

## بخش سوم

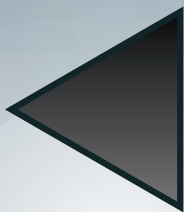
### عناوین بخش ۳:

۱. خلاصه‌ای از مفاهیم و  
قطعات اساسی الکترونیک

۲. دیود

۳. کاربرد دیود

۴. ترانزیستور و تقویت کننده‌های ترانزیستوری



# فصل اول

## خلاصه‌ای از مفاهیم و قطعات اساسی الکترونیک

(مطابق فصل اول کتاب الکترونیک عمومی ۱)

هدف کلی: آموزش مفاهیم اساسی و اصول کار قطعات بنیادی الکترونیک به صورت نرم‌افزاری

**هدف‌های رفتاری:** پس از پایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می‌شود، از فرا گیر انتظار می‌رود:

- ۱- تعدادی از قطعات الکتریکی و الکترونیکی را از یکدیگر تمیز دهد.
- ۲- مدار الکتریکی ساده را ببندد.
- ۳- مدار الکتریکی سری و موازی را ببندد.
- ۴- شکل موج دو نوع جریان مستقیم ثابت و متناوب را به صورت نرم‌افزاری مشاهده کند.
- ۵- فرکانس و زمان تناوب را اندازه‌گیری کند.
- ۶- مقاومت الکتریکی و واحدهای مختلف آن را در نرم افزار مشاهده کند.
- ۷- ولتاژ یا اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از اجزای مدار را اندازه‌گیری کند.
- ۸- خازن و واحدهای مختلف آن را مشاهده کند.
- ۹- انواع خازن را از یکدیگر تمیز دهد.
- ۱۰- نحوه‌ی شارژ و دشارژ خازن‌ها را مشاهده کند.
- ۱۱- تعدادی از ترانسفورماتورها را مشاهده کند و تفاوت آن‌ها را از یکدیگر تمیز دهد.
- ۱۲- تعدادی از مبدل‌های الکترونیکی را مشاهده کند.

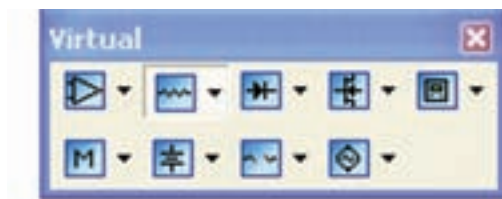
بعدی) شکل ۱-۱ را مورد استفاده قرار دهید. برای آوردن این نوار از منوی اصلی، گزینه‌ی view را انتخاب کنید و از منوی view گزینه‌ی Toolbar را برگزینید. سپس 3D components را فعال نمائید. نوار انتخاب شده طبق شکل ۱-۱ روی صفحه ظاهر می‌شود.



شکل ۱-۱ نوار قطعات سه بعدی

### ۱-۱ آزمایش ۱: تشخیص شکل ظاهری و علائم فنی قطعات الکترونیکی

۱-۱-۱ در این آزمایش ابتدا با استفاده از نرم‌افزار مولتی سیم نحوه‌ی قرار دادن قطعات و علائم فنی را بر روی صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی فرا می‌گیرید. علائم فنی و شکل واقعی قطعات الکترونیکی را می‌توانید بر روی صفحه‌ی میز کار مشاهده کنید. برای مشاهده‌ی شکل واقعی قطعات باید نوار 3D Components (قطعات سه



شکل ۱-۳- الف نوار مجازی یا Virtual

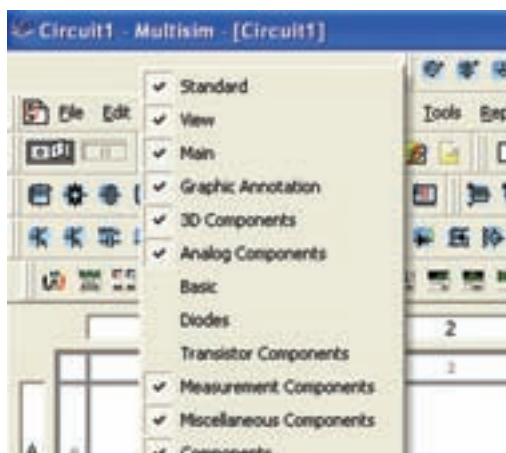


شکل ۱-۳- ب نوار پایه‌ای یا Basic



شکل ۱-۳- ج نوار قطعات یا Components

۱-۱-۶ از مسیر دیگری نیز می‌توانید نوار ابزار مورد نظر خود را انتخاب کنید. مکان نما را روی Task bar قرار دهید و موشواره را کلیک راست کنید. فهرست نوارهای ابزار ظاهر می‌شود. حال می‌توانید نوار ابزار مورد نظر خود را انتخاب نمایید. شکل ۱-۴ مسیر انتخاب نوارها را نشان می‌دهد.



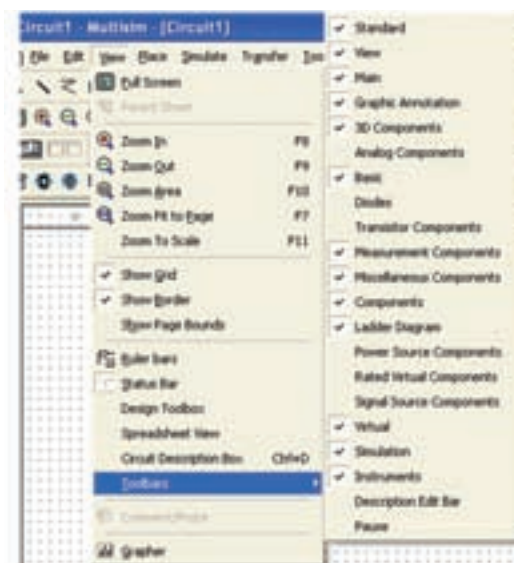
شکل ۱-۴ مسیر انتخاب نوارهای نرم‌افزار

۱-۱-۲ به عبارت دیگر، برای آوردن این نوار از منوی اصلی، مسیر زیر را انتخاب کنید.

View → Toolbar → 3D components

۱-۱-۳ با استفاده از مسیر تعیین شده، در منوی ابزار، 3D Components را فعال کنید.

۱-۱-۴ برای مشاهده‌ی علائم فنی قطعات می‌توانید از نوارهای Virtual (مجازی)، Basic (پایه‌ای) و Components (قطعات) استفاده کنید. این نوارها در قسمت Task bar نرم افزار قرار دارد. برای فعال کردن هر نواری ابتدا روی View سپس روی Toolbar کلیک کنید تا لیست نوارهای مختلف روی صفحه قرار گیرد. سپس هر نواری را که لازم دارید با کلیک مجدد فعال کنید، با فعال شدن نوار، در کنار نام آن علامت ☒ ظاهر می‌شود. در شکل ۱-۲ مسیر انتخاب لیست نوارها را مشاهده می‌کنید.

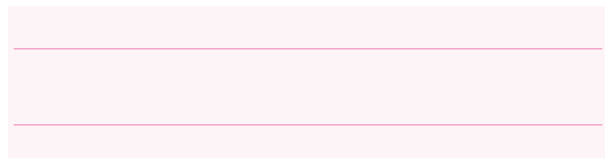


شکل ۱-۲ مسیر انتخاب لیست نوارها

۱-۱-۵ در شکل ۱-۳ تعدادی از منوها را مشاهده می‌کنید.

در صورتی که در این مرحله با مشکلی مواجه شدید نوع مشکل را بنویسید و نتایج را در سه سطر توضیح دهید.

**توجه:** به همراه این کتاب یک لوح فشرده شامل مدارهای اجرا شده آمده است که در هر مرحله می‌توانید به آن مراجعه کنید.



**۱-۱-۱۰** برای پاک کردن قطعه، روی قطعه کلیک چپ کنید، دور قطعه خط چین ظاهر می‌شود. سپس کلیک راست کنید و با استفاده از گزینه‌ی Delete یا Cut قطعه را حذف کنید. با استفاده از Ctrl+X نیز می‌توانید قطعه را پاک کنید.

