

วงจรที่มีการกระตุ้นด้วยสัญญาณไซน์

**Sinusoid Characteristic Circuit**

Arnon Isaramongkolrak

Department of Electrical Engineering  
Nakhon pathom Rajabhat University

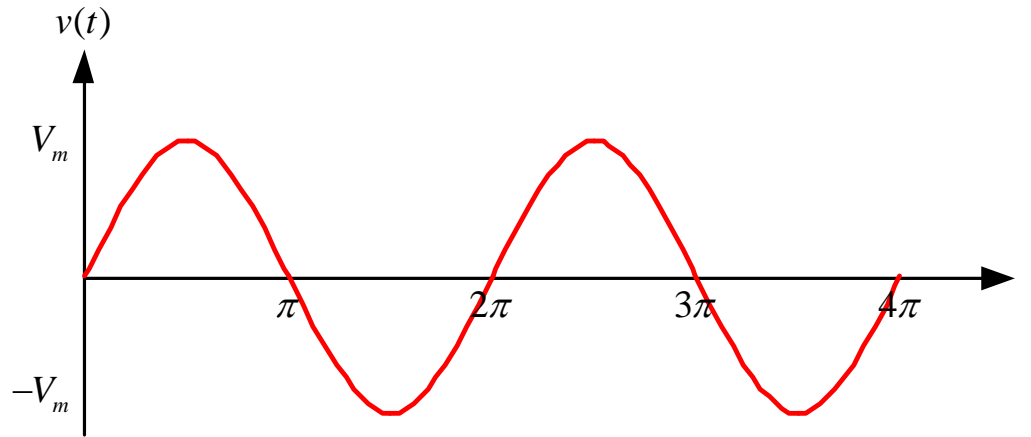
# หัวข้อการเรียนรู้การสอน

- คุณลักษณะของฟังก์ชันไซน์ซออยด์
- การวิเคราะห์เฟสเซอร์ของโหลดประเภท **RLC**
- การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้น

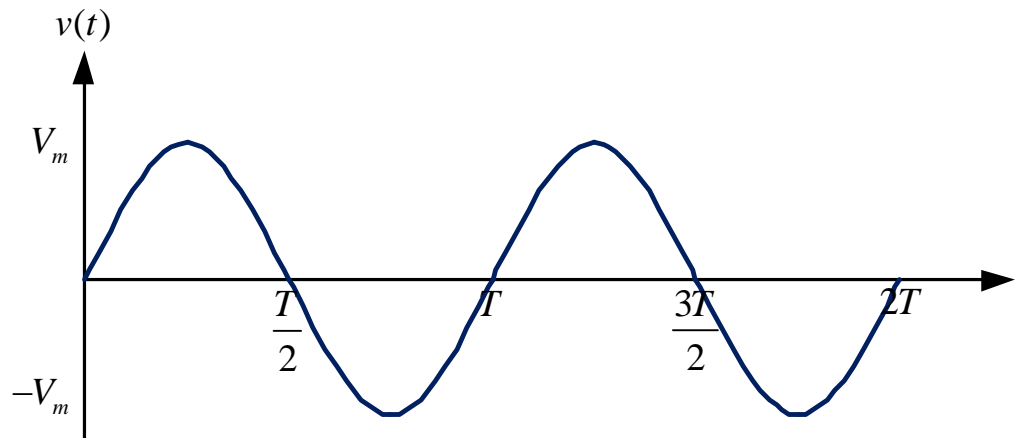
# คุณลักษณะของฟังก์ชันไซน์ซอซอด์

- โดยท้าวไปในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ปริมาณกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจะแปรเปลี่นไปตามรูปคลื่นไซน์
- สัญญาณไซน์ คือ สัญญาณรายคาบ ที่มีขนาดแปรเปลี่นไปตามคาบเวลาซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน **sine** หรือ **cosine**

