

## « فصل چهارم »

### مدارهای LC

( مطابق فصل پنجم کتاب مدارهای الکتریکی )

#### هدف کلی :

بررسی رفتار مدارهای LC سری و موازی با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم

#### هدف های رفتاری :

در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

- ۱- مدار LC سری را ببندد.
- ۲- شکل موج‌های جریان و ولتاژ را در مدار LC سری مشاهده کند.
- ۳- اختلاف فاز مدار LC سری را مشاهده و اندازه‌گیری کند.
- ۴- فرکانس مدار LC سری را اندازه‌گیری کند.
- ۵- منحنی تغییرات جریان مدار LC سری را در اثر تغییرات فرکانس مشاهده کند.
- ۶- مدار LC موازی را ببندد.
- ۷- شکل موج جریان و ولتاژ را در مدار LC موازی مشاهده کند.
- ۸- اختلاف فاز مدار LC موازی را مشاهده و اندازه‌گیری کند.
- ۹- فرکانس مدار LC موازی را اندازه‌گیری کند.
- ۱۰- منحنی تغییرات جریان مدار LC موازی را در اثر تغییرات فرکانس مشاهده کند.

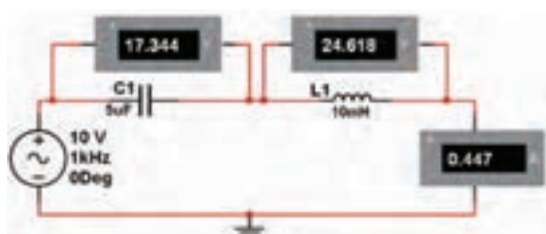
#### یادآوری :

برای اندازه‌گیری جریان و ولتاژ، دستگاه آمپرمتر و ولت‌متر را در حالت AC بگذارید.

#### ۴-۱-۱ آزمایش ۱ : مدار LC سری

۴-۱-۱-۱ داشتن نقش اساسی در تولید امواج الکتریکی در نوسان‌سازها و تنظیم ایستگاه‌های رادیویی و تلویزیونی بر روی موج معین در فرستنده‌ها و گیرنده‌ها از جمله موارد کاربرد مدارهای LC است.

۴-۱-۱-۲ مدار شکل ۴-۱-۱ را روی میز کار مجازی ببندید. ولتاژ دو سر خازن و سلف و جریان عبوری از مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۴-۱-۱ اندازه‌گیری جریان و ولتاژ مدار LC سری

ورودی بیشتر است؟ توضیح دهید.



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

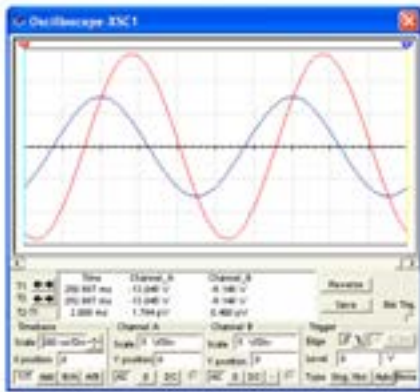
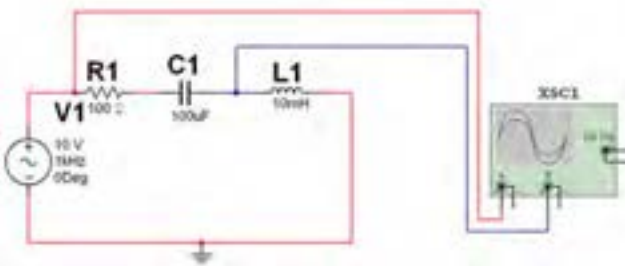
$$V_L = \dots\dots\dots \text{mA}$$

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

**توجه:** برای به دست آوردن اعداد مناسب

و ملموس ظرفیت خازن‌های بی‌پلار مدار را زیاد انتخاب کرده‌ایم. زیرا در فضای مجازی آزمایش انجام می‌شود و معمولاً به دلیل حجیم شدن خازن‌ها، خازن بی‌پلار با ظرفیت‌های بالا ساخته نمی‌شود.

۳-۱-۴ با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ منحنی ولتاژ کل و جریان را مطابق شکل ۲-۴ مشاهده کنید.



شکل ۲-۴ مدار LC سری و شکل موج‌های ولتاژ ورودی و جریان کل مدار

**سؤال ۱:** چه رابطه‌ای بین ولتاژ سلف، ولتاژ خازن و ولتاژ کل در مدار برقرار است؟ توضیح دهید.



**سؤال ۲:** آیا مدار شکل ۱-۴ در حالت تشدید قرار دارد؟ توضیح دهید.



**توجه:** مقاومت  $R_1$  را به این دلیل در مدار قرار داده‌ایم که بتوانیم شکل موج جریان مدار را اندازه بگیریم. در مورد علت آن توضیح دهید.