**۱-۱-۱۱** با استفاده از گزینه‌ی

Copy (Ctrl+ C) و Paste (Ctrl+ V)

می‌توانید قطعه را روی صفحه‌ی کار کپی کنید و تعدادی قطعه را روی صفحه‌ی کار قرار دهید. یک بار کپی کنید و سپس آن‌ها را دوباره حذف کنید.

**۱-۱-۱۲** این مراحل را آن قدر تکرار کنید تا مسلط شوید.

**نکته‌ی مهم:** توجه داشته باشید که کلیه‌ی اطلاعات مربوط به کنترل‌های صفحه‌ی کلید، در مقابل فهرست منوهای هر قطعه نوشته می‌شود. مثلاً در مقابل کلمات Cut و Ctrl+X و در مقابل Paste کلمات (Ctrl+V) نوشته شده است که مربوط به صفحه‌ی کلید کامپیوتر است. شکل ۶-۱ این اطلاعات را نشان می‌دهد.

**۱-۱-۷** با استفاده از مسیرهای گفته شده منوهای مختلف را فعال و غیر فعال کنید تا مراحل را کاملاً فرا بگیرید.

**نکته‌ی مهم:** وقتی یک منو را فعال یا غیر فعال می‌کنید، باید دوباره فهرست نوارهای ابزار را از ابتدا فعال کنید.

**۱-۱-۸** برای آوردن قطعات روی صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی، روی قطعه‌ی مورد نظر در نوار ابزار کلیک چپ کنید و موشواره را حرکت دهید، قطعه روی صفحه‌ی کار منتقل می‌شود. برای قرار دادن قطعه روی صفحه‌ی کار مجدداً کلیک چپ کنید. با استفاده از دستورالعمل داده شده، قطعات مختلف را روی صفحه‌ی میز کار بیاورید و آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

**نکته‌ی مهم:** توجه داشته باشید که از این پس به جای "صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی" به اختصار از "صفحه‌ی کار" استفاده می‌کنیم.

**۱-۱-۹** شکل ۵-۱ قطعاتی را نشان می‌دهد که در این فصل با آن‌ها آشنا می‌شوید. با استفاده از نوارهایی که در مراحل قبل مورد آزمایش قرار دادید، این قطعات را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.

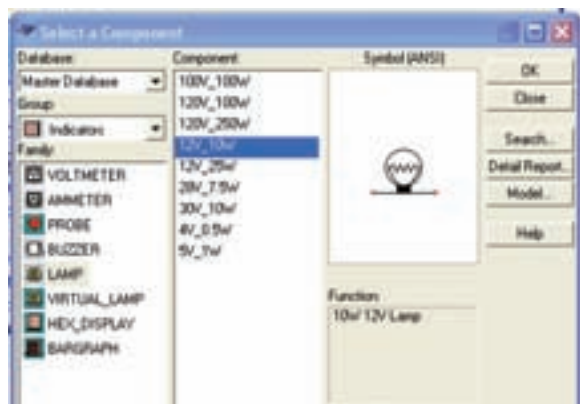


شکل ۵-۱ تعدادی از قطعات موجود در نرم‌افزار

۱-۲-۳ برای انتخاب لامپ مسیر زیر را انتخاب کنید.

Select a Component → Group → Indicator

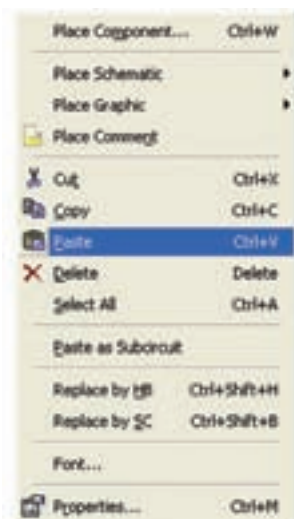
در این گزینه ولت‌متر، آمپر‌متر، پروب، بیزر، لامپ، لامپ مجازی، نمایشگر هفت قطعه‌ای و نمودارنمای میله‌ای (Bar graph) وجود دارد. شکل ۸-۱ مسیر انتخاب لامپ را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱ مسیر انتخاب لامپ

۱-۲-۴ در صورتی که گزینه‌ی لامپ (Lamp) را انتخاب کنید، مقادیر مشخصات لامپ غیرقابل تغییر است. در صورتی که لامپ مجازی یا Virtual انتخاب کنید، مقادیر آن قابل تغییر خواهد بود.

۱-۲-۵ یک لامپ مجازی را روی صفحه‌ی میز کار آزمایشگاه مجازی بیاورید و مقدار ولتاژ آن را ۱۰ ولت و توان را ۲ وات تعیین کنید. برای تغییر مقادیر، روی لامپ دو بار کلیک کنید، صفحه‌ای مانند شکل ۹-۱ باز می‌شود. روی این صفحه در زبانه‌ی value می‌توانید مقادیر لامپ را تغییر دهید.



شکل ۶-۱ صفحه‌ی مربوط به فهرست منوی قطعات

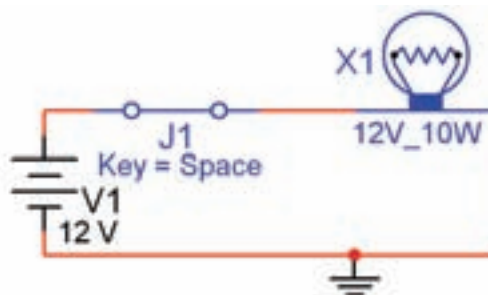
## ۱-۲-۲ آزمایش ۲: بستن مدار و اندازه‌گیری

### کمیت‌های مختلف

۱-۲-۱ در این آزمایش مدارهای ساده‌ی الکترونیکی را می‌بندیم و با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری مانند ولت‌متر و آمپر‌متر، ولتاژ و جریان قطعات را در مدار اندازه‌گیری می‌کنیم.

۱-۲-۲ مدار الکتریکی ساده از یک باتری، مقداری سیم، یک کلید و یک لامپ تشکیل می‌شود. با استفاده از فضای نرم‌افزاری قطعات مدار شکل ۷-۱ را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید، سپس آن را سیم‌بندی کنید.

**نکته‌ی ضروری:** اتصال زمین را حتماً به مدار اضافه کنید. در غیر این صورت مدار کار نمی‌کند.



شکل ۷-۱ مدار ساده‌ی الکتریکی

۱-۲-۸ ولتاژ  $V_1$  را به ۱۸ ولت تغییر دهید و اثر آن را روی لامپ ملاحظه کنید. نتایج را در چند سطر بنویسید

---



---



---

۱-۲-۹ برای اندازه‌گیری ولتاژ از ولت‌متر و برای اندازه‌گیری جریان از آمپر‌متر استفاده کنید. با استفاده از نوارهای:

Measurement Components یا Instruments

می‌توانید این دستگاه‌ها را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید، در شکل ۱-۱۰ این نوارها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۱۰ نوارهای ابزار و دستگاه‌های اندازه‌گیری

**نکته‌ی مهم:** دسترسی به منوی ابزار مربوط به Measurement Components و Instruments مشابه دسترسی به منوی قطعات است.

۱-۲-۱۰ ولت‌متر را طبق شکل ۱-۱۱ به صورت موازی با قطعه‌ای که می‌خواهید ولتاژ آن را اندازه‌گیری کنید قرار دهید. یعنی دو سر پروب (سیم رابط) ولت‌متر را به دو سر قطعه‌ای که می‌خواهید ولتاژ دو سر آن را اندازه‌گیری کنید، اتصال دهید.



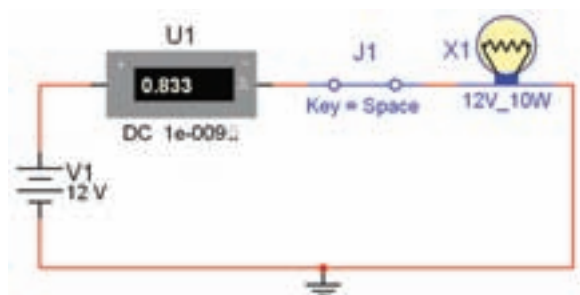
شکل ۱-۹ صفحه‌ی مربوط به تنظیم‌های لامپ

۱-۲-۶ مدار شکل ۱-۷ را راه‌اندازی کنید. برای خاموش و روشن کردن لامپ با توجه به شرایط تعریف شده می‌توانید از کلیدهای صفحه‌ی کلید کامپیوتر استفاده کنید. در این نقشه با کلید Space می‌توانید مدار را فعال کنید.

