Chương 7: Mạng hai cửa tuyến tính

I. Khái niệm về mạng hai cửa.

II. Mô tả toán học của mạng hai cửa - Phương pháp tính các bộ số đặc trưng.

III. Tính chất mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ.

IV. Hàm truyền đạt dòng - áp. Tổng trở vào của mạng hai cửa. Vấn đề hòa hợp nguồn và tải bằng mạng hai cửa.

V. Mạng hai cửa phi hỗ.

VI. Khuếch đại thuật toán.

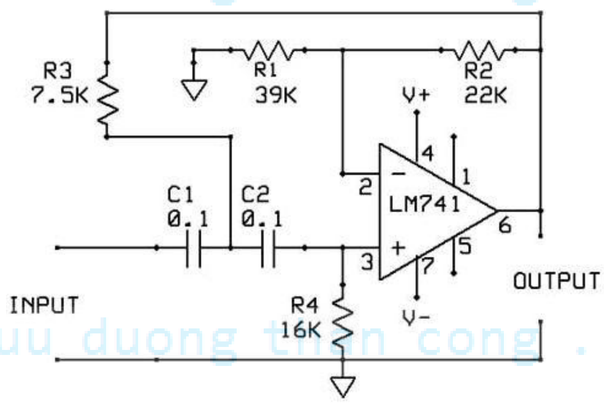
I.1. Đặt vấn đề.

- Trong các chương trước ta đã học:
  - Các phương pháp số phức xét mạch tuyến tính hệ số hằng ở chế độ xác lập điều hòa:
    - ✓ Phương pháp dòng nhánh.
    - ✓ Phương pháp dòng vòng.
    - ✓ Phương pháp thế đỉnh.
  - Cách tính đáp ứng của mạch tuyến tính khi nguồn là kích thích chu kỳ không điều hòa.
  - Xét các quan hệ tuyến tính của mạch tuyến tính, từ đó xây dựng mô hình mạng một cửa Kirchhoff tuyến tính.
- Trong chương này ta sẽ xây dựng thêm một sơ đồ cấu trúc mới, gọi là mô hình mạng hai cửa Kirchhoff.
  - **Thế nào là mạng 2 cửa ???**
  - **Tại sao ta phải xây dựng mô hình mạng 2 cửa ???**

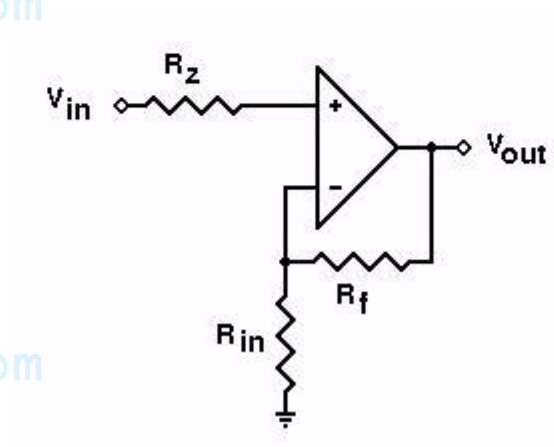
I.1. Đặt vấn đề.

- Trong thực tế ta thường gặp những thiết bị điện làm nhiệm vụ nhận năng lượng hay tín hiệu đưa vào một cửa ngõ và truyền ra một cửa ngõ khác.

Ví dụ:



Second Order 100-Hz high-pass filter



I.1. Đặt vấn đề.

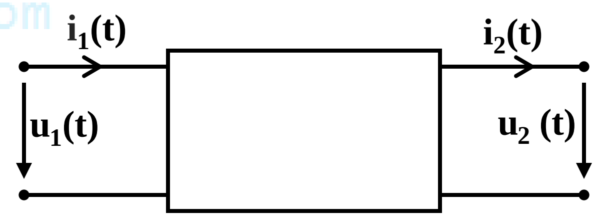
- Các thiết bị trên có cấu trúc bên trong rất khác nhau nhưng điều mà ta quan tâm không phải là cấu trúc của nó mà là quá trình năng lượng, tín hiệu trên 2 cửa và mối quan hệ giữa 2 quá trình đó.

- Trong các thiết bị đo lường, điều khiển tính toán hay tổng quát hơn là các hệ thống đo lường điều khiển thường được tạo bởi nhiều khối, trong đó mỗi khối thường có 2 cửa ngõ, thực hiện một phép tác động hay một phép toán tử nào đó lên tín hiệu ở cửa vào, để cho một tín hiệu khác ở cửa ra. Bằng cách phân tích như vậy ta sẽ dễ dàng nhìn thấy được cấu trúc của thiết bị (hay hệ thống) cũng như hiểu được chức năng của thiết bị (hay hệ thống) đó.

- Để mô tả quan hệ giữa các quá trình trên hai cửa ngõ, người ta sử dụng mô hình mạng hai cửa.

I.1. Đặt vấn đề.

- ***Định nghĩa:*** *Mô hình mạng hai cửa là một kết cấu sơ đồ mạch có hai cửa ngõ nhất định để truyền đạt hoặc trao đổi năng lượng, tín hiệu điện từ với các mạch khác. Nếu quá trình năng lượng trên các cửa được đo bằng hai cặp biến trạng thái dòng, áp là $u_1(t)$, $i_1(t)$, $u_2(t)$, $i_2(t)$ thì ta có mạng hai cửa Kirchhoff*. (Cửa ngõ là một bộ phận của sơ đồ mạch trên đó ta đưa vào hoặc lấy ra tín hiệu. Với các biến nhánh trong mạch Kirchhoff, cửa ngõ thường là một cặp đỉnh).



- Khi đó mọi phương trình liên hệ 2 cặp biến trạng thái dòng, áp trên cửa đều phản ánh tính truyền đạt của mạng 2 cửa. Do 2 cửa ngõ có thể ghép với 2 phần tử tùy ý nên theo tính chất tuyến tính, mỗi biến trạng thái trên sẽ có quan hệ tuyến tính với 2 biến trạng thái khác, có dạng:

$$\boxed{\begin{cases} f_1(u_1, u_1', \ldots i_1, i_1', \ldots, u_2, u_2', \ldots, i_2, i_2', \ldots, t) = 0 \\ f_2(u_1, u_1', \ldots i_1, i_1', \ldots, u_2, u_2', \ldots, i_2, i_2', \ldots, t) = 0 \end{cases}}$$

(Mô hình toán học của mạng 2 cửa)

I.2. Phân loại.

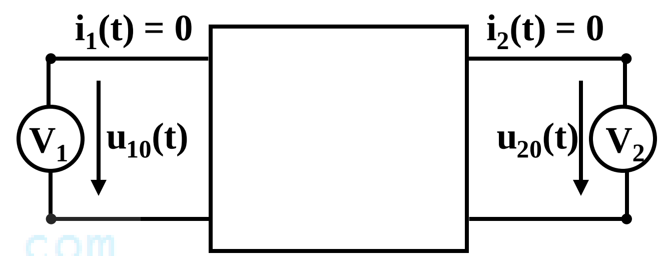
- Phân loại theo ***tính chất của mô hình toán học***:
  - Mạng hai cửa tuyến tính.
  - Mạng hai cửa phi tuyến
- Phân loại theo ***tính chất tương hỗ***:
  - Mạng hai cửa tương hỗ.
  - Mạng hai cửa phi hỗ.

- Phân loại theo ***cấu trúc của mạng hai cửa:***
  - Mạng hai cửa đối xứng.
  - Mạng hai cửa thuận nghịch.
- Phân loại theo ***năng động lượng:***
  - Mạng hai cửa có nguồn.
  - Mạng hai cửa không nguồn.

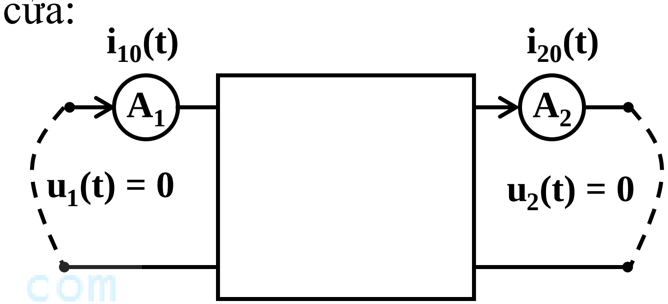
I.2. Phân loại.

- Để phân loại mạng hai cửa có nguồn hay không nguồn, người ta làm một trong 2 thí nghiệm sau:

  - Hở mạch trên 2 cửa ($i_1 = i_2 = 0$) → đo điện áp trên 2 cửa:
    - ✓ Nếu $u_{10} = u_{20} = 0$ → mạng 2 cửa không nguồn
    - ✓ Nếu $u_{10} \neq 0$ hoặc $u_{20} \neq 0$ → mạng 2 cửa có nguồn



  - Ngắn mạch trên 2 cửa ($u_1 = u_2 = 0$) → đo dòng điện trên 2 cửa:
    - ✓ Nếu $i_{10} = i_{20} = 0$ → mạng 2 cửa không nguồn
    - ✓ Nếu $i_{10} \neq 0$ hoặc $i_{20} \neq 0$ → mạng 2 cửa có nguồn



- ***Chú ý:*** Mặc dù kết cấu bên trong của mạng hai cửa có thể tồn tại nguồn e(t), j(t) nhưng nếu các phần tử ấy bị triệt tiêu ngay trước khi ra khỏi cửa và nó không có khả năng cấp năng đồng lượng điện từ ra ngoài thì ta vẫn coi nó là mạng hai cửa không nguồn.

I.2. Phân loại.

- Bằng cách phân loại như trên, ta sẽ có nhiều loại mạng hai cửa khác nhau:
  - Mạng hai cửa phi tuyến có nguồn hoặc không nguồn.
  - Mạng hai cửa tuyến tính có nguồn hoặc không nguồn.
  - Mạng hai cửa tuyến tính tương hỗ.
  - Mạng hai cửa tuyến tính phi hỗ.
  - …

- Trong chương này ta chỉ xét việc mô tả và phân tích mạng ***hai cửa tuyến tính, không nguồn, có hệ số hằng ở chế độ xác lập điều hòa.***

→ ***Có thể dùng phương pháp ảnh phức để mô tả và khảo sát.***

Chương 7: Mạng hai cửa tuyến tính

I. Khái niệm về mạng hai cửa.

II. Mô tả toán học của mạng hai cửa - Phương pháp tính các bộ số đặc trưng.

- **II.1. Hệ phương trình trạng thái dạng A.**
- **II.2. Hệ phương trình trạng thái dạng B.**
- **II.3. Hệ phương trình trạng thái dạng Z.**
- **II.4. Hệ phương trình trạng thái dạng Y.**
- **II.5. Hệ phương trình trạng thái dạng H.**
- **II.6. Hệ phương trình trạng thái dạng G.**
- **II.7. Ma trận của hệ các mạng hai cửa.**
- **II.8. Các phương pháp tính bộ số đặc trưng.**

III. Tính chất mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ.

IV. Hàm truyền đạt dòng - áp. Tổng trở vào của mạng hai cửa. Vấn đề hòa hợp nguồn và tải bằng mạng hai cửa.

V. Mạng hai cửa phi hỗ.

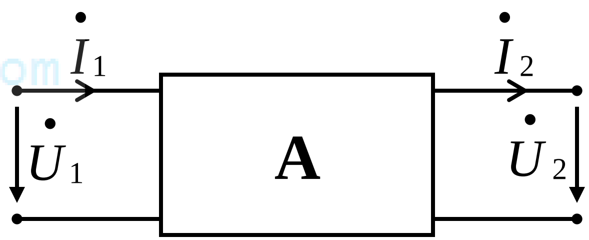
VI. Khuếch đại thuật toán.