# คุณลักษณะของฟังก์ชันไซน์ชื่อยต์ (ต่อ)



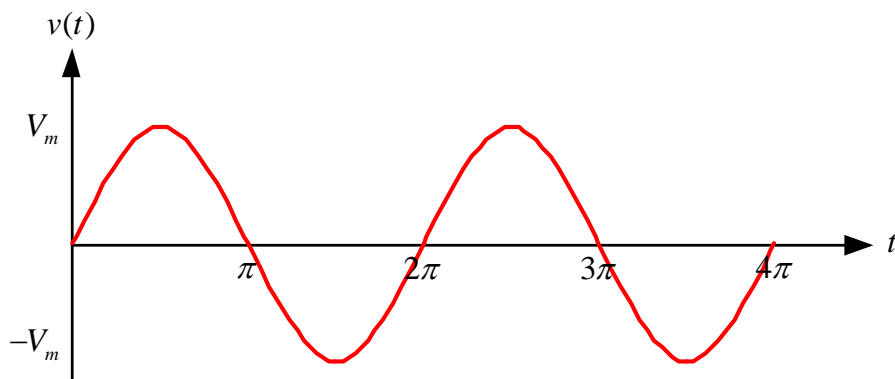
สัญญาณไซน์ที่อยู่ในรูปของมุม



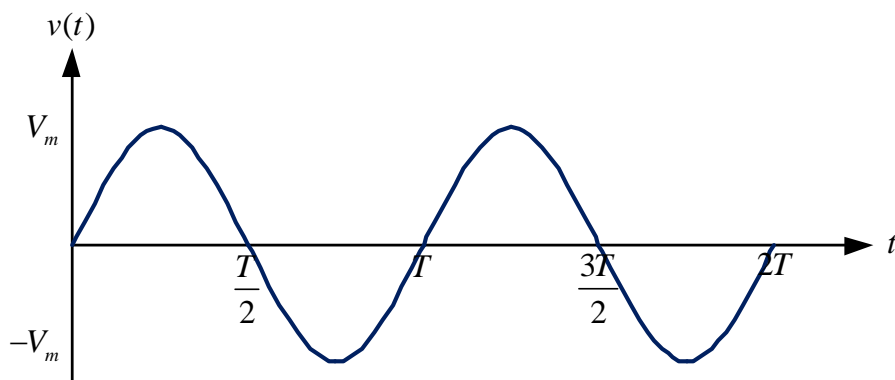
สัญญาณไซน์ที่อยู่ในรูปของ  
คาบเวลา

# คุณลักษณะของฟังก์ชันไซน์ขงยด (ต่อ)

สัญญาณไซน์ถูกวาดเทียบกับเวลาโดยจะมีรูปสัญญาณครบหนึ่งรอบทุกๆ คาบเวลา T



$$v(t) = V_m \sin \omega t$$

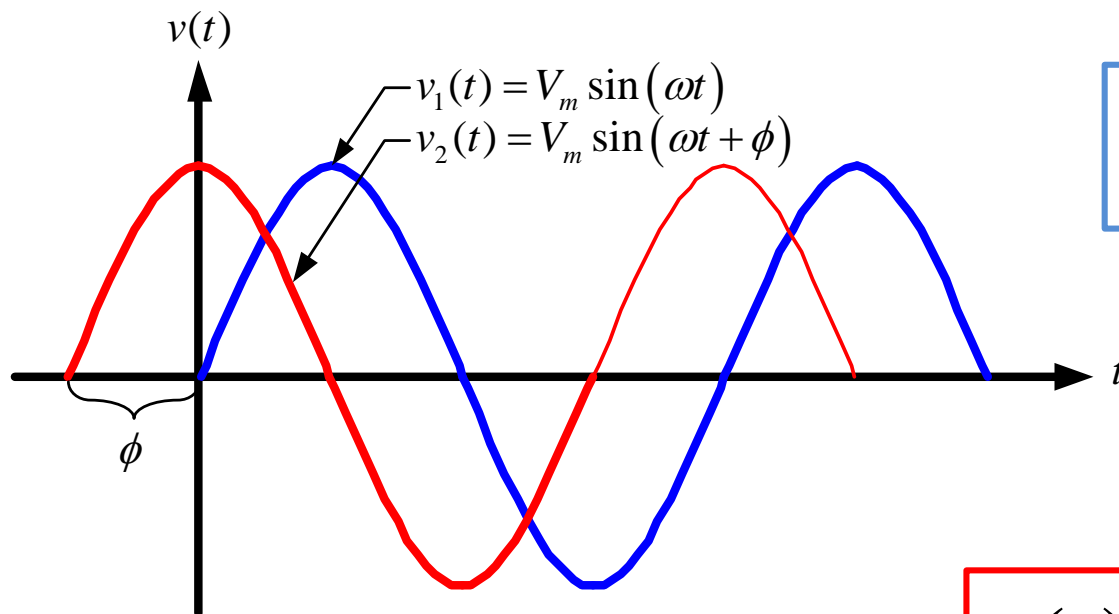


$$\omega = 2\pi f$$

$f$  = ความถี่ของระบบไฟฟ้า

# คุณลักษณะของฟังก์ชันไซน์ชอยด์ (ต่อ)

ฟังก์ชันไซน์ชอยด์ของสัญญาณไซน์เมื่อมีการเลื่อนเฟส



$$v(t) = V_m \sin \omega t$$

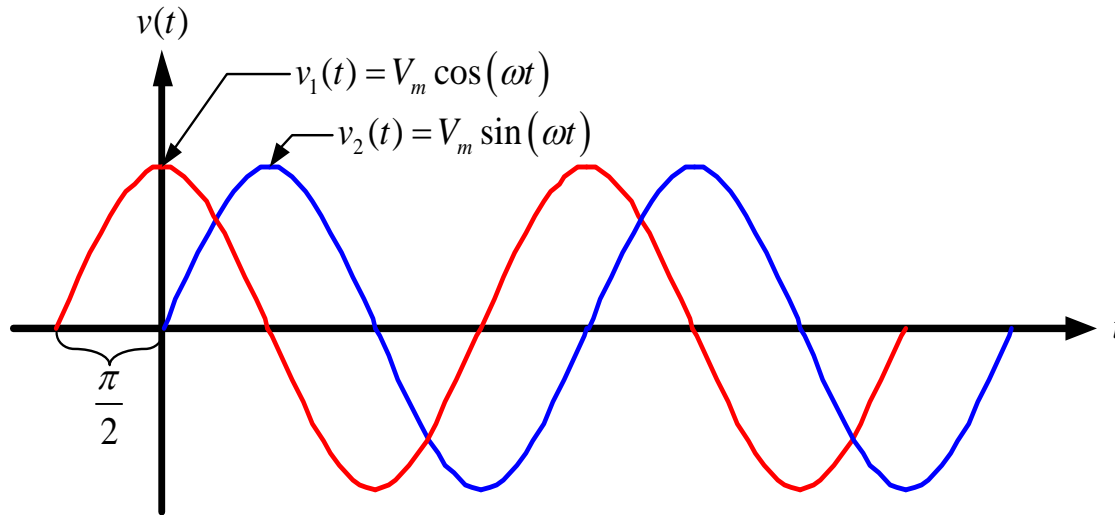


$$v(t) = V_m \sin \omega t + \phi$$

$$360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

เฟสของสัญญาณมีหน่วย เรเดียน

# คุณลักษณะของฟังก์ชันไซน์ขมขยต์ (ต่อ)



$$v(t) = V_m \sin \omega t + \frac{\pi}{2}$$

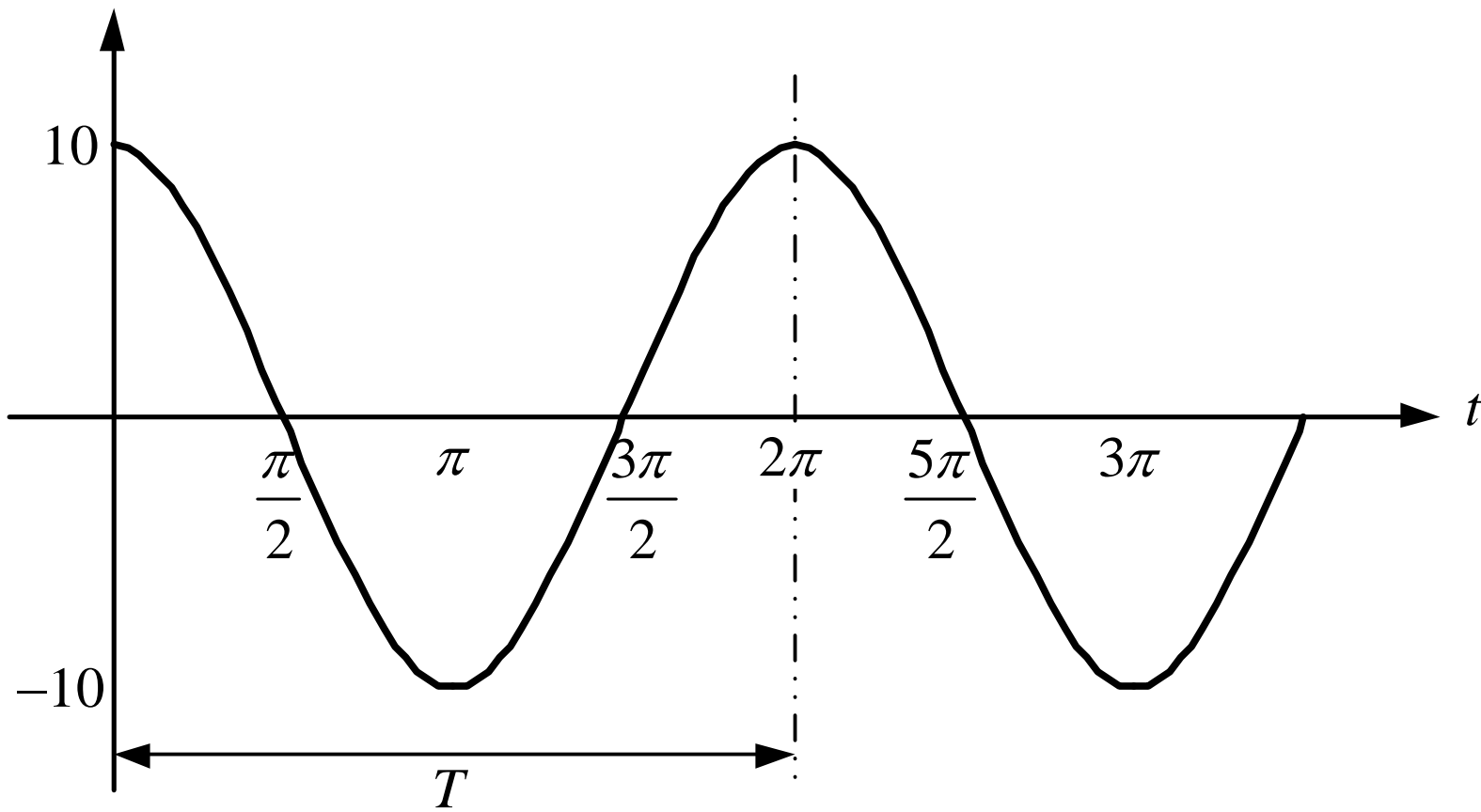
=

$$v(t) = V_m \sin \omega t + 90^\circ$$



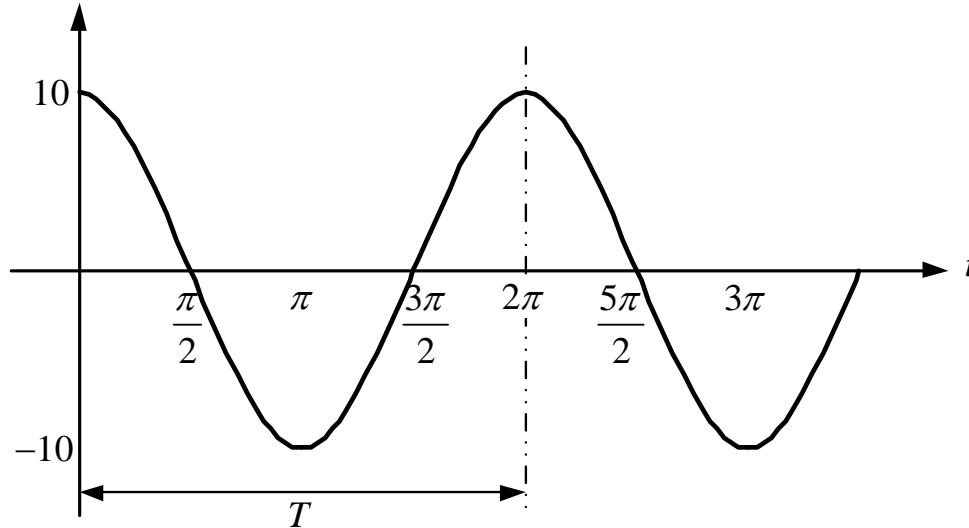
$$v(t) = V_m \cos \omega t$$

# ตัวอย่างที่ 1 จากสัญญาณรูปด้านล่าง จงหา $T$ , $f$ , $\omega$





# วิธีทำ

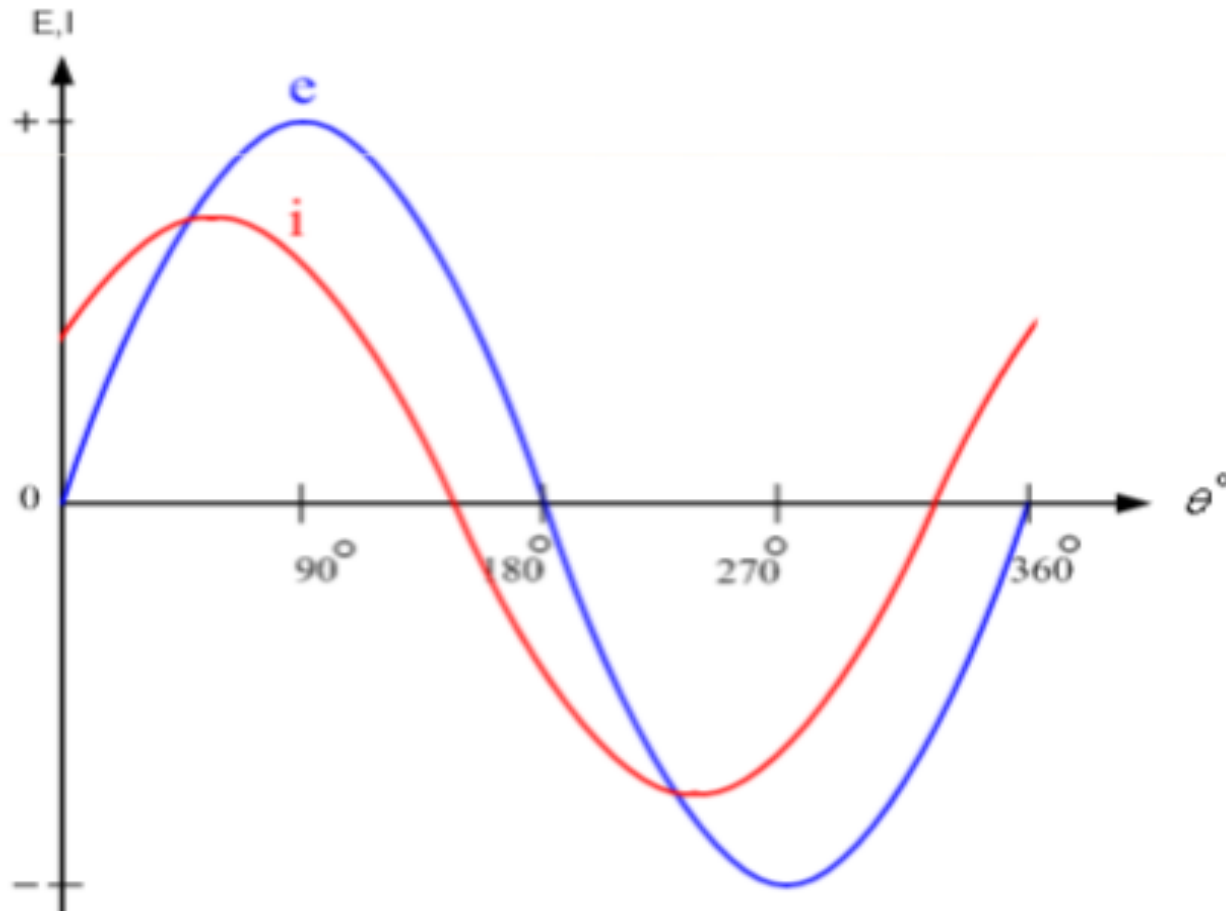


$T$  คือ คาบเวลามีค่าเท่ากับ  $2\pi$   $\Rightarrow T = 2 \times \pi = 2 \times 3.14 = 6.28 \text{ s}$

