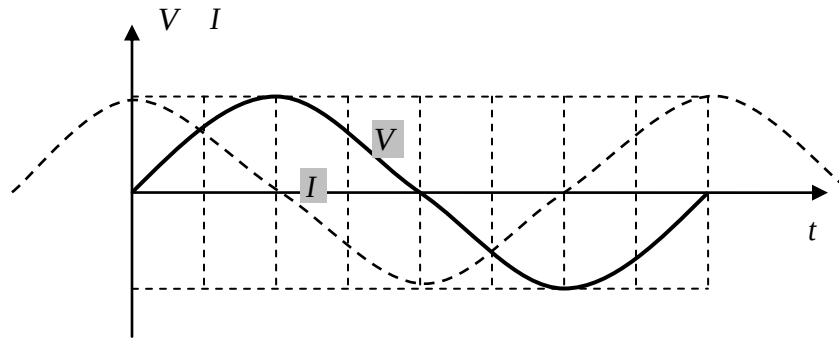


## ปฏิบัติการทดลองที่ 9

### ไฟฟ้าสลับ

#### บทนำ

ไฟฟ้าสลับ เป็นไฟฟ้าที่ทั้งแรงดันและกระแสเปลี่ยนแปลงขนาดและทิศเทียบกับเวลา ตลอดเวลา ดังรูป 9.1



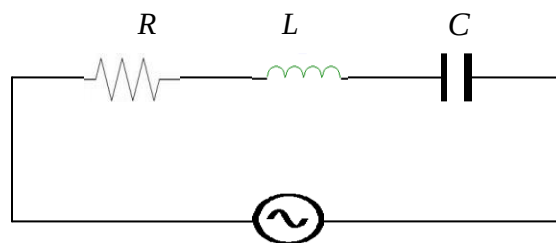
รูปที่ 9.1 การเปลี่ยนแปลงแรงดันและกระแสเทียบกับเวลา

ในปัจจุบัน เรานำไฟฟ้ากระแสสลับมาใช้งานหลายลักษณะ การศึกษาคุณสมบัติของไฟฟ้ากระแสสลับจึงมีประโยชน์มากต่อการศึกษาและชีวิตประจำวัน

อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ตัวต้านทาน(Resistor) ตัวเหนี่ยวนำ (Conductor) และตัวจุ(Capacitor) เครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด เช่น พัดลม ตู้เย็น หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ฯลฯ จะมีอุปกรณ์ในกลุ่มทั้งสามนี้ต่อเชื่อมโยงกันเป็นวงจร วงจรไฟฟ้าสลับมีพื้นฐานมาจากวงจร 2 แบบ คือ วงจร RLC แบบอนุกรม และ RLC แบบขนาน ซึ่งรายละเอียดวงจรแต่ละแบบมีดังนี้

#### ตอนที่ 1 วงจรอนุกรม RLC

**ทฤษฎี** วงจร RLC แบบอนุกรม มีลักษณะดังรูปที่ 10.2



รูปที่ 9.2 การต่อ RLC แบบอนุกรม

คุณสมบัติของวงจร RLC แบบอนุกรม มีดังนี้

- 1 กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิด ( $I$ ) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน ( $I_R$ ) กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ( $I_L$ ) และกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเก็บประจุ ( $I_C$ ) จะเท่ากัน ตามสมการ 9.1

$$I = I_R = I_L = I_C \quad (9.1)$$

- 2 ความต่างศักย์รวมของวงจร ( $V$ ) เท่ากับผลรวมตามหลักเฟเซอร์ (ตามรูป 9.2 ก) ของความต่างศักย์ของตัวต้านทาน ( $V_R$ ) ความต่างศักย์ของตัวเหนี่ยวนำ ( $V_L$ ) และความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ ( $V_C$ ) ตามสมการ 10.2

$$V = V_R + V_L + V_C \quad (9.2)$$

- 3 ความต้านทานรวมของวงจร ( $Z$ ) เท่ากับผลรวมตามหลักเฟเซอร์ (ตามรูป 9.2 ข) ของความต้านทานของตัวต้านทาน ( $R$ ) ความต้านทานของตัวเหนี่ยวนำ ( $X_L$ ) และความต้านทานของตัวเก็บประจุ ( $X_C$ ) ตามสมการ 9.3

