پودمان ۳

مدارهای الکترونیکی ساده

دیود و ترانزیستور دو قطعه پُرکاربرد در مدارهای الکترونیکی هستند. از این قطعات معمولاً در همه دستگاه‌های الکترونیکی به صورت مجزا یا مجتمع استفاده می‌شود. بنابر این آزمایش روی دیود و ترانزیستور و اندازه‌گیری کمیت‌های مربوط به آن‌ها اهمیت دارد. این فرآیند از طریق نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری صورت می‌گیرد و باید مورد توجه خاص قرارگیرد. یادآور می‌شود بدون شناخت این قطعات پایه، نمی‌توانیم به چگونگی عملکرد مدارهای الکترونیکی دسترسی پیداکنیم.

واحد یادگیری ۳

شایستگی آزمایش قطعات نیمه‌هادی

آیا تا به حال فکر کرده‌اید:

- عناصر نیمه‌هادی مانند دیود چه نقشی در مدارهای الکترونیکی دارند؟
- چه قطعات الکترونیکی می‌توانند برق متناوب شهر را به برق DC تبدیل کنند؟
- دیودهای نوردهنده در صرفه‌جوئی انرژی الکتریکی چه تحول عظیمی ایجاد کرده‌اند؟
- در صفحات نمایش تصویر، رنگ‌های مختلف چگونه ساخته می‌شوند؟

دیودها، قطعاتی نیمه‌هادی هستند که در انواع مختلف ساخته شده‌اند و برای یکسوسازی،آشکارسازی، مخلوط‌کنندگی و کاربردهای متعدد دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. دیودهای نوردهنده در حد وسیعی به عنوان لامپ روشنایی، نمایشگر و چراغ‌های خودرو مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این واحد یادگیری، ضمن آزمایش صحت و تعیین پایه‌های دیود، کمیت‌های مهم آن را از برگه اطلاعات استخراج می‌کنید. همچنین چند مدار کاربردی مهم دیود مانند یکسوسازی و چندبرابرکنندگی را به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مورد آزمایش قرار می‌دهید. در تمام مراحل کار عملی، رعایت نکات ایمنی و بهداشتی و توجه به مهارت‌های غیر فنی مانند کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، رعایت نظم و ترتیب از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید رعایت شود.

استاندارد عملکرد

بستن مدارهای ساده دیودی به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و اندازه‌گیری کمیت‌های مرتبط با رعایت استاندارد و دقت تعریف‌شده.

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری:

ابزار عمومی برق و الکترونیک- منبع تغذیه - سیگنال‌ژنراتور AF- مولتی‌متر دیجیتالی - اسیلوسکوپ - رایانه- نرم‌افزار مناسب- بِردبُرد- لوازم‌التحریر- انواع دیود، مقاومت،خازن و سیم‌های رابط

۱-۳- تعیین پایه‌ها و آزمایش صحت دیود

در درس دانش‌فنی با ساختمان کریستالی، نماد فنی و طرز کار دیود آشنا شده‌اید. در شکل ۱-۳ ساختمان دیود نیمه‌هادی و نماد فنی آن نشان داده شده است.

شکل ۱-۳- ساختمان کریستالی و نماد فنی دیود

دیودها در اشکال و ابعاد مختلف ساخته می‌شوند. معمولاً سازندگان دیود از علائمی برای مشخص‌کردن پایه‌های دیود استفاده می‌کنند. برای مثال مانند شکل ۲-۳ تصویر دیود را روی آن چاپ می‌کنند.در هر صورت مطمئن ترین روش برای تعیین آندوکاتد دیود مراجعه به برگه اطلاعات آن ها است.

شکل ۲-۳- تصویر دونوع دیود

اگر دیود به صورت استوانه‌ای باشد، مانند شکل ۳-۳ در یک طرف آن یک یا چند نوار رنگی قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده کاتد دیود است.

شکل ۳-۳- تصویر چند نوع دیود با نوار رنگی

کارعملی

کار عملی ۱: تعیین آند و کاتد دیود با استفاده از علائم ظاهری چاپ شده روی دیود

هدف: تعیین آند و کاتد دیود با علائم ظاهری دیود

مواد، ابزار و تجهیزات: دیود سیلیسیومی و ژرمانیومی

مراحل اجرای کار

۱-آند و کاتد را روی دیودهای شکل۴-۳ مشخص کنید و در محل تعیین‌شده بنویسید.

شکل ۴-۳- تعیین آند و کاتد دیودها

۲- چند دیود واقعی را در اختیاربگیرید و آند و کاتد آن‌ها را با علائم چاپ شده روی دیود مشخص‌کنید. سپس جدول ۱-۳ را کامل‌نمائید. روی شکل ظاهری علامت آند (A) و کاتد (K) را بