

دستور کار آزمایش بررسی خازن در مدار متناوب

هدف آزمایش

- (۱) اندازه گیری امپدانس یک خازن به عنوان تابعی از ظرفیت و فرکانس
 - (۲) اندازه گیری اختلاف فاز بین ولتاژ نهایی و جریان کل به عنوان تابعی از ظرفیت و فرکانس در مدار
 - (۳) اندازه گیری امپدانس کل خازن ها در اتصال موازی و سری
- وسایل آزمایش:** اسیلوسکوپ دو کاناله 20MHz - برد RC, RR - بلوکه مقاومت و بلوکه خازن - پک کامل پرتهای آزما یشگاهی - سیگنال ژنرا تور با خروجی پر قدرت 10 KHz - آمپلی فایر دوگانه - مولتی متر دستی دارای فرکانس متر

تئوری آزمایش

اگر یک خازن با ظرفیت C و یک مقاومت اهمی با مقدار R در یک مدار بهم وصل شوند، ولتاژ نهایی که از جمع ولتاژ تک تک اجزا بدست می آید برابر است با:

$$V = IR + \frac{Q}{C} \quad (۱)$$

که Q مقدار بار موجود روی سطوح خازن و I جریان است. با توجه به اینکه $I = \frac{dQ}{dt}$ از معادله (۱) رابطه زیر نتیجه می شود:

$$\frac{dV}{dt} = R \frac{dI}{dt} + \frac{I}{C} \quad (۲)$$

اگر ولتاژ متناوب V ، دارای فرکانس ω و شکل موجی $V = V_o \cos \omega t$ باشد. از حل رابطه (۲) بدست می آوریم:

$$I = I_o \cos(\omega t - \varphi) \quad (۳)$$

اختلاف فاز φ از رابطه بدست می آید.

$$\tan \varphi = \frac{-1}{\omega CR} \quad (۴)$$

$$I_o = \frac{V_o}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad (۵)$$

و امپدانس با رابطه $\frac{V_o}{I_o} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$ نشان داده می شود.

معمولاً امپدانس های مختلط را با عملگر $\hat{R}_i$ نشان می دهند. در مقاومت اهمی $\hat{R} = R$ و در خازن $\hat{R}_C = \frac{-i}{\omega C}$ می باشد.

در اتصالات موازی داریم:

$$\hat{R}_{tot}^{-1} = \sum_{\ell} \hat{R}_{\ell}^{-1}$$

و برای اتصال سری داریم:

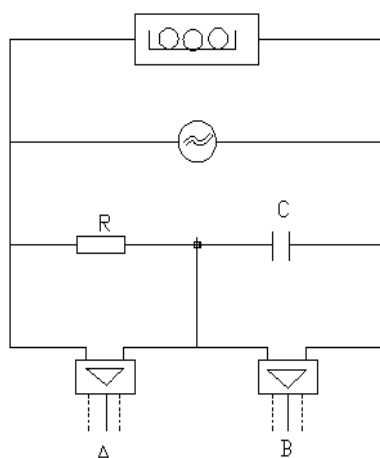
$$\hat{R}_{tot} = \sum_{\ell} \hat{R}_{\ell}$$

امپدانس حقیقی یک مدار مقدار مطلق $\hat{R}_{tot}$ است.

روش آزمایش

مدار را مطابق شکل (۱) ببندید، چون ولتمترها و آمپرترهای معمولی، معمولاً تنها مقادیر rms (ریشه میانگین مربعی) را اندازه گیری می کنند و رابطه فاز را حساب نمی کنند، ترجیح داده می شود که از یک اسیلوسکوپ استفاده کنیم. آزمایش را با ولتاژ سینوسی انجام می دهیم تا مقادیر rms بدست آیند. بدین ترتیب که مقادیر بیشینه تا کمینه یک موج با اسیلوسکوپ اندازه گیری می شود، مقدار بدست آمده را به $2\sqrt{2}$ تقسیم می کنیم.

طبق رابطه $I = \frac{V}{R}$ جریان را با اندازه گیری ولتاژ در مقاومت بدست می آوریم. مدار شکل (۲) نمایش سینوسی جریان کل و ولتاژ خازن را نشان می دهد.



شکل (۲)

اگر بوسیله کلید زمان سنج اسیلوسکوپ، یک نیم موج جریان (180°) با پهنای (10 cm) در صفحه آورده شود (که امکان تغییر سرعت رفت و برگشت وجود داشته باشد) اختلاف فاز ولتاژ بطور مستقیم برحسب cm خوانده می شود. برای اینکه مقاومت ظاهری یک خازن برحسب تابعی از فرکانس تعیین شود، خازن را در حالت سری به مقاومت هایی که دارای مقادیر معلوم هستند وصل می کنیم. تا زمانی که ولتاژ یکسانی در خازن و مقاومت ایجاد می شود. فرکانس تغییر می کند. بنابراین مقادیر مقاومت و مقاومت ظاهری مساوی می شوند.

$$R_{\Omega} = \frac{1}{C\omega}$$

با استفاده از یک خازن آزمایش را در فرکانس های مختلف انجام دهید و نمودار مقاومت ظاهری را برحسب فرکانس رسم نمایید. برای بررسی مقاومت ظاهری یک خازن به عنوان تابعی از ظرفیت، آزمایش فوق را برای خازن هایی با ظرفیت های متفاوت و فرکانس f ($=10\text{ KHz}$) ثابت انجام دهید. منحنی امپدانس را برحسب ظرفیت خازن رسم کنید.

با استفاده از شکل (۲) اختلاف فاز بین ولتاژ نهایی و جریان کل را می توان محاسبه کرد. کانال B ولتاژ کل را اندازه گیری می کند نه ولتاژ خازن را. اختلاف فاز را به عنوان تابعی از ظرفیت و فرکانس در مدار مورد بررسی قرار دهید و نمودارهای مربوط به اختلاف فاز را برحسب تابعی از فرکانس و ظرفیت خازن رسم کنید. خازن ها را بطور سری و موازی بهم وصل کنید و آزمایش را انجام دهید. ظرفیت کل را محاسبه کنید و مقاومت ظاهری را بدست آورید.