II.1. Hệ phương trình trạng thái dạng A.

- Mạng hai cửa Kirchhoff ở chế độ xác lập điều hòa được đo bởi 2 cặp biến trạng thái dòng - áp:

$$\dot{U}_1,\ \dot{I}_1,\ \dot{U}_2,\ \dot{I}_2$$

- Ta coi bài toán mạng hai cửa tuyến tính là bài toán một hệ thống tuyến tính có 2 phần tử biến động đặt ở 2 cửa. Khi đó theo tính chất tuyến tính, mỗi biến trạng thái sẽ có quan hệ tuyến tính với 2 biến trạng thái khác.



- Xét quan hệ tuyến tính của các biến thuộc cửa 1 theo các biến ở cửa 2. Khi đó ta có hệ phương trình trạng thái dạng:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = A_{11}.\dot{U}_2 + A_{12}.\dot{I}_2 + \dot{U}_{10} \\ \dot{I}_1 = A_{21}.\dot{U}_2 + A_{22}.\dot{I}_2 + \dot{I}_{10} \end{cases}$$

- Do mạng 2 cửa không nguồn nên khi ngắn mạch 2 cửa ngõ $(\dot{U}_1 = \dot{U}_2 = 0)$ thì $\dot{I}_1 = \dot{I}_2 = 0$ → $\dot{U}_{10} = \dot{I}_{10} = 0$

- Vậy hệ phương trình trạng thái dạng A của mạng 2 cửa tuyến tính không nguồn là:

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

Dạng ma trận: $$\begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix}}_{A} . \begin{pmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix}$$

II.1. Hệ phương trình trạng thái dạng A.

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

- Từ phương trình trạng thái ta thấy bộ số A_{ij} đặc trưng cho quan hệ trạng thái dòng - áp giữa cửa 1 và cửa 2, hay nói cách khác, nó đặc trưng cho sự truyền đạt của mạng 2 cửa.

- Nếu 2 mạng 2 cửa có cấu trúc khác nhau nhưng chúng có cùng bộ số A_{ij} thì ta nói chúng hoàn toàn tương đương nhau về mặt truyền đạt năng lượng và tín hiệu.

- Ý nghĩa của bộ số A:
  - Hở mạch cửa 2: $\dot{I}_2 = 0$

$$A_{11} = \frac{\partial \dot{U}_1}{\partial \dot{U}_2} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2}$$

Đo độ biến thiên điện áp trên cửa 1 theo kích thích áp trên cửa 2.

$$A_{21} = \frac{\partial \dot{I}_1}{\partial \dot{U}_2} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_2}[Si]$$

Đo độ biến thiên dòng trên cửa 1 theo kích thích áp trên cửa 2.

  - Ngắn mạch cửa 2: $\dot{U}_2 = 0$

$$A_{12} = \frac{\partial \dot{U}_1}{\partial \dot{I}_2} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2}[\Omega]$$

Đo độ biến thiên điện áp trên cửa 1 theo kích thích dòng trên cửa 2.

$$A_{22} = \frac{\partial \dot{I}_1}{\partial \dot{I}_2} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2}$$

Đo độ biến thiên dòng trên cửa 1 theo kích thích dòng trên cửa 2.

II.1. Hệ phương trình trạng thái dạng A.

- Như vậy bộ số A_{ij} được tính trong các điều kiện đặc biệt của mạng 2 cửa (đó là hở mạch và ngắn mạch cửa 2) nên chúng không phụ thuộc vào phản ứng của các phần tử ngoài.

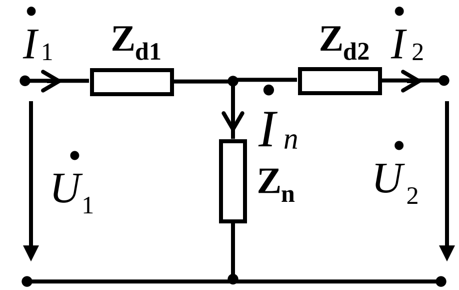
- Nói cách khác, bộ số A_{ij} thực sự là các thông số đặc trưng của mạng 2 cửa, và thể hiện tính truyền đạt giữa cửa 1 và cửa 2.

- Cách xác định thông số A_{ij}:

  - ***Cách 1:***
    - ✓ Xuất phát từ sơ đồ mạch cụ thể, ta tìm cách lập phương trình quan hệ giữa cặp biến trạng thái $(\dot{U}_1, \dot{I}_1)$ theo $(\dot{U}_2, \dot{I}_2)$.
    - ✓ Sau khi rút gọn về dạng trên, các hệ số của $(\dot{U}_2, \dot{I}_2)$ chính là các bộ số A_{ij} cần tìm.
  - ***Cách 2:***

    - ✓ Tiến hành thí nghiệm đo giá trị các biến dòng điện, điện áp trên 2 cửa trong các điều kiện ngắn mạch và hở mạch tại cửa 2.
    - ✓ Áp dụng công thức định nghĩa để tính ra các thông số A_{ij}.

II.1. Hệ phương trình trạng thái dạng A.



Ví dụ: Tính bộ số A của mạng 2 cửa có sơ đồ hình T như hình bên.

Cách 1: Lập phương trình mạch

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = \dot{I}_1.Z_{d1} + \dot{I}_n.Z_n \\ \dot{I}_1 = \dot{I}_n + \dot{I}_2 \end{cases} \qquad \dot{U}_2 = \dot{I}_n.Z_n - \dot{I}_2.Z_{d2} \rightarrow \dot{I}_n = \frac{\dot{U}_2 + \dot{I}_2.Z_{d2}}{Z_n}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{d1}.\left(\dfrac{\dot{U}_2 + \dot{I}_2.Z_{d2}}{Z_n} + \dot{I}_2\right) + \dfrac{\dot{U}_2 + \dot{I}_2.Z_{d2}}{Z_n}.Z_n \\ \dot{I}_1 = \dfrac{\dot{U}_2 + \dot{I}_2.Z_{d2}}{Z_n} + \dot{I}_2 \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = \left(1 + \dfrac{Z_{d1}}{Z_n}\right).\dot{U}_2 + \left(Z_{d1} + Z_{d2} + \dfrac{Z_{d1}.Z_{d2}}{Z_n}\right).\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = \dfrac{1}{Z_n}.\dot{U}_2 + \left(1 + \dfrac{Z_{d2}}{Z_n}\right).\dot{I}_2 \end{cases}$$

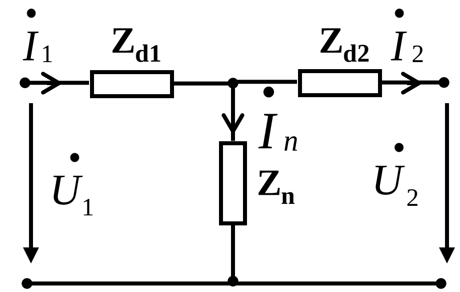
cuu duong than cong . com

Vậy ma trận A của mạch hình T là:

$$\boxed{A_T = \begin{pmatrix} 1 + \dfrac{Z_{d1}}{Z_n} & Z_{d1} + Z_{d2} + \dfrac{Z_{d1}.Z_{d2}}{Z_n} \\ \dfrac{1}{Z_n} & 1 + \dfrac{Z_{d2}}{Z_n} \end{pmatrix}}$$

II.1. Hệ phương trình trạng thái dạng A.

Ví dụ: Tính bộ số A của mạng 2 cửa có sơ đồ hình T như hình bên.



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

Cách 2: Tính bộ số A theo công thức định nghĩa.

- Hở mạch cửa 2: $\dot{I}_2 = 0$

$$A_{11} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} = \frac{Z_{d1} + Z_n}{Z_n} = 1 + \frac{Z_{d1}}{Z_n} \qquad A_{21} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_2} = \frac{1}{Z_n}$$

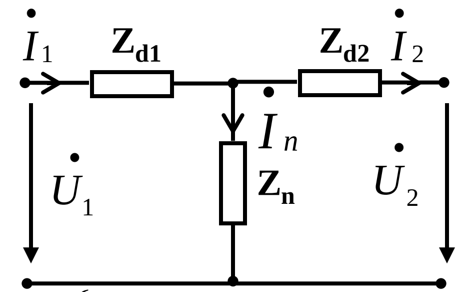
- Ngắn mạch cửa 2: $\dot{U}_2 = 0$

$$A_{12} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2} = \frac{\left(Z_{d1} + \frac{Z_n.Z_{d2}}{Z_n + Z_{d2}}\right).\dot{I}_1}{\frac{Z_n}{Z_n + Z_{d2}}.\dot{I}_1} = \frac{Z_{d1}.Z_{d2} + Z_{d1}.Z_n + Z_{d2}.Z_n}{Z_n} \qquad A_{22} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_1.\frac{Z_n}{Z_n + Z_{d2}}} = 1 + \frac{Z_{d2}}{Z_n}$$

$$A_{12} = Z_{d1} + Z_{d2} + \frac{Z_{d1}.Z_{d2}}{Z_n}$$

II.1. Hệ phương trình trạng thái dạng A.

Ví dụ: Tính bộ số A của mạng 2 cửa có sơ đồ hình T như hình bên.

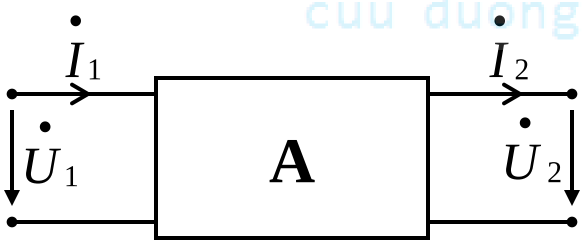


$$\begin{cases} \dot{U}_1 = A_{11}.\dot{U}_2 + A_{12}.\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = A_{21}.\dot{U}_2 + A_{22}.\dot{I}_2 \end{cases}$$

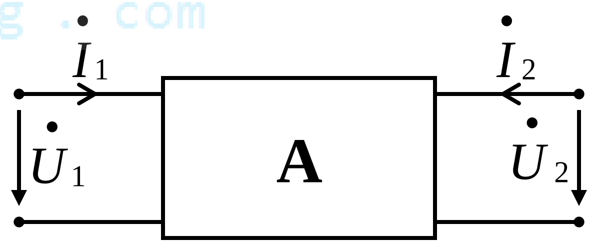
$$\boxed{A_T = \begin{pmatrix} 1+\dfrac{Z_{d1}}{Z_n} & Z_{d1}+Z_{d2}+\dfrac{Z_{d1}.Z_{d2}}{Z_n} \\ \dfrac{1}{Z_n} & 1+\dfrac{Z_{d2}}{Z_n} \end{pmatrix}}$$

$$\det A = A_{11}.A_{22} - A_{12}.A_{21} = 1+\frac{Z_{d1}.Z_{d2}}{Z_n^2}+\frac{Z_{d1}}{Z_n}+\frac{Z_{d2}}{Z_n}-\frac{Z_{d1}.Z_{d2}}{Z_n^2}-\frac{Z_{d1}}{Z_n}-\frac{Z_{d2}}{Z_n}=1$$

Chú ý: Đối với ***mạng 2 cửa tuyến tính và tương hỗ*** thì ta luôn có tính chất ***det A = ± 1***

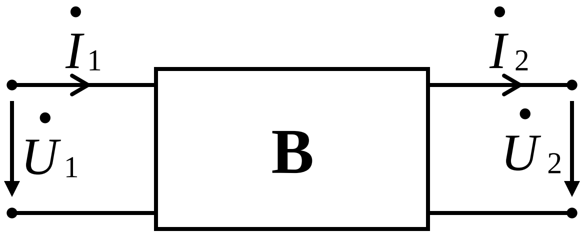


det A = 1



det A = - 1

II.2. Hệ phương trình trạng thái dạng B.



