

« 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.



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

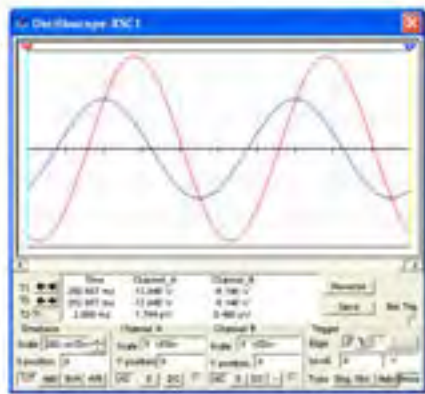
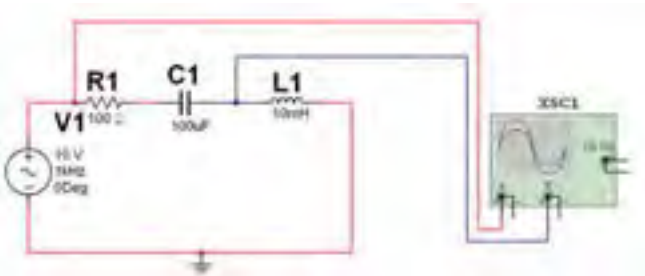
$$V_L = \dots\dots\dots \text{mA}$$

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

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.

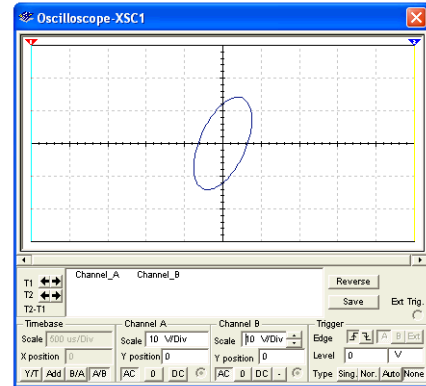
۴-۱-۴ برای اندازه‌گیری اختلاف فاز مدار، باید حوزه‌ی Time/Div را در حالت A/B قرار دهید. در مدار شکل

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

فرکانس را محاسبه کنید.

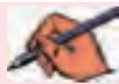


۴-۲ دستگاه اسیلوسکوپ را در حالت A/B بگذارید. در این حالت می‌توانید اختلاف فاز بین ولتاژ کل و جریان مدار را طبق شکل ۴-۳ مشاهده نمایید.



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 $\varphi = \dots\dots\dots$

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.

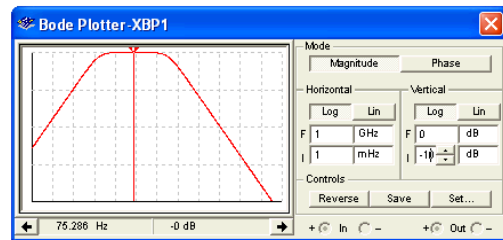
سؤال ۱۰: در فرکانس رزونانس امپدانس مدار چه مقدار است؟ توضیح دهید.



سؤال 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 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 $ | φ | $V_L - V_C$ | 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.

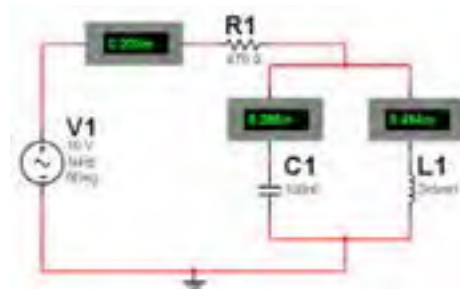


۱۳۰

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

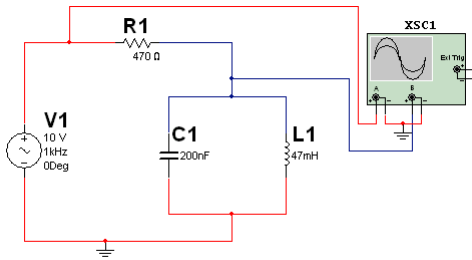
۴-۲-۱ مدار شکل ۴-۵ را ببندید. توسط آمپر متر جریان عبوری از سلف و خازن و همچنین جریان کل مدار را اندازه گیری کنید.