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (9.3)$$

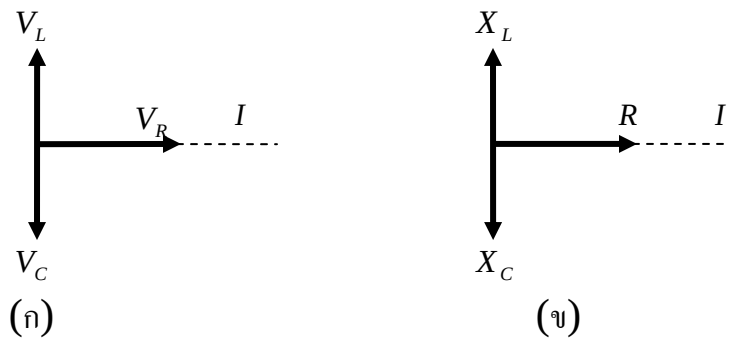
$$\text{โดย } X_L = \omega L = 2\pi f L \quad (9.4)$$

$$\text{และ } X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (9.5)$$

เมื่อ  $L$  คือความนำของตัวเหนี่ยวนำ ในหน่วยเฮนรี ( $H$ )

$C$  คือความจุของตัวเก็บประจุ ในหน่วยฟารัด ( $F$ )

$f$  คือความถี่ของไฟฟ้าสลับ ในหน่วยเฮิร์ต ( $Hz$ )



รูปที่ 9.3 แผนภาพเฟเซอร์ของวงจรอนุกรม RLC

**วัตถุประสงค์** ศึกษาคุณสมบัติวงจร RLC แบบอนุกรม

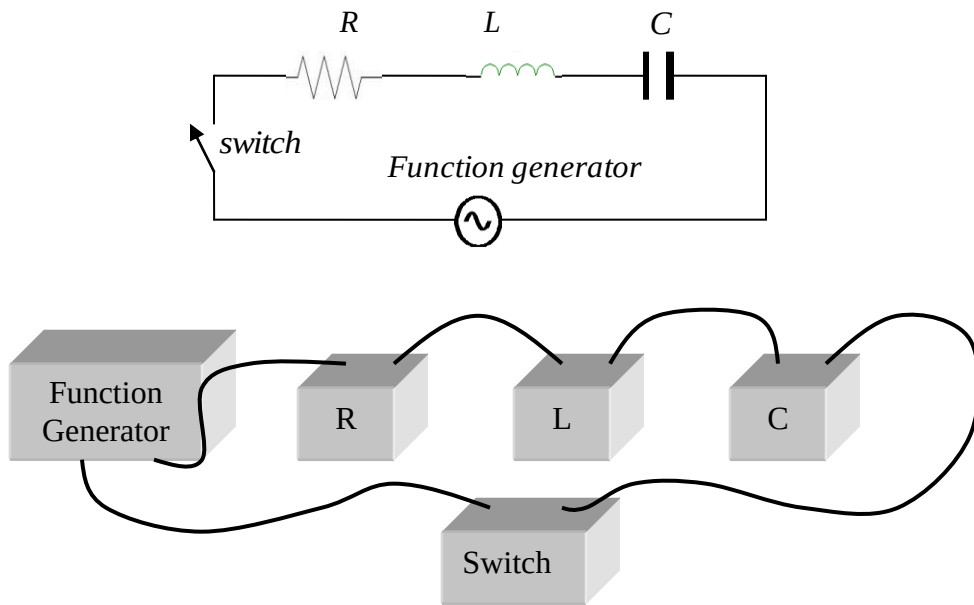
**อุปกรณ์การทดลอง** ตัวประจุ ( $C$ ) ตัวเหนี่ยวนำ ( $L$ ) ตัวต้านทาน ( $R$ ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับโวลต์ต่ำ

Function generator และสายไฟ

## วิธีทดลอง

- 1 ต่อวงจรตามรูป 9.4 โดยเลือก  $R=10k$  ;  $C=0.0022 \mu F$  และ  $L=30mH$  ใช้ Function generator เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับ จ่ายแรงดันไฟฟ้าสลับ 6 Volt ความถี่ 9 kHz เข้าสู่วงจร (มีเอกสารวิธีใช้ Function generator รวมอยู่กับชุดอุปกรณ์ หรือ สอบถามวิธีใช้จากอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ควบคุมการทดลอง ) เมื่อต่อวงจรถูกต้องแล้ว ปิดสวิตช์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่วงจร



