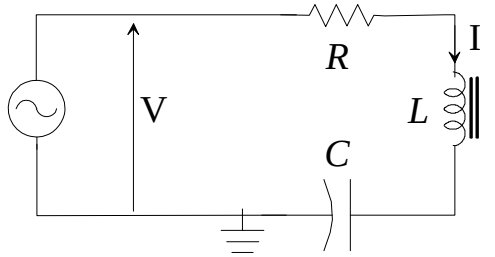
L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	1/8

ประเด็นหลัก การปรากฏของตัวเหนี่ยวนำและความจุไฟฟ้าทั้งคู่พร้อมกันในวงจร จะมีผลให้เกิดปฏิกิริยาลดทอนพฤติกรรมที่พยายามจะตอบสนองต่อกระแสในวงจรตามธรรมชาติของตัวเอง โดยมีลักษณะตรงข้ามระหว่างกัน ยิ่งไปกว่านั้นอีกเมื่ออิมพิแดนซ์เป็นฟังก์ชันของความถี่ การแปรค่าความถี่จึงส่งผลต่อการลดทอนพฤติกรรมระหว่างกันของตัวเหนี่ยวนำกับตัวเก็บประจุ

วัตถุประสงค์ วัดตรวจสอบสภาวการณ์ตรงจุดที่พฤติกรรมการตอบสนองต่อกระแสของตัวเหนี่ยวนำกับตัวเก็บประจุที่จะลดทอนกันจนสิ้นไป

วิธีการ ใช้วงจรอนุกรมความต้านทาน ตัวแหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุวัดรูปคลื่นแรงดันและกระแสเพื่อศึกษาลักษณะของรูปคลื่นโดยเปลี่ยนแปลงความถี่



รูปที่ 9.1 วงจรสำหรับการทดลองวัดรูปคลื่นแรงดันหรือกระแส

อุปกรณ์การทดลอง

1. แหล่งกำเนิดรูปคลื่นแรงดันไซนูซอยด์ 0…10 V_{PP} แปรความถี่ได้
2. ออสซิลโลสโคป 1 เครื่องและสายวัดทั้ง 2 ช่อง CH1 และ CH2
3. มัลติมิเตอร์แบบตัวเลข 1 เครื่อง
4. ตัวต้านทานขนาด 2W ค่า 100 แล 1k Ω อย่างละ 1 ตัว
5. ตัวเหนี่ยวที่ประกอบขึ้นจากขดลวด 1000 รอบ พิกัด 0.5 A 1 ขด และ ขดลวด 500 รอบ พิกัด 0.8 A 1 ขด
6. ตัวเก็บประจุ 10 μF 35 Vac

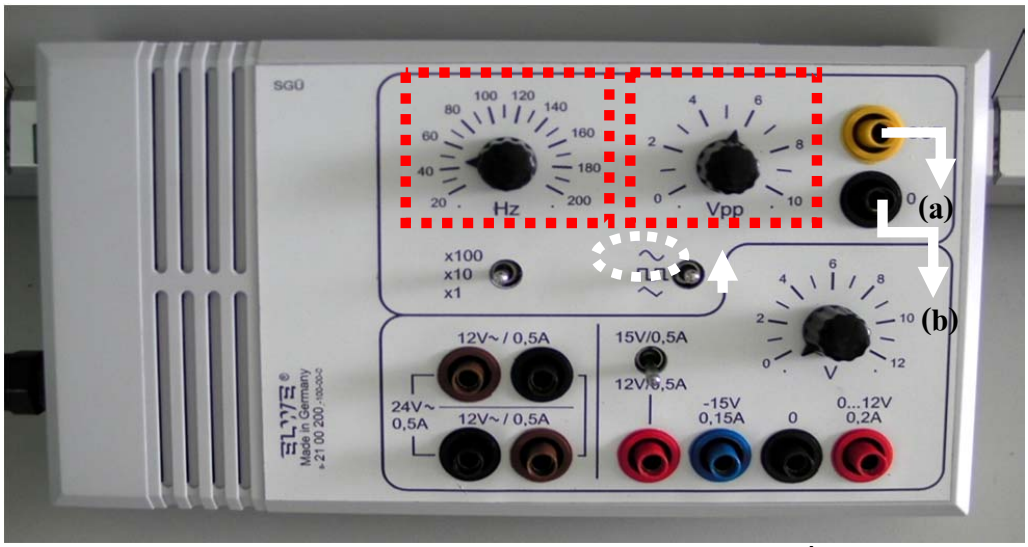
L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	2/8

