



## بخش دوم

### عناوین بخش ۲:

- ۱- قانون اهم
- ۲- کار و توان الکتریکی
- ۳- اتصال سر مقاومت‌های اهمی
- ۴- اتصال مقاومت‌های اهمی به صورت موازی
- ۵- اتصال پیل‌ها
- ۶- جریان متناوب
- ۷- بویین (سلف)
- ۸- خازن در جریان مستقیم
- ۹- خازن در جریان متناوب



# فصل اول

## قانون اهم

(مطابق فصل هشتم کتاب مبانی برق)

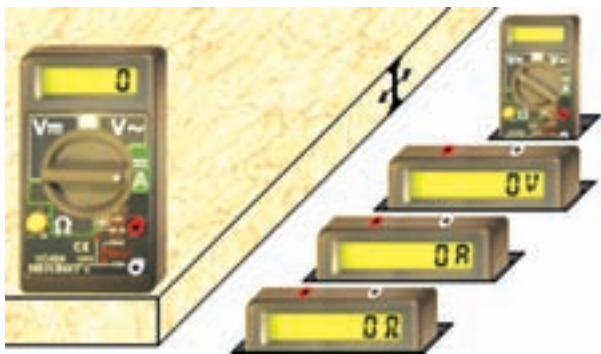
**هدف کلی: آموزش قانون اهم با استفاده از نرم افزار ادیسون**

**هدف های رفتاری:** در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم افزار ادیسون اجرا می شود، از فراگیرنده

انتظار می رود که:

نرم افزار محاسبه کند.  
۴- نحوه ی اندازه گیری مقاومت توسط اهم متر را در  
نرم افزار تجربه کند.  
۵- با استفاده از رئوس، اثر تغییرات مقاومت را روی  
جریان الکتریکی توسط نرم افزار بررسی کند.

۱- جریان الکتریکی را با استفاده از قانون اهم و به  
کمک نرم افزار محاسبه کند.  
۲- مقاومت الکتریکی را با استفاده از قانون اهم و به  
کمک نرم افزار محاسبه کند.  
۳- ولتاژ الکتریکی را با استفاده از قانون اهم و به کمک



شکل ۱-۱ مولتی متر دیجیتالی در نرم افزار ادیسون

۱-۱-۳ برای انتخاب حوزه ی کار، مکان نما را روی  
کمیت مورد نظر بگذارید. در این حالت چراغ کمیت انتخاب  
شده روشن می شود. روی آن کلیک کنید، سلکتور روی  
حوزه ی کار مورد نظر قرار می گیرد.

۱-۱-۴ طبق شکل ۱-۲ مقاومت ۱۰۰ اهمی، فیوز،  
کلید و منبع تغذیه را روی میز کار مجازی بیاورید.

### ۱-۱ آزمایش ۱: بررسی قانون اهم

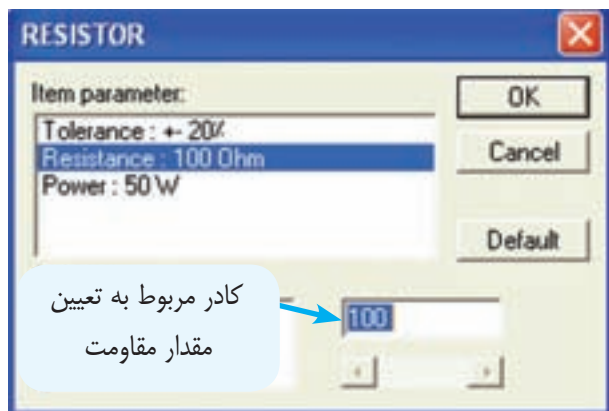
۱-۱-۱ بین سه کمیت الکتریکی ولتاژ، مقاومت و شدت  
جریان، رابطه ای وجود دارد که آن را قانون اهم می نامند.  
طبق قانون اهم، در یک مدار DC، شدت جریان با ولتاژ  
نسبت مستقیم و با مقاومت نسبت معکوس دارد.

