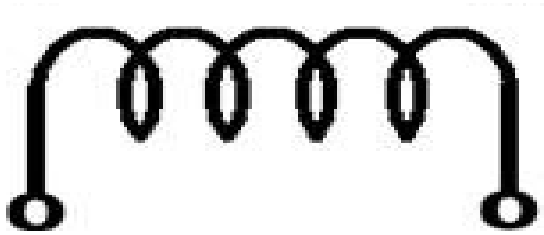
ตัวเหนี่ยวนำ (L)



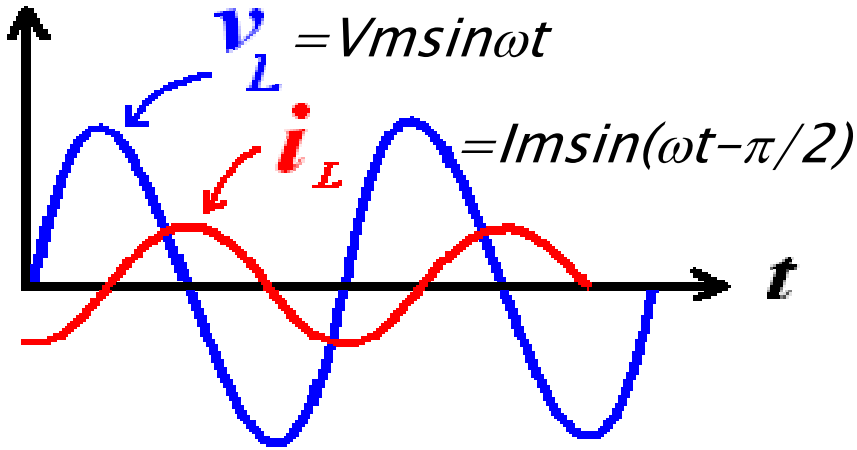
คุณสมบัติของวงจรที่มีตัวเหนี่ยวนำ (L) เพียงอย่างเดียว

- 1.กระแสกับแรงดันจะมีเฟสต่างกัน 90°หรือ $\frac{\pi}{2} rad$ โดย**แรงดัน**ที่เกิดขึ้นในวงจรจะ**นำหน้ากระแส**ไปเป็นมุม 90° หรือ**กระแสจะล้าหลังแรงดัน**อยู่เป็นมุม 90°
- 2.มุมเฟสของวงจร มีค่าเท่ากับ -90°หรือ $-\frac{\pi}{2} rad$
- 3.ค่าอิมพีแดนซ์จะเท่ากับค่าอินดัคทีฟรีแอคแตนซ์

$$Z = X_L = \omega L = 2\pi f L \quad (\Omega)$$

- 4.จะไม่มีกำลังไฟฟ้า (กำลังเฉลี่ย) เกิดขึ้นในวงจร (P=0)
- 5.แอดมิตแตนซ์ของวงจรมีค่า = ค่าอินดักตีฟซัซเซ่พแตนซ์

$$Y = B_L = -j\frac{1}{\omega L} \quad (s)$$



ตัวเหนี่ยวนำ (L)

- 6.สมการแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะและกระแสไฟฟ้าชั่วขณะ

$$V_L = Vm\sin\omega t$$

$$i = \mathrm{Im}\sin(\omega t - 90°) = \mathrm{Im}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = -\mathrm{Im}\sin\omega t$$