รูปที่ 9.4 วงจรทดสอบคุณสมบัติวงจรอนุกรม RLC

**คำเตือน** ขณะทดลองตามขั้นตอนต่อไป ต้องไม่ปรับแรงดันและความถี่ที่เครื่อง

Function generator ให้เปลี่ยนไปจากเดิม มิฉะนั้นผลการทดลองจะผิดพลาด

- 2 ปรับดิจิตอลมิเตอร์ให้เป็น AC Voltmeter สเกลทศนิยมไม่น้อยกว่า 2 ตำแหน่ง นำไปวัดความต่างศักย์ทั้งวงจร บันทึกเป็นค่า  $V$  วัดความต่างศักย์ตัวต้านทาน บันทึกเป็นค่า  $V_R$  วัดความต่างศักย์ตัวเหนี่ยวนำ บันทึกเป็นค่า  $V_L$  และวัดความต่างศักย์ตัวเก็บประจุ บันทึกเป็นค่า  $V_C$
- 3 ปรับดิจิตอลมิเตอร์ตัวเดิมให้เป็น AC Ammeter ในหน่วย mA สเกลทศนิยมไม่น้อยกว่า 2 ตำแหน่ง นำไปวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิด บันทึกเป็นค่า  $I$  วัดกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน บันทึกเป็นค่า  $I_R$  วัดกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ บันทึกเป็นค่า  $I_L$  และวัดกระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ บันทึกเป็นค่า  $I_C$

- 4 เปรียบเทียบกระแส  $I$  ,  $I_R$  ,  $I_L$  และ  $I_C$  ซึ่งควรจะมีความใกล้เคียงกัน (ตามทฤษฎีจะต้องเท่ากัน) ถ้าแตกต่างกันมาก แสดงว่ามีความผิดพลาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ให้ตรวจสอบและแก้ไข
- 5 นำความต่างศักย์  $V_R$  ,  $V_L$  และ  $V_C$  มาบวกกันตามหลักเฟเซอร์ เพื่อหาความต่างศักย์รวมทั้งวงจร  $V$  ซึ่งผลบวกควรได้ค่าใกล้เคียงกับความต่างศักย์รวมที่วัดได้ตามข้อ 2 ถ้าต่างกันมาก แสดงว่ามีความผิดพลาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ให้ตรวจสอบและแก้ไข
- 6 นำค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิด ( $I$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 และความต่างศักย์รวมทั้งวงจร หาความต้านทานรวมทั้งวงจร ( $Z$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 มาคำนวณหาความต้านทานรวมทั้งวงจร ตามสมการ  $Z = \frac{V}{I}$  บันทึกผล
- 7 นำค่าความต่างศักย์ของตัวต้านทาน ( $V_R$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน ( $I_R$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 มาหาความต้านทานของตัวต้านทาน ตามสมการ  $R = \frac{V_R}{I_R}$  บันทึกผล
- 8 นำค่าความต่างศักย์ของตัวเหนี่ยวนำ ( $V_L$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ( $I_L$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 มาหาความต้านทานของตัวเหนี่ยวนำ ตามสมการ  $X_L = \frac{V_L}{I_L}$  บันทึกผล
- 9 นำค่าความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ ( $V_C$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ ( $I_C$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 มาหาความต้านทานของตัวเก็บประจุ ตามสมการ  $X_C = \frac{V_C}{I_C}$  บันทึกผล

#### หมายเหตุ

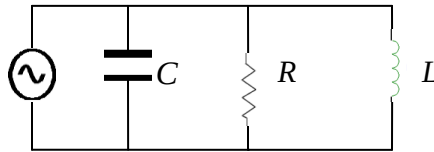
- 1 แม้ว่าเราจะทราบค่าความต้านทานของตัวต้านทานแล้ว แต่เพื่อให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนน้อย การคำนวณหาจึงให้ผลดีกว่า
- 2 ความต้านทานของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ ยังหาได้ตามสมการ 9.4 และ 9.5 แต่การหาตามข้อ 8 และ 9 จะให้ผลคลาดเคลื่อนน้อยกว่า
- 10 นำค่า  $R$  ,  $X_L$  และ  $X_C$  ซึ่งคำนวณได้ตามข้อ 7, 8 และ 9 มาบวกกันตามหลักเฟเซอร์ ตามรูป 9.2 ๗ เพื่อหาค่าความต้านทานรวมของวงจร ( $Z$ ) บันทึกผล

- 11 นำค่าความต้านทานรวมที่คำนวณได้จากข้อ 6 และข้อ 11 มาเปรียบเทียบกับกัน ซึ่งควรจะได้ค่าใกล้เคียงกัน (ตามทฤษฎีต้องเท่ากัน) ถ้าแตกต่างกันมาก แสดงว่าเกิดความผิดพลาดที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ให้ตรวจสอบและแก้ไข
- 12 ถ้ามีเวลาให้ทดลองซ้ำ อีก 1 ครั้ง โดยเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่ Function generator และเปลี่ยนตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ เป็นตัวใหม่

