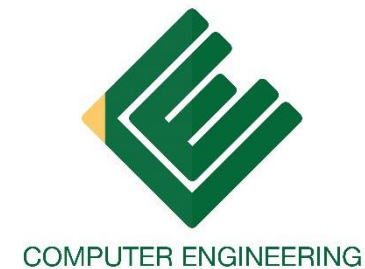


Chương 2

- ☐ Số phức
- ☐ Quá trình điều hòa
- ☐ Phương pháp ảnh phức
- ☐ Định luật Ohm và Kirchhoff dạng phức
- ☐ Phương pháp giải mạch xác lập điều hoà dùng số phức
- ☐ Công suất của mạch xác lập điều hoà

LÝ THUYẾT MẠCH ĐIỆN



Mục tiêu

Chương 2 sẽ giới thiệu:

- Cách phân tích một bài toán xác lập
- Cách vận dụng các định luật Ohm, Kirchhoff vào bài toán xác lập
- Cách sử dụng đồ thị vector để giải bài toán xác lập

Số phức

Định nghĩa

Để giải phương trình dạng $x^2 + 4 = 0$, người ta đưa vào đơn vị ảo, ký hiệu j , và định nghĩa bởi:

$$j^2 = -1$$

Như vậy $j^3 = -j$, $j^4 = 1$, ...

Số phức: $A = a + jb$

Trong đó a, b là các số thực // Số a là phần thực và số b phần ảo

Ký hiệu: $a = \text{Re}(A)$ và $b = \text{Im}(A)$

Số phức liên hợp của A , ký hiệu A^* // $A = a + jb$ thì $A^* = a - jb$

Số phức

- Các phép tính trên số phức

Cho $A = a_1 + jb_1$ và $B = a_2 + jb_2$

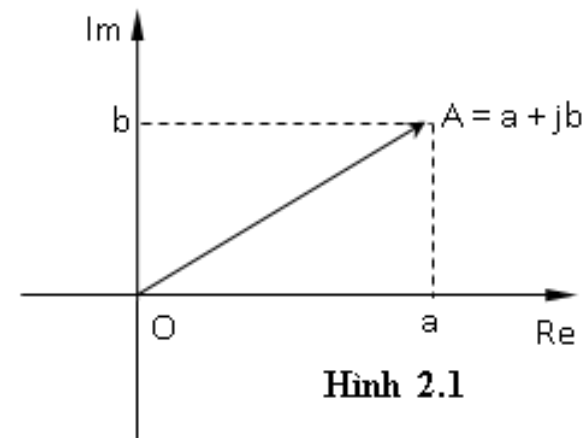
➤ $A = B \Leftrightarrow a_1 = a_2$ và $b_1 = b_2$

➤ $A + B = (a_1 + jb_1) + (a_2 + jb_2)$
 $= (a_1 + a_2) + j(b_1 + b_2)$

Ví dụ: $(3 + j4) + (4 - j2)$

➤ $A - B = (a_1 + jb_1) - (a_2 + jb_2)$
 $= (a_1 - a_2) + j(b_1 - b_2)$

Ví dụ: $(3 + j4) - (4 - j2)$



Biểu diễn hình học của số phức

Số phức

- Các phép tính trên số phức

Cho $A = a_1 + jb_1$ và $B = a_2 + jb_2$

➤ $A \times B = (a_1 + jb_1) \cdot (a_2 + jb_2) = (a_1a_2 - b_1b_2) + j(a_1b_2 + a_2b_1)$

Ví dụ: $(3 + j4) \times (4 - j2)$

➤ $\frac{A}{B} = \frac{AB^*}{BB^*} = \frac{(a_1 + jb_1)(a_2 - jb_2)}{(a_2 + jb_2)(a_2 - jb_2)} = \frac{(a_1a_2 + b_1b_2) + j(a_2b_1 - a_1b_2)}{a_2^2 + b_2^2}$

