

دستور کار آزمایش RLC در تشدید

هدف آزمایش: اندازه گیری ولتاژ و جریان در حالت تشدید

وسایل آزمایش: اسیلوسکوپ دو کاناله 20MHz - برد RLC - بلوکه مقاومت - بلوکه خازن - پک کامل پرتهای آزما
 یسگاهی - سیگنال ژنرا تورا خروجی پر قدرت 10 KHz - ست سیم پیچ های الکترومغناطیس (300,600,900,1200 دور)
 - مولتی متر دستی ۲ عدد

تئوری آزمایش

سلف در جریان مستقیم، فقط از خود مقاومت اهمی نشان می دهد بجز در مواقع قطع و وصل که در این حالت اثر القایی از خود نشان می دهد. خازن در جریان مستقیم برای یک لحظه جریان را نشان داده و به جای اول خود برمی گردد و مانند کلید قطع عمل می نماید.
 هرگاه جریان متغیر از یک سیم پیچ عبور کند یک نیروی محرکه بوجود می آید که با عامل بوجود آورنده اش مخالفت می کند.
 بنابراین:

$$V_L = L \left(\frac{di}{dt} \right)$$

$$I = I_m \sin \omega t \rightarrow V_L = L \frac{d}{dt} (I_m \sin \omega t) = LI_m \omega \cos \omega t = LI_m \omega \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$V_L = V_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

از مقایسه رابطه بدست آمده با رابطه جریان مشاهده می شود که ولتاژ از جریان به اندازه $\frac{\pi}{2}$ جلوتر است. در رابطه اخیر ($L\omega$) را مقاومت القایی سیم پیچ می نامند .

$$X_L = L\omega$$

هرگاه جریان متغیر از یک خازن عبور کند در اینصورت داریم:

$$I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = Idt$$

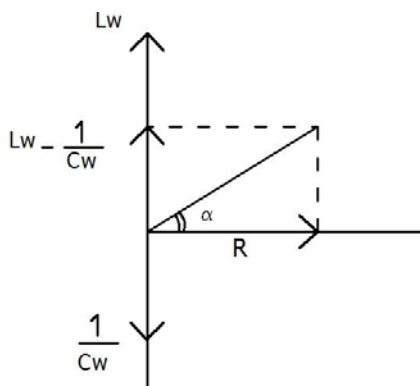
$$\int dq = \int I_m \sin \omega t dt \Rightarrow q = -\frac{I_m}{\omega} \cos \omega t \Rightarrow v = \frac{I_m}{C\omega} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

اگر رابطه بدست آمده را با رابطه جریان مقایسه نماییم مشاهده می شود که ولتاژ از جریان به اندازه $\frac{\pi}{2}$ عقب تر است در رابطه

اخیر $\left(\frac{1}{C\omega} \right)$ را مقاومت ظاهری خازن می نامند.

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

اگر یک سیم پیچ با ضریب القایی L ، یک خازن با ظرفیت C و یک مقاومت در حالت سری به منبع ولتاژ متناوب وصل شوند، اگر V_R با جریان هم فاز باشد V_L به اندازه $\frac{\pi}{2}$ جلوتر و V_C به اندازه $\frac{\pi}{2}$ عقب تر از جریان می باشد که در شکل زیر بصورت برداری نشان داده شده است.



شکل (۱)

زاویه اختلاف فاز در مدار RLC نسبت به جریان یا تقدم فاز دارد یا تاخیر فاز، هرگاه $X_L > X_C$ باشد واکنایی مدار بیشتر القایی است در نتیجه جریان از ولتاژ عقب تر است و اگر $X_C > X_L$ باشد، واکنایی خازنی مدار بیشتر است و در نتیجه ولتاژ از جریان عقب تر است.

$$\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \Rightarrow \varphi = \text{Arc tan} \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$$

تشدید در مدار سری RLC زمانی رخ می دهد که مقاومت القایی و خازنی مساوی یکدیگر باشند یعنی اگر همدیگر را خنثی نمایند در اینصورت گویند مدار در حال تشدید است. در هنگام تشدید I_r جریان در فرکانس تشدید است.