## ตอนที่ 2 วงจรขนาน RLC

**จุดประสงค์** เพื่อศึกษาคุณสมบัติวงจร RLC แบบขนาน

**ทฤษฎี** วงจร RLC แบบขนาน มีลักษณะดังรูปที่ 9.5



รูปที่ 9.5 วงจรขนาน RLC

**คุณสมบัติของวงจร RLC แบบอนุกรม มีดังนี้**

- กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิด จะเท่ากับผลรวมตามหลักเฟเซอร์ (ตามรูป 9.6 ก) ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน ( $I_R$ ) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ( $I_L$ ) และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ ( $I_C$ ) ตามสมการ 9.6

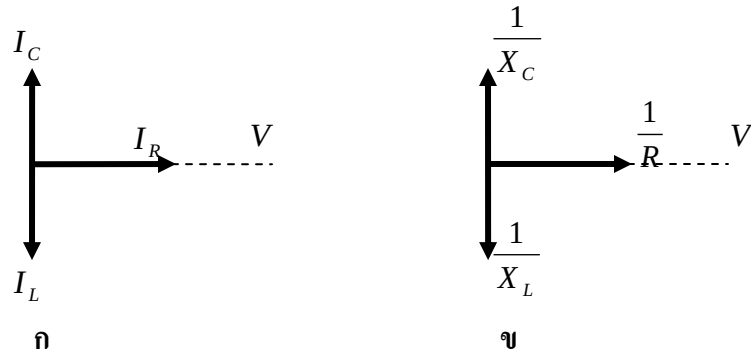
$$I = I_R + I_L + I_C \quad (9.6)$$

- ความต่างศักย์รวมของวงจร ( $V$ ) ความต่างศักย์ของตัวต้านทาน ( $V_R$ ) ความต่างศักย์ของตัวเหนี่ยวนำ ( $V_L$ ) และความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ ( $V_C$ ) จะเท่ากัน ตามสมการ 9.7

$$V = V_R = V_L = V_C \quad (9.7)$$

- ความต้านทานรวมของวงจร ( $Z$ ) เท่ากับผลรวมตามหลักเฟเซอร์ (ตามรูป 9.6 ข) ตามสมการ 9.8

$$\frac{1}{|Z|} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left( \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)^2} \quad (9.8)$$

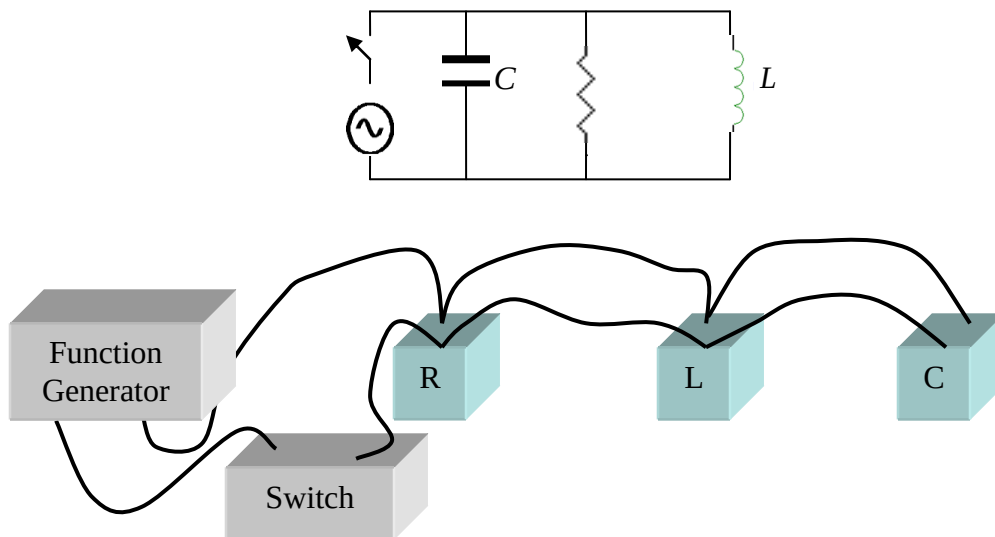


รูปที่ 9.6 แผนภาพเฟเซอร์ของวงจรขนาน RLC

**อุปกรณ์การทดลอง** ตัวประจุ( $C$ ) ตัวเหนี่ยวนำ( $L$ ) ตัวต้านทาน( $R$ ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์  
แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับโวลต์ต่ำ Function generator และสายไฟ

**วิธีทดลอง**

- 1 ต่อวงจรตามรูป 9.7 โดยใช้  $R=10K$  ;  $C = 0.047\mu F$  ;  $L= 30mH$  ใช้ Function generator เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับ โดยตั้งความถี่  $15kHz$  และแรงดันไฟฟ้า  $5V_{olt}$  เมื่อต่อวงจรถูกต้อง ปิดสวิตช์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าวงจร