**نحوه‌ی سیم‌بندی:** برای اتصال قطعات به یکدیگر ابتدا مکان نما را بر روی یکی از پایه‌های قطعه قرار دهید. با کلیک چپ روی آن پایه نقطه‌ای سیاه رنگ ظاهر می‌شود، سپس بدون رها کردن کلیک چپ خط ایجاد شده را ادامه دهید تا به پایه‌ی قطعه‌ی بعدی برسید. با ظاهر شدن نقطه‌ی سیاه در پایه‌ی قطعه‌ی جدید و رها کردن کلیک چپ، اتصال برقرار می‌شود.

۱-۲-۷ در مدار شکل ۱-۷ ولتاژ  $V_1$  و ولتاژ لامپ را به ۶ ولت تغییر دهید و مدار را آزمایش کنید. در این حالت شرایط کلید خاموش و روشن را به گونه‌ای تغییر دهید تا با فشار دادن دکمه‌ی مربوط به حرف D، کلید فعال شود.





شکل ۱-۱۲ قرار دادن آمپر متر در مدار

**نکته مهم:** هر بار که مدار را راه اندازی می کنید، برای ایجاد تغییر در مدار باید مدار را غیر فعال کنید.

**۱-۲-۱۴** توجه داشته باشید که برای خواندن جریان باید چند لحظه صبر کنید تا آمپر متر حالت پایدار خود را به دست آورد.

**نکته:** کلید J1 را از منوی Basic قسمت سوئیچ switch بیاورید.

**۱-۲-۱۵** مدار را راه اندازی کنید، آیا آمپر متر مقدار جریان عبوری از لامپ را صحیح نشان می دهد؟ جریان لامپ را از رابطه ی  $I = P/V$  به دست آورید و نتیجه را با مقدار اندازه گیری شده مقایسه کنید و نتایج را بنویسید.

---



---



---

**۱-۲-۱۶** ولتاژ لامپ را به ۷/۵ ولت تغییر دهید و مدار را راه اندازی کنید. آیا جریان عبوری از لامپ با مقدار واقعی مطابقت دارد؟ شرح دهید.

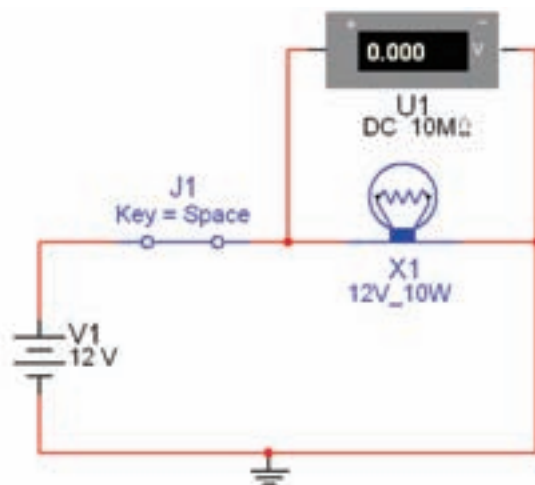
---



---



---



شکل ۱-۱۱ قرار دادن ولت متر دو سر قطعه

**۱-۲-۱۱** مدار را راه اندازی کنید و روشن شدن لامپ را مشاهده کنید.

**۱-۲-۱۲** در مدار شکل ۱-۱۱ ولتاژ  $V_1$  و ولتاژ لامپ را به ترتیب به ۳ ولت، ۸ ولت، ۱۶ ولت و ۲۰ ولت تغییر دهید و آزمایش را تکرار کنید. اثر تغییر ولتاژ را روی نور لامپ شرح دهید.

---

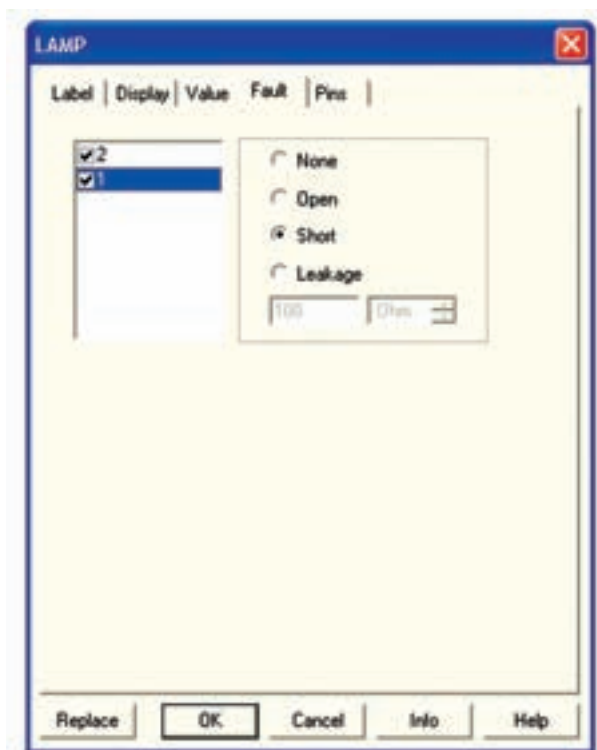


---



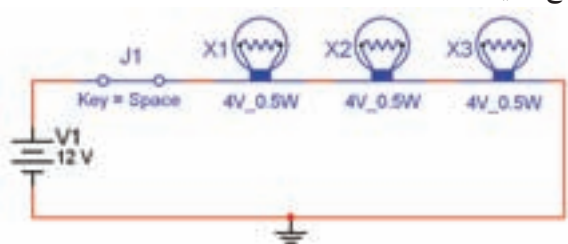
---

**۱-۲-۱۳** آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می گیرد. بنابراین لازم است سیمی را که بین لامپ و باتری قرار دارد حذف کنید و آمپر متر را طبق شکل ۱-۱۲ به صورت سری بین آن دو قرار دهید. برای برقراری ارتباط بین لامپ و سر منفی آمپر متر و باتری و سر مثبت آمپر متر باید مدار را دوباره سیم بندی نمایید. هم چنین می توانید آمپر متر را به طور مستقیم در مسیر مورد نظر بگذارید، آمپر متر به صورت سری قرار می گیرد.



شکل ۱۴ - صفحه‌ی عیب‌گذاری لامپ

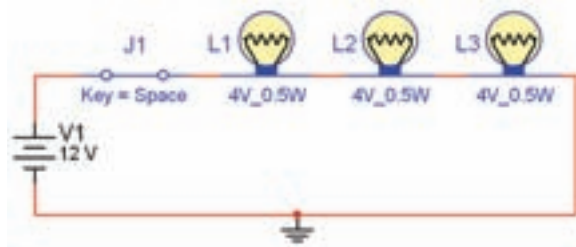
۱-۲-۲۰ یکی از پایه‌های لامپ X1 را در مدار ۱-۱۵ قطع کنید.



شکل ۱۵ - مربوط به قطع لامپ مدار X1

۱-۲-۲۱ مدار را راه‌اندازی کنید. در این حالت نباید هیچ یک از لامپ‌ها روشن شود. در مورد این آزمایش توضیح دهید.

۱-۲-۱۷ مدار شکل ۱-۱۳ اتصال لامپ‌ها را به صورت سری نشان می‌دهد. در مدار سری باید بین دو قطعه‌ی متصل شده به هم، هیچ انشعاب دیگری وصل نباشد، حلقه‌های یک زنجیر مثال ساده‌ای از یک اتصال سری است. این مدار را با استفاده از نرم‌افزار پیاده‌سازی کنید و آن را راه‌اندازی نمایید.