- Xét quan hệ tuyến tính cặp trạng thái dòng áp cửa hai $(\dot{U}_2, \dot{I}_2)$ theo cặp biến trạng thái ở cửa một $(\dot{U}_1, \dot{I}_1)$. Khi đó ta có hệ phương trình trạng thái dạng B của mạng 2 cửa tuyến tính không nguồn:

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

Dạng ma trận: $\begin{pmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{pmatrix}}_{B} . \begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{pmatrix}$

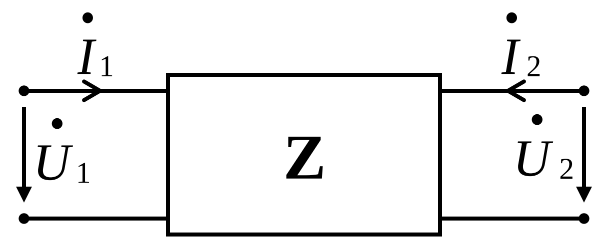
- Như vậy ta có: $B = A^{-1}$ $\quad \det\ \mathrm{B} = \pm 1$

- Quan hệ giữa các thông số B_{ij} và A_{ij}:

$$A_{11} = B_{22} \qquad A_{12} = -B_{12}$$

$$A_{21} = -B_{21} \qquad A_{22} = B_{11}$$

II.3. Hệ phương trình trạng thái dạng Z.



- Xét quan hệ tuyến tính cặp trạng thái điện áp trên cửa $(\dot{U}_1, \dot{U}_2)$ theo cặp biến trạng thái dòng điện trên cửa $(\dot{I}_1, \dot{I}_2)$. Khi đó ta có hệ phương trình trạng thái dạng Z của mạng 2 cửa tuyến tính không nguồn:

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

Dạng ma trận: $$\begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}}_{Z} . \begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix}$$

- Ý nghĩa bộ số Z:

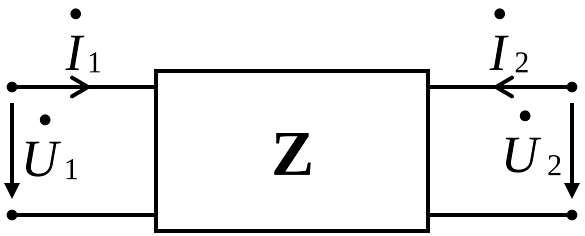
$$Z_{11} = \left.\frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1}\right|_{\dot{I}_2=0} \ [\Omega]$$ Tổng trở vào cửa 1 khi cửa 2 hở mạch

$$Z_{21} = \left.\frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1}\right|_{\dot{I}_2=0} \ [\Omega]$$ Tổng trở tương hỗ khi hở mạch cửa 2

$$Z_{12} = \left.\frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2}\right|_{\dot{I}_1=0} \ [\Omega]$$ Tổng trở tương hỗ khi hở mạch cửa 1

$$Z_{22} = \left.\frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2}\right|_{\dot{I}_1=0} \ [\Omega]$$ Tổng trở vào cửa 2 khi cửa 1 hở mạch

II.3. Hệ phương trình trạng thái dạng Z.



- Cách xác định thông số Z_{ij}:

❖ ***Cách 1:***

✓ Xuất phát từ sơ đồ mạch cụ thể, ta tìm cách lập phương trình quan hệ giữa cặp biến trạng thái $(\dot{U}_1, \dot{U}_2)$ theo $(\dot{I}_1, \dot{I}_2)$.

✓ Sau khi rút gọn về dạng trên, các hệ số của $(\dot{I}_1, \dot{I}_2)$ chính là các bộ số Z_{ij} cần tìm.

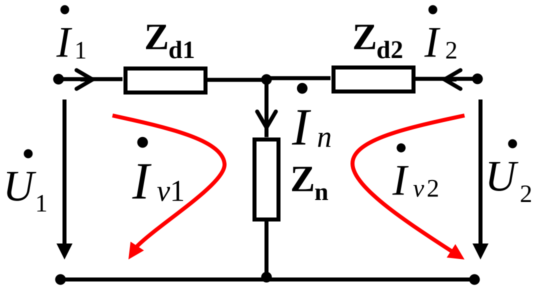
❖ ***Cách 2:***

✓ Tiến hành thí nghiệm đo giá trị các biến dòng điện, điện áp trên 2 cửa trong các điều kiện hở mạch tại cửa 1 và cửa 2.

✓ Áp dụng công thức định nghĩa để tính ra các thông số Z_{ij}.

II.3. Hệ phương trình trạng thái dạng Z.

Ví dụ: Tính bộ số Z của mạng 2 cửa có sơ đồ hình T như hình bên.



Cách 1: Lập phương trình mạch

❖ Chọn dòng điện vòng có chiều như hình vẽ.

❖ Lập phương trình mạch theo phương pháp dòng vòng.

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = (Z_{d1} + Z_n).\dot{I}_{v1} + Z_n.\dot{I}_{v2} \\ \dot{U}_2 = Z_n.\dot{I}_{v1} + (Z_{d2} + Z_n).\dot{I}_{v2} \end{cases}$$

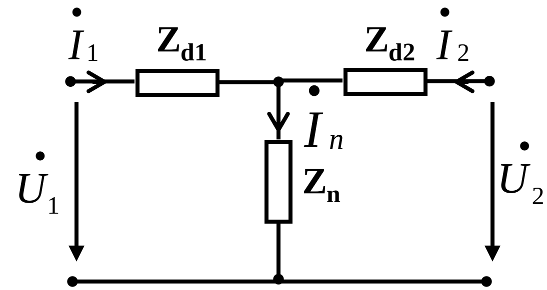
Mặt khác có: $\begin{cases} \dot{I}_1 = \dot{I}_{v1} \\ \dot{I}_2 = \dot{I}_{v2} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = (Z_{d1} + Z_n).\dot{I}_1 + Z_n.\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_n.\dot{I}_1 + (Z_{d2} + Z_n).\dot{I}_2 \end{cases}$

Vậy ma trận Z của mạch hình T là:

$$\boxed{Z_T = \begin{pmatrix} Z_{d1} + Z_n & Z_n \\ Z_n & Z_{d2} + Z_n \end{pmatrix}}$$

II.3. Hệ phương trình trạng thái dạng Z.

Ví dụ: Tính bộ số Z của mạng 2 cửa có sơ đồ hình T như hình bên.



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

Cách 2: Tính bộ số Z theo công thức định nghĩa.

❖ Hở mạch cửa 1: $\dot{I}_1 = 0$

$$Z_{12} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2} = Z_n \qquad Z_{22} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2} = Z_{d2} + Z_n$$

❖ Hở mạch cửa 2: $\dot{I}_2 = 0$

$$Z_{11} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = Z_{d1} + Z_n \qquad Z_{21} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1} = Z_n$$

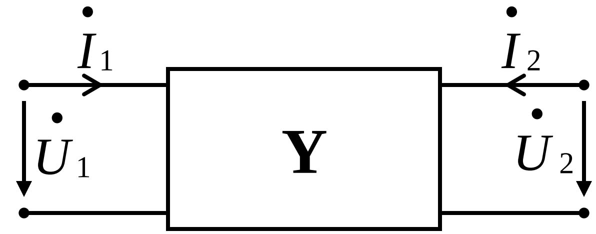
$$\boxed{Z_T = \begin{pmatrix} Z_{d1} + Z_n & Z_n \\ Z_n & Z_{d2} + Z_n \end{pmatrix}}$$

Chú ý: Đối với ***mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ*** ta có ***ma trận Z đối xứng qua đường chéo chính***.

$$\boxed{Z_{12} = Z_{21}}$$

II.4. Hệ phương trình trạng thái dạng Y.

- Xét quan hệ tuyến tính cặp trạng thái dòng điện trên cửa $(\dot{I}_1, \dot{I}_2)$ theo cặp biến trạng thái điện áp trên cửa $(\dot{U}_1, \dot{U}_2)$. Khi đó ta có hệ phương trình trạng thái dạng Y của mạng 2 cửa tuyến tính không nguồn:



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

Dạng ma trận: $$\begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix}}_{Y} . \begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{pmatrix}$$

$$\boxed{Y = Z^{-1}}$$

- Ý nghĩa bộ số Y:

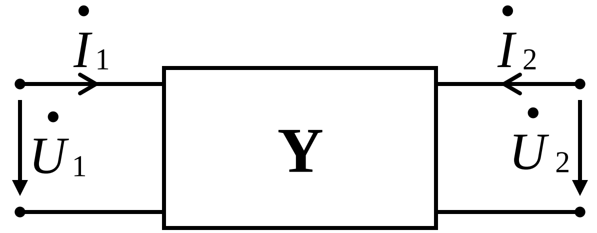
$Y_{11} = \left.\dfrac{\dot{I}_1}{\dot{U}_1}\right|_{\dot{U}_2=0}$ $[Si]$ Tổng dẫn vào cửa 1 khi cửa 2 ngắn mạch

$Y_{21} = \left.\dfrac{\dot{I}_2}{\dot{U}_1}\right|_{\dot{U}_2=0}$ $[Si]$ Tổng dẫn tương hỗ khi ngắn mạch cửa 2

$Y_{12} = \left.\dfrac{\dot{I}_1}{\dot{U}_2}\right|_{\dot{U}_1=0}$ $[Si]$ Tổng dẫn tương hỗ khi ngắn mạch cửa 1

$Y_{22} = \left.\dfrac{\dot{I}_2}{\dot{U}_2}\right|_{\dot{U}_1=0}$ $[Si]$ Tổng dẫn vào cửa 2 khi cửa 1 ngắn mạch

II.4. Hệ phương trình trạng thái dạng Y.



- Cách xác định thông số Y_{ij}:

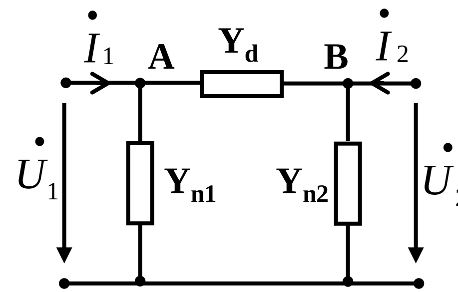
  - ***Cách 1:***
    - ✓ Xuất phát từ sơ đồ mạch cụ thể, ta tìm cách lập phương trình quan hệ giữa cặp biến trạng thái $(\dot{I}_1, \dot{I}_2)$ theo $(\dot{U}_1, \dot{U}_2)$.
    - ✓ Sau khi rút gọn về dạng trên, các hệ số của $(\dot{U}_1, \dot{U}_2)$ chính là các bộ số Y_{ij} cần tìm.

