



LÝ THUYẾT MẠCH ĐIỆN 1



Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

I. Khái niệm.

II. Cách phân tích mạch tuyến tính có kích thích chu kỳ.

III. Giá trị hiệu dụng - công suất dòng chu kỳ.

IV. Hàm truyền đạt và đặc tính tần số.

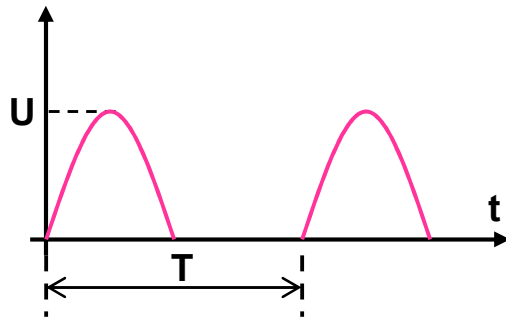
Bài tập: 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12 + Bài thêm

Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

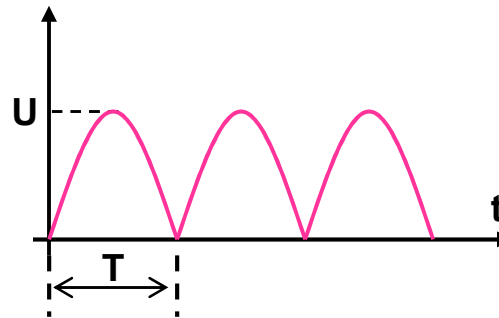
I. Khái niệm.

- **Định nghĩa:** Tín hiệu chu kỳ là tín hiệu mà dáng điệu của nó lặp lại sau một khoảng thời gian, khoảng thời gian đó gọi là chu kỳ của tín hiệu.

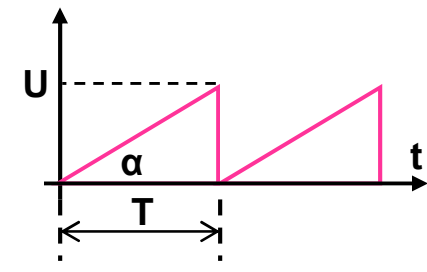
Ví dụ:



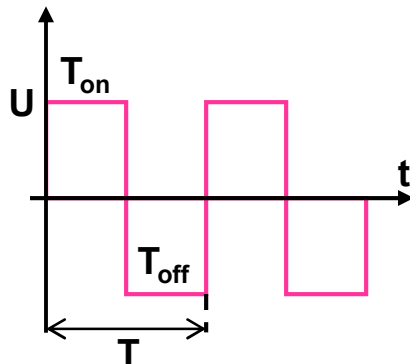
Chỉnh lưu nửa chu kỳ



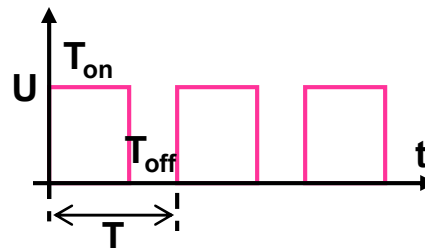
Chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ



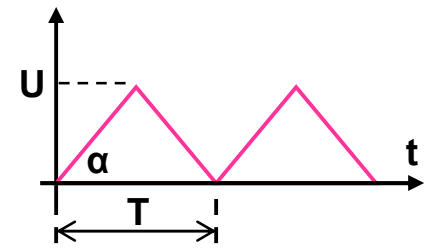
Xung răng cưa



Xung vuông



Xung vuông



Xung tam giác



Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ



I. Khái niệm.

- Khai triển chuỗi Furiê: *Hàm chu kỳ có thể phân tích thành tổng các hàm điều hòa* bậc 0, 1, 2, 3, ... dạng:

$$f(t) = f_0 + \sum_{k=1}^{\infty} F_{km} \cdot \cos(k \cdot \omega t + \varphi_k)$$

hoặc

$$f(t) = f_0 + \sum_{k=1}^{\infty} F_{km} \cdot \sin(k \cdot \omega t + \varphi_k)$$

- Do chuỗi hội tụ:
- ❖ Những thành phần điều hòa bậc cao có biên độ nhỏ.
 - ❖ Chỉ lấy một vài số hạng đầu.



