



Phần tử cơ bản của mạch điện

Cơ sở lý thuyết mạch điện

Nội dung

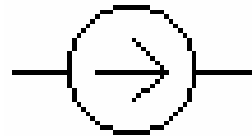
- Thông số mạch
- **Phần tử mạch**
 - Nguồn áp
 - Nguồn dòng
 - Điện trở
 - Cuộn dây
 - Tụ
- Mạch một chiều
- Mạch xoay chiều
- Mạng hai cửa
- Mạch ba pha
- Quá trình quá độ

Phần tử cơ bản của mạch điện

- Có 2 lớp chính: chủ động & thụ động
- Chủ động: có khả năng tự phát ra năng lượng điện (về lý thuyết là vô tận)
- Thụ động: không thể tự phát ra năng lượng điện
- Chủ động:
 - Nguồn: thiết bị có thể chuyển hoá năng lượng phi điện thành năng lượng điện & ngược lại
 - Nguồn áp & nguồn dòng
- Thụ động:
 - Điện trở
 - Cuộn dây
 - Tụ

Nguồn áp (1)

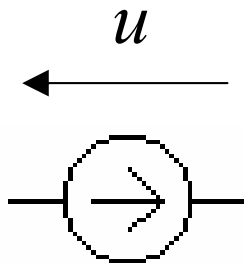
- (lý tưởng) Là một phần tử mạch có khả năng duy trì một điện áp danh định trên 2 cực của đầu ra, điện áp này không phụ thuộc vào dòng điện chảy giữa 2 cực đó



- Nói cách khác, điện áp không phụ thuộc vào tải
- Điện áp có thể không đổi (một chiều) hoặc biến thiên (thường là xoay chiều)
- Điện trở trong bằng không (0)
- Ví dụ: ắc quy, pin, máy phát điện



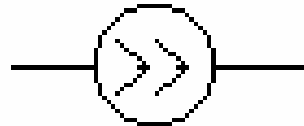
Nguồn áp (2)



- Chiều của mũi tên ở phía trong vòng tròn biểu diễn chiều tăng của điện áp

Nguồn dòng

- (lý tưởng) Là một phần tử mạch có khả năng duy trì một dòng điện danh định chảy giữa 2 cực của đầu ra, dòng điện này không phụ thuộc vào điện áp trên 2 cực đó



- Nói cách khác, dòng điện không phụ thuộc vào tải
- Dòng điện có thể không đổi (một chiều) hoặc biến thiên (thường là xoay chiều)
- Điện trở trong vô cùng lớn

Điện trở (1)

- Đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện

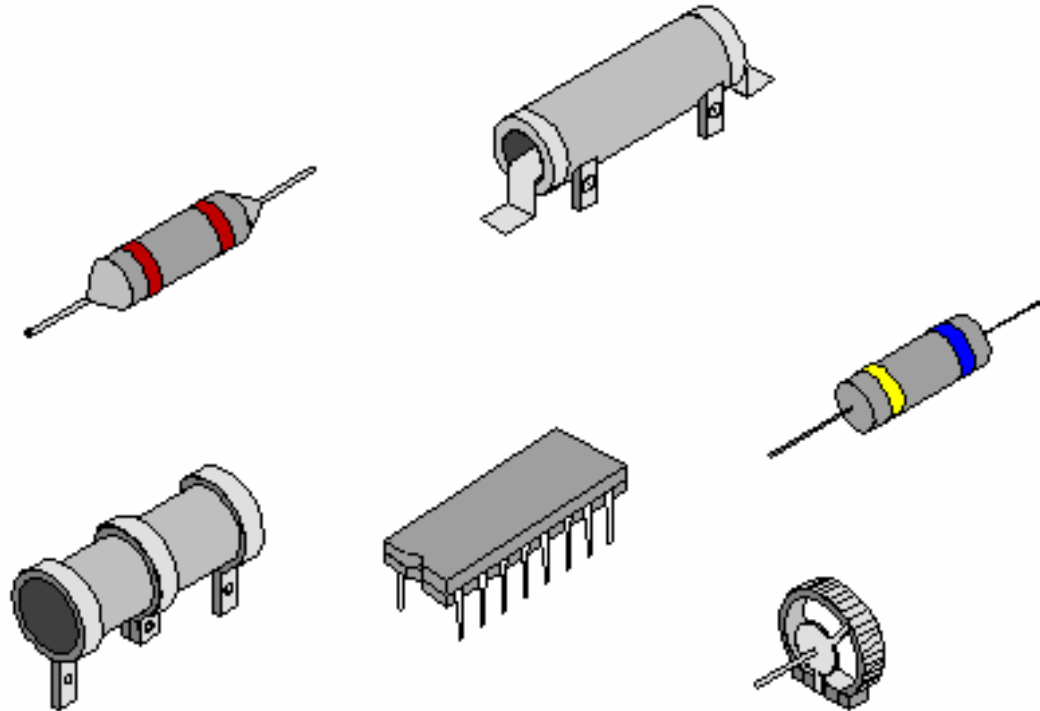


- Đơn vị: ohm (Ω)
- Ký hiệu R hoặc r
- Ví dụ: dây tóc bóng đèn
- Điện dẫn:
 - Nghịch đảo của điện trở
 - Đơn vị: siemens (S) hoặc mho (\mathfrak{U})
 - Ký hiệu G hoặc g

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

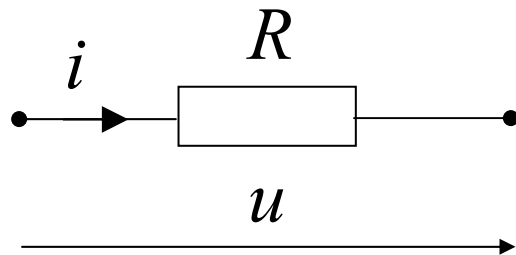


Điện trở (2)





Điện trở (3)



$$u = Ri$$

$$i = \frac{u}{R}$$

$$p = ui = Rii = Ri^2$$

$$p = ui = u \frac{u}{R} = \frac{u^2}{R}$$

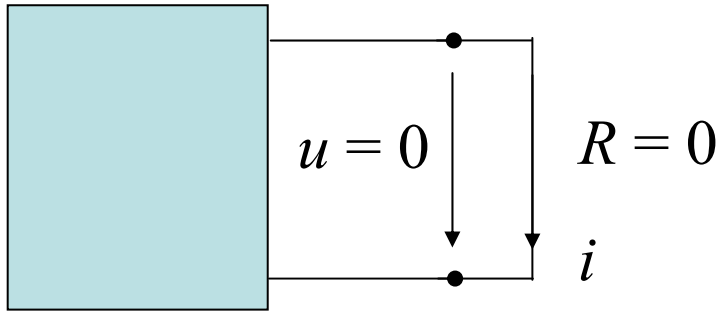
Công suất của điện trở luôn dương



Điện trở (4)

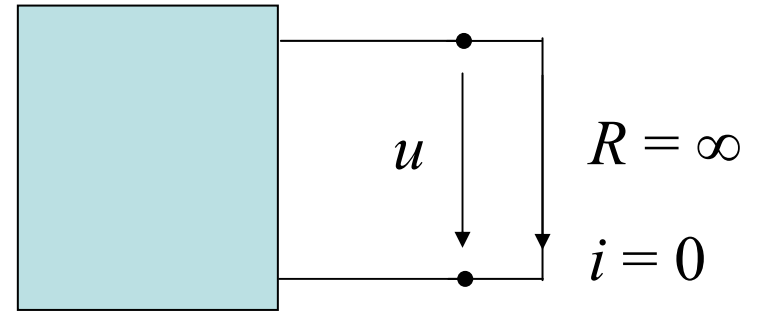
Ngắn mạch: $R = 0$

$$u = Ri = 0$$



Hở mạch: $R = \infty$

$$i = \lim_{R \rightarrow \infty} \frac{u}{R} = 0$$



Cuộn dây (1)

