



كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثانية

المادة : كهرباء ومغناطيسية ٢

المحاضرة : الثالثة / عملي

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960



التجربة الثالثة الخاصة بالقسم العملي لمقرر الكهرباء والمغناطيسية 2

دارات الطنين RLC على التسلسل

الغاية من التجربة:

- دراسة خصائص دارة RLC
- فهم ظاهرة الرنين (الطنين) عند تردد معين
- قياس شدة التيار في الدارة
- حساب عامل الجودة Q المرتبط بكفاءة الدارة

الأجهزة والأدوات:

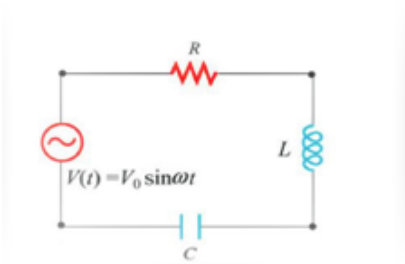
- مقاومة $R = 220\Omega$ ، مكثفة بسعة $C = 2.2 \mu F$ ، وشيعة ذات عامل تحريضي $L = 0.15H$
- راسم إشارة (راسم اهتزاز مهبطي)، مولد إشارة جيبيية
- لوحة تجارب وأسلاك توصيل

الجزء النظري:

أولاً: التعريف بالدارة: هي دارة كهربائية تتألف من:

- مقاومة R (تعيق تدفق التيار وتبدد الطاقة على شكل حرارة)
- وشيعة L (تخزن الطاقة في المجال المغناطيسي)
- مكثفة C (تخزن الطاقة في المجال الكهربائي)

هذه العناصر موصولة على التسلسل مع مصدر توتر جيبي (AC)، أي تيار متغير له شكل جيبي.



الشكل (1) دارة RLC على التسلسل

الجهود المطبق: فرق كمون جيبي يعطى بالعلاقة:

$$V = V \cos(\omega t)$$

شدة التيار: تُعطى بالعلاقة:

$$I = I \cos(\omega t + \varphi)$$

حيث: φ هي فرق الطور بين الجهد والتيار

ثانياً: الممانعة المركبة للدائرة في التيار المتناوب (AC) لا نتعامل مع الجهد والتيار كقيم ثابتة بل كمقادير جيبية ومركبة لذا نستخدم الممانعة Z بدلاً من المقاومة فقط.

نحسب الممانعة لكل عنصر من العناصر الثلاث:

$$Z_R = R \quad \bullet \quad \text{المقاومة } R$$

$$Z_L = j\omega L \quad \bullet \quad \text{الوشية } L \quad \text{تقاوم التغير في التيار وتعطي ممانعة تحريضية}$$

$$\omega = 2\pi f \quad \text{حيث: التردد الزاوي}$$

الوحدة التخيلية j

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{\omega C} \quad \bullet \quad \text{المكثفة } C \quad \text{تقاوم التغير في الجهد وتعطي ممانعة سعوية.}$$

بما أن العناصر موصولة على التسلسل فإن الممانعات تجمع جبرياً كما تجمع المقاومات:

$$Z_{total} = Z_R + Z_L + Z_C$$

$$= R + j\omega L - \frac{1}{\omega C}$$

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

التحليل الفيزيائي: R الجزء الحقيقي من الممانعة

$$j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \quad \text{الجزء التخيلي ويعبر عن الطور بين التيار والجهد}$$

ثالثاً: القيمة المطلقة للممانعة الكلية لحساب شدة التيار نحتاج القيمة المطلقة للممانعة المركبة

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

وهي العلاقة النهائية للممانعة الكلية في الدارة.

رابعاً: الشدة المنتجة للتيار:

$$\begin{aligned} I = \frac{V}{Z} &= \frac{V}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \\ &= \frac{V}{\left(\left(R + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}} \end{aligned}$$

ويعطى فرق الطور بالعلاقة:

$$\tan \varphi = \frac{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}{R}$$

خامساً: ظاهرة الطنين (Resonance)

تحدث عندما

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = X_C$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

وبالتالي تعطى علاقة تواتر الرنين:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$

عند ظاهرة الرنين يكون: $R = 0$ ممانعة معدومة

$\varphi = 0$ التيار والجهد في الطور نفسه

$I = I_{max}$ التيار في أقصى قيمة له

سادساً: تمثيل فريزل وهو طريقة لرسم المقادير المتجهة التي تمثل التيار والجهد كأسهم دوارة في المستوى المركب.

في دائرة RLC لدينا ثلاث عناصر:

- مقاومة R : الجهد عليها يكون في نفس طور التيار
- وشيعة L : الجهد على الوشيعة يسبق التيار بزاوية 90°
- مكثفة C : الجهد على المكثفة يتأخر عن التيار بزاوية 90°

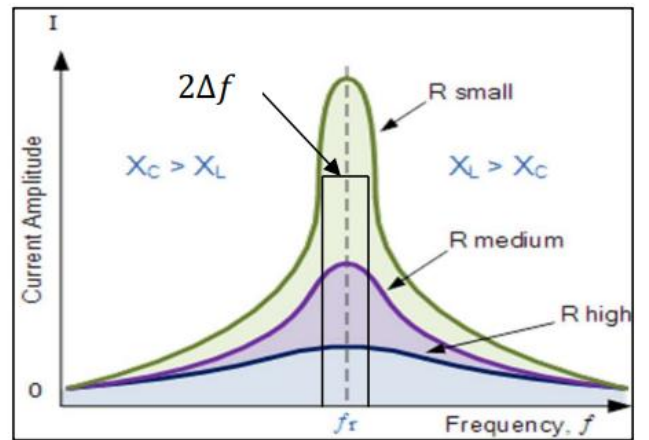
ارسم تمثيل فريزل وناقشه في الحالات $V_C > V_L$ و $V_L > V_C$ و $V_C = V_L$ ؟