شکل ۴-۵ اندازه‌گیری جریان در مدار LC موازی

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.



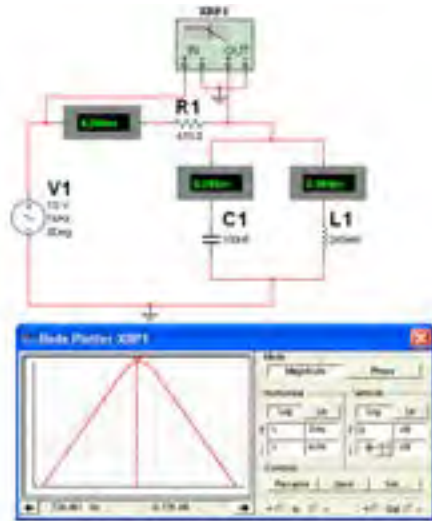
Blank area for writing the answer to Question 14.

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



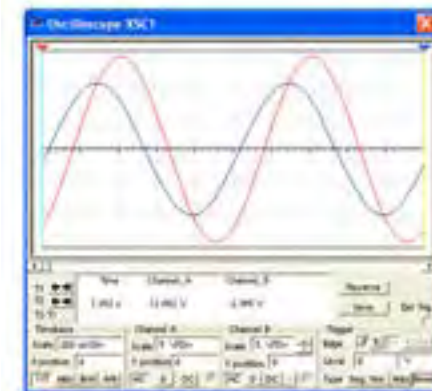
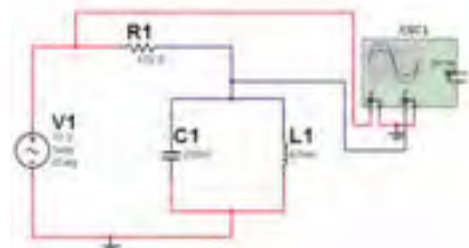
Blank area for writing the answer to Question 15.

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.



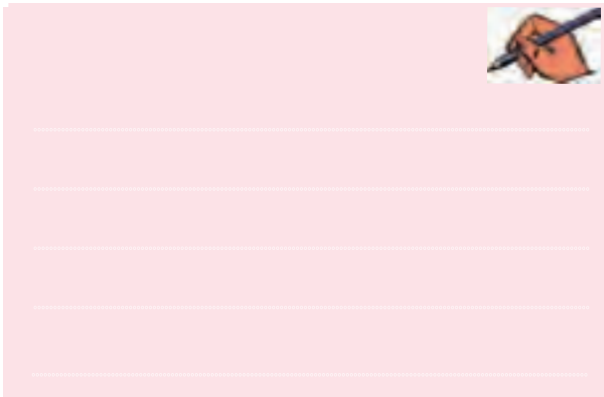
شکل ۴-۷ مدار LC موازی و شکل موج‌های ولتاژ و جریان

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.

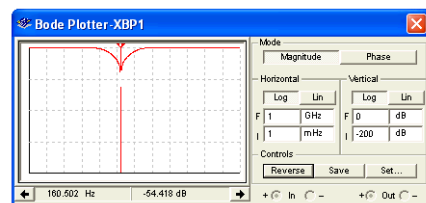
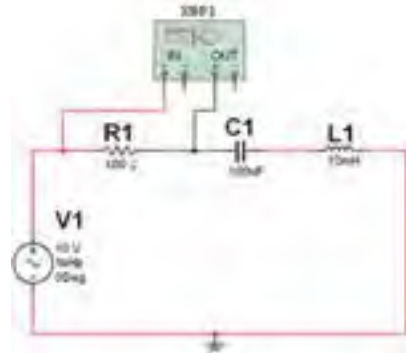
سؤال ۱۶: در چه فرکانسی مقادیر راکتانس سلف و خازن برابر خواهد شد؟ محاسبه کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید.



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