Ví dụ: $\frac{3 + j4}{4 - j2}$

Số phức

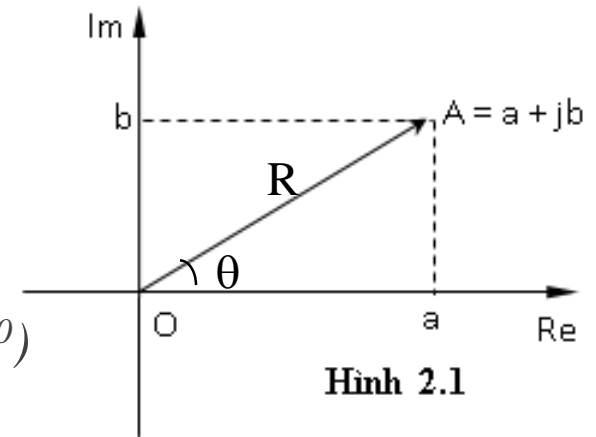
- **Dạng lượng giác**

Cho $A = a + jb$

R là khoảng cách từ điểm A đến gốc O

θ là góc mà OA tạo với trục thực ($-180^\circ < \theta \leq 180^\circ$)

(R, θ) chính là tọa độ cực của A trong mặt phẳng



Hình 2.1

$a + jb \rightarrow (R, \theta)$	$(R, \theta) \rightarrow a + jb$
$R = \sqrt{a^2 + b^2}$ $\tan \theta = \frac{b}{a}$	$a = R \cdot \cos \theta$ $b = R \cdot \sin \theta$

$A = R(\cos \theta + j \sin \theta)$

Số phức

- **Dạng lượng giác**

$$A=R(\cos\theta + \sin\theta)$$

- **Dạng mũ**

$$A=R.e^{j\theta}$$

- **Dạng cực**

$$A=R\angle\theta$$

Số phức

- Các phép tính trên số phức dạng cực

Cho $A = a_1 + jb_1 = \mathbf{R}_1 \angle \theta_1$ và $B = a_2 + jb_2 = \mathbf{R}_2 \angle \theta_2$

➤ $A \times B = ?$

➤ $\frac{A}{B} = ?$

Ví dụ: Tính $\frac{4 + j2}{5 - j3}$ và $(4 + j2) \times (5 - j3)$

a. theo dạng đại số

b. theo dạng cực

Quá trình điều hòa

- Một đại lượng $f(t)$ được gọi là điều hòa nếu nó biến thiên theo thời gian dựa trên quy luật sau:

$$f(t) = F_m \cos(\omega t + \varphi)$$

Với $f(t)$ có thể là dòng điện $i(t)$, điện áp $u(t)$

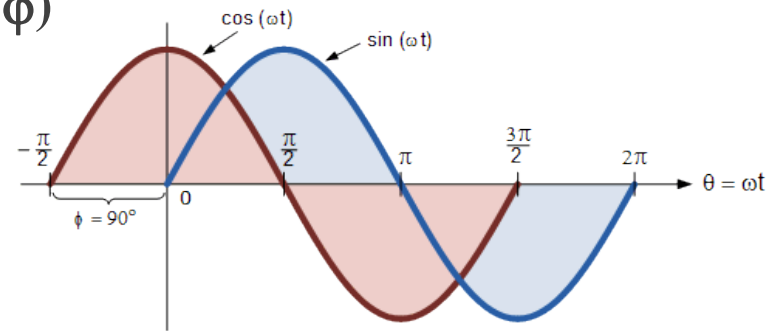
F_m : Biên độ

ω : tần số góc, đơn vị rad/s

$\omega t + \varphi$: góc pha tại thời điểm t , đơn vị đo là radian hoặc độ

φ : góc pha ban đầu, đơn vị đo là radian hoặc độ

$-180^\circ < \varphi < 180^\circ$ hoặc $0^\circ < \varphi < 360^\circ$



Quá trình điều hòa

- Ngoài ra, đại lượng điều hòa cũng có thể dùng hàm sin:

$$f(t) = F_m \sin(\omega t + \varphi)$$

Quá trình điều hoà là hàm tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\text{Tần số } f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \text{ đơn vị đo là Hertz (Hz)}$$

Giả sử có hai đại lượng điều hoà có cùng tần số góc ω

$$f_1(t) = F_{m1}\cos(\omega t + \varphi_1) \text{ và } f_2(t) = F_{m2}\cos(\omega t + \varphi_2)$$

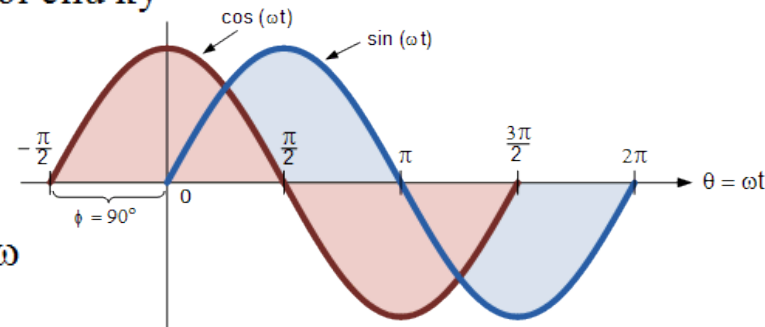
Đại lượng $\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$ gọi là góc lệch pha giữa $f_1(t)$ và $f_2(t)$