سابعاً: عرض قطاع التواترات النافذة

عندما نرسم العلاقة بين التيار والتواتر نحصل على المنحني البياني الآتي:

نلاحظ أن التيار أعظمي عند قيمة f_r (تواتر الطنين)

وينخفض إلى $\frac{1}{\sqrt{2}}$ من قيمته العظمى عند تردد f_1 و f_2 (تواتران محددان لعرض قطاع التواترات النافذة) وعليه:



$$|f_2 - f_r| \approx |f_1 - f_r|$$

$$2\Delta f = |f_2 - f_1|$$

$$\Delta f = \frac{|f_2 - f_1|}{2}$$

مما سبق استنتج المفهوم الفيزيائي لعرض قطاع التواترات النافذة؟

ثامناً: عامل الجودة ($Q - Factor$)

هو مقياس لحساسية الدارة للتردد وهو نسبة الطاقة المخزنة إلى الطاقة المفقودة.

$$Q = \frac{\omega_r L}{2\Delta\omega} = \frac{1}{\omega_r C R_T} = \frac{1}{R_T} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{التعريف النظري:}$$

$$Q = \frac{\omega_r}{2\Delta\omega} = \frac{f_r}{2\Delta f} \quad \text{التعريف البياني:}$$

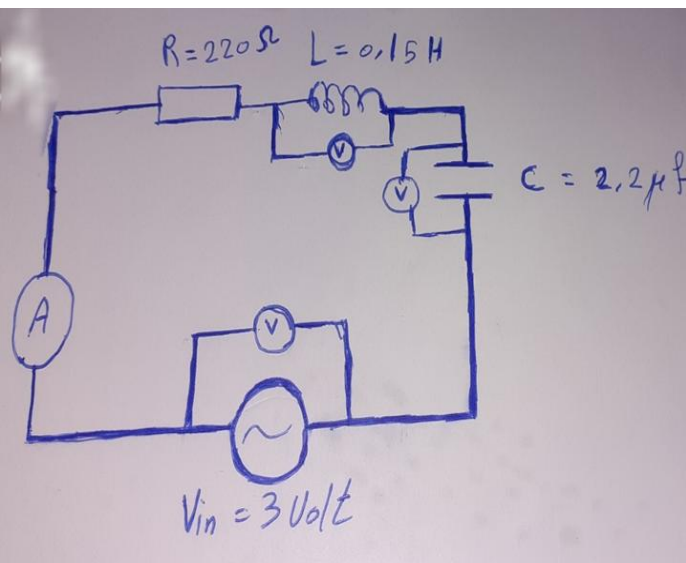
وكلما كانت Q أكبر كانت الدارة أكثر انتقائية (تستجيب فقط لتردد معين).

تاسعاً: التطبيق العملي للتجربة (الراديو كمثال)

في جهاز الراديو يتم ضبط التردد المستقبل بتغيير سعة المكثف. نحصل على الرنين عند تردد محطة معينة ويكبر الإشارة وترسل للسماعة. يجب أن يكون Q عالياً لرفض الإشارات غير المرغوب بها.

الجزء العملي:

a. صل الدارة كما في الشكل التالي:



b. طبق بين طرفي الدارة فرقاً في كمون جيبياً قيمته المنتجة:

$$V_{in} = 3 \text{ volt}$$

c. غير تردد المولد وابق قيمة V_{in} ثابتاً، تأكد من ذلك في كل

مرة بواسطة مقياس الفولت وسجل قيمة U_L , U_C من أجل كل قيمة ل f كما يبين الجدول الآتي:

f (HZ)	I (mA)	U_L (volt)	U_C (volt)	Z
50	1,6	0,14	3	
100	3,8	0,51	3,15	
150	5,9	1,06	3,25	
200	7,7	1,75	3,2	
225	8,6	2,28	2,97	
260	8,8	2,62	2,62	
300	8,6	2,89	2,28	
400	7,2	3,61	1,44	
600	5	3,15	0,67	
800	3,9	3.17	0,39	

- d. ارسم الخط البياني لقيم التيار بتابعية التردد $I = f(f)$ وحدد قيمة التيار عند الطنين؟ ماذا تستنتج؟
- e. ارسم الخط البياني لقيم الجهد U_L بين طرفي الملف بتابعية التردد f ، والخط البياني لقيم الجهد بين طرفي المكثف U_C بتابعية التردد f ، وحدد على الرسم قيمة التردد التي يحدث عنده الطنين f_r واكتب ماذا نستنتج من الرسم؟
- f. ارسم الخط البياني لقيم ممانعة الدارة Z بتابعية التردد f حدد قيمة ممانعة الدارة Z عند تردد الطنين f_r ماذا تستنتج؟

إعداد: أ. هديل علي أ. سوزان حسن أ. آلاء حسن



مكتبة
A to Z