فصل دوم

بوبین‌پیچی

زمان اجرا : ۹ ساعت آموزشی

هدف کلی

طراحی و ساخت چند نمونه بوبین یک‌لایه و چندلایه

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

ـ انواع سیم‌های مورداستفاده در بوبین را شرح دهد.
ـ اجزای ساختمان یک بوبین یک لایه رانام ببرد.
ـ اجزای ساختمان یک بوبین چندلایه را نام ببرد.
ـ یک بوبین یک لایه و چندلایه را با هستهٔ هوا بپیچد.
ـ ضریب خودالقایی بوبین پیچیده شده را توسط سلف‌سنج اندازه بگیرد.
ـ تأثیر تغییر طول و جنس هسته را روی ضریب خودالقایی بوبین آزمایش کند.
ـ هدف رفتاری در حیطهٔ عاطفی که در فصل اول آمده است را در این فصل نیز اجرا کند.

۱ــ۲ــ اطلاعات مقدماتی

۱ــ۱ــ۲ــ سیم‌پیچ یا بوبین : از پیچیدن سیم هادی روپوش‌دار روی یک استوانه، یک سیم‌پیچ الکتریکی یا بوبین یا سلف ایجاد می‌شود. از بوبین برای ایجاد مقاومت القایی در مدارها استفاده می‌کنند. این سیم‌پیچ‌ها دارای ابعاد و اشکال مختلفی هستند ولی می‌توان آن‌ها را به دو دستهٔ کلی طبقه‌بندی کرد :

الف) سیم‌پیچ بدون هسته (با هستهٔ هوا)

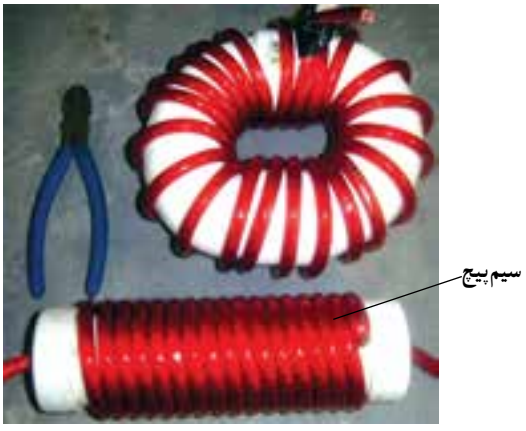
ب) سیم‌پیچ با هستهٔ فلزی یا فریت

در سیم‌پیچ بدون هسته، سیم را روی لوله‌های عایق، مانند مقوا یا پلاستیک، می‌پیچند. این لوله‌ها که قرقره نام دارند فقط برای حفظ و نگه‌داری سیم‌پیچ مورد استفاده قرار می‌گیرند. سلف‌های با خود القایی زیاد، اگر بدون هسته (با هستهٔ هوا) ساخته شوند ابعاد آن‌ها بزرگ می‌شود بنابراین بهتر است آن‌ها را با هسته (فلزی) بسازند، در این مورد هستهٔ مناسب، بخصوص در صنعت الکترونیک فریت‌ها هستند. در شکل ۱ــ۲ تعدادی از سلف‌ها و ترانسفورماتورها، نشان داده شده‌اند.

شکل ۱ــ ۲ــ نمونه‌هایی از سلف‌ها و ترانسفورماتورهای کوچک با هستهٔ فریت

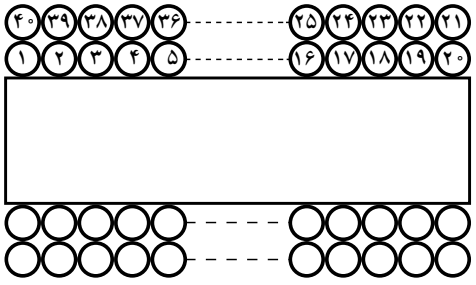
پیچیدن سیم روی هسته معمولاً به دو صورت یک لایه و چند لایه انجام می‌گیرد.

الف) سیم‌پیچ یک لایه : در این نوع سیم‌پیچ بر روی یک قرقره یا بر روی هستهٔ استوانه‌ای شکل سیم را به‌طور منظم می‌پیچند. شکل ۲ــ۲ دو بوبین یک لایه را نشان می‌دهد.



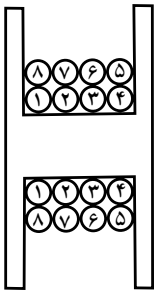
شکل ۲ــ۲ــ بوبین یک لایه

ب) سیم‌پیچ چند لایه : اگر به بوبینِ با خود القایی زیاد احتیاج باشد، از سیم‌پیچ چند لایه استفاده می‌کنیم. پیچیدن سیم‌پیچ چند لایه روش‌های مختلفی دارد. شکل ۳ــ۲ یک سیم‌پیچ دو لایه را که به‌صورت معمولی پیچیده شده است نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۲ــ بوبین چندلایه

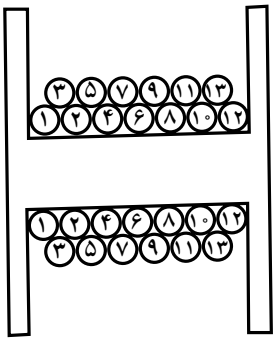
برای کاهش ظرفیت خازن‌های پراکنده در سیم‌پیچ، می‌توان از روش پیچیدن مستقیم بر روی هم مطابق شکل ۴ــ۲ استفاده کرد.



شکل ۴ــ۲ــ بوبین چندلایه باکاهش ظرفیت خازن پراکنده

توجه : هنگام ساخت و پیچیدن بوبین‌ها، سعی کنید بوبین‌های ۱۰۰ μH، ۳۰۰ μH، ۱۰ mH و ۱۰۰ mH بپیچید تا آن‌ها را در کارگاه الکترونیک عمومی سال سوم مورد استفاده قرار دهید.

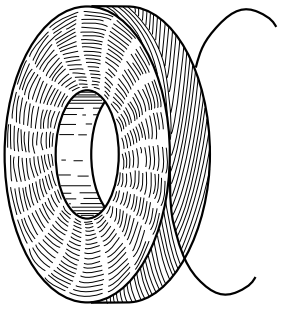
برای کاهش بیش‌تر ظرفیت خازن‌های پراکنده از روشی مطابق شکل ۵ــ۲ استفاده می‌کنند. البته پیچیدن سیم‌پیچ با این روش بسیار مشکل است.



به نحوهٔ پیچیدن سیم‌ها روی قرقره توجه کنید.

شکل ۵ــ۲ــ نوع دیگری از بوبین چندلایه

روش رایج برای کاهش ظرفیت خازن‌های پراکنده، پیچیدن سیم‌پیچ چند لایه به روش یونیورسال یا لانه‌زنبوری است، شکل ۶ــ۲ این روش را نشان می‌دهد.



شکل ۶ــ۲ــ سیم‌پیچ چندلایه با روش لانه‌زنبوری

۲ــ۱ــ۲ــ محاسبهٔ عملیِ سیم‌پیچ (بوبین) با هستهٔ هوا

: برای پیچیدن بوبین باید اطلاعات زیر را داشته باشیم :

الف) جریان عبوری از بوبین.

ب) ضریب خودالقایی بوبین.

پ) حجم فضایی که بوبین اشغال می‌کند.

