



CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN 2



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I. Khái niệm về mạch phi tuyến.

II. Tuyến tính hóa - Quán tính hóa phần tử phi tuyến.

III. Tính chất mạch phi tuyến.

IV. Phương pháp xét mạch phi tuyến.

Bài tập: 1 - 4, 6, 7, 8 - 13.



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I. Khái niệm về mạch phi tuyến.

I.1. Mạch và hệ phương trình mạch phi tuyến.

I.2. Phần tử mạch phi tuyến.

I.3. Hàm đặc tính của phần tử phi tuyến.

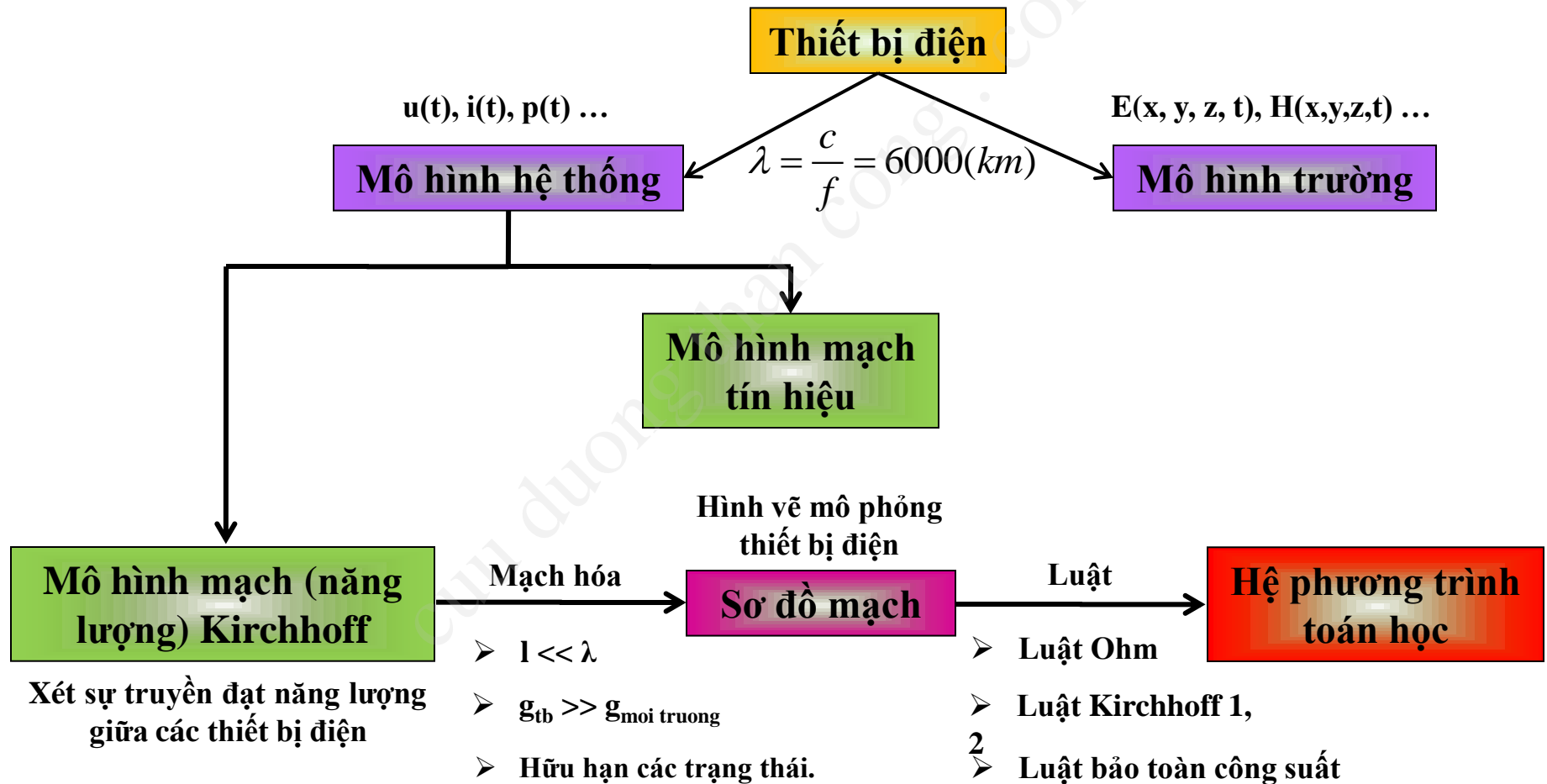
II. Tuyến tính hóa - Quán tính hóa phần tử phi tuyến.