- Dây dẫn quấn xung quanh lõi



- Liên quan đến từ trường
- Từ trường biến thiên sinh ra điện áp
- Thông số đặc trưng: điện cảm L , đo bằng henry (H)
- $H = V_s/A$
- Điện cảm: đặc trưng cho tính chất chống lại sự thay đổi của dòng điện chảy qua cuộn dây

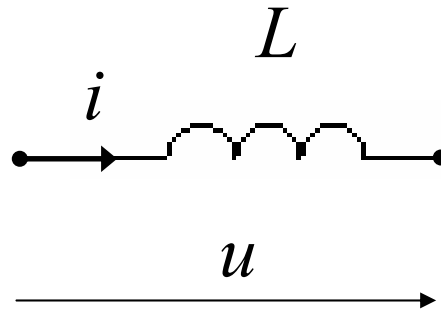


Cuộn dây (2)





Cuộn dây (3)



$$u = L \frac{di}{dt}$$

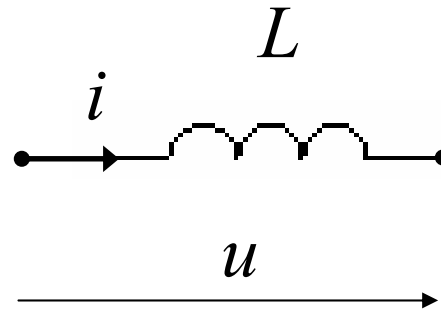
$$\rightarrow di = \frac{1}{L} u dt \quad \rightarrow i = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u(t) dt = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u(t) dt + i(t_0)$$

$$i(t_0) = i \Big|_{-\infty < t < t_0}$$

$$i(-\infty) = 0$$



Cuộn dây (4)



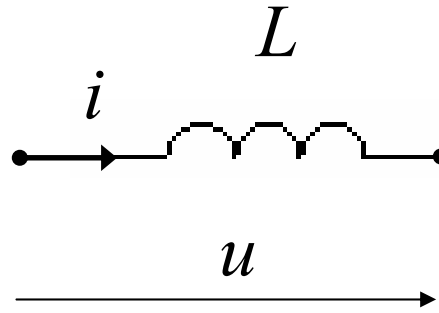
$$p = ui = \left(L \frac{di}{dt} \right) i$$

$$\rightarrow w = \int_{-\infty}^t p dt = \int_{-\infty}^t \left(L \frac{di}{dt} \right) i dt$$

$$= L \int_{-\infty}^t i di = \left. \begin{aligned} & \frac{1}{2} Li^2(t) - \frac{1}{2} Li^2(-\infty) \\ & i(-\infty) = 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow \boxed{w = \frac{1}{2} Li^2}$$



Cuộn dây (5)



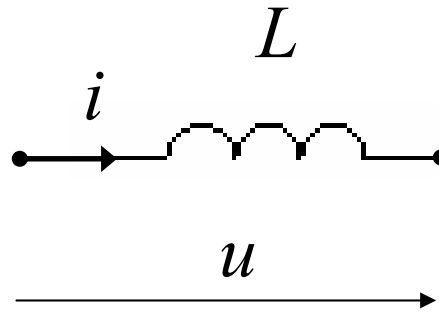
$$u = L \frac{di}{dt} \quad \left. \vphantom{u = L \frac{di}{dt}} \right\} \rightarrow u = 0$$

Mạch DC: $i = I = \text{const} \rightarrow di = dI = 0$

Trong mạch DC, cuộn dây tương đương với ngắn mạch



Cuộn dây (6)



$$u = L \frac{di}{dt} \left. \vphantom{u = L \frac{di}{dt}} \right\} \rightarrow u \rightarrow \infty$$

Nếu $dt \rightarrow 0$ (vô lý)

