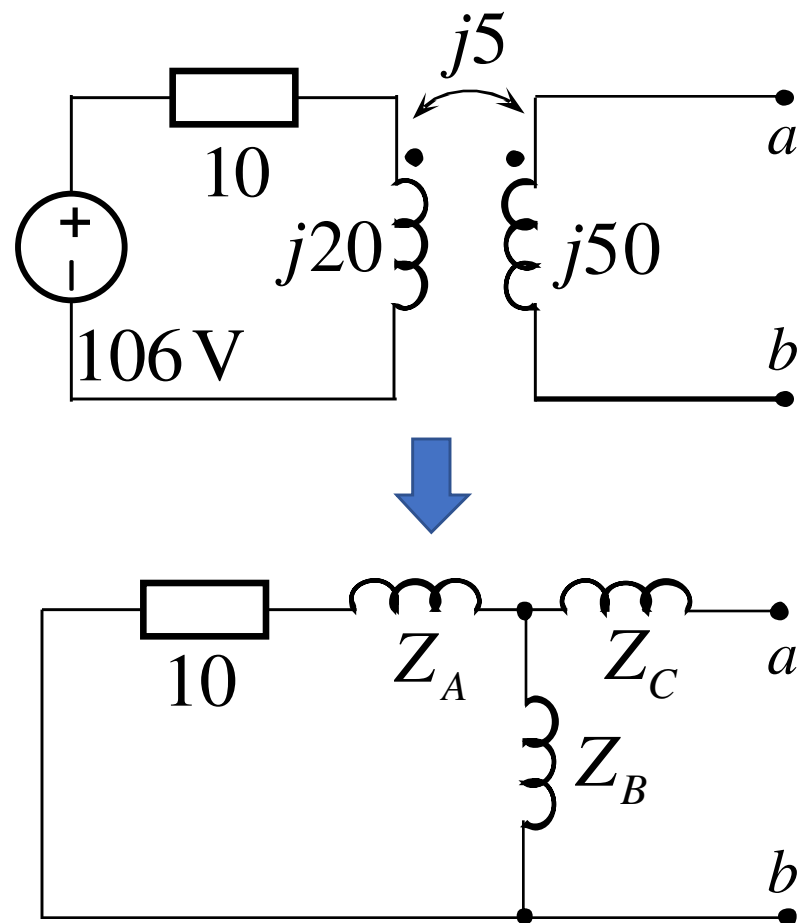
Cách 3

$$Z_A = j20 - j5 = j15 \Omega$$

$$Z_C = j50 - j5 = j45 \Omega$$

$$Z_B = j5 \Omega$$

$$\begin{aligned} Z_{td} &= \frac{Z_B (10 + Z_A)}{Z_B + 10 + Z_A} + Z_C \\ &= \boxed{0,50 + j49 \Omega} \end{aligned}$$



Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm (4)

VD1

$$Z_{ab} = ?$$

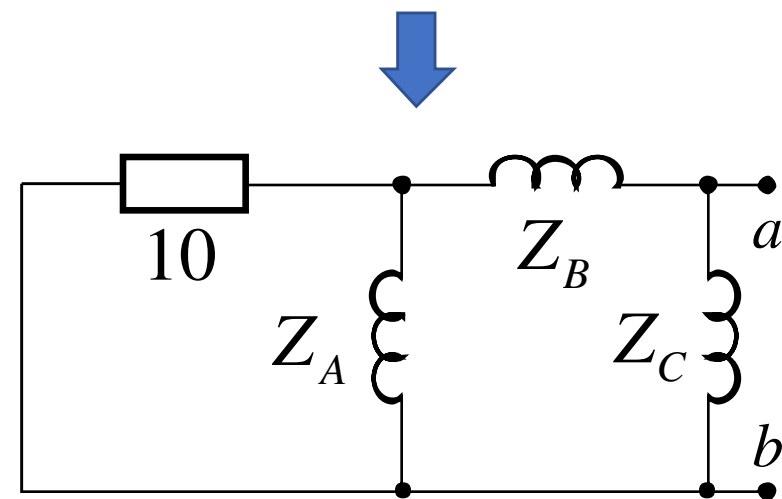
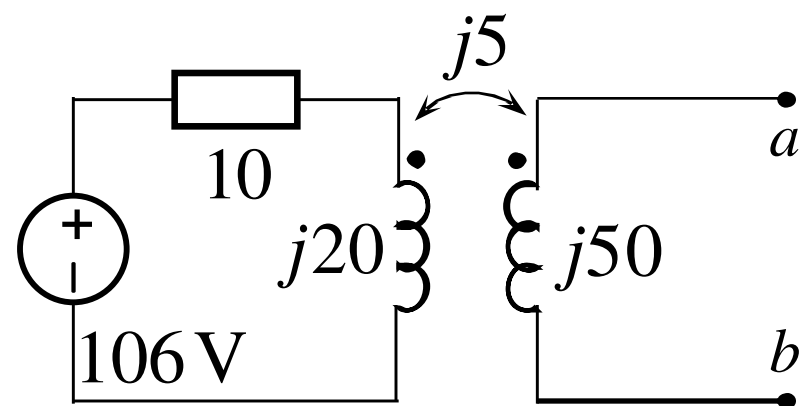
Cách 4

$$Z_A = \frac{j20 \cdot j50 - (j5)^2}{j50 - j5} = j21,67 \, \Omega$$

$$Z_B = \frac{j20 \cdot j50 - (j5)^2}{j5} = j195 \, \Omega$$

$$Z_C = \frac{j20 \cdot j50 - (j5)^2}{j20 - j5} = j65 \, \Omega$$

$$Z_{td} = \frac{\left(\frac{10Z_A}{10 + Z_A} + Z_B \right) Z_C}{\frac{10Z_A}{10 + Z_A} + Z_B + Z_C} = \boxed{0,50 + j49 \, \Omega}$$

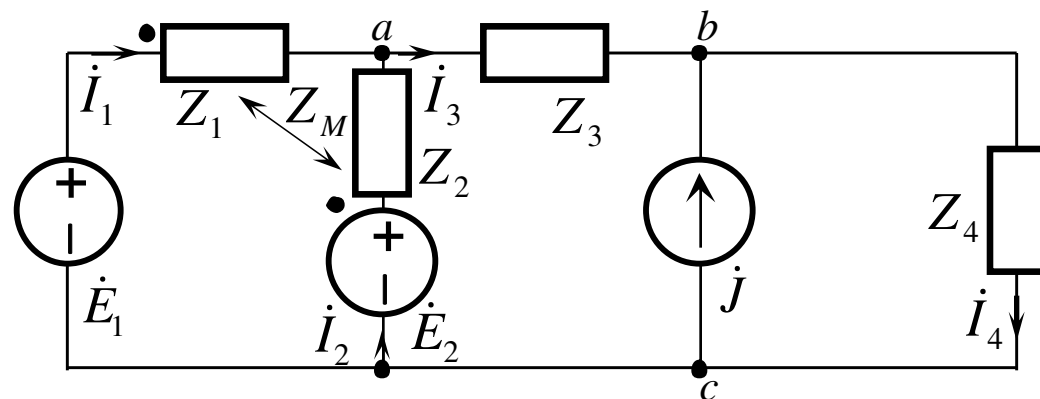


Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm (5)

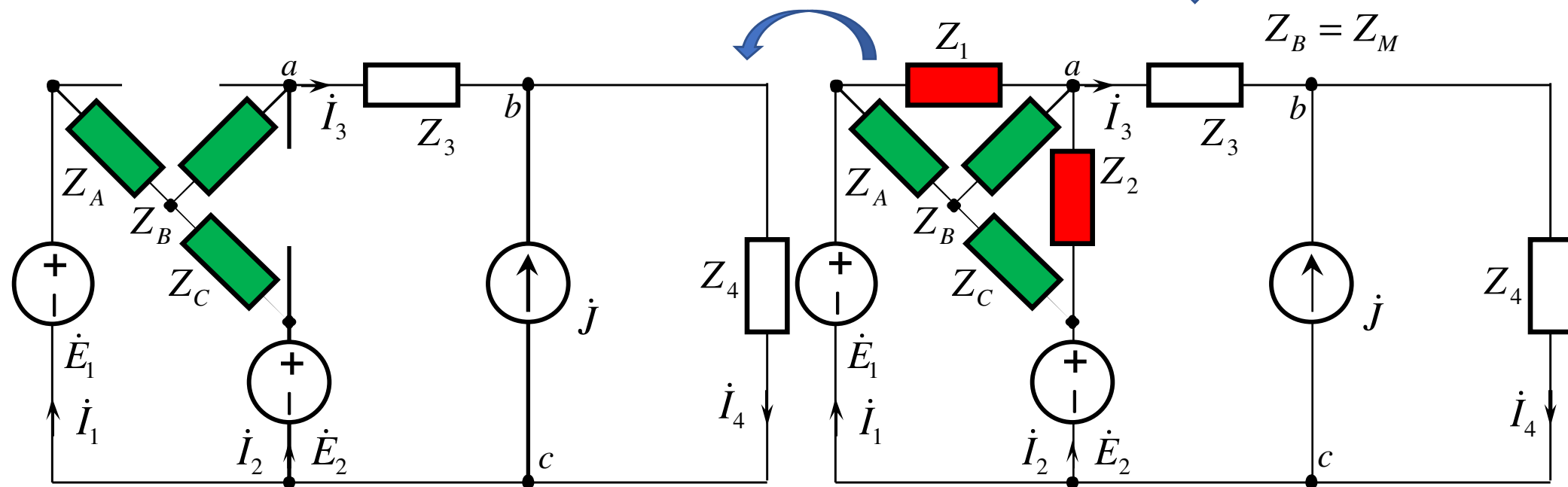
VD2

$$\begin{aligned} Z_1 &= 10 + j15 \Omega; Z_2 = 20 + j10 \Omega; Z_M = j2 \Omega; \\ Z_3 &= -j20 \Omega; Z_4 = 25 \Omega; \dot{E}_1 = 100 \text{ V}; \\ \dot{E}_2 &= 150 / 30^\circ \text{ V}; \dot{J} = 5 / 45^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

