

زمان اجرا: ۱۶ ساعت

## فیلترها

### هدف کلی آزمایش

بررسی عملی انواع فیلترهای بالاگذر، پایین‌گذر، میان‌گذر و حذف باند

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش، از فراگیرنده انتظار می‌رود:

زمان پیشنهادی  
برای آموزش  
نظری عملی

زمان پیشنهادی  
برای آموزش  
نظری عملی

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>۲۰'</p> <p>۲۰'</p> <p>۴۵'</p> <p>۴۵'</p> <p>۲۴۵'</p>   | <p>۴۵'</p> <p>۲۰'</p> <p>۱۵'</p> <p>۳۰'</p> <p>۲۰'</p> <p>۱۵'</p> <p>۳۰'</p> <p>۲۰'</p> <p>۱۵'</p> <p>۴۵'</p> <p>۴۵'</p> | <p>■ به سؤالات آزمون نظری و کارگاهی آزمایش شماره ۶ ۴۵' پاسخ دهد.</p> <p>■ مدار فیلتر پایین‌گذر را روی برد برد ببندد.</p> <p>■ فرکانس قطع فیلتر را از نظر تئوری محاسبه کند.</p> <p>■ فرکانس قطع فیلتر را به صورت عملی اندازه بگیرد.</p> <p>■ مدار فیلتر بالاگذر را ببندد.</p> <p>■ فرکانس قطع فیلتر را از نظر تئوری محاسبه کند.</p> <p>■ فرکانس قطع فیلتر را به صورت عملی اندازه بگیرد.</p> <p>■ مدار فیلتر میان‌گذر (BPF) سری یا موازی را روی برد آزمایشگاهی ببندد.</p> <p>■ فرکانس رزونانس فیلتر را محاسبه کند.</p> <p>■ فرکانس رزونانس فیلتر را به صورت عملی اندازه بگیرد.</p> <p>■ منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر را ترسیم کند و پهنای باند فیلتر را به دست آورد.</p> |
| <p>■ یک نمونه فیلتر حذف باند را عملاً ببندد و مشابه فیلتر میان‌گذر آن را آزمایش کند.</p> <p>■ <math>f_p</math>، <math>f_1</math>، <math>f_r</math> و <math>Q</math> را از نظر تئوری محاسبه کند.</p> <p>■ <math>f_p</math>، <math>f_1</math>، <math>f_r</math> و <math>Q</math> را به صورت عملی به دست آورد.</p> <p>■ یک نمونه فیلتر عبور باند مورد استفاده در رادیو را با قطعات رادیو روی برد ببندد و آزمایش کند.</p> <p>■ یک نمونه فیلتر کریستالی را ببندد و آزمایش کند.</p> <p>■ با استفاده از نرم‌افزارهای الکترونیکی، انواع فیلترها و منحنی پاسخ فرکانسی آن‌ها را در کلیه مراحل آزمایش، به صورت تدریجی، اجرا نماید.</p> <p>■ گزارش کار جامعی از آزمایش‌های اجرا شده تهیه کند.</p> <p>■ کلیه هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی را که در آزمایش شماره ۱ آمده است در این آزمایش نیز مورد توجه قرار دهد.</p> |  |  |

## ۷-۱-۱ اطلاعات اولیه

در این حالت مقدار مقاومت را کتانسی مدار برابر با مقاومت

اهمی می‌شود.

$$I \cdot R = I \cdot X_C \quad (7-1)$$

$$R = X_C \quad (7-2)$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi F_C C} \quad (7-3)$$

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC} \quad (7-4)$$

رابطه (۷-۴) فرکانس قطع فیلتر را نشان می‌دهد و برای

فیلترهای RL نیز می‌توان از روش فوق استفاده کرد.

یادآور می‌شود که به علت راکتانسی بودن مدار، ولتاژهای

دو سر خازن و مقاومت به صورت برداری جمع می‌شود.

$$V_i^2 = V_C^2 + V_R^2 \quad (7-5)$$

چنانچه  $V_C = V_R$  شود داریم:

$$V_R = V_C = V_o \quad (7-6)$$

اگر رابطه (۷-۶) را در رابطه (۷-۵) قرار دهیم نتیجه

می‌شود:

$$V_i^2 = 2V_C^2 = 2V_o^2 \quad (7-7)$$

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{2}} V_i = 0.707 V_i \quad (7-8)$$

بنابراین، در مدارهای RC و RL، در شرایط تطابق توان مقدار

ولتاژ خروجی  $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$  برابر ولتاژ ورودی است، که در

رابطه (۷-۸) نشان داده شده است.