با در دست داشتن اطلاعات فوق باید مجهولات زیر را محاسبه کنیم :

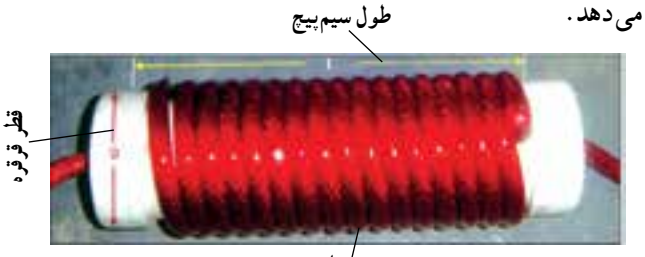
الف) قطر قرقره (D)

ب) طول مفید سیم‌پیچ (l)

پ) تعداد دور سیم‌پیچ (N)

ت) قطر سیم مورد استفاده (d)

شکل ۷ــ۲ یک بوبین یک لایه را با مشخصات فوق نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۲ــ مشخصات بوبین یک لایه

برای محاسبهٔ یک بوبین یک لایهٔ منظم با هستهٔ هوا، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم.

$$L = \frac{۰/۰۸D^۲N^۲}{۳D + ۹l}$$

در این فرمول L ضریب خودالقایی بوبین برحسب میکروهانری، D قطر قرقره برحسب سانتی‌متر، l طول سیم‌پیچ

برحسب سانتی‌متر و N تعداد دور سیم‌پیچ است. اگر قطر سیم را d در نظر بگیریم طبیعی است که N.d l خواهد شد. در محاسبات چون l بر حسب سانتی‌متر است باید d هم برحسب سانتی‌متر باشد.

۳ــ۱ــ۲ــ برای پیچیدن یک بوبین باید مراحل زیر را اجرا کنید :

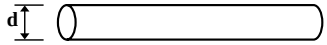
الف) متناسب با فضای موجود، ابعاد قرقره را انتخاب کنید.

ب) قطر سیم را مطابق با جریان عبوری از آن محاسبه کنید. چون سیم لاکی با سطح مقطع دایره‌ای برای پیچیدن بوبین به‌کار می‌رود، باید برای محاسبهٔ قطر سیم از چگالی جریان استفاده کنید.

۴ــ۱ــ۲ــ چگالی جریان : مقدار جریان عبوری از واحد سطح را چگالی جریان گویند. چگالی جریان را با J نشان می‌دهند و واحد آن آمپر بر میلی‌متر مربع است.

$$J \quad \begin{matrix} I\ (\text{آمپر}) \\ A\ (\text{میلی‌متر مربع}) \end{matrix}$$

A سطح مقطع سیم برحسب میلی‌مترمربع است. اگر قطر سیم d باشد :



$$A=\frac{\pi d^{۲}}{۴} \Rightarrow d=\sqrt{\frac{۴A}{\pi}} \Rightarrow d=۱/۱۳\sqrt{\frac{I}{J}}$$

مقدار J متناسب با توان بوبین انتخاب می‌شود. در جدول ۱ــ۲ مقادیر J متناسب با توان (P) نشان داده شده است.

جدول ۱ــ۲

$J\ (\frac{\text{آمپر}}{\text{میلی‌متر مربع}})$	P(V A)
۴	۵ــ
۳/۵	۵ ــ۱
۳	۱ ــ۲
۲/۵	۲ ــ۵

چون توان بوبین‌ها معمولاً کم است بنابراین مقدار J، ۴ آمپر بر میلی‌مترمربع در نظر گرفته می‌شود.

چنانچه در فرمول محاسبهٔ L ، به‌جای l مساوی آن Nd را قرار دهیم، N را می‌توانیم به صورت زیر محاسبه کنیم :

$$N=\frac{۹Ld\pm\sqrt{(۹Ld)^{۲}+۰/۹۶LD^{۳}}}{۰/۱۶D^{۲}}$$

۵ــ۱ــ۲ــ مثال : بوبینی با ضریب خودالقایی ۱۰ μH و جریان عبوری ۲۰۰mA طراحی کنید.

حل :

۱) D و ۲cm I انتخاب می‌کنیم. ۱cm

۲) $J=۴\frac{A}{mm^{۲}}$

۳) قطرسیم $d=۱/۱۳\sqrt{\frac{I}{J}}=۱/۱۳\sqrt{\frac{۰/۲}{۴}}=۰/۲۵۲mm$

قطر سیم استاندارد ۰/۰۲۵cm ۰/۲۵mm d

۴) تعداد دور $N=\frac{۹Ld\pm\sqrt{(۹Ld)^{۲}+۰/۹۶LD^{۳}}}{۰/۱۶D^{۲}}$

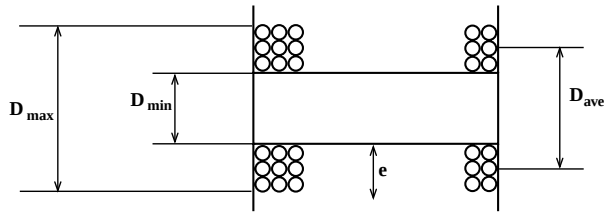
$$N=\frac{۹\times۱۰\times۰/۰۲۵\pm\sqrt{(۹\times۱۰\times۰/۰۲۵)^{۲}+۰/۹۶\times۱۰\times۱^{۳}}}{۰/۱۶\times۱^{۲}}$$

$$=\frac{۲/۲۵\pm۳/۸۲}{۰/۱۶}$$

$$N=\frac{۲/۲۵+۳/۸۲}{۰/۱۶}=۳۸ \text{ دور}$$

۶ــ۱ــ۲ــ محاسبه بوبین چندلایه : اگر ضریب خودالقایی زیاد باشد، پیچیدن سیم به‌صورت یک لایه باعث بزرگ شدن بوبین می‌شود لذا بوبین را به‌صورت چندلایه می‌پیچند.

شکل ۸ ــ۲ یک بوبین چندلایه را نشان می‌دهد.



شکل ۸ــ۲ــ مشخصات بوبین چندلایه

با معلوم بودن D_{mn} و D_{max} قطر متوسط یعنی D_{ave} را به‌دست می‌آوریم.

$$D_{ave} = \frac{D_{max} + D_{min}}{۲}$$

برای به‌دست آوردن عمق سیم پیچ (e) از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم :

$$e = \frac{D_{max} - D_{min}}{۲}$$

با استفاده از رابطهٔ :

$$L = \frac{۰/۰۸D_{ave}^{۲}N^{۲}}{۳D_{ave} + ۹l + ۱۰e}$$

مقدار ضریب خودالقایی L محاسبه می‌شود. که در آن :

L ضریب خودالقایی برحسب میکروهانری

D_{ave} قطر متوسط برحسب سانتی‌متر

l طول سیم پیچ برحسب سانتی‌متر

e عمق سیم پیچ برحسب سانتی‌متر

و N، تعداد دور بوبین است

اگر فقط D_{mn} معلوم باشد به‌صورت زیر عمل می‌کنیم :

الف) محاسبهٔ قطر سیم عیناً شبیه محاسبات قطر سیم در بوبین یک لایه است.

ب) تعداد دور در یک لایه از رابطهٔ $n = \frac{l}{d}$ به دست می‌آید.

پ) اگر بوبین را یک لایه فرض کنیم از D_{mn} می‌توان تعداد دور یعنی N را به‌دست آورد :

$$L = \frac{۰/۰۸D_{min}^{۲}N^{۲}}{۳D_{min} + ۹l}$$

$$N = \sqrt{\frac{L(۳D_{min} + ۹l)}{۰/۰۸D_{min}^{۲}}}$$

ت) بعد از محاسبهٔ تعداد دور فرضی تعداد لایه‌ها را به‌دست می‌آوریم :

$n' = \frac{N}{n}$ تعداد لایه‌ها

ث) عمق سیم پیچ برحسب سانتی‌متر $n'.d$ e است.

ج) قطر متوسط از رابطه e D_{mn} D_{ave} به‌دست می‌آید.

۷ــ۱ــ۲ــ مراحل محاسبه و اجرای یک بوبین چند لایه

الف) ابعاد قرقره را متناسب با فضای موجود انتخاب کنید.

ب) قطر سیم را با توجه به جریان محاسبه کنید.

پ) تعداد دور فرضی را برای بوبین یک لایه محاسبه کنید.

$$N = \sqrt{L\frac{(۳D + ۹l)}{۰/۰۸D^{۲}}}$$

ت) D_{ave} و e را محاسبه کنید.