Nếu $\varphi > 0$ ta nói f_1 nhanh (sớm) pha hơn f_2 một góc φ

$\varphi < 0$ ta nói f_1 chậm (trễ) pha hơn f_2 một góc φ

$\varphi = \pm\pi$ ($\pm 180^\circ$) ta nói f_1 và f_2 ngược pha nhau

$\varphi = 0$ ta nói f_1 và f_2 cùng pha nhau



Ví dụ

Tính góc lệch pha giữa hai điện áp:

$$u_1(t) = 4\cos(2t + 300) \text{ và } u_2(t) = -2\sin(2t + 180)$$

Các đại lượng điện

Các đại lượng điện

$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi_i)$$

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$$

$$e(t) = E_m \cos(\omega t + \varphi_e)$$

$$j(t) = J_m \cos(\omega t + \varphi_j)$$

Giá trị hiệu dụng

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}; J = \frac{J_m}{\sqrt{2}};$$

Phương pháp ảnh phức

Cho đại lượng điều hoà

$$f(t) = F_m \cos(\omega t + \varphi)$$

Người ta đưa ra định nghĩa

$$\dot{\bar{F}} = F_m e^{j\varphi} = F_m \angle \varphi$$

là vector biên độ phức đặc trưng cho đại lượng điều hoà. Đó chính là nội dung của phương phân tích tín hiệu điều hoà dùng số phức

Ngoài ra, người ta cũng có thể đặc trưng $f(t)$ bằng vector hiệu dụng phức

$$\dot{\bar{F}} = F e^{j\varphi} = F \angle \varphi \text{ trong đó } F \text{ là trị hiệu dụng của } f(t)$$

Phương pháp ảnh phức

- Phức hóa phần tử mạch:

a. Phần tử điện trở: $R \rightarrow R$

b. Phần tử điện dung: $L \rightarrow j\omega L$

c. Phần tử điện cảm: $C \rightarrow \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{\omega C}$

Các định luật dạng phức

Định luật Ohm

$$\dot{U} = Z\dot{I}$$

Định luật Kirchhoff

a. Định luật K1

Phát biểu: *Tổng đại số các dòng điện phức tại một nút bất kỳ thì bằng 0*

$$\sum_{k=1}^N \dot{I}_k = 0 \quad (N: \text{số nhánh đi vào nút})$$

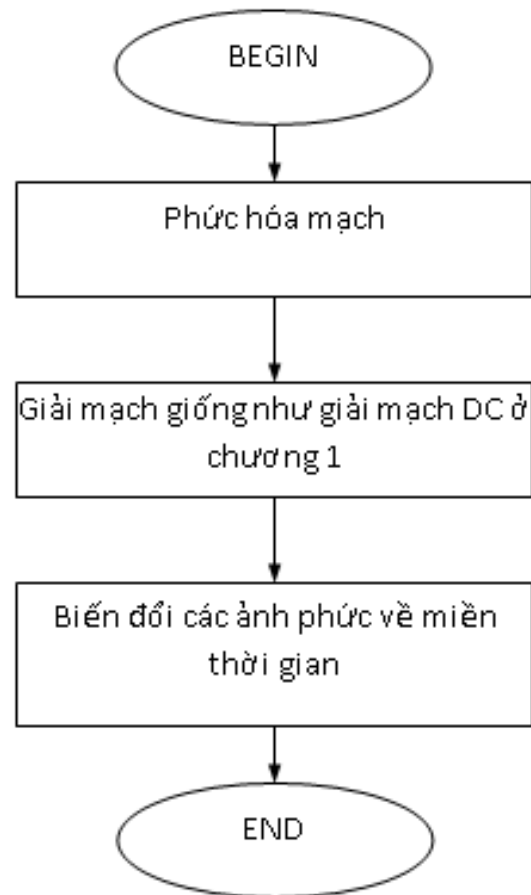
Trong đó quy ước: Dòng đi vào thì có dấu +, dòng đi ra thì có dấu –

b. Định luật K2

Phát biểu: *Tổng đại số các điện áp phức trên các phần tử dọc theo tất cả các nhánh trên một vòng kín thì bằng 0.*

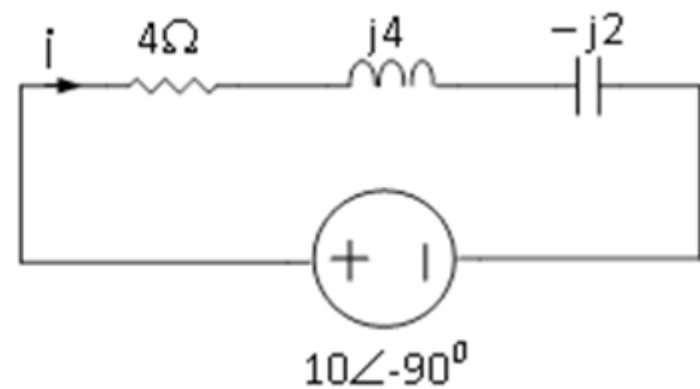
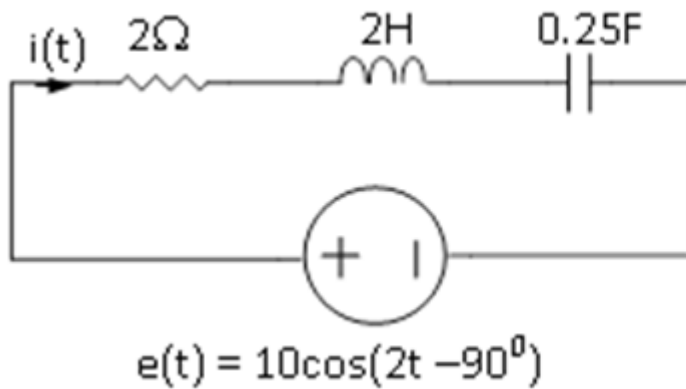
$$\sum_{\text{vòng}} \dot{U}_k = 0$$

Phương pháp giải mạch xác lập điều hòa dùng số phức



Ví dụ

Tìm $i(t)$



Công suất xác lập điều hòa

Cho $i(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi_i)$ và $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$

- Công suất tức thời: $p(t) = u(t) \cdot i(t)$
- Công suất tác dụng: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ (W)
- Công suất phản kháng: $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ (VAR)
- Công suất biểu kiến: $S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$ (VA)

Với U_m, I_m là hiệu điện thế và cường độ dòng điện cực đại

U, I là hiệu điện thế và cường độ dòng điện hiệu dụng

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ gọi là độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện

Bài tập

Thực hiện các phép tính sau

a. $(23.5 + j8.55) / (4.53 - j2.11)$

b. $(21.2 - j21.2) / (3.54 - j3.54)$

c. $(-7.07 + j7.07) / (4.92 + j0.868)$

d. $(-j45) / (6.36 - j6.36)$

e. $6.88 \angle 12^\circ / (2 + j1)$

f. $(5 + j5) / 5 \angle 80^\circ$

g. $1 / (6 + j8)$

h. $(-10 + j20) / (2 - j1)$

Bài tập

Thực hiện phép tính khi biết

a. $Z_1 = 10 + j5$ và $Z_2 = 20 \angle 300^\circ$

b. $Z_1 = 5 \angle 450^\circ$ và $Z_2 = 10 \angle -700^\circ$

c. $Z_1 = 6 - j2$ và $Z_2 = 1 + j8$

d. $Z_1 = 20$ và $Z_2 = j40$

Bài tập

1. Mạch nối tiếp gồm $R = 20\Omega$ và $L = 0.02\text{ H}$ có tổng trở là $Z = 40\angle\theta$. Xác định θ và tần số.
2. Mạch nối tiếp $R = 25\Omega$ và $L = 0.01\text{ H}$ làm việc ở tần số $f = 100\text{Hz}$, 500Hz và 1000Hz . Tính các tổng trở Z ở các tần số đó.
3. Mạch nối tiếp gồm $R = 10\Omega$ và $C = 40\mu\text{F}$ chịu tác dụng của áp $u(t) = 500\cos(2500t - 200)$. Tìm $i(t)$
4. Mạch nối tiếp gồm $R = 8\Omega$ và $L = 0.02\text{ H}$ có áp tác dụng là $u(t) = 283\sin(300t + 90^\circ)$. Tìm dòng $i(t)$