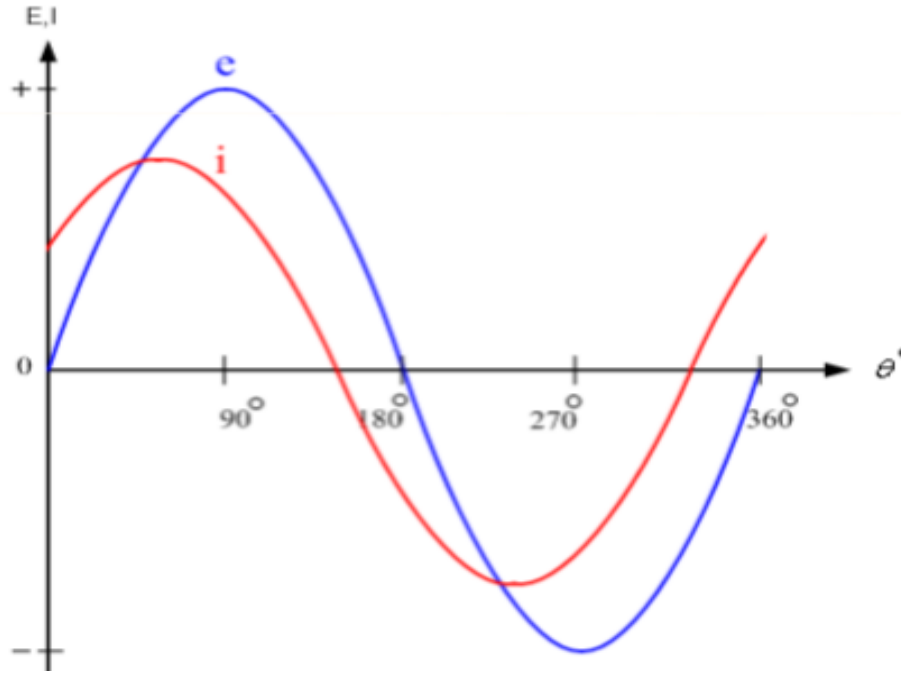
$f$  คือ ความถี่ มีค่าเท่ากับ  $\frac{1}{T}$   $\Rightarrow f = \frac{1}{6.28 \text{ s}} = 0.159 \text{ Hz}$

$\omega$  คือ ความถี่เชิงมุม มีค่าเท่ากับ  $2\pi f$   $\Rightarrow \omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 0.159 = 1 \text{ rad}$

**ตัวอย่างที่ 2** ถ้ากระแส  $i$  นำหน้าแรงดัน  $e$  เป็น 25 องศา และสัญญาณ มีความถี่ 50Hz ค่ากระแสสูงสุดไหลในวงจร 15A จงคำนวณกระแสชั่วขณะเป็นเวลา 8ms



# วิธีทำ



$$i(t) = I_m \sin \omega t + 25$$


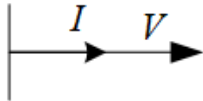

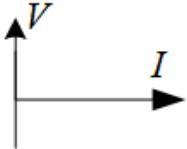

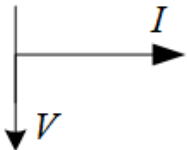
คิดที่ เวลา 8ms,  $i(8ms) = 15 \sin \left( 2\pi \times 50 \times 0.008 + \left( \frac{25 \times \pi}{180} \right) \right)$

$$i(8ms) = 2.8601A \quad \text{ตอบ}$$

# โหลดทางไฟฟ้า

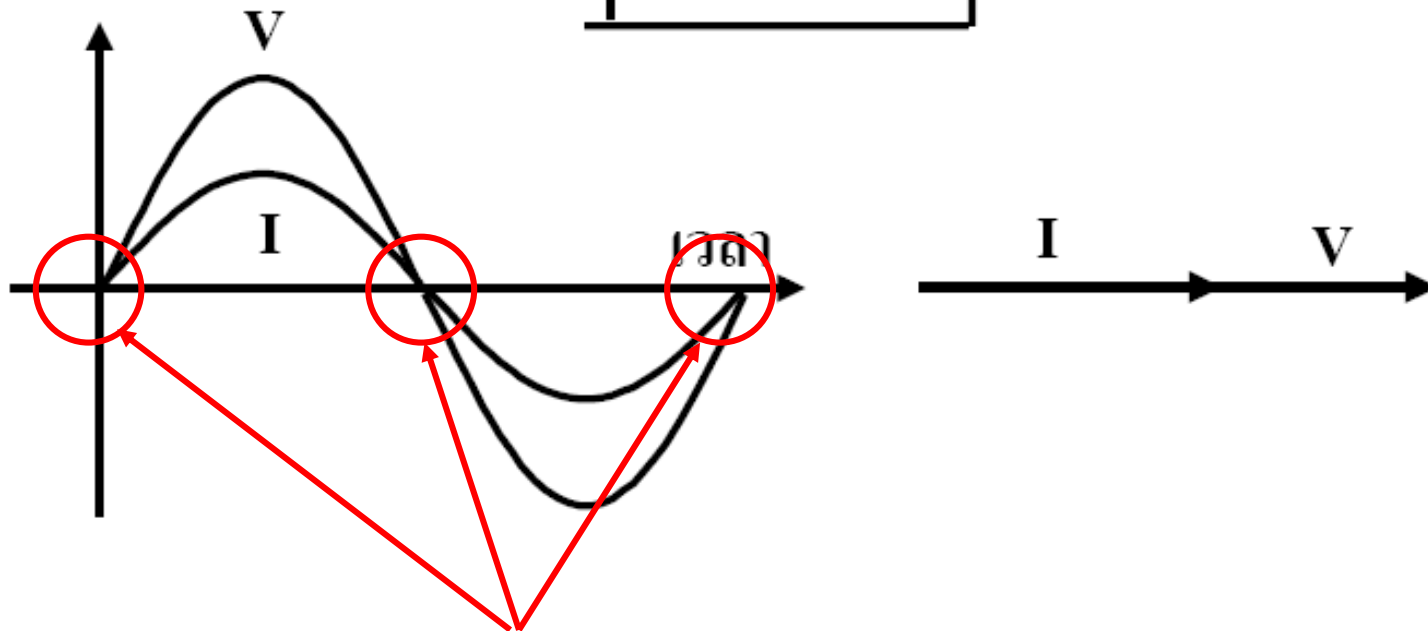
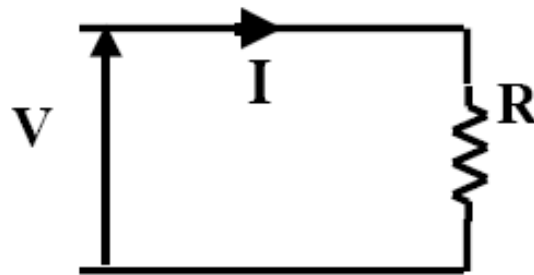
โหลดทางไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1. โหลดความต้านทาน
2. โหลดความเหนี่ยวนำ
3. โหลดความจุไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความต้านทาน	เฟสของ I และ V
	$R$	I และ V เฟสตรงกัน 
	$X_L = \omega L = 2\pi fL$	I ตาม V 90 องศา 
	$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$	I นำ V 90 องศา 

# คุณสมบัติของโหลดความต้านทาน

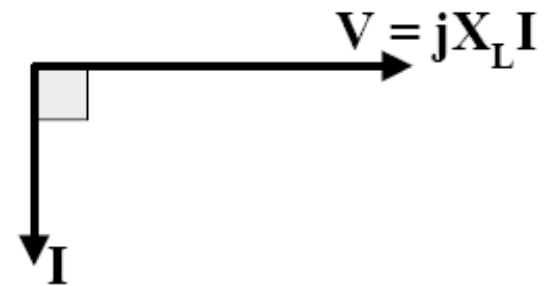
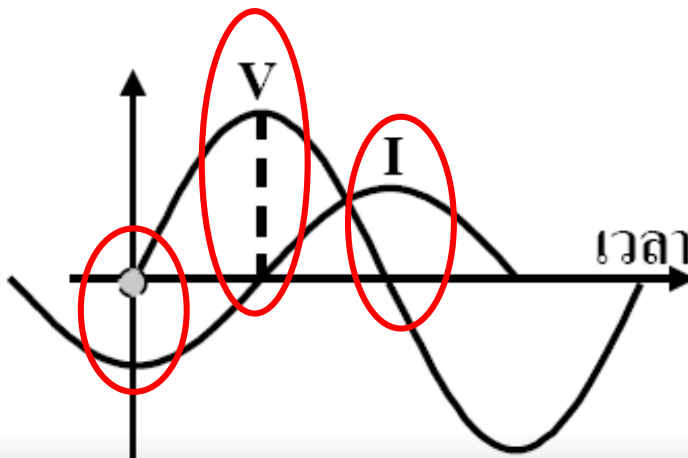
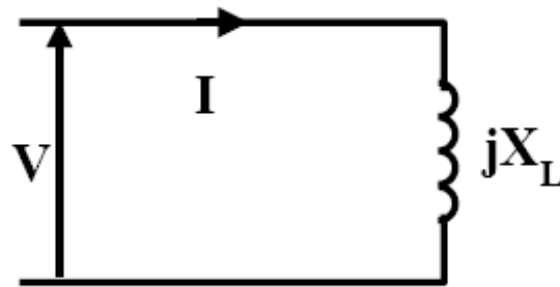
ความต้านทาน



เฟสเซอร์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจะตรงกัน

# คุณสมบัติของโหลดความเหนี่ยวนำ

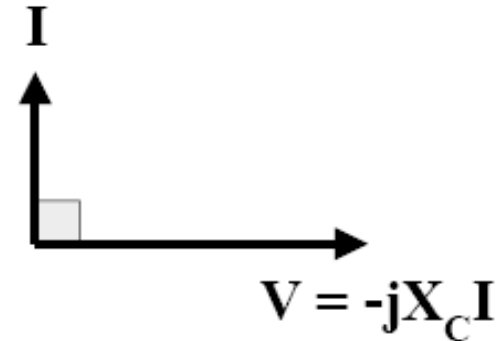
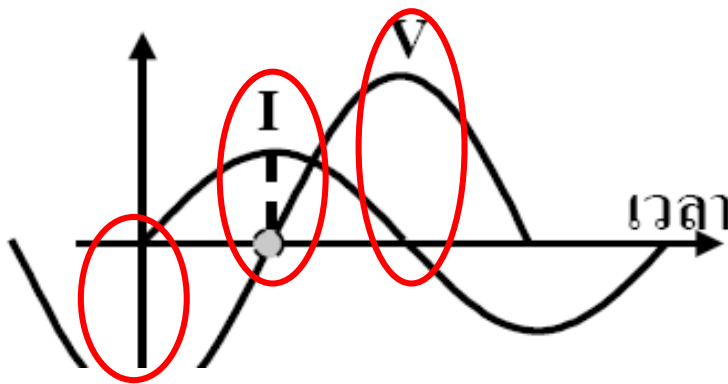
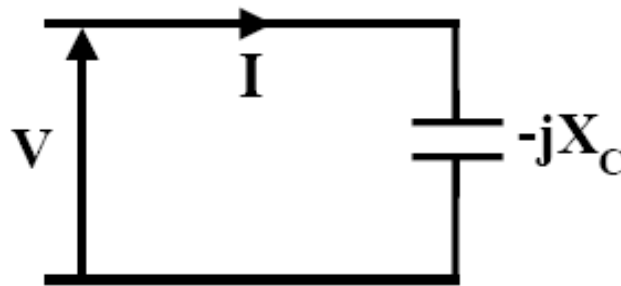
ความเหนี่ยวนำ