هـ) در رابطهٔ $\frac{۰/۰۸D_{ave}^{۲}N^{۲}}{۳D_{ave} + ۹l + ۱۰e}$ L به‌جای e مساوی آن $\frac{Nd^{۲}}{l}$ را قرار دهید، سپس N را به‌دست آورید، به‌فرمول نهایی زیر می‌رسید.

$$N = \frac{\frac{۱۰Ld^{۲}}{l} \pm \sqrt{(\frac{۱۰Ld^{۲}}{l})^{۲} + ۰/۳۲LD_{ave}^{۲}(۳D_{ave} + ۹l)}}{۰/۱۶D_{ave}^{۲}}$$

۸ ــ۱ــ۲ــ مثال : بوبینی با ضریب خودالقایی ۱۰ میلی‌هانری را برای جریان ۲۰۰ میلی‌آمپر با قرقره‌ای به ابعاد D_{mn} ۱/۵ cm و l ۲cm طراحی و محاسبه کنید.

حل :

الف) D_{mn} ۱/۵cm و l ۲cm

ب) محاسبهٔ تعداد دور فرضی برای یک لایه :

$$N = \sqrt{\frac{L(۳D + ۹l)}{۰/۰۸D^{۲}}} = \sqrt{\frac{۱۰^{۴}(۳\times۱/۵ + ۹\times۲)}{۰/۰۸(۱/۵)^{۲}}}$$

$$= \sqrt{\frac{۲۲/۵\times۱۰^{۴}}{۰/۱۸}} = ۱۱۱۸ \text{ دور}$$

پ) قطر سیم که در بوبین یک لایه محاسبه شد

d ۰/۲۵mm

ث) دور یک لایه $n = \frac{l}{d} = \frac{۲}{۰/۰۲۵} = ۸۰$

ج) تعداد لایه $n' = \frac{N}{n} = \frac{۱۱۱۸}{۸۰} = ۱۳/۹۷ \cong ۱۴$

چ) عمق سیم‌پیچ $e \quad d.n' \quad ۰/۰۲۵ \times ۱۴ \quad ۰/۳۵cm$

ح) قطر متوسط $D_{ave} \quad D_{mn} \quad e \quad ۱/۵ \quad ۰/۳۵$

$D_{ave} \quad ۱/۸۵cm$

خ) محاسبهٔ تعداد دور

$$N = \frac{\frac{۱۰\times۱۰^{۴}\times(۰/۰۲۵)^{۲}}{۲} \pm \sqrt{\left[\frac{۱۰\times۱۰^{۴}(۰/۰۲۵)^{۲}}{۲}\right]^{۲} + \frac{۰/۳۲\times۱۰^{۴}\times(۱/۸۵)^{۲}(۳\times۱/۸۵+۹\times۲)}{۰/۱۶\times(۱/۸۵)^{۲}}}}{۰/۱۶\times(۱/۸۵)^{۲}}$$

$$N = \frac{۳۱/۲۵ \pm ۵۰۸/۸۱}{۰/۵۴} \Rightarrow N = \frac{۵۴۰}{۰/۵۴} = ۱۰۰۰ \text{ دور}$$

پس مشخصات این بوبین به قرار زیر است :

$D_{ave} \quad ۱/۸۵cm$

$e \quad ۰/۳۵cm$

$l \quad ۲cm$

$N \quad ۱۰۰۰$ دور

توجه کنید : از آن‌جا که یکی از قطعات اصلی در دستگاه‌های الکترونیکی ترانسفورماتور است، در ضمیمهٔ شمارهٔ ۱ــ۲ در جلد دوم (کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی و کارگاهی) اطلاعات جامعی را در ارتباط با طراحی و محاسبه و پیچیدن ترانسفورماتور آورده‌ایم که افراد علاقه‌مند می‌توانند از آن استفاده کنند.

۲ــ۲ــ نکات ایمنی

کلیهٔ نکات ایمنی مرتبط با کار عملی فصل اول را دراین مرحله نیز اجرا کنید.

۳ــ۲ــ کار با نرم‌افزار

با جست‌وجو در فضای مجازی، نرم‌افزاری بیابید که بتوانید با استفاده از آن بوبین‌های یک لایه و چند لایه را محاسبه کنید.

۴ــ۲ــ قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

سیم‌لاکی، بوبین پیچ، قرقره، جعبهٔ ابزار الکترونیکی و LCR متر

۵ــ۲ــ مراحل اجرای کار عملی

***۱ــ۵ــ۲ــ** هدف کلی را در کتاب گزارش کار بنویسید.

۲ــ۵ــ۲ــ کار عملی شمارهٔ ۱ : بوبین‌های یک لایه با ضریب خودالقایی ۱۵ µH و ۱۰۰ µH و جریان ۲۵۰ میلی آمپر را با ابعاد ۱/۵cm D و ۲cm l طراحی کنید و بوبین را روی قرقرهٔ مناسب بپیچید (در صورت نیاز طول و قطر را تغییر دهید). با کمک مربی و دستگاه سلف‌سنج ضریب خودالقایی بوبین پیچیده‌شده را اندازه بگیرید.

۳ــ۵ــ۲ــ کار عملی شمارهٔ ۲ : بوبین‌های یک لایه با ضریب خودالقایی ۳۰۰ µH و ۲۵ µH و جریان ۲۵۰ میلی‌آمپر را در ابعاد ۲cm D و ۳cm l طراحی کنید و بوبین را روی قرقرهٔ مناسب بپیچید. سپس با کمک مربی و دستگاه سلف‌سنج ضریب خودالقایی بوبین پیچیده شده را اندازه بگیرید (در صورت نیاز طول و قطر را تغییر دهید).

۴ــ۵ــ۲ــ کار عملی شمارهٔ ۳ : بوبین‌های چندلایه با ضریب خودالقایی ۲/۵mH، L ۱۰mH و L ۱۰۰mH و جریان ۲۰۰ میلی‌آمپر را طراحی کنید. ابعاد قرقره را متناسب با فضای موجود انتخاب کنید. بوبین را روی قرقرهٔ مناسب آن بپیچید. سپس با کمک مربی و دستگاه سلف‌سنج ضریب خودالقایی بوبین را اندازه بگیرید.

*** ۵ــ۵ــ۲ــ** یک یا دو نمونه کار عملی را با توجه به بوبین مورد نیاز کارگاه خود انتخاب نموده و با استفاده از دستگاه بوبین پیچ کار عملی را به اجرا درآورید و درمورد نحوهٔ پیچیدن بوبین توضیح دهید. در شکل ۹ــ۲ یک نمونه دستگاه بوبین پیچ را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۹ــ۲ــ دستگاه بوبین پیچ

*** ۶ــ۵ــ۲ــ** هسته‌ای آهنی را در داخل قرقرهٔ بوبین قرار دهید و تأثیر آن را روی ضریب خودالقایی بوبین بررسی کنید و نتیجه را ثبت نمایید.

*** ۷ــ۵ــ۲ــ** هسته‌ای فریتی را در داخل قرقرهٔ بوبین قرار دهید و با اندازه‌گیری ضریب خودالقایی بوبین، تأثیر هستهٔ فریتی را روی بوبین بررسی نمایید.

*** ۸ ــ۵ــ۲ــ** تأثیر تغییر فاصلهٔ سیم‌ها را روی ضریب خودالقایی بررسی کنید و نتایج را یادداشت نمایید.

۶ــ۲ــ نتایج کار عملی

آن‌چه را که در این کار عملی آموخته‌اید به اختصار جمع‌بندی کنید.

۷ــ۲ــ الگوی پرسش

کامل‌کردنی

۱ــ۷ــ۲ــ هستهٔ مناسب برای بوبین‌های با ضریب خودالقایی زیاد ..... است.

۲ــ۷ــ۲ــ مقدار جریان عبوری از ..... سیم را ..... می‌نامند و آن را با حرف J نشان می‌دهند.

۳ــ۷ــ۲ــ قراردادن هستهٔ فریتی در داخل قرقرهٔ بوبین با هستهٔ هوا ضریب خودالقایی بوبین را ..... می‌کند.