Cách 2



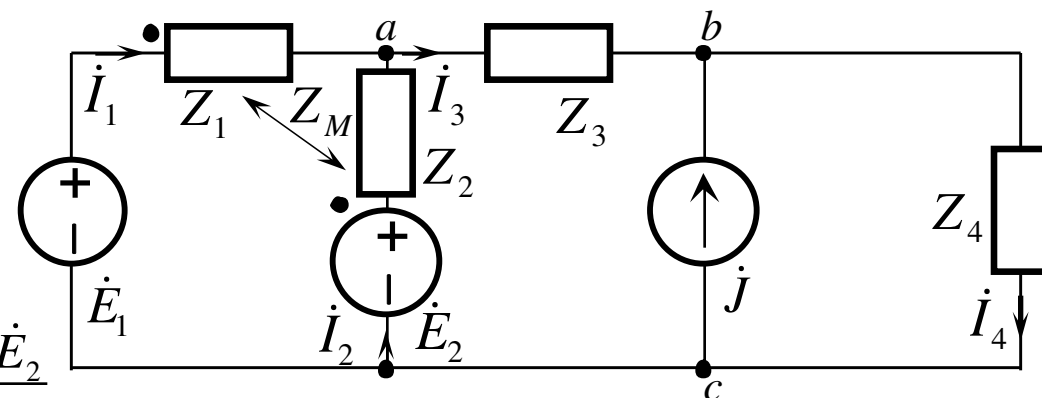
$$\begin{aligned} Z_A &= Z_1 - Z_M \\ Z_C &= Z_2 - Z_M \\ Z_B &= Z_M \end{aligned}$$



Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm (6)

VD2

$$\begin{aligned} Z_1 &= 10 + j15 \Omega; Z_2 = 20 + j10 \Omega; Z_M = j2 \Omega; \\ Z_3 &= -j20 \Omega; Z_4 = 25 \Omega; \dot{E}_1 = 100 \text{ V}; \\ \dot{E}_2 &= 150 / 30^\circ \text{ V}; j = 5 / 45^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

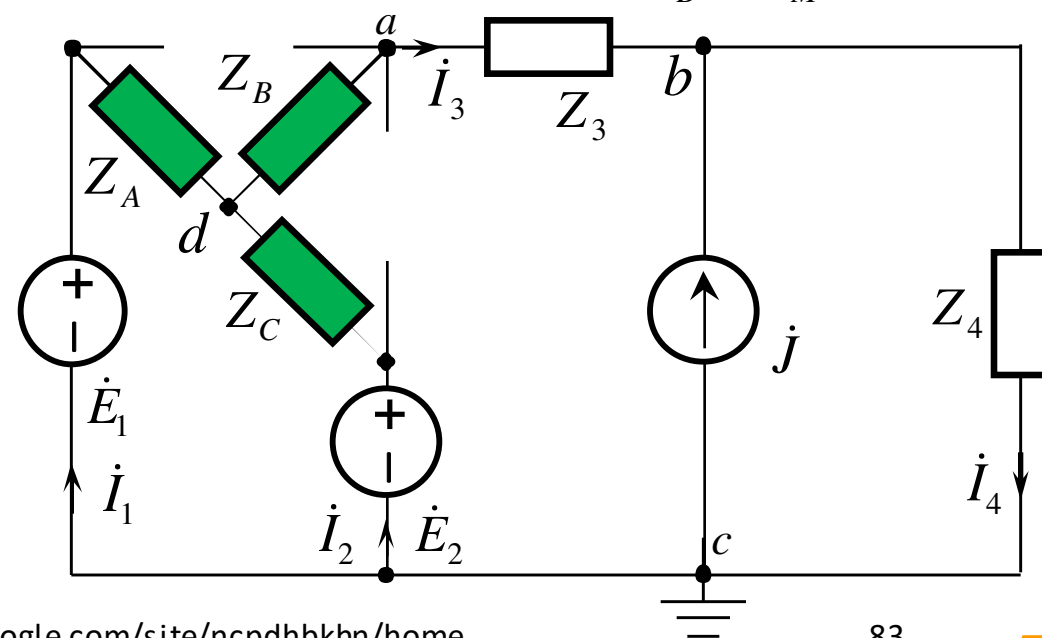


$$\begin{cases} \left(\frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_C} + \frac{1}{Z_3 + Z_B} \right) \dot{\phi}_d - \frac{1}{Z_3 + Z_B} \dot{\phi}_b = \frac{\dot{E}_1}{Z_A} + \frac{\dot{E}_2}{Z_C} \\ -\frac{1}{Z_3 + Z_B} \dot{\phi}_d + \left(\frac{1}{Z_3 + Z_B} + \frac{1}{Z_4} \right) \dot{\phi}_b = j \end{cases}$$

$$\begin{aligned} Z_A &= Z_1 - Z_M \\ Z_C &= Z_2 - Z_M \\ Z_B &= Z_M \end{aligned}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{\phi}_d = 88,11 + j40,06 \text{ V} \\ \dot{\phi}_b = 111,12 + j56,43 \text{ V} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_1 = (\dot{E}_1 - \dot{\phi}_d) / Z_A = \boxed{-1,49 - j2,06 \text{ A}} \\ \dot{I}_2 = (\dot{E}_2 - \dot{\phi}_d) / Z_C = \boxed{2,40 + j0,79 \text{ A}} \\ \dot{I}_3 = (\dot{\phi}_d - \dot{\phi}_b) / (Z_B + Z_3) = \boxed{0,91 - j1,28 \text{ A}} \\ \dot{I}_4 = \dot{\phi}_b / Z_4 = \boxed{4,44 + j2,26 \text{ A}} \end{cases}$$



Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phân tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

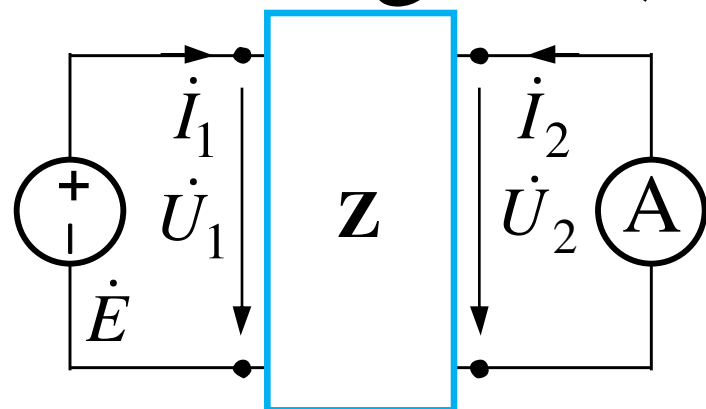
V. Mạng hai cửa

1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B
2. Quan hệ giữa các bộ thông số
3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
4. Kết nối các mạng hai cửa
5. Mạng T & Π
6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
- 7. Tương hỗ**
8. Tổng trở vào & hòa hợp tải
9. Hàm truyền đạt

VI. Mạch ba pha

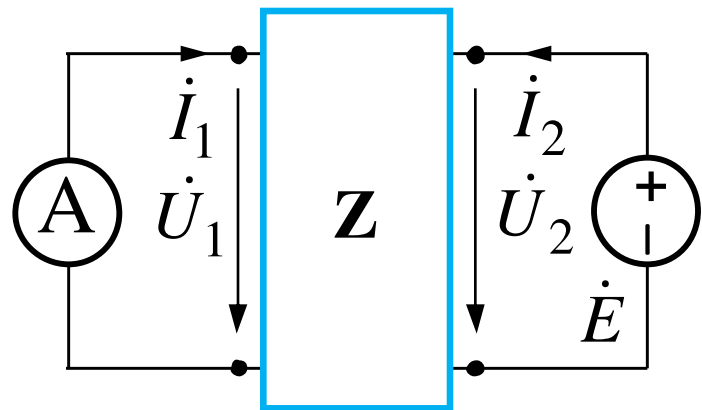
VII. Khuếch đại thuật toán

Tương hỗ (1)



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_1 = \dot{E} \\ \dot{U}_2 = 0 \end{cases} \rightarrow \dot{I}_2 = \frac{Z_{21}\dot{E}}{Z_{21}Z_{12} - Z_{11}Z_{22}}$$