<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

ปรับตั้งอุปกรณ์การทดลองดังรูป



ปรับตั้งเป็นมิเตอร์วัดความถี่ (Hz)

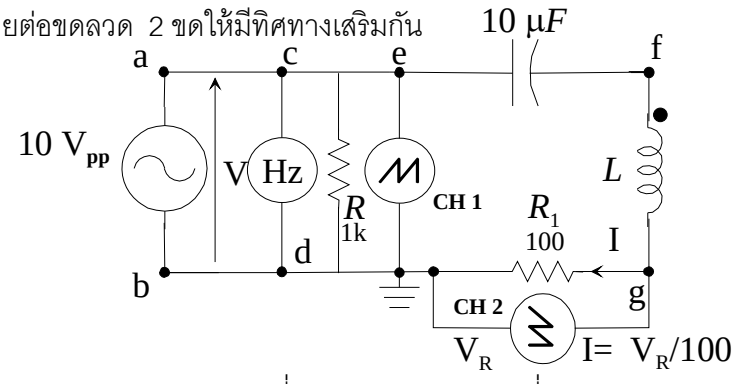


แหล่งกำเนิดแรงดันไซนูซอยด์ 0…10 V_{PP} แปรความถี่ได้

L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	3/8

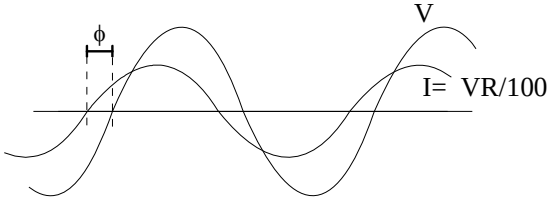
<u>ขั้นตอนการทดลองที่</u> 1.1

1. ต่อวงจรการทดลองดังนี้โดยให้ตัวเหนี่ยวนำ L เป็นขดลวด N = 1500 รอบ ไม่ใส่แกนเหล็ก โดยต่อขดลวด 2 ขดให้มีทิศทางเสริมกัน



รูปที่ 9.2 วงจรการทดลองที่ 1.1

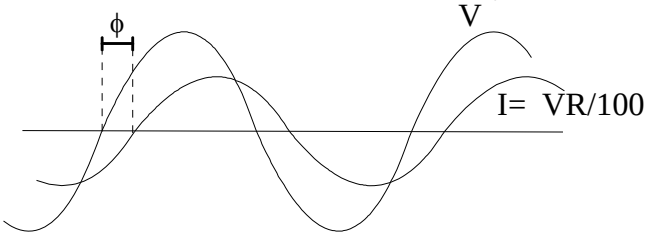
2. ใช้ความถี่ 50,100, 150, 200 Hz วัดค่ากระแสและมุมเฟสลงในตารางผลการทดลองที่ 1-1



<u>ตารางผลการทดลองที่ 1-1</u>

ความถี่ f	50 Hz	100 Hz	150 Hz	200 Hz
มุมต่างเฟส $\phi°$				
แรงดัน V (rms)				
กระแส V_R /100 (mA;rms)				

3. ใช้ความถี่ 350, 400, 450, 500 Hz วัดค่ากระแสและมุมเฟสลงในตารางผลการทดลองที่ 1-2