صحیح یا غلط

۴ــ۷ــ۲ــ اگر چگالی جریان ($J(\frac{A}{mm^2})$ و جریان عبوری از سیم I آمپر باشد، قطر سیم با استفاده از رابطهٔ $d = ۱/۱۳\sqrt{\frac{I}{J}}$ به‌دست می‌آید.

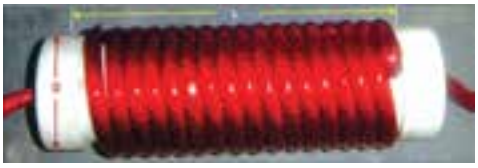
صحیح ☐ غلط ☐

۵ــ۷ــ۲ــ اگر حلقه‌های سیم‌پیچ یک بوبین یک لایه را از هم دور کنیم (فاصلهٔ حلقه‌ها را زیاد کنیم) ضریب خودالقایی بوبین کاهش می‌یابد.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۶ــ۷ــ۲ــ کدام رابطه برای محاسبهٔ بوبین یک لایهٔ منظم با هستهٔ هوا صحیح است؟ (شکل ۱۰ــ۲)



۱) $L = \frac{۰/۸DN^2}{۳D + ۹l}$

۲) $L = \frac{۰/۰۸D^2N^2}{۳D + ۹l}$

۳) $L = \frac{۰/۰۸D^2N}{۳D + ۹l}$

۴) $L = \frac{۰/۰۸D^2N^2}{۳l + ۹D}$

۷ــ۷ــ۲ــ قطر مناسب برای عبور ۲۵۰ میلی‌آمپر جریان از سیم با چگالی جریان $\frac{۴A}{mm^2}$ کدام است؟

۱) ۰/۲۸ mm ۲) ۰/۲۵ mm

۳) ۰/۲ mm ۴) ۱/۱۳ mm

کوتاه پاسخ

۸ ــ۷ــ۲ــ واحد چگالی جریان را بنویسید.

تشریحی

۹ــ۷ــ۲ــ در فرمول $L=\frac{۰/۰۸D^{۲}N^{۲}}{۳D+۹l}$ که مربوط به محاسبهٔ بوبین یک لایه با هستهٔ هوا است، L و D و l چه کمیت‌هایی هستند و واحد هریک از کمیت‌ها را بنویسید.

۱۰ــ۷ــ۲ــ برای پیچیدن یک بوبین چه اطلاعاتی را باید داشته باشیم؟ با استفاده از این اطلاعات، چه مجهولاتی را باید محاسبه کنیم؟ توضیح دهید.

ویژهٔ هنرجویان علاقه‌مند

تحقیق کنید

یک عدد ترانسفورماتور ۲۲۰ ولت به ۹ ولت را در اختیار بگیرید اولیه و ثانویهٔ آن را شناسایی کنید و مقاومت اولیه و ثانویهٔ آن را اندازه بگیرید. ترانس را به برق وصل کنید و ولتاژ ثانویهٔ آن را اندازه بگیرید. در مورد این تحقیق گزارشی تنظیم کنید و به کلاس ارائه دهید.

۸ــ۲ــ ارزشیابی

پس از کامل کردن گزارش و پاسخ دادن به سؤالات الگوی پرسش، در زمان تعیین شده گزارش کار خود را ارائه دهید.

فصل سوم

نقشه‌های مدارهای الکترونیکی

زمان اجرا : ۱۵ ساعت آموزشی

هدف کلی

ترسیم نقشه‌های الکترونیکی ساده به‌صورت دستی و نرم‌افزاری

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند :

ـ علت به‌وجود آمدن استاندارد را شرح دهد.

ـ علت استفاده از استاندارد را شرح دهد.

ـ انواع استانداردهای متداول در صنعت برق و الکترونیک را نام ببرد.

ـ استانداردهای پرکاربرد در رشتهٔ الکترونیک را نام ببرد.

ـ به منظور آشنایی با قطعات و تجهیزات طراحی فیبر مدار چاپی و لحیم‌کاری هدفمند یک نمونه پروژهٔ ساده در این مرحله معرفی شود. این پروژه می‌تواند مداری مانند آداپتور ـ کلید سادهٔ الکترونیکی ـ چشمک‌زن ـ تستر ترانزیستور باشد. (تعداد قطعات به‌کار رفته در مدار حداقل ۸ قطعه)

ـ علامت اختصاری و نماد فنی تعدادی از قطعات متداول در مدارهای الکترونیکی را رسم کند.

ـ تاریخچهٔ ترسیم نقشه‌های الکترونیکی و ابزار مربوط به آن را شرح دهد.

ـ قواعد و قراردادهای متداول برای ترسیم نقشهٔ مدارهای الکترونیکی را شرح دهد.

ـ یک نمونه نقشهٔ فنی ساده با استفاده از ابزار معمولی (مداد ـ خط‌کش و ...) روی کاغذ A۴ ترسیم کند.

ـ بااستفاده از نرم‌افزار ادیسون چند نمونه نقشهٔ فنی سادهٔ الکتریکی و الکترونیکی را ترسیم کند.

ـ با استفاده از نرم افزار ادیسون نقشهٔ فنی مدار مشخصی را با ابعاد معین ترسیم کند.

ـ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم چند نمونه نقشهٔ فنی ساده الکترونیکی را ترسیم کند.

ـ با استفاده از نرم افزار مولتی‌سیم نقشه فنی مدار مشخصی را ترسیم نماید.

ـ براساس مراحل اجرای کار گزارش کار مناسب تهیه کند.

ـ حیطه‌های عاطفی بیان شده در فصل اول را رعایت کند.

۱ــ۳ــ اطلاعات مقدماتی

۱ــ۱ــ۳ــ استانداردها : امروزه در دنیا وقتی کالایی یا خدماتی عرضه می‌شود، مردم به غیر از آرم تبلیغاتی (برند) آن به تاریخ تولید، انقضاء، خدمات پس از فروش، نشان یا نشان‌های استاندارد آن توجه می‌کنند.

علامت استاندارد نشان مرغوبیت کالاست و اجناس و خدماتی که هیچ نشان استانداردی برخود ندارند، برای استفاده و خرید به هیچ عنوان مناسب نیستند. استاندارد (Standard) در لغت به معنی نظم، قاعده و قانون است. به عبارت دیگر تعیین و تدوین ویژگی‌های لازم در تولید یک فرآورده (محصول) یا انجام یک خدمت را استاندارد گویند.

باید به این نکته توجه داشت که در طول تاریخ با پیشرفت روزافزون جوامع، معیارهای استاندارد تغییر می‌کند و هیچ‌گاه ثابت و یکسان نیست و تغییرات آن وابسته به مسائل اقتصادی، صنعتی، شرایط اقلیمی و فرهنگ و رسوم ملت‌ها در دنیا می‌باشد. به همین منظور استانداردها به انواع زیر دسته‌بندی می‌شوند.

۲ــ۱ــ۳ــ انواع استانداردها

الف) بین‌المللی International

ب) ملی National

پ) منطقه‌ای Regional

ت) محلی Local

به عنوان مثال استاندارد TÜV یکی از معتبرترین استانداردهای دنیا متعلق به سازمانی در آلمان است که روی سلامتی کالاهای صنعتی ارائه شده از جانب شرکت‌های مختلف، نظارت دارد. استاندارد ارائه شده برای سلامت کارکرد کالاها یا محصولات کشاورزی، دودزایی وسایل نقلیه، استاندارد ساخت موتورهای سنگین و سبک و تأسیسات انرژی است تا سلامت انسان و محیط زیست را تضمین کند.

یکی دیگر از استانداردها، استاندارد حلال (HDC) است. این استاندارد مختص کشورهای اسلامی و مسلمانان جهان است که بیش‌ترین کاربرد آن برای محصولات غذایی بر طبق شریعت اسلامی است، قواعد این استاندارد نظارت بر تولید غذا، بسته‌بندی و انبار دارد.

در جدول ۱ــ۳ برخی از استانداردهای بین‌المللی ــ ملی آورده شده است.