III. Tính chất mạch phi tuyến.

IV. Phương pháp xét mạch phi tuyến.

Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I.1. Mạch và hệ phương trình mạch phi tuyến.



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I.1. Mạch và hệ phương trình mạch phi tuyến.

- Mô hình mạch phi tuyến là mô hình mạch mà quá trình xét được mô tả bởi một hệ phương trình vi tích phân phi tuyến trong miền thời gian.

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n, t) \\ \dots \\ \frac{dx_n}{dt} = f_n(x_1, x_2, \dots, x_n, t) \end{cases}$$

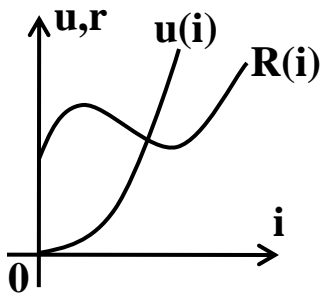
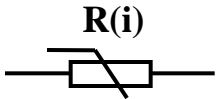
- Trong mạch điện, ta có:
 - ❖ Biến trạng thái x_1, \dots, x_n là dòng điện, điện áp, từ thông, điện tích ...
 - ❖ f_1, \dots, f_n là các kích thích, hàm phi tuyến.
 - ❖ t biến độc lập thời gian

Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I.2. Phần tử mạch phi tuyến.

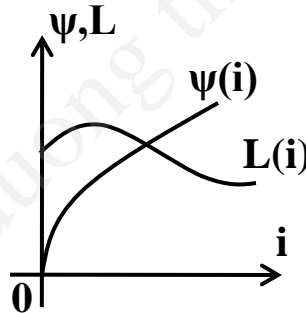
- Phần tử mạch phi tuyến là một phần tử của mạch điện mà quan hệ các trạng thái trên đó là một phương trình (hệ phương trình) vi tích phân phi tuyến.

➤ **Điện trở phi tuyến:**



$$u(t) = R(i).i(t)$$

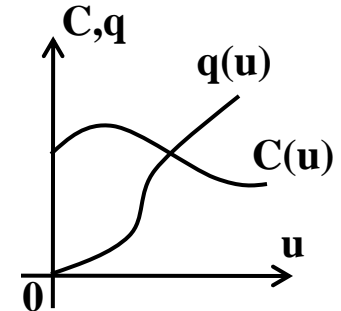
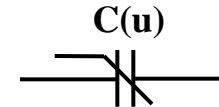
➤ **Cuộn dây phi tuyến:**



$$u_L(t) = \frac{\partial \psi(t)}{\partial t} = \frac{\partial \psi(i)}{\partial i} \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

$$u_L(t) = L(i) \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

➤ **Tụ điện phi tuyến:**



$$i_C(t) = \frac{\partial q(t)}{\partial t} = \frac{\partial q(u)}{\partial u} \cdot \frac{du(t)}{dt}$$

$$i_C(t) = C(u) \cdot \frac{du(t)}{dt}$$

Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I.3. Hàm đặc tính của phần tử phi tuyến.



➤ Để thuận tiện cho tính toán, khảo sát, cần phân tích phương trình trạng thái các phần tử, xác định rõ những quan hệ hàm đặc trưng (***hàm đặc tính***) của quá trình mỗi phần tử.

➤ Có 2 loại hàm đặc tính:

➤ ***Đặc tính trạng thái***: Nói lên quan hệ giữa 2 trạng thái của cùng một phần tử phi tuyến.

Ví dụ: $u = u(i)$, $\psi = \psi(i)$, $q = q(u)$, ...

➤ ***Đặc tính hệ số***: Nói lên tính chất và quá trình của thiết bị điện (tuyến tính hay phi tuyến, phi tuyến nhiều hay ít, đối xứng hay không đối xứng ...)

Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I.3. Hàm đặc tính của phần tử phi tuyến.