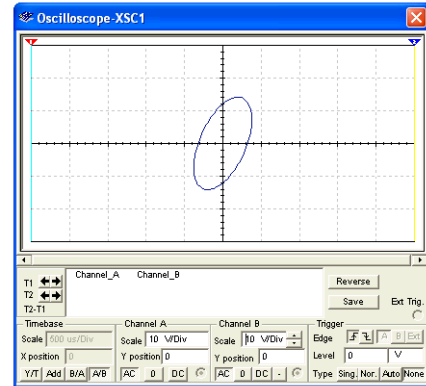
۴-۱-۴ برای اندازه‌گیری اختلاف فاز مدار، باید حوزه‌ی Time/Div را در حالت A/B قرار دهید. در مدار شکل

**سؤال ۳:** به چه دلیل ولتاژ دو سر سلف و خازن از ولتاژ

فرکانس را محاسبه کنید.



۴-۲ دستگاه اسیلوسکوپ را در حالت A/B بگذارید. در این حالت می‌توانید اختلاف فاز بین ولتاژ کل و جریان مدار را طبق شکل ۴-۳ مشاهده نمایید.



شکل ۴-۳ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ مدار LC سری

**سؤال ۶:** در مدار شکل ۴-۱ مدار دارای چه خاصیتی است (سلفی یا خازنی)؟ شرح دهید.



**سؤال ۷:** اگر در مدار شکل ۴-۱ ظرفیت خازنی افزایش یابد، مدار چه خاصیتی پیدا می‌کند؟ در این شرایط در فرکانس رزونانس چه تغییری ایجاد می‌شود؟ توضیح دهید.



**سؤال ۸:** در کدامیک از مراحل سؤال ۶ و سؤال ۷ مدار شکل ۴-۱ جریان نسبت به ولتاژ پس فاز است؟ توضیح دهید.



برای مشاهده‌ی منحنی لیسازور نشان داده شده در شکل ۴-۳، باید پس از بستن مدار و راه‌اندازی آن چند ثانیه صبر کنید تا به حالت پایدار برسد.

**سؤال ۴:** با توجه به شکل ۴-۳ اختلاف فاز بین ولتاژ کل و جریان مدار را اندازه‌گیری کنید و مقدار آن را بنویسید.

درجه  $\phi = \dots\dots\dots$

۴-۱-۵ با توجه به مقادیر اندوکتانس سلف و ظرفیت خازن در شکل ۴-۲ مقادیر راکتانس سلف و راکتانس خازن را به دست آورید.

$$X_C = \dots\dots\dots \Omega$$

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

**سؤال ۵:** در چه فرکانسی مقادیر راکتانس سلف و خازن با هم برابر می‌شود؟ رابطه‌ی آن را بنویسید و مقدار

در دستگاه Bode Plotter نمودار تغییرات فرکانس مدار بر جریان عبوری از آن را ملاحظه می کنید.

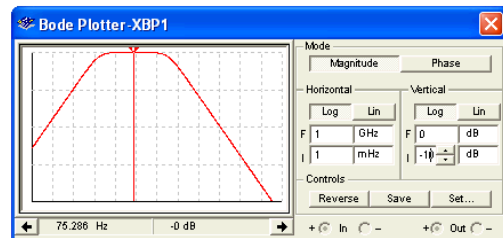
**سؤال ۱۰:** در فرکانس رزونانس امپدانس مدار چه مقدار است؟ توضیح دهید.



**سؤال ۹:** یک وات متر در مدار شکل ۴-۱ قرار دهید و توان مؤثر مدار را اندازه گیری نمایید، در چه شرایطی توان مؤثر برابر صفر می شود؟ توضیح دهید.



۴-۱-۶ برای نمایش منحنی پاسخ فرکانسی فیلترها از دستگاه Bode Plotter یا ترسیم کننده منحنی پاسخ فرکانسی استفاده می کنند. این دستگاه در نوار ابزار Instruments قرار دارد. در شکل ۴-۴ شکل ظاهری دستگاه Bode Plotter را ملاحظه می کنید.