เฟสเซอร์ของแรงดันไฟฟ้าจะนำหน้ากระแสไฟฟ้า  $\frac{\pi}{2}$

# คุณสมบัติของโหลดความจุไฟฟ้า

ความจุไฟฟ้า



เฟสเซอร์ของแรงดันไฟฟ้าจะล่าหลังกระแสไฟฟ้า  $\frac{\pi}{2}$

# จำนวนเชิงซ้อน

จำนวนเชิงซ้อน หรือปริมาณเชิงซ้อน คือปริมาณที่ประกอบไปด้วยส่วนจริง และส่วนจินตภาพ โดยมีสัญลักษณ์ซึ่งแทนจำนวนเชิงซ้อน และส่วนประกอบของจำนวนเชิงซ้อนดังนี้

Rectangular Form

$$Z = R + jX$$

$Z$  = จำนวนเชิงซ้อน

$R$  = ส่วนจริง

$X$  = ส่วนจินตภาพ



Polar Form

$$Z = |Z| \angle \theta$$

$|Z|$  = ขนาด

$\theta$  = มุมเฟส



# ความสัมพันธ์ระหว่าง **Polar Form** และ **Rectangular form**

ในการสื่อความหมายของปริมาณเวกเตอร์ในทางไฟฟ้านั้น  
บางครั้งความเข้าใจจะขึ้นอยู่กับการนำเสนอในรูปของ **Polar  
form** หรือ **Rectangular form** ดังนั้น การแปลงรูปแบบ  
ระหว่าง **Polar form** และ **Rectangular form** จึงมี  
ความสำคัญต่อการตีความ

## การแปลงค่าจาก **Polar form** เป็น **Rectangular form**

$$Z = |Z| \angle \theta$$



$$Z = R + jX$$

$$R = Z \cos \theta$$

$$X = Z \sin \theta$$

## การแปลงค่าจาก **Rectangular Form** เป็น **Polar form**

$$Z = R + jX$$



$$Z = |Z| \angle \theta$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{X}{R} \right)$$

### ตัวอย่างที่ 3 จงหาค่าจำนวนเชิงซ้อนให้อยู่ในรูป Polar

Form  $(6 + j5) + (3 + j4)(10\angle 40^\circ)$

วิธีทำ พิจารณา  $(3 + j4)(10\angle 40^\circ)$

$3 + j4$  แปลงให้อยู่ในรูป **Polar form** ได้ดังนี้

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right) = 53.13^\circ$$

จะได้  $(3 + j4)(10\angle 40^\circ) = (5\angle 53.13^\circ)(10\angle 40^\circ) = (50\angle 93.13^\circ)$

**ตัวอย่างที่ 3** จงหาค่าจำนวนเชิงซ้อนให้อยู่ในรูป Rect.

และ Polar  $(6 + j5) + (3 + j4)(10 \angle 40^\circ)$

**วิธีทำ** พิจารณา  $(6 + j5)$

$(6 + j5)$  แปลงให้อยู่ในรูป **Polar form** ได้ดังนี้

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{6^2 + 5^2} = 7.81$$

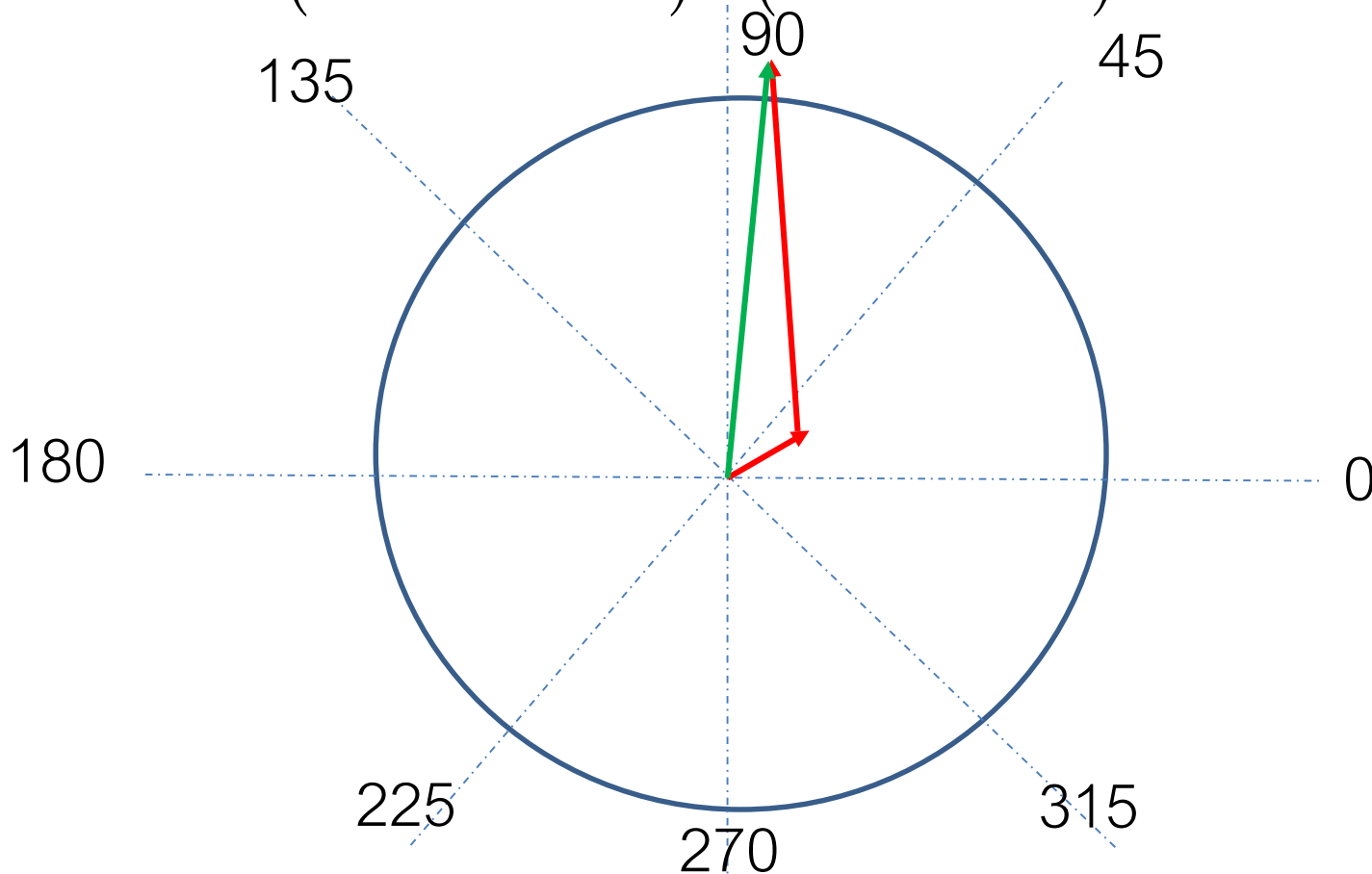
$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{X}{R} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{5}{6} \right) = 39.81^\circ$$

จะได้  $(7.81 \angle 39.81^\circ) + (50 \angle 93.13^\circ)$

**ตัวอย่างที่ 3** จงหาค่าจำนวนเชิงซ้อนให้อยู่ในรูป Rect.

และ Polar  $(6 + j5) + (3 + j4)(10 \angle 40^\circ)$

**วิธีทำ**  $(7.81 \angle 39.81^\circ) + (50 \angle 93.13^\circ)$



# การแปลงสัญญาณคลื่นรูปไซน์ให้เป็นเฟสเซอร์

การแปลงสัญญาณคลื่นรูปไซน์ให้เป็นเฟสเซอร์จะต้องอยู่ในรูปของฟังก์ชัน **COS** เป็นหลัก

$$v_1(t) = V_m \cos(\omega t + \phi) \quad \longrightarrow \quad v_1(t) = V_m \angle \phi$$

ถ้าสัญญาณที่กำหนดอยู่ในรูปของฟังก์ชัน **SIN** สามารถกระทำได้ดังนี้

$$v_2(t) = V_m \sin(\omega t + \phi) \quad \longrightarrow \quad v_2(t) = V_m \cos(\omega t + \phi - 90^\circ)$$

$$V_2 = V_m \angle \phi - 90^\circ$$

**ตัวอย่างที่ 4** จงแปลงสัญญาณรูปคลื่นไซน์ต่อไปนี้ให้เป็นเฟสเซอร์

1.  $v(t) = 100 \cos(400\omega t - 30^\circ)$

2.  $i(t) = -5 \sin(550t - 110^\circ)$

**วิธีทำ**

1.  $v(t) = 100 \cos(400\omega t - 30^\circ) \longrightarrow \boxed{V = 100 \angle -30^\circ}$

2.  $i(t) = -5 \sin(550t - 110^\circ) \longrightarrow$  ต้องแปลง **sin** เป็น **cos** ก่อน

## ตัวอย่างที่ 4 จงแปลงสัญญาณรูปคลื่นไซน์ต่อไปนี้ให้เป็นเฟสเซอร์

### วิธีทำ

2.  $i(t) = -5 \sin(550t - 110^\circ)$  แปลง **sin** เป็น **cos** จะได้ว่า

$$\begin{aligned} i(t) &= -5 \sin(550t - 110^\circ) \\ &= -5 \cos(550t - 110^\circ - 90^\circ) \end{aligned}$$

จากคุณสมบัติของฟังก์ชัน **cos**  $-\cos(\omega t) = \cos(\omega t \pm 180^\circ)$

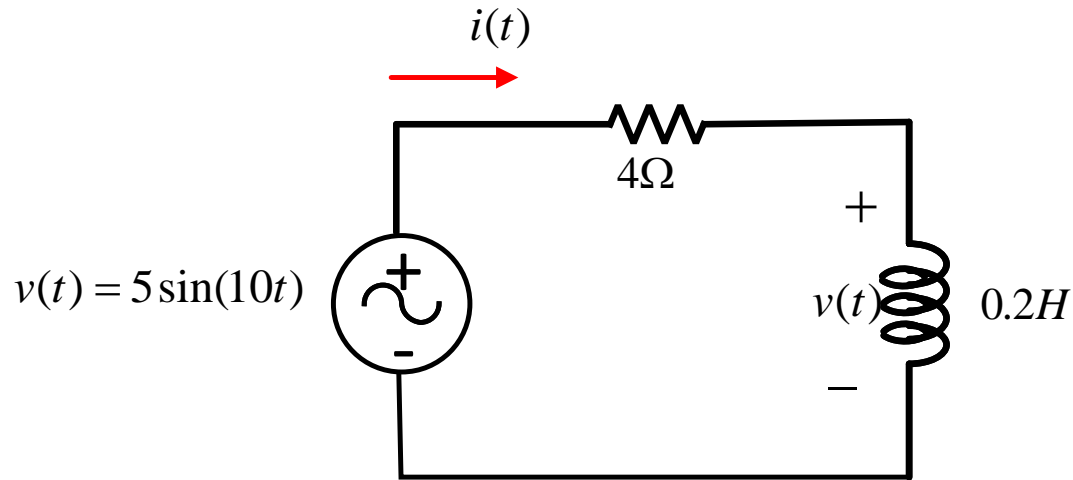
$$\begin{aligned} i(t) &= -5 \cos(550t - 110^\circ - 90^\circ) \\ &= 5 \cos(550t - 110^\circ - 90^\circ + 180^\circ) \\ &= 5 \cos(550t - 20^\circ) \quad \Rightarrow \quad \boxed{I = 5 \angle -20^\circ} \end{aligned}$$