LÝ THUYẾT MẠCH ĐIỆN 1



Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

I. Khái niệm.

II. Cách phân tích mạch tuyến tính có kích thích chu kỳ.

III. Giá trị hiệu dụng - công suất dòng chu kỳ.

IV. Hàm truyền đạt và đặc tính tần số.



Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

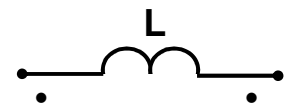


II. Cách phân tích mạch tuyến tính có kích thích chu kỳ.

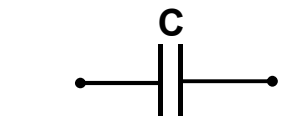
➤ Mạch tuyến tính có kích thích chu kỳ không điều hòa → giải theo phương pháp số phức:

- ❖ Phân tích nguồn chu kỳ không điều hòa thành tổng các nguồn điều hòa có tần số khác nhau.
- ❖ Tính đáp ứng của mạch với từng thành phần tần số.

✓ Thành phần 1 chiều (*có thể thay đổi cấu trúc của mạch*):

 **ngắn mạch**

$$U_L = j.\omega.L.I = 0$$

 **hở mạch**

$$U_C = \frac{1}{j.\omega.C}.I_C = \infty$$

✓ Thành phần xoay chiều tần số ω : $Z_L = j.\omega.L$; $Z_C = \frac{1}{j.\omega.C}$

❖ *Xếp chồng trong miền thời gian*

Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

II. Cách phân tích mạch tuyến tính có kích thích chu kỳ.

Ví dụ: Tính $i(t)$, $u_C(t)$ biết: $e(t) = 100 + 100\sqrt{2} \sin 1000t + 200\sqrt{2} \sin 2000t(V)$

➤ **Xét 1 chiều:** $E_0 = 100(V) \rightarrow \boxed{I_0 = 0(A); u_{C0} = 100(V)}$

➤ **Xét $\omega_1 = 1000 \text{ rad/s}$:** $e(t) = 100\sqrt{2} \sin 1000t \rightarrow \dot{E} = 100\angle 0(V)$

$$Z_L = j\omega_1 L = j100(\Omega) \quad Z = R + Z_L + Z_C = 50 + j50 = 50\sqrt{2}\angle 45^\circ(\Omega)$$

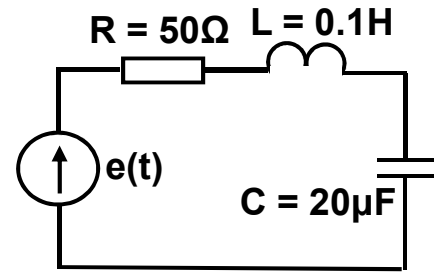
$$Z_C = \frac{1}{j\omega_1 C} = -j50(\Omega) \quad \rightarrow \dot{I}_1 = \frac{100\angle 0}{50\sqrt{2}\angle 45} = \boxed{\sqrt{2}\angle -45^\circ(A)} \quad \dot{U}_{C1} = \dot{I}_1 \cdot Z_C = \boxed{50\sqrt{2}\angle -135^\circ(V)}$$

➤ **Xét $\omega_2 = 2000 \text{ rad/s}$:** $e(t) = 200\sqrt{2} \sin 2000t \rightarrow \dot{E} = 200\angle 0(V)$

$$Z_L = j\omega_2 L = j200(\Omega) \quad Z_C = \frac{1}{j\omega_2 C} = -j25(\Omega) \quad Z = R + Z_L + Z_C = 50 + j175 = 182\angle 74^\circ(\Omega)$$

$$\rightarrow \dot{I}_2 = \frac{200\angle 0}{182\angle 74} = \boxed{1.1\angle -74^\circ(A)} \quad \dot{U}_{C2} = \dot{I}_2 \cdot Z_C = 1.1\angle -74^\circ \cdot 25\angle -90^\circ = \boxed{27.5\angle -164^\circ(V)}$$

➤ **Xếp chồng:** $i(t) = i_0(t) + i_1(t) + i_2(t) = 0 + \boxed{2 \sin(1000t - 45^\circ) + 1.1\sqrt{2} \sin(2000t - 74^\circ)(A)}$
 $u_C(t) = u_{C0}(t) + u_{C1}(t) + u_{C2}(t) = \boxed{100 + 100 \sin(1000t - 135^\circ) + 27.5\sqrt{2} \sin(2000t - 164^\circ)(V)}$





LÝ THUYẾT MẠCH ĐIỆN 1



Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

I. Khái niệm.

II. Cách phân tích mạch tuyến tính có kích thích chu kỳ.

III. Giá trị hiệu dụng - công suất dòng chu kỳ.

III.1. Giá trị hiệu dụng.

III.2. Công suất dòng chu kỳ.

IV. Hàm truyền đạt và đặc tính tần số.

Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

III.1. Giá trị hiệu dụng.

- Để đo khả năng sinh công của dòng điện chu kỳ → dùng khái niệm giá trị hiệu dụng I với định nghĩa:

$$(*) \quad I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

T : chu kỳ của dòng điện chu kỳ.

$i(t)$: dòng điện chu kỳ.