  - ***Cách 2:***
    - ✓ Tiến hành thí nghiệm đo giá trị các biến dòng điện, điện áp trên 2 cửa trong các điều kiện ngắn mạch tại cửa 1 và cửa 2.
    - ✓ Áp dụng công thức định nghĩa để tính ra các thông số Y_{ij}.

- ***Chú ý:*** Đối với ***mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ*** ta có ***ma trận Y đối xứng qua đường chéo chính***

$$\boxed{Y_{12} = Y_{21}}$$

II.4. Hệ phương trình trạng thái dạng Y.



Ví dụ: Tính bộ số Y của mạng 2 cửa có sơ đồ hình π như hình bên.

Cách 1: Lập phương trình mạch

❖ Lập phương trình mạch theo phương pháp thế đỉnh.

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = (Y_{n1} + Y_d).\dot{\varphi}_A - Y_d.\dot{\varphi}_B \\ \dot{I}_2 = -Y_d.\dot{\varphi}_A + (Y_{n2} + Y_d).\dot{\varphi}_B \end{cases}$$

Mặt khác có: $\begin{cases} \dot{U}_1 = \dot{\varphi}_A \\ \dot{U}_2 = \dot{\varphi}_B \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{I}_1 = (Y_{n1} + Y_d).\dot{U}_1 - Y_d.\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = -Y_d.\dot{U}_1 + (Y_{n2} + Y_d).\dot{U}_2 \end{cases}$

Cách 2: Tính bộ số Y theo công thức định nghĩa.

❖ Ngắn mạch cửa 1: $\dot{U}_1 = 0$

$$Y_{12} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_2} = -Y_d$$

$$Y_{22} = \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_2} = Y_{n2} + Y_d$$

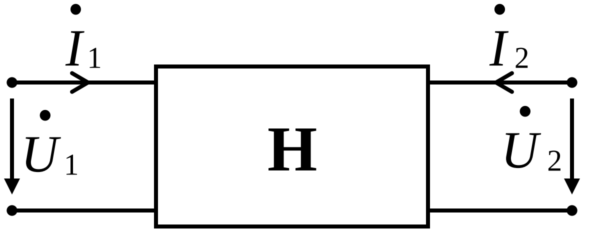
❖ Ngắn mạch cửa 2: $\dot{U}_2 = 0$

$$Y_{11} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_1} = Y_{n1} + Y_d$$

$$Y_{21} = \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_1} = -Y_d$$

II.5. Hệ phương trình trạng thái dạng H.

- Xét quan hệ tuyến tính cặp trạng thái dòng điện trên cửa $(\dot{U}_1, \dot{I}_2)$ theo cặp biến trạng thái điện áp trên cửa $(\dot{I}_1, \dot{U}_2)$. Khi đó ta có hệ phương trình trạng thái dạng H của mạng 2 cửa tuyến tính không nguồn:



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

Dạng ma trận: $$\begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{pmatrix}}_{H} . \begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{pmatrix}$$

- Chú ý: Với mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ ta có

$$\boxed{H_{12} = -H_{21}}$$

II.6. Hệ phương trình trạng thái dạng G.

➢ Xét quan hệ tuyến tính cặp trạng thái dòng điện trên cửa $(\dot{I}_1, \dot{U}_2)$ theo cặp biến trạng thái điện áp trên cửa $(\dot{U}_1, \dot{I}_2)$. Khi đó ta có hệ phương trình trạng thái dạng G của mạng 2 cửa tuyến tính không nguồn:

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

Dạng ma trận: $$\begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{pmatrix}}_{G} . \begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix}$$

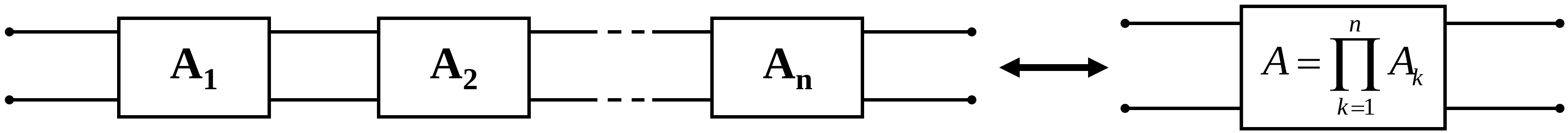
$$\boxed{G = H^{-1}}$$

➢ Chú ý: Với mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ ta có

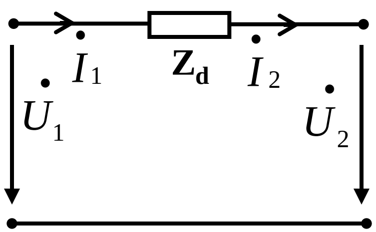
$$\boxed{G_{12} = -G_{21}}$$

II.7. Ma trận của hệ các mạng hai cửa.

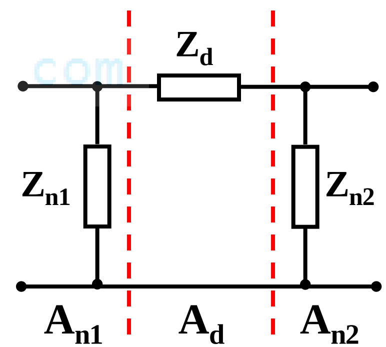
a. Mạng hai cửa nối xâu chuỗi.

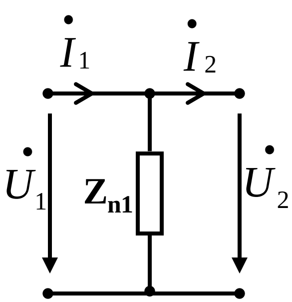


Ví dụ: Tính bộ số A của mạng 2 cửa hình π.



$$\begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & Z_d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} . \begin{pmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix}$$





$$\begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \dfrac{1}{Z_{n1}} & 1 \end{pmatrix} . \begin{pmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix}$$

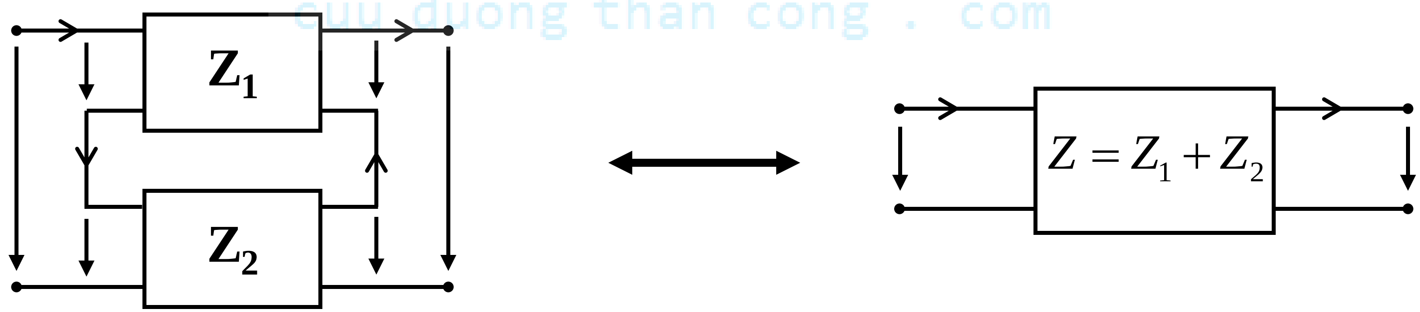
$$A = A_{n1} . A_d . A_{n2}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 + \dfrac{Z_d}{Z_{n2}} & Z_d \\ \dfrac{1}{Z_{n1}} + \dfrac{1}{Z_{n2}} + \dfrac{Z_d}{Z_{n1} . Z_{n2}} & \dfrac{Z_d}{Z_{n1}} + 1 \end{pmatrix}$$

II.7. Ma trận của hệ các mạng hai cửa.

b. Mạng hai cửa ghép nối tiếp.

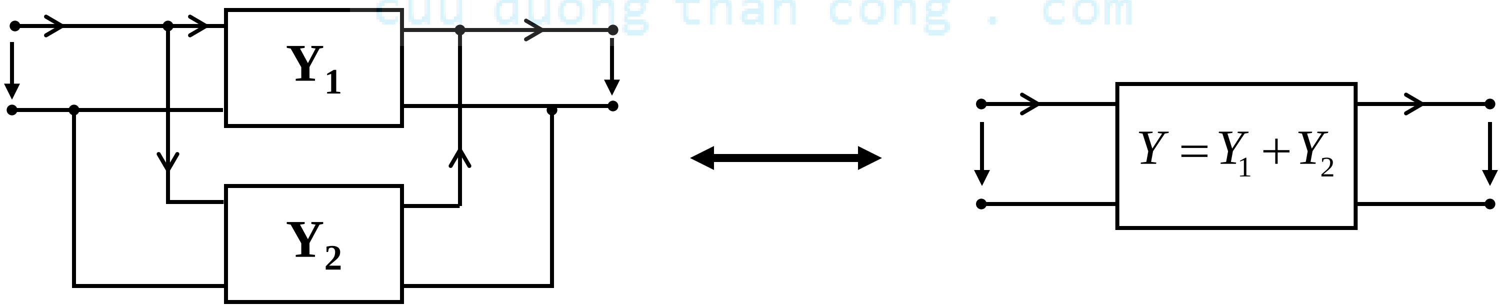
- Hai mạng 2 cửa ghép được gọi là ghép nối tiếp nếu dòng điện chảy vào mạng thứ nhất bằng dòng điện chảy vào mạng thứ 2, dòng điện chảy ra mạng thứ nhất bằng dòng điện chảy ra mạng thứ 2.



II.7. Ma trận của hệ các mạng hai cửa.

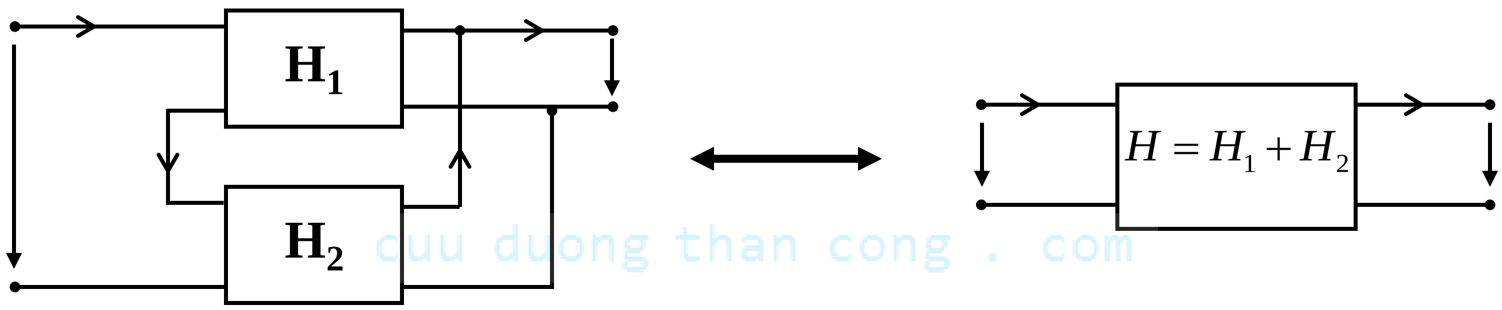
c. Mạng hai cửa ghép song song.

