كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثانية

المادة : كهرباء ومغناطيسية2

المحاضرة : الثالثة /عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم

2026

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 $R\ L\ C$ 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:

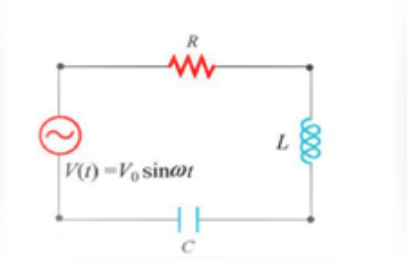
- مقاومة $R = 220\Omega$، مكثفة بسعة $C = 2.2\ \mu F$، وشيعة ذات عامل تحريضي $L = 0.15H$
- راسم إشارة (راسم اهتزاز مهبطي)، مولد إشارة جيبية
- لوحة تجارب وأسلاك توصيل

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 RLCعلى التسلسل

الجهد 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 للدارة 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:

- المقاومة R $Z_R = R$
- الوشيعة L تقاوم التغير في التيار وتعطي ممانعة تحريضية $Z_L = j\omega L$

حيث: التردد الزاوي $\omega = 2\pi f$

الوحدة التخيلية j

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

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

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

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

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

التحليل الفيزيائي: R الجزء الحقيقي من الممانعة

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

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

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

وهي العلاقة النهائية للمانعة الكلية في الدارة.

رابعاً: الشدة المنتجة للتيار:

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

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

ويعطى فرق الطور بالعلاقة:

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

خامساً: ظاهرة الطنين $(Resonance)$

تحدث عندما

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

$$X_L = X_C$$

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

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

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 فرينل وهو طريقة لرسم المقادير المتجهة التي تمثل التيار والجهد كأسهم دوارة في المستوى المركب.

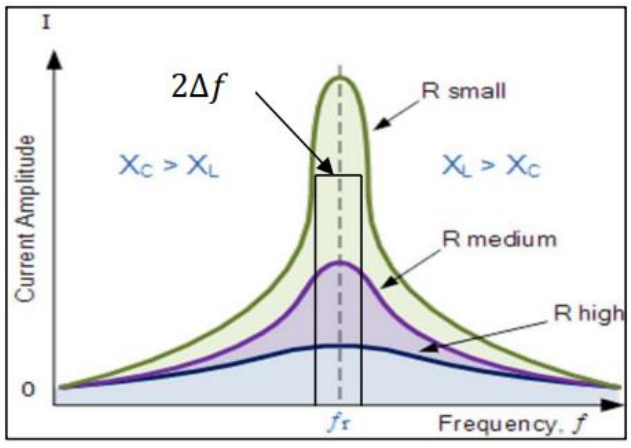
في دارة RLC لدينا ثلاث عناصر:

- 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 فرينل 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 المختزنة إلى الطاقة المفقودة.

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

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

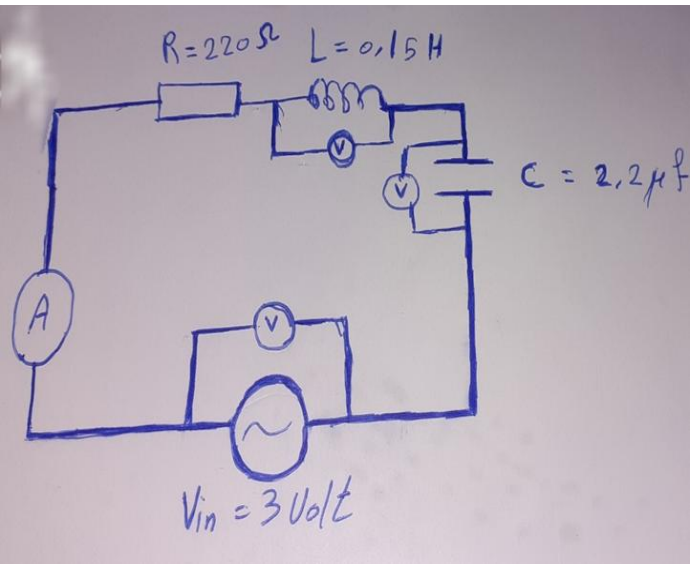
وكلما كانت Q أكبر كانت الدارة أكثر انتقائية (تستجيب فقط لتردد معين).

تاسعاً: التطبيق العملي للتجربة (الراديو كمثال)

في جهاز الراديو يتم ضبط التردد المستقبل بتغيير سعة المكثف. نحصل على الرنين عند تردد محطة معينة ويكبّر 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:
$Vin = 3\ volt$

c. غير تردد المولد وابقِ قيمة Vin 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:

$f\ (HZ)$	$I\ (ml)$	$U_L\ (volt)$	$U_C\ (volt)$	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_Lبين 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 الطنينf_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_rماذا تستنتج؟

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

مكتبة A to Z