جدول ۱ــ۳

نام استاندارد یا مؤسسه	شرح وظایف	علامت اختصاری
ایزو ـ سازمان بین‌المللی استاندارد International standard organization	یک فدراسیون بین‌المللی، تشکیل شده از نهادهای ملی استاندارد است وظیفهٔ ایزو ارتقای توسعه استانداردسازی و فعالیت‌های مربوط به آن در دنیا است	ISO
Communaute Europeenne	استانداردسازی اجباری در بسیاری از محصولات تجاری و صنعتی است که در منطقهٔ اقتصادی اروپا تولید یا به فروش می‌رسند و باید از نظر سلامت و امنیت برای انسان و طبیعت تضمین شده باشند	CE
مؤسسه ملی استاندارد ANSI American National Standards Institute	کار اصلی این مؤسسه این است که اعتبار استانداردهای تولید شده به وسیله نمایندگان مؤسسات استانداردسازی، گروه‌های مصرف‌کننده خدمات، شرکت‌های تولیدی، و کار کارمندان را تأیید می‌کند	ANSI
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ماتصا)	این مؤسسه تنها مرجع تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) در ایران است و برطبق قانون نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری کنترل کیفی مواردی مانند محصولات، خدمات علمی ــ فنی، واردات و صادرات کالا را در ایران برعهده دارد	S

لازم به توضیح است که چنانچه تمایل به ارزشیابی از جدول‌های استاندارد باشد باید جدول مربوطه در اختیار هنرجویان قرار گیرد.

۳ــ۱ــ۳ــ استانداردهای برق و الکترونیک : در صنعت برق و الکترونیک برای نظارت و کنترل کیفی محصولات و خدمات مهندسی، استانداردهایی برحسب نوع فرآورده تعریف شده است که در جدول ۲ــ۳ آمده است.

توصیه می‌شود در صورت ارزشیابی از این بخش جدول در اختیار هنرجویان قرار گیرد.

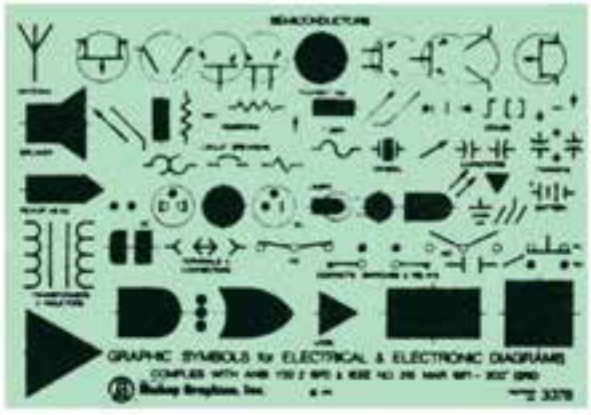
جدول ۲ــ۳

نام مؤسسه یا استاندارد	شرح وظایف	علامت اختصاری
استانداردهای برق و الکترونیک در اروپا	European Committee for Electrotechnical Standardization	CENELEC
استانداردهای کمیته قطعات الکترونیک	CENELEC Electronic components Committee	CECC
استانداردهای اتحادیه صنایع الکترونیک	Electronic Industries Alliance	EIA
استانداردهای کابل عایق امریکا	the Insulated Cable Engineers Association	ICEA
استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک	International Electrotechnical Commission	IEC
استاندارد انجمن کیفیت برق	Quality assessment system for electronic components	IECQ
استاندارد بین‌المللی مهندسان برق و الکترونیک امریکا	The Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE
استانداردهای اتصالات الکترونیک	Association connection Electronic Industries	IPC

۴ــ۱ــ۳ــ انواع شابلون‌های الکتریکی : در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی باید شمای فنی عناصر مدار با اندازه و مقیاس مناسب رسم شوند. برای سرعت بخشیدن در کار نقشه‌کشی و رعایت اندازهٔ قطعات در تمام نقشه‌ها از ابزارهایی مانند شابلون استفاده می‌کنند. در شکل ۱ــ۳ نحوهٔ استفاده از شابلون، طریقهٔ قرار دادن فاصله مابین کاغذ و شابلون و نحوهٔ ترسیم علایم، بر روی کاغذ دیده می‌شود.

شکل ۱ــ۳ــ استفاده از شابلون

درشکل ۲ــ۳ یک نمونه شابلون نقشهٔ شماتیک قطعات الکترونیکی نشان داده شده است. امروزه استفاده از شابلون و ترسیم نقشه با دست کاربرد چندانی ندارد و منسوخ شده است. می‌توان به کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول مراجعه کرد و با استفاده از نرم‌افزار پدتوپد (Pad2Pad) طراحی مدار چاپی را یاد گرفت. برای طراحی حرفه‌ای باید از نرم‌افزار پروتل (Protel) استفاده کرد.



شکل ۲ــ۳ــ شابلون سمبل‌های الکتریکی و الکترونیکی با استاندارد IEEE

۵ــ۱ــ۳ــ نکات مهم در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی :

در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی باید قواعد و قراردادهایی را رعایت کرد. بعضی از مهم‌ترین قراردادها به شرح زیر است :

۱ــ نحوهٔ کلی ترسیم مدارها باید از سمت چپ به سمت راست باشد.

۲ــ ورودی‌ها در طرف چپ صفحه و خروجی‌ها در طرف راست صفحه قرار گیرد.

۳ــ متناسب با مراحل کار دستگاه، مدار به ترتیب و در دنبالهٔ هم رسم شود.

۴ــ مقادیر ولتاژهای بیش‌تر در بالای صفحه و مقادیر ولتاژهای کم‌تر در پایین صفحه قرار گیرند. (مثلاً مقادیر ولتاژ یک مدار ترانزیستوری به صورت ۱۲V در بالای صفحه و علامت زمین به صورت ⏚ در پایین صفحه مشخص می‌شود).

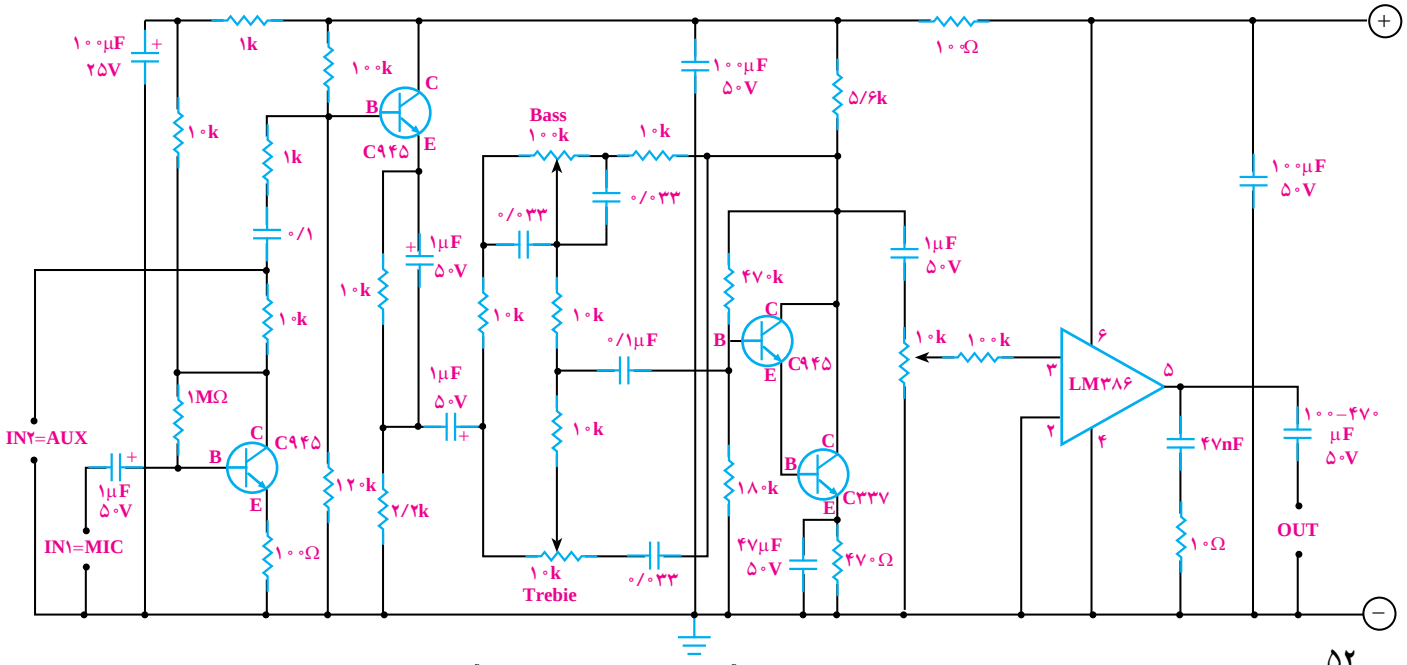
۵ــ مدارهای معینی که در نقشه وجود دارد ولی قسمت اصلی مدار را تشکیل نمی‌دهد (مانند منابع تغذیه) باید در نیمهٔ پایینی صفحه کشیده شوند.