➢ Hai mạng 2 cửa ghép được gọi là ghép song song nếu chúng có chung đầu vào và đầu ra.

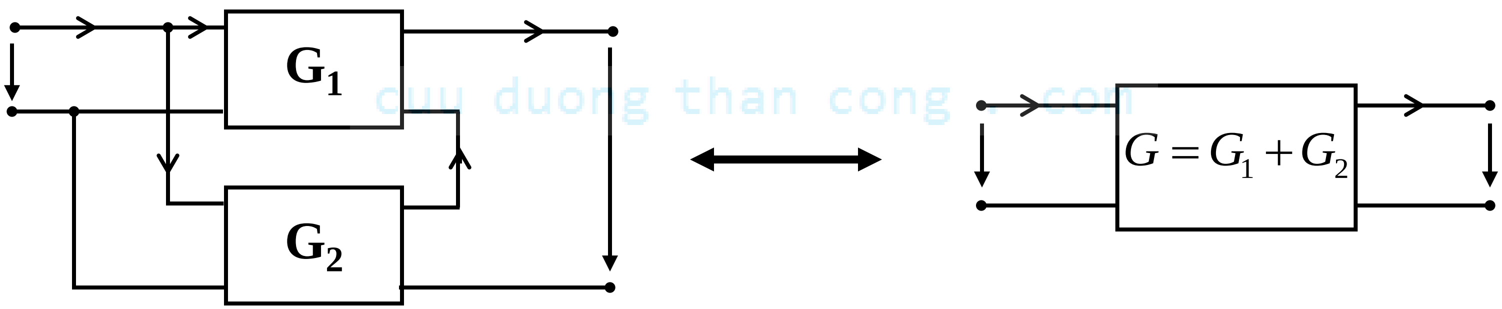


II.7. Ma trận của hệ các mạng hai cửa.

d. Mạng hai cửa ghép nối tiếp - song song.



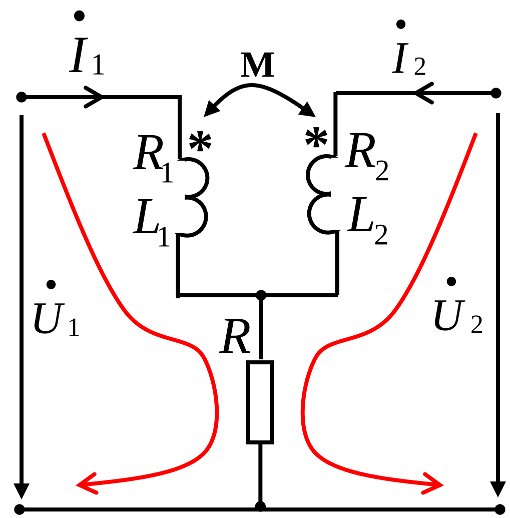
e. Mạng hai cửa ghép song song - nối tiếp.



II.8. Các phương pháp tính bộ số đặc trưng.

- Để tính bộ số của mạng hai cửa tuyến tính không nguồn, ta có các cách sau:
  - Dùng công thức định nghĩa.
  - Lập phương trình mạch, biến đổi về dạng của phương trình bộ số cần tìm.
  - Từ bộ số này tính ra bộ số khác.
  - Phương pháp tổng hợp toán học.

Ví dụ: Tính các bộ số của sơ đồ hình bên.



- ***Tính bộ Z.***

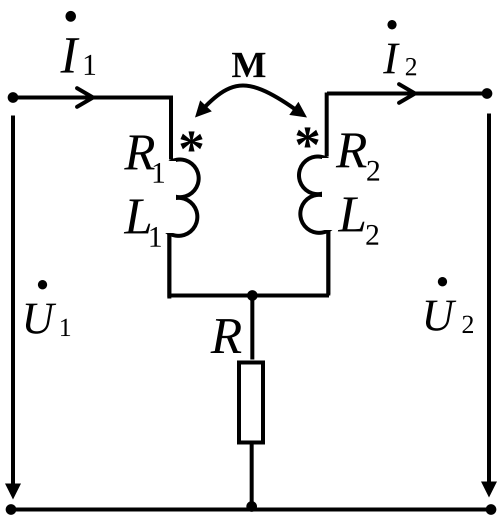
  Lập phương trình dòng vòng

$$\begin{cases} (R+R_1+j\omega L_1).\dot{I}_1+(R+j\omega M).\dot{I}_2=\dot{U}_1 & (1) \\ (R+j\omega M).\dot{I}_1+(R+R_2+j\omega L_2).\dot{I}_2=\dot{U}_2 & (2) \end{cases}$$

$$\boxed{Z=\begin{pmatrix} R+R_1+j\omega L_1 & R+j\omega M \\ R+j\omega M & R+R_2+j\omega L_2 \end{pmatrix}}$$

II.8. Các phương pháp tính bộ số đặc trưng.

Ví dụ: Tính các bộ số của sơ đồ hình bên.



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

➢ ***Tính bộ H.***

Từ phương trình (2): $\rightarrow \dot{I}_2 = \dfrac{1}{Z_{22}}.\dot{U}_2 - \dfrac{Z_{21}}{Z_{22}}.\dot{I}_1 \rightarrow \begin{cases} H_{21} = -\dfrac{Z_{21}}{Z_{22}} \\ H_{22} = \dfrac{1}{Z_{22}} \end{cases}$

Thay vào phương trình (1):

$$\dot{U}_1 = Z_{11}.\dot{I}_1 + \frac{Z_{12}}{Z_{22}}.\left(\dot{U}_2 - Z_{21}.\dot{I}_1\right) = \left(Z_{11} - \frac{Z_{21}.Z_{12}}{Z_{22}}\right).\dot{I}_1 + \frac{Z_{12}}{Z_{22}}.\dot{U}_2$$

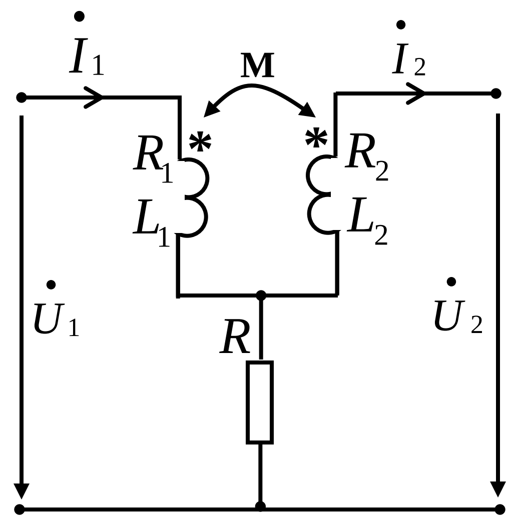
$$\rightarrow \begin{cases} H_{11} = Z_{11} - \dfrac{Z_{12}.Z_{21}}{Z_{22}} \\ H_{12} = \dfrac{Z_{12}}{Z_{22}} \end{cases}$$

$$\boxed{H = \begin{pmatrix} Z_{11} - \dfrac{Z_{12}.Z_{21}}{Z_{22}} & \dfrac{Z_{12}}{Z_{22}} \\ -\dfrac{Z_{21}}{Z_{22}} & \dfrac{1}{Z_{22}} \end{pmatrix}}$$

cuu duong than cong . com

II.8. Các phương pháp tính bộ số đặc trưng.

Ví dụ: Tính các bộ số của sơ đồ hình bên.



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

- ***Tính bộ A.***

Từ phương trình (2): $\rightarrow \dot{I}_1 = \dfrac{1}{Z_{21}}.\dot{U}_2 - \dfrac{Z_{22}}{Z_{21}}.\dot{I}_2 \rightarrow \begin{cases} A_{21} = \dfrac{1}{Z_{21}} \\ A_{22} = -\dfrac{Z_{22}}{Z_{21}} \end{cases}$

Thay vào phương trình (1):

$$\dot{U}_1 = Z_{11}.\left(\frac{1}{Z_{21}}.\dot{U}_2 - \frac{Z_{22}}{Z_{21}}.\dot{I}_2\right) + Z_{12}.\dot{I}_2 = \frac{Z_{11}}{Z_{21}}\dot{U}_2 + \left(Z_{12} + \frac{Z_{11}.Z_{22}}{Z_{21}}\right).\dot{I}_2$$

$$\rightarrow \begin{cases} A_{11} = \dfrac{Z_{11}}{Z_{21}} \\ A_{12} = Z_{12} - \dfrac{Z_{11}.Z_{22}}{Z_{21}} \end{cases}$$

$$\boxed{A = \begin{pmatrix} \dfrac{Z_{11}}{Z_{21}} & Z_{12} - \dfrac{Z_{11}.Z_{22}}{Z_{21}} \\ \dfrac{1}{Z_{21}} & -\dfrac{Z_{22}}{Z_{21}} \end{pmatrix}}$$

Chương 7: Mạng hai cửa tuyến tính

I. Khái niệm về mạng hai cửa.

II. Mô tả toán học của mạng hai cửa - Phương pháp tính các bộ số đặc trưng.

III. Tính chất mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ.

IV. Hàm truyền đạt dòng - áp. Tổng trở vào của mạng hai cửa. Vấn đề hòa hợp nguồn và tải bằng mạng hai cửa.

V. Mạng hai cửa phi hỗ.

VI. Khuếch đại thuật toán.

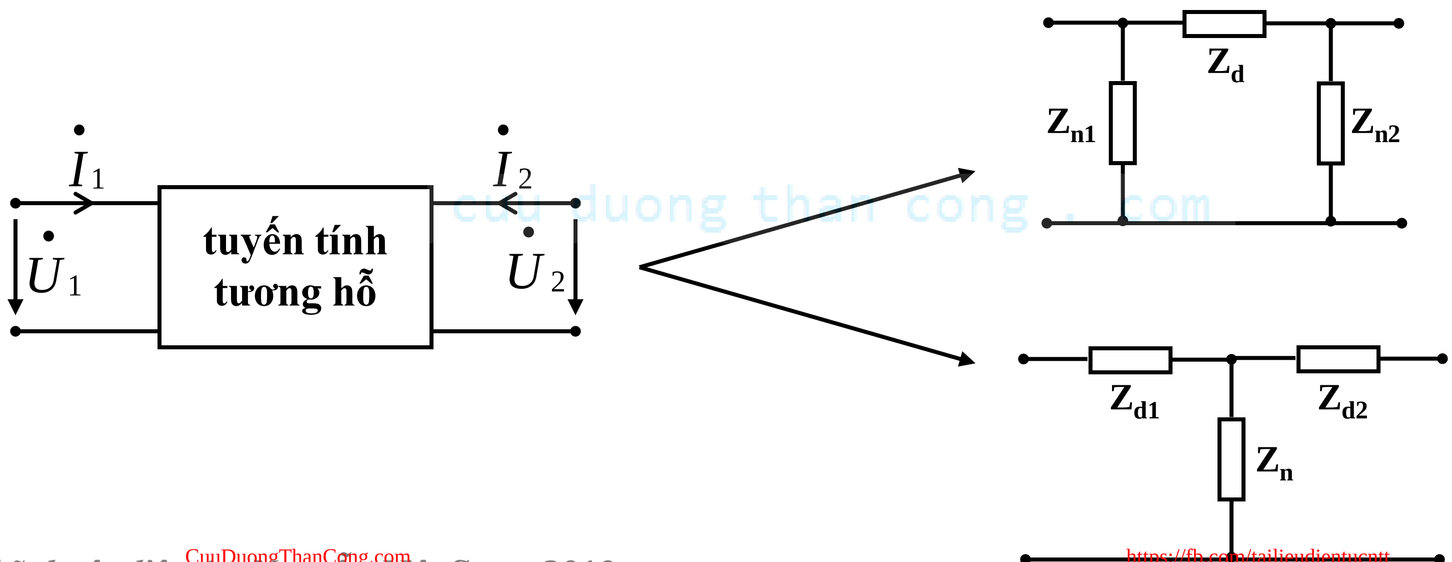
III. Tính chất mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ.