➤ Có 2 loại đặc tính hệ số:

❖ Hệ số động: $K_d = \frac{\partial y}{\partial x}$

$$\text{Ví dụ: } \frac{d\psi(i)}{dt} = \frac{\partial \psi(i)}{\partial i} \cdot \frac{di}{dt} = L(i) \cdot \frac{di}{dt}$$

❖ Hệ số tĩnh: $K_t = \frac{y(x)}{x}$

$$\text{Ví dụ: } r_t(i) = \frac{u(i)}{i}; c_t(u) = \frac{q(u)}{u}, \dots$$

➤ Với một phần tử phi tuyến:

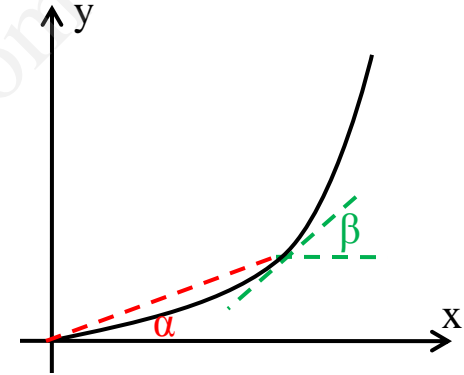
❖ Định nghĩa những hàm đặc tính (đặc tính trạng thái hay đặc tính hệ số).

❖ Tìm cách đo và biểu diễn chúng:

✓ Bảng số.

✓ Đồ thị.

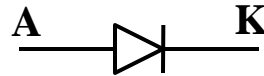
✓ Hàm giải tích.



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến`

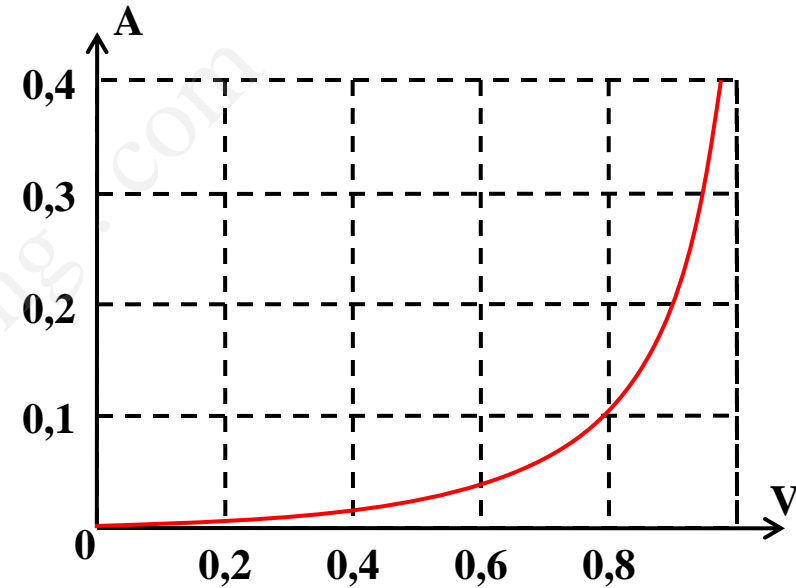
I.3. Hàm đặc tính của phần tử phi tuyến.

Ví dụ: Cho một diode



- Đặc tính dạng đồ thị:
- Đặc tính dạng bảng số:

U(V)	0	0,2	0,4	0,6	0,8
I(A)	0	0,01	0,02	0,05	0,1



- Đặc tính dạng giải tích: $I = a.U + b.U^2$

Bằng cách coi đặc tính gần đúng đi qua 2 điểm B(0,2 ; 0,01) và C(0,8 ; 0,1)

$$\begin{cases} 0,2.a + 0,2^2.b = 0,01 \\ 0,8.a + 0,8^2.b = 0,1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = 0,025 \\ b = 0,125 \end{cases}$$

$$\rightarrow I = 0,025.U + 0,125.U^2$$



CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN 2



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I. Khái niệm về mạch phi tuyến - Phần tử phi tuyến.

II. Tuyến tính hóa - Quán tính hóa phần tử phi tuyến.

II.1. Tuyến tính hóa.