# การวิเคราะห์เฟสเซอร์ของโหลด RLC

โหลด **RLC** เมื่อต่อรวมกันอยู่ในวงจรไฟฟ้า ย่อมส่งผลให้เฟสเซอร์ของปริมาณกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง โดยความสัมพันธ์ของเฟสเซอร์ดังกล่าวขึ้นอยู่กับขนาดของโหลดแต่ละชนิด

**ตัวอย่างที่ 4** จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรและค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม โหลดตัวเหนี่ยวนำที่เวลา 2ms



**วิธีทำ** แปลงวงจรให้อยู่ในรูปของเฟสเซอร์และอิมพีแดนซ์

พิจารณาที่แหล่งจ่าย

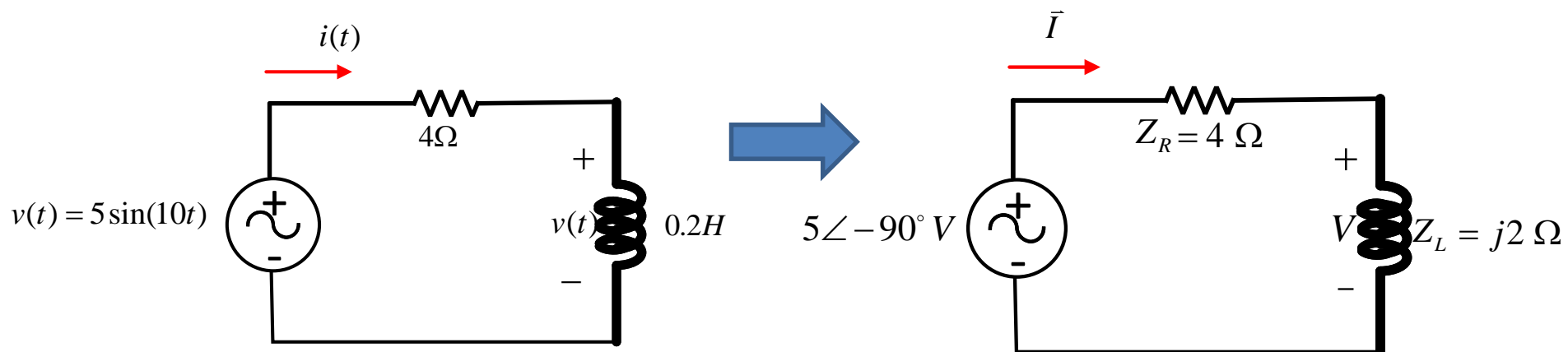
$$\begin{aligned}v(t) &= 5 \sin(10t) \\ &= 5 \cos(10t - 90^\circ)\end{aligned}$$

**ตัวอย่างที่ 4** จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรและค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม โหลดตัวเหนี่ยวนำที่เวลา 2ms

**วิธีทำ (ต่อ)** จะได้  $\omega = 10 \text{ rad} / \text{s}$

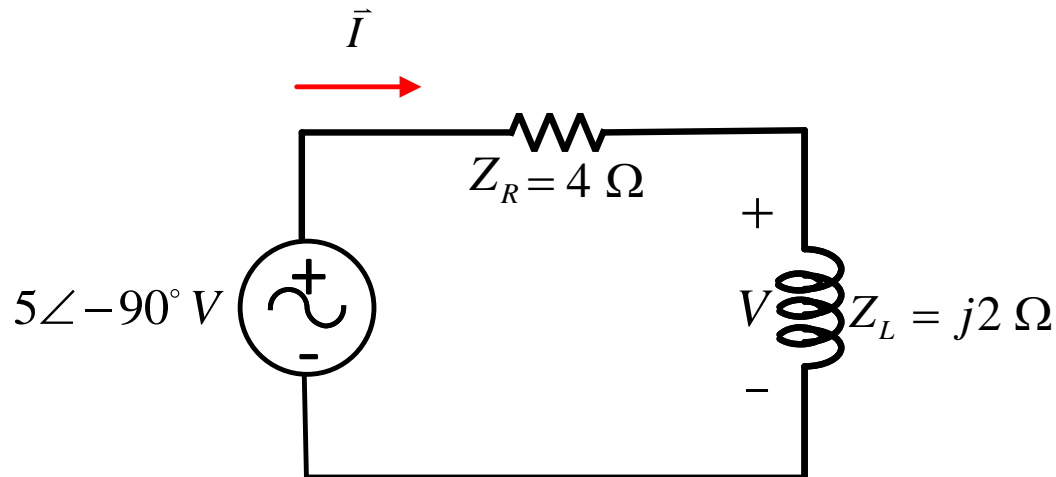
จะได้เฟสเซอร์แรงดัน  $v(t) = 5 \cos(10t - 90^\circ) \Rightarrow V = 5 \angle -90^\circ \text{ V}$

พิจารณาที่ตัวเหนี่ยวนำ  $\Rightarrow Z_L = j\omega L = j(10)(0.2) = j2 \Omega$



## วิธีทำ (ต่อ)

คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

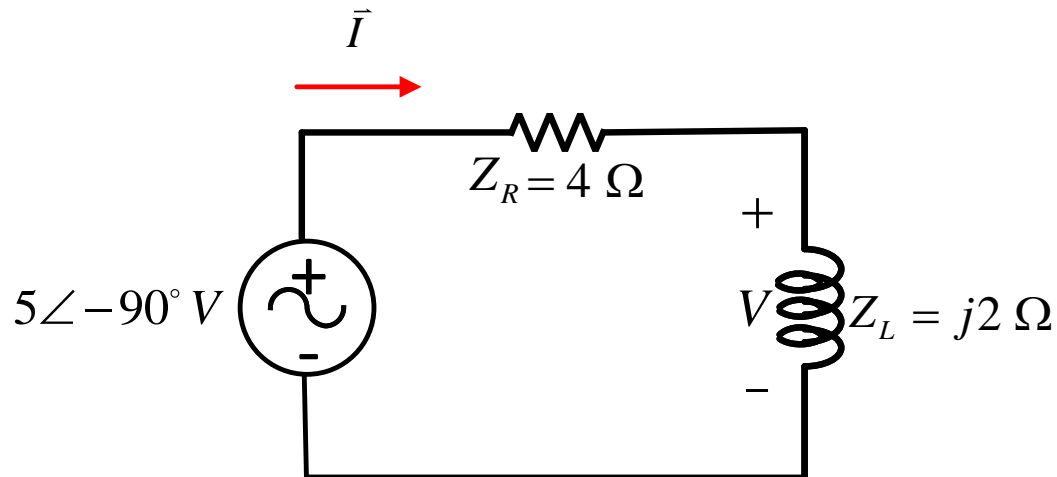


กฎของโอห์ม  $\rightarrow$

$$\begin{aligned} \mathbf{I} &= \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{Z}_{eq}} = \frac{5 \angle -90^\circ}{4 + j2} = \frac{5 \angle -90^\circ}{4.47 \angle 26.57^\circ} \\ &= \left( \frac{5}{4.47} \right) \angle -90^\circ - 26.57^\circ \\ &= 1.18 \angle -116.57^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

## วิธีทำ (ต่อ)

คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่คร่อมตัวเหนี่ยวนำ



กฎของโอห์ม  $\rightarrow$

$$V = (j2)I$$

$$= (2\angle 90^\circ)(1.18\angle -116.57^\circ)$$

$$= 2.36\angle -26.57^\circ \text{ V}$$

## วิธีทำ (ต่อ)

แปลงกลับให้อยู่ในรูปของสัญญาณไซน์

$$I = 1.18 \angle -116.57^\circ \text{ A} \longrightarrow i(t) = 1.18 \cos(10t - 116.57^\circ) \text{ A}$$

คิดที่เวลา 2ms;  $i(2ms) = 1.18 \cos(10 \times 0.002 - 116.57^\circ) \text{ A}$

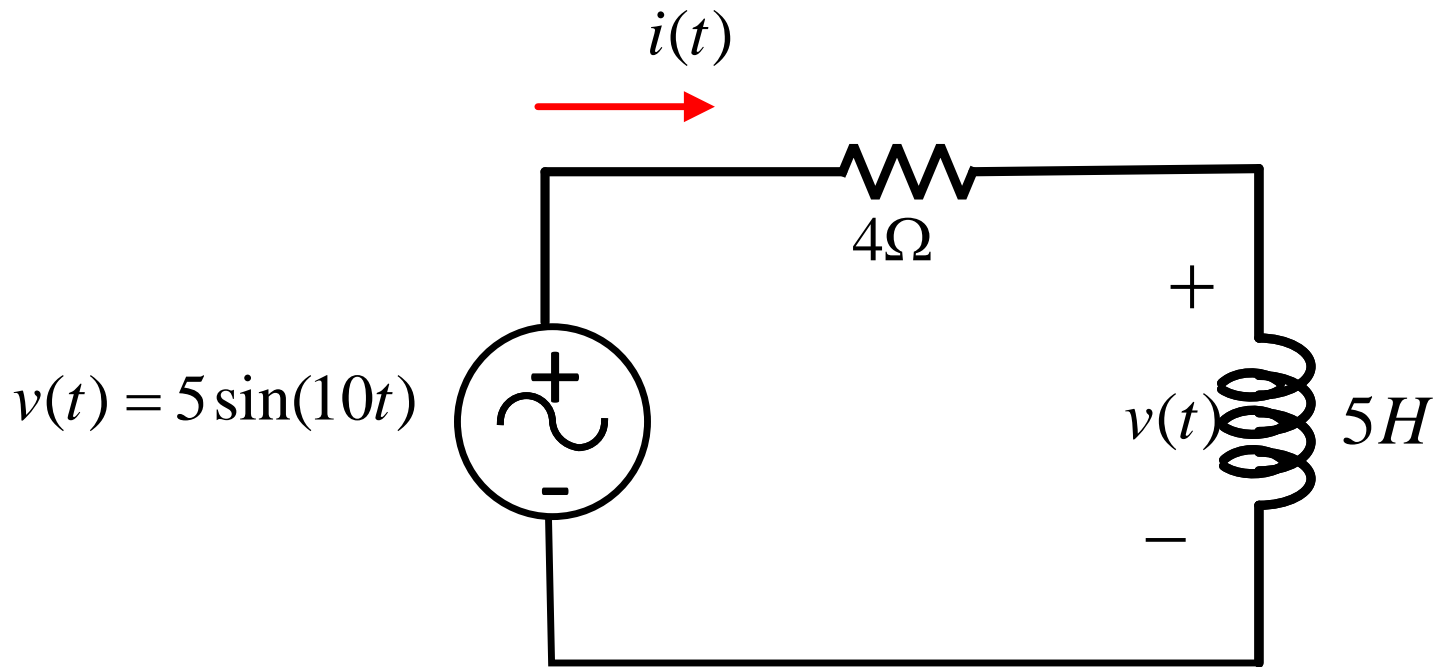
$$i(2ms) = -0.5066 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

$$V = 2.36 \angle -26.57^\circ \text{ V} \longrightarrow v(t) = 2.36 \cos(10t - 26.57^\circ) \text{ V}$$