รูปที่ 9.7 วงจรขนาน RLC ที่ใช้ในการทดลอง

**คำเตือน** ขณะทดลองตามขั้นตอนต่อไป ต้องระวังไม่ปรับแรงดันและความถี่ที่ Function generator เปลี่ยนไปจากเดิม เพราะผลการทดลองอาจผิดพลาด

- 2 ปรับจิจิตอลมิเตอร์ให้เป็น AC Voltmeter สเกลทศนิยมไม่น้อยกว่า 2 ตำแหน่ง นำไปวัดความต่างศักย์ทั้งวงจร บันทึกเป็นค่า  $V$  วัดความต่างศักย์ตัวต้านทาน บันทึกเป็นค่า  $V_R$  วัดความต่างศักย์ตัวเหนี่ยวนำ บันทึกเป็นค่า  $V_L$  และความต่างศักย์ตัวเก็บประจุ บันทึกเป็นค่า  $V_C$
- 3 ปรับจิจิตอลมิเตอร์ตัวเดิมให้เป็น AC Ammeter ในหน่วย mA สเกลทศนิยมไม่น้อยกว่า 2 ตำแหน่ง นำไปวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิด บันทึกเป็นค่า  $I$  วัดกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน บันทึกเป็นค่า  $I_R$  วัดกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ บันทึกเป็นค่า  $I_L$  และวัดกระแสที่ผ่านตัวเก็บประจุ บันทึกเป็นค่า  $I_C$
- 4 นำกระแส  $I_R$ ,  $I_L$  และ  $I_C$  มาบวกกันตามหลักเฟเซอร์ ตามรูป 9.6 ก เพื่อหากระแสที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิด  $I$  ซึ่งผลบวกควรได้ค่าใกล้เคียงกับกระแสที่วัดได้ตามข้อ 3 ถ้าต่างกันมาก แสดงว่ามีความผิดพลาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ให้ตรวจสอบและแก้ไข
- 5 เปรียบเทียบความต่างศักย์  $V$ ,  $V_R$ ,  $V_L$  และ  $V_C$  ซึ่งควรจะมีค่าใกล้เคียงกัน ถ้าแตกต่างกันมาก แสดงว่ามีความผิดพลาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ให้ตรวจสอบและแก้ไข
- 6 นำกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งกำเนิด ( $I$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 และความต่างศักย์รวมทั้งวงจรซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 มาหาความต้านทานรวมทั้งวงจร ( $Z$ ) ตามสมการ
$$Z = \frac{V}{I} \text{ บันทึกผล}$$
- 7 นำค่าความต่างศักย์ของตัวต้านทาน ( $V_R$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน ( $I_R$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 มาหาความต้านทานของตัวต้านทาน ตามสมการ
$$R = \frac{V_R}{I_R} \text{ บันทึกผล}$$
- 8 นำค่าความต่างศักย์ของตัวเหนี่ยวนำ ( $V_L$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ( $I_L$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 มาหาความต้านทานของตัวเหนี่ยวนำ ตามสมการ
$$X_L = \frac{V_L}{I_L} \text{ บันทึกผล}$$
- 9 นำค่าความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ ( $V_C$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ ( $I_C$ ) ซึ่งวัดได้ตามข้อ 3 มาหาความต้านทานของตัวเก็บประจุ ตามสมการ
$$X_C = \frac{V_C}{I_C} \text{ บันทึกผล}$$

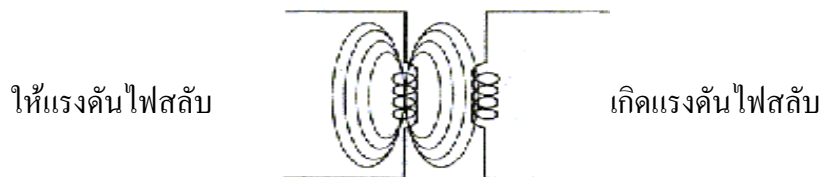
- 10 นำค่า  $R$ ,  $X_L$  และ  $X_C$  ซึ่งคำนวณได้ตามข้อ 7, 8 และ 9 มาบวกกันตามหลักเฟเซอร์ ตามรูป 9.6 ข เพื่อหาค่าความต้านทานรวมของวงจร ( $Z$ ) บันทึกผล
- 11 นำค่าความต้านทานรวมที่คำนวณได้จากข้อ 6 และข้อ 10 มาเปรียบเทียบกับ ซึ่งควรจะได้อาไรใกล้เคียงกัน ถ้าแตกต่างกันมาก แสดงว่าเกิดความผิดพลาดที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ให้ตรวจสอบและแก้ไข
- 12 ถ้ามีเวลาให้ทดลองซ้ำ อีก 1 ครั้ง โดยเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่ Function generator และเปลี่ยนตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ เป็นตัวใหม่