۶ــ خطوط اتصال بین اجزای مدار باید به‌طور دقیق رسم شوند.

۷ــ تا آن‌جایی که مقدور است خطوط به صورت قائم (۹۰°) یکدیگر را قطع کنند.

۸ــ وقتی که خطوط یکدیگر را قطع می‌کنند و در همان نقطهٔ برخورد نیز به یکدیگر وصل می‌شوند باید محل اتصال با یک نقطهٔ توپُر مشخص شود.

درشکل ۳ــ۳ خصوصیات کلی ترسیم یک نقشهٔ الکترونیکی تا حدودی رعایت شده است :



شکل ۳ــ۳ــ نقشهٔ کامل یک آمپلی‌فایر صوتی با ترانزیستور و آی‌سی

امروزه با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری بدون استفاده از شابلون می‌توان نقشه‌های مدارهای الکترونیکی را به‌صورت استاندارد ترسیم کرد.

۲ــ۳ــ نکات ایمنی

کلیهٔ نکات ایمنی مربوط به کارهای عملی قبلی را در این کار عملی نیز اجرا کنید.

۳ــ۳ــ کار با نرم‌افزار

با مراجعه به سایت‌های مختلف اینترنتی سعی کنید نرم‌افزارهای مرتبط با استانداردها را شناسایی کنید.

۴ــ۳ــ ابزار، قطعات، مواد و تجهیزات مورد نیاز

ــ لوازم التحریر

ــ نرم‌افزار مولتی‌سیم

ــ نرم‌افزار ادیسون

ــ کاغذ نقشه‌کشی

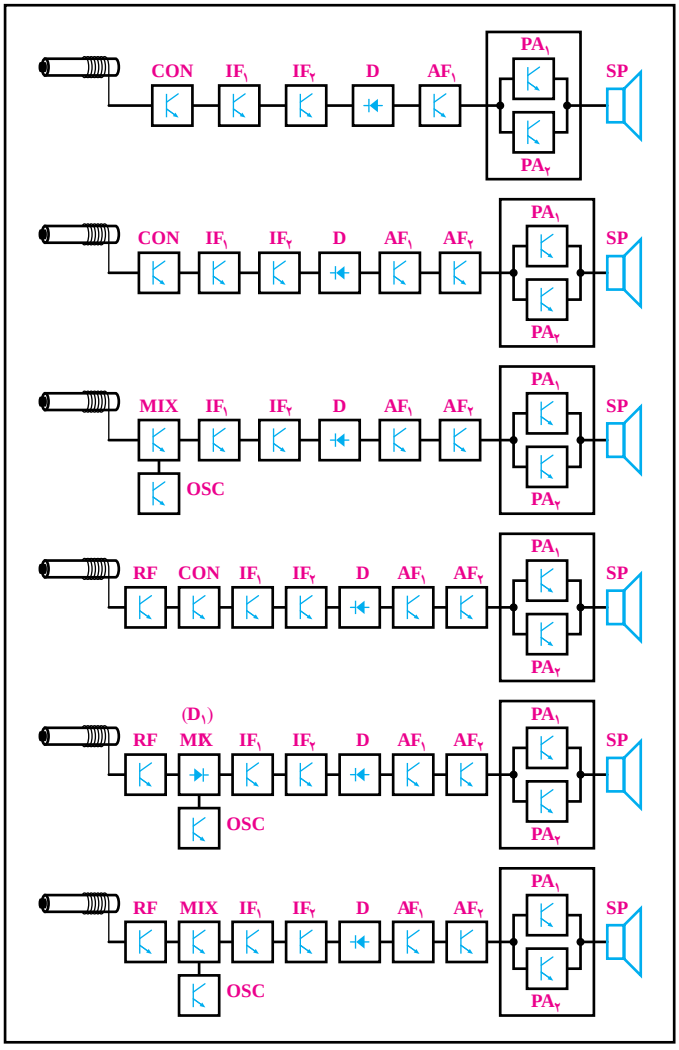
ــ نقشهٔ فنی چند نوع مدار

ــ تخته شاسی

هدف کلی فصل و مواردی که با ستاره * مشخص شده است را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم) آزمایشگاه اندازه‌گیری و کارگاه الکترونیک مقدماتی بنویسید.

۵ــ۳ــ مراحل اجرای کار عملی

۱ــ۵ــ۳ــ کار عملی شمارهٔ ۱ : در شکل ۴ــ۳ بلوک دیاگرام انواع گیرنده رادیویی سوپرهترودین ترسیم شده است.



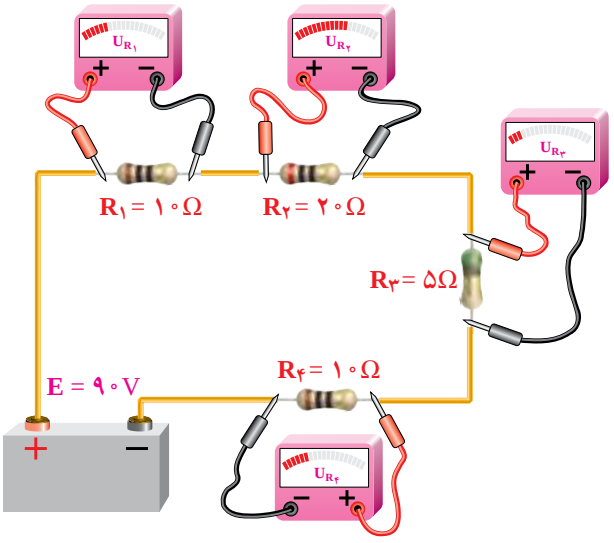
شکل ۴ــ۳

بلوک دیاگرام‌ها را با مقیاس مناسب (مقیاس مناسب را معلم تعیین می‌کند) روی کاغذ میلی‌متری و یا در صورت امکان روی کاغذ کالک ترسیم کنید.

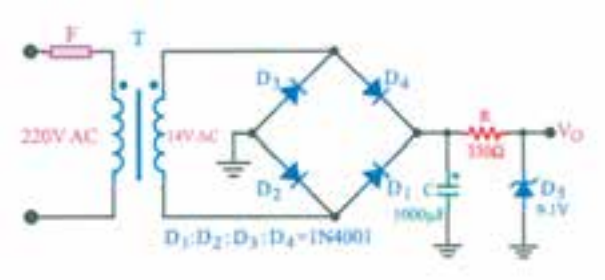
*** ۲ــ ۵ــ ۳ــ** گزارش کوتاهی از چگونگی ترسیم بلوک دیاگرام گیرندهٔ رادیویی را بنویسید.

۳ــ ۵ــ ۳ــ کار عملی شمارهٔ ۲ : با مراجعه به کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ بخش اول، فصل اول، نرم‌افزار ادیسون را روی کامپیوتر نصب کنید و چگونگی استفاده از آن را یاد بگیرید.