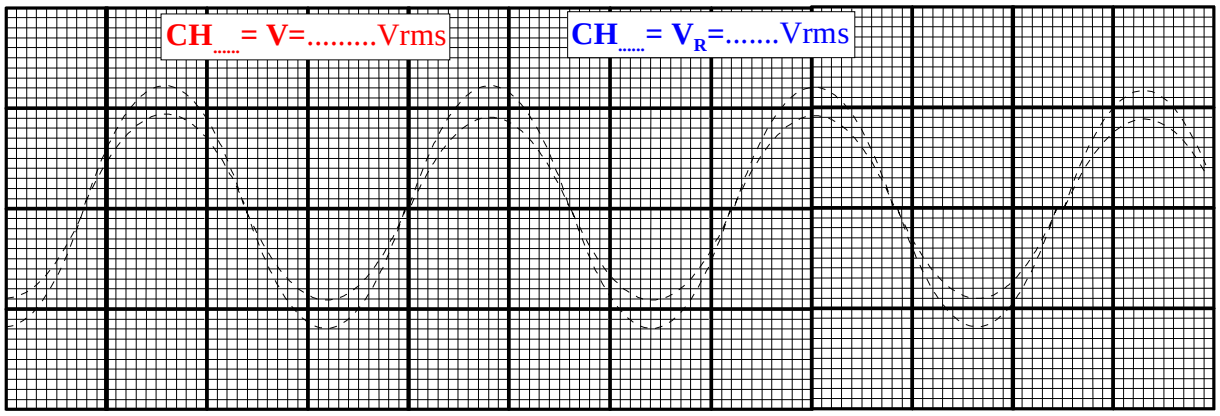


L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	4/8

ตารางผลการทดลองที่ 1-2

ความถี่ f	350 Hz	400 Hz	450 Hz	500 Hz
มุมต่างเฟส $\phi°$				
แรงดัน V (rms)				
กระแส V_R /100 (mA;rms)				

4. ปรับหาค่าความถี่ ที่ทำให้รูปคลื่นแรงดันและกระแสอินเฟสกันแล้วบันทึกข้อมูลหน้าจอแสดงผลการวัดของออสซิลโลสโคปลงในกราฟต่อไปนี้ โดยใช้สีแดงวาดรูปคลื่นของ CH1 และใช้สีน้ำเงินสำหรับ CH2



5. กระแส I คำนวณจากค่าที่วัดได้ของออสซิลโลสโคปมีค่า I = ... m A
6. ความถี่ f = ... Hz
7. เปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำให้เป็นขดลวด N = 500 รอบ แล้วปรับหาค่าความถี่ ที่ทำให้รูปคลื่นแรงดันและกระแสอินเฟสกันดังรูปในข้อ 4 แล้วบันทึกผล

CH..... = V=.....Vrms CH..... = V_R=.....Vrms

8. กระแส I คำนวณจากค่าที่วัดได้ของออสซิลโลสโคปมีค่า I = ... m A
9. ความถี่ f = ... Hz