### ตอนที่ 3 หลักการทำงานหม้อแปลงไฟฟ้า

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าเบื้องต้น

#### ทฤษฎี

ถ้าให้ไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านขดลวด จะเกิดสนามแม่เหล็กจากขดลวดแพร่กระจายออกมาโดยรอบ สนามที่เกิดขึ้นนี้มีทิศและขนาดคงที่ แต่ถ้าให้ไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็กจากขดลวดที่มีขนาดไม่คงที่และทิศกลับไปมา ๆ ถ้าเราเอาขดลวดนี้ไปวางใกล้ขดลวดอีกขดหนึ่ง สนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจากขดลวดชุดแรกจะแพร่ตัดผ่านขดลวดชุดที่สอง ทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นที่ขดลวดชุดที่สอง เกิดกระแสเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดที่สอง ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เสมือนว่าขดลวดชุดที่สองทำตัวเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูป 9.8



รูปที่ 9.8 การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กระหว่างขดลวด

ถ้าเรามีแกนเหล็กใส่ขดลวดทั้งสองขด จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดชุดแรกเคลื่อนที่แพร่กระจายไปยังขดลวดชุดที่สองมากขึ้น ปรากฏการณ์นี้จะเกิดได้ดีขึ้น ประสิทธิภาพจะเกิดมากขึ้น เราเรียกอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ว่า “หม้อแปลงไฟฟ้า” (Transformer) ความต่างศักย์ที่เกิดในขดลวดชุดที่สองจะมากหรือน้อยขึ้นกับจำนวนรอบของขดลวด ขดลวดชุดแรก เรียกว่า “ขดลวดปฐมภูมิ” (Primary coil) ส่วนขดลวดชุดที่สองเรียกว่า “ขดลวดทุติยภูมิ” (Secondary coil)



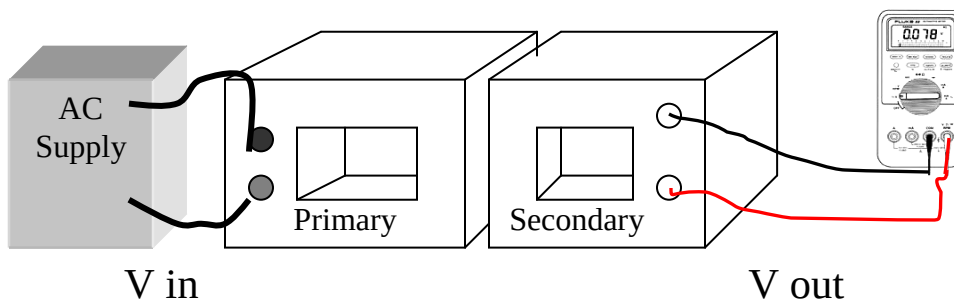
ถ้าเราให้  $N_1$  เป็นจำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิ ให้  $N_2$  เป็นจำนวนรอบขดลวดทุติยภูมิ  $V_{IN}$  เป็นความต่างศักย์ที่ป้อนให้ขดลวดปฐมภูมิ  $V_{out}$  เป็นความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ ถ้าหม้อแปลงมีประสิทธิภาพ 100% (ไม่สูญเสียพลังงาน) จะได้ว่า

$$\frac{V_{IN}}{V_{out}} = \frac{N_1}{N_2} \quad (9.9)$$

**อุปกรณ์การทดลอง** ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับโวลต์ต่ำ ขดลวด 1000 รอบ  
ขดลวด 500 รอบ ขดลวด 200 รอบ และสายไฟ