### ۷-۱-۳ فیلترهای عبور باند و حذف باند

(میان‌گذر و میان‌نگذر): در شکل ۷-۲ انواع فیلترهای عبور

باند و حذف باند را ملاحظه می‌کنید. این فیلترها از نظر آرایش

مدار در دو نوع سری و موازی ساخته می‌شوند. در این نوع

فیلترها، مدار رزونانس، سری یا موازی به کار می‌رود. چنان‌چه

مدار رزونانس به صورت سری با بار بسته شود، فیلتر از نوع

سری و چنان‌چه به صورت موازی بسته شود، فیلتر از نوع

موازی است.

فیلترها، مدارهای ویژه‌ای هستند که کاربرد وسیعی در

دستگاه‌های الکترونیکی دارند. کم‌تر دستگاه مخابراتی یافت

می‌شود که در آن از فیلتر استفاده نشده باشد. اصولاً کار فیلتر،

حذف یا عبور باند فرکانسی معینی است. فیلترها را از نظر پاسخ

فرکانسی به چهار دسته به شرح زیر تقسیم می‌کنند:

۱- فیلتر بالاگذر High Pass Filter

۲- فیلتر پایین‌گذر Low Pass Filter

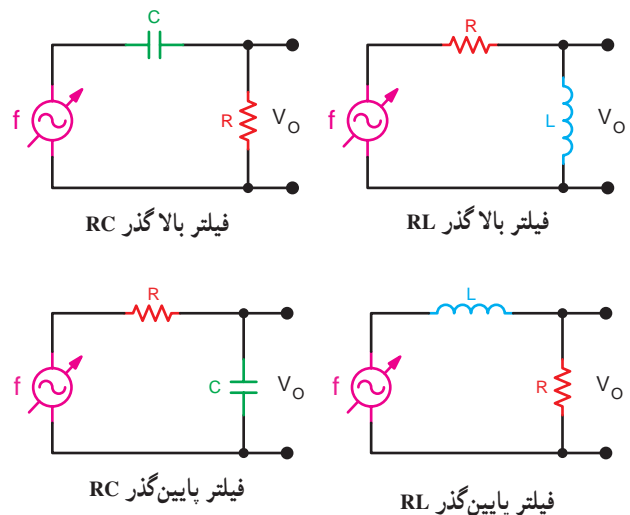
۳- فیلتر میان‌گذر (عبور باند) Band Pass Filter

۴- فیلتر حذف باند (میان‌نگذر) Band Reject Filter

### ۷-۱-۱-۱ فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر RC و RL:

در شکل ۷-۱ انواع فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر RC و RL

ترسیم شده است.



شکل ۷-۱ انواع فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر

### ۷-۱-۲ فرکانس قطع فیلتر: فرکانس قطع فیلتر RC،

عبارت است از فرکانسی که در آن فرکانس، تطابق توان صورت

می‌گیرد. به عبارت دیگر، مثلاً در یک فیلتر RC چون مدار به

صورت سری بسته شده است و جریان مدار یکسان است، مقدار

توان خروجی زمانی برابر با  $\frac{1}{2}$  توان ورودی می‌شود که ولتاژ دو

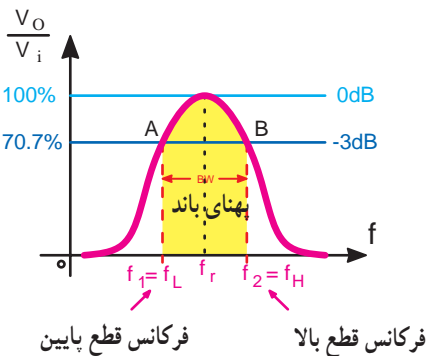
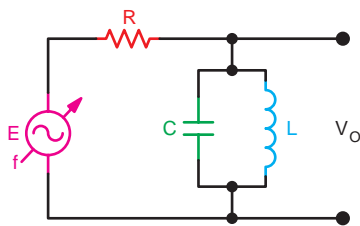
سر خازن و مقاومت با هم برابر شود.

پهنای باند فیلتر عبور باند و حذف باند با تعیین فرکانس‌های قطع بالا ( $f_H$ ) و قطع پایین ( $f_L$ ) مشخص می‌شود.