Dòng điện trong cuộn cảm không thể biến thiên đột ngột

Cuộn dây (7)

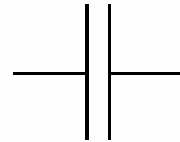
- Cuộn dây lý tưởng có điện trở bằng không
- Thực tế cuộn dây có một điện trở R_w nhỏ
- Có thể mô hình hoá bằng một cuộn dây lý tưởng nối tiếp với R_w



- Chỉ đề cập đến cuộn dây lý tưởng

Tụ (1)

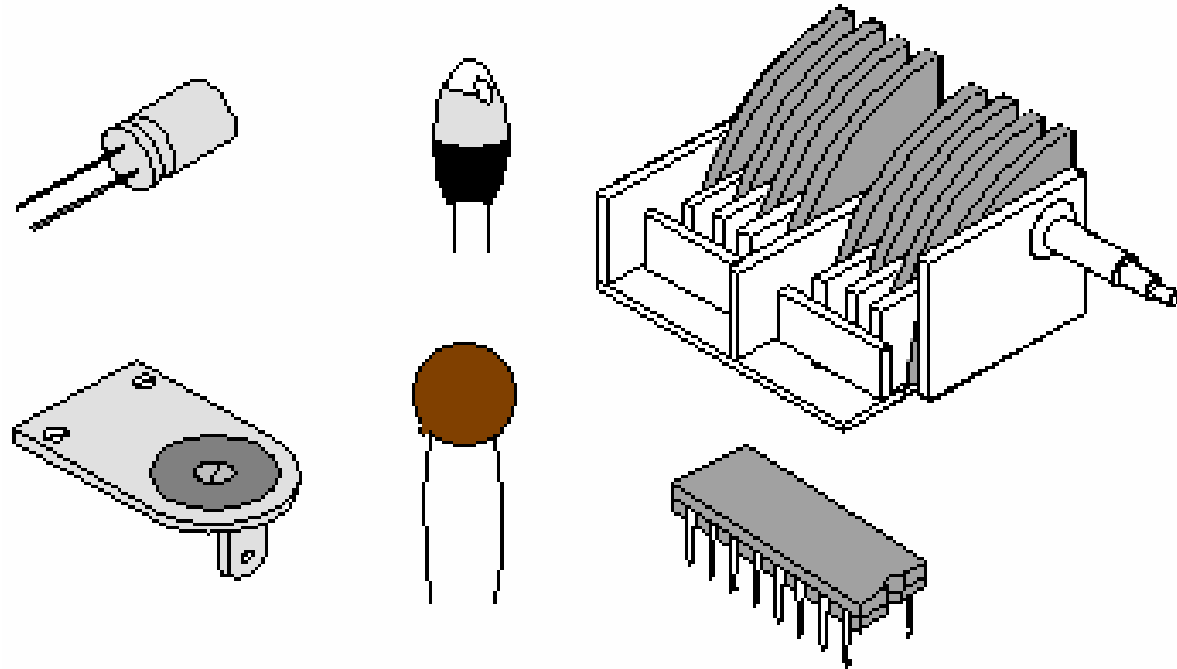
- Gồm có 2 tấm dẫn điện (bản cực) phân tách bằng một lớp cách điện (điện môi)



- Liên quan đến điện trường
- Điện tích biến thiên sinh ra dòng điện giữa hai bản cực
- Thông số đặc trưng: điện dung C , đo bằng farad (F)
- $F = C/V$
- C là hệ số liên hệ giữa điện tích trên một bản cực & hiệu điện thế giữa 2 bản cực

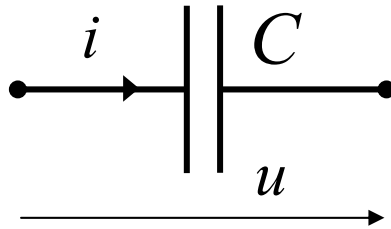


Tụ (2)





Tụ (3)