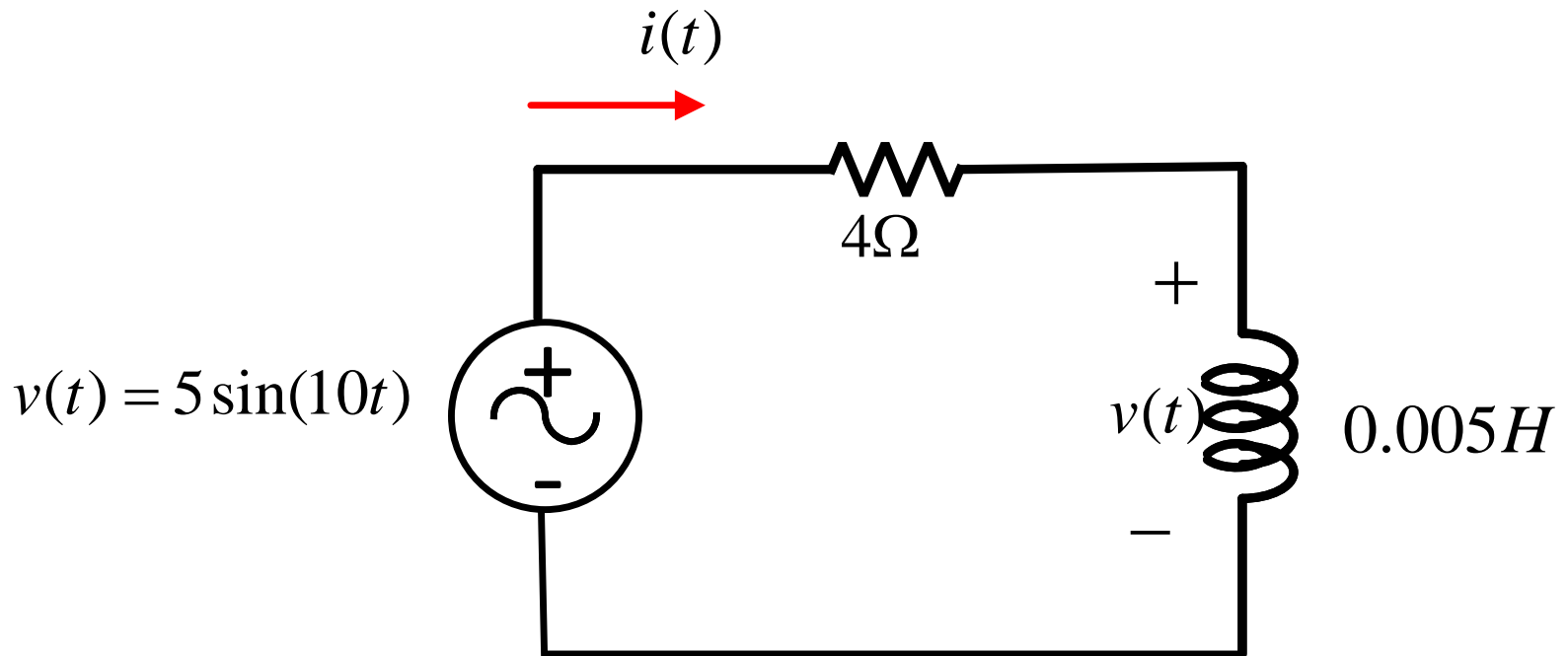
คิดที่เวลา 2ms;  $v(2ms) = 2.36 \cos(10 \times 0.002 - 26.57^\circ) \text{ V}$

$$v(2ms) = 2.1314 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

**โจทย์ปัญหา 1** จากตัวอย่างที่ 4 จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำที่เวลา 2ms เมื่อเปลี่ยนค่าความเหนี่ยวนำเป็น 5H

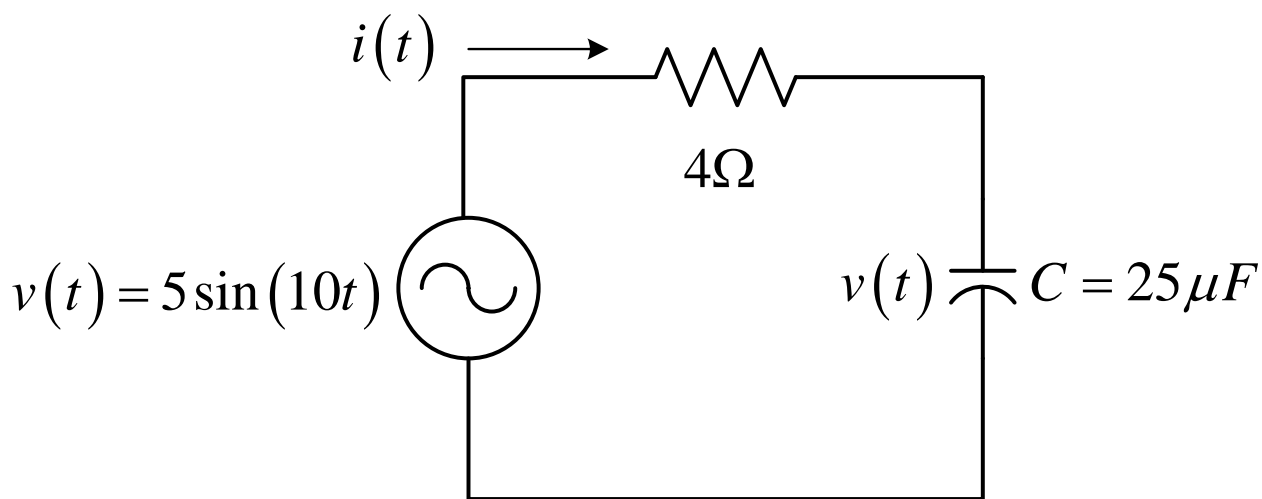


**โจทย์ปัญหา 2** จากตัวอย่างที่ 4 จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำที่เวลา  $2\text{ms}$  เมื่อเปลี่ยนค่าความเหนี่ยวนำเป็น  $0.005\text{H}$





**ตัวอย่างที่ 5** จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรและค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม โหลดตัวเก็บประจุที่เวลา 2ms



**วิธีทำ** แปลงวงจรให้อยู่ในรูปของเฟสเซอร์และอิมพีแดนซ์

พิจารณาที่แหล่งจ่าย

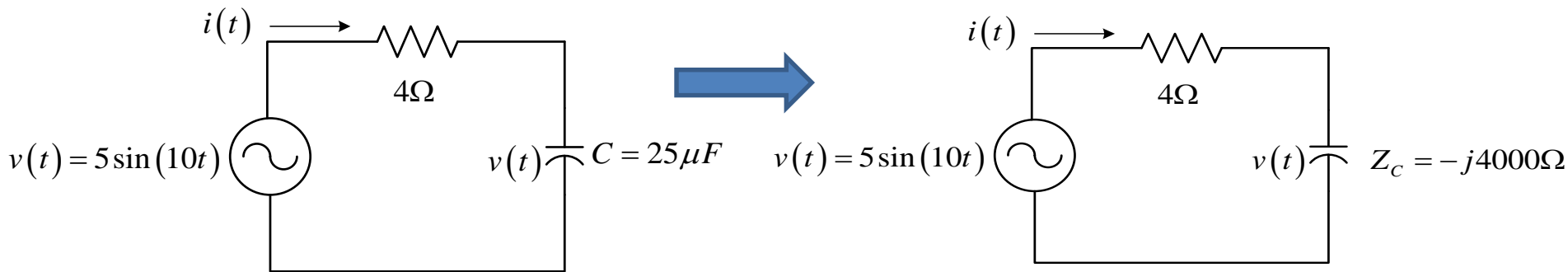
$$\begin{aligned} v(t) &= 5 \sin(10t) \\ &= 5 \cos(10t - 90^\circ) \end{aligned}$$

**ตัวอย่างที่ 5** จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรและค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม โหลดตัวเก็บประจุที่เวลา 2ms

**วิธีทำ (ต่อ)** จะได้  $\omega = 10 \text{ rad} / \text{s}$

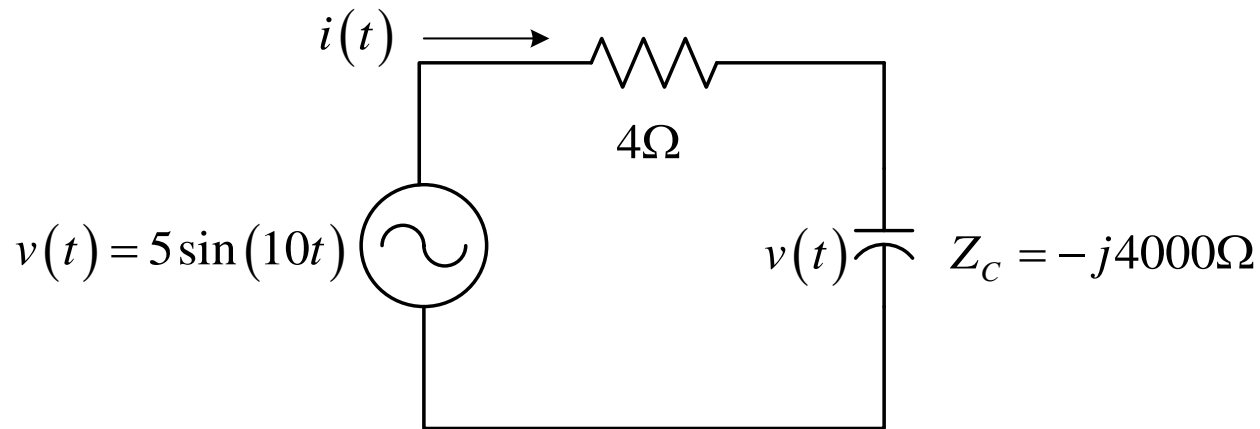
จะได้เฟสเซอร์แรงดัน  $v(t) = 5 \cos(10t - 90^\circ) \Rightarrow V = 5 \angle -90^\circ \text{ V}$