*** ۴ــ ۵ــ ۳ــ** دو نمونه نقشه از مدارهای سادهٔ داده شده در کتاب‌های مبانی برق یا الکترونیک عمومی یک، مشابه شکل‌های ۵ــ۳ و ۶ــ۳ را انتخاب کنید و با استفاده ازنرم‌افزار ادیسون نقشهٔ فنی آن‌ها را رسم کنید. گزارشی از فعالیت خود بنویسید.



شکل ۵ــ۳



شکل ۶ــ۳

۵ــ ۵ــ ۳ــ کار عملی شمارهٔ ۳ : با استفاده از کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول نرم‌افزار مولتی‌سیم را نصب کنید و چگونگی استفاده از آن را یاد بگیرید.

*** ۶ــ ۵ــ ۳ــ** دو مدار ساده را انتخاب کنید و با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم نقشهٔ فنی آن را رسم نمایید.

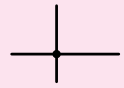
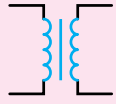
از نقشه‌های رسم شده پرینت بگیرید و در محل تعیین شده در کتاب گزارش کار بچسبانید.

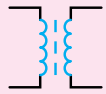
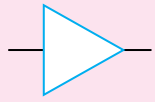
۷ــ ۵ــ ۳ــ علائم اختصاری نقشه‌ها : نقشهٔ الکترونیکی عبارت است از مجموعهٔ علایم گوناگون که ارتباط عناصر مختلف موجود در یک مدار را با یکدیگر مشخص می‌کند. دریک مدار الکترونیکی معمولاً قطعات و المان‌های متفاوتی به‌کار می‌رود. برای هر المان الکترونیکی یک علامت فنی (شمای فنی) درنظر گرفته می‌شود. شمای فنی هر المان باید طوری انتخاب شود که گویای کار و مشخصات همان المان باشد.

از این‌رو معمولاً از یک جدول مرجع استاندارد استفاده می‌شود. در جدول ۳ــ۳ شمای فنی همراه با حرف یا حروف اختصاری و اصطلاح انگلیسی بعضی از قطعات الکترونیک آورده شده است.

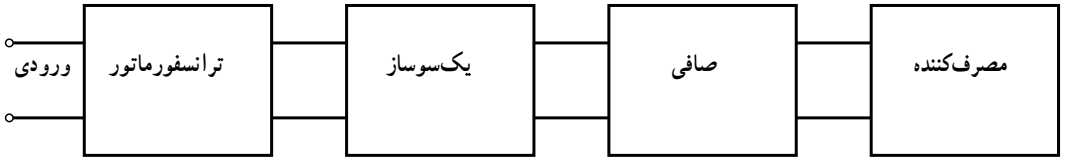
این جداول با استفاده از استاندارد IEC تهیه شده است.

جدول ۳ــ۳ــ علائم اختصاری قطعات

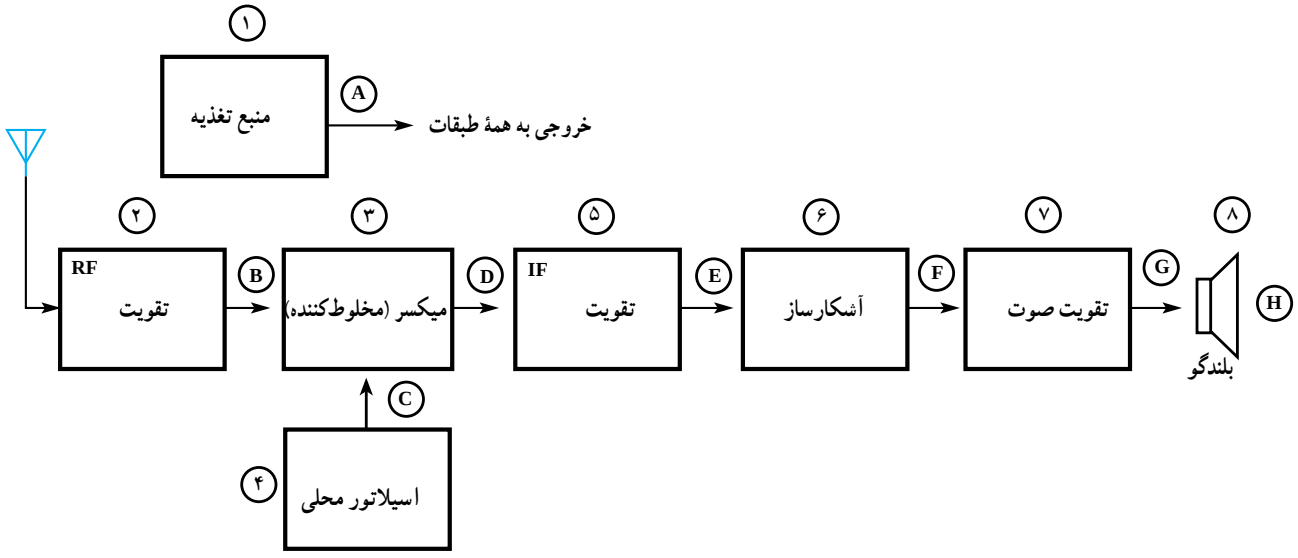
شرح	نماد فنی	علامت اختصاری	انگلیسی
اتصال زمین		E	Earth ground
اتصال شاسی ـ اتصال بدنه			Chassis of frame connection
اتصال مشترک		TB	Common connection
نقطهٔ اتصال			Junction of connected
مقاومت اهمی		R	Resistor
مقاومت متغیر			Variable Resistor
پتانسیومتر (مقاومت متغیر قابل تنظیم با پیچ‌گوشتی)		R	Potentiometer
مقاومت تابع حرارت		PTC	Positive and
مقاومت تابع حرارت		NTC	negative Temperature coefficient
خازن		C	Capacitor
خازن الکترولیت		C	Electrolytic capacitor
خازن متغیر		C	Variable capacitor
بوبین با هستهٔ هوا		L	Coil with Air core
بوبین با هستهٔ زغالی (فریت)		L	Coil with Magnetic core
ترانسفورماتور با هستهٔ آهنی		T	Transformer with Magnetic core

Transfomer with Variable ferrite core	T		ترانسفورماتور با هستهٔ متغیر فریتی
Auto Transfomer	T		اتوترانسفورماتور
Single cell Battery	BT		باتری یک واحدی
Multiple cell Battery	BT		باتری چند واحدی
Fuse	F		فیوز
Antenna	A		آنتن
Loud Speaker	LS		بلندگو
AC Oscillator	OS		نوسان‌ساز سینوسی
Diode	D		دیود نیمه‌هادی
Zener Diode	DZ		دیود زنر
Light Emitting Diode	LED		دیود نوردهنده
Photo Diode			دیود نوری (فتودیود)
NPN Transistor			ترانزیستور NPN
PNP Transistor			ترانزیستور PNP
Silicon Controlled Rectifier	SCR		یک‌سوکنندهٔ قابل کنترل سیلیکونی
Unijunction Transistor	UJT		ترانزیستور تک‌پیوندی
Amplifier	AMP		تقویت‌کننده

۸ــ۵ــ۳ــ ترسیم نقشه‌های الکترونیکی : برای آن که کار هر مجموعه از مدارهای الکترونیکی را به‌طور جداگانه نشان دهیم لازم است از بلوک دیاگرام استفاده کنیم. برای این منظور معمولاً مشخصات فنی و نام هر مدار را در داخل مستطیل یا بلوک مخصوص می‌نویسیم و ورودی‌ها و خروجی‌های هر بلوک را مشخص می‌کنیم. در شکل ۷ــ۳ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه و در شکل ۸ــ۳ بلوک دیاگرام یک گیرندهٔ رادیویی رسم شده است.



