

« فصل دوم »

مدارهای RL سری و موازی

(مطابق فصل سوم کتاب مدارهای الکتریکی)

هدف کلی :

تحلیل عملی مدارهای RL سری و موازی با استفاده از نرم افزار مولتی سیم

هدف های رفتاری:

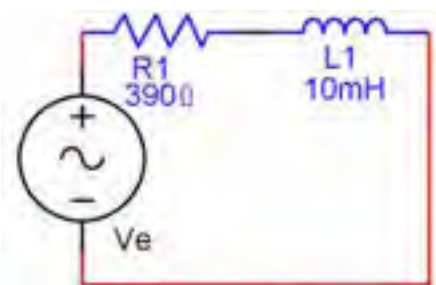
در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم افزار مولتی سیم اجرا می شود از فراگیرنده انتظار می رود که :

۱۱۲

- ۱- مدار عملی RL سری را ببندد.
- ۲- جریان ها و ولتاژهای مدار RL سری را اندازه گیری کند.
- ۳- امپدانس و اختلاف فاز جریان و ولتاژ مدار RL سری را اندازه گیری کند.
- ۴- توان موثر و ضریب توان را با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده ی جریان و ولتاژ مدار RL سری محاسبه کند.
- ۵- توان موثر و ضریب توان مدار RL سری را با وات متر اندازه گیری کند.
- ۶- مدار RL موازی را ببندد.
- ۷- جریان کل و جریان شاخه های مدار RL موازی را اندازه گیری کند.
- ۸- امپدانس و اختلاف فاز جریان و ولتاژ مدار RL موازی را اندازه گیری کند.
- ۹- توان موثر و ضریب توان مدار RL موازی را با مقادیر اندازه گیری شده ی جریان و ولتاژ مدار RL موازی محاسبه کند.
- ۱۰- توان موثر و ضریب توان مدار RL موازی را با وات متر اندازه گیری کند.

۲-۱-۱ آزمایش ۱: مدار RL سری

۲-۱-۱-۱ مدار شکل ۲-۱ اتصال سری یک مقاومت اهمی و یک سلف را نشان می دهد. در مدار RL سری همواره جریان مدار یعنی $I = I_R = I_L$ با ولتاژ دو سر مقاومت (V_R) هم فاز است. از طرفی چون سلف در مدار وجود دارد، ولتاژ دو سر سلف (V_L) به اندازه ی ۹۰ درجه با جریان اختلاف فاز دارد. برای محاسبه ی V_e از جمع برداری: $\vec{V}_e = \vec{V}_R + \vec{V}_L$ استفاده می کنند.



شکل ۲-۱ مدار RL سری

۲-۱-۸ ولتاژ دو سر L و R را به ترتیب با ولت‌متر اندازه بگیرید و آن‌ها را یادداشت کنید.

$$V_L = \dots\dots\dots V$$

$$V_R = \dots\dots\dots V$$

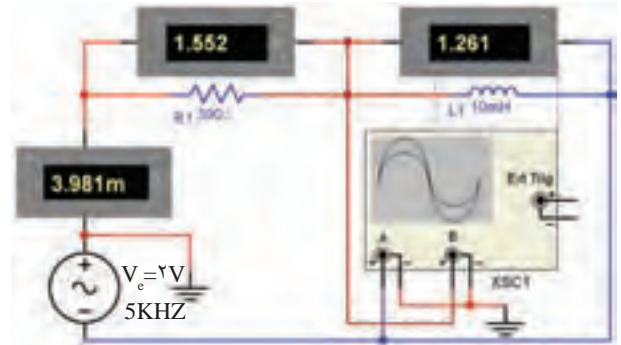
سؤال ۱: آیا مقادیر محاسبه شده برای ولتاژ دو سر L و R با مقادیر اندازه‌گیری شده با هم برابر است؟ در صورت وجود اختلاف، دلایل را توضیح دهید.



۱۱۳

۲-۱-۲ مقاومت مدار RL سری ترکیبی متشکل از دو نوع مقاومت اهمی و القایی است که اصطلاحاً آن را مقاومت ظاهری یا امپدانس می‌گویند. امپدانس را با Z نشان می‌دهند. مقدار امپدانس مدار از رابطه‌ی: $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ به دست می‌آید.