### วิธีทดลอง

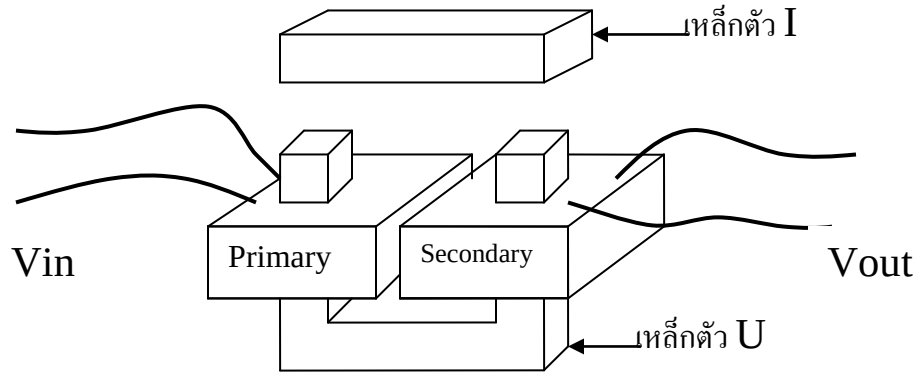
- 1 ประกอบวงจรตามรูป 9.9 โดยใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันประมาณ 5 โวลต์ (อย่างมากกว่านี้ อุปกรณ์จะเสียหาย) โดยวางขดลวดขนาด 1000 รอบ ทั้งสองอันที่ระยะห่างกันพอสมควร ใช้ DC โวลต์มิเตอร์ วัดความต่างศักย์  $V_{IN}$  และ  $V_{out}$  บันทึกในตาราง (รีบอ่านค่า แล้วปิดแหล่งกำเนิดทันที)
- 2 ประกอบวงจรเหมือนเดิม แต่เปลี่ยนใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับ (ไม่ใช่ Function generator) ป้อนไฟฟ้าสลับแรงดันประมาณ 5-10 โวลต์ (อย่างมากกว่านี้ อุปกรณ์จะเสียหาย) โดยวางขดลวดขนาด 1000 รอบ ทั้งสองอันที่ระยะห่างกันพอสมควร ใช้ AC Voltmeter วัดความต่างศักย์  $V_{IN}$  และ  $V_{out}$  บันทึกในตาราง (รีบอ่านค่า แล้วปิดแหล่งกำเนิดทันที) แล้วใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับเครื่องนี้ ทดลองต่อในข้อต่อๆ ไป



รูปที่ 9.9 การต่ออุปกรณ์ทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า

- 3 ให้ขยับขดลวดทุติยภูมิเข้าหา หรือออกไกลจากปฐมภูมิ พร้อมดูความเปลี่ยนแปลงที่โวลต์มิเตอร์ ช่วยกันอภิปรายว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น แล้วปิดแหล่งกำเนิด
- 4 นำแกนเหล็กรูปตัว U ใส่ในขดลวดทั้งสอง วัด  $V_{IN}$  และ  $V_{out}$  บันทึกในตาราง แล้วปิดแหล่งกำเนิดทันที

- 5 นำแกนเหล็กตัว I ปิดแกนเหล็กรูปตัวยู จนกลายเป็นแกนเหล็กสี่เหลี่ยม วัด  $V_{IN}$  และ  $V_{out}$  บันทึกในตาราง แล้วปิดแหล่งกำเนิดทันที



รูปที่ 9.10 การนำเหล็กรูปตัวยู ประกอบกับขดลวด

- 6 เปลี่ยนขดลวดด้านทุติยภูมิให้มีจำนวนรอบเพิ่มขึ้น แล้วทดลองซ้ำตามข้อ 4-5
- 7 เปลี่ยนขดลวดทุติยภูมิให้มีจำนวนรอบน้อยลง แล้วทดลองซ้ำตามข้อ 4-5

## บันทึกผลปฏิบัติการทดลองที่ 9

### ไฟฟ้าสลับ

ชื่อ สกุล ..... รหัส ..... คณะ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. 25..... กลุ่มที่ ..... ทดลองครั้งที่ .....

ผู้ร่วมงาน ..... รหัส .....

ผู้ร่วมงาน ..... รหัส .....

ผู้ร่วมงาน ..... รหัส .....

#### ตอนที่ 1 วงจร RLC แบบอนุกรม

ค่าที่ใช้  $V = 6 \text{ Volt}$  ;  $f = 9 \text{ kHz}$   $R = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $C = 0.0022 \text{ }\mu\text{F}$  ;  $L = 30 \text{ mH}$

$V = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$ ;  $V_R = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

$V_L = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$ ;  $V_C = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

$I = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$ ;  $I_R = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

$I_L = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$ ;  $I_C = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

ผลการคำนวณตามข้อ 5  $V = V_R + V_L + V_C = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

แสดงการคำนวณข้างล่าง

ผลการคำนวณตามข้อ 6  $Z = \frac{V}{I} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

ผลการคำนวณตามข้อ 7  $R = \frac{V_R}{I_R} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

ผลการคำนวณตามข้อ 8  $X_L = \frac{V_L}{I_L} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

ผลการคำนวณตามข้อ 9  $X_C = \frac{V_C}{I_C} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

ผลการคำนวณตามข้อ 10  $Z = R + X_L + X_C = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\dots\dots)$

แสดงการคำนวณข้างล่าง

### สรุปผลการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบกระแสตามข้อ 4 พบว่า .....

.....

เมื่อเปรียบเทียบความต่างศักย์รวมจากการวัด และจากการคำนวณด้วยหลักเฟเซอร์ ตามข้อ 5 ได้ผล  
เป็นอย่างไร .....

.....