Mạng hai cửa gọi là tương hỗ nếu $\dot{I}_1 = \dot{I}_2$

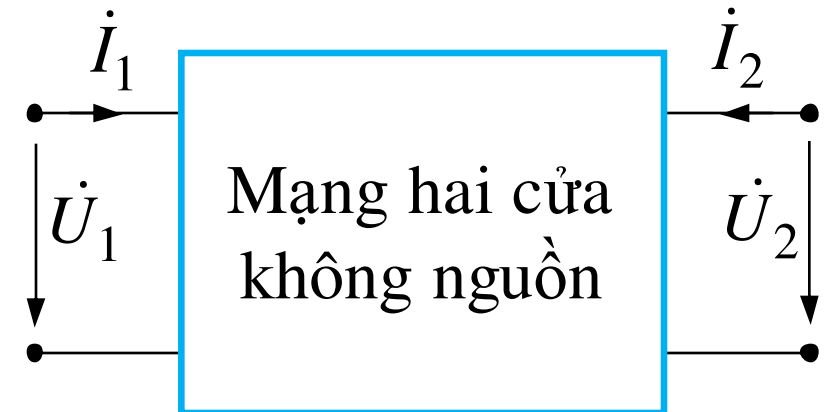


$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = \dot{E} \\ \dot{U}_1 = 0 \end{cases} \rightarrow \dot{I}_1 = \frac{Z_{12}\dot{E}}{Z_{21}Z_{12} - Z_{11}Z_{22}}$$

→ Mạng hai cửa gọi là tương hỗ nếu $Z_{12} = Z_{21}$

Tương hỗ (2)

- Mạng hai cửa gọi là tương hỗ nếu $Z_{12} = Z_{21}$.
- Bộ số \mathbf{Z} của mạng hai cửa tuyến tính không nguồn luôn có $Z_{12} = Z_{21}$.
- Suy ra: **mạng hai cửa tuyến tính không nguồn luôn có tính tương hỗ.**



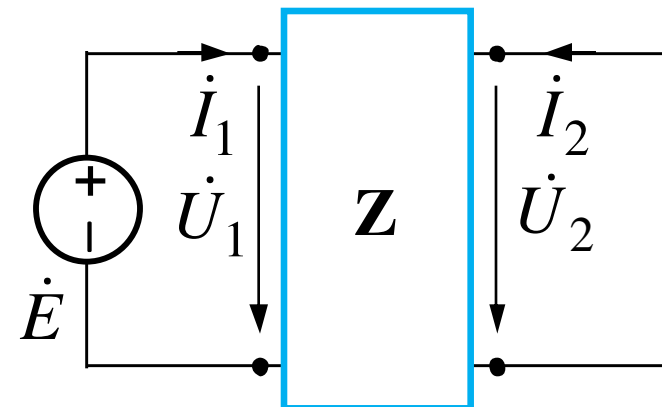
- | | |
|------------------|------------------------|
| • \mathbf{Z} : | $Z_{12} = Z_{21}$ |
| • \mathbf{Y} : | $Y_{12} = Y_{21}$ |
| • \mathbf{H} : | $H_{12} = -H_{21}$ |
| • \mathbf{G} : | $G_{12} = -G_{21}$ |
| • \mathbf{A} : | $\det(\mathbf{A}) = 1$ |
| • \mathbf{B} : | $\det(\mathbf{B}) = 1$ |

Tương hỗ (3)

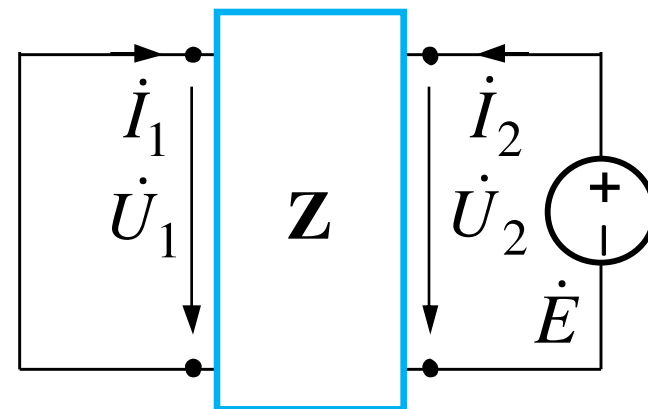
VD

$$\dot{E} = 220 \text{ V}; \quad Z_t = j50 \, \Omega; \quad \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 10 & j20 \\ j20 & 40 \end{bmatrix} \Omega.$$

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 10\dot{I}_1 + j20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = j20\dot{I}_1 + 40\dot{I}_2 \\ \dot{U}_1 = \dot{E} \\ \dot{U}_2 = 0 \end{cases} \rightarrow \dot{I}_2 = -j5,50 \text{ A}$$



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 10\dot{I}_1 + j20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = j20\dot{I}_1 + 40\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = \dot{E} \\ \dot{U}_1 = 0 \end{cases} \rightarrow \dot{I}_1 = -j5,50 \text{ A}$$

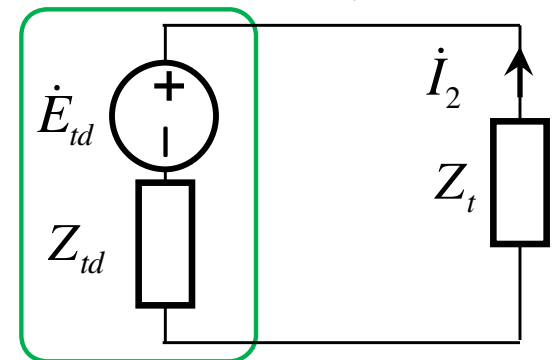
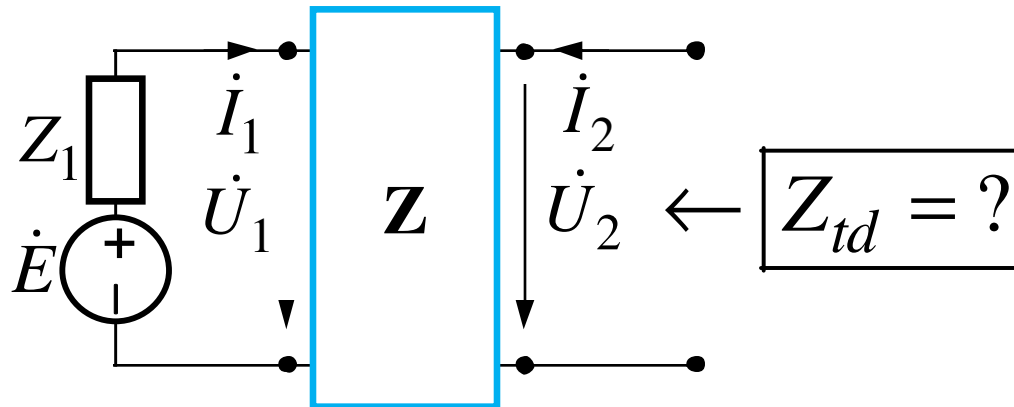
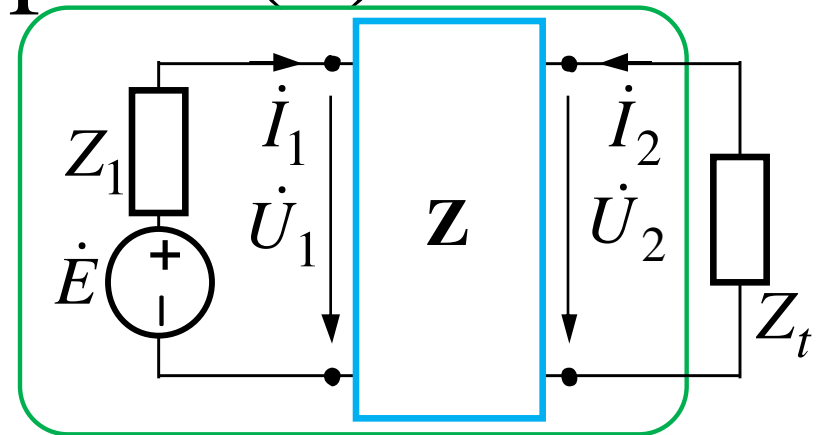