شکل ۴-۴ دستگاه Bode Plotter

**سؤال ۱۱:** مقادیر فرکانس رزونانس را محاسبه نمایید و با مقدار نشان داده شده در دستگاه Bode Plotter مقایسه نمایید.



۴-۱-۷ همانطور که در شکل ۴-۴ مشاهده می شود روی دستگاه زبانهای متعددی برای تنظیم وجود دارد. در شکل ۴-۵ زبانها تعریف شده است.



شکل ۴-۵ تنظیمهای دستگاه Bode Plotter

۴-۱-۸ با استفاده از مدار شکل ۴-۱ و تغییر فرکانس منبع

ولتاژ و قرار دادن وات‌متر در مدار جدول ۴-۱ را کامل کنید.

جدول ۴-۱ اندازه‌گیری مقادیر امپدانس، ولتاژ قطعات، راکتانس، اختلاف فاز، توان موثر و خاصیت مدار LC سری

F	$V_L$	$V_C$	$X_L$	$X_C$	$Z =  X_L - X_C $	$\varphi$	$V_L - V_C$	خاصیت مدار	$P_e$
۲۵۰ Hz									
۵۰۰ Hz									
۱ KHz									
۱/۲۵ KHz									
۱/۵ KHz									
۲ KHz									

**سؤال ۱۳:** چه رابطه‌ای بین جریان‌های مدار برقرار است؟ توضیح دهید.



**سؤال ۱۲:** نتایجی را که از جدول ۴-۱ به دست آورده‌اید بنویسید.

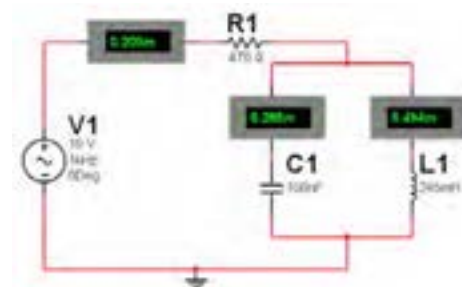


۱۳۰

**نکته:** اختلاف فاز مدار را در  $\cos \varphi$  متر دستگاه وات‌متر مشاهده کنید و در جدول ۴-۱ استفاده نمایید.

## ۴-۲ آزمایش ۲: بررسی مدار LC موازی

۴-۲-۱ مدار شکل ۴-۵ را ببندید. توسط آمپر متر جریان عبوری از سلف و خازن و همچنین جریان کل مدار را اندازه‌گیری کنید.

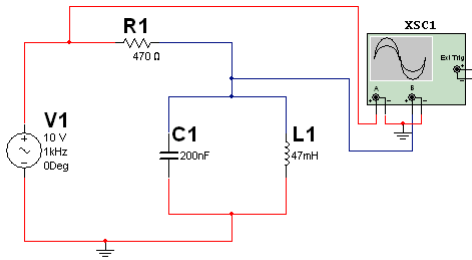


شکل ۴-۵ اندازه‌گیری جریان در مدار LC موازی

**نکته:**

در مدارهای LC سری یا موازی یک مقاومت به صورت سری با منبع مدار قرار داده می‌شود تا بتوان توسط دستگاه اسیلوسکوپ ولتاژ دو سر آن را اندازه گرفته و به کمک ولتاژ، جریان کل مدار را محاسبه نمود.

۴-۲-۴ در مدار شکل ۴-۷ دستگاه اسیلوسکوپ را در حالت A/B قرار دهید و اختلاف فاز مدار را در شکل ۴-۸ مشاهده نمایید.



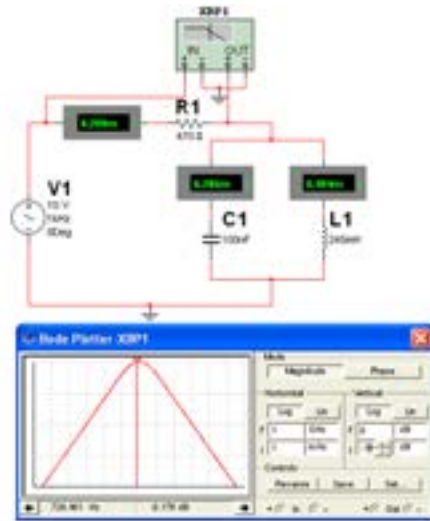
شکل ۴-۸ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ مدار LC موازی