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$Z = \sqrt{R^2 - (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = R \Rightarrow I_r = \frac{V}{R}$$

$$P_r = RI_r^2 = \frac{V^2}{R}$$

$$P_1 = \frac{P_r}{2} = \frac{V^2}{2R} \Rightarrow VI_1 \cos \varphi = \frac{V^2}{2R}$$

$$V \frac{V}{z} \cos \varphi = \frac{V^2}{2R} \Rightarrow Z = 2R \cos \varphi$$

Z امپدانس در نقاط نیم قدرت پایین و بالا است.

$$\Rightarrow \cos \varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow Z = R\sqrt{2}$$

با توجه به شکل (۱):

$$P_1 = P_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 = R\sqrt{2}$$

$$-(L\omega_1 - \frac{1}{c\omega_1}) = (L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2})$$

$$L(\omega_2 + \omega_1) = \frac{1}{c\omega_1} + \frac{1}{c\omega_2} = \frac{\omega_2 + \omega_1}{c\omega_1\omega_2} \Rightarrow Lc\omega_1\omega_2 = 1$$

$$\frac{\omega_1\omega_2}{\omega_r^2} = 1 \Rightarrow \omega_r = \sqrt{\omega_1\omega_2}$$

ضریب چگونگی یا ضریب کیفیت نشان دهنده این است که هرچه پهنای منحنی تشدید بیشتر باشد ضریب کیفیت کمتر و هر چه پهنای منحنی تشدید کمتر باشد، ضریب کیفیت بیشتر می باشد.

$$Q = \frac{L\omega_r}{R}$$

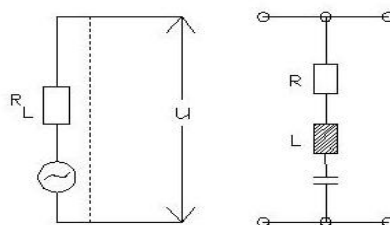
$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega_1 - \frac{1}{c\omega_1})^2} \Rightarrow 2R^2 = R^2 + (L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1})^2$$

$$R = L\omega_1 - \frac{1}{c\omega_1}$$

$$Q = \frac{L\omega_r}{R} = \frac{L\omega_r}{L\omega_1 - \frac{1}{c\omega_1}} = \frac{L\omega_r}{L(\omega_1 - \frac{1}{LC\omega_1})} = \frac{\omega_r}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{f_r}{f_1 - f_2}$$

روش آزمایش

در طول آزمایش، تنظیم نباید تغییر داده شود، نمودار مدار معادل، در واقع ساده شده مدار تنظیم شده سری است که در شکل (۲) نشان داده شده است. R_ℓ مقاومت درونی *Function* را نشان می دهد.



شکل (۲)

مدار را مطابق شکل ببینید، با توجه به جدول شماره (۱) در فرکانس تشدید، جریان را توسط مولتی‌متر اندازه‌گیری کنید سپس جریان در نقاط می‌نیم قدرت بالا و پایین آن را محاسبه کنید و فرکانس اسیلوسکوپ را روی آن فرکانس قرار دهید و سپس اختلاف پتانسیل دو سر سلف و خازن و جریان مدار را اندازه‌گیری کنید و جدول شماره (۲) را کامل کنید. منحنی تشدید جریان را در گستره فرکانسی رسم نمایید. منحنی تشدید ولتاژ را نیز در گستره فرکانسی رسم نمایید.

f (Hz)	100	200	300	400	450	475	500	525	550	600	700	800
I (mA)												

جدول (۱)

نیم قدرت f	نیم قدرت I	V_L	V_C	R	V_R	φ
پایین						
بالا						

جدول (۲)