شکل ۱۳ - مدار سری لامپ

۱-۲-۱۸ مقدار ولتاژ  $V_1$  را به ۳ ولت و ۱۸ ولت تغییر دهید و اثر آن را روی نور لامپ بررسی کنید و در باره‌ی آن توضیح دهید.

۱-۲-۱۹ روی یکی از لامپ‌ها عیب‌گذاری کنید (آن را قطع یا اتصال کوتاه کنید). در صورت قطع شدن باید کلیه‌ی لامپ‌ها خاموش شوند و در صورت اتصال کوتاه شدن هر یک از لامپ‌ها فقط آن لامپ خاموش می‌ماند. نتایج تجربه خود را توضیح دهید.

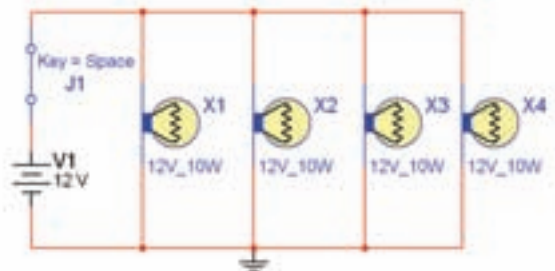
تمرین ۱: روی مدار عیب‌گذاری کنید و از دوستان خود بخواهید عیب را بر طرف کنند.

نکته: برای قطع یا اتصال کوتاه کردن یک قطعه

در نرم‌افزار، ابتدا آن قطعه را انتخاب کنید سپس با دو بار کلیک چپ روی آن زبانه‌ی Fault را فعال می‌نماییم. برای لامپ صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۱۴ باز می‌شود. گزینه‌ی Open (قطع کردن) یا گزینه‌ی Short (اتصال کوتاه) را انتخاب می‌کنیم و یکی از پایه‌های قطعه را علامت می‌زنیم.



نشان می‌دهد. این مدار را با استفاده از نرم‌افزار ببینید.



شکل ۱-۱۷ مدار موازی

**۱-۲-۲۶** مدار را فعال کنید و ولتاژ دو سر مدار و جریان عبوری از لامپ‌های  $X_1$ ،  $X_2$ ،  $X_3$  و  $X_4$  و جریان کل را اندازه بگیرید. با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده آیا جریان کل برابر با مجموع جریان‌های عبوری از لامپ‌های  $X_1$ ،  $X_2$ ،  $X_3$  و  $X_4$  است؟ توضیح دهید.

---

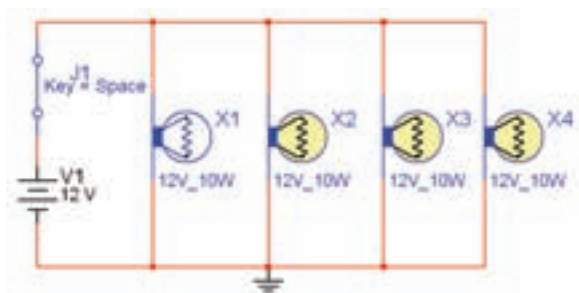


---

**نکته‌ی مهم:** در شرایطی که برنامه‌ی مولتی

سیم فعال است، نمی‌توانید هیچ گونه تغییری در مدار ایجاد کنید.

**۱-۲-۲۷** روی یکی از لامپ‌ها عیب‌گذاری کنید (آن را بسوزانید). برای این منظور آن را Open کنید. آیا بقیه‌ی لامپ‌ها روشن می‌مانند؟ علت را توضیح دهید. در شکل ۱-۱۸ لامپ  $X_1$  قطع شده (سوخته) است.



شکل ۱-۱۸ اثر سوختن یک لامپ در مدار موازی

**۱-۲-۲۲** ولت‌متر را در دو سر لامپ  $X_1$ ،  $X_2$  و  $X_3$

قرار دهید و مقادیر ولتاژ را اندازه بگیرید. با بررسی مقادیر به دست آمده چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

---



---

**۱-۲-۲۳** در مدار ۱-۱۵ پایه‌ی لامپ  $X_2$  را اتصال

کوتاه کنید. برای اتصال کوتاه کردن باید هر دو پایه‌ی لامپ را علامت ✓ بزنید. پس از فعال کردن مدار، باید طبق شکل ۱-۱۶ لامپ  $X_2$  خاموش و دو لامپ دیگر روشن بمانند. علت را توضیح دهید.



شکل ۱-۱۶ تاثیر اتصال کوتاه یک لامپ در مدار سری

---



---

**۱-۲-۲۴** با استفاده از ولت‌متر موجود در نرم‌افزار ولتاژ

منبع تغذیه و ولتاژ لامپ‌ها را اندازه‌گیری کنید و بررسی نمایید چه رابطه‌ای بین این ولتاژها وجود دارد. در مورد این نتایج توضیح دهید.

---



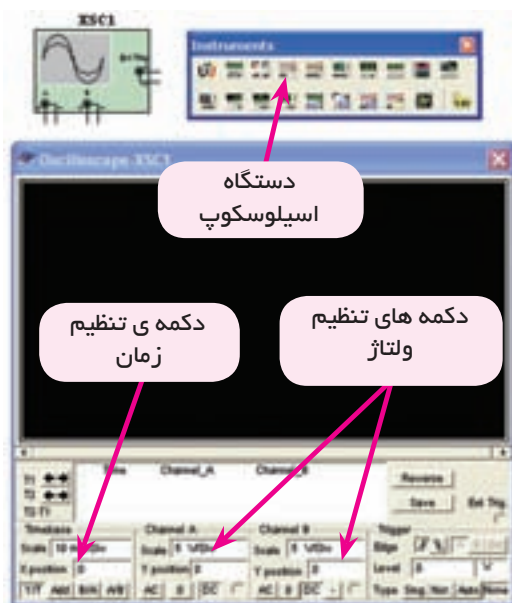
---

**۱-۲-۲۵** شکل ۱-۱۷ اتصال لامپ‌ها را به صورت موازی

۱-۳-۲ برای نمایش دادن و اندازه گرفتن مشخصه‌های امواج متناوب از دستگاه اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. در این قسمت نحوه‌ی کار با اسیلوسکوپ و تنظیم‌های مربوط به آن را شرح خواهیم داد. دستگاه اسیلوسکوپ را از قسمت دستگاه‌های اندازه‌گیری (Instruments) انتخاب کنید و مطابق شکل ۱-۲۰ بر روی میز کار مجازی بیاورید.

در صورتی که نوار ابزار مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری روی میز کار نبود، از گزینه‌ی View، گزینه‌ی Tool bars را انتخاب کنید، سپس از منوی Tool bars گزینه‌ی Instruments را فعال کنید.

View → Tool bars → Instruments



شکل ۱-۲۰ اسیلوسکوپ و دکمه‌های تنظیمات

**توجه:** نوار ابزار مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری ممکن است در بالا، پایین، سمت چپ یا راست قرار گیرد. شما می‌توانید آن را جابه‌جا کنید.

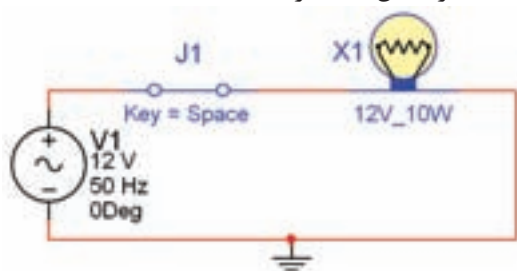
۱-۳-۳ دکمه‌ی تنظیم زمان (TIME/DIV) را طوری تغییر دهید تا تعداد سیکل‌های نمایش داده شده‌ی مناسب روی صفحه ظاهر شود. برای به دست آوردن زمان تناوب تعداد خانه‌های افقی یک سیکل را در عدد

۱-۲-۲۸ اگر یکی از لامپ‌ها را اتصال کوتاه کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ تجربه کنید و نتیجه‌ی آن را شرح دهید.

**هشدار!** در مدار واقعی چنین تجربه‌ای را برای اتصال کوتاه انجام ندهید. زیرا موجب بروز اتصال کوتاه و آسیب رساندن به مدار و سایر قطعات می‌شود و در صورتی که فیوز داشته باشد فیوز را می‌سوزاند.