Lý thuyết mạch I

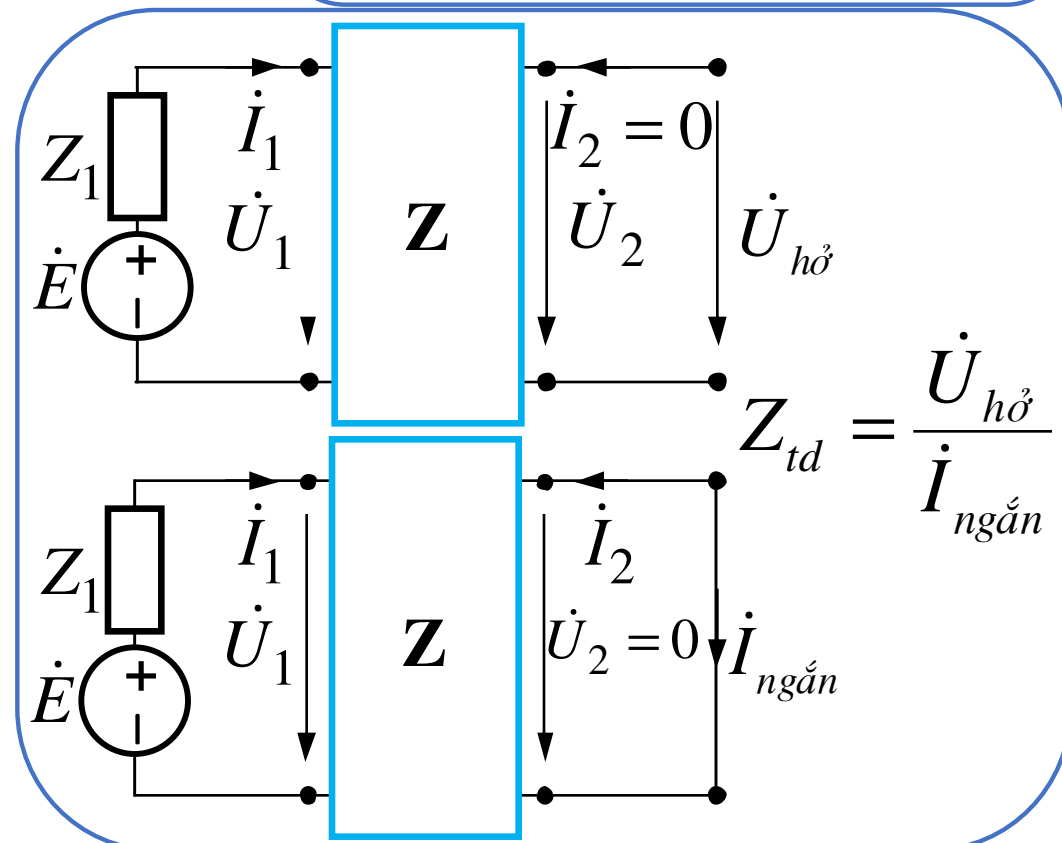
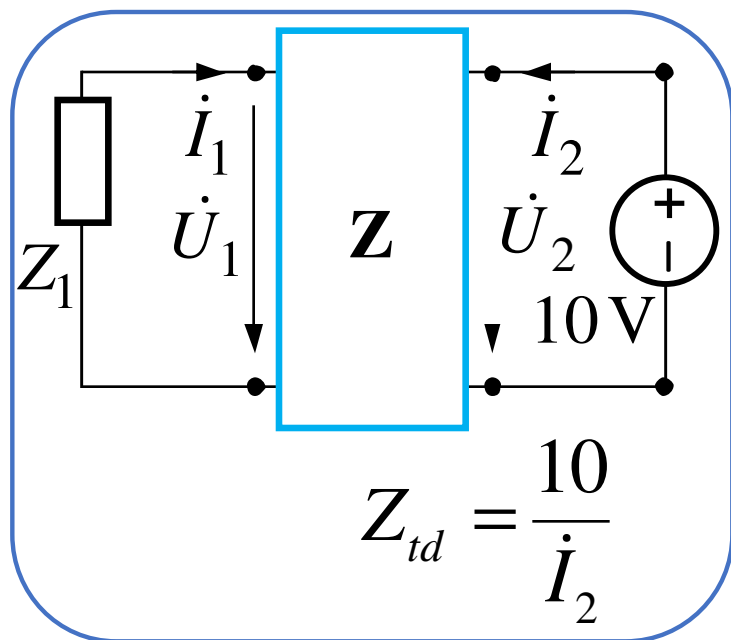
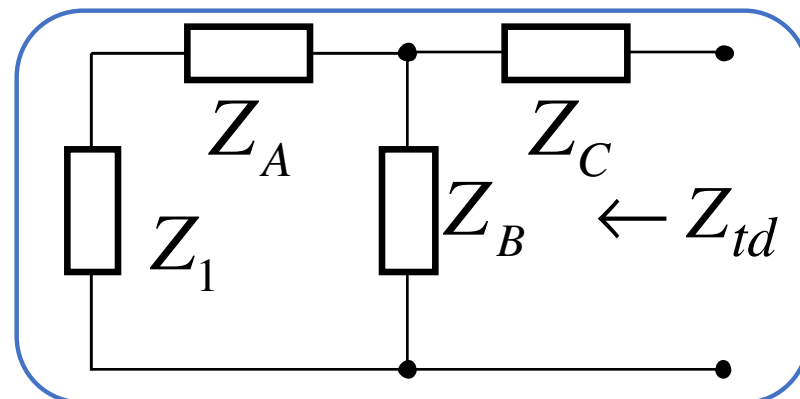
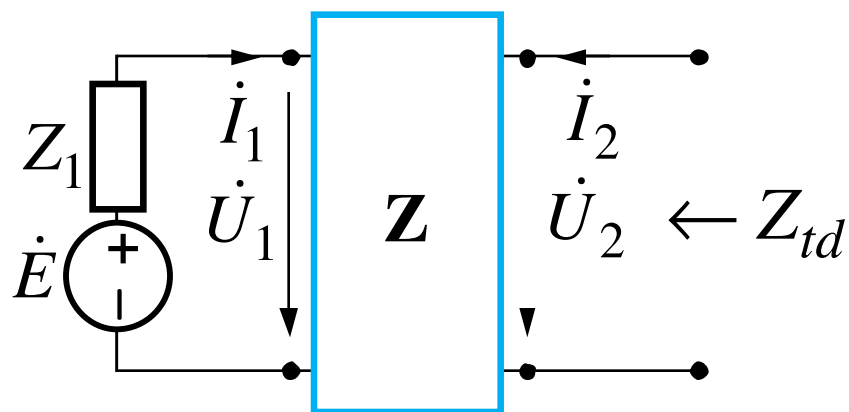
- I. Thông số mạch
- II. Phân tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. **Mạng hai cửa**
 - 1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B
 - 2. Quan hệ giữa các bộ thông số
 - 3. Phân tích mạch có mạng hai cửa
 - 4. Kết nối các mạng hai cửa
 - 5. Mạng T & Π
 - 6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm
 - 7. Tương hỗ
 - 8. **Tổng trở vào & hòa hợp tải**
 - 9. Hàm truyền đạt
- VI. Mạch ba pha
- VII. Khuếch đại thuật toán

Tổng trở vào & hòa hợp tải (1)

Để truyền công suất cực đại,
tổng trở tải phải bằng liên hợp
phức của tổng trở Thevenin



Tổng trở vào & hòa hợp tải (2)



Tổng trở vào & hòa hợp tải (3)

VD1

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; \quad \dot{E} = 220 \text{ V}$$

$$Z_1 = 15 + j25 \Omega$$

Tìm Z_2 để P_{Z_2} cực đại?

$$\begin{cases} Z_A = Z_{11} - Z_{12} = 10 \Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_B = Z_{12} = 20 \Omega \end{cases}$$

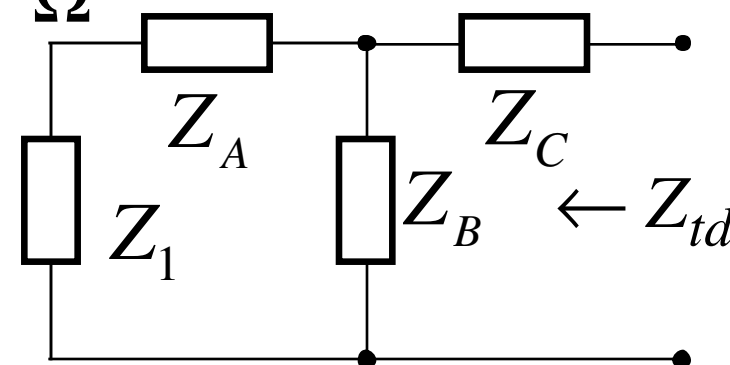
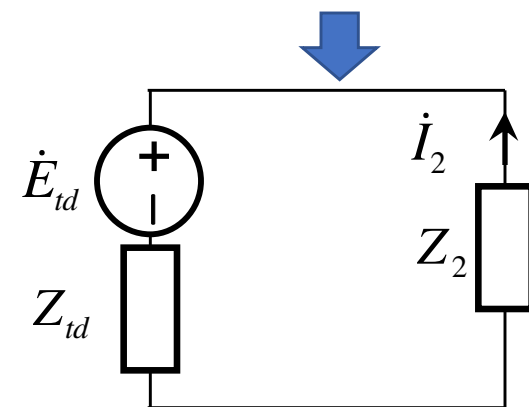
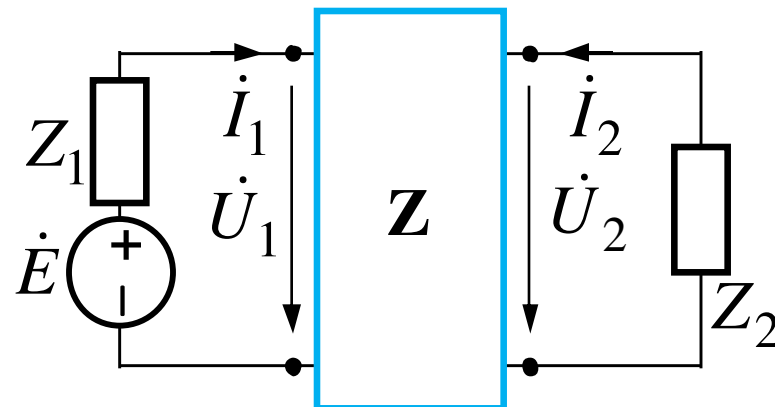
$$\begin{cases} Z_C = Z_{22} - Z_{12} = 30 \Omega \end{cases}$$

$$Z_{td} = \frac{(Z_1 + Z_A)Z_B}{Z_1 + Z_A + Z_B} + Z_C = 43,21 + j3,77 \Omega$$

$$Z_2 = \hat{Z}_{td} = \boxed{43,21 - j3,77 \Omega}$$

Cách 1

$$Z_2 = \hat{Z}_{td}$$



Tổng trở vào & hòa hợp tải (4)

VD1

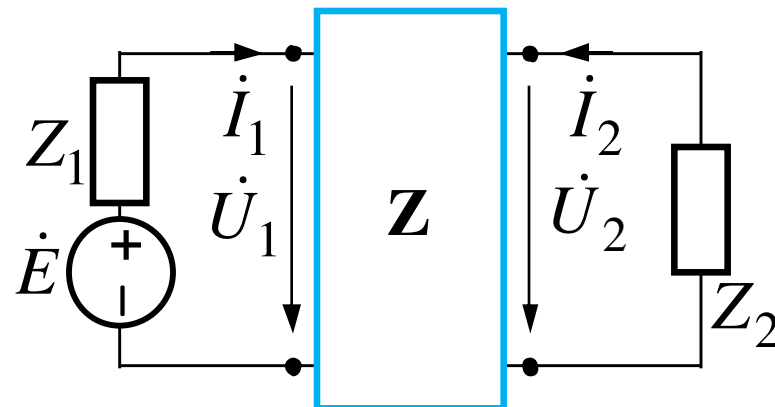
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; \quad \dot{E} = 220 \text{ V}$$

$$Z_1 = 15 + j25 \Omega$$

Tìm Z_2 để P_{Z_2} cực đại?