۲-۱-۳ مدار شکل ۲-۲ را روی میز کار آزمایشگاه مجازی ببینید.



شکل ۲-۲ مدار عملی RL سری

۲-۱-۴ ولت‌مترهای مدار را در حالت AC قرار دهید. ولتاژ خروجی سیگنال‌ژنراتور را طوری تنظیم کنید که مقدار موثر ولتاژ را به مدار بدهد.

۲-۱-۵ توسط میلی‌آمپر متر AC جریان مدار را اندازه بگیرید و آن را یادداشت کنید.

$$I_e = \dots\dots\dots mA$$

۲-۱-۶ مقدار X_L را از رابطه‌ی: $X_L = \omega L = 2\pi fL$ به دست آورید.

$$X_L = \dots\dots\dots \Omega$$

۲-۱-۷ مقدار ولتاژ دو سر سلف و مقاومت را از رابطه‌های زیر به دست آورید.

$$V_L = X_L \cdot I_e = \dots\dots\dots V$$

$$V_R = R_1 \cdot I_e = \dots\dots\dots V$$

سؤال ۲: آیا مقدار V_e با جمع برداری افت ولتاژهای دو سر مقاومت و سلف برابر است؟ توضیح دهید.



۲-۱-۹ با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، امپدانس مدار را از رابطه‌ی: $Z = \frac{V_e}{I_e}$ محاسبه کنید.

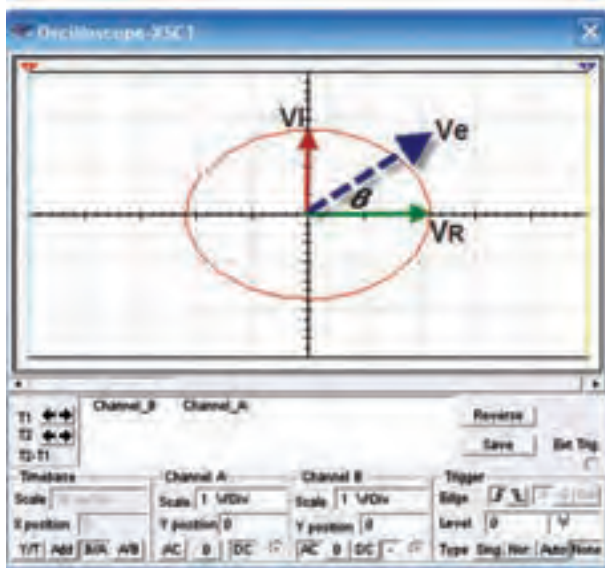
$$Z = \dots\dots\dots \Omega$$

۲-۱-۱۰ مقاومت ظاهری Z مدار را از رابطه‌ی: $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ محاسبه کنید.

$$Z = \dots\dots\dots \Omega$$



اگر منحنی لیسازور به دایره نزدیک باشد اختلاف فاز مدار مشابه شکل ۲-۴ در حدود ۹۰ درجه است.



شکل ۲-۴ منحنی لیسازور به همراه دیاگرام برداری

۲-۱-۱۲ برای اندازه گیری اختلاف فاز مدار با توجه به دیاگرام برداری ولتاژها و رابطه‌ی \tan می‌توانیم مقدار را به دست آوریم: $\tan \varphi = \frac{V_L}{V_R} = \frac{I_c \cdot X_L}{I_c \cdot R}$ و $\varphi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$ یا $\varphi = \tan^{-1} \frac{V_L}{V_R}$

۲-۱-۱۳ در مدار شکل ۲-۲ اختلاف فاز (بین جریان و ولتاژ مدار را با استفاده از منحنی لیسازور اندازه گیری کنید.

$$\varphi = \sin^{-1} \frac{B}{A} = \dots \text{درجه}$$

۲-۱-۱۴ اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان مدار را با استفاده از رابطه‌ی: $\varphi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$ محاسبه کنید. $\varphi = \dots$

سؤال ۳ آیا مقدار امیدانس اندازه گیری شده با مقدار محاسبه شده برابر است؟ در صورت وجود اختلاف توضیح دهید.