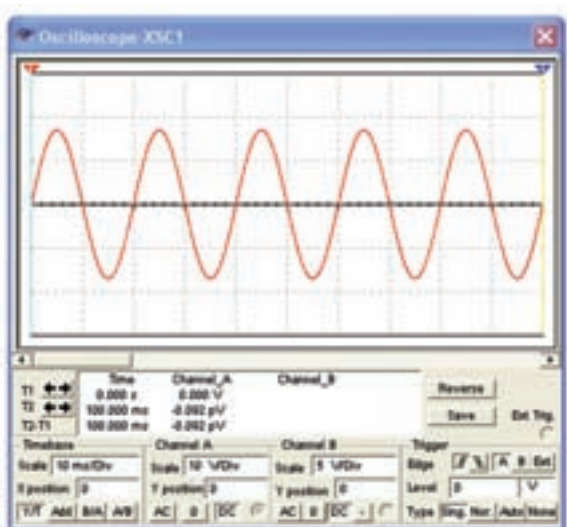
### ۱-۳-۳ آزمایش ۳: آشنایی با منبع تغذیه‌ی AC و دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار

۱-۳-۱ منبع تغذیه‌ی AC را از نوار قطعات و با استفاده از مسیر AC POWER، بر روی صفحه‌ی کار بیاورید. مدار شکل ۱-۱۹ را ببندید.



شکل ۱-۱۹ مدار ساده‌ی الکتریکی با منبع AC

**نکته‌ی ضروری:** برای بستن هر نوع مداری استفاده از اتصال زمین لازم است.



شکل ۲۲-۱ شکل موج دو سر لامپ

**نکته‌ی مهم:** با تغییر رنگ سیم ورودی به دستگاه اسیلوسکوپ، رنگ شکل موج نمایش داده شده تغییر می‌کند.

**۱-۳-۵** فرکانس منبع ولتاژ AC را در مدار شکل ۱-۱۹ به مقادیر  $10\text{ Hz}$  و یک کیلو هرتز تغییر دهید، اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی نمائید و نتایج را بنویسید.

---



---



---

**تحقیق کنید:** در مورد نحوه‌ی تنظیم و عملکرد دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار مولتی سیم تحقیق کنید و کارایی‌های آن را در طی یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

**سوال ۱:** زمان تناوب موج مربوط به شکل ۲۲-۱ را به دست آورید و مقدار آن را بنویسید.



مربوط به حوزه‌ی زمان ضرب کنید. هم‌چنین برای اندازه‌گیری دامنه‌ی پیک تا پیک موج می‌توانید تعداد خانه‌های عمودی در فاصله‌ی پیک تا پیک را در عدد مربوط به حوزه‌ی (VOLT/DIV) ضرب کنید. شکل ۲۱-۱ این مشخصات را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱-۱ نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ و زمان تناوب مقادیر ولتاژ پیک تا پیک و زمان تناوب نشان داده شده در شکل ۲۱-۱ به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

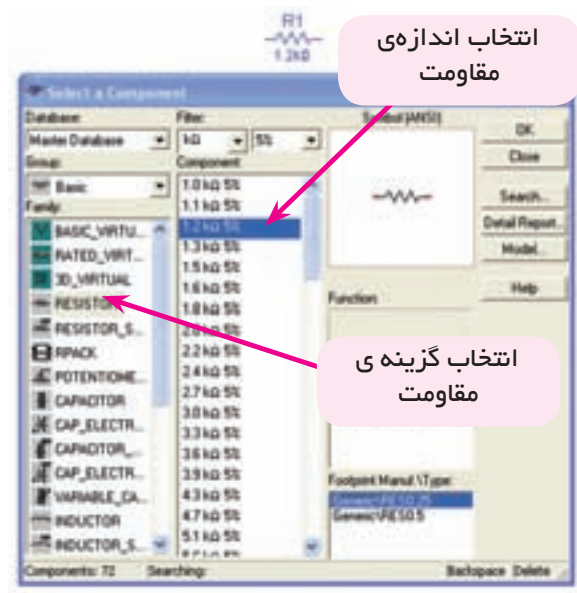
$$V_{p-p} = 3/5 \times 10 = 35\text{ V}$$

$$T = 2 \times 10 = 20\text{ msec}$$

**۱-۳-۴** دستگاه اسیلوسکوپ را به دو سر لامپ در مدار شکل ۱-۱۹ وصل کنید. پایه‌ی مثبت کانال A را به یک سر لامپ و پایه‌ی منفی آن را به زمین مدار اتصال دهید. مدار را به وسیله‌ی دکمه  یا  راه‌اندازی کنید، روی دستگاه اسیلوسکوپ دو بار کلیک چپ کنید شکل موج مطابق شکل ۲۲-۱ روی صفحه ظاهر می‌شود. با فشار دادن دکمه‌ی Reverse رنگ زمینه‌ی صفحه‌ی اسیلوسکوپ سفید رنگ می‌شود، به این ترتیب شکل موج بهتر قابل دیدن است.

احتیاج داشته باشید. در این آزمایش با تنظیمات قطعات آشنا می‌شوید.

۱-۴-۱ مقاومت الکتریکی را مطابق شکل ۱-۲۳ از قسمت Basic در نوار Components بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.



شکل ۱-۲۳ انتخاب مقاومت

۱-۴-۲ تعدادی مقاومت در اندازه‌های مختلف را در شکل ۱-۲۴ مشاهده می‌کنید. این مقاومت‌ها را روی صفحه‌ی کار بیاورید و مطابق همین الگو تغییر دهید.



شکل ۱-۲۴ تعدادی مقاومت

۱-۴-۳ برای تغییر رنگ مقاومت ابتدا آن را انتخاب کنید. سپس با کلیک راست روی مقاومت، صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۲۵ باز می‌شود.

**سوال ۲:** آیا می‌دانید چه رابطه‌ای بین فرکانس و زمان تناوب هر شکل موج متناوب وجود دارد؟ رابطه‌ی آن را بنویسید.

**سوال ۳:** با توجه به شکل ۱-۲۲ فرکانس شکل موج را محاسبه کنید.

**سوال ۴:** وقتی مدار شکل ۱-۱۹ را راه‌اندازی می‌کنید نور لامپ چه تغییراتی دارد؟ توضیح دهید.

## ۱-۴ آزمایش ۴: تغییر و تنظیم مقادیر انواع مقاومت، خازن و سلف

برای بستن هر مدار قطعات الکترونیکی خاص با مقادیر مشخصی نیاز دارید. ممکن است به نوع خاصی از قطعه

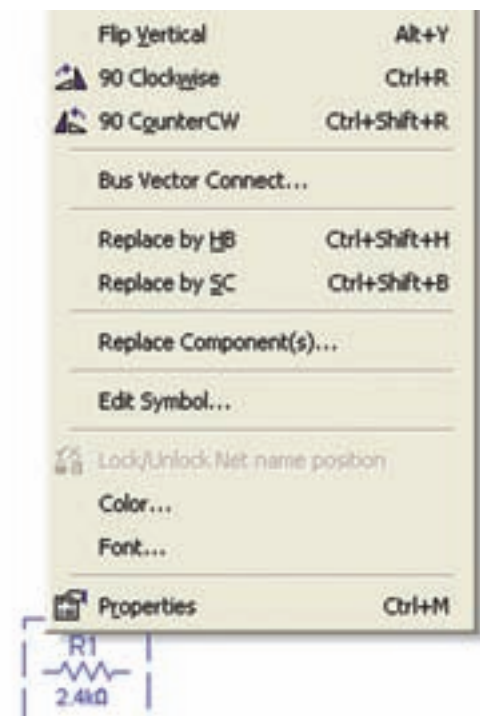
۱-۴-۶ اندازه‌ی مقاومت‌هایی که از طریق نوار Basic انتخاب می‌شوند به دلیل استاندارد بودن قابل تغییر نیستند. برای استفاده از قابلیت تغییر مقاومت می‌توانید از نوار virtual استفاده کنید. در شکل ۱-۲۷ نحوه‌ی استفاده از این قابلیت را مشاهده می‌کنید. برای فعال کردن زبان‌هی Virtual و آوردن مقاومت روی صفحه‌ی کار مجازی می‌توانید از گزینه‌ی View، زیر مجموعه‌ی Toolbar، زبان‌هی Virtual استفاده کنید. سپس از روی منوی Virtual قطعه‌ی مورد نظر را انتخاب نمایید.