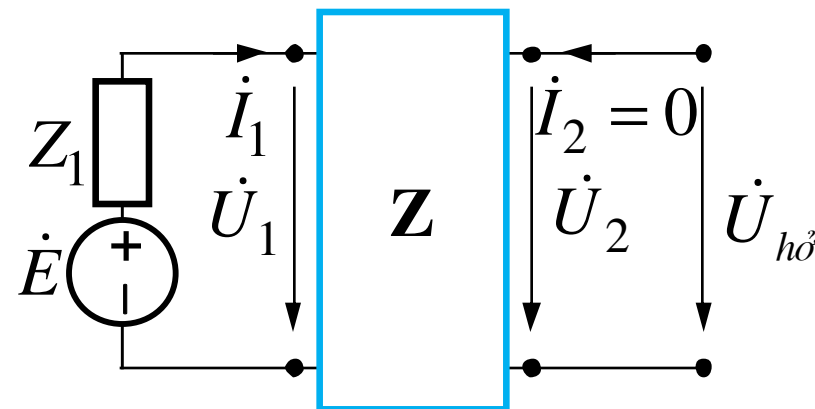
Cách 2

$$Z_2 = \hat{Z}_{td}$$



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 30\dot{I}_1 + 20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = 20\dot{I}_1 + 50\dot{I}_2 \\ (15 + j25)\dot{I}_1 + \dot{U}_1 = \dot{E} = 220 \\ \dot{I}_2 = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \dot{U}_2 = 74,72 - j41,51 \text{ V} = \dot{U}_{hở}$$



Tổng trở vào & hòa hợp tải (5)

VD1

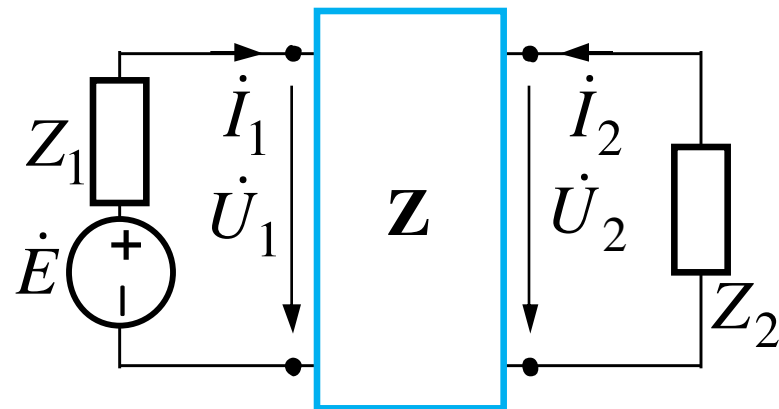
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; \quad \dot{E} = 220 \text{ V}$$

$$Z_1 = 15 + j25 \Omega$$

Tìm Z_2 để P_{Z_2} cực đại?

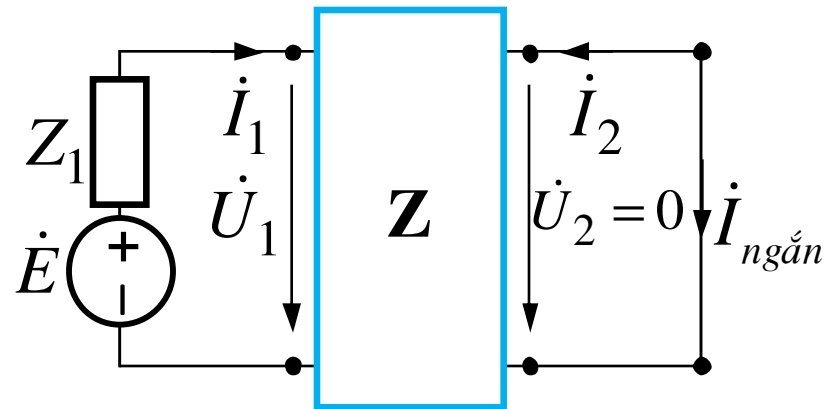
Cách 2

$$Z_2 = \hat{Z}_{td}$$



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 30\dot{I}_1 + 20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = 20\dot{I}_1 + 50\dot{I}_2 \\ (15 + j25)\dot{I}_1 + \dot{U}_1 = \dot{E} = 220 \\ \dot{U}_2 = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow \dot{I}_2 = -1,63 + j1,10 \text{ A} = -\dot{I}_{ngắn}$$



Tổng trở vào & hòa hợp tải (6)

VD1

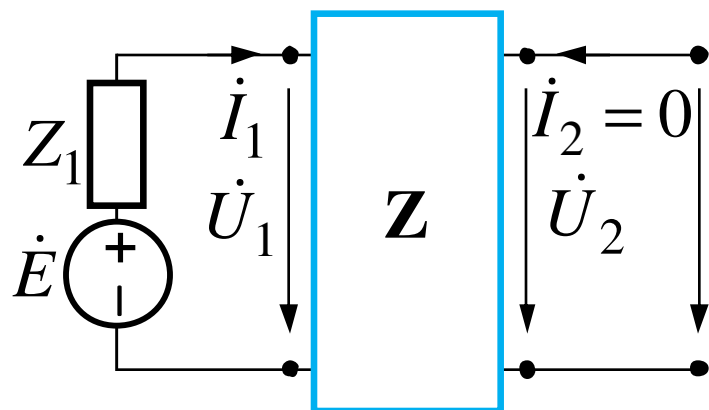
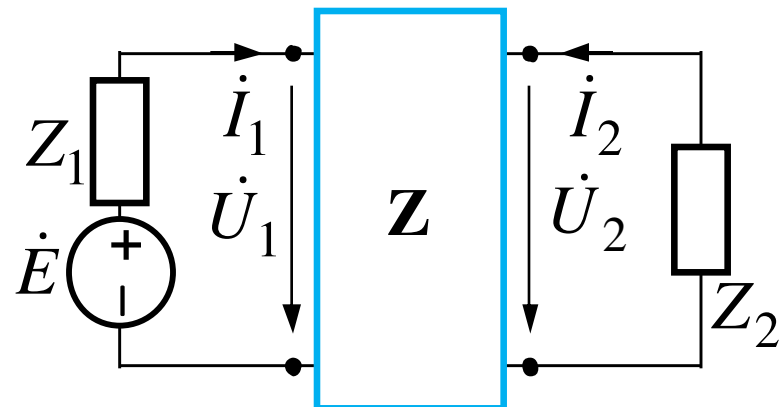
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; \quad \dot{E} = 220 \text{ V}$$

$$Z_1 = 15 + j25 \Omega$$

Tìm Z_2 để P_{Z_2} cực đại?

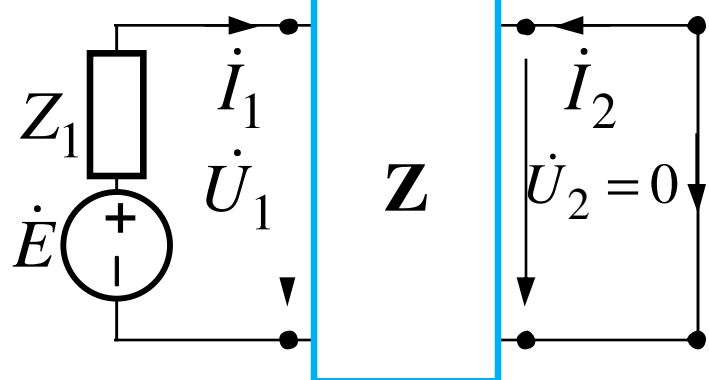
Cách 2

$$Z_2 = \hat{Z}_{td}$$



$$\dot{U}_{hở} = 74,72 - j41,51 \text{ V}$$

$$Z_{td} = \frac{\dot{U}_{hở}}{\dot{I}_{ngắn}}$$



$$\dot{I}_{ngắn} = 1,63 - j1,10 \text{ A}$$

$$\rightarrow Z_{td} = 43,31 + j3,77 \Omega$$

Tổng trở vào & hòa hợp tải (7)

VD1

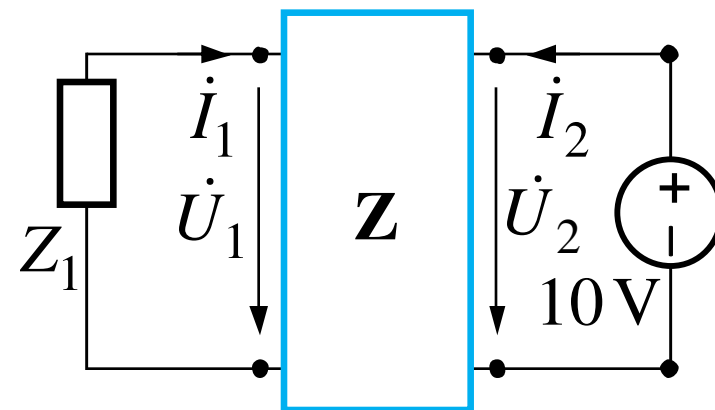
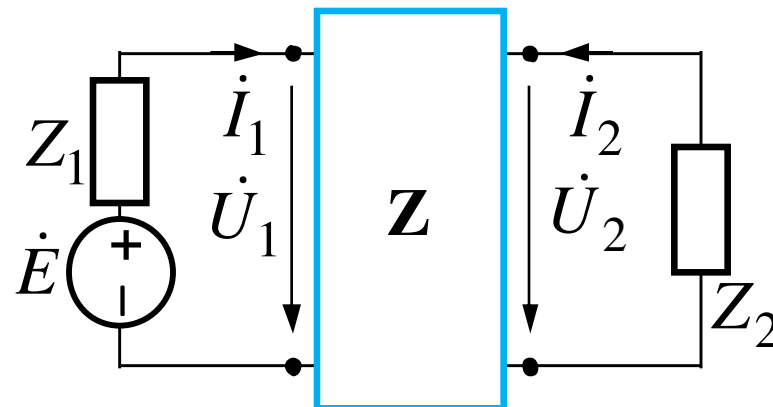
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; \quad \dot{E} = 220 \text{ V}$$

$$Z_1 = 15 + j25 \Omega$$

Tìm Z_2 để P_{Z_2} cực đại?

