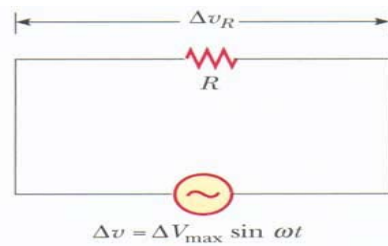


เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ การเข้าใจวงจรไฟฟ้ากระแสสลับแบบง่าย ๆ สามารถเริ่มได้จากกรณีเบื้องต้นต่าง ๆ อันได้แก่ตัวต้านทาน, ตัวเหนี่ยวนำ, ตัวเก็บประจุต่อกับแหล่งกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับที่ละตัวก่อน

12.1 ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 12-1 การต่อตัวต้านทานกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

ในกรณีนี้ตัวต้านทานถูกต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับจะเปลี่ยนแปลงตามเวลาและอยู่ในรูปคลื่นไซน์

$$\Delta v = \Delta V_{\max} \sin \omega t \tag{12-1}$$

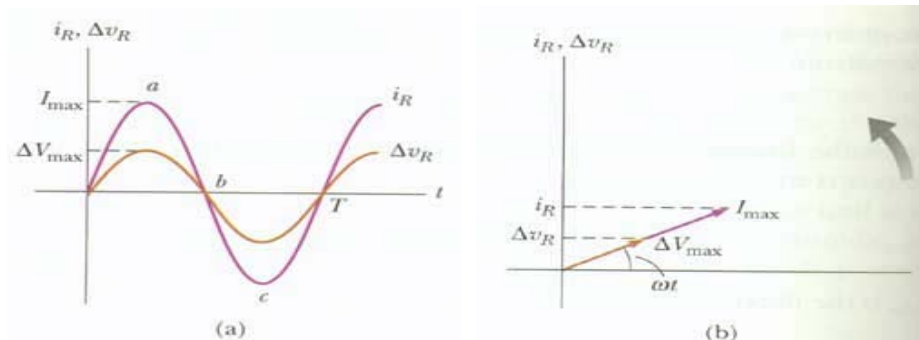
โดยที่ ω คือความถี่เชิงมุมคือ

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \tag{12-2}$$

เมื่อมีตัวต้านทานต่อกับแหล่งจ่ายก็เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน และสามารถคำนวณกระแสได้ตามกฎของโอห์ม กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานคือ

$$i_R = \frac{\Delta v}{R} = \frac{\Delta V_{\max}}{R} \sin \omega t = I_{\max} \sin \omega t \tag{12-3}$$

นั่นคือกระแสเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาแบบไซน์ เช่นเดียวกับศักย์ไฟฟ้า

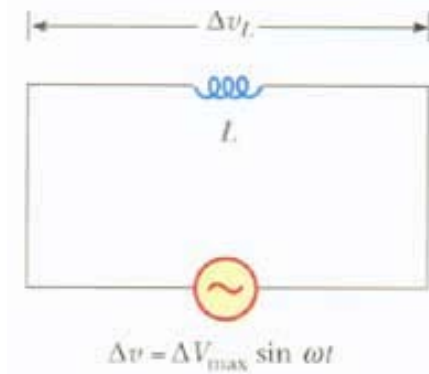


ภาพที่ 12-2 (a) กราฟกระแสและความต่างศักย์คร่อมตัวต้านทาน (b) มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างศักย์

เนื่องจากกระแสและศักย์เปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นจึงนิยมใช้ค่ารากที่สองของค่ายกกำลังสองเฉลี่ย (ค่า rms)

$$I_{rms} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = 0.707 I_{\max} \tag{12-4}$$

12.2 ตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 12-3 การต่อตัวเหนี่ยวนำกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

เมื่อมีตัวเหนี่ยวนำต่อกับแหล่งจ่าย สามารถพิสูจน์หากระแสในวงจรได้ โดยเริ่มต้นจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ดังนี้

$$\Delta v - L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\Delta V_{\max} \sin \omega t = L \frac{di}{dt}$$

(12-5)

$$di = \frac{\Delta V_{\max}}{L} \sin \omega t dt$$

$$i_L = \frac{\Delta V_{\max}}{L} \int \sin \omega t dt = -\frac{\Delta V_{\max}}{\omega L} \cos \omega t$$

สามารถเขียนกระแสเป็นฟังก์ชันของเวลาได้ดังนี้

$$i_L = \frac{\Delta V_{\max}}{\omega L} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