**نکته‌ی مهم:** در هر زمانی که مشاهده کردید که یکی از مجموعه‌ی فهرست قطعات یا ابزار وجود ندارد از مسیر Toolbar → View فهرست مورد نظر استفاده کنید. پس از فعال کردن فهرست مورد نظر، آن مجموعه روی صفحه‌ی کار ظاهر خواهد شد.



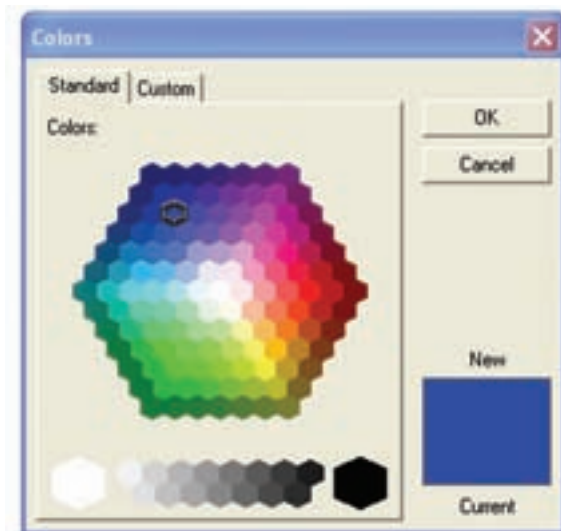
شکل ۱-۲۷ صفحه‌ی تنظیمات مقاومت

پس از آوردن مقاومت روی صفحه‌ی میز کار مجازی، در کادر Resistance اندازه‌ی مقاومت و واحد مورد نظر را



شکل ۱-۲۵ صفحه‌ی تنظیمات مربوط به هر قطعه

۱-۴-۴ گزینه‌ی Color را فعال کنید، صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۲۶ باز می‌شود. رنگ دلخواه را از میان رنگ‌های روی صفحه انتخاب کنید و کلید OK را فعال کنید.



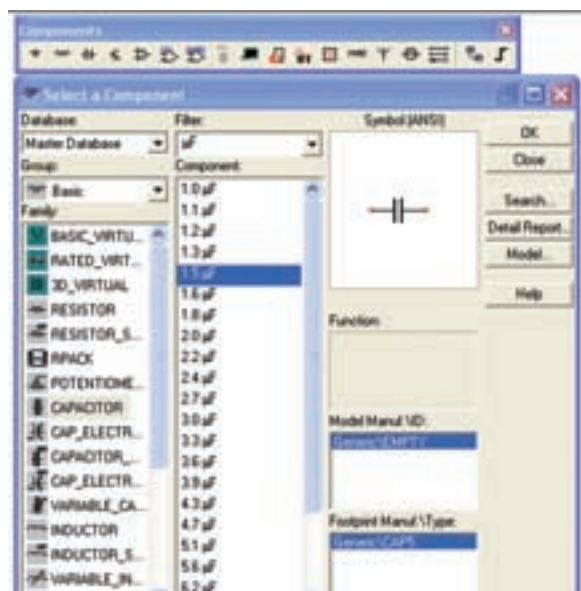
شکل ۱-۲۶ انتخاب رنگ برای قطعات

۱-۴-۵ مقاومت‌های متعدد را انتخاب کنید و رنگ آن‌ها را تغییر دهید تا تسلط کامل در این زمینه به دست آورید.



مرحله را آن قدر تکرار کنید تا مسلط شوید.

۱-۴-۱۱ خازن را از نوار Basic نیز می‌توانید انتخاب کنید. شکل ۱-۲۹ نحوه‌ی استفاده از قطعات مجازی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۹ انتخاب خازن از نوار قطعات

۱-۴-۱۲ انواع خازن‌ها را می‌توانید از نوار Basic انتخاب کنید، و بر روی صفحه‌ی میز کار بیاورید، شکل ۱-۳۰ خازن‌های مختلفی را که در نرم‌افزار موجود است نشان می‌دهد.



خازن متغیر (واریابل) خازن معمولی خازن الکترولیتی  
شکل ۱-۳۰ انواع خازن

سوال ۵: آیا می‌دانید چه تفاوتی بین خازن‌های انتخاب شده از نوار Basic و نوار Virtual وجود دارد؟ توضیح دهید.

---



---



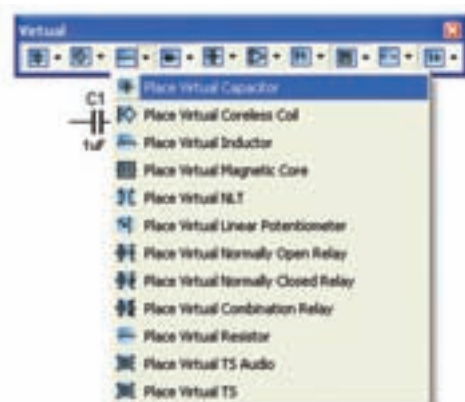
---

انتخاب کنید. هم چنین در کادر Tolerance مقدار خطا و در کادر Temperature Coefficient ضریب حرارتی و در کادر Nominal Temperature درجه‌ی حرارت نامی قابل انتخاب است.

۱-۴-۷ تعدادی مقاومت را از گروه Basic و زیر مجموعه‌ی Basic virtual انتخاب کنید و مقادیر آن را تغییر دهید. این عمل را آن قدر تکرار کنید تا تسلط کامل را در این زمینه کسب کنید.

۱-۴-۸ پتانسیومتر از انواع مقاومت‌های متغیر است که در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شود. با استفاده از گروه نوار Virtual و خانواده‌ی Basic virtual تعدادی پتانسیومتر در اندازه‌های مختلف را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید و مقادیر آن را تغییر دهید. تغییر مقادیر مربوط به پتانسیومتر مشابه تغییرات مربوط به لامپ و مقاومت است. این مرحله را آن قدر تکرار کنید تا تسلط کامل را به دست آورید.

۱-۴-۹ خازن یکی از قطعات پر کاربرد در مدارهای الکترونیکی است، مطابق شکل ۱-۲۸ خازن را از نوار Virtual انتخاب کنید. تغییر مقدار ظرفیت خازن و مشخصات آن مشابه تغییر مقدار مقاومت است.



شکل ۱-۲۸ انتخاب خازن از نوار مجازی

۱-۴-۱۰ تعدادی خازن را با اندازه‌های مختلف بر روی صفحه‌ی میز کار بیاورید و مقادیر آن را تغییر دهید. این



**سوال ۶:** زمان شارژ خازن به چه عواملی بستگی دارد؟  
شرح دهید.

---



---

**سوال ۷:** اگر مقدار مقاومت را در مدار شکل ۱-۳۲ کاهش دهید، زمان شارژ خازن افزایش می‌یابد یا کم می‌شود؟ تجربه کنید و نتایج را شرح دهید.

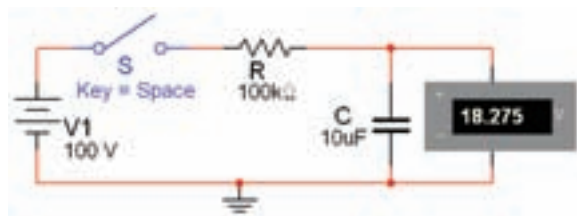
---



---

**۱-۴-۱۶** کلید S را در مدار شکل ۱-۳۲ قطع کنید و نحوه ی دشارژ خازن را مشاهده کنید. مدار شکل ۱-۳۳ لحظه‌ای از دشارژ را نشان می‌دهد.