Cách 3

$$Z_2 = \hat{Z}_{td}$$



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 30\dot{I}_1 + 20\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = 20\dot{I}_1 + 50\dot{I}_2 \\ (15 + j25)\dot{I}_1 + \dot{U}_1 = 0 \\ \dot{U}_2 = 10 \end{cases}$$

$$\rightarrow \dot{I}_2 = 0,023 - j0,002 \text{ A} \quad \rightarrow Z_{td} = \frac{10}{\dot{I}_2} = 43,15 + j3,75 \Omega$$

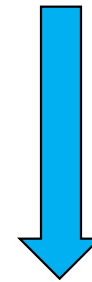
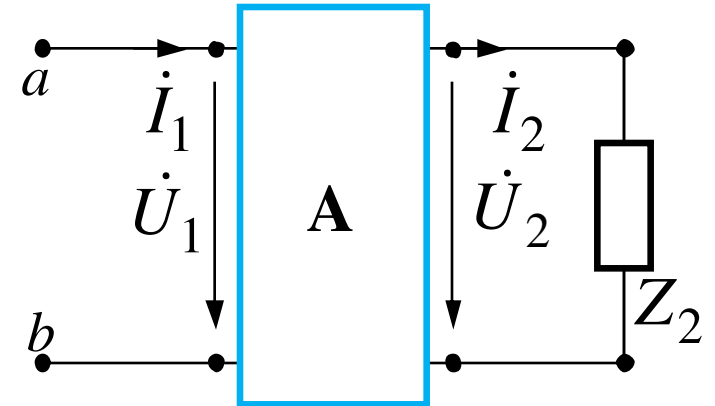
Tổng trở vào & hòa hợp tải (8)

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = A_{11}\dot{U}_2 + A_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = A_{21}\dot{U}_2 + A_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$

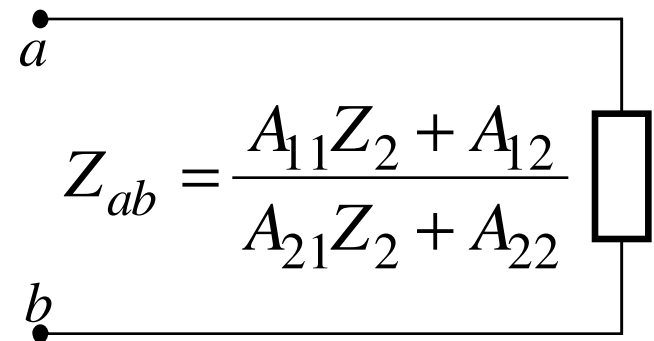
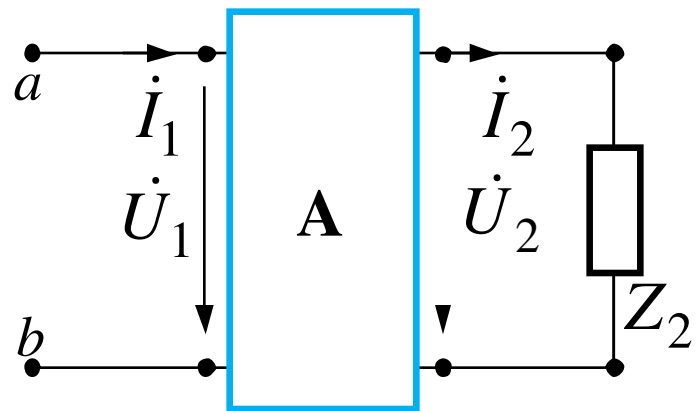
$$Z_{ab} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1}$$

$$\dot{U}_2 = Z_2 \dot{I}_2$$

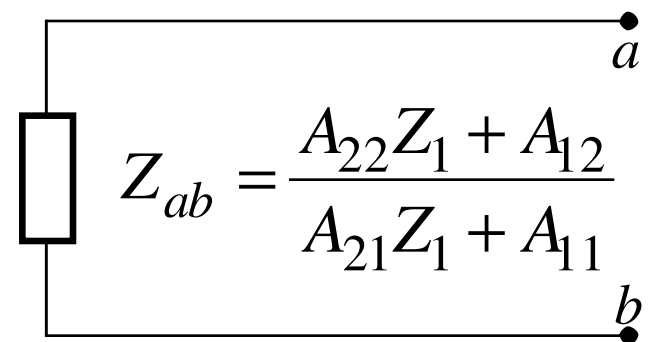
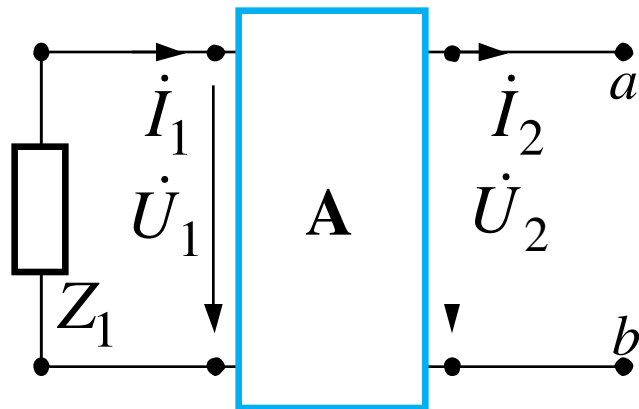
$$\rightarrow Z_{ab} = \frac{A_{11}Z_2 + A_{12}}{A_{21}Z_2 + A_{22}}$$



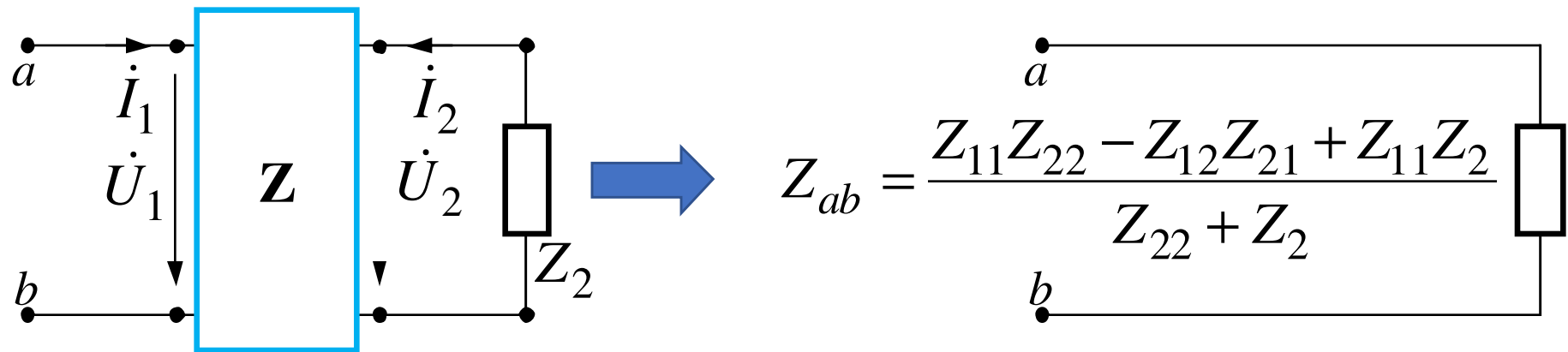
Tổng trở vào & hòa hợp tải (9)



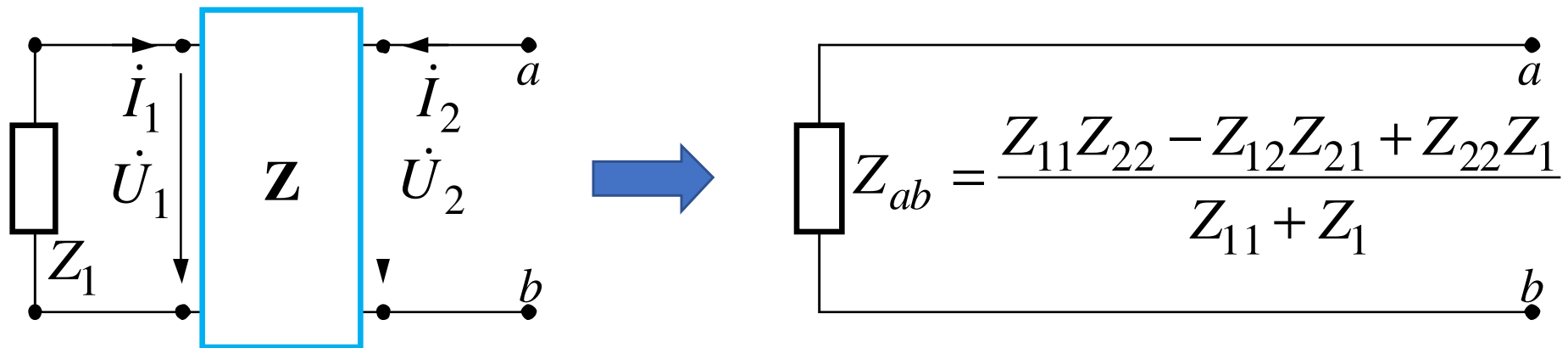
$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}$$