(12-6)

พบว่ากระแสมีมุมเฟสตามศักราชอยู่ที่ $\pi/2$ กระแสสูงสุดสามารถหาได้จาก

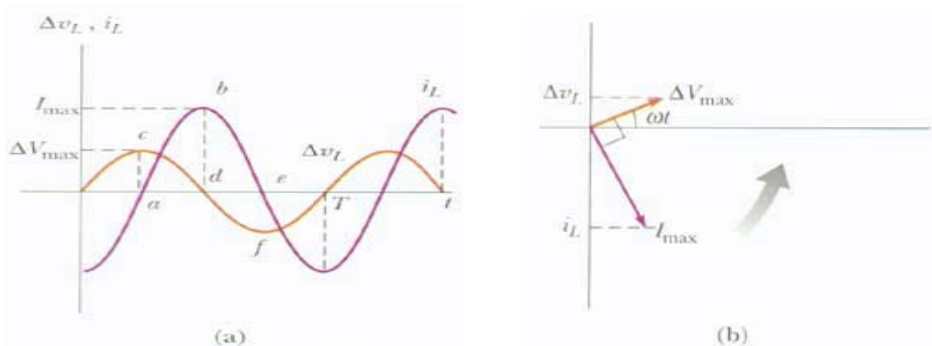
$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{\omega L}$$

(12-7)

เมื่อเทียบกับกฎของโอห์ม สามารถนิยามปริมาณ Inductive Reactance (X_L) ได้เท่ากับ

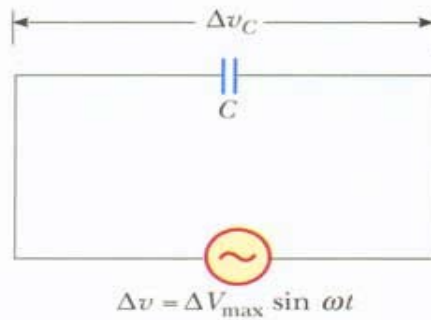
$$X_L = \omega L$$

(12-8)



ภาพที่ 12-4 (a) กระแสและความต่างศักย์ที่คร่อมตัวเหนี่ยวนำ (b) มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างศักย์

12.3 ตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 12-5 การต่อตัวเก็บประจุกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

เมื่อมีตัวเก็บประจุต่อกับแหล่งจ่าย สามารถพิสูจน์หากระแสในวงจรได้ โดยเริ่มต้นจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ดังนี้

$$\Delta v - \frac{q}{C} = 0$$

$$\Delta V_{\max} \sin \omega t - \frac{q}{C} = 0$$

$$q = C \Delta V_{\max} \sin \omega t \quad (12-9)$$

$$i_C = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C \Delta V_{\max} \sin \omega t)}{dt} = C \Delta V_{\max} \frac{d(\sin \omega t)}{dt}$$

$$= \omega C \Delta V_{\max} \cos \omega t$$

สามารถเขียนกระแสเป็นฟังก์ชันของเวลาได้ดังนี้

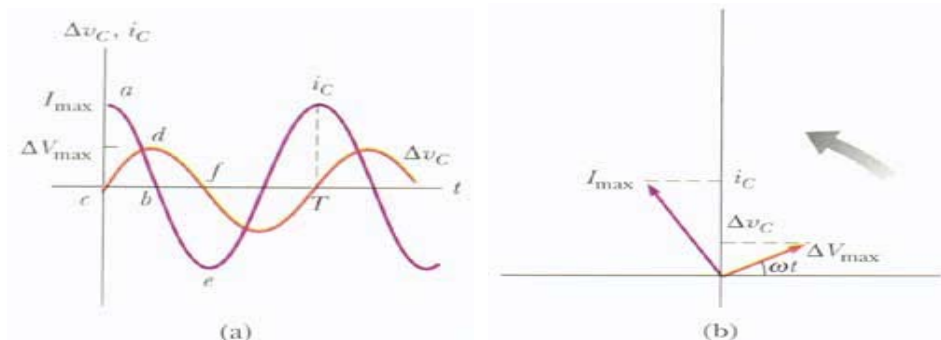
$$i_C = \omega C \Delta V_{\max} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (12-10)$$

พบว่ากระแสมีมุมเฟสนำศักย์อยู่ที่ $\pi/2$ กระแสสูงสุดสามารถหาได้จาก

$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{1/\omega C} \quad (12-11)$$