L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	5/8

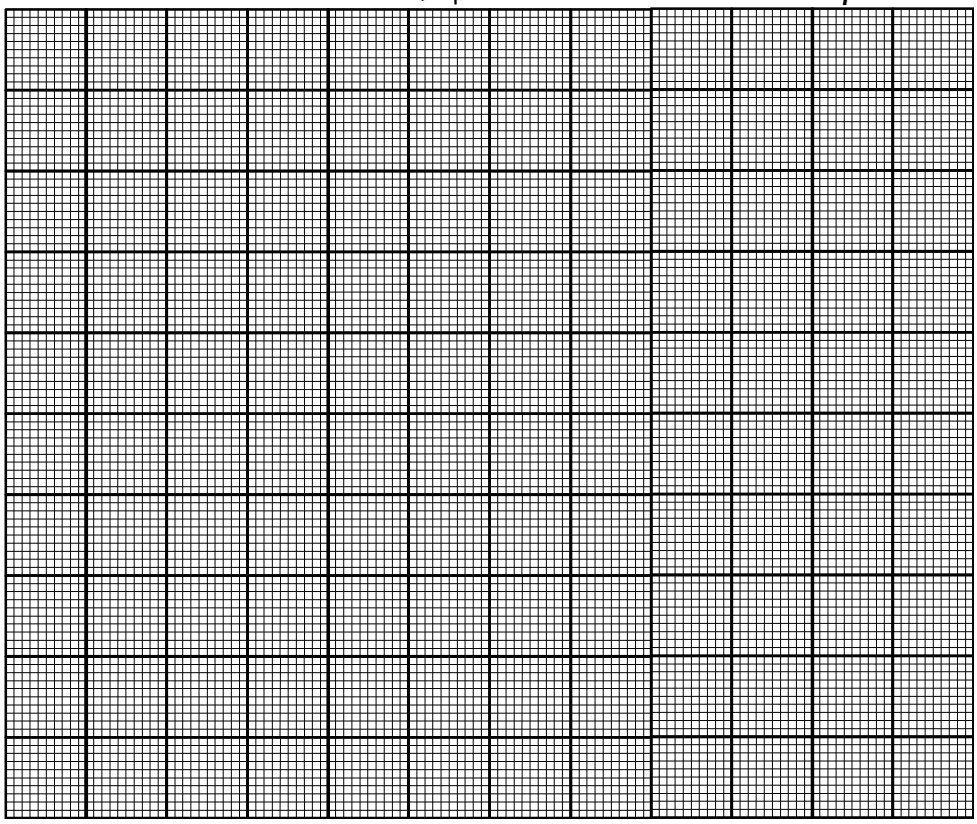
<u>สรุปผลการทดลองที่1.1</u>

1. จากผลการทดลองที่ได้ คำนวนค่าอิมพิแดนซ์ Z ที่เกิดจาก R, L และ C อนุกรมลงในตาราง

<u>ตารางสรุปผลการทดลองที่ 1</u>

ความถี่ f	50Hz	100Hz	150Hz	200Hz	…. Hz	350Hz	400Hz	450Hz	500Hz
มุมต่างเฟส $\phi°$									
แรงดัน $V(rms)$									
$I = V_R /100$									
$Z(\Omega)$	….∠	….∠	….∠	….∠	….∠0°	….∠	….∠	….∠	….∠

2. วาดกราฟขนาดของอิมพิแดนซ์ Z, $\phi°$ และกระแส I แปรตามความถี่ f ได้ดังนี้



L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	6/8

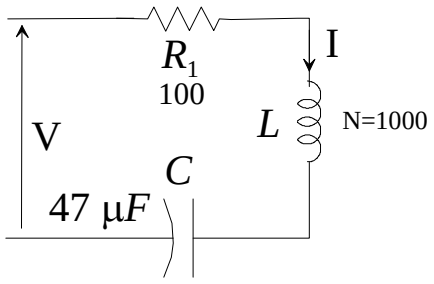
3. เมื่อแรงดันกับกระแสบนสาขาที่มีองค์ประกอบ R, L และ C มีมุมต่างเฟสเท่ากับ 0° แสดงว่า $X_L - X_C = 0$ ทำให้ได้ $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$ หรือ $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ โดยที่ $\omega_0 = 2\pi f_0$ และ f_0 เป็นความถี่ ณ. จุดนี้ ดังนั้นขดลวดตัวเหนี่ยวนำ 1500 รอบจะมีค่าความเหนี่ยวนำเท่ากับ

$$L = \frac{1}{\omega_0^2 C} = \text{.....} mH$$

4. จากผลการทดลองในข้อที่ 7 – 9 ขดลวดตัวเหนี่ยวนำ 500 รอบจะมีค่าความเหนี่ยวนำ L = ……mH

<u>ขั้นตอนการทดลองที่</u> 1.2

1. พิจารณาองค์ประกอบ องค์ประกอบ R, L และ C ต่อไปนี้



2. ใช้ตัวเหนี่ยวนำเป็นแบบแกนอากาศขดลวด N = 1000 รอบ(ไม่ต้องใส่แกนเหล็ก)
3. ต่อวงจรเพื่อวัดหาค่าความถี่ที่ทำให้แรงดัน V และกระแส I มีมุมต่างเฟสเท่ากับ 0° ความถี่ f_0 =……Hz

<u>สรุปผลการทดลองที่</u> 1.2

1. จากผลการทดลองในขั้นตอนการทดลองที่ 1.2 ขดลวดตัวเหนี่ยวนำ 1000 รอบแกนอากาศจะมีค่าความเหนี่ยวนำ L = ……mH