شکل ۷ــ۳ــ بلوک دیاگرام منبع تغذیه



شکل ۸ــ۳ــ بلوک دیاگرام گیرنده رادیویی AM

*** ۹ــ۵ــ۳ــ کار عملی شمارهٔ ۴** : با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم علائم استاندارد داده شده در جدول ۳ــ۳ را ترسیم کنید و پرینت آن را در محل تعیین شده بچسبانید و دربارهٔ انجام این فعالیت توضیح دهید.

*** ۱۰ــ۵ــ۳ــ** یکی از نقشه‌های کتاب مبانی برق یا الکترونیک عمومی ۱ یا هر نقشهٔ دیگری که مورد تأیید مربی کارگاه است را انتخاب کنید و با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم آن را ترسیم نمایید. پرینت نقشهٔ ترسیم شده را در محل تعیین شده بچسبانید.

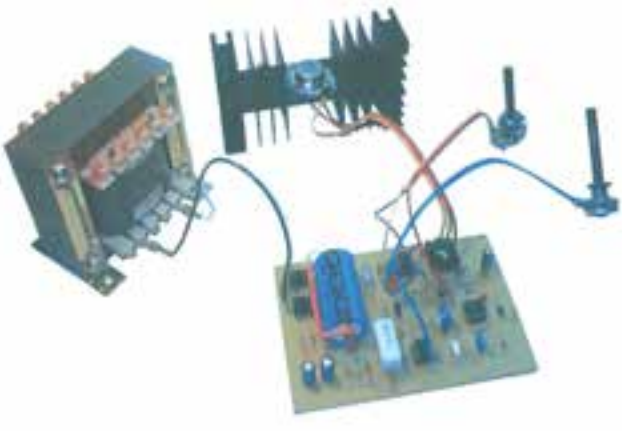
۱۱ــ۵ــ۳ــ انتخاب پروژه : اجرای پروژه می‌تواند موجب ارتقای سطح علمی هنرجویان شود و زمینهٔ مناسبی را برای ارتباط آنان با بازار کار فراهم آورد. هم‌چنین در صورتی که پروژه به نتیجه برسد و اجرایی شود، حس اعتماد و پشتکار را در فراگیرنده افزایش می‌دهد. از آن‌جا که غالباً هنرجویان از اجرای یک کار واقعی عملی هراس دارند، با اجرای این پروژه، ترس آنان از اجرای کار عملی ریخته می‌شود و به راحتی می‌توانند در محیط‌های مختلف بازار کار به‌صورت فعال و خلاق عمل کنند.

در این پروژه هنرجو باید درطی زمان تعیین شده مراحل زیر را عملیاتی و اجرا نماید.

- انتخاب نقشهٔ پروژه و دریافت تأییدیه از معلم مربوطه
- بررسی و تحلیل مدار پروژه به صورت اجمالی
- تهیهٔ فهرست قطعات و مراجعه به بازار و خرید قطعات
- طراحی و ساخت مدار چاپی

ـ آزمایش قطعات و نصب آن روی بُرد مدار چاپی
ـ راه‌اندازی و نهایی کردن پروژه
ـ تهیه گزارش پروژه و مستندسازی آن
ـ ارائه پروژه به کلاس در زمان تعیین شده توسط مربی.

هنگام انتخاب مدار پروژه سعی کنید مداری انتخاب کنید که قابل اجرا و نهایی شدن باشد. در این فرایند، زمانی هنرجو نمره پروژه را دریافت خواهد نمود که آن را راه‌اندازی کرده باشد. شکل ۹ـ۳ یک نمونه پروژهٔ اجرا شده را نشان می‌دهد.



شکل ۹ـ۳ـ یک نمونه منبع تغذیه به عنوان پروژه

*** ۱۲ـ۵ـ۳ـ** در این مرحله یک پروژهٔ سادهٔ مناسب را با مشاوره با مربی کارگاه انتخاب کنید و نقشهٔ آن را در محل تعیین شده بچسبانید. تا پایان سال تحصیلی باید این پروژه را در زمان تعیین شده توسط مربی اجرا نمایید.

۱۳ـ۵ـ۳ـ در مراحل اجرای پروژه که شامل تهیهٔ قطعات، آزمایش قطعات، تهیهٔ فیبر مدار چاپی، مونتاژ، لحیم‌کاری و راه‌اندازی است مراحلی که در ادامه می‌آید را مورد توجه قرار دهید.

- نقشهٔ پروژه مورد نظر را تهیه کنید و به تأیید معلم خود برسانید.
- فهرست قطعات مورد نیاز را تهیه کنید.
- به بازار مراجعه کنید و قطعات مورد نظر را خریداری نمایید. هنگام خرید قطعه دقت کنید تا قطعاتی را که خریداری می‌کنید با قطعات مورد نیاز شما انطباق داشته باشد.
- مدار چاپی پروژه را طراحی کنید و آن را رسم نمایید.
- مدار چاپی ترسیم شده را روی فیبر انتقال دهید و آن را اسیدکاری کنید.
- فیبر مدار چاپی آماده شده را سوراخ‌کاری کنید.
- قطعات را مورد آزمایش قرار دهید.
- قطعات را روی فیبر مدار چاپی نصب کنید.
- از فیبر آماده شده تصویری تهیه کنید.
- مدار را راه‌اندازی کنید.
- در صورتی که مدار راه‌اندازی نشد، برای رفع عیب آن اقدام کنید.
- در صورت امکان، پروژه را به‌صورت نرم‌افزاری اجرا کنید.

۶ـ۳ـ نتایج کار عملی

نتایج به‌دست آمده از اجرای کار عملی در این فصل را بنویسید.

۷ـ۳ـ الگوی پرسش

کامل‌کردنی

۱ـ۷ـ۳ـ ISO اول کلمات انگلیسی ..... است.

۲ـ۷ـ۳ـ CE استانداردی است که اختصاص به محصولات کشورهای ..... دارد و HDC اختصاص به کشورهای ..... دارد.

جورکردنی

۳ـ۷ـ۳ـ نام مؤسسه یا استاندارد را در ستون (الف) به علامت اختصاری آن در ستون (ب) با خطوط رنگی اتصال دهید.

الف	ب
استاندارد انجمن کیفیت برق	CECC
استاندارد بین‌المللی مهندسان برق و الکترونیک آمریکا	IEC
استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک	IECQ
استانداردهای کمیتهٔ قطعات الکترونیک	IEEE

چهارگزینه‌ای

۴ــ۷ــ۳ــ نماد اتصال شاسی (اتصال بدنه) کدام است؟

۱)

۲)

۳)

۴)

۵ــ۷ــ۳ــ در ترسیم نقشه‌های الکترونیکی کدام گزینه صحیح نیست.

۱ــ ورودی‌ها در طرف چپ و خروجی‌ها در طرف راست صفحه قرار گیرد.

۲ــ مقادیر ولتاژهای بیش‌تر در بالای صفحه و ولتاژ کم‌تر در پایین صفحه قرار می‌گیرند.

۳ــ محل عبور خطوط از روی یک‌دیگر با نقطهٔ توپر مشخص می‌شود.

۴ــ در حدامکان خطوط به‌صورت قائم (با زاویهٔ ۹۰°) یک‌دیگر را قطع کنند.

تشریحی

۶ــ۷ــ۳ــ معنی لغات انگلیسی را بنویسید.

الف) Standard

ب) Brand

پ) Local

ت) International

۷ــ۷ــ۳ــ استاندارد TUV روی چه مواردی نظارت دارد؟ شرح دهید.

۸ــ۷ــ۳ــ کار اصلی مؤسسهٔ ANSI را بنویسید.

۹ــ۷ــ۳ــ نماد فنی نقطهٔ اتصال، فیوز، بوبین با هستهٔ فریتی و تقویت‌کننده را رسم کنید.

۱۰ــ۷ــ۳ــ اجرای یک پروژهٔ عملی چه مزایایی دارد؟ در مورد آن توضیح دهید.

۸ــ۳ــ ارزشیابی

پس از پاسخ دادن به سؤال‌های الگوی پرسش و کامل کردن دفتر گزارش کار، در زمان تعیین شده، گزارش کار را جهت ارزشیابی تحویل دهید.