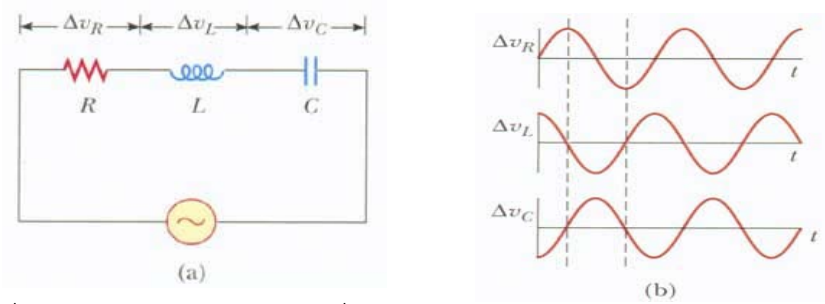
เมื่อเทียบกับกฎของโอห์ม สามารถนิยามปริมาณ Capacitive Reactance (X_C) ได้เท่ากับ

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (12-12)$$



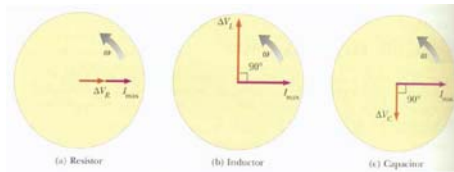
ภาพที่ 12-6 (a) กระแสและความต่างศักย์ที่คร่อมตัวเก็บประจุ (b) มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างศักย์

12.4 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับอนุกรม RLC



ภาพที่ 12-7 การต่อตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ และตัวต้านทานแบบอนุกรมกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

เมื่อนำ R, L และ C มาต่อแบบอนุกรมเข้ากับแหล่งจ่ายกระแสที่ไหลผ่านทุกจุดจะมีขนาดเท่ากัน และมุมเฟสเดียวกัน ดังนั้นคิกย์ที่คร่อม R, L และ C จะมีมุมเฟสเหลือมัลกกัน



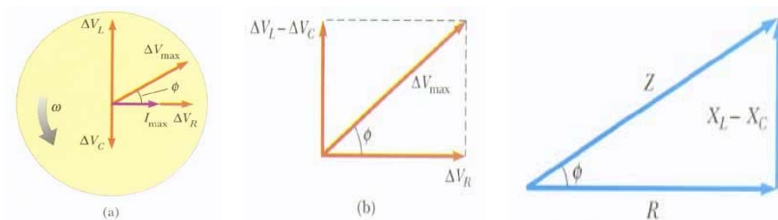
ภาพที่ 12-8 มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างคิกย์

$$\Delta v_R = I_{\max} R \sin \omega t$$

$$\Delta v_L = I_{\max} X_L \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (12-13)$$

$$\Delta v_C = I_{\max} X_C \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

คิกย์ไฟฟ้ารวมสามารถหาได้จากการรวมคิกย์คร่อม R, L และ C แต่ละตัวโดยใช้เฟสไดอะแกรม



ภาพที่ 12-9 การรวมความต่างคิกย์ในวงจรอนุกรม

$$\begin{aligned} \Delta V_{\max} &= \sqrt{\Delta V_R^2 + (\Delta V_L - \Delta V_C)^2} \\ &= \sqrt{(I_{\max} R)^2 + (I_{\max} X_L - I_{\max} X_C)^2} \end{aligned} \quad (12-14)$$

$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{\Delta V_{\max}}{Z}$$

โดยที่นิยามปริมาณ Z เป็น Impedance ของวงจร (เทียบได้กับ R ในวงจร DC) และ มุมเฟส ϕ ระหว่างกระแสและคิกย์ดังนี้

$$Z \equiv \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (12-15)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right) \quad (12-16)$$

ตัวอย่างที่ 1 : (Serway 33.6) A Series RLC Circuit วงจร RLC แบบอนุกรม มีค่า $R = 425 \Omega$, $L = 1.25 \text{ H}$, $C = 3.50 \mu\text{F}$, $\omega = 377$ วัตวินาที และ $\Delta V_{\text{max}} = 150 \text{ V}$