- 7.สมการเฟสเซอร์

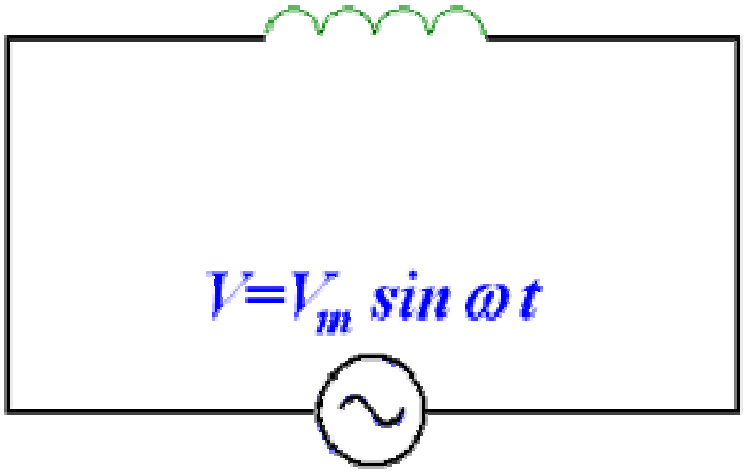
$$V_L = \frac{Vm}{\sqrt{2}}\angle 0°$$

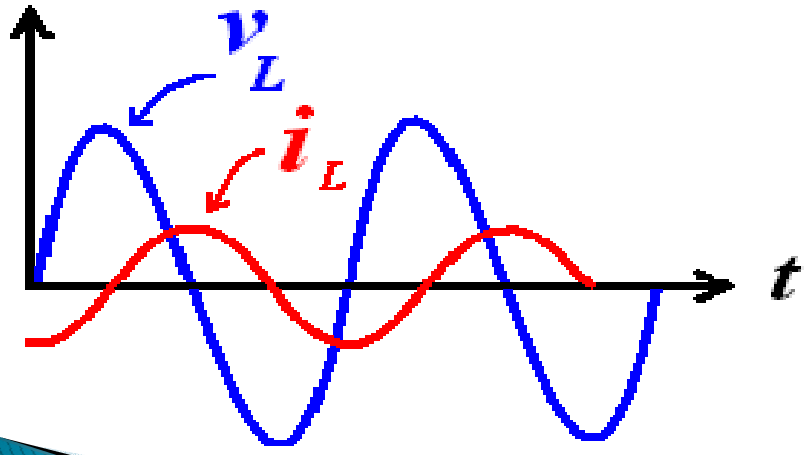
$$I = \frac{\mathrm{Im}}{\sqrt{2}}\angle -90°$$

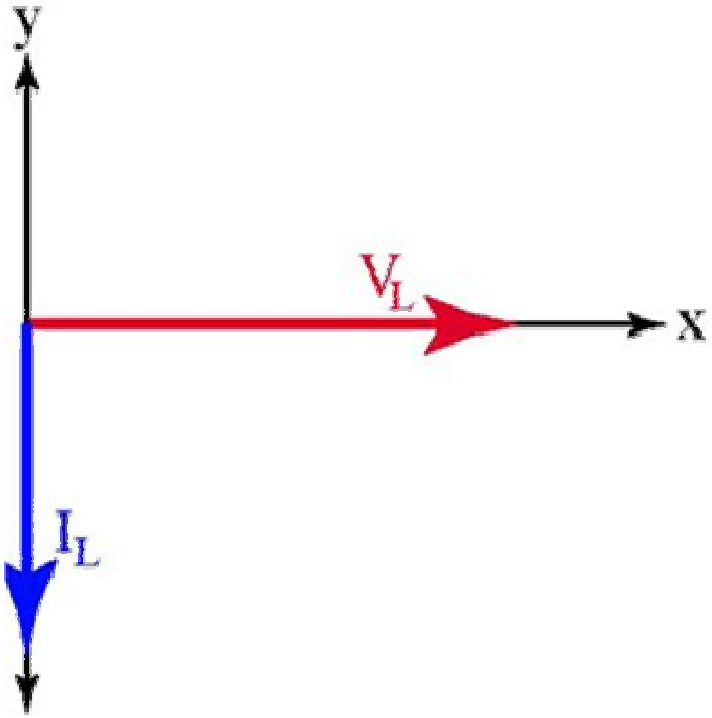
- เพาเวอร์แฟกเตอร์ของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวเหนี่ยวนำอย่างเดียว

$$pf \quad = \cos\theta \quad = \cos 90° \quad = 0$$

ตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (ต่อ)







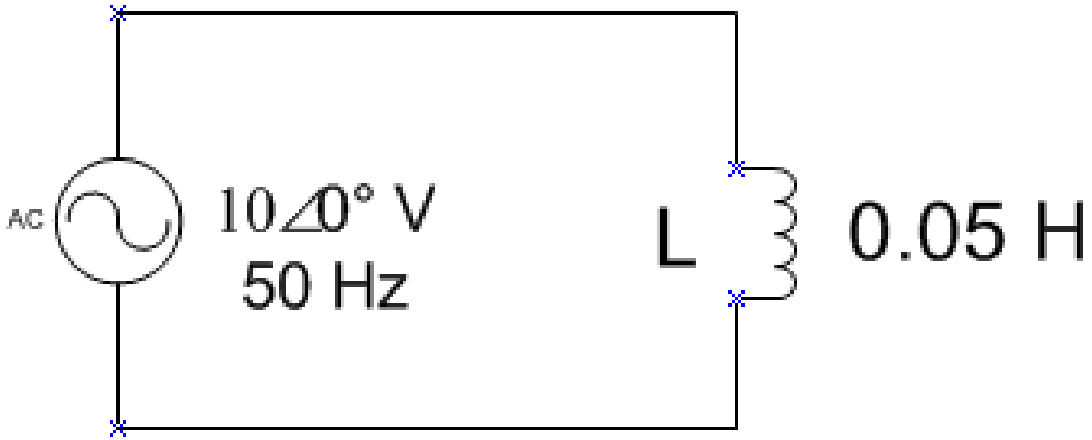
ตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (ต่อ)