۲-۱-۱۱ برای اندازه گیری اختلاف فاز مدار از طریق منحنی لیسازور وضعیت اسیلوسکوپ را مطابق شکل ۲-۳ در حالت $\frac{B}{A}$ بگذارید و اختلاف فاز را از رابطه‌ی: $\varphi = \sin^{-1} \frac{B}{A}$ اندازه گیری کنید.

۱۱۴



شکل ۲-۳ منحنی لیسازور مدار RL سری

$$\varphi = \dots$$

نکته مهم:

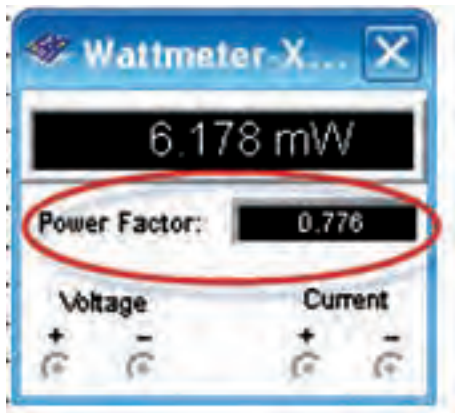
در صورتی که شکل موج منحنی لیسازور به صورت چند خطی مشاهده شد، یکی از زبانه‌های: Sing, Nor, Auto یا Non را تغییر دهید تا منحنی بدون اعوجاج باشد.

مؤثری را که وات متر نشان می دهد، یادداشت کنید.

$$P_e = \dots\dots\dots W$$

۲-۱-۱۷ مقدار ضریب توان ($\cos \varphi$) را طبق شکل

۲-۶ با وات متر اندازه گیری کنید.



شکل ۲-۶ مقدار اندازه گیری ضریب توان با وات متر

$$\cos \varphi = \dots\dots\dots$$

۲-۱-۱۸ ضریب توان مدار را از رابطه ی:

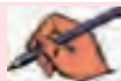
$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \dots\dots\dots$$

محاسبه کنید.

سؤال ۵ مقدار ضریب توان اندازه گیری شده را با مقدار

محاسبه شده مقایسه کنید. در صورت اختلاف علت را بررسی

و نتیجه را توضیح دهید.



سؤال ۴ اختلاف فاز محاسبه شده و اندازه گیری شده را با

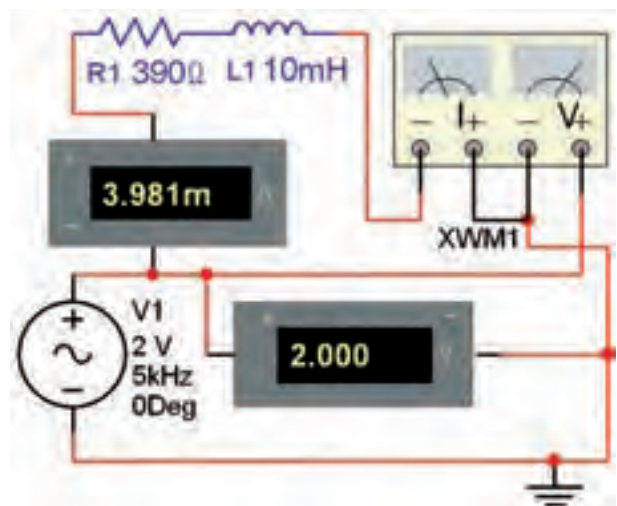
یکدیگر مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.



۲-۱-۱۵ برای اندازه گیری توان مؤثر و ضریب توان

($\cos \varphi$) در مدار RL سری از دستگاه وات متر استفاده کنید.

وات متر را مطابق شکل ۲-۵ به مدار اتصال دهید.