Tổng trở vào & hòa hợp tải (10)



$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix}$$



Tổng trở vào & hòa hợp tải (11)

VD1

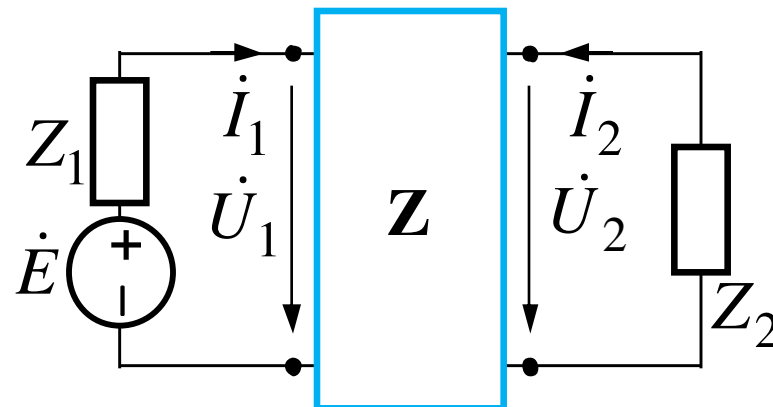
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix} \Omega; \quad \dot{E} = 220 \text{ V}$$

$$Z_1 = 15 + j25 \Omega$$

Tìm Z_2 để P_{Z_2} cực đại?

Cách 4

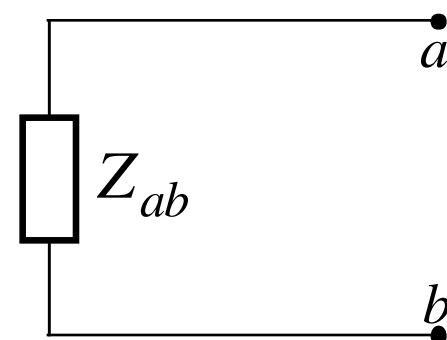
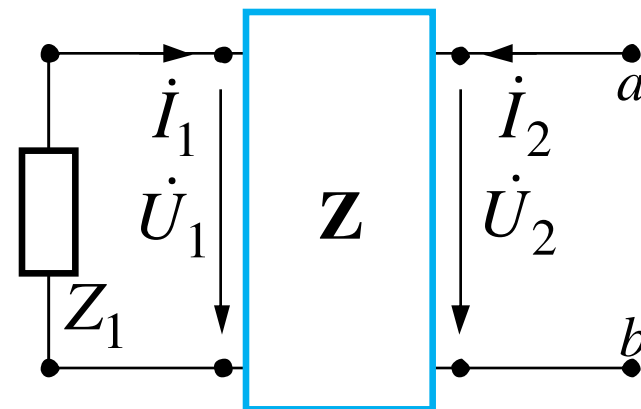
$$Z_2 = \hat{Z}_{td}$$



$$Z_{td} = Z_{ab} = \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{22}Z_1}{Z_{11} + Z_1}$$

$$= \frac{30 \cdot 50 - 20 \cdot 20 + 50(15 + j25)}{30 + 15 + j25}$$

$$= 43,21 + j3,77 \Omega$$

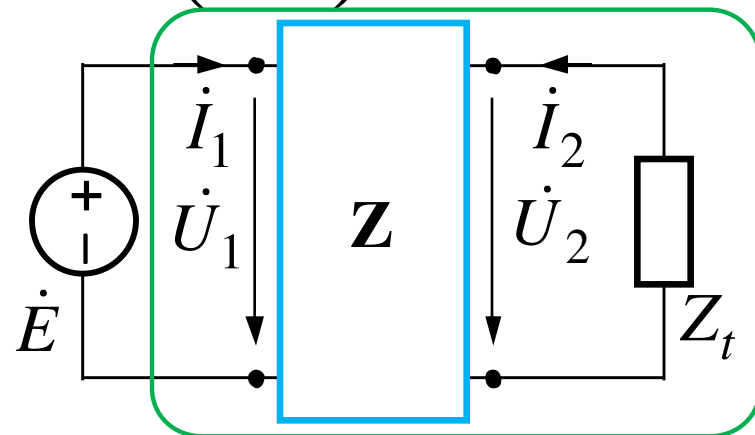


Tổng trở vào & hòa hợp tải (12)

VD2

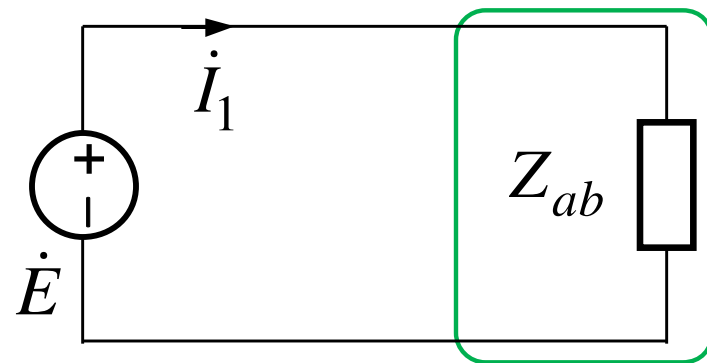
$$\dot{E} = 220 \text{ V}; \quad Z_t = j50 \, \Omega; \quad \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 10 & j20 \\ j20 & 40 \end{bmatrix} \Omega.$$

Cách 4



$$\begin{aligned} Z_{ab} &= \frac{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t}{Z_{22} + Z_t} = \\ &= \frac{10 \cdot 40 - j20 \cdot j20 + 10 \cdot j50}{40 + j50} = 13,90 - j4,88 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}}{Z_{ab}} = \frac{220}{13,90 - j4,88} = \boxed{14,09 + j4,94 \text{ A}}$$



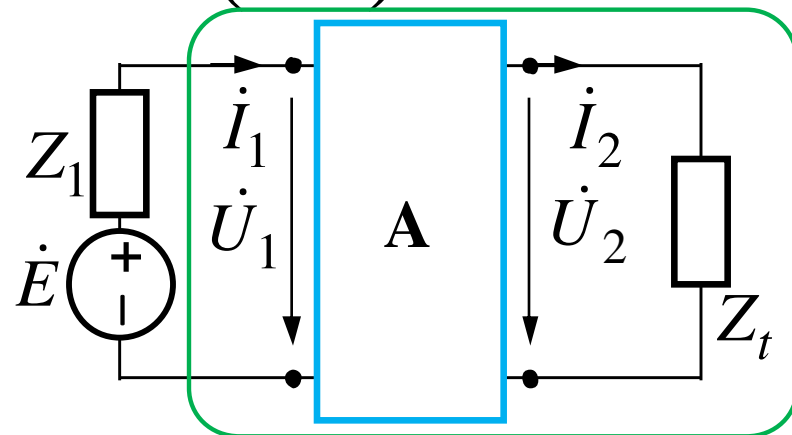
Tổng trở vào & hòa hợp tải (13)

VD3

$$\dot{E} = 220 \text{ V};$$

$$Z_1 = 20 \Omega; Z_t = j50 \Omega; \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3 & 200 \\ 0,04 & 3 \end{bmatrix}.$$

Cách 3

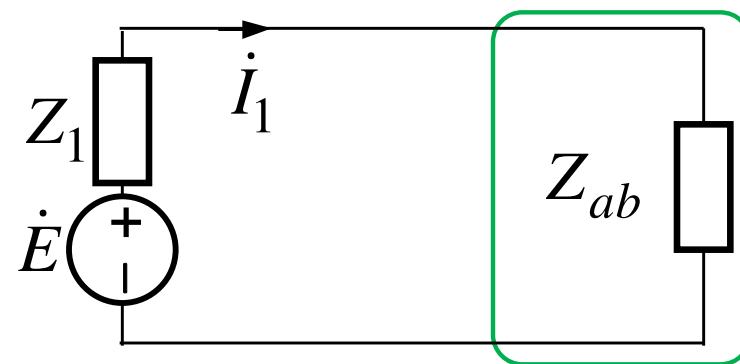


$$Z_{ab} = \frac{A_{11}Z_t + A_{12}}{A_{21}Z_t + A_{22}} = \frac{3(j50) + 200}{0,04(j50) + 3} = 69,23 + j3,85 \Omega$$



$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}}{Z_1 + Z_{ab}} = \frac{220}{20 + 69,23 + j3,85}$$

$$= \boxed{2,46 - j0,11 \text{ A}}$$



Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phân tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