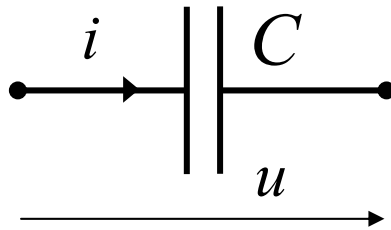
$$\left. \begin{array}{l} i = \frac{dq}{dt} \\ q = Cu \end{array} \right\} \rightarrow \boxed{i = C \frac{du}{dt}}$$

$$\rightarrow u = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i dt = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i dt + u(t_0)$$

$$u(t_0) = \frac{q(t_0)}{C}$$



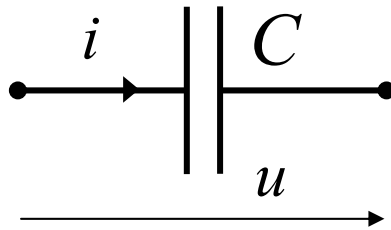
Tụ (4)



$$\left. \begin{aligned} i &= C \frac{du}{dt} \\ p &= ui \end{aligned} \right\} \rightarrow p = Cu \frac{du}{dt}$$

$$w = \int_{-\infty}^t p dt = C \int_{-\infty}^t u \frac{du}{dt} dt = C \int_{-\infty}^t u du = \frac{1}{2} Cu^2 \Big|_{t=-\infty}^t \left. \begin{aligned} & \\ u(-\infty) &= 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow \boxed{w = \frac{1}{2} Cu^2}$$

Tụ (5)



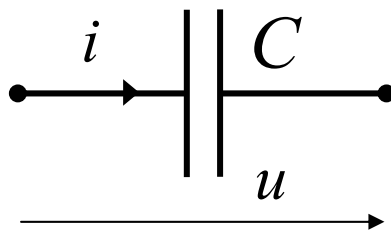
$$i = C \frac{du}{dt} \left. \vphantom{i = C \frac{du}{dt}} \right\} \rightarrow i = 0$$

$$\text{Mạch DC: } u = U = \text{const} \rightarrow du = dU = 0$$

Trong mạch DC, tụ tương đương với hở mạch



Tụ (6)



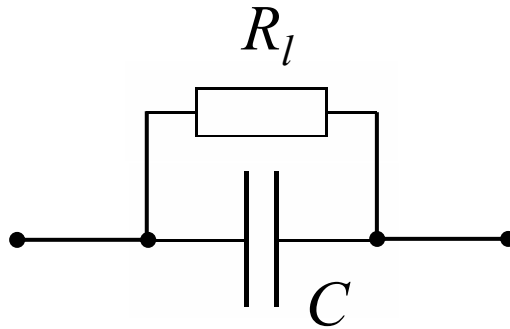
$$i = C \frac{du}{dt} \left. \vphantom{i = C \frac{du}{dt}} \right\} \rightarrow i \rightarrow \infty$$

Nếu $dt \rightarrow 0$ (vô lý)

Điện áp trên tụ không thể biến thiên đột ngột

Tụ (7)

- Tụ lý tưởng có điện trở bằng vô cùng
- Thực tế tụ có một điện trở rò R_l , khoảng 100 MΩ
- Có thể mô hình hoá bằng một tụ lý tưởng song song với R_l



- Chỉ đề cập đến tụ lý tưởng

- Điện trở & tụ được bán ở dạng đơn lẻ hoặc dạng mạch tích hợp (IC) → rẻ → được dùng nhiều
- Cuộn dây chỉ bán ở dạng đơn lẻ → đắt → dùng hạn chế
- Cuộn dây & tụ:
 - Khả năng dự trữ năng lượng → dùng làm nguồn nhất thời
 - Cuộn dây: chống lại biến thiên dòng đột ngột → dùng để dập hồ quang hoặc tia lửa điện
 - Tụ: chống lại biến thiên điện áp đột ngột → dùng để hạn chế xung
 - Nhạy tần → phân tách tần số