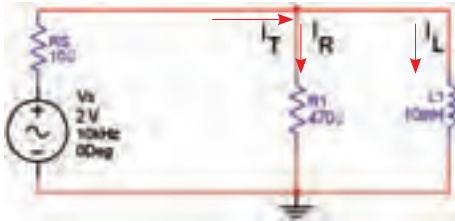


شکل ۲-۵ اتصال وات متر به مدار RL سری

۲-۱-۱۶ روی وات متر دو بار کلیک کنید و مقدار توان

۲-۲-۲ آزمایش ۲: مدار RL موازی

۲-۲-۱ مدار شکل ۲-۸ اتصال موازی یک سلف و یک مقاومت را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۸ مدار RL موازی

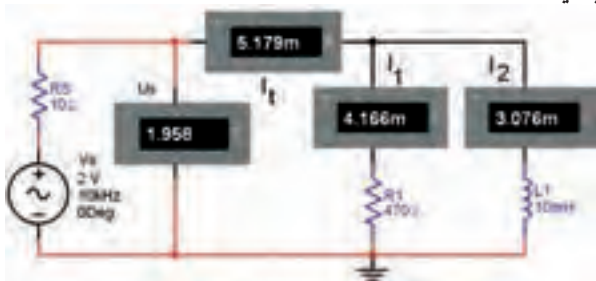
۲-۲-۲ در این مدار ولتاژ دو سر هر یک از شاخه‌های مدار یعنی: V_R ، V_L و V_S با هم برابر است. جریان I_R با ولتاژ هم‌فاز و جریان سلف با ولتاژ V_S ، 90° درجه اختلاف فاز دارد. (جریان کل I_T نسبت به ولتاژ V_S به اندازه‌ی ϕ پس فاز دارد). در مدار موازی جریان‌ها به صورت برداری با هم جمع می‌شوند: $I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$ و $\vec{I}_T = \vec{I}_R + \vec{I}_L$ مقاومت ظاهری یا امپدانس مدار از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$Z = \frac{R \cdot X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

از مدار RL موازی در مدارهای الکتریکی، الکترونیکی و مخابراتی برای فیلتر کردن یک محدوده‌ی فرکانسی معین استفاده می‌کنند.

۲-۲-۳ مدار شکل ۲-۹ را بر روی میز کار نرم‌افزار

ببندید.



شکل ۲-۹ مدار عملی RL موازی

۲-۱-۱۹ مقدار توان اکتیو را با استفاده از مقادیر

اندازه‌گیری شده و رابطه‌ی: $P_e = V_e \cdot I_e \cos \phi$ محاسبه کنید.

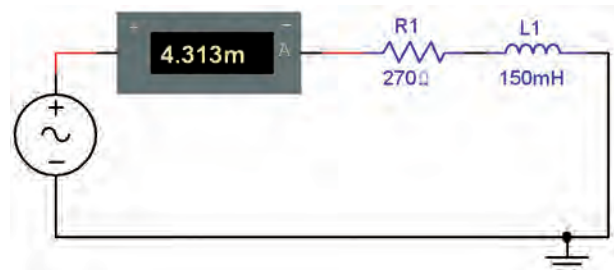
$$P_e = \dots\dots W$$

سؤال ۶ آیا مقدار توان مؤثر محاسبه شده با توانی که وات‌متر نشان می‌دهد برابر است؟ شرح دهید.



تمرین ۱:

الف: در مدار RL سری شکل ۲-۷ جریان مدار $I_e = 4/31 \text{ mA}$ است. فرکانس، ولتاژ مؤثر منبع و اختلاف فاز مدار را محاسبه کنید. سپس مدار را ببندید و مقادیر عملی را به دست آورید. ب: مقادیر تئوری مجهولات مدار را با مقادیر اندازه‌گیری شده مقایسه کنید.



شکل ۲-۷ مدار RL سری

	F(Hz)	V_e (V)
مقدار محاسبه شده		
مقدار اندازه‌گیری شده		



شده I_e و V_e و رابطه‌ی: $Z = \frac{V_e}{I_e}$ محاسبه کنید.


$$Z = \dots \Omega$$

۲-۲-۸ امپدانس مدار را از رابطه‌ی: $Z = \frac{R \cdot X_L}{\sqrt{X_L^2 + R^2}}$ محاسبه کنید.

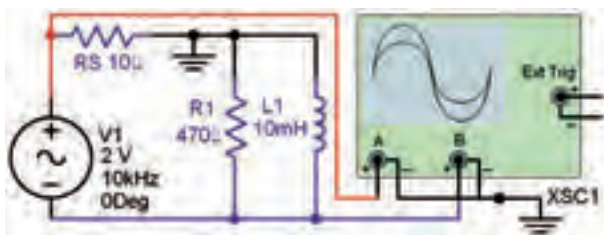
$$Z = \dots \Omega$$

سؤال ۸: مقادیر امپدانس به دست آمده در دو مرحله را با یکدیگر مقایسه کنید. آیا مقادیر با هم برابر است؟ توضیح دهید.