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$i = I_m \sin(\omega t + 0°)$	$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \angle 0° = I \angle 0°$
$V_L = V_m \sin(\omega t + 90°)$	$V_L = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \angle 90° = V_L \angle 90°$

$$X_L = \frac{V_L}{I} = \frac{V_L \angle 0°}{I \angle 90°} = X_L \angle -90° = jX_L$$

ตัวอย่างที่ 1

- วงจรที่ประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวดังรูป จงหาค่า
  - ก.อินดักตีฟรีแอกแตนซ์ (XL)
  - ข.กระแสที่ไหลในวงจร (I)
  - ค.แรงดันตกคร่อมที่ตัวเหนี่ยวนำ(V)
  - ง.กำลังไฟฟ้าที่ตัวเหนี่ยวนำ (P)
  - จ.เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ก.อินดักตีฟรีแอกแตนซ์ (X_L)

$$X_L = j\omega_L = 2\pi fL = j2\pi \times 50H_Z \times 0.05H = j15.71\Omega = 15.71\angle 90°\Omega$$

ข.กระแสที่ไหลในวงจร (I)

$$I = \frac{E}{X_L} = \frac{10\angle 0°}{15.71\angle 90°\Omega} = 0.636\angle -90°A$$

ค.แรงดันตกคร่อมที่ตัวเหนี่ยวนำ(V)

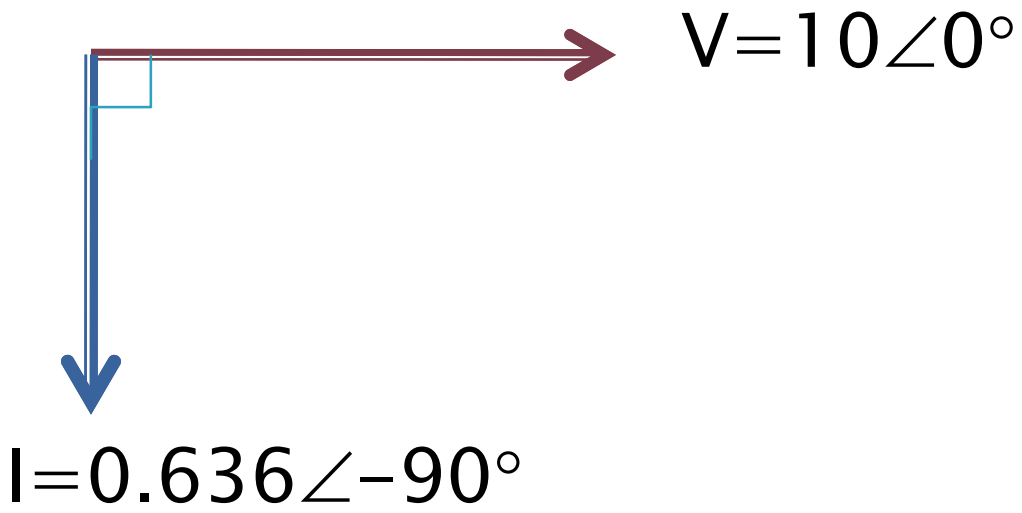
$$V = IX_L = 0.636\angle -90°A \times 15.71\angle 90°\Omega = 10\angle 0°$$