**نکته ی مهم:** در صورتی که دشارژ خازن طولانی است، مقدار مقاومت داخلی ولت‌متر را کاهش دهید.



شکل ۱-۳۳ مدار دشارژ خازن

**سوال ۸:** آیا می‌دانید ولتاژ خازن در چه قطعه‌ای دشارژ ( تخلیه ) می‌شود؟ شرح دهید.

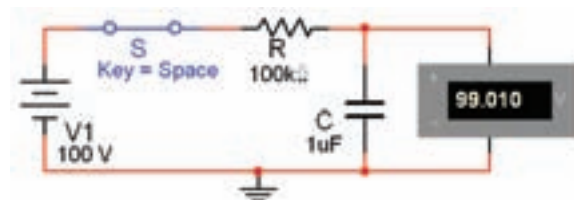
---



---

**۱-۴-۱۳** مدار شکل ۱-۳۱ نحوه ی شارژ شدن خازن را نشان می‌دهد. برای مشاهده ی فرآیند شارژ، کلید S را ببندید و تغییرات ولتاژ را در ولت‌متر مشاهده کنید.

**نکته ی مهم:** چون در اجرای این آزمایش زمان دخالت دارد لازم است، مراحل کار را با حوصله انجام دهید و در هر مرحله کمی صبر کنید.



شکل ۱-۳۱ مدار شارژ خازن

**نکته:** برای مشاهده ی تغییرات ولتاژ نسبت به زمان، ابتدا کلید S را در حالت قطع بگذارید و پس از فعال کردن نرم‌افزار آن را وصل کنید.

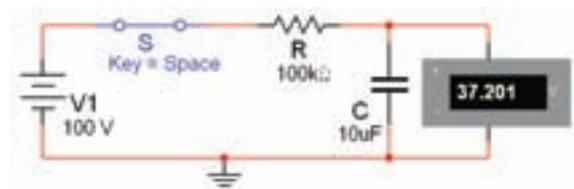
**۱-۴-۱۴** مقدار ظرفیت خازن را در مدار شکل ۱-۳۱ به  $4/7 \mu F$  و  $10 \mu F$  افزایش دهید و آزمایش را دو باره تکرار کنید. چه تغییری در زمان رسیدن ولتاژ ولت‌متر به مقدار حداکثر آن مشاهده می‌کنید، توضیح دهید.

---

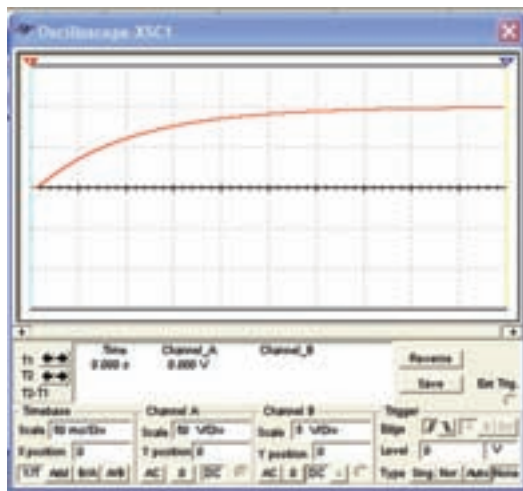


---

**۱-۴-۱۵** مدار شکل ۱-۳۲ تغییرات زمان بهتر را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۲ مدار شارژ خازن



شکل ۱-۳۵ منحنی شارژ خازن

۱-۴-۲۱ حداکثر ولتاژ شارژ خازن را اندازه بگیرید و مقدار آن را بنویسید.

---



---

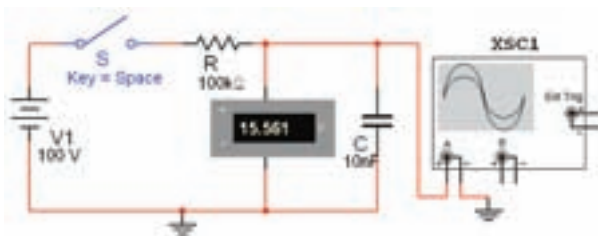


---

**نکته ی مهم:** برای مشاهده ی دقیق منحنی،

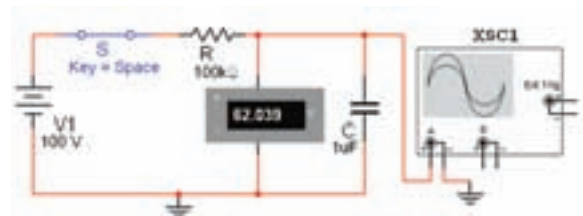
تنظیم های مربوط به Volt/Div و Time/Div باید با توجه به مقدار خازن و مقاومت در مدار تغییر کند. به عنوان مثال در مدار شکل ۱-۳۴ برای مشاهده ی منحنی شارژ باید Time/Div روی ۵۰ ms/Div و Volt/Div روی ۵۰ V/Div قرار گیرد.

۱-۴-۲۲ مدار شکل ۱-۳۶ را ببندید.



شکل ۱-۳۶ مدار دشارژ خازن

۱-۴-۱۷ برای مشاهده ی منحنی شارژ خازن دستگاه اسیلوسکوپ را به دو سر خازن مطابق شکل ۱-۳۴ وصل کنید و پس از راه اندازی مدار، کلید S را با فشار دادن کلید Space روی صفحه ی کیبورد به حالت وصل ببرید. توجه داشته باشید که باید Time/Div روی ۵۰ msec و Volt/Div روی ۵۰ باشد.



شکل ۱-۳۴ قرار دادن اسیلوسکوپ در مدار شارژ خازن

۱-۴-۱۸ بررسی کنید به چه دلیل ولتاژ دو سر خازن به شارژ کامل ۱۰۰ ولت نمی رسد؟ توضیح دهید.

---



---



---



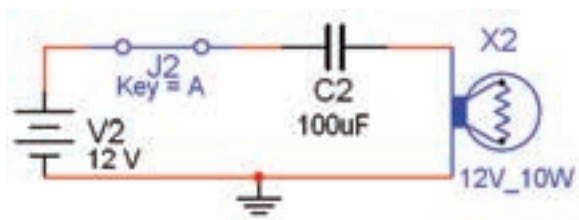
---



---

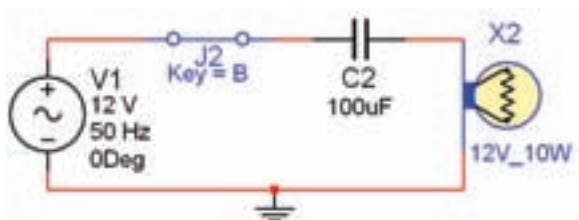
۱-۴-۱۹ صفحه ی دستگاه اسیلوسکوپ را باز کنید. با گذشت زمان باید منحنی شارژ خازن روی صفحه ی دستگاه اسیلوسکوپ ظاهر شود.

۱-۴-۲۰ شکل ۱-۳۵ منحنی شارژ خازن را در دستگاه اسیلوسکوپ نشان می دهد. این منحنی با وصل کلید S در مدار ایجاد می شود.



شکل ۱-۳۸ مدار ساده‌ی الکتریکی DC با استفاده از خازن

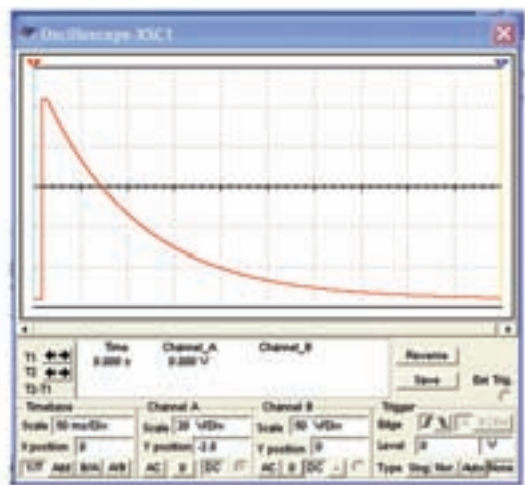
**۱-۴-۲۵** مدار شکل ۱-۳۹ را ببندید. پس از وصل کلید، آیا لامپ روشن می‌شود؟ تجربه کنید و نتیجه‌ی آن را بنویسید.