۱۱۷



۲-۲-۹ مدار شکل ۲-۱۰ را ببینید. اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ مدار اندازه بگیرید.



شکل ۲-۱۰ اتصال اسیلوسکوپ به مدار RL موازی برای اندازه‌گیری اختلاف فاز

۲-۲-۱۰ اسیلوسکوپ را در وضعیت لیس‌آور قرار دهید.

اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ را از رابطه‌ی: $\varphi = \sin^{-1} \frac{B}{A}$ اندازه بگیرید.

$$\varphi = \sin^{-1} \frac{B}{A} = \dots \text{درجه}$$

۲-۲-۴ آمپمترهای مدار را در حالت AC قرار دهید. مقاومت R_S ، مقاومت داخلی منبع فرض شده است. منبع تغذیه را طوری تنظیم کنید که مقدار موثر را به مدار بدهد. توسط آمپرمتر جریان کل مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$I_e = I_T = \dots \text{mA}$$

۲-۲-۵ جریان هر یک از شاخه‌ها را با توجه به مقدار ولتاژ عملی مدار اندازه بگیرید و یادداشت کنید.


$$I_R = \frac{V_R}{R} = \dots \text{mA}$$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \dots \text{mA}$$


۲-۲-۶ جریان شاخه‌ها را با آمپمترهای مدار شکل ۲-۹ اندازه بگیرید و با مقادیر محاسبه شده در مرحله‌ی ۲-۲-۵ مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.

$$I_L = \dots \text{mA}$$

$$I_R = \dots \text{mA}$$



سؤال ۷: آیا جمع برداری جریان‌ها با جریان کل برابر است؟ شرح دهید.



۲-۲-۷ امپدانس مدار را با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری

۲-۲-۱۳ روی وات‌متر دو بار کلیک کنید. توان مؤثر اندازه‌گیری شده را مشاهده و یادداشت کنید.

$$P_e = \dots\dots\dots W$$

۲-۲-۱۴ توان مؤثر مدار را با مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی جریان، ولتاژ و ضریب توان محاسبه کنید.

$$P_e = \dots\dots\dots W$$

سؤال ۱۰. آیا می‌توان مقدار اختلاف‌فاز را توسط وات‌متر اندازه‌گیری کرد؟ شرح دهید.



سؤال ۱۱. آیا مقادیر توان مؤثر اندازه‌گیری شده با وات‌متر و مقدار محاسبه شده برابر است؟ شرح دهید.



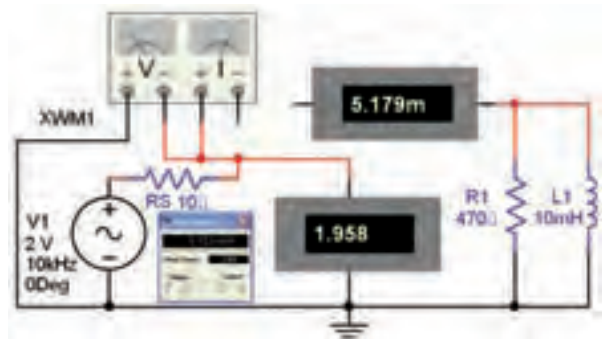
۲-۲-۱۱ اختلاف‌فاز بین ولتاژ و جریان مدار را با استفاده از رابطه‌ی: $\varphi = \tan^{-1} \frac{R}{X_L}$ محاسبه کنید.

$$\varphi = \dots\dots\dots$$

سؤال ۹. اختلاف‌فاز اندازه‌گیری شده را با اختلاف‌فاز محاسبه شده مقایسه کنید و نتایج را بنویسید.



۲-۲-۱۲ مدار شکل ۲-۱۱ را ببندید و توان مؤثر و ضریب توان مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۲-۱۱ مدار برای اندازه‌گیری توان مؤثر به وسیله‌ی وات‌متر



ترمینال‌های ولتاژ و جریان وات‌متر را به طور صحیح به مدار اتصال دهید.