ง.กำลังไฟฟ้าที่ตัวเหนี่ยวนำ (P)

$$P = I^2R = (0.636)^2 \times 0 = 0W$$

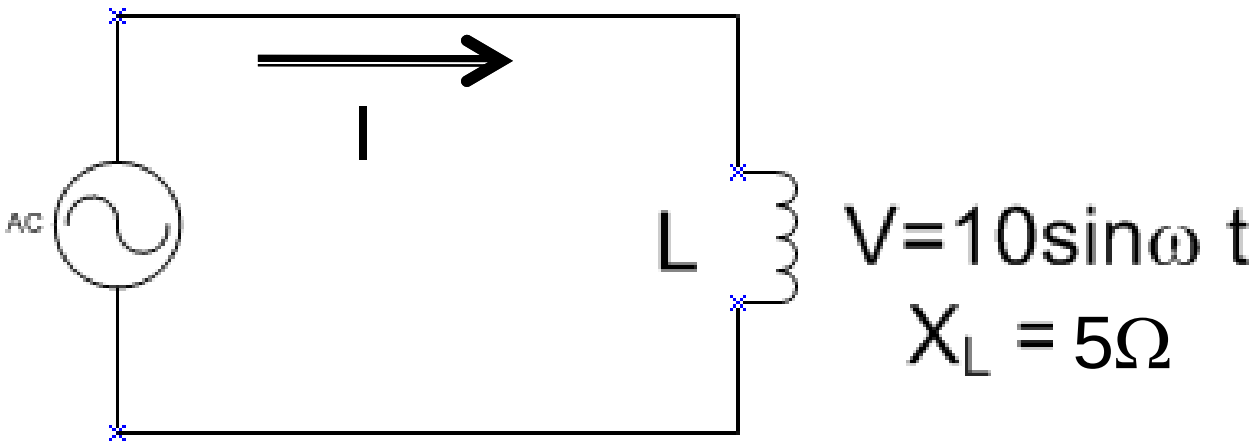
ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

- จ.เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวอย่างที่ 2

- วงจรประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวดังรูป
  - ก.จงหาค่ากระแส (I) ที่ไหลในวงจร
  - ข.เขียนรูปคลื่นของแรงดันและรูปคลื่นกระแส
  - ค.เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

- ก.จงหาค่ากระแส (I) ที่ไหลในวงจร

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = 0.707\,Vm$$

$$= \frac{10}{\sqrt{2}} = 7.070\,V$$

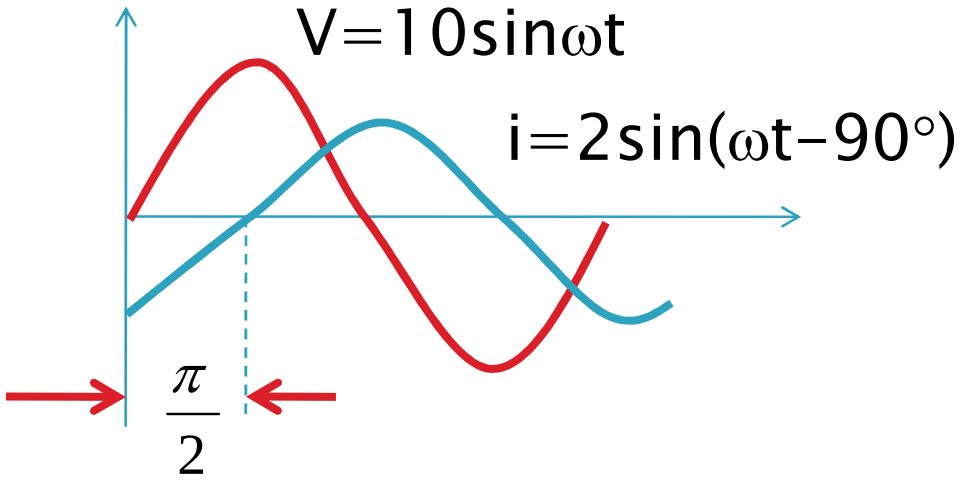
$$Irms = \frac{Vrms}{X_L} = \frac{7.07\angle 0^\circ}{5\angle 90^\circ} = 1.414\angle -90^\circ A$$