۱-۱-۲ در نرم افزار ادیسون برای اندازه گیری شدت  
جریان عبوری از مدار از آمپر متر DC موجود در مولتی متر  
استفاده می شود. مولتی متر را مطابق شکل ۱-۱ در نرم افزار  
ادیسون روی میز کار مجازی بیاورید و روی حالت آمپر متر  
DC قرار دهید.

**نکته:** برای یافتن مولتی متر، روی قفسه ی پایین  
و سمت راست فضای نرم افزار چند بار کلیک کنید تا قفسه  
عوض شود و مولتی متر در دسترس قرار گیرد.

**سوال ۱:** آیا با توجه به ولتاژ منبع تغذیه و مقدار مقاومت، مقدار جریان مدار بر اساس رابطه  $I = \frac{V}{R}$  صحیح است؟ مقدار جریان را محاسبه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

**۱-۱-۸** اگر روی مقاومت دو بار چپ کلیک کنید صفحه‌ای مطابق شکل ۱-۵ در کنار میز کار مجازی باز می‌شود که مشخصات مقاومت در آن قابل مشاهده است. از قابلیت‌های این صفحه می‌توانید برای تغییر مقدار کمیت‌های اهم یا وات مقاومت استفاده کنید. به عنوان مثال، مطابق شکل در منوی Item Parameter مشخصه‌ی Resistance: 100Ω را انتخاب کنید سپس در منوی Status اندازه‌ی مقاومت را به مقدار دل‌خواه تغییر دهید.



شکل ۱-۵ نحوه‌ی تغییر مقدار مقاومت در نرم‌افزار ادیسون

**۱-۱-۹** برای تغییر مقاومت، لازم است در کادر پایین صفحه با استفاده از صفحه کلید کامپیوتر، مقدار مقاومت مورد نظر را وارد کنید. سپس روی دکمه‌ی OK دو بار کلیک کنید تا مقدار مقاومت تغییر کند. در این حالت نوارهای رنگی روی مقاومت نیز تغییر می‌کند.

**۱-۱-۵** مدار شکل ۱-۲ را با استفاده از نرم‌افزار ادیسون ببندید. ولتاژ منبع تغذیه را روی ۵ ولت تنظیم کنید. توجه داشته باشید که آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد، یعنی پایانه‌ی مثبت مولتی‌متر به یک سر مقاومت و پایانه‌ی منفی آن به سر منفی منبع تغذیه وصل می‌شود.



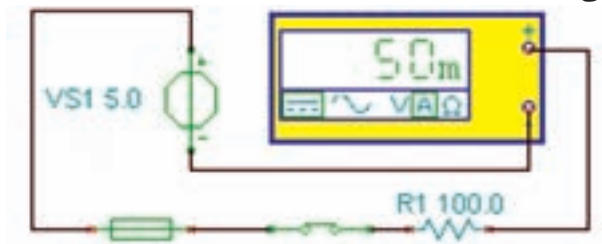
شکل ۱-۲ آوردن قطعات مورد نیاز روی میز کار

