TRƯỜNG ĐẠI HỌC VINH
VINH UNIVERSITY

Viện Kỹ thuật - Công nghệ

Bài giảng điện tử

Kỹ thuật điện công trình

PGS. TS Nguyễn Hồng Quảng

Tp Vinh, ngày 10/11/2019

Nội dung học phần

Phần 1. Mạch điện, gồm 3 chương:

Chương 1. Tổng quan về mạch điện

Chương 2. Mạch điện xoay chiều 1 pha

Chương 3. Mạch điện xoay chiều 3 pha

Ch2. Mạch điện xoay chiều 1 pha

1. Khái niệm dòng điện xoay chiều (điều hòa)
2. Giá trị hiệu dụng của dòng điện điều hòa
3. Các phương pháp biểu diễn dòng điện điều hòa
4. Dòng điện điều hòa qua các phần tử: R, L, C
5. Công suất mạch điện điều hòa
6. Phân tích mạch điện điều hòa

2.1 Khái niệm

Khái niệm dòng điện xoay chiều hình sin

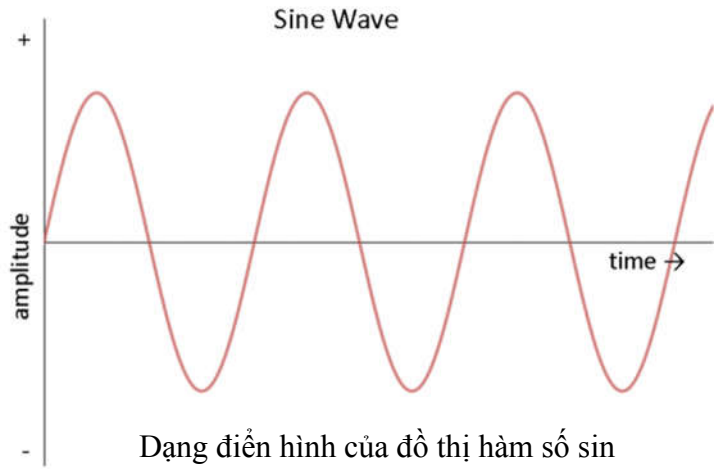
 # Dòng điện xoay chiều hình sin (dòng điện điều hòa)

Là dòng điện biến thiên theo quy luật hình sin đối với thời gian *t*:

$$x(t) = X_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

trong đó, *x* có thể là cường độ dòng điện *i*, điện áp *u*, suất điện động *e* hay nguồn dòng *j*

2.1 Khái niệm



Dạng điển hình của đồ thị hàm số sin

2.1 Khái niệm

Ví dụ:

$$i_1(t) = 20\,sin\left(100\pi t + 30^0\right)A$$

$$u_2(t) = 220\,sin\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)V$$

$$e(t) = 220\sqrt{2}\,sin\left(100\pi t - 120^0\right)V$$

→ Hãy nêu tên gọi các đại lượng trong mỗi biểu thức trên đây và ý nghĩa của mỗi đại lượng đó !

2.1 Khái niệm

Câu hỏi:

→ Hãy cho biết các dòng điện sau đây có phải là dòng điện sin hay không, vì sao?

$a)\quad i(t) = 20\cos(100\pi t + 30^0)A$

$b)\quad u(t) = 100\cos^2(50\pi t)V$

2.1 Khái niệm

Ta thấy: $a)$ Vì $i(t) = 20\cos(100\pi t + 30^0)A$

Có thể viết thành: $i(t) = 20\sin(100\pi t + \boxed{120^0})A$

nên $i(t)$ cũng là dòng điện điều hòa hình sin !

$b)$ Ta có: $u(t) = 100\cos^2(50\pi t)V$

$$= 100.\left(\frac{1+\cos 100\pi t}{2}\right) \boxed{= 50\left(1+\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\right)}$$

Vậy, $u(t)$ cũng là dòng điện điều hòa hình sin !

Ch2. Dòng điện xoay chiều (1 pha)

1. Khái niệm
2. Các đại lượng đặc trưng của dòng ĐH
3. Biểu diễn dòng điện điều hòa
4. Dòng ĐH qua các phần tử: R, L, C
5. Công suất mạch điện điều hòa
6. Phân tích mạch điện điều hòa

2.2 Các đại lượng đặc trưng của DĐH

Giá trị tức thời

Giá trị cực đại (biên độ)

Pha, pha ban đầu (độ, radian)

Tần số góc (rad/s), tần số (Hz)

Chu kỳ (s)

Giá trị hiệu dụng

2.2 Các đại lượng đặc trưng của DĐH

Giá trị tức thời

Giá trị cực đại (biên độ)

Pha, pha ban đầu (độ, radian)

Tần số góc (rad/s), tần số (Hz)

Chu kỳ (s)

 # Giá trị hiệu dụng

2.2 Các đại lượng đặc trưng của DĐH

- **Giá trị hiệu dụng (GTHD của DĐH) là gì?**

  GTHD là giá trị của dòng điện 1 chiều tương đương với DĐH về tác dụng (nhiệt, từ → năng lượng)

- **GTHD bằng bao nhiêu?**

$$P_{=} = I^2 R \Leftrightarrow P_{\sim} = \frac{I_0^2}{2} R$$

$$P_{=} = P_{\sim} \rightarrow I^2 = \frac{I_0^2}{2} \Rightarrow \boxed{I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}}$$

Chứng minh biểu thức $P_{\sim}$

$$P_{\sim} = \frac{1}{T}\int_0^T p\,dt$$

$$= \frac{1}{T} R \int_0^T (I_0^2 \sin^2 \omega t)\,dt$$

$$= \frac{1}{T} \cdot \frac{RI_0^2}{2} \cdot T = \frac{1}{2} I_0^2 R$$

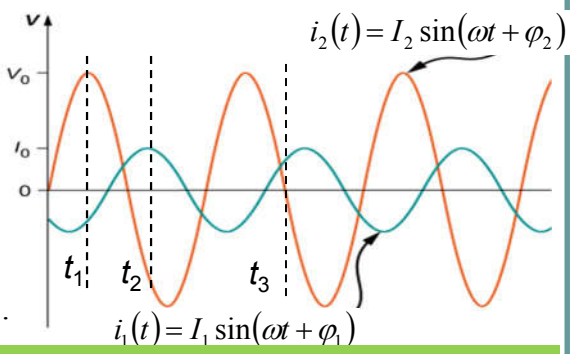
2.2 Các đại lượng đặc trưng của DĐH

- **Để làm gì ?** *(Ý nghĩa vật lý của GTHD)*

? So sánh i_1 với i_2

- Tùy thuộc thời điểm đo mà kết quả so sánh khác nhau

→ Cần dùng một đại lượng không phụ thuộc thời điểm đo...



- GTHD được dùng để đánh giá dòng điện sin hoặc để so sánh các dòng điện sin với nhau

2.2 Các đại lượng đặc trưng của DĐH

- **Để làm gì ?** *(Ý nghĩa vật lý của GTHD)*

Trên các phích cắm cũng ghi GTHD của điện áp hoặc dòng điện xoay chiều (AC = Altered Current)

Trên các bộ đổi nguồn (adaptor) ghi GTHD của điện áp vào AC

2.2 Các đại lượng đặc trưng của DĐH

- **MLH giữa GTHD và GT cực đại tương ứng**

$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ → $I_0 = I\sqrt{2}$ Tương tự: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ & $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$

Ví dụ:

$a)\quad i(t) = 10\sin(100\pi t)A \rightarrow I_0 = 10A \rightarrow I = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}\,(A)$

$b)\quad U = 200V \rightarrow U_0 = ?\quad u(t) = ?$

$U_0 = U\sqrt{2} = 200\sqrt{2} \rightarrow u(t) = 200\sqrt{2}\,sin(\omega t + \varphi)\,V$

Giá trị của ω, φ tùy thuộc điều kiện ban đầu

Ch2. Dòng điện xoay chiều (1 pha)

1. Khái niệm dòng điện điều hòa
2. Các đại lượng đặc trưng của dòng ĐH
3. **Biểu diễn dòng điện điều hòa**
4. **Dòng ĐH qua các phần tử: R, L, C**
5. **Công suất mạch điện điều hòa**
6. **Phân tích mạch điện điều hòa**

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- Phương pháp lượng giác (hàm sin)
- Phương pháp hình học (giản đồ vecto)
- Phương pháp đại số (số phức)
- Mối liên hệ giữa các cách biểu diễn trên đây

17

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

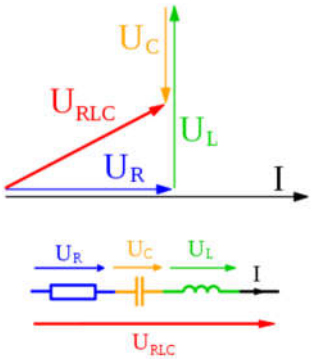
- **Phương pháp lượng giác** (dùng hàm sin)

(Quy ước: Dùng hàm sin theo thời gian)

18

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

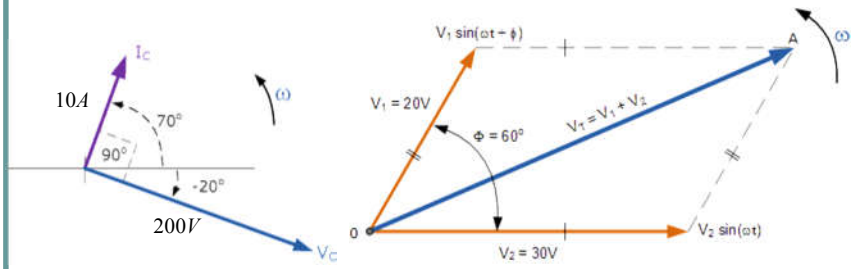
- **Phương pháp hình học (giản đồ vectơ)**



19

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Phương pháp hình học (giản đồ vectơ)**



$\vec{I}_C = 10\angle 70^0\, A$

$\vec{V}_C = 200\angle -20^0 V$

$\vec{V}_1 = 20\angle 60^0 V$

$\vec{V}_2 = 30\angle 0^0 V$

20

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Phương pháp hình học (giản đồ vectơ)**

Ký hiệu: GTHD ∠ Pha ban đầu (đơn vị đo)

Biểu diễn & tính toán trong phép nhân, chia. **Ví dụ :**

$$\vec{I}_C = 10\angle 70^0\, A$$

$$\vec{V}_C = 200\angle -20^0\, V$$

$$\rightarrow Z = \frac{\vec{V}_C}{\vec{I}_C} = \frac{200\angle -20^0}{10\angle 70^0} = \boxed{20\angle -90^0 (\Omega)}$$

Chú ý: GTHD cùng đơn vị đo → tỷ lệ độ lớn (module)

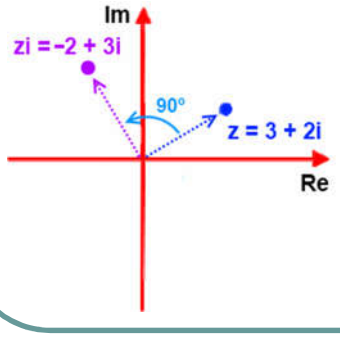
Chiều dương của góc pha = chiều quay ngược kim đ/h

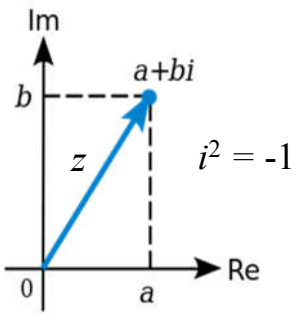
21

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Phương pháp đại số** (số phức)

$$\boxed{z = a + ib}$$





22

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Phương pháp đại số** (tính toán với số phức)

$$(a+bi)+(c+di)=(a+c)+(b+d)i$$
$$(a+ib)-(c+id)=(a-c)+i(b-d)$$
$$(a+ib)(c+id)=ac+iad+ibc+i2bd=(ac-bd)+i(ad+bc)$$
$$\frac{a+bi}{c+di}=\frac{ac+bd}{c^2+d^2}+\frac{bc-ad}{(c^2+d^2)\,i}$$

23

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Phương pháp đại số** (số phức liên hợp)

complex number	conjugate
$3+\frac{1}{2}i$	$3-\frac{1}{2}i$
$12-5i$	$12+5i$
$1-i$	$1+i$
$45i$	$-45i$
101	101

24

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Phương pháp đại số** (tính toán với số phức)

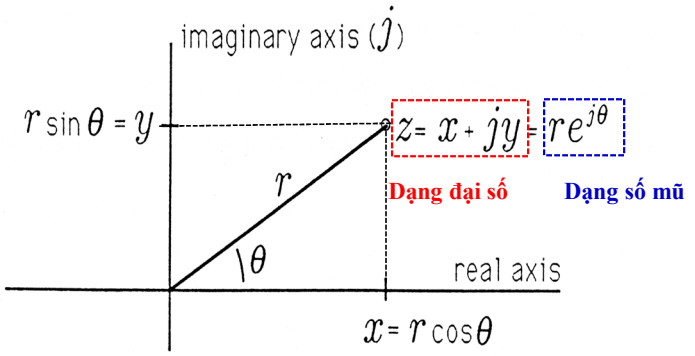
Ví dụ:

$$\begin{aligned}\frac{3+2i}{2+5i} &= \frac{3+2i}{2+5i}\times\frac{2-5i}{2-5i}\\ &= \frac{(3+2i)(2-5i)}{(2+5i)(2-5i)}\\ &= \frac{16-11i}{29}\\ &= \frac{16}{29}-\frac{11}{29}i\end{aligned}$$

25

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Mối liên hệ** giữa biểu diễn vectơ và số phức



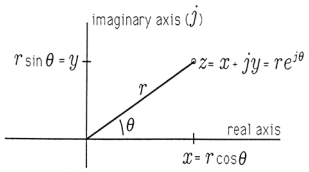
26

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Chuyển từ dạng vectơ sang số phức**

Cho dòng điện biểu diễn dạng vectơ, ví dụ:

$$\vec{I} = 20\angle\frac{\pi}{6}A$$



→ Hãy chuyển sang dạng số phức (đại số)!

$$\dot{I} = I_x + jI_y\ (A)$$ → Tìm I_x và I_y

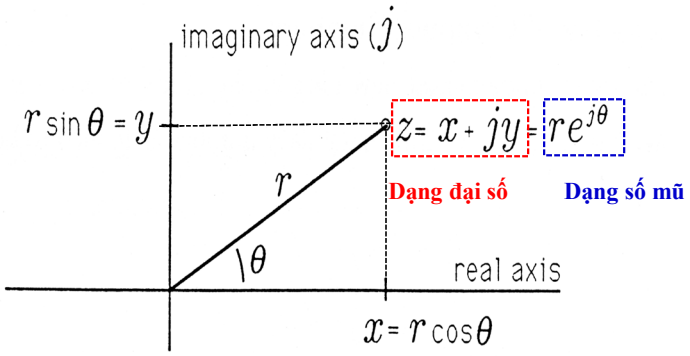
$$\rightarrow \begin{cases} I_x = I\cos\theta = 20\cos\frac{\pi}{6} = 10\sqrt{3}A \\ I_y = I\sin\theta = 20\sin\frac{\pi}{6} = 10A \end{cases} \rightarrow \dot{I} = 10\sqrt{3} + j10\ (A)$$

$$\dot{I} = 20\,e^{j\frac{\pi}{6}}A$$

27

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Mối liên hệ giữa số phức và vectơ**



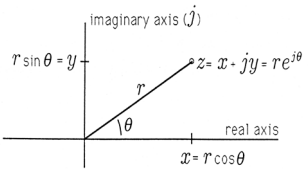
28

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Chuyển từ số phức sang dạng vectơ**

Cho dòng điện **dưới dạng số phức**, ví dụ:

$$\dot{I} = 10\sqrt{3} - j10\ (A)$$



→ Hãy **chuyển sang dạng vectơ** !

$$\vec{I} = I\angle\varphi\ (A)$$ → Tìm $\boldsymbol{I}$ và φ

$$\rightarrow \begin{cases} I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = \sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2} = 20 \\ \varphi 3 = \tan^{-1}\dfrac{I_y}{I_y} = \tan^{-1}\dfrac{10}{10\sqrt{3}} = \tan^{-1}\dfrac{1}{\sqrt{3}} = 30^0 \end{cases} \rightarrow \vec{I} = 20\angle 30^0\ (A)$$

29

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Tính toán vectơ và số phức bằng MTĐT bỏ túi**

✓ Sử dụng máy tính điện tử (MTĐT) bỏ túi, có thể tính toán nhiều phép toán, chuyển đổi qua lại giữa vectơ và số phức

✓ Việc sử dụng tùy thuộc loại máy (nhãn hiệu, đời máy,…)

✓ Cần lưu ý khi sử dụng: chuyển đổi chế độ tính (mode), chế độ hiện thị,..

✓ Sau đây xin giới thiệu cách sử dụng MTĐT bỏ túi để tính toán 1 số phép tính thông dụng

✓ Đối với loại máy tính CASIO fx-570ES Plus

✓ Đối với loại máy tính CASIO fx-570VN Plus

30

CASIO fx-570ES

Các bước sử dụng:

- Chọn chế độ cài đặt (đơn vị đo góc)

SHIFT MODE sau đó, chọn

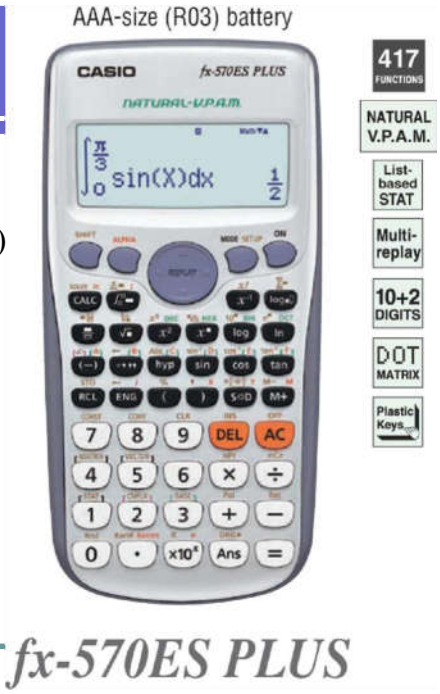
3: Deg hoặc 4 : Rad

- Chọn chế độ số phức MODE 2

- Chọn chế độ hiển thị: SHIFT 2

Sau đó, chọn 3 (vectơ)

hoặc 4 (số phức)



CASIO fx-570ES

Ví dụ về hiện kết quả theo dạng a + bi

Ví dụ 1: $2\times(\sqrt{3}+i) = 2\sqrt{3}+2i = 3.464101615 + 2i$

MATH

2 × (√ 3 ▶

+ SHIFT ENG) =

CMPLX D Math ▲

$2\times(\sqrt{3}+i)$

$2\sqrt{3}+2i$

32

CASIO fx-570ES

Ví dụ 2 : $\sqrt{2}\angle 45 = 1 + i$ (Đơn vị góc là độ)

MATH

√ 2 ▶ SHIFT (−) (∠) 4 5 =

```
        CMPLX  D  Math ▲
√2∠45
                  1+i
```

33

CASIO fx-570ES

Ví dụ hiện kết quả theo dạng cực (r∠θ)

Ví dụ 1: $2 \times (\sqrt{3} + i) = 2\sqrt{3} + 2i = 4\angle 30$ (Đơn vị góc là độ)

MATH

2 × (√ 3 ▶ +

SHIFT ENG) =

```
        CMPLX  D  Math ▲
2×(√3+i)
                  4∠30
```

34

CASIO fx-570ES

Ví dụ 2: $1 + i = \sqrt{2}\angle 45$ (Đơn vị góc là độ)

MATH

1 + i =

CMPLX D Math ▲
$1 + i$
$\sqrt{2}\angle 45$

– Giác số hiện trong phạm vi $-180^o < \theta \leq 180^o$

35

CASIO fx-570ES

Ấn định dạng kết quả hiển thị

Ta có thể ấn định dạng kết quả hiển thị như sau

– Để kết quả hiển thị ở dạng toạ độ Đề-các, ta ấn

SHIFT 2 (CMPLX) 4 (▷ a + bi)

– Để kết quả hiển thị ở dạng cực, ta ấn

SHIFT 2 (CMPLX) 3 ((▷ r∠θ))

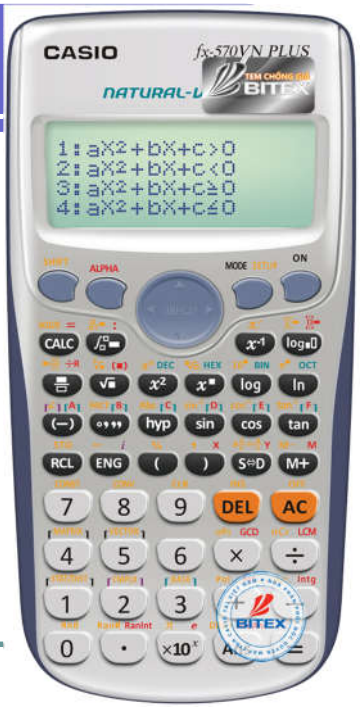
36

CASIO fx-570VN Plus

Cách sử dụng tương tự như đối với

fx-570ES Plus

Sau đây là vài ví dụ minh họa



2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

Tính toán số phức (CMPLX)

Để thực hiện tính toán số phức, trước hết nhấn [MODE] [2] (CMPLX) để vào phương thức CMPLX. Bạn có thể dùng hoặc tọa độ chữ nhật (a+bi) hoặc tọa độ cực ($r\angle\theta$) để đưa vào số phức. Kết quả tính toán số phức được hiển thị tương ứng theo thiết đặt dạng thức số phức trên menu thiết đặt.

$(2 + 6i) \div (2i) = 3 - i$ (Dạng thức số phức: $a + bi$)

[(] 2 [+] 6 [ENG] (i) [)] [÷] [(] 2 [ENG] (i) [)] [=] **3–i**

$2\angle 45 = \sqrt{2} + \sqrt{2}i$ **MATH** **Deg** (Dạng thức số phức: $a + bi$)

2 [SHIFT] [(–)] (∠) 45 [=] $\sqrt{2}+\sqrt{2}\,i$

38

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

Dùng lệnh để xác định dạng thức kết quả tính toán

Một trong hai lệnh đặc biệt (▶$r\angle\theta$ hay ▶$a+bi$) có thể được đưa vào ở cuối tính toán để xác định dạng thức hiển thị của kết quả tính toán. Lệnh này thay thế cho thiết đặt dạng thức số phức của máy tính tay.

$\sqrt{2} + \sqrt{2}i = 2\angle 45$, $2\angle 45 = \sqrt{2} + \sqrt{2}i$ MATH Deg

√■ 2 ▶ + √■ 2 ▶ ENG (i) SHIFT 2 (CMPLX) 3 (▶$r\angle\theta$) = **2∠45**

2 SHIFT (−) (∠) 45 SHIFT 2 (CMPLX) 4 (▶$a+bi$) = **$\sqrt{2}+\sqrt{2}$i**

39

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

Ví dụ tính theo phương thức CMPLX

$(1-i)^{-1} = \frac{1}{2}+\frac{1}{2}i$ MATH (Dạng thức số phức: $a + bi$)

(1 − ENG (i)) x^{-1} = **$\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$i**

$(1+i)^4 + (1-i)^2 = -4-2i$ MATH

(1 + ENG (i)) x^4 ▶ + (1 − ENG (i)) x^2 = **−4−2i**

Để thu được số phức liên hợp của $2 + 3i$ (Dạng thức số phức: $a + bi$)

SHIFT 2 (CMPLX) 2 (Conjg) 2 + 3 ENG (i)) = **2−3i**

Để thu được giá trị tuyệt đối và đối của $1 + i$ MATH Deg

Giá trị tuyệt đối: SHIFT hyp (Abs) 1 + ENG (i) = **$\sqrt{2}$**

Đối: SHIFT 2 (CMPLX) 1 (arg) 1 + ENG (i)) = **45**

40

2.3 Biểu diễn dòng điều hòa

- **Một số ví dụ áp dụng**

Bài 1. Chuyển các đại lượng điện sau đây lên hình vẽ, rồi viết về dạng số phức

a) $\dot{U}_1 = 220\angle -45^0\,V$; $\dot{I}_1 = 10\angle 45^0\,A$

b) $\dot{U}_1 = 120\angle 65^0\,V$; $\dot{I}_1 = 10\angle 30^0\,A$

c) $\dot{E}_1 = 400\angle -65^0\,V$; $\dot{I}_1 = 12\angle -22^0\,A$

Bài 2. Từ các số liệu ở Bài 1, tính các biểu thức sau:

$a)\ \overline{Z}_1 = \dot{U}_1 / \dot{I}_1 \qquad b)\ \overline{Z}_2 = \dot{U}_1 / \dot{I}_1 \qquad c)\ \dot{U}_2 = \dot{E}_1 / -\dot{U}_1$

Ch2. Dòng điện xoay chiều (1 pha)

1. Khái niệm dòng điện điều hòa
2. Các đại lượng đặc trưng của dòng ĐH
3. Biểu diễn dòng điện điều hòa
4. **Dòng ĐH qua các phần tử: R, L, C**
5. **Công suất mạch điện điều hòa**
6. **Phân tích mạch điện điều hòa**

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

 # Qua phần tử *R*

 # Qua phần tử *L*

 # Qua phần tử *C*

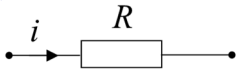
 # Qua dãy *R, L, C* mắc nối tiếp

 # Qua dãy *R, L, C* mắc song song

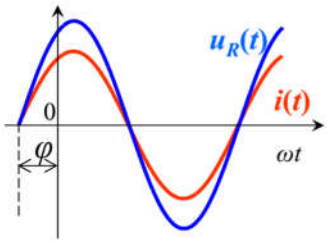
43

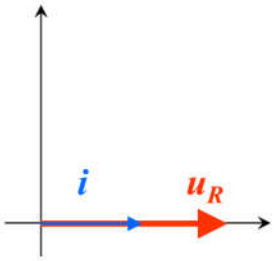
2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

Qua phần tử R



$$\left.\begin{array}{l} i = I_m \sin \omega t \\ u_R = Ri \end{array}\right\} \xrightarrow{u_R} u_R = RI_m \sin \omega t = U_{Rm} \sin \omega t$$

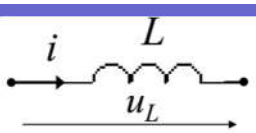




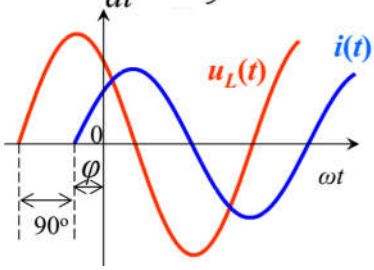
$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow u_r = RI_m \sin(\omega t + \varphi)$$

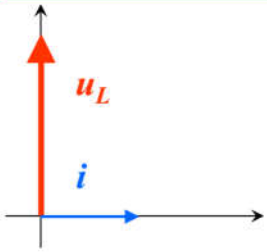
2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

Qua phần tử L



$$\left.\begin{array}{l} \boxed{i = I_m \sin \omega t} \\ u_L = L\dfrac{di}{dt} \end{array}\right\} \rightarrow u_L = \omega L I_m \cos \omega t = \omega L I_m \sin(\omega t + 90^\circ) \boxed{= U_{Lm} \sin(\omega t + 90^\circ)}$$

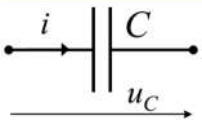




$$\boxed{i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow u_L = \omega L I_m \sin(\omega t + \varphi + 90^\circ)}$$

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

Qua phần tử C

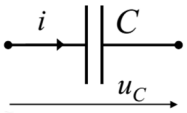


$$\left.\begin{array}{l} \boxed{i = I_m \sin \omega t} \\ u = \dfrac{1}{C}\displaystyle\int i dt \end{array}\right\} \rightarrow u = \frac{1}{C}\int I_m \sin \omega t dt$$

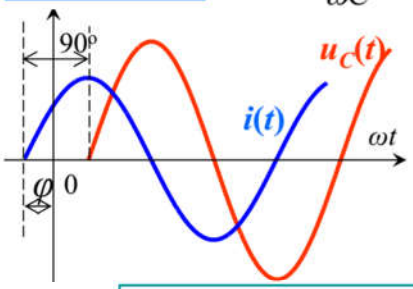
$$= -\frac{I_m}{\omega C}\cos \omega t = \frac{I_m}{\omega C}\sin(\omega t - 90^\circ) \boxed{= U_m \sin(\omega t - 90^\circ)}$$

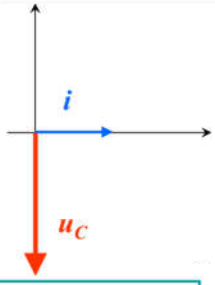
2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

Qua phần tử C



$$i = I_m \sin \omega t \rightarrow u_C = \frac{I_m}{\omega C}\sin(\omega t - 90^o) = U_m \sin(\omega t - 90^o)$$





$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow u_C = \frac{I_m}{\omega C}\sin(\omega t + \varphi - 90^o)$$

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

Qua phần tử *R*

Qua phần tử *L*

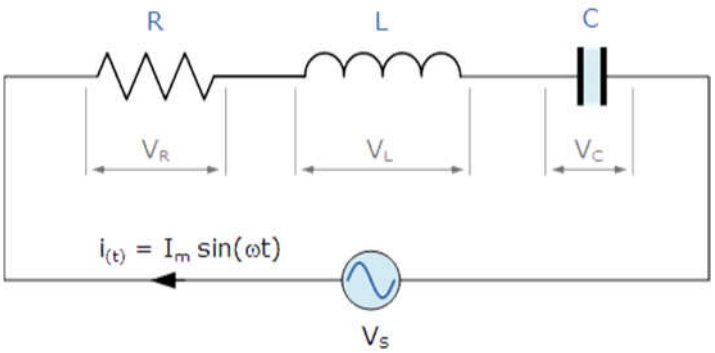
Qua phần tử *C*

 # Qua dãy *R, L, C* mắc nối tiếp

 # Qua dãy *R, L, C* mắc song song

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

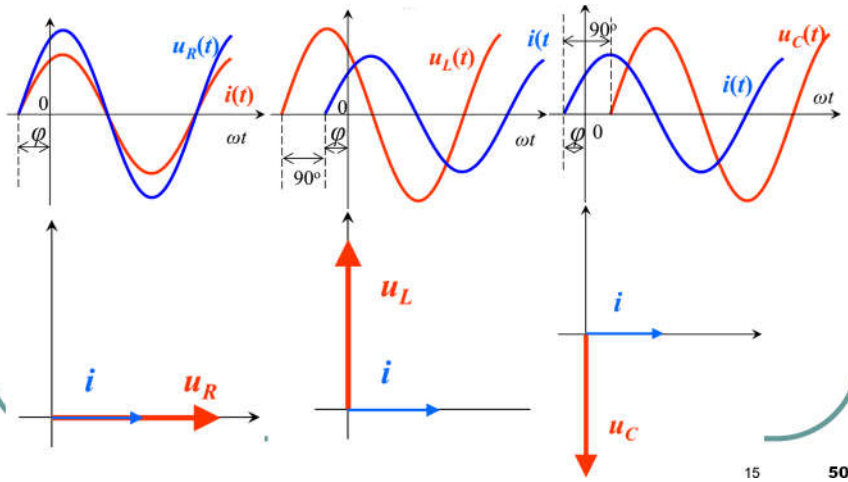
 # Qua dãy *R, L, C* mắc nối tiếp



49

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

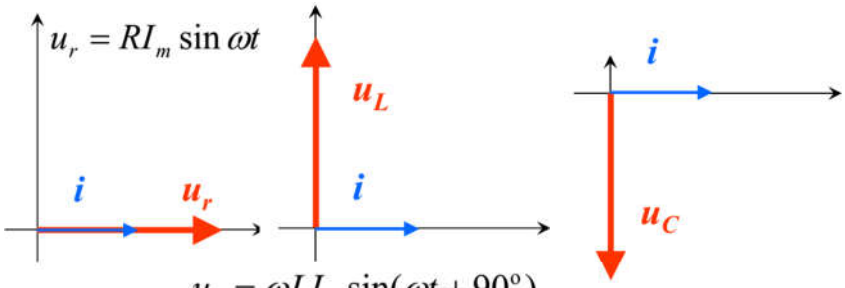
 # Qua dãy *R, L, C* mắc nối tiếp



15 50

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

 # Qua dãy *R, L, C* mắc nối tiếp $\boxed{i = I_m \sin \omega t}$



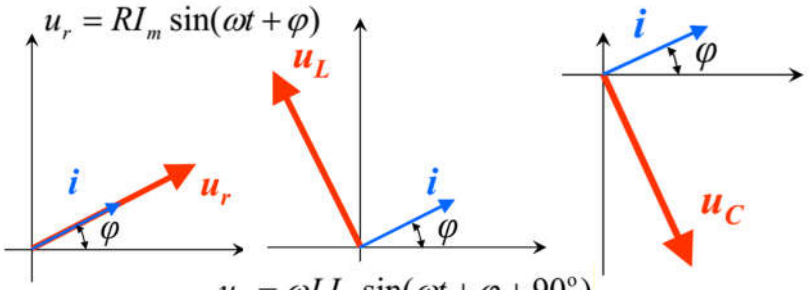
$$u_L = \omega L I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$u_C = \frac{I_m}{\omega C} \sin(\omega t - 90^\circ)$$

51

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

 # Qua dãy *R, L, C* mắc nối tiếp $\boxed{i = I_m \sin(\omega t + \varphi)}$



$$u_L = \omega L I_m \sin(\omega t + \varphi + 90^\circ)$$

$$u_C = \frac{I_m}{\omega C} \sin(\omega t + \varphi - 90^\circ)$$

52

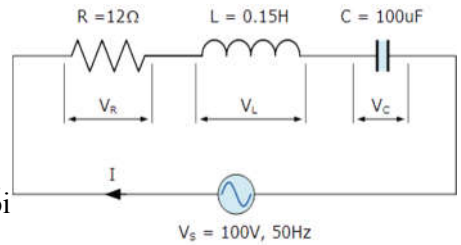
2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

Ví dụ:

Bài 1. Cho mạch điện với các thông số như hình vẽ. Biết điện áp đặt lên mạch có biểu thức: $v(t) = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)V$

a) Xác định dòng điện qua mỗi phần tử và điện áp rơi trên mỗi phần tử đó

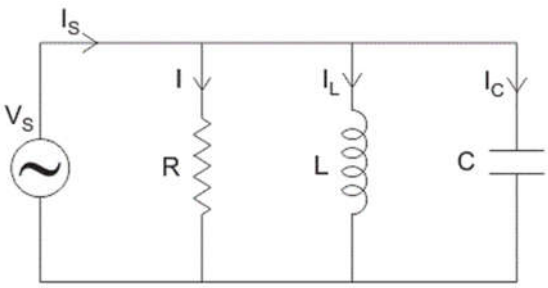
b) Dựng giản đồ vectơ điện áp – dòng điện qua đoạn mạch.



53

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

 # Qua các phần tử *R, L, C* mắc song song



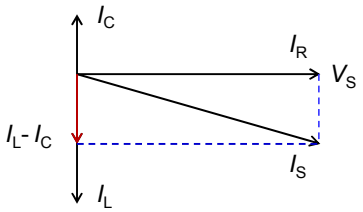
54

2.4 Dòng điều hòa qua phần tử R, L, C

 # Qua các phần tử *R, L, C* mắc song song

$$I_S^2 = I_R^2 + (I_L - I_C)^2$$

$$I_S = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$



$$I_R = \frac{V}{R}, \quad I_L = \frac{V}{X_L}, \quad I_C = \frac{V}{X_C}$$

$$I_S = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_L} - \frac{V}{X_C}\right)^2} = \frac{V}{Z}$$

trong đó $X_L = \omega L$ *và* $X_C = 1/(\omega C)$

55

Ch2. Dòng điện xoay chiều (1 pha)

1. Khái niệm dòng điện điều hòa
2. Các đại lượng đặc trưng của dòng ĐH
3. Biểu diễn dòng điện điều hòa
4. Dòng ĐH qua các phần tử: R, L, C
5. **Công suất mạch điện điều hòa**
6. **Phân tích mạch điện điều hòa**

10/11/2019 56

5 Công suất mạch điện điều hòa

1. Công suất tác dụng
2. Công suất biểu kiến
3. Công suất toàn phần
4. Hệ số công suất

57

5 Công suất mạch điện điều hòa

5.1 Công suất tác dụng P

Định nghĩa: Công suất tác dụng (P) đặc trưng cho ***tốc độ biến đổi năng lượng*** từ dạng này sang dạng khác trong mạch điện

Ví dụ: Từ điện năng → nhiệt năng; điện năng → cơ năng; điện năng → quang năng…

Biểu thức $p(t) = u(t).i(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi).I\sqrt{2}\sin(\omega t)$

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p(t)dt \Rightarrow \boxed{P = U.I.\cos\varphi = I^2R}$$

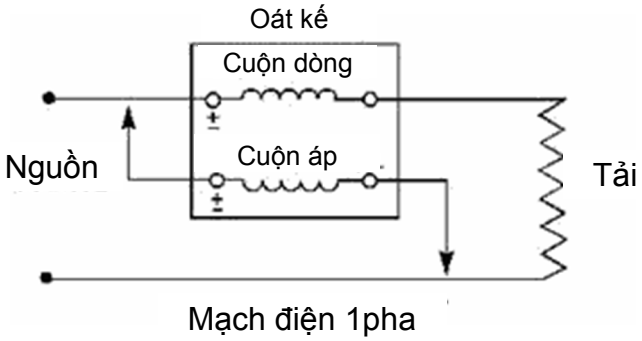
Đơn vị tính: oát: W, milioát: mW, kilôoat: kW, megaoát: MW

58

5 Công suất mạch điện điều hòa

5.1 Công suất tác dụng P

Mạch điện đo công suất (1 pha)



Mạch điện 1pha

59

5 Công suất mạch điện điều hòa

5.1 Công suất tác dụng P

Dụng cụ đo: oát-kế (W), kilôoát kế (kW), megaoát kế (MW)

PL

60

5 Cô

5.1 C

Giá trị

Số TT	Loại thiết bị	Công suất thông thường
1	Màn hình LCD 15"	35 W
2	Màn hình LCD 17"	40 W
3	Màn hình CRT 15"	110 W
4	Màn hình CRT 17"	130 W
5	Màn hình CRT 19"	170 W
6	Bộ CPU máy tính để bàn	180 W
7	Ti vi LCD 32"	80 W
8	Tivi thường (đèn hình) 19"	200 W
9	Máy in Laser	250 W
10	Máy tính xách tay	110 W
11	Quạt treo tường	55-65 W
12	Đèn tuýp 60cm - 120cm	20-40 W
13	Đèn compact	15 W
14	Máy điều hòa 2 HP	1500 W
15	Máy điều hòa 1,5 HP	1100 W
16	Máy điều hòa 1,0 HP	750 W
17	Tủ Lạnh	100 W - 500 W
18	Thiết bị mạng modem	10 W
19	Nồi cơm điện	500 W - 700 W

5 Công suất mạch điện điều hòa

5.2 Công suất biểu kiến Q

Định nghĩa: Công suất biểu kiến (Q) đặc trưng cho ***tốc độ di chuyển năng lượng*** điện - từ diễn ra trong mạch điện

Ví dụ: Điện năng chuyển từ nguồn → cuộn dây (từ trường)

Biểu thức: $Q = U.I.\sin\varphi = I^2(X_L - X_C)$

$$= I^2 X_L + I^2(-X_C) = Q_L + Q_C$$

Đơn vị tính: VAR, mVAR, kVAR, MVAR

62

5 Công suất mạch điện điều hòa

5.2 Đo công suất phản kháng

QL

5 Công suất mạch điện điều hòa

5.3 Công suất toàn phần (biểu kiến)

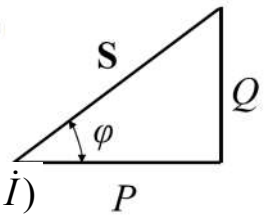
Định nghĩa: Công suất toàn phần (S) đặc trưng cho khả năng tạo ra hoặc tiêu thụ năng lượng của mạch điện.

Biểu thức: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ ⇨ $S = U.I$

Công suất phức: $\tilde{S} = P + jQ$

$\tilde{S} = \dot{U}\dot{I}^* = -\dot{U}^*\dot{I}$ ($\dot{I}^*$ là liên hợp phức của $\dot{I}$)

Đơn vị tính: VA, mVA, kVA, MVA



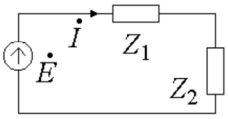
Tam giác công suất

64

5 Công suất mạch điện điều hòa

Ví dụ

Cho mạch điện với các thông số như hình vẽ:



$\dot{E} = 220\angle 0^o$ V

$Z_1 = 4 + j2\Omega$

$Z_2 = 15 - j10\Omega$

a) Tính P, Q và S trên mỗi phần tử.

b) Vẽ tam giác công suất

Ta có: $\dot{I} = \dfrac{\dot{E}}{Z_1 + Z_2} = \dfrac{220}{19 - j8} = 9{,}8 + j4{,}14(A)$

$\dot{U}_1 = \dot{I}Z_1 = 31 + j36(V)$ $\quad \tilde{S}_1 = \dot{U}_1.\dot{I}^* = 453 + j224(VA)$

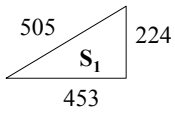
$\dot{U}_2 = \dot{I}Z_2 = 188 - j36(V)$ $\quad \tilde{S}_2 = \dot{U}_2.\dot{I}^* = 1693 - j1131(VA)$

65

5 Công suất mạch điện điều hòa

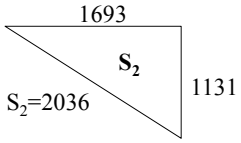
$\tilde{S}_1 = 453 + j224 = 505\angle 25^0(VA)$

$P_1 = 453(W); Q_1 = 224(VAR)$



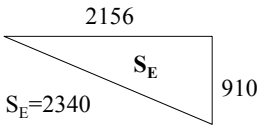
$\tilde{S}_2 = 1693 - j1131 = 2036\angle -33^0(VA)$

$P_2 = 1693(W); Q_2 = -1131(VAR)$



$\tilde{S}_E = \dot{E}.\dot{I}^* = 2340\angle -22^0(VA)$

$P_E = 2156(W); Q_E = -910(VAR)$



Nhận xét: So sánh $\tilde{S}_1 + \tilde{S}_2$ với $\tilde{S}_E$ và độ lớn ($S_1 + S_2$) với S_E

66

5 Công suất mạch điện điều hòa

5.4 Hệ số công suất

Định nghĩa: Đại lượng $\cos\varphi = \cos(\varphi_u - \varphi_i) = P/S$
được gọi là hệ số công suất (hay là hệ số cosphi) của mỗi phần tử

Ý nghĩa của hệ số công suất:

Hệ số công suất cho biết hiệu quả kinh tế, kỹ thuật của mạch điện

Hệ số này càng cao thì mạch càng hoạt động hiệu quả (Vì sao?)

Xét phần tử mạch là nguồn (tạo ra điện năng) và phần tử là tải (tiêu thụ điện năng), cần chứng minh tính hiệu quả KT của nó.

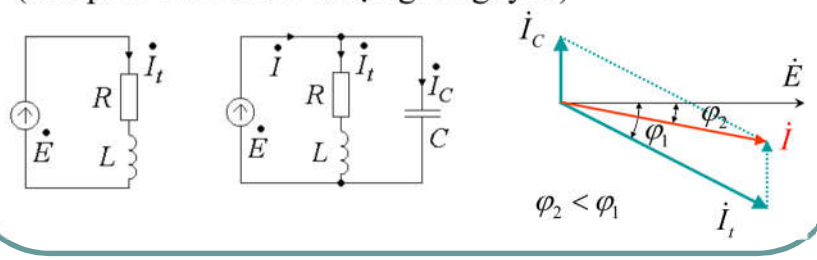
→ **Khi thiết kế mạch, cần chú ý nâng cao hệ số công suất !**

67

5 Công suất mạch điện điều hòa

Làm thế nào để nâng cao hệ số công suất ? Mắc thêm tụ bù

- Mắc thêm tụ song song → giảm góc lệch pha giữa dòng & áp → tăng hệ số công suất
- Muốn tăng hệ số công suất từ $\cos\varphi_1$ lên $\cos\varphi_2$ thì $C = ?$
- (vẫn phải đảm bảo P được giữ nguyên)



68