- Nếu mạng 2 cửa là tuyến tính và tương hỗ thì:

$$\det A = \pm 1 \qquad Z_{12} = Z_{21} \qquad H_{12} = -H_{21}$$

$$\det B = \pm 1 \qquad Y_{12} = Y_{21} \qquad G_{12} = -G_{21}$$

- Nhận xét: Với mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ, ta luôn có 1 ràng buộc ở mỗi bộ số. Như vậy mạch chỉ còn 3 thông số độc lập tuyến tính → ***Sơ đồ tương đương của mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ chỉ gồm 3 phần tử mắc theo sơ đồ hình T hoặc hình π***

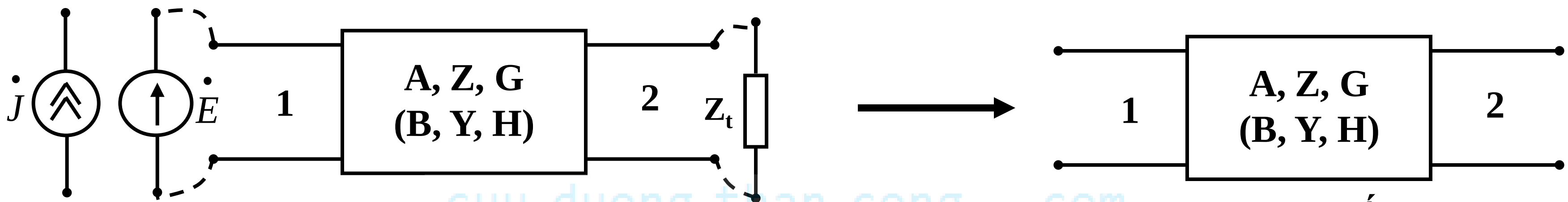


Sơ đồ hình π

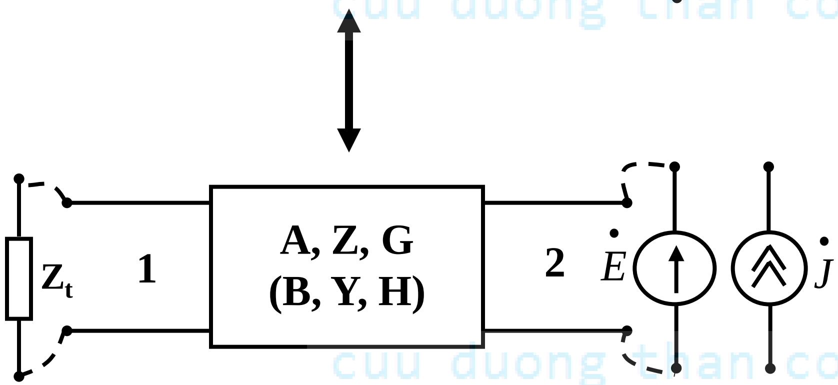
Sơ đồ hình T

III. Tính chất mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ.

- Mạng 2 cửa đối xứng là mạng 2 cửa mà khi ta thay đổi chiều truyền đạt trên các cửa 1 và 2, tính chất và phương trình truyền đạt vẫn không thay đổi.



Mạng 2 cửa đối xứng



$$A_{11} = \pm A_{22} \qquad Z_{11} = Z_{22}$$

$$B_{11} = \pm B_{22} \qquad Y_{11} = Y_{22}$$

$$\det H = 1$$

$$\det G = 1$$

- Nhận xét: Với ***mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ và đối xứng,*** chỉ ***có 2 thông số độc lập tuyến tính.***

Chương 7: Mạng hai cửa tuyến tính

I. Khái niệm về mạng hai cửa.

II. Mô tả toán học của mạng hai cửa - Phương pháp tính các bộ số đặc trưng.

III. Tính chất mạng 2 cửa tuyến tính tương hỗ.

IV. Hàm truyền đạt dòng - áp. Tổng trở vào của mạng hai cửa. Vấn đề hòa hợp nguồn và tải bằng mạng hai cửa.

IV.1. Hàm truyền đạt dòng áp.

IV.2. Tổng trở vào của mạng hai cửa.

IV.3. Tổng trở vào ngăn mạch và hở mạch

IV.4. Vấn đề hòa hợp nguồn và tải bằng mạng hai cửa.

V. Mạng hai cửa phi hỗ.

VI. Khuếch đại thuật toán.

IV.1. Hàm truyền đạt dòng - áp.

- Trong những hệ truyền tin, đo lường, điều khiển … ta chỉ quan tâm đến tín hiệu truyền đi thường là một trong hai biến trạng thái dòng, áp trên mỗi cửa và quá trình truyền đạt chúng qua mạng 2 cửa.

- Khi chỉ xét sự truyền đạt một tín hiệu dòng, áp như vậy không cần cả hệ 2 phương trình trạng thái với 4 hàm truyền đạt các dạng A, Z, G … mà cần rút về một phương trình với một hàm truyền đạt.

- Ở đây ta chỉ xét đến ***hàm truyền đạt dòng***, ***hàm truyền đạt áp*** và ***hàm truyền đạt công suất***.

- Xét một mạng 2 cửa tuyến tính, không nguồn truyền đạt năng lượng tín hiệu đến một tải thụ động có hàm trở Z_2. Ta viết một quan hệ tuyến tính đơn giản giữa tín hiệu cửa ra theo cửa vào dạng.

  - Nếu cần xét sự truyền đạt áp - áp trên 2 cửa, ta có hàm truyền đạt áp: $K_U = \dfrac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}$

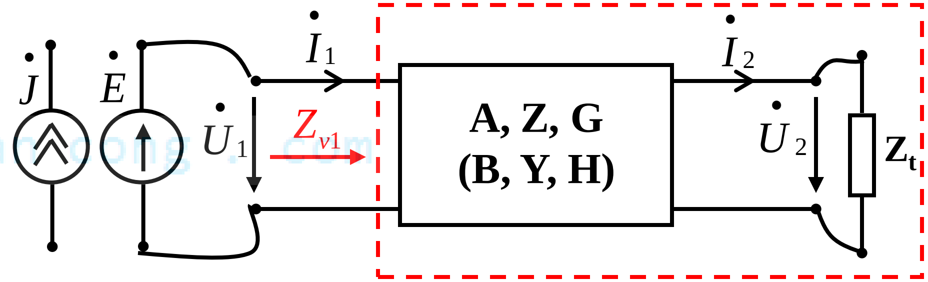
  - Nếu cần xét sự truyền đạt dòng - dòng trên 2 cửa, ta có hàm truyền đạt áp: $K_I = \dfrac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}$

  - Với mạch Kirchhoff ta quan tâm đến quan hệ công suất giữa 2 cửa: $K_S = \dfrac{\tilde{S}_2}{\tilde{S}_1}$

IV.2. Tổng trở vào của mạng 2 cửa.

- Khi xét quá trình năng lượng (tín hiệu đưa vào trên cửa 1 hoặc cửa 2) thực chất ta ***xét hệ mạng 2 cửa cùng với những bộ phận nó truyền đạt tới như là một mạng một cửa trong quan hệ trao đổi năng lượng tín hiệu với mạch ngoài***.

- Quá trình trên cửa sẽ đặc trưng bởi một cặp biến dòng - áp, do đó sẽ đặc trưng bởi một hàm tổng trở vào hay tổng dẫn vào Z_v (Y_v).

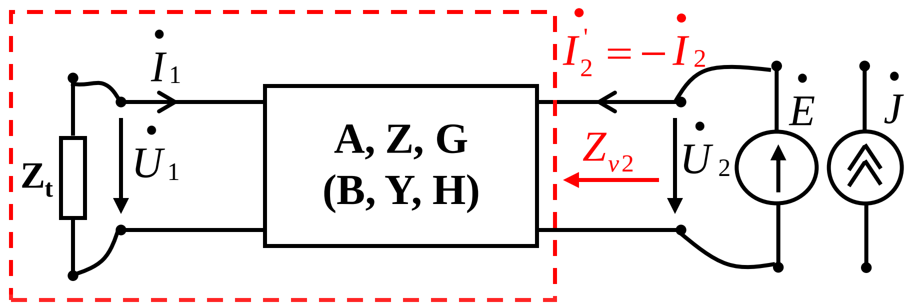


❖ Khi mạng 2 cửa truyền đạt từ cửa 1 đến tải Z_t ở cửa 2, quá trình năng lượng, tín hiệu ở cửa 1 đặc trưng bởi một hàm tổng trở vào cửa 1.

$$Z_{v1} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = \frac{A_{11}.\dot{U}_2 + A_{12}.\dot{I}_2}{A_{21}.\dot{U}_2 + A_{22}.\dot{I}_2} \xrightarrow{\dot{U}_2 = Z_t.\dot{I}_2} \boxed{Z_{v1} = \frac{A_{11}.Z_t + A_{12}}{A_{21}.Z_t + A_{22}}}$$

Xét mối liên hệ giữa nguồn và tải ta nói rằng: ***Mạng 2 cửa đã làm một phép biến đổi tổng trở Z_t thành Z_{v1}.***

IV.2. Tổng trở vào của mạng 2 cửa.



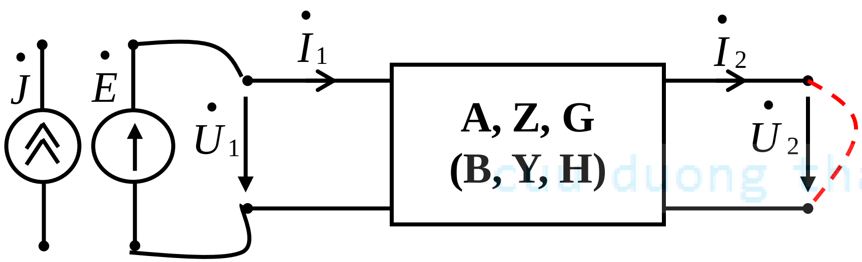
❖ Khi mạng 2 cửa truyền đạt từ cửa 2 đến tải Z_t ở cửa 1, quá trình năng lượng, tín hiệu ở cửa 2 đặc trưng bởi một hàm tổng trở vào cửa 2.

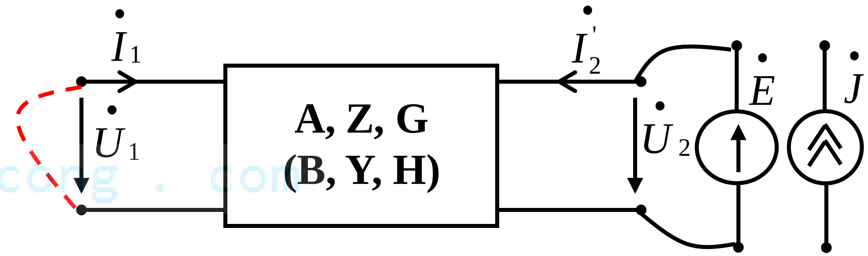
$$Z_{v2} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2^{'}} = \frac{-\dot{U}_2}{\dot{I}_2} = \frac{-A_{22}.\dot{U}_1 + A_{12}.\dot{I}_1}{-A_{21}.\dot{U}_1 + A_{11}.\dot{I}_1} \xrightarrow{\dot{U}_1 = -Z_t.\dot{I}_1} \boxed{Z_{v2} = \frac{A_{22}.Z_t + A_{12}}{A_{21}.Z_t + A_{11}}}$$

Như vậy từ cửa 2, mạng 2 cửa cũng làm một phép biến đổi tổng trở Z_t thành Z_{v2}.