**۱-۱-۶** با توجه به شکل ۱-۳ مقدار شدت جریان عبوری را اندازه بگیرید.

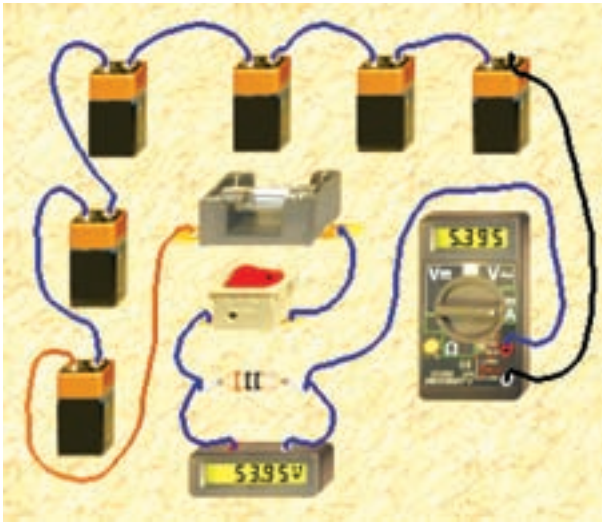


شکل ۱-۳ اندازه‌گیری جریان در یک مدار ساده با استفاده از قانون اهم

**۱-۱-۷** در شکل ۱-۴ نقشه‌ی فنی مدار را مشاهده می‌کنید.

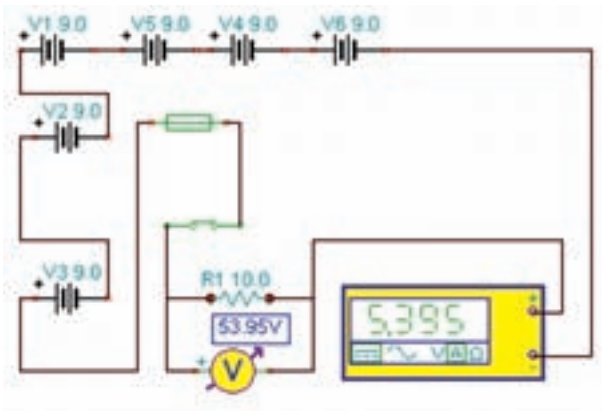


شکل ۱-۴ نقشه‌ی فنی مدار قانون اهم



شکل ۷-۱ بررسی توان مجاز مقاومت

۱-۱-۱۳ در شکل ۸-۱ نقشه‌ی فنی مدار عملی شکل ۷-۱ را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید در این مدار ۶ باتری ۹ ولتی با هم سری شده‌اند.



شکل ۸-۱ نقشه‌ی فنی مدار

**توجه:** در نقشه‌ی فنی مدار، می‌توانید سیم‌ها و قطعات را جابه‌جا کنید. در این حالت باید مدار غیر فعال باشد. توجه داشته باشید در نرم‌افزار ادیسون نسخه‌ی ۴، هنگامی که نرم‌افزار با میانبر لامپ باز است نمی‌توانید نقشه‌ی فنی را ترسیم کنید. برای ترسیم نقشه باید از میانبر موجود، تحت عنوان Schematic Analyser استفاده کنید. این میانبر در کنار میانبر لامپ و در پوشه‌ی ادیسون قرار دارد که بعداً راجع به آن بحث خواهیم کرد.

۱-۱-۱۰ مقدار مقاومت را به  $470 \Omega$  و توان آن را به  $0.5$  وات تغییر دهید، شکل ۶-۱.



شکل ۶-۱ تغییر مقاومت در نرم‌افزار ادیسون و بررسی قانون اهم

۱-۱-۱۱ آیا پس از بستن کلید، مقاومت می‌سوزد؟ آیا قانون اهم در این مدار نیز صدق می‌کند؟ پاسخ دهید.

---

---

---

---

---

**سوال ۲:** به چه دلیل در این حالت مقاومت سالم می‌ماند؟ توضیح دهید.

---

---

---

---

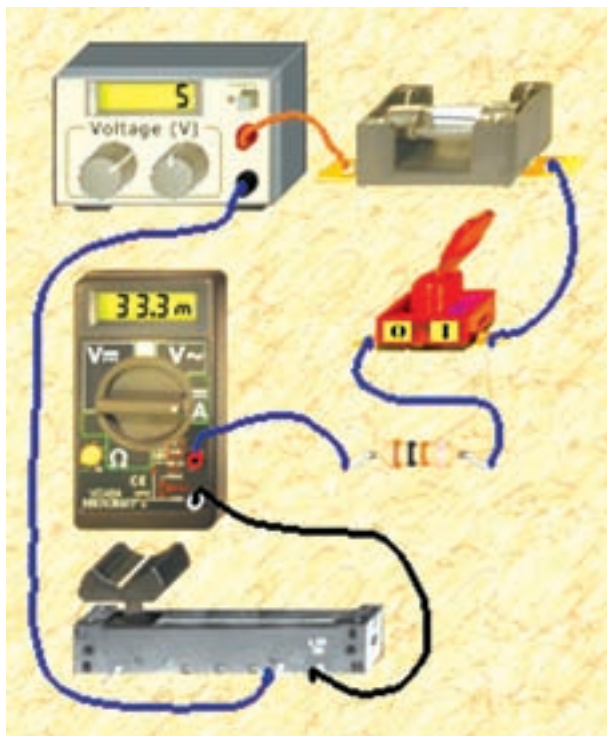
---

۱-۱-۱۲ مدار شکل ۷-۱ را ببندید و مقدار مقاومت را  $10 \Omega$  و توان آن را  $100W$  انتخاب کنید. جریان مجاز فیوز را روی  $6A$  تنظیم کنید.

**نکته:** در نرم‌افزار ادیسون، ولتاژ منبع تغذیه‌ی الکتریکی حداکثر می‌تواند ۱۲ ولت باشد، بنابراین برای ایجاد ولتاژ بیش‌تر می‌توانید چند باتری را با هم سری کنید.

## ۱-۲ آزمایش ۲: مقاومت متغیر به عنوان رئوستا

۱-۲-۱ مدار شکل ۱-۹ را ببندید و مقدار مقاومت متغیر را طبق شکل روی حداکثر قرار دهید. توجه داشته باشید که مقاومت ۱۰۰ اهمی به عنوان محدود کننده‌ی جریان در مدار مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۱-۹ اتصال رئوستا در نرم افزار ادیسون

۱-۲-۲ مقدار رئوستا را با حرکت دادن دسته‌ی آن توسط موشواره و مکان نما تغییر دهید. آیا هنگامی که روی مقدار صفر تنظیم می‌شود جریان برابر با ۵۰ mA است؟ توضیح دهید.

۱-۲-۳ در این حالت مقاومت چند اهم است؟

$R = \dots \Omega$

۱-۱-۱۴ مدار را راه اندازی کنید. آیا پس از بستن کلید، مقاومت می‌سوزد؟ با ذکر دلیل اثبات کنید. حداقل توان مجاز مقاومت باید چند وات باشد تا نسوزد؟

۱-۱-۱۵ توان مقاومت را روی مقادیر مختلف مثلاً ۱۰ میلی وات قرار دهید و در حالات مختلف مدار را راه اندازی کنید. آیا تغییر توان مجاز مقاومت، اثری در عملکرد مدار دارد؟ شرح دهید.

۱-۱-۱۶ تحقیق کنید به چه دلیل با وجود این که توان مجاز مقاومت کم تر از توان تلف شده در آن است، مقاومت موجود در نرم افزار نمی‌سوزد؟

۱-۱-۱۷ مدارهای دیگری با منابع ولتاژ و مقادیر مختلف مقاومت ببندید و موضوع توان مجاز را در آن بررسی نمائید و نتایج حاصله را توضیح دهید. این عمل را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۱-۱-۱۸ چند نمونه نقشه‌ی فنی مدار را اصلاح کنید و در مورد نحوه‌ی اجرا توضیح دهید.





شکل ۱۰-۱ عدم رعایت نکات ایمنی هنگام اندازه‌گیری مقاومت در نرم‌افزار ادیسون

**سوال ۶:** در صورتی که نکته‌ی ایمنی مهم سوال ۵ را رعایت نکنید، چه مشکلی پیش می‌آید؟ شرح دهید.

---

---

---

---

---

**سوال ۷:** در مدار شکل ۱۰-۱ اهم‌متر چه مقداری را نشان می‌دهد؟ چرا؟ چه اتفاقی در مدار رخ داده است؟

---

---

---

---

---

**۱-۲-۵** در مدار شکل ۱۱-۱ یکی از نکات ایمنی رعایت شده است، می‌توانید آن را تشخیص دهید؟ در مورد آن توضیح دهید.

**سوال ۳:** تغییرات مقاومت متغیر روی جریان مدار چه اثری می‌گذارد؟ تجربه کنید و توضیح دهید.

---

---

---

---

---

**سوال ۴:** آیا می‌توان در مدار شکل ۹-۱ توسط اهم‌متر مقاومت مدار را اندازه گرفت؟ روی نرم‌افزار تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

---

---

---

---

---

**سوال ۵:** آیا می‌دانید در زمان اندازه‌گیری مقاومت مدار چه نکته‌ی ایمنی مهمی را باید رعایت کنید؟ در باره‌ی آن توضیح دهید.