شکل ۱-۳۹ مدار ساده‌ی الکتریکی AC با استفاده از خازن

**سوال ۹:** مدارهای دو مرحله‌ی قبل را با هم مقایسه کنید و نتیجه‌ی مقایسه را بنویسید.

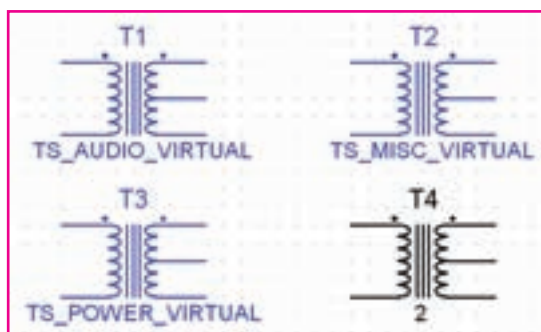
**۱-۴-۲۳** پس از این که خازن به طور کامل شارژ شد، در حالی که نرم‌افزار فعال است، کلید S را با فشار دادن کلید Space روی صفحه کلید قطع کنید و کمی صبر کنید. در این حالت خازن از طریق ولت‌متر شروع به دشارژ می‌کند و روی اسیلوسکوپ منحنی دشارژ ظاهر می‌شود. شکل ۱-۳۷ منحنی دشارژ خازن را نشان می‌دهد. چون زمان شارژ شدن خازن بسیار کوتاه است لذا برای این که بتوانید منحنی دشارژ را به طور کامل مشاهده کنید، بلافاصله بعد از فعال کردن کلید S آن را غیر فعال نمائید. هم‌چنین طبق شکل ۱-۳۷ وضعیت قائم اسیلوسکوپ را روی ۲/۸- و Volt/Div را روی ۲۰ و Time base آن را روی ۵۰ ms/Div قرار دهید.



شکل ۱-۳۷ منحنی دشارژ خازن

**نکته‌ی مهم:** توجه داشته باشید به دلیل تولرانس‌های مدار و وسایل مربوط به شبیه ساز ممکن است در برخی موارد با مباحث تئوری دقیقاً تطبیق نداشته باشد.

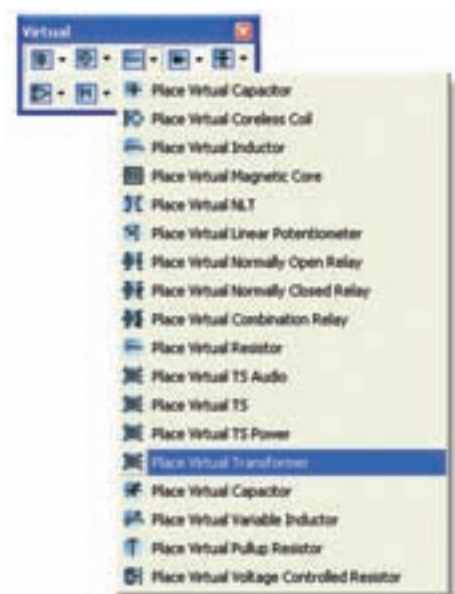
**۱-۴-۲۴** مدار شکل ۱-۳۸ را ببندید. پس از وصل کلید، آیا لامپ روشن خواهد شد؟ تجربه کنید و نتیجه‌ی آن را بنویسید.



شکل ۱-۴۱ تعدادی ترانسفورماتور در نرم افزار

۱-۴-۲۹ در نرم افزار، ترانسفورماتورها در دو نوع کاهنده و افزایشنده وجود دارند. با استفاده از گروه نوار Virtual مطابق شکل ۱-۴۲ ترانسفورماتوری که نسبت تبدیل آن قابل تنظیم است را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید

**نکته‌ی مهم:** توجه داشته باشید که در نرم افزار مولتی‌سیم، ترانسفورماتور به صورت سه بعدی وجود ندارد.



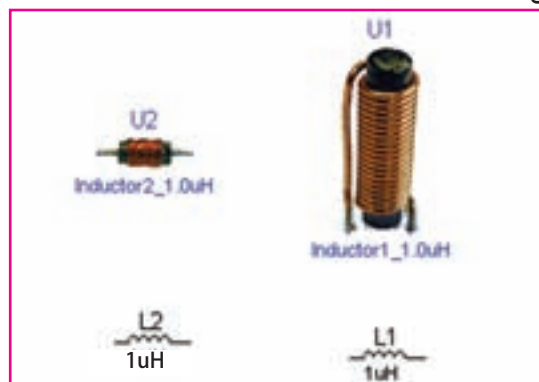
شکل ۱-۴۲ انتخاب ترانسفورماتور از نوار مجازی

۱-۴-۳۰ روی ترانسفورماتور کلیک راست کنید و در قسمت تنظیمات آن مطابق شکل ۱-۴۳ نسبت دور اولیه به ثانویه را تعیین نمایید.

۱-۴-۲۶ سلف یکی دیگر از قطعاتی است که در مدارهای الکترونیکی استفاده‌های زیادی دارد. برای مشاهده‌ی سلف از مسیرهای:

Component → Basic → 3D Component  
→ Inductor

مطابق شکل ۱-۴۰ تعدادی سلف بر روی صفحه‌ی میز کار بیاورید. در این شکل علامت فنی و شکل واقعی سلف نشان داده شده است.



شکل ۱-۴۰ دو نمونه سلف و علامت فنی آن‌ها

۱-۴-۲۷ هم‌چنین از مسیر زیر نیز می‌توانید قطعات سه بعدی را روی میز کار بیاورید.

View → Toolbar → 3D Component

۱-۴-۲۸ انواع ترانسفورماتور را با استفاده از نوار قطعات (Component) و مسیرهای قبلی بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید. شکل ۱-۴۱ تعدادی ترانسفورماتور را نشان می‌دهد. ترانسفورماتورها نیز مانند سایر قطعات به دو صورت مقادیر ثابت و Virtual در نرم افزار وجود دارند. تعدادی ترانسفورماتور را روی صفحه‌ی کار بیاورید و مقادیر آن‌ها را تغییر دهید.

---



---



---

**۱-۴-۳۳** مبدل وسیله‌ای است که می‌تواند یک نوع انرژی را به نوع دیگری از انرژی تبدیل کند. شکل ۱-۴۵ انواع مبدل را در نرم‌افزار نشان می‌دهد. این قطعات را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.



شکل ۱-۴۵ تعدادی مبدل در نرم‌افزار

**۱-۴-۳۴** در صورت تمایل می‌توانید مبدل‌ها را فعال کنید و آن‌ها را راه‌اندازی نمایید.

**سوال ۱۰:** آیا مبدل دیگری در نرم‌افزار می‌شناسید؟ در صورت مثبت بودن جواب آن‌ها را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.

---



---

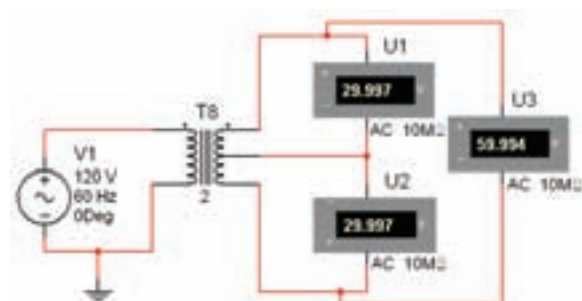


---



شکل ۱-۴۳ تنظیم نسبت ترانسفورماتور

**۱-۴-۳۱** مدار شکل ۱-۴۴ را ببندید. با استفاده از ولت‌متر AC ولتاژ دو سر ثانویه را اندازه‌گیری کنید. چه رابطه‌ای بین ولتاژ دو سر ثانویه و ولتاژ کل ثانویه برقرار است؟ شرح دهید.



شکل ۱-۴۴ اندازه‌گیری ولتاژ سرهای ترانسفورماتور

---



---



---

**۱-۴-۳۲** در مدار شکل ۱-۴۴ نسبت ترانسفورماتور را از ۲ به ۱۸ تغییر دهید و مقادیر ولتاژ اولیه و ثانویه را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.