พิจารณาที่ตัวเก็บประจุ  $\Rightarrow Z_C = \frac{-j}{\omega C} = \frac{-j}{(10)(25 \times 10^{-6})} = -j4000 \Omega$



## วิธีทำ (ต่อ)

คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

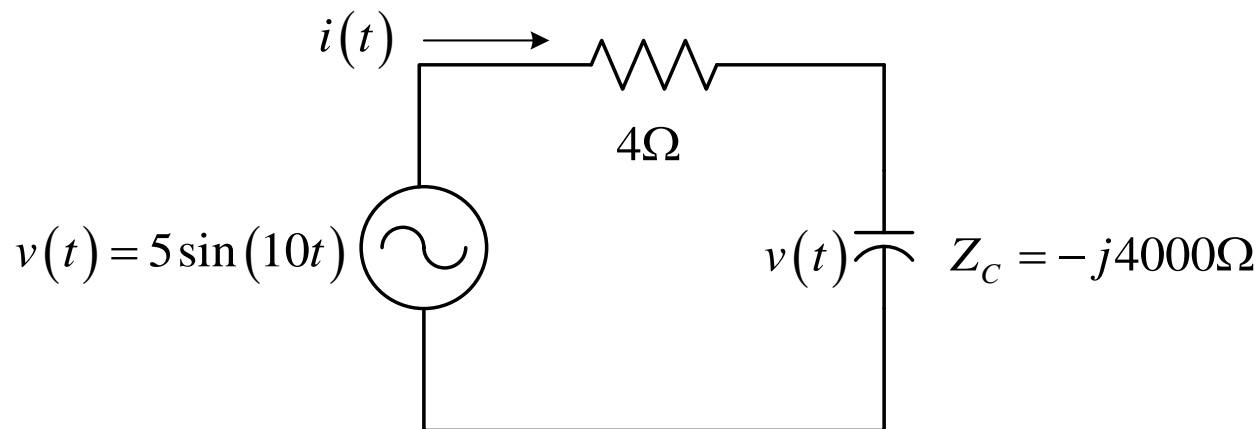


กฎของโอห์ม  $\rightarrow$

$$\begin{aligned} \mathbf{I} &= \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{Z}_{eq}} = \frac{5 \angle -90^\circ}{4 - j4000} = \frac{5 \angle -90^\circ}{4000 \angle -89.94^\circ} \\ &= \left( \frac{5}{4000} \right) \angle -90^\circ - 89.94^\circ \\ &= 0.0013 \angle -179.94^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

## วิธีทำ (ต่อ)

คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่คร่อมตัวเก็บประจุ



กฎของโอห์ม  $\rightarrow$

$$V = (-j4000)I$$

$$= (4000 \angle -90^\circ)(0.0013 \angle -179.94^\circ)$$

$$= 5.20 \angle -269.94^\circ \text{ V}$$

## วิธีทำ (ต่อ)

แปลงกลับให้อยู่ในรูปของสัญญาณไซน์

$$I = 0.0013 \angle -179.94^\circ \text{ A} \longrightarrow i(t) = 0.0013 \cos(10t - 179.94^\circ) \text{ A}$$

คิดที่เวลา  $2\text{ms}$ ;  $i(2\text{ms}) = 0.0013 \cos(10 \times 0.002 - 179.94^\circ) \text{ A}$

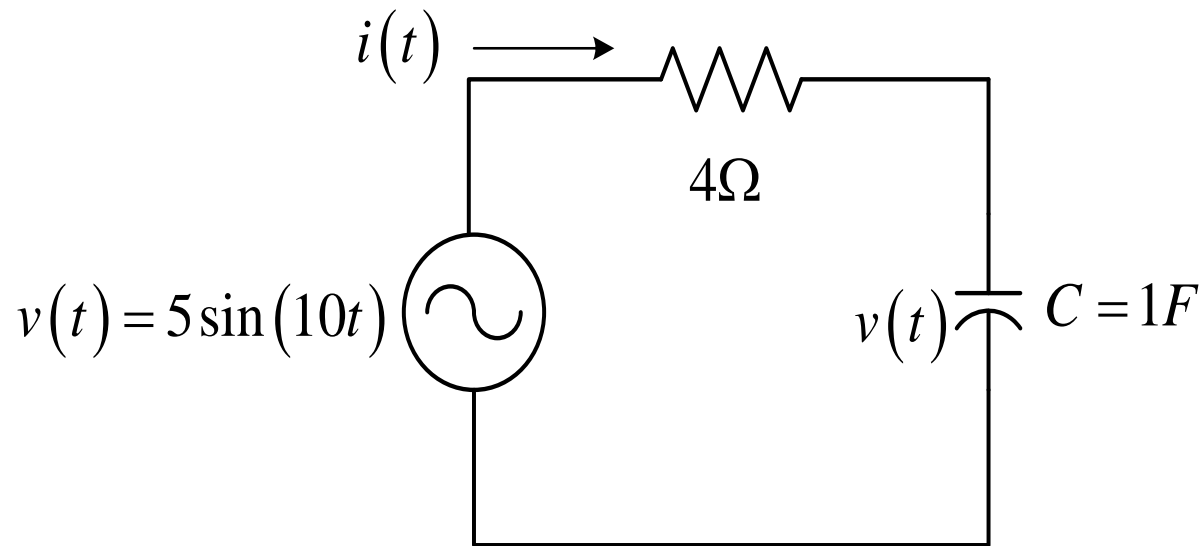
$$i(2\text{ms}) = -0.0013 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

$$V = 5.20 \angle -269.94^\circ \text{ V} \longrightarrow v(t) = 5.20 \cos(10t - 269.94^\circ) \text{ V}$$

คิดที่เวลา  $2\text{ms}$ ;  $v(2\text{ms}) = 5.20 \cos(10 \times 0.002 - 269.94^\circ) \text{ V}$

$$v(2\text{ms}) = -0.1094 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

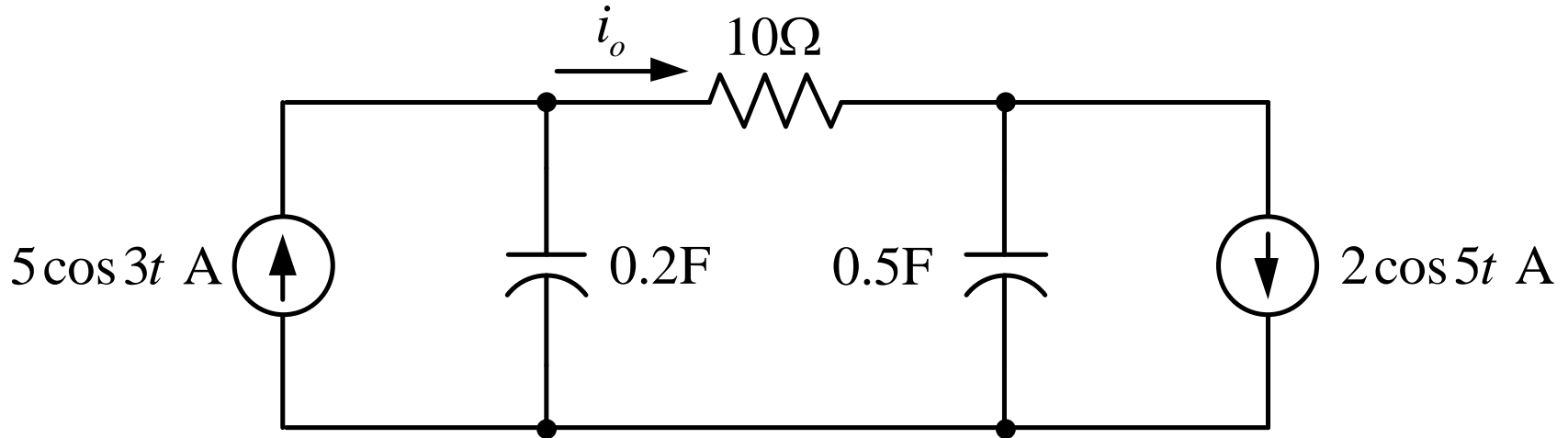
**โจทย์ปัญหา 3** จากตัวอย่างที่ 5 จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุที่เวลา 2ms เมื่อเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 1 F



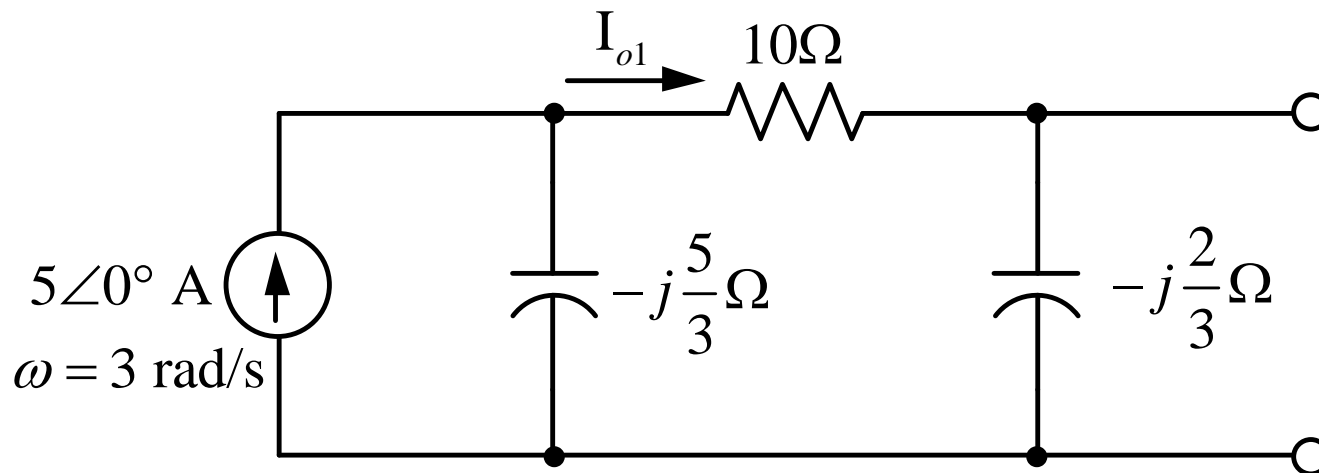
# การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่มีความถี่ของแหล่งจ่ายไม่เท่ากัน

การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการทับซ้อนกับเฟสเซอร์ ในกรณีที่วงจรมีแหล่งจ่ายมากกว่าหนึ่งแหล่งโดยที่มีแหล่งจ่ายหนึ่งตัว (หรือมากกว่า) มีความถี่ไม่เท่ากับแหล่งจ่ายตัวอื่นๆ **การวิเคราะห์วงจรในลักษณะเช่นนี้ จำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีการวางซ้อน** ในการวิเคราะห์วงจรเนื่องจากว่าค่าอิมพีแดนซ์ของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุมีค่าที่ขึ้นกับความถี่ ดังนั้นการวิเคราะห์จึงต้องแยกคิดผลตอบสนองที่เกิดจากแหล่งจ่ายแต่ละความถี่นั้น

**ตัวอย่างที่ 6** จงคำนวณหาค่า  $i_o$  ที่ช่วงเวลา 7ms



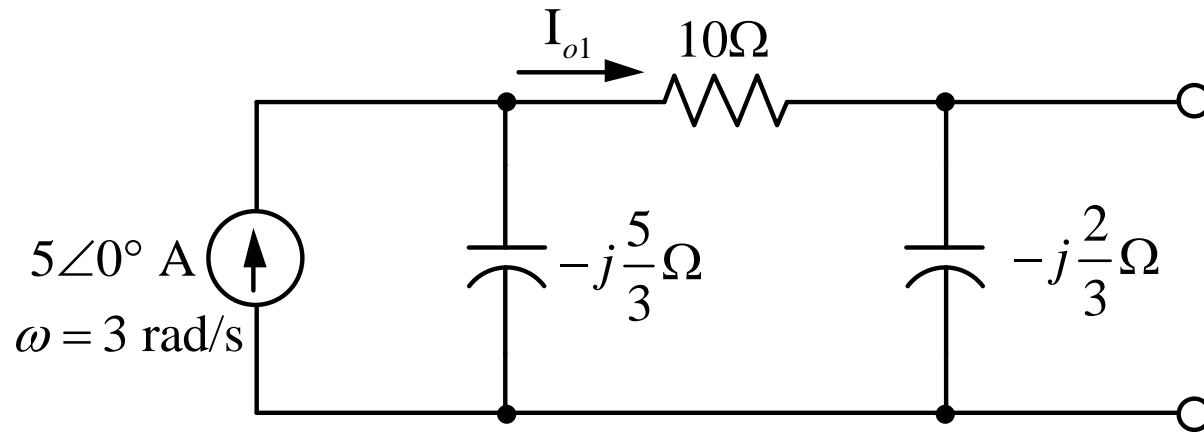
**วิธีทำ** คิดผลของแหล่งจ่ายที่มีความถี่  $\omega = 3 \text{ rad/s}$





## ตัวอย่างที่ 6 จงคำนวณหาค่า $i_o$ ที่ช่วงเวลา 7ms

วิธีทำ (ต่อ) คัดผลของแหล่งจ่ายที่มีความถี่  $\omega = 3 \text{ rad/s}$

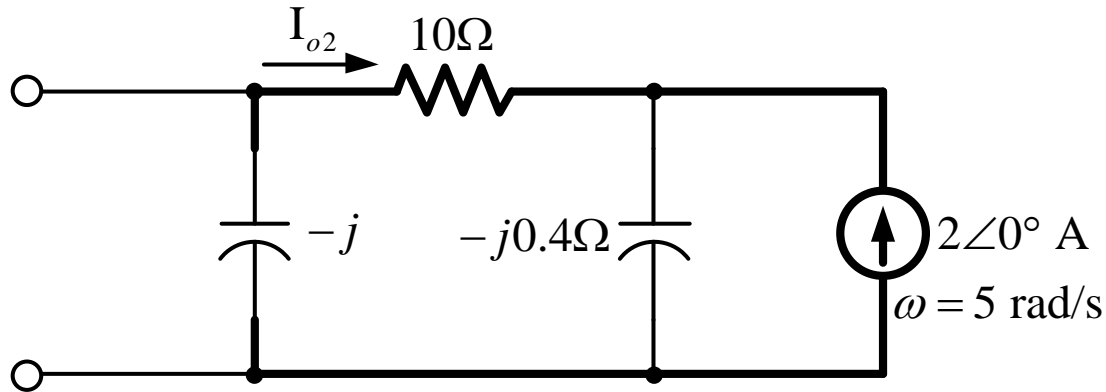


แบ่งกระแส เพื่อหาค่า  $I_{o1}$   $\longrightarrow$  
$$I_{o1} = \left[ \frac{\left(-j\frac{5}{3}\right)}{\left(-j\frac{5}{3}\right) + \left(10 - j\frac{2}{3}\right)} \right] 5\angle 0^\circ$$

$I_{o1} = 0.811\angle -76.87^\circ \text{ A} \longrightarrow i_{o1}(t) = 0.811\cos(3t - 76.87^\circ) \text{ A}$

ตัวอย่างที่ 6 จงคำนวณหาค่า  $i_o$  ที่ช่วงเวลา 7ms

วิธีทำ (ต่อ) คิผลของแหล่งจ่ายที่มีความถี่  $\omega = 5 \text{ rad/s}$



แบ่งกระแส เพื่อหาค่า  $I_{o2}$   $\longrightarrow I_{o2} = \left[ \frac{(-j0.4)}{(-j0.4) + (10 - j)} \right] 2 \angle 0^\circ$

$I_{o2} = 0.079 \angle -82.03^\circ \text{ A} \longrightarrow i_{o2}(t) = 0.079 \cos(5t - 82.03^\circ) \text{ A}$

**ตัวอย่างที่ 6** จงคำนวณหาค่า  $i_o$  ที่ช่วงเวลา 7ms

**วิธีทำ (ต่อ)** ผลตอบสนองที่เกิดจากแหล่งจ่ายทั้งสองคือ

$$i_o(t) = i_{o1}(t) + i_{o2}(t)$$

$$i_o(t) = 0.811 \cos(3t - 76.87^\circ) + 0.079 \cos(5t - 82.03^\circ) \text{ A}$$

คิดที่เวลา 7ms จะได้

$$i_o(7ms) = 0.811 \cos(3 \times 0.007 - 76.87^\circ) + 0.079 \cos(5 \times 0.007 - 82.03^\circ) \text{ A}$$

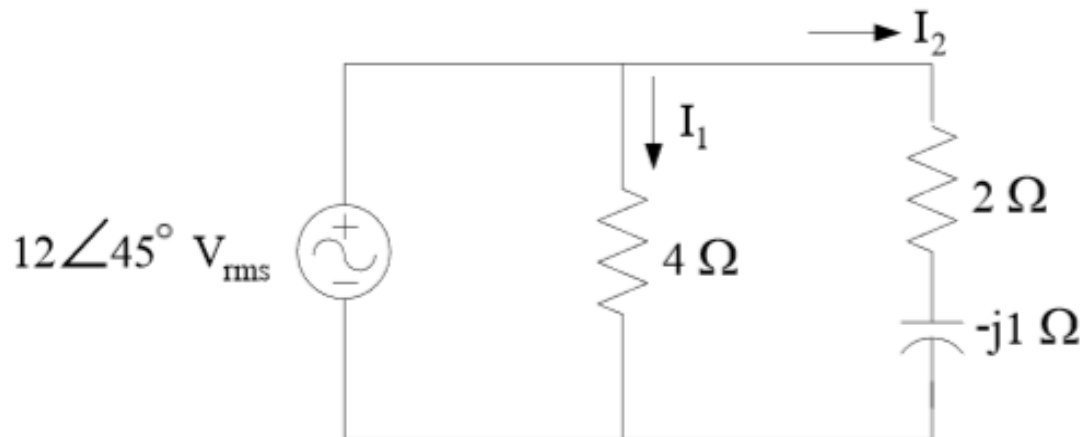
$$i_o(7ms) = 0.2145 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

# การบ้านครั้งที่ 1

1). ถ้ากระแสที่ไหลผ่านโหลดเป็น  $i(t) = 2\cos(1000t - 30^\circ)$  mA และแรงดันที่ตกคร่อมโหลดเป็น  $v(t) = 10\cos(1000t + 25^\circ)$  V โหลดอิมพีแดนซ์  $Z_L$  มีค่าเท่าใด

- ก.  $5\angle 55^\circ$  k $\Omega$       ข.  $20\angle 55^\circ$  k $\Omega$       ค.  $5\angle -5^\circ$  k $\Omega$       ง.  $20\angle -5^\circ$  k $\Omega$

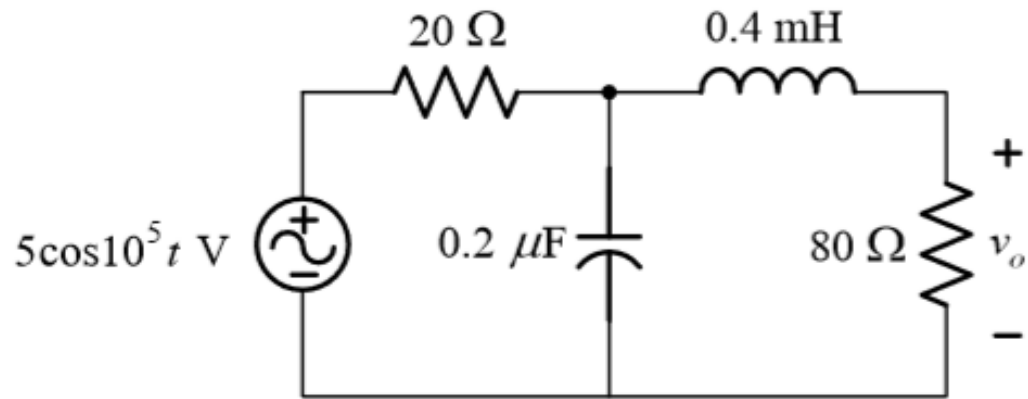
2). จงหากระแส  $I_2$  ในรูปวงจร



- ก.  $5.36\angle 71.6^\circ$  A<sub>rms</sub>      ข.  $3.34\angle 82.7^\circ$  A<sub>rms</sub>  
ค.  $5.47\angle 68.6^\circ$  A<sub>rms</sub>      ง.  $4.33\angle 72.1^\circ$  A<sub>rms</sub>

# การบ้านครั้งที่ 1 (ต่อ)

3 จากวงจรต่อไปนี้ จงคำนวณหา  $v_o$



4 จากวงจรต่อไปนี้ จงคำนวณหา  $I_1$  และ  $I_2$