---

---

---

---

---

**۱-۲-۴** در مدار شکل ۱۰-۱، یک نکته‌ی ایمنی مهم رعایت نشده است، آن را از روی مدار تشخیص دهید و نام ببرید.



شکل ۱-۱۲ تغییر مقدار مقاومت و اثر آن روی مقدار جریان

**سوال ۹:** آیا می‌توانید مقدار مقاومت رئوستا را در مدار شکل ۱-۱۲ اندازه بگیرید؟ تجربه کنید و روش کار را توضیح دهید.

---



---



---

**سوال ۱۰:** در مدار شکل ۱-۱۳ چرا فیوز سوخته است؟ آن را تجربه کنید و نتایج تجربیات خود را به طور کامل و جزء به جزء توضیح دهید.



شکل ۱-۱۳ در مدار پتانسیومتر فیوز سوخته است



شکل ۱-۱۱ رعایت یکی از نکات ایمنی مهم هنگام اندازه گیری مقاومت

---



---



---

**سوال ۸:** چه تفاوت‌هایی بین شکل‌های ۱-۱۰ و ۱-۱۱ وجود دارد؟ بنویسید.

---



---



---

**۱-۲-۶** در مدار شکل ۱-۱۲ یک نکته‌ی ایمنی دیگر را رعایت کرده‌ایم آن را تشخیص دهید. اگر بخواهیم شدت جریان مدار ۸۰۰ میلی‌آمپر شود، لغزنده‌ی رئوستا به چه سمتی باید جا به جا شود؟ چرا؟ توضیح دهید.

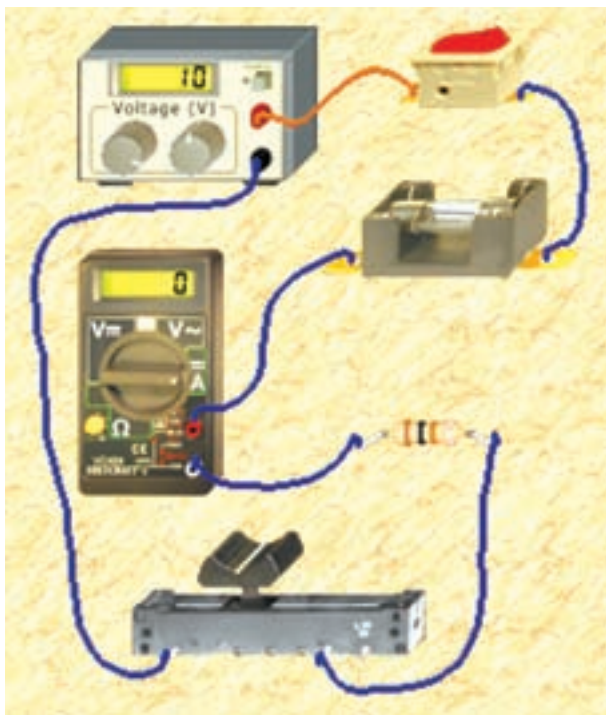
---



---



---



شکل ۱۵-۱ رعایت سه نکته‌ی ایمنی مهم در مدارى که در آن پتانسیومتر قرار دارد

۸-۲-۱ مدار شکل ۱۶-۱ را ببندید. مقدار جریان مجاز فیوز را ۱۰ آمپر، ولتاژ لامپ را ۵ ولت و توان آن را  $2/5$  وات تنظیم کنید و در این حالت با توجه به شکل، جریان عبوری از لامپ چند میلی آمپر است؟ از طریق محاسبه نیز به دست آورید.



شکل ۱۶-۱ روشن کردن لامپ در نرم افزار ادیسون و بررسی قانون اهم

برای تعمیر فیوز از گزینه‌ی Repair استفاده کنید. برای این منظور مکان نما را روی Repair ببرید تا علامت پیچ گوشتی ظاهر شود. روی آن کلیک کنید سپس پیچ گوشتی را روی قطعه‌ی معیوب ببرید و کلیک کنید قطعه تعمیر می شود. با راست کلیک پیچ گوشتی حذف خواهد شد.