**نکته مهم**

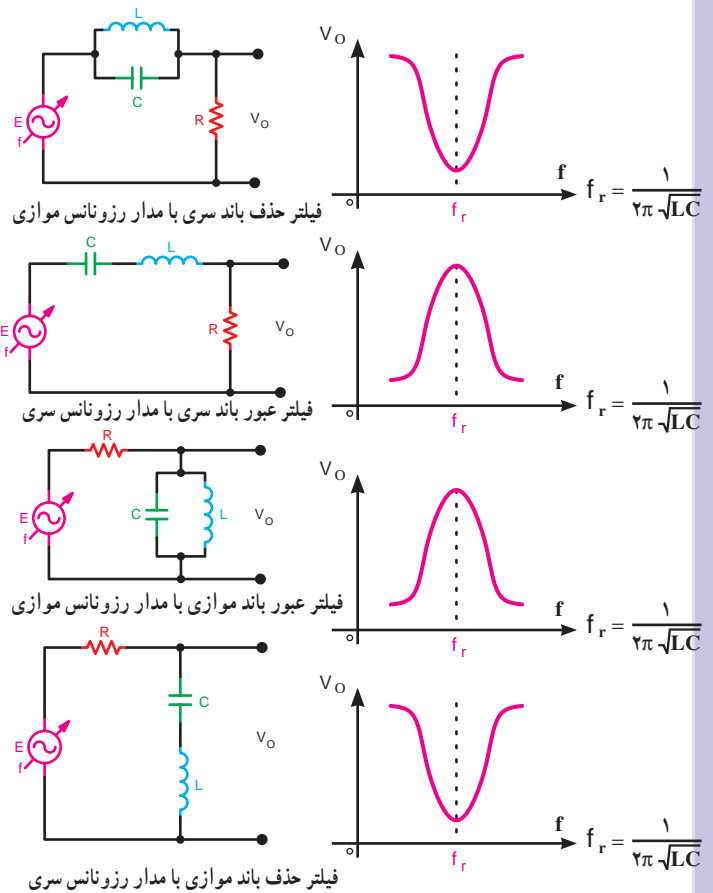
در مورد فیلترها با رزونانس موازی باید به این نکته توجه شود که مقدار مقاومت  $R_p$  و مقاومت داخلی سیم پیچ اهمیت دارد و باید همواره مقدار مقاومت  $R_p$  خیلی بزرگ‌تر از مقاومت داخلی سیم پیچ باشد تا فیلتر بتواند پاسخ فرکانسی قابل قبولی را ارائه کند. همچنین در مدار رزونانس سری باید مقاومت داخلی سیم پیچ ( $R_s$ ) خیلی کم باشد.

در شکل ۷-۴ فیلتر میان‌گذر و پاسخ فرکانسی آن نشان داده شده است. در این فیلتر پهنای باند  $BW = f_2 - f_1$  برابر است.



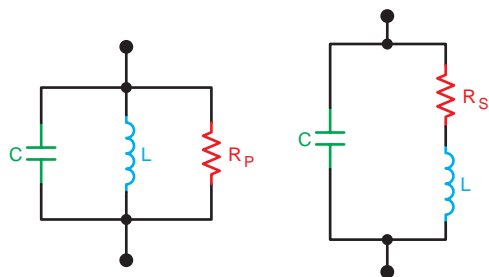
شکل ۷-۴ فیلتر عبور باند و پاسخ فرکانسی آن

در شکل ۷-۵ فیلتر حذف باند و پاسخ فرکانسی آن نشان داده شده است. در این فیلتر پهنای باند عبوری شامل تمام فرکانس‌های از صفر تا بی‌نهایت، به جز محدوده  $f_2 - f_1$  است.



شکل ۷-۲ انواع فیلترهای عبور باند و حذف باند

۷-۱-۴ پهنای باند فیلترهای عبور باند و حذف باند: مقدار پهنای باند در فیلترهای عبور باند، اساساً بستگی به  $R_p$  و  $R_s$  دارد.  $R_p$  و  $R_s$  مقاومت اهمی سیم پیچ یا هر مقاومت اهمی دیگری است که به صورت سری با آن در نظر گرفته می‌شود.  $R_p$  مقاومت معادل اهمی موازی شده با سیم پیچ است که در شکل ۷-۳ نشان داده شده است.



شکل ۷-۳ مقاومت  $R_p$  و  $R_s$

▲ حتماً از وسایل و ابزار استفاده کنید که دسته آن عایق باشد.

استفاده از ابزار با دسته عایق باعث حفاظت از جان فرد می شود و به دلیل ایمنی بودن. مهارت تصمیم گیری صحیح را در او افزایش می دهد.