$$I = \sqrt{2} \times 1.414 \sin(\omega t - 90^\circ)$$

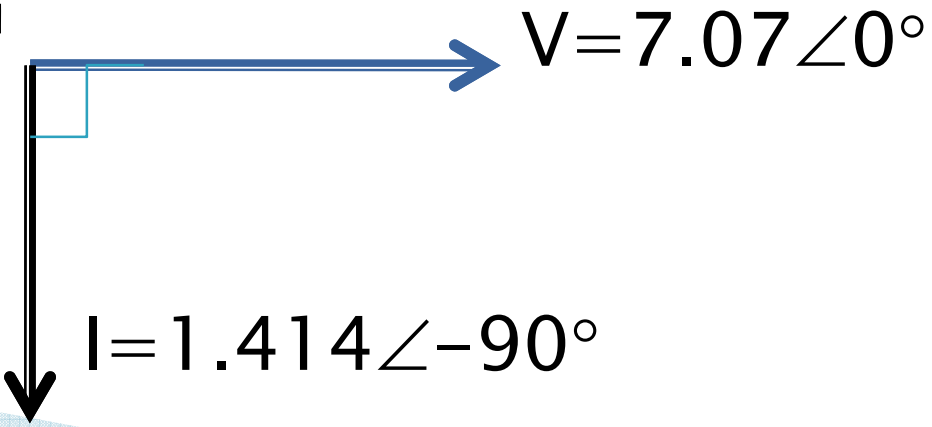
$$= 2\sin(\omega t - 90^\circ) A$$

ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

- ข.เขียนรูปคลื่นของแรงดันและรูปคลื่นกระแส



- ค.เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวอย่างที่ 3

- วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าความเหนี่ยวนำ (Inductance) เท่ากับ 50 mH ต่ออยู่กับแหล่งกำเนิด 60sin314t โวลท์ จงหาค่า
  - ก.กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (I)

$$X_L = j\omega L = j314 \times 50m = 15.7\angle 90°\Omega$$

$$E = \frac{Em}{\sqrt{2}} = \frac{60\angle 0°V}{\sqrt{2}} = 42.42\angle 0°V$$

$$I = \frac{E}{X_L} = \frac{42.42\angle 0°V}{15.7\angle 90°\Omega} = 2.70\angle -90°A$$

  - ข.กระแสไฟฟ้าชั่วขณะของวงจร (i)