V. Mạng hai cửa

1. Các bộ thông số Z, Y, H, G, A, B

2. Quan hệ giữa các bộ thông số

3. Phân tích mạch có mạng hai cửa

4. Kết nối các mạng hai cửa

5. Mạng T & Π

6. Mạng hai cửa tương đương của mạch điện có hồ cảm

7. Tương hồ

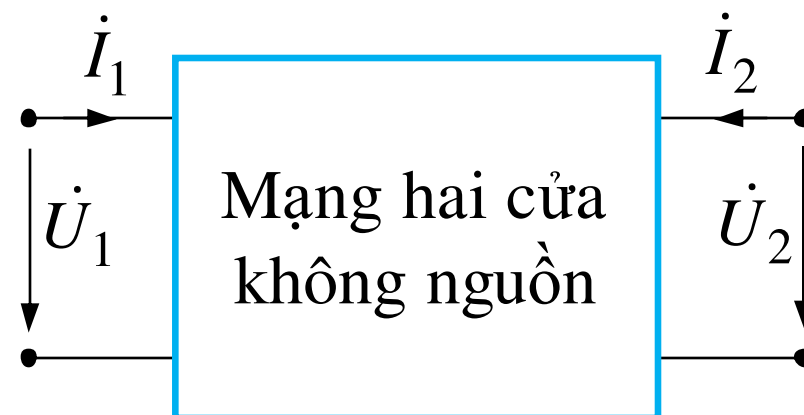
8. Tổng trở vào & hòa hợp tải

9. Hàm truyền đạt

VI. Mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

Hàm truyền đạt (1)



Hàm truyền đạt áp:

$$K_u = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}$$

Hàm truyền đạt dòng:

$$K_i = \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}$$

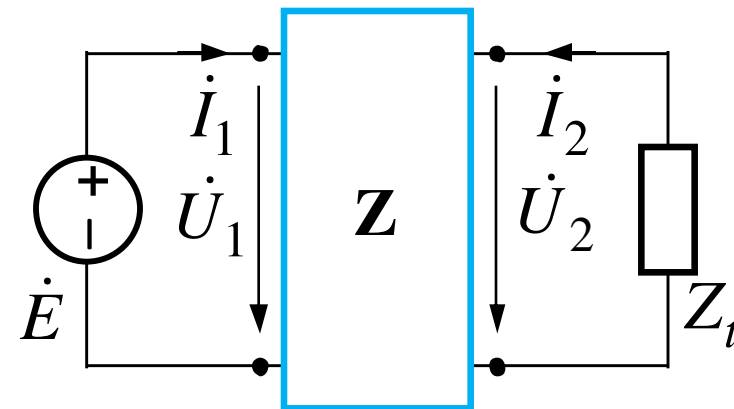
Hàm truyền đạt áp dòng: $K_{ui} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1}$

Hàm truyền đạt (2)

VD1

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix}; \dot{E} = 220 \text{ V} \\
 Z_t = 15 + j25 \Omega$$

Tính K_u , K_i , K_{ui} .



$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} \dot{U}_1 = \dot{E} \\ \dot{U}_2 = -Z_t\dot{I}_2 \end{array} \right\}$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{E} = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ -Z_t\dot{I}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{array} \right.$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \dot{I}_1 = \frac{Z_{22} + Z_t}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E} \\ \dot{I}_2 = \frac{-Z_{21}}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E} \end{array} \right.$$

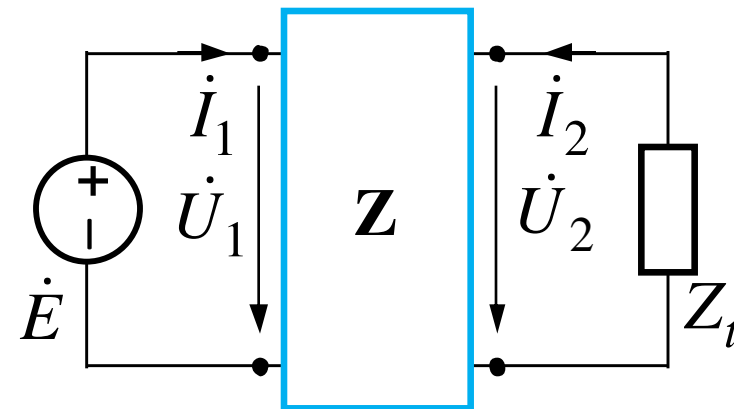
Hàm truyền đạt (3)

VD1

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix}; \dot{E} = 220 \text{ V}$$

$$Z_t = 15 + j25 \Omega$$

Tính K_u , K_i , K_{ui} .



$$\dot{I}_1 = \frac{Z_{22} + Z_t}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{-Z_{21}}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E}$$

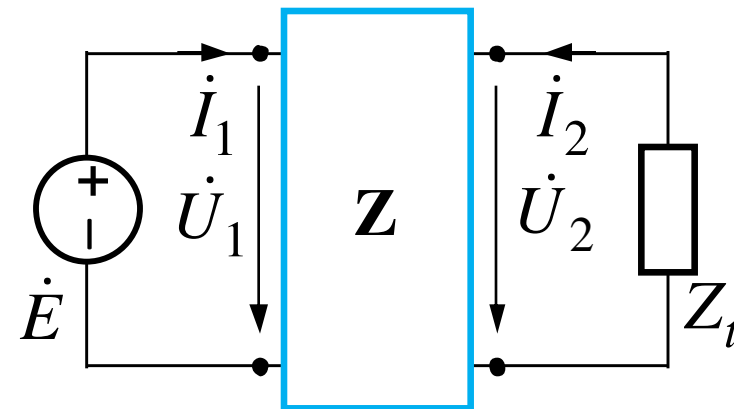
$$\left. \begin{array}{l} \dot{U}_2 = -Z_t \dot{I}_2 \end{array} \right\} \rightarrow \dot{U}_2 = \frac{Z_{21}Z_t}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E}$$

$$\rightarrow K_u = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = \frac{Z_{21}Z_t}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} = \boxed{0,28 + j0,19}$$

Hàm truyền đạt (4)

VD1

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix}; \dot{E} = 220 \text{ V} \\
 Z_t = 15 + j25 \Omega \\
 \text{Tính } K_u, K_i, K_{ui}.$$



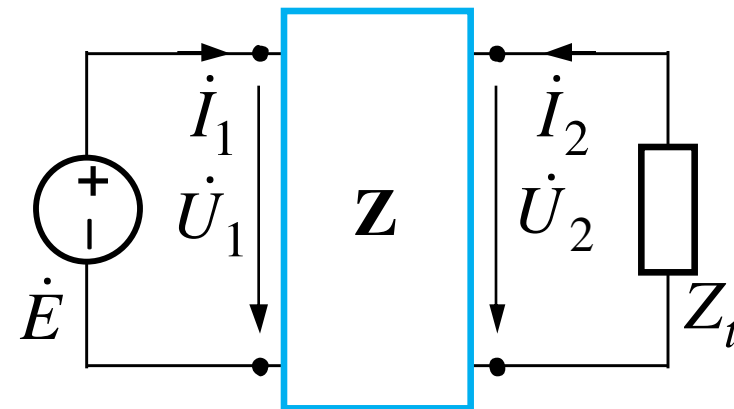
$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{Z_{22} + Z_t}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E} \\ \dot{I}_2 &= \frac{-Z_{21}}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E} \end{aligned} \right\} \rightarrow K_i = \frac{-Z_{21}}{Z_{22} + Z_t} = \boxed{-0,27 + j0,10} \\
 K_i = \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}$$

Hàm truyền đạt (5)

VD1

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 30 & 20 \\ 20 & 50 \end{bmatrix}; \dot{E} = 220 \text{ V}$$

Tính K_u , K_i , K_{ui} .

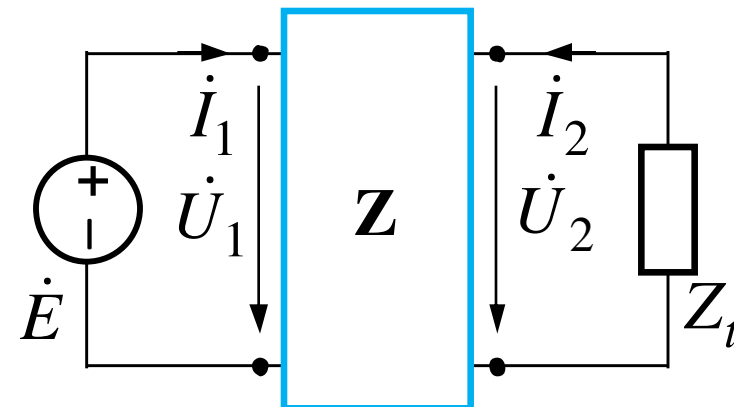


$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{Z_{22} + Z_t}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E} \\ \dot{I}_2 &= \frac{-Z_{21}}{Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} + Z_{11}Z_t} \dot{E} \\ K_{ui} &= \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1}, \quad \dot{U}_2 = -Z_t \dot{I}_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow K_{ui} = \frac{Z_{21}Z_t}{Z_{22} + Z_t} = \boxed{6,60 + j5,15 \, \Omega}$$

Hàm truyền đạt (6)

VD2

$$\begin{aligned}
 \dot{E} &= 380 \text{ V}; Z_t = 15 + j25 \Omega; \\
 K_u &= 0,28 + j0,19; \text{ Tính } U_2?
 \end{aligned}$$



$$\left. \begin{aligned} K_u &= \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} \\ \dot{U}_1 &= \dot{E} \end{aligned} \right\} \rightarrow \dot{U}_2 = K_u \dot{E} = (0,28 + j0,19)380 \\
 &= 107,7 + j70,5 \text{ V}$$

$$\rightarrow U_2 = 128,7 \text{ V}$$