

## « فصل چهارم »

### مدارهای LC

( مطابق فصل پنجم کتاب مدارهای الکتریکی )

#### هدف کلی:

آزمایش و 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.

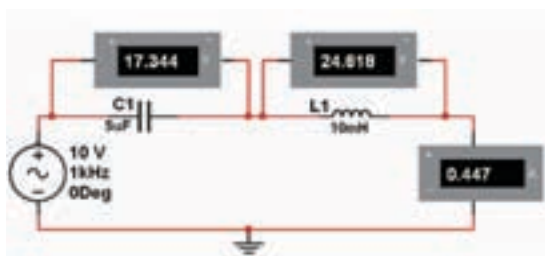
#### یادآوری:

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

#### ۴-۱ آزمایش ۱: مدار LC سری

۴-۱-۱ 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.

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



شکل ۴-۱ اندازه‌گیری جریان و ولتاژ مدار LC سری

ورودی بیشتر است؟ توضیح دهید.



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

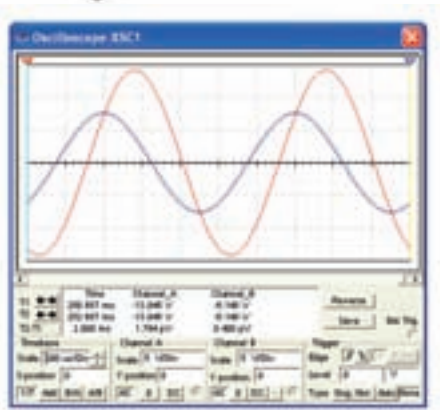
$$V_L = \dots\dots\dots \text{mA}$$

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

**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.

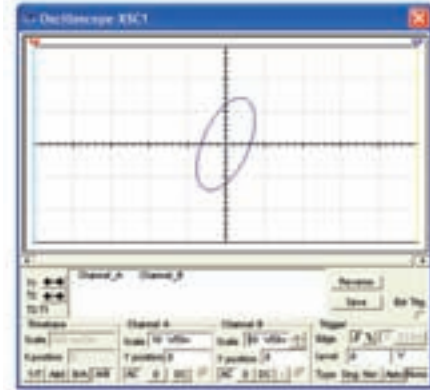
۴-۱-۴ برای اندازه‌گیری اختلاف فاز مدار، باید حوزه‌ی Time/Div را در حالت A/B قرار دهید. در مدار شکل

**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.



**نکته**

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  $\varphi = \dots\dots\dots$

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

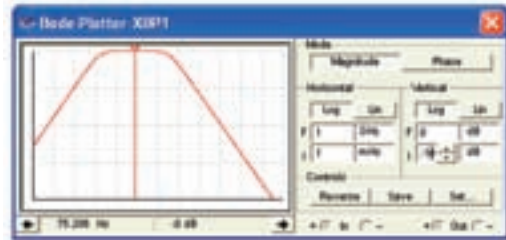


**۴-۱-۸:** با استفاده از مدار شکل ۴-۱ و تغییر فرکانس منبع

**سؤال ۹:** یک وات متر در مدار شکل ۴-۱ قرار دهید و توان موثر مدار را اندازه گیری نمایید، در چه شرایطی توان موثر 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

**۴-۱-۷:** همانطور که در شکل ۴-۴ مشاهده می شود روی دستگاه زبانه های متعددی برای تنظیم وجود دارد. در شکل ۴-۵ زبانه ها تعریف شده است.



شکل ۴-۵ تنظیم های دستگاه Bode Plotter

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

جدول ۴-۱ اندازه گیری 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.



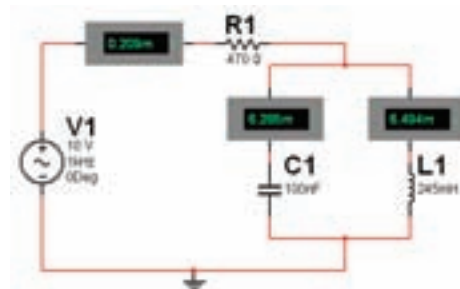
۱۳۰



**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 اندازه گیری کنید.

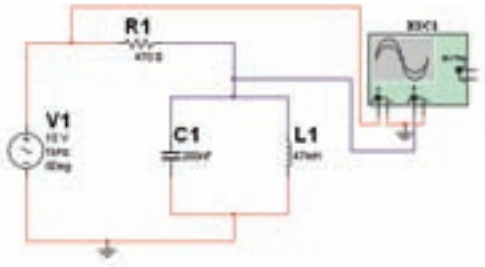


شکل ۴-۵ اندازه‌گیری جریان در مدار LC موازی



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.



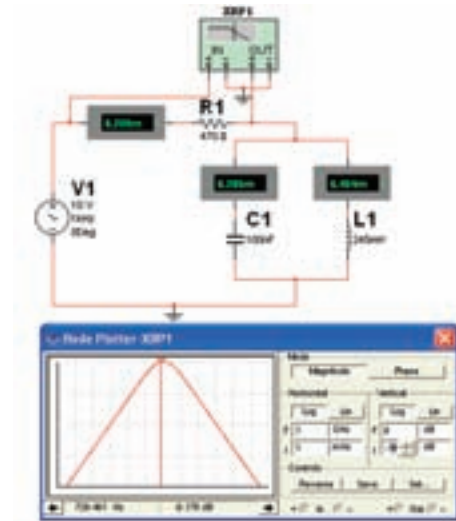
شکل ۴-۸ اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ مدار LC موازی

۱۳۱

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

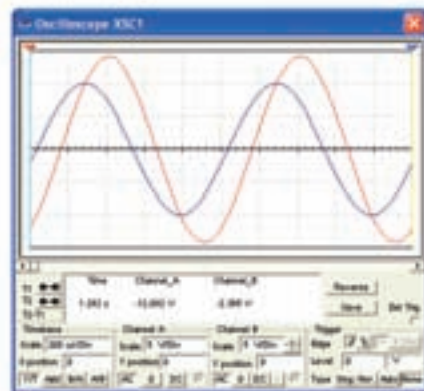


۴-۲-۲ با استفاده از دستگاه Bode Plotter نمودار تغییرات فرکانس مدار بر جریان عبوری از آن را در شکل ۴-۶ مشاهده کنید.



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.

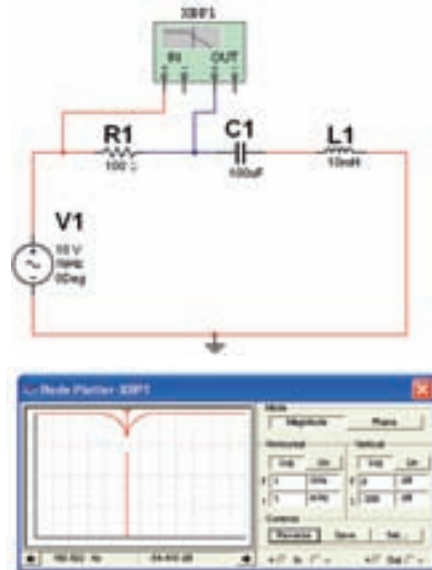
**سؤال ۱۶:** در چه فرکانسی مقادیر راکتانس سلف و خازن برابر خواهد شد؟ محاسبه کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید.



**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 ببندید. 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