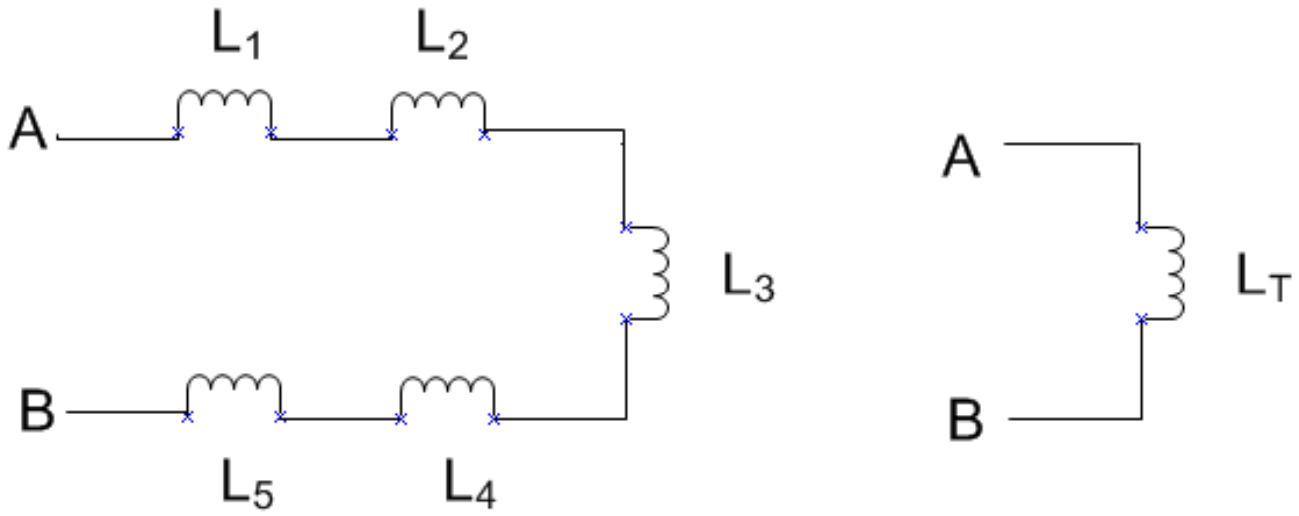
$$i = \mathrm{Im}\sin(\omega t - 90°)$$

$$= 3.82\sin(314t - 90°)$$

$$= 3.82\sin(314t - \frac{\pi}{2})$$

การต่อตัวเหนี่ยวนำ

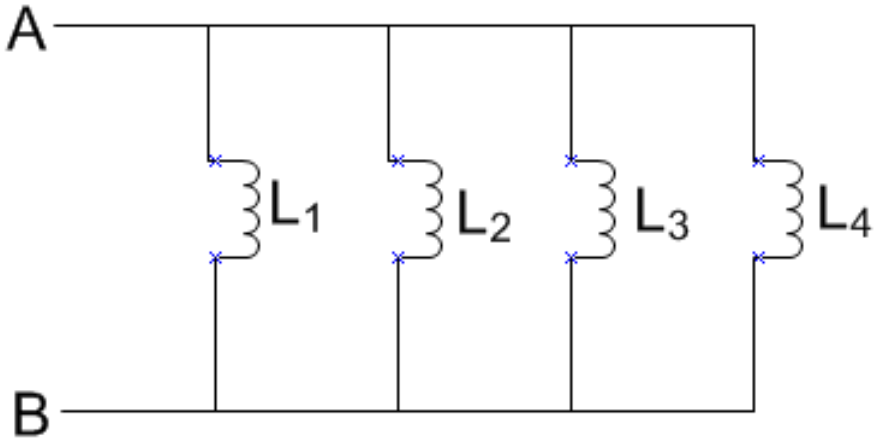
- การต่อแบบอนุกรม

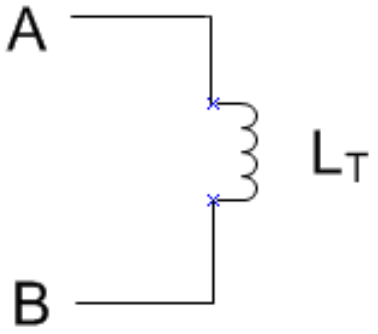


- $L_T=L_1+L_2+L_3+L_4+L_5$

การต่อตัวเหนี่ยวนำ(ต่อ)

- การต่อแบบขนาน

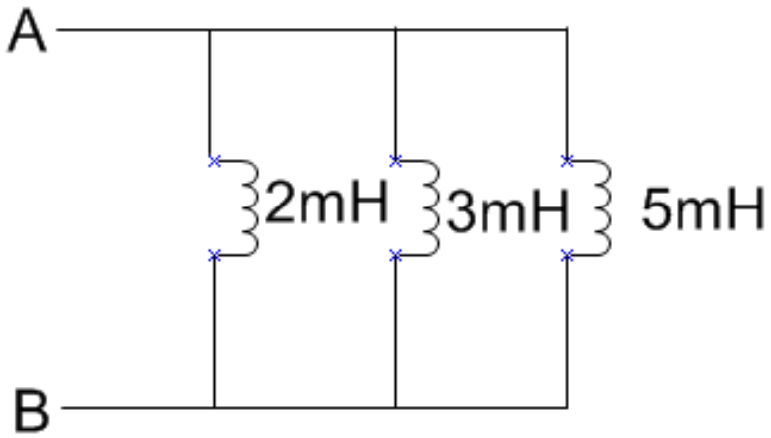




$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \frac{1}{L_4} + \frac{1}{L_n}$$

ตัวอย่างที่ 4

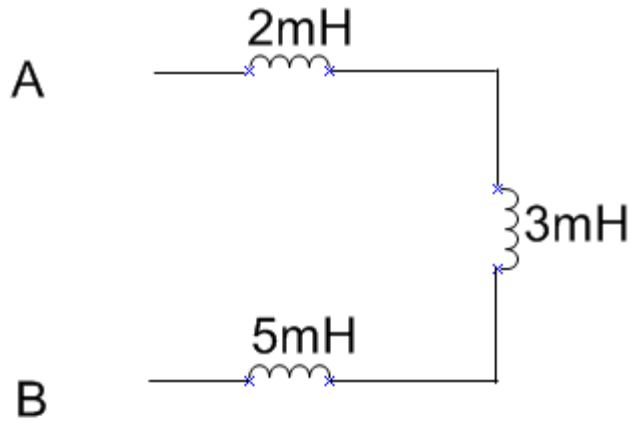
- เมื่อต่อตัวเหนี่ยวนำแบบอนุกรมและแบบขนานดังรูป จงคำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำรวม



$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{2mH} + \frac{1}{3mH} + \frac{1}{5mH}$$

$$= 0.967mH$$

ตัวอย่างที่ 4 (ต่อ)



$$L_T = 2mH + 3mH + 5mH$$

$$= 0.967mH$$