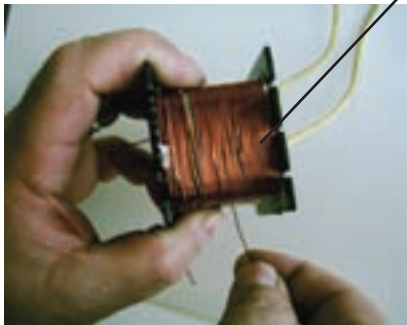
▲ از وسایل و دستگاه های موجود در آزمایشگاه، مانند وسایل شخصی خود، مراقبت کنید.

رعایت این توصیه مهارت دقت نظر، بالا رفتن سرعت کار و کیفیت آموزش را در فرد افزایش می دهد.

▲ هنگام کار در آزمایشگاه نظم و مقررات را کاملاً رعایت کنید.

▲ هنگام کار با بوبین مراقب باشید که فاصله بین حلقه ها ثابت بماند (شکل ۶-۷).

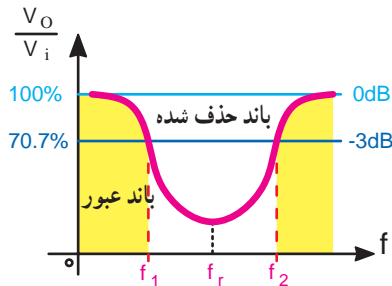
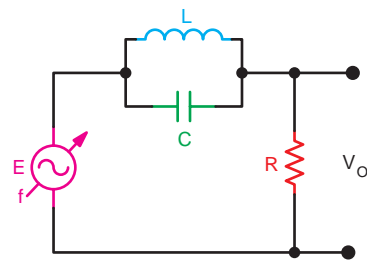
پیچیدن نامنظم حلقه ها کنار یکدیگر باعث تلفات بیشتر می شود



شکل ۶-۷ سیم را به طور منظم روی قرقره بپیچید

▲ هنگام استفاده از هر دو کانال اسیلوسکوپ، مراقب باشید که از طریق پروب ها اتصال کوتاه رخ ندهد.

حفاظت از وسایل، مهارت ارزش گذاری بر ثروت عمومی را ایجاد می کند، هم چنین مسئولیت پذیری و توجه را نسبت به هزینه هایی که برای تحصیل هر فرد صرف می شود، برمی انگیزد.



شکل ۵-۷- فیلتر حذف باند و پاسخ فرکانسی آن

برای اندازه گیری فرکانس های قطع بالا و پایین فیلترهای عبور باند و حذف باند، باید در فرکانس رزونانس دامنه سیگنال خروجی را اندازه بگیریم، بعد فرکانس را تغییر دهیم تا دامنه سیگنال خروجی به  $70\%/7$  درصد ماکزیمم مقدار خود برسد. با افزایش فرکانس،  $f_2$  و با کاهش فرکانس،  $f_1$  اندازه گیری می شود.

## ۷-۲- دستورهای حفاظت و ایمنی

▲ وسایل و ابزار کار را به طور صحیح به کار ببرید.

استفاده بهینه از وسایل و تجهیزات، مهارت الگوی صحیح مصرف را در فرد ایجاد می کند و طول عمر وسایل را افزایش می دهد.

▲ هنگام کار با وسایل و مدارهای آزمایشگاهی، در شرایطی که مدار روشن است، مراقب باشید موقع استفاده از پروب وسایل اندازه گیری، اتصال کوتاه در مدار رخ ندهد.

این امر مهارت دقت نظر، افزایش کیفیت و سرعت کار را در فرد ایجاد می کند.

### ۷-۳- قطعات و تجهیزات مورد نیاز

- سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه
- سیگنال ژنراتور RF یک دستگاه
- اسیلوسکوپ دو کانال یک دستگاه
- بردبرد یک عدد
- بوبین  $10^\circ$  میلی هانری یک عدد
- خازن های  $10\text{ nF}$  و  $22\text{ nF}$  از هر کدام یک عدد
- مقاومت های  $10^\circ\Omega$  و  $1\text{ K}\Omega$  و  $10\text{ K}\Omega$  از هر کدام

یک عدد

- رایانه و نرم افزار مولتی سیم یک دستگاه

برای ساختن سلف  $10^\circ$  میلی هانری می توانید تعدادی حلقه سیم را به صورت تجربی دور یک هسته فریت یا فلزی ببندید و با استفاده از پل LCR مقدار آن را اندازه بگیرید و با تغییر تعداد حلقه ها، اندوکتانس دلخواه را به دست آورید.