۱۳۱

**سؤال ۱۴:** با توجه به شکل ۴-۸ اختلاف فاز را اندازه گیری کنید و مقدار آن را بنویسید.

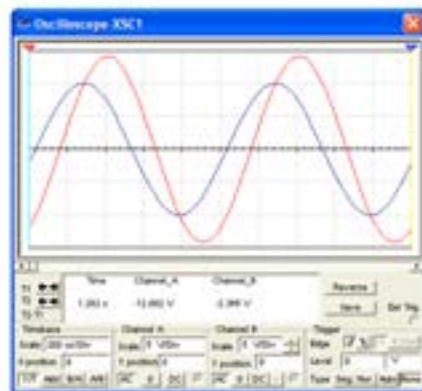
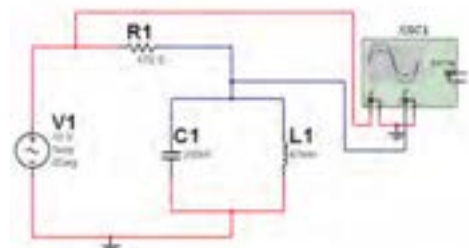


۴-۲-۲ با استفاده از دستگاه Bode Plotter نمودار تغییرات فرکانس مدار بر جریان عبوری از آن را در شکل ۴-۶ مشاهده کنید.



شکل ۴-۶ مشاهده‌ی منحنی جریان در مدار LC موازی و اندازه‌گیری فرکانس رزونانس با استفاده از Bode Plotter

۴-۲-۳ با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ منحنی ولتاژ کل و جریان را مطابق شکل ۴-۷ مشاهده کنید.



شکل ۴-۷ مدار LC موازی و شکل موج‌های ولتاژ و جریان

**سؤال ۱۵:** مقادیر اختلاف فاز در مدار LC سری و مدار LC موازی را با هم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.

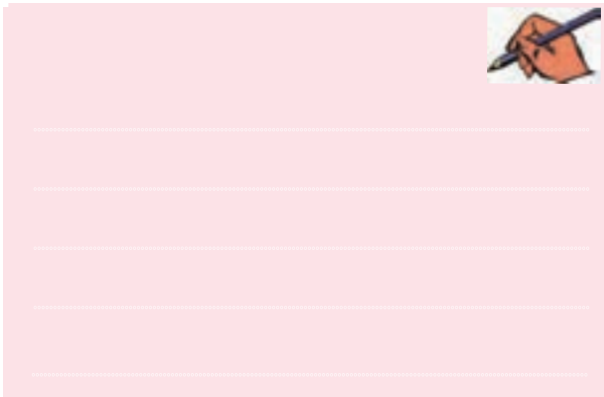


۴-۲-۷ با توجه به شکل منحنی در دستگاه Bode Plotter نمودار تغییرات فرکانس مدار بر جریان عبوری از آن را ملاحظه کنید.

**سؤال ۱۸:** فرکانس رزونانس مدار چه مقدار است؟



**سؤال ۱۹:** در فرکانس رزونانس امپدانس مدار چه مقدار است؟ توضیح دهید.



۴-۲-۵ با توجه به مقادیر اندوکتانس سلف و ظرفیت خازن در مدار شکل ۴-۷ مقادیر راکتانس سلف و راکتانس خازن را به دست آورید.

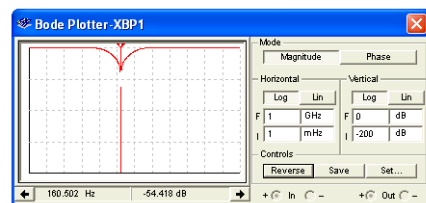
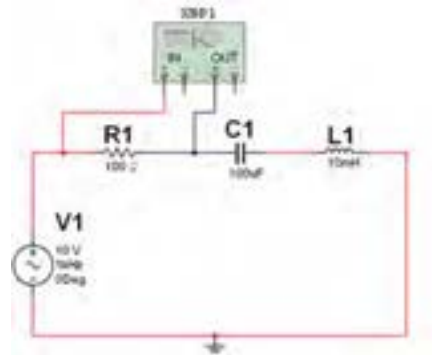
**سؤال ۱۶:** در چه فرکانسی مقادیر راکتانس سلف و خازن برابر خواهد شد؟ محاسبه کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید.



**سؤال ۱۷:** مقادیر فرکانس رزونانس در مدار LC سری و مدار LC موازی را با هم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.



۴-۲-۶ مدار شکل ۴-۹ را ببینید. با استفاده از دستگاه Bode Plotter منحنی مشخصه‌ی مدار را مشاهده نمایید. این مدار یک فیلتر میان‌گذر است. با حرکت دادن میله‌ی نشانه‌ی عمودی دستگاه و قرار دادن آن در فرکانس رزونانس مقدار فرکانس رزونانس مشخص خواهد شد.



شکل ۴-۹ اندازه‌گیری فرکانس رزونانس با استفاده از دستگاه Bode Plotter