Tích phân hàm điều hòa trong 1 chu kỳ thì bằng 0

- Áp dụng khai triển chuỗi Furie: $i(t) = \sum_{k=0}^{\infty} i_k(t)$

$$(*) \quad \Leftrightarrow \quad I^2 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \left(\sum_{k=0}^{\infty} i_k(t) \right)^2 \cdot dt \quad \Leftrightarrow \quad I^2 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \sum_{k=0}^{\infty} i_k^2(t) \cdot dt + \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \sum_{k \neq l=0}^{\infty} i_k(t) \cdot i_l(t) \cdot dt$$

$$\rightarrow \quad I^2 = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i_k^2(t) \cdot dt = \sum_{k=0}^{\infty} I_k^2$$

Vậy ta có:

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + \dots + I_n^2} = \sqrt{\sum_{k=0}^n I_k^2}$$

Giá trị hiệu dụng dòng, áp bằng căn bậc 2 tổng bình phương các giá trị hiệu dụng thành phần.

$$U = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + \dots + U_n^2} = \sqrt{\sum_{k=0}^n U_k^2}$$

Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

III.2. Công suất dòng chu kỳ.

- Công suất trung bình trong một chu kỳ:

Công suất tác dụng bằng tổng công suất tác dụng các thành phần

$$P = R.I^2 = R.\sum_{k=0}^{\infty} I_k^2 = \sum_{k=0}^{\infty} R.I_k^2 = \sum_{k=0}^{\infty} P_k = P_0 + P_1 + P_2 + \dots$$

Ví dụ: Tính công suất nguồn và số chỉ vôn kế đo điện áp trên tụ

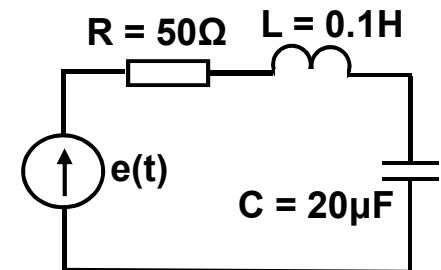
$$e(t) = 100 + 100\sqrt{2} \sin 1000t + 200\sqrt{2} \sin 2000t (V)$$

$$i(t) = 2 \sin(1000t - 45^\circ) + 1.1\sqrt{2} \sin(2000t - 74^\circ) (A)$$

$$u_C(t) = 100 + 100 \sin(1000t - 135^\circ) + 27.5\sqrt{2} \sin(2000t - 164^\circ) (V)$$

$$P = P_0 + P_1 + P_2 \quad P_0 = 0 \quad P_1 = E_1.I_1.\cos \varphi_1 = 100.\sqrt{2}.\cos(45^\circ) = 100(W).$$

$$P = 160.64(W) \quad P_2 = E_2.I_2.\cos \varphi_2 = 200.1.1.\cos(74^\circ) = 60.64(W)$$



- Số chỉ vôn mét: $U = \sqrt{100^2 + (50\sqrt{2})^2 + 27.5^2} = 125.52V$



LÝ THUYẾT MẠCH ĐIỆN 1



Chương 5: Mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ

- I. Khái niệm về nguồn kích thích chu kỳ.
- II. Cách phân tích mạch điện tuyến tính có kích thích chu kỳ.
- III. Trị hiệu dụng - công suất dòng chu kỳ.
- IV. Hàm truyền đạt và đặc tính tần số.**

IV. Hàm truyền đạt và đặc tính tần số.

- *Hàm truyền đạt là tỷ số riêng (đạo hàm riêng) của ảnh đáp ứng trên ảnh kích thích*

$$\dot{T}(\omega) = \frac{\dot{X}(\omega)}{\dot{F}(\omega)} = |T(\omega)| \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

Đặc tính tần biên độ: Mô tả quan hệ biên độ (hiệu dụng) giữa các phổ tần kích thích và đáp ứng.

Đặc tính tần pha: Mô tả độ lệch pha giữa phổ đáp ứng và phổ kích thích

- Hàm truyền đạt $K_u(\omega)$, $K_i(\omega)$, $Z(\omega)$, $Y(\omega)$ của mạch Kirchhoff có dạng:

$$T(s) = \frac{a_0 + a_1s + a_2s^2 + \dots + a_ns^n}{b_0 + b_1s + b_2s^2 + \dots + b_ms^m} = \frac{F_1(s)}{F_2(s)} \quad ; \quad s = j\omega$$

n, m : Phụ thuộc vào kết cấu của mạch.

a_k, b_k : phụ thuộc vào kết cấu của mạch và các thông số R, L, C .

- Điểm cực: Nghiệm của đa thức $F_2(s) = 0$.

Điểm không: Nghiệm của đa thức $F_1(s) = 0$.