**نکته:** برای تغییرات جزئی پتانسیومتر می توانید مطابق شکل ۱۴-۱ مکان نما را در محل مثلث قرمز روی پتانسیومتر ببرید و با کلیک کردن بر روی موشواره مقدار اهم پتانسیومتر در پله های معین مثلاً دو درصدی افزایش یا کاهش می یابد.



شکل ۱۴-۱ امکان تغییرات جزئی پتانسیومتر از طریق کلیک کردن

۷-۲-۱ در شکل ۱۵-۱ هنگام اندازه گیری مقاومت هر سه نکته‌ی ایمنی یعنی روشن نبودن مدار، قرار دادن فیوز و قرار دادن مقاومت محدود کننده رعایت شده است. این شکل را با شکل های قبلی مقایسه کنید و نتایج را به طور خلاصه بنویسید.

**آیا می دانید:** اگر دستگاه هایی مانند شارژر تلفن همراه، آداپتور یا منبع تغذیه‌ی انواع دستگاه های الکترونیکی را به مدت طولانی یا به صورت دائم به برق شهر وصل کنید، علاوه بر مصرف انرژی، ممکن است باعث آتش سوزی شود. این نکته‌ی ایمنی را حتماً رعایت کنید.



۱-۲-۱۰ نتایجی را که از این آزمایش به دست آورده‌اید، به طور خلاصه در چند سطر بنویسید.

---

---

---

---

---

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

سوال ۱۱: اگر میزان ولتاژ منبع را افزایش دهیم چه اتفاقی برای لامپ می افتد؟ چرا؟ شرح دهید.

---

---

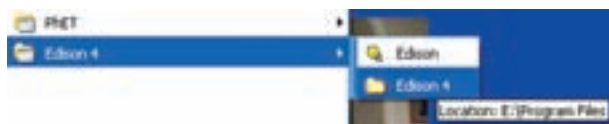
---

---

---

### ۱-۳ آزمایش ۳: رسم نقشه‌ی فنی مدار با نرم افزار ادیسون

۱-۳-۱ نرم افزار ادیسون را غیر فعال کنید. سپس در مسیری که نصب شده است با استفاده از نماد پوشه‌ی ادیسون ۴ طبق شکل ۱-۱۸ پوشه را باز کنید.

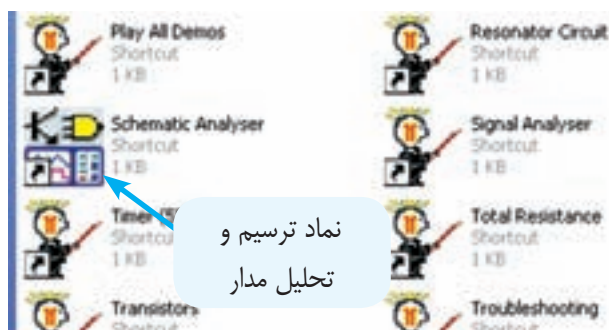


شکل ۱-۱۸ باز کردن نماد پوشه‌ی Edison 4

برای دسترسی به برنامه‌ی آماده و دانلود شده‌ی ادیسون از مسیر زیر استفاده کنید.

TIN.EXE → ادیسون → درایو مربوطه

۱-۳-۲ پس از باز کردن این نماد، صفحه‌ی مربوط به برنامه‌های آماده‌ی ادیسون که آموزشی است باز می‌شود، شکل ۱-۱۹.



شکل ۱-۱۹ نماد ترسیم و تحلیل مدار در نرم افزار ادیسون

۱-۲-۹ در مدار شکل ۱-۱۷ تجربه‌ی افزایش ولتاژ منبع را مشاهده کنید.