L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	7/8

<u>วิเคราะห์ผลการทดลอง</u>

1. องค์ประกอบ R, L และ C อนุกรมจะมีค่าอิพิแดนซ์คือ

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

2. ค่าอิมพิแดนซ์นี้จะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อ $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$ ความถี่ที่จุดนี้ถูกเรียกว่าความถี่รีโซแนนซ์สามารถคำนวณได้ด้วยสูตร

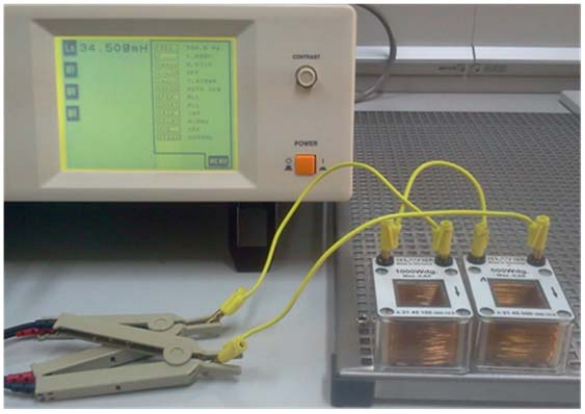
$\omega_0 =$

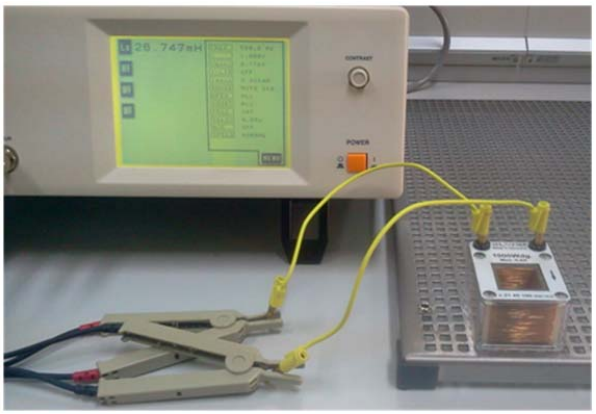
……..

เมื่อ $f_0 =$

……..

3. โดยการวัดพบว่าขดลวด 1500 รอบไม่มีแกนเหล็กมีค่าความเหนี่ยวนำเท่ากับ 34.50 mH และ 1000 รอบไม่มีแกนเหล็กมีค่าความเหนี่ยวนำเท่ากับ 26.75 mH





L9	**รีโซแนนซ์อนุกรม**	8/8

4. ดังนั้นด้วยสูตรตามทฤษฎีความถี่รีโซแนนซ์ของวงจรการทดลองในรูปที่ 9.2 จะคำนวณได้ค่าเท่ากับ $f_0 =$ .....
5. แต่ความถี่รีโซแนนซ์ที่ได้จากการวัดของวงจรการทดลองตามตารางสรุปผลการทดลองที่ 1.1 มีค่า $\overline{f}_0 =$ .....
6. ความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าความถี่รีโซแนนซ์ที่วัดได้กับค่าคำนวณคิดได้เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของค่าคำนวน

$$\left|\frac{f_0 - \overline{f}_0}{f_0}\right| \times 100 =$$

.....

2. ในการสรุปผลการทดลองที่ 1.2 ได้ผลค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำ 1000 รอบแกนอากาศมีค่า $\overline{L} =$ .....mH ซึ่งจะมีค่าแตกต่างไปจากค่า L ที่ได้โดยการวัดจากเครื่องวัดในข้อที่ 3 โดยคิดได้เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของค่าที่ได้โดยการวัดจากเครื่องวัดดังกล่าว

$$\left|\frac{L - \overline{L}}{L}\right| =$$

.....

7. สาเหตุที่ค่าความเหนี่ยวนำ $\overline{L}$ ที่ได้จากผลการทดลองแตกต่างไปจากค่า L ที่ได้โดยการวัดจากเครื่องวัดโดยตรงเป็นผลเนื่องมาจาก.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....