เมื่อความต้านทานรวมตามข้อ 6 จากการวัด และจากการคำนวณด้วยหลักเฟเซอร์ ตามข้อ 10 ได้ผล  
เป็นอย่างไร .....

.....

ผลการทดลอง เป็นไปตามคุณสมบัติของวงจร RLC อนุกรม หรือไม่ เหตุผลใด

.....

.....

.....

.....

## ตอนที่ 2 วงจร RLC แบบขนาน

ค่าที่ใช้ ค่าที่เลือกใช้  $V = 5 \text{ Volt}; f = 15 \text{ kHz}$   $R = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $C = 0.047 \text{ }\mu\text{F}$  ;  $L = 30 \text{ mH}$

$$V = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....); V_R = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$$

$$V_L = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....); V_C = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$$

$$I = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....); I_R = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$$

$$I_L = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....); I_C = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$$

ผลการคำนวณตามข้อ 4  $I = I_R + I_L + I_C = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$

แสดงการคำนวณข้างล่าง

ผลการคำนวณตามข้อ 6  $Z = \frac{V}{I} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$

ผลการคำนวณตามข้อ 7  $R = \frac{V_R}{I_R} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$

ผลการคำนวณตามข้อ 8  $X_L = \frac{V_L}{I_L} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$

ผลการคำนวณตามข้อ 9  $X_C = \frac{V_C}{I_C} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$

ผลการคำนวณตามข้อ 10  $\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{X_L} + \frac{1}{X_C} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (.....)$

แสดงการคำนวณข้างล่าง

### สรุปผลการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบความต่างศักย์ตามข้อ 5 จะสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

เมื่อเปรียบเทียบกระแสรวมจากการวัด และกระแสรวมจากการคำนวณด้วยหลักเฟเซอร์ ตามข้อ 4 ผลเป็นอย่างไร .....

.....

เมื่อเปรียบเทียบความต้านทานรวมตามข้อ 6 และความต้านทานจากการคำนวณด้วยหลักเฟเซอร์ ตามข้อ 10 เป็นอย่างไร .....

.....

ผลการทดลอง เป็นไปตามคุณสมบัติของวงจร RLC ขนานหรือไม่ เหตุผลใด

.....

.....

.....

.....

### ตอนที่ 3 การทำงานหม้อแปลงไฟฟ้า

เมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ แล้วได้ผลอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น .....

.....

.....

เมื่อ ป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 5- 10 โวลต์ แล้วได้ผลอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ....

.....

.....

เมื่อขยับขดลวดปฐมภูมิเข้าออกขดลวดปฐมภูมิ แล้วได้ผลอย่างไร ทำไมเป็นเช่นนั้น .....

.....

.....

| จำนวน<br>ขดลวด<br>ทุติยภูมิ | ไม่มีแกน            |                      | มีแกนเหล็กฉนวน      |                      | มีแกนเหล็กสี่เหลี่ยม |                      |
|-----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                             | $V_{IN}$<br>(.....) | $V_{out}$<br>(.....) | $V_{IN}$<br>(.....) | $V_{out}$<br>(.....) | $V_{IN}$<br>(.....)  | $V_{out}$<br>(.....) |
| 1000                        |                     |                      |                     |                      |                      |                      |
|                             |                     |                      |                     |                      |                      |                      |
|                             |                     |                      |                     |                      |                      |                      |

### สรุปผลการทดลอง

เมื่อจำนวนรอบขดลวดทุติยภูมิมากกว่า หรือ น้อยกว่าปฐมภูมิ จะได้ผลอย่างไร ทำไมเป็นเช่นนั้น

.....  
 .....  
 .....

เมื่อใส่แกนเหล็กรูปตัวยู เกิดผลอย่างไร ทำไมเป็นเช่นนั้น .....

.....  
 .....  
 .....

เมื่อนำเหล็กตัว I ปิดเหล็กรูปตัวยู จนเป็นแกนเหล็กสี่เหลี่ยม เกิดผลอย่างไร ทำไมเป็นเช่นนั้น

.....  
 .....  
 .....

ผลการทดลองทั้งหมด เป็นไปตามหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้าหรือไม่ เหตุผลใด

.....  
 .....  
 .....

วิเคราะห์ผลการทดลอง (ทั้ง 3 ตอน).....

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

### คำถามท้ายการทดลอง

- 1 ถ้าตัวเหนี่ยวนำและตัวจุของวงจรอนุกรม  $RLC$  มีความต้านทานเท่ากัน จะเกิดอะไรขึ้น
- 2 ถ้าตัวเหนี่ยวนำและตัวจุของวงจรขนาน  $RLC$  มีความต้านทานเท่ากัน จะเกิดอะไรขึ้น
3. จงอธิบายหลักการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