IV.3. Tổng trở vào ngắn mạch và hở mạch.

- Khi ngắn mạch hoặc hở mạch phía tải, trên cửa ra sẽ chỉ còn một tín hiệu điện áp hoặc dòng điện. Lúc đó tổng trở sẽ không tùy thuộc vào tải nữa mà là những hàm đặc trưng riêng của mạng 2 cửa.





❖ Xét cửa 2 hở mạch: $\dot{I}_2 = 0$

$$Z_{1ho} = \frac{A_{11}.\dot{U}_2 + A_{12}.\dot{I}_2}{A_{21}.\dot{U}_2 + A_{22}.\dot{I}_2} = \frac{A_{11}}{A_{21}}$$

❖ Xét cửa 1 hở mạch: $\dot{I}_1 = 0$

$$Z_{2ho} = \frac{-A_{22}.\dot{U}_1 + A_{12}.\dot{I}_1}{-A_{21}.\dot{U}_1 + A_{11}.\dot{I}_1} = \frac{A_{22}}{A_{21}}$$

❖ Xét cửa 2 ngắn mạch: $\dot{U}_2 = 0$

$$Z_{1ng} = \frac{A_{11}.\dot{U}_2 + A_{12}.\dot{I}_2}{A_{21}.\dot{U}_2 + A_{22}.\dot{I}_2} = \frac{A_{12}}{A_{22}}$$

❖ Xét cửa 1 ngắn mạch: $\dot{U}_1 = 0$

$$Z_{2ng} = \frac{-A_{22}.\dot{U}_1 + A_{12}.\dot{I}_1}{-A_{21}.\dot{U}_1 + A_{11}.\dot{I}_1} = \frac{A_{12}}{A_{11}}$$

IV.3. Tổng trở vào ngắn mạch và hở mạch.

- Các hàm tổng trở $\mathbf{Z_{1hở}}$, $\mathbf{Z_{1ng}}$, $\mathbf{Z_{2hở}}$, $\mathbf{Z_{2ng}}$ là 4 hàm đặc trưng của mạng 2 cửa, qua đó có thể tìm cách viết hệ phương trình trạng thái mạng 2 cửa hoặc tính ra các bộ số đặc trưng A, Z, G, … của mạng 2 cửa.

Ví dụ: Ta có thể tính bộ số A từ các giá trị của $Z_{1hở}$, Z_{1ng}, Z_{2ng} theo công thức sau.

$$A_{11} = \sqrt{\frac{Z_{1ng}.Z_{1ho}}{Z_{2ng}.(Z_{1ho} - Z_{1ng})}} \qquad A_{12} = A_{11}.Z_{2ng}$$

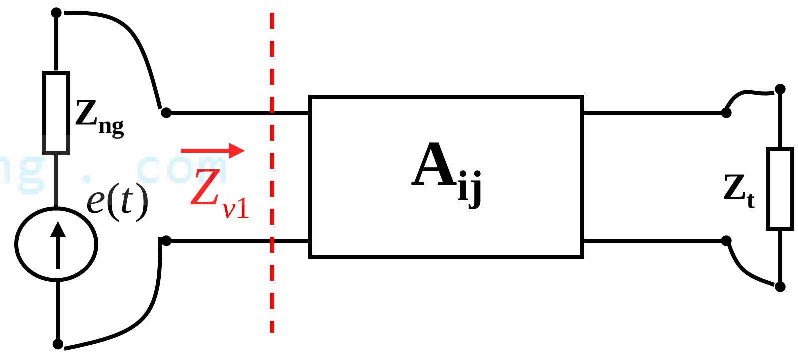
$$A_{21} = \frac{A_{11}}{Z_{1ho}} \qquad A_{22} = \frac{A_{12}}{Z_{1ng}}$$

- Trong thực tế thường sử dụng các công thức này vì một mạng 2 cửa chưa rõ kết cấu (***hộp đen***) thường có thể làm thí nghiệm ngắn mạch và hở mạch để đo các tổng trở vào, từ đó có thể tính bộ A_{ij} hoặc các bộ số khác.

IV.4. Vấn đề hòa hợp nguồn và tải bằng mạng 2 cửa.

- Như trong chương 6 đã đề cập, một nguồn có tổng trở Z_{ng} muốn truyền công suất lớn nhất đến tải Z_t thì phải thỏa mãn điều kiện:

$$\boxed{Z_{ng} = \hat{Z}_t}$$



- Trong thực tế, nhiều khi Z_{ng} và Z_t không thỏa mãn điều kiện hòa hợp.
  → Nối thêm mạng 2 cửa để thực hiện phép biến đổi tổng trở vào.
- Cần chọn sơ đồ mạng 2 cửa và bộ số A sao cho:
  - Tổng trở vào nhìn từ cửa 1 Z_{v1} bằng liên hiệp của tổng trở nguồn $\hat{Z}_{ng}$

$$\boxed{Z_{v1} = \frac{A_{11}.Z_t + A_{12}}{A_{21}.Z_t + A_{22}} = \hat{Z}_{ng}}$$

  - Mạng 2 cửa A là thuần kháng để toàn bộ công suất từ nguồn truyền đến tải.

$$\boxed{P = \frac{E_{ng}^2}{4.R_{ng}}}$$

Chương 7: Mạng hai cửa tuyến tính

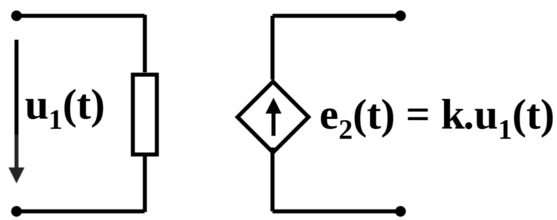
cuu duong than cong . com

V.1. Khái niệm.

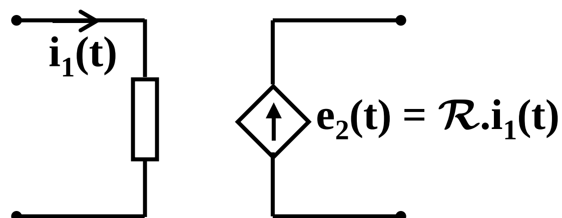
- Mạng hai cửa phi hỗ là mạng hai cửa mà quan hệ các biến dòng, áp trên các cửa không có quan hệ tương hỗ với nhau.
- Khi đó các ***bộ số A, B, Z, Y, H, G có 4 tham số độc lập tuyến tính*** → M***ạch tương đương của mạng hai cửa phi hỗ ta có 4 phần tử.***

V.2. Các nguồn phụ thuộc.

- Nguồn phụ thuộc (nguồn bị điều khiển) là nguồn mà trạng thái dòng, áp của nó phụ thuộc vào trạng thái của một nhánh khác trong mạch.
- Phân loại:
  - ***Nguồn áp phụ thuộc áp:*** Điện áp trên hai cực của nguồn phụ thuộc vào trạng thái điện áp trên một nhánh khác trong mạch.



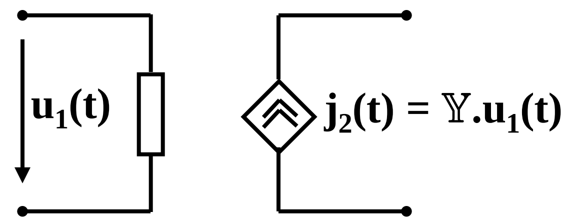
  - ***Nguồn áp phụ thuộc dòng:*** Điện áp trên hai cực của nguồn phụ thuộc vào trạng thái dòng điện trên một nhánh khác trong mạch.



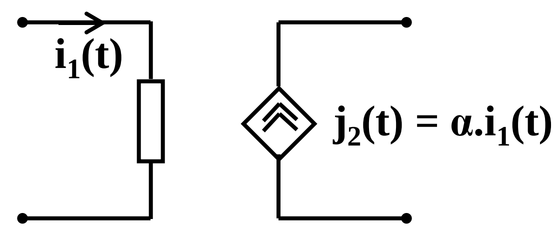
V.2. Các nguồn phụ thuộc.

➢ Phân loại:

❖ ***Nguồn dòng phụ thuộc áp:*** Dòng điện sinh ra bởi nguồn phụ thuộc vào trạng thái điện áp trên một nhánh khác trong mạch.



❖ ***Nguồn dòng phụ thuộc dòng:*** Dòng điện của nguồn phụ thuộc vào trạng thái dòng điện trên một nhánh khác trong mạch.

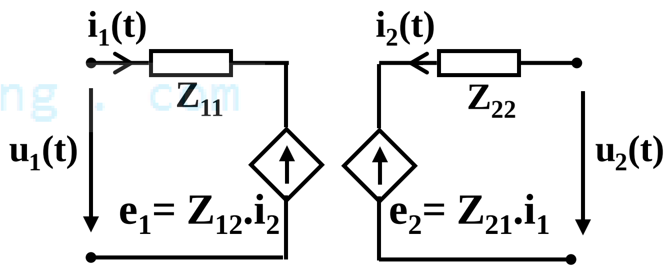


V.3. Sơ đồ tương đương của mạng hai cửa phi hỗ.

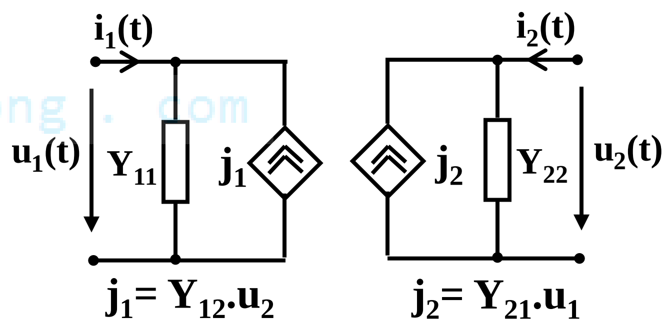
➢ Do mạng hai cửa phi hỗ có 4 tham số độc lập tuyến tính nên sơ đồ tương đương của mạng 2 cửa phi hỗ sẽ bao gồm 4 phần tử.