#### نکته مهم

اخیراً سلف هایی در بازار عرضه شده است که تعداد دور سیم آن کم و هسته آن از تسمه فلزی نامرغوب و به صورت مارپیچ است. این سلف ها به دلیل  $X_L$  ناشی از هسته عملاً قابل استفاده نیست. لذا توصیه می شود قبل از خرید سلف، حتماً یک نمونه آن را آزمایش کنید و از صحت عملکرد آن در مدار اطمینان حاصل نمایید.

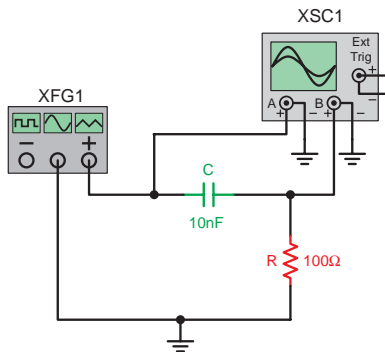
در صورتی که اجرای آزمایش ها به صورت نرم افزاری در آزمایشگاه میسر نیست، بدون رعایت ترتیب ارائه شده، مواد نرم افزاری را در زمان دیگری در سایت کامپیوتر یا در منزل به اجرا در آورید. در ضمن توصیه می شود، عملکرد فیلتر و منحنی پاسخ فرکانسی آن به صورت نرم افزاری برای دانش آموزان نمایش داده شود.

### ۷-۴- مراحل اجرای آزمایش

مواردی که با ستاره (\*) مشخص شده است و هدف کلی و آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی بنویسید.

### ۷-۴-۱- مدار شکل ۷-۷ را بر روی محیط کار

نرم افزار مولتی سیم ببندید.



شکل ۷-۷- مدار فیلتر با استفاده از نرم افزار

فرکانس سیگنال ژنراتور را روی فرکانس  $159$  کیلوهرتز

قرار دهید.

ولتاژ ورودی را روی  $4$  ولت تنظیم کنید.

\*۲-۴-۷- ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت

کنید.

\*۳-۴-۷- فرکانس سیگنال ورودی را طبق جدول

۷-۱ تنظیم کنید و دامنه ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و ثبت

کنید. منحنی پاسخ فرکانسی آن را بکشید.

\*۴-۴-۷- با توجه به مقادیر جدول بیشینه ولتاژ

خروجی به ازای کدام سیگنال ورودی است؟ چرا؟ توضیح دهید.

#### توجه

با توجه به قطعات موجود در آزمایشگاه می توانید مقادیر سلف و خازن را در کلیه آزمایش های سخت افزاری تغییر دهید.

\*۵-۴-۷- مدار شکل ۷-۸ را روی بردبرد ببندید.

این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید.

#### نکته مهم

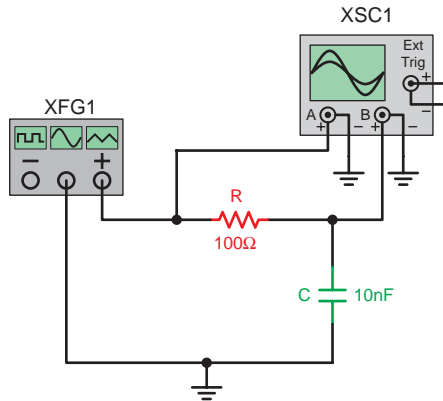
با توجه به امکانات موجود در آزمایشگاه می توانید مقادیر مربوط به قطعات را تغییر دهید و براساس قطعات موجود آزمایش ها را اجرا کنید.

### نکته مهم

در هر مرحله اندازه‌گیری باید دامنه ورودی ثابت باشد.

۱۱-۴-۷ مدار شکل ۹-۷ را بر روی محیط کار

نرم افزار مولتی سیم ببندید.



شکل ۹-۷ مدار فیلتر با استفاده از نرم افزار

فرکانس سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۵۹ کیلوهرتز

قرار دهید. ولتاژ ورودی را روی ۴ ولت تنظیم کنید.

\*۱۲-۴-۷ ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و

یادداشت کنید.

\*۱۳-۴-۷ فرکانس سیگنال ورودی را طبق جدول

۳-۷ تنظیم کنید و دامنه ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید.

\*۱۴-۴-۷ با توجه به مقادیر جدول، پیشینه ولتاژ

خروجی دو برابر کدام سیگنال ورودی به وجود می‌آید؟ چرا؟

توضیح دهید.