วิธีทำ :

a) จงหา Inductive Reactance, Capacitive Reactance และ Impedance

$$X_L = \omega L = (377)(1.25) = 471 \Omega$$

$$X_C = 1/\omega C = 1/(377)(3.5 \times 10^{-6}) = 758 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{425^2 + (471 - 758)^2} = 513 \Omega$$

b) จงหากระแสสูงสุดในวงจร

$$I_{\text{max}} = \frac{V_{\text{max}}}{Z} = \frac{150}{513} = 0.292 \text{ A}$$

c) จงหามุมเฟสระหว่างกระแสและศักย์ไฟฟ้า

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{471 - 758}{425}\right) = -34^\circ$$

d) จงหาศักย์ไฟฟ้าตกคร่อม R, L และ C ที่เวลาใด ๆ

$$\Delta v_R = (0.292)(425) \sin 377t = 124 \sin 377t$$

$$\Delta v_L = (0.292)(471) \cos 377t = 138 \cos 377t$$

$$\Delta v_C = -(0.292)(758) \cos 377t = -221 \cos 377t$$

12.5 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงให้เหมาะสมกับการใช้งาน จากกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ ในขดปฐมภูมิ

$$\Delta V_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (12-17)$$

การเหนี่ยวนำร่วมทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงในขดปฐมภูมิ ก่อให้เกิดศักย์ไฟฟ้าในขดทุติยภูมิ

$$\Delta V_2 = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (12-18)$$

จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของศักย์ต่อจำนวนรอบขดลวด

$$\Delta V_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1 \quad (12-19)$$

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ | |
| ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(| ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน) |
| ฟิสิกส์ 2 | กลศาสตร์เวกเตอร์ |
| โลหะวิทยาฟิสิกส์ | เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1 |
| ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(| แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C |
| ฟิสิกส์พิศวง | สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต |
| ทดสอบออนไลน์ | วิดีโอการเรียนการสอน |
| หน้าแรกในอดีต | แผ่นใสการเรียนการสอน |
| เอกสารการสอน PDF | กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ |
| แบบฝึกหัดออนไลน์ | สุดยอดสิ่งประดิษฐ์ |
| การทดลองเสมือน | |
| บทความพิเศษ | ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng) |
| พจนานุกรมฟิสิกส์ | ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์ |
| ธรรมชาติมหัศจรรย์ | สูตรพื้นฐานฟิสิกส์ |
| การทดลองมหัศจรรย์ | ดาราศาสตร์ราชมงคล |
| แบบฝึกหัดกลาง | |
| แบบฝึกหัดโลหะวิทยา | แบบทดสอบ |
| ความรู้รอบตัวทั่วไป | อะไรเอ่ย ? |
| ทดสอบ)เกมเศรษฐี(| คติปริศนา |
| ข้อสอบเอนทรานซ์ | เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์ |
| คำศัพท์ประจำสัปดาห์ | |
| ความรู้รอบตัว | |
| การประดิษฐ์ของโลก | ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์ |
| นักวิทยาศาสตร์เทศ | นักวิทยาศาสตร์ไทย |
| ดาราศาสตร์พิศวง | การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ |
| การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ | |

|  การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต  | |
|---|---|
| 1. การวัด | 2. เวกเตอร์ |
| 3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ | 4. การเคลื่อนที่บนระนาบ |
| 5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน | 6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน |
| 7. งานและพลังงาน | 8. การดลและโมเมนตัม |
| 9. การหมุน | 10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง |
| 11. การเคลื่อนที่แบบคาบ | 12. ความยืดหยุ่น |
| 13. กลศาสตร์ของไหล | 14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน |
| 15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก | 16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร |
| 17. คลื่น | 18. การสั่น และคลื่นเสียง |
|  การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต  | |
| 1. ไฟฟ้าสถิต | 2. สนามไฟฟ้า |
| 3. ความกว้างของสายฟ้า | 4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน |
| 5. ศักย์ไฟฟ้า | 6. กระแสไฟฟ้า |
| 7. สนามแม่เหล็ก | 8. การเหนี่ยวนำ |
| 9. ไฟฟ้ากระแสสลับ | 10. ทรานซิสเตอร์ |
| 11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ | 12. แสงและการมองเห็น |
| 13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ | 14. กลศาสตร์ควอนตัม |
| 15. โครงสร้างของอะตอม | 16. นิวเคลียร์ |
|  การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต  | |
| 1. จลศาสตร์ (kinematic) | 2. จลพลศาสตร์ (kinetics) |
| 3. งานและโมเมนตัม | 4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง |
| 5. ของไหลกับความร้อน | 6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า |
| 7. แม่เหล็กไฟฟ้า | 8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง |
| 9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์ | |