➢ ***Sơ đồ tương đương dùng 2 trở kháng + 2 nguồn bị điều khiển.***

❖ Xét bộ Z: $\begin{cases} u_1 = Z_{11}.i_1 + Z_{12}.i_2 \\ u_2 = Z_{21}.i_1 + Z_{22}.i_2 \end{cases}$



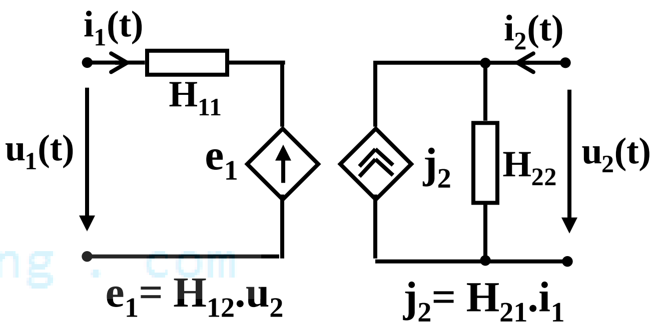
❖ Xét bộ Y: $\begin{cases} i_1 = Y_{11}.u_1 + Y_{12}.u_2 \\ i_2 = Y_{21}.u_1 + Y_{22}.u_2 \end{cases}$



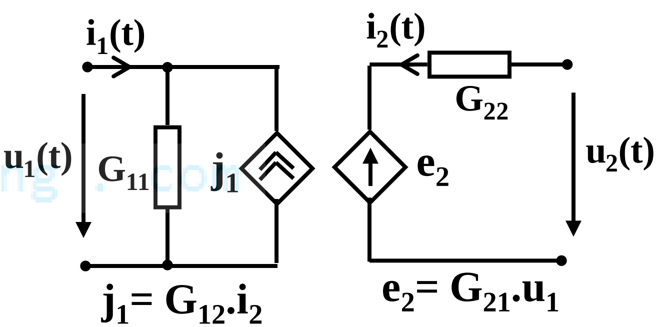
V.3. Sơ đồ tương đương của mạng hai cửa phi hỗ.

➢ ***Sơ đồ dùng 2 trở kháng + 2 nguồn bị điều khiển.***

❖ Xét bộ H: $\begin{cases} u_1 = H_{11}.i_1 + H_{12}.u_2 \\ i_2 = H_{21}.i_1 + H_{22}.u_2 \end{cases}$



❖ Xét bộ G: $\begin{cases} i_1 = G_{11}.u_1 + G_{12}.i_2 \\ u_2 = G_{21}.u_1 + G_{22}.i_2 \end{cases}$



V.3. Sơ đồ tương đương của mạng hai cửa phi hỗ.

➢ ***Sơ đồ tương đương dùng 3 trở kháng + 1 nguồn bị điều khiển.***

❖ Xét bộ Z:

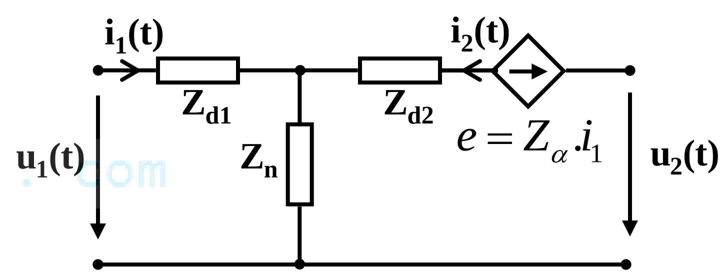
$$\begin{cases} u_1 = Z_{11}.i_1 + Z_{12}.i_2 \\ u_2 = Z_{21}.i_1 + Z_{22}.i_2 \end{cases} \xleftrightarrow{Z_{21} = Z_{12} + Z_\alpha} \begin{cases} u_1 = Z_{11}.i_1 + Z_{12}.i_2 \\ \underbrace{u_2 = Z_{12}.i_1 + Z_{22}.i_2}_{\text{Sơ đồ hình T}} + Z_\alpha.i_1 \end{cases}$$

Với bộ Z đã cho, ta luôn tính được các giá trị

Z_{d1}, Z_{d2}, và Z_n theo công thức:

$$Z_n = Z_{12} \qquad Z_{d2} = Z_{22} - Z_{12}$$

$$Z_{d1} = Z_{11} - Z_{12} \qquad Z_\alpha = Z_{21} - Z_{12}$$



V.3. Sơ đồ tương đương của mạng hai cửa phi hỗ.

➢ ***Sơ đồ tương đương dùng 3 trở kháng + 1 nguồn bị điều khiển.***

❖ Xét bộ Y:

$$\begin{cases} i_1 = Y_{11}.u_1 + Y_{12}.u_2 \\ i_2 = Y_{21}.u_1 + Y_{22}.u_2 \end{cases} \xleftrightarrow{Y_{21} = Y_{12} + Y_\alpha} \begin{cases} i_1 = Y_{11}.u_1 + Y_{12}.u_2 \\ i_2 = \underbrace{Y_{12}.u_1 + Y_{22}.u_2}_{\text{Sơ đồ hình } \pi} + Y_\alpha.u_1 \end{cases}$$

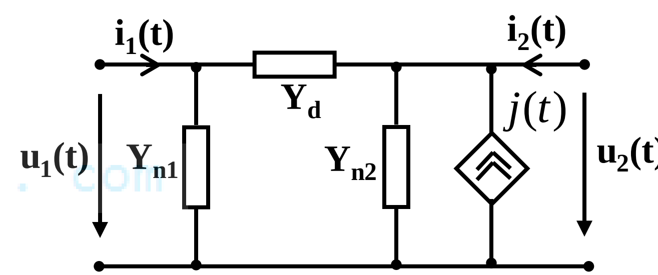
Với bộ Y đã cho, ta luôn tính được các giá trị

Y_{n1}, Y_{n2}, và Y_d theo công thức:

$$Y_d = -Y_{12} \qquad Y_{n2} = Y_{22} + Y_{12}$$

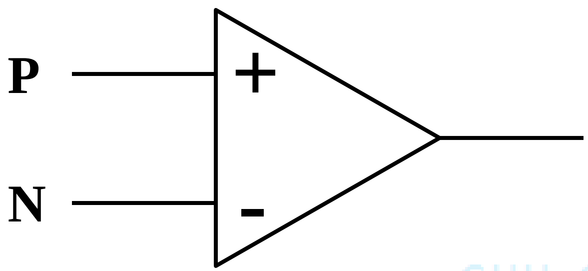
$$Y_{n1} = Y_{11} + Y_{12} \qquad Y_\alpha = Y_{21} - Y_{12}$$

$$j(t) = Y_\alpha.u_1(t)$$



VI. Khuếch đại thuật toán

1. Khái niệm



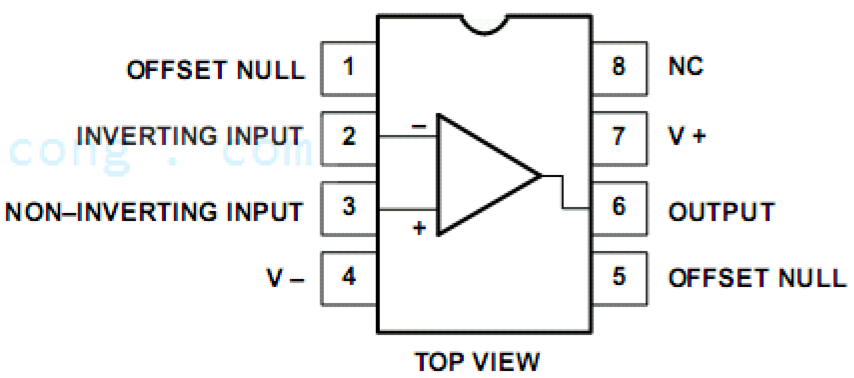
➢Khuếch đại thuật toán là một phần tử phức hợp của mạch điện, có 2 cửa ngõ.

➢ Các thông số của OPAM lý tưởng :

- ❖ $R_{vào} = \infty$; $I_N = 0$;
- ❖ $R_{ra} = 0$; $I_P = 0$;
- ❖ Hệ số khuếch đại trong ($\mu = \infty$)

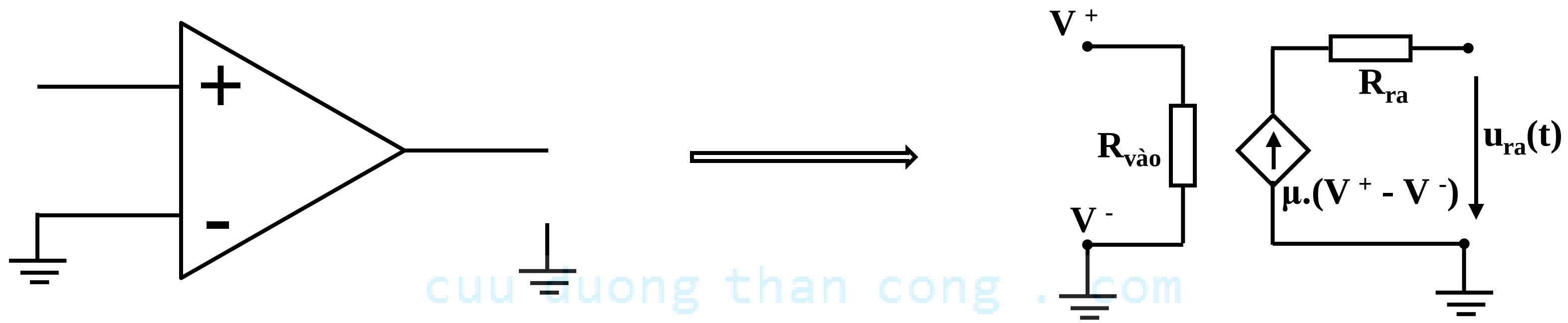
➢Ví dụ : Khuếch đại thuật toán µA741

- ❖ $R_{vào} = 2M\Omega$
- ❖ $R_{ra} = 50\Omega$
- ❖ $\mu = 200000$

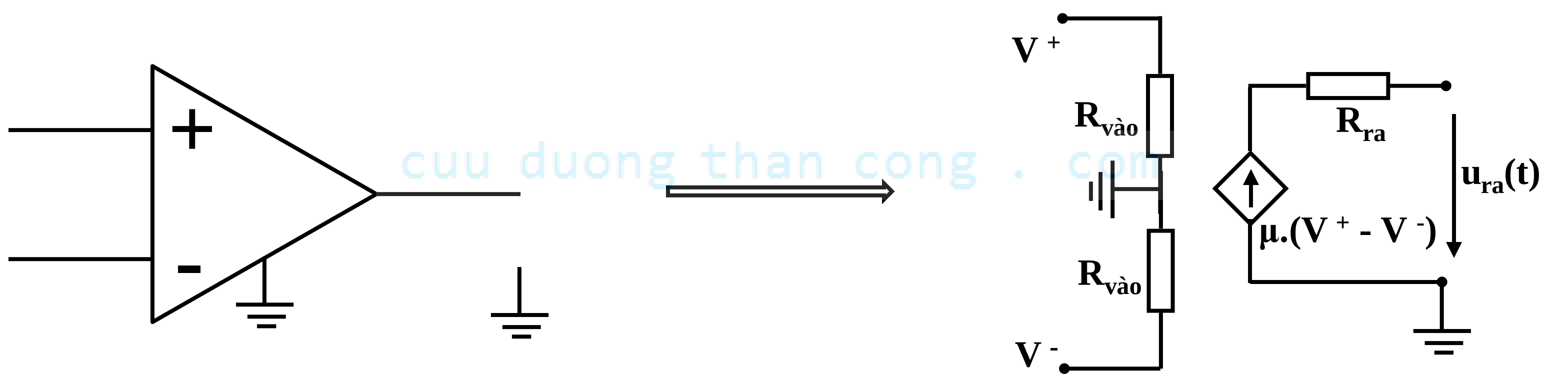


VI. Khuếch đại thuật toán

2. Sơ đồ thay thế.



Sơ đồ đầu vào so đất



Sơ đồ vi sai