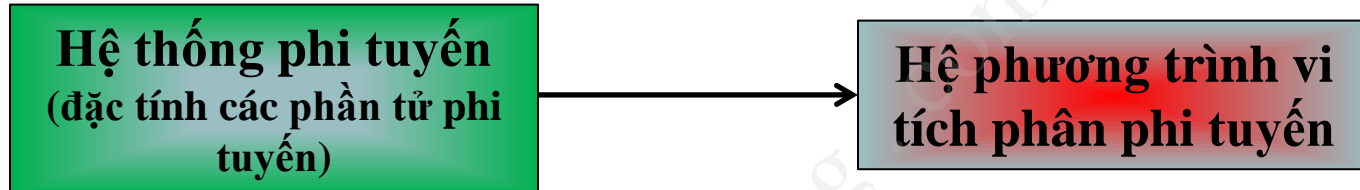
II.2. Quán tính hóa phần tử phi tuyến.

III. Tính chất mạch phi tuyến.

IV. Phương pháp xét mạch phi tuyến.

Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

II.1. Tuyến tính và phi tuyến



- Hệ thống **phi tuyến nhiều** nếu trong phạm vi làm việc, đoạn đặc tính trạng thái khác xa với đường thẳng (hoặc đặc tính hệ số động biến thiên nhiều so với giá trị hằng (ngược lại ta có hệ thống **phi tuyến ít**)).
- Trong 1 hệ thống, đặc tính phi tuyến của 1 phần tử có thể (hoặc không) quyết định tính phi tuyến nhiều / ít của hệ thống.
- **Tuyến tính hóa:**
 - ❖ Đặc tính phi tuyến: Coi đoạn đặc tính làm việc gần với 1 đoạn thẳng.
 - ❖ Phương trình toán học: Coi gần đúng số hạng phi tuyến trong phương trình là tuyến tính hoặc triệt tiêu số hạng phi tuyến (phương trình tuyến tính suy biến)

Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

II.2. Quán tính hóa phần tử phi tuyến

- Tính quán tính nói lên độ tức thì của 1 quá trình khi có sự thay đổi trạng thái.

Ví dụ: Xét quá trình nhiệt của bếp điện, lò nung cao tần ...

- Phần tử có quán tính là phần tử có các thông số phi tuyến theo giá trị hiệu dụng và tuyến tính theo giá trị tức thời
- Phương pháp xét phần tử phi tuyến có quán tính được gọi là phương pháp quán tính hóa (phương pháp điều hòa tương đương).



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

I. Khái niệm về mạch phi tuyến và phần tử phi tuyến.

II. Tuyến tính hóa - Quán tính hóa phần tử phi tuyến.

III. Tính chất mạch phi tuyến.

IV. Phương pháp xét mạch phi tuyến.



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

III. Tính chất của mạch phi tuyến

➤ *Không có tính chất của mạch tuyến tính*

❖ Tính chất tuyến tính

❖ Tính chất xếp chồng

➤ *Tính tạo tần*

➤ *Có nhiều tính chất đặc biệt khác*

Ví dụ: Tính chất đa trạng thái, tính chất tự dao động phi tuyến,



Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

- I. Khái niệm về mạch phi tuyến và phần tử phi tuyến.
- II. Tuyến tính hóa - Quán tính hóa phần tử phi tuyến.
- III. Tính chất mạch phi tuyến.
- IV. Phương pháp xét mạch phi tuyến.**

Chương 1: Khái niệm về mạch phi tuyến

IV. Các phương pháp xét mạch phi tuyến

➤ *Phương pháp giải tích:*

- ❖ Biểu diễn đặc tính phi tuyến bằng những hàm giải tích phù hợp.
- ❖ Tìm nghiệm dưới dạng các chuỗi hàm.

Ví dụ: Phương pháp cân bằng điều hòa, phương pháp biên pha biến thiên chậm, phương pháp tham số bé ...

➤ *Phương pháp đồ thị:*

- ❖ Sử dụng đường cong phi tuyến để tìm nghiệm dưới dạng đồ thị.
- ❖ Thường dùng để giải các mạch đơn giản (không quá cấp 2).

➤ *Phương pháp số:*

- ❖ Sử dụng các thuật toán, chương trình để tính nghiệm dạng xấp xỉ, bảng số ...
- ❖ Cho phép tính nghiệm đến độ chính xác tùy ý.

Ví dụ: Phương pháp dò, phương pháp lặp, phương pháp sai phân liên tiếp ...