شکل ۱-۱۷ افزایش ولتاژ و اثر آن روی لامپ

سوال ۱۲: با توجه به مشخصات لامپ تا چه حدی مجاز هستیم ولتاژ منبع را در مدار ۱-۱۷ افزایش دهیم تا لامپ نسوزد؟

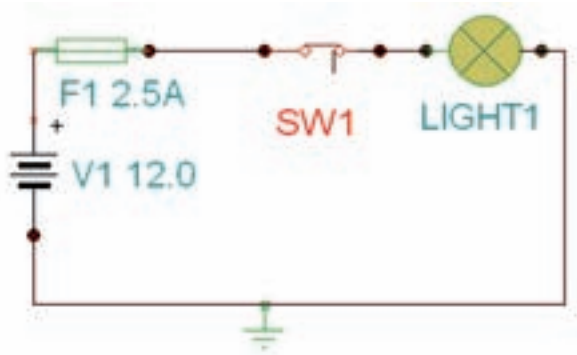
---

---

---

---

---



شکل ۱-۲۲ نقشه‌ی فنی یک مدار ساده

۱-۳-۶ کلیه‌ی مدارهایی که در آزمایش‌های این فصل داشته‌اید را با استفاده از نرم‌افزار ادیسون ترسیم کنید و درباره‌ی نتایج حاصل توضیح دهید.

---

---

---

---

---

---

۱-۳-۷ آزمایش‌های انجام شده در این فصل را با نرم‌افزار مولتی‌سیم نیز تجربه کنید. نتیجه‌ها را با یک‌دیگر مقایسه نمایید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

---

---

---

---

---

---

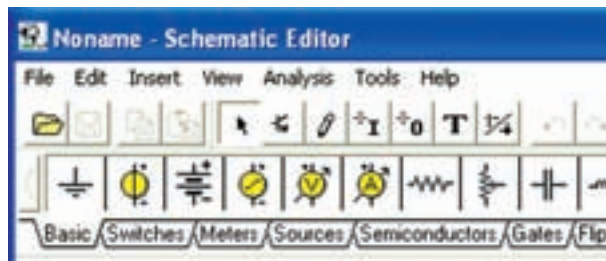
---

---

---

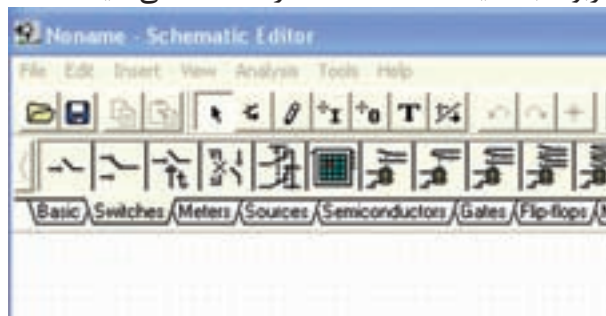
---

۱-۳-۳ روی آیکون Schematic Analyser دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ی مربوط به ترسیم نقشه‌ی مدار باز شود. شکل ۱-۲۰ قسمتی از صفحه‌ی باز شده را نمایش می‌دهد.



شکل ۱-۲۰ قسمتی از صفحه‌ی باز شده‌ی ترسیم مدار در نرم‌افزار ادیسون

۱-۳-۴ با انتخاب هر یک از نوشته‌های Basic, Switches Meters و..... صفحه‌ی جدیدی باز می‌شود که قطعات جدید را نشان می‌دهد. در شکل ۱-۲۱ قسمت مربوط به کلیدها (Switches) را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۲۱ باز شدن نمادهای فنی مربوط به کلیدها

۱-۳-۵ برای ترسیم مدار کافی است قطعه‌های مورد نظر را روی صفحه‌ی میز کار بیاورید و با استفاده از آیکون‌های مربوط به سیم‌کشی آن را سیم‌کشی کنید. در شکل ۱-۲۲ نقشه‌ی فنی یک نمونه مدار ساده را مشاهده می‌کنید.

**توجه:** از آن‌جا که نرم‌افزار ادیسون مورد استفاده در این کتاب از نوع آزمایشی (Demo) و با زمان نامحدود است، ممکن است برخی از نمادها فعال نشوند. هم‌چنین ترسیم مدار با قطعات محدود امکان‌پذیر است.