### نکته مهم

در صورتی که در خروجی شکل ۱-۷ (دو سر

خازن)، یک مقاومت ۱۰۰ اهمی را به عنوان بار قرار

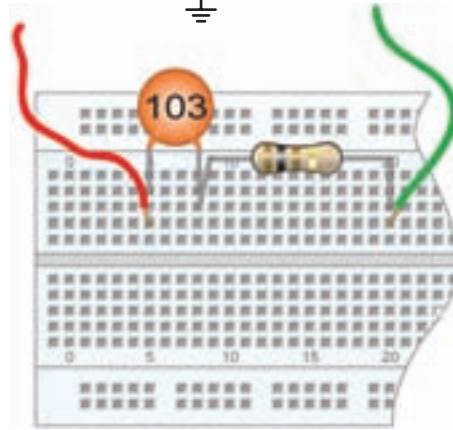
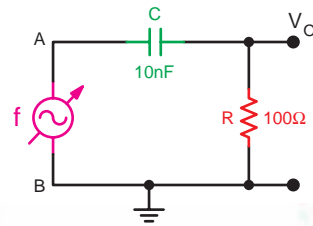
دهید. مدار مورد نظر به صورت فیلتر با پاسخ فرکانسی

قابل قبول عمل نمی‌کند. در این حالت می‌گویند روی

خروجی فیلتر بارگذاری شده است. در صورتی که

تجهیزات آزمایشگاهی به گونه‌ای باشد که با بارگذاری بتواند

جواب دهد. مقدار فرکانس کار فیلتر تغییر خواهد کرد.



شکل ۸-۷ نقشه فنی و مدار عملی فیلتر

۶-۴-۷ سیگنال ژنراتور AF را روشن کنید و روی

فرکانس ۱۵۰ KHz سینوسی تنظیم کنید و خروجی آن را به

اتصال AB بیک تا بیک سیگنال ولتاژ خروجی سیگنال

ژنراتور را روی نصف حداکثر بیک تا بیک خروجی آن تنظیم

کنید.

۷-۴-۷ ورودی AB را به یک کانال و خروجی  $V_o$

را به کانال دیگر اسیلوسکوپ اتصال دهید و اسیلوسکوپ را

روشن کنید.

\*۸-۴-۷ سیگنال‌های ولتاژ ورودی و خروجی مدار

را به کمک اسیلوسکوپ روی نمودارهای ۱-۷ و ۲-۷ رسم

کنید. مقادیر بیک تا بیک و فرکانس سیگنال‌ها را اندازه بگیرید و

یادداشت کنید.

\*۹-۴-۷ فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱۵۹

کیلوهرتز قرار دهید. در این حالت دامنه ولتاژ خروجی را اندازه

گیرید و یادداشت کنید.

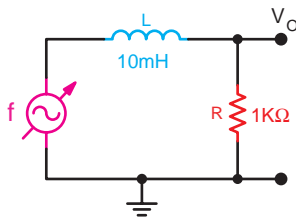
\*۱۰-۴-۷ سیگنال ژنراتور را روی نصف دامنه

ماکزیمم خروجی آن بگذارید و طبق جدول ۲-۷ فرکانس را تغییر

دهید. در هر مرحله دامنه بیک تا بیک ورودی و خروجی را

اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۴ ولت و فرکانس ۱۶KHz، تنظیم کنید. در صورتی که مقاومت داخلی سیم پیچ زیاد است، مقدار R را تغییر دهید.



شکل ۷-۱۱- نقشه فنی مدار

\* ۷-۴-۲۰- به کمک اسیلوسکوپ فرکانس قطع مدار را اندازه بگیرید و مقدار آن را یادداشت کنید.

\* ۷-۴-۲۱- با استفاده از رابطه  $F_o = \frac{R}{2\pi L}$  فرکانس

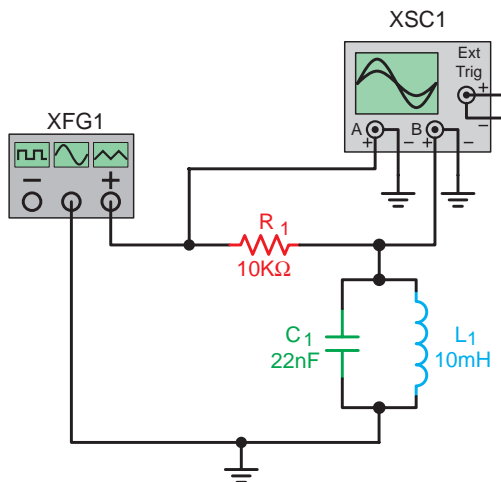
قطع مدار را محاسبه کنید و مقدار آن را بنویسید.

\* ۷-۴-۲۲- مقدار دامنه سیگنال خروجی را، در حالی

که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد، طبق جدول ۷-۴ با تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

\* ۷-۴-۲۳- مدار شکل ۷-۱۲ را بر روی محیط کار

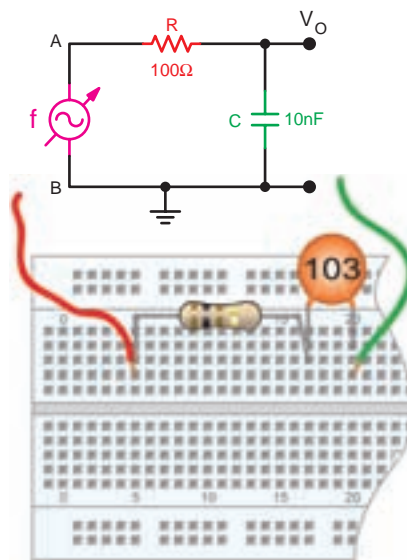
نرم افزار مولتی سیم ببندید. سپس ولتاژ ورودی را روی ۴ ولت تنظیم کنید و فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱۰ کیلوهرتز قرار دهید.



شکل ۷-۱۲- مدار فیلتر با استفاده از نرم افزار

۷-۴-۱۵- مدار شکل ۷-۸ را طبق شکل ۷-۱۰

تغییر دهید.



شکل ۷-۱۰- نقشه فنی و مدار عملی فیلتر

\* ۷-۴-۱۶- با تغییر فرکانس سیگنال ژنراتور، بیشینه

دامنه سیگنال خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

\* ۷-۴-۱۷- فرکانس سیگنال ژنراتور را آن قدر

کاهش دهید تا دامنه سیگنال خروجی به ۷۰٪ در صد مرحله ۷-۴-۱۶ برسد.

در این حالت فرکانس را اندازه بگیرید و نتیجه را یادداشت کنید.

### نکته مهم

در این مرحله از اسیلوسکوپ دو کاناله استفاده کنید و هر دو سیگنال ورودی و خروجی را به طور هم زمان روی اسیلوسکوپ ببینید و با هم مقایسه کنید سپس فرکانس را اندازه بگیرید.

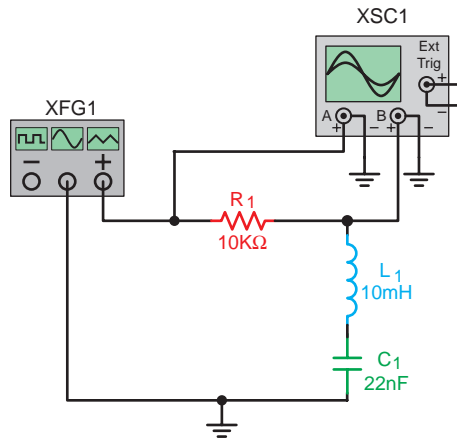
\* ۷-۴-۱۸- با توجه به نتایج آزمایش های ۷-۴-۱۶

و ۷-۴-۱۷، فرکانس قطع مدار چند کیلوهرتز است؟ مقدار آن را بنویسید.

\* ۷-۴-۱۹- مدار شکل ۷-۱۱ را روی برد برد ببندید.

سپس سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی، با پیک تا پیک





شکل ۷-۱۴ مدار فیلتر با استفاده از نرم افزار

### نکته مهم

با توجه به قطعات موجود در نرم افزار می توانید مقادیر سلف و خازن را تغییر دهید و جدول ۷-۷ را مطابق با مقادیر جدید به دست آمده تنظیم کنید.

\* ۷-۴-۲۹ فرکانس رزونانس ( $f_r$ )، فرکانس قطع پایین ( $f_L$ ) و فرکانس قطع بالا ( $f_H$ ) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

\* ۷-۴-۳۰ با تغییر فرکانس سیگنال ژنراتور، مقدار دامنه سیگنال خروجی را، طبق جدول ۷-۷ موجود در دفتر گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی، اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

مراحل آزمایش بندهای ۷-۴-۳۱ تا ۷-۴-۳۴ را در صورت داشتن زمان اضافی انجام دهید.

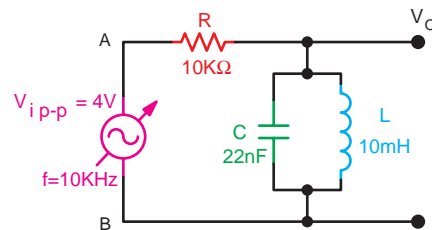
۷-۴-۳۱ مدار شکل ۷-۱۳ را، طبق شکل ۷-۱۵، تغییر دهید و خروجی  $V_o$  را به اسیلوسکوپ متصل کنید. در صورتی که مقدار مقاومت داخلی سیم پیچ  $10^0$  میلی هانری زیاد است، مقدار مقاومت  $R$  را تغییر دهید.

\* ۷-۴-۳۲ به کمک اسیلوسکوپ، دامنه و

\* ۷-۴-۲۴ فرکانس رزونانس ( $f_r$ )، فرکانس قطع پایین ( $f_L$ ) و فرکانس قطع بالا ( $f_H$ ) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

\* ۷-۴-۲۵ مقدار فرکانس سیگنال ژنراتور را طبق جدول ۷-۵ موجود در دفتر گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی تغییر دهید و دامنه سیگنال خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

\* ۷-۴-۲۶ مدار شکل ۷-۱۳ را روی برد برد ببندید و به کمک اسیلوسکوپ فرکانس های رزونانس ( $f_r$ ) قطع پایین ( $f_L$ ) و قطع بالا ( $f_H$ ) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. در صورتی که مقاومت داخلی سلف  $10^0$  میلی هانری زیاد است مقدار مقاومت  $R$  را تغییر دهید.



شکل ۷-۱۳ نقشه فنی مدار فیلتر

### توجه

هنگام جابه جایی پروب اسیلوسکوپ به سیم اتصال زمین مشترک سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ توجه کنید.

\* ۷-۴-۲۷ مقدار دامنه سیگنال خروجی را، در حالی که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد، طبق جدول ۷-۶ با تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید. منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر را رسم کنید.

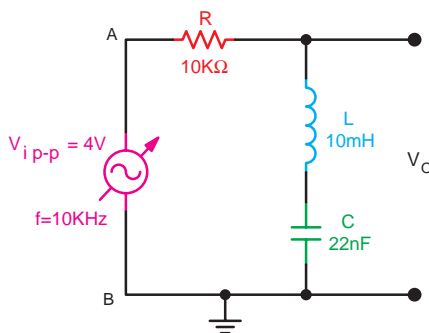
\* ۷-۴-۲۸ مدار شکل ۷-۱۴ را بر روی محیط کار نرم افزار مولتی سیم ببندید. آن گاه ولتاژ ورودی را روی ۴ ولت تنظیم کنید و فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱۵ کیلوهرتز قرار دهید.



چرا؟ نتیجه را یادداشت کنید.  
 \* ۷-۴-۳۴ مقدار دامنه سیگنال خروجی را، در حالی که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد، طبق جدول ۷-۸ و با تغییر فرکانس ورودی، اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

فرکانس‌های  $f_1$  و  $f_2$  را که در خروجی ظاهر می‌شود اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

\* ۷-۴-۳۳ اگر شکل ۷-۱۵ را به فیلتر عبور باند سری با مدار رزونانس سری تبدیل کنید آیا در این مرحله فرکانس‌های  $f_1$  و  $f_2$  نسبت به مرحله ۷-۴-۳۲ تغییر می‌کند؟



شکل ۷-۱۵ - نقشه فنی مدار

### فعالیت فوق برنامه ویژه هنر جویان علاقه‌مند

منحنی پاسخ دو نمونه فیلتر را روی کاغذ نیمه لگاریتمی ترسیم کنید.

۷-۶-۳ با توجه به نتایج آزمایش ۷-۴-۳۲، پهنای باند فیلتر چند کیلوهرتز است؟  
 ۷-۶-۴ به چه دلیل در فیلترهایی که در آن‌ها از بوبین استفاده می‌شود در فرکانس‌های بالا مقادیر تئوری و عملی تطبیق نمی‌کند؟ به طور کامل توضیح دهید.

### ۷-۵ نتایج آزمایش

آنچه را که در این آزمایش آموخته‌اید به اختصار در دفتر گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی شرح دهید.

### ۷-۶ الگوی پرسش

با توجه به مراحل اجرای آزمایش به سؤالات الگوی پرسش، پاسخ دهید.

- ۷-۶-۱ در شکل ۷-۸، اگر ورودی، AB و خروجی دو سر خازن، باشد فرکانس قطع چند کیلوهرتز می‌شود؟  
 ۷-۶-۲ با توجه به نتایج آزمایش ۷-۴-۲۶ و منحنی پاسخ فرکانسی رسم شده پهنای باند فیلتر چند کیلوهرتز است؟

#### نکته مهم

صاحب‌نظران علم مدیریت معتقدند: اگر ۲۰ درصد زمان خود را صرف برنامه‌ریزی کنیم با اطمینان بیش‌تری در مورد ۸۰ درصد زمان باقی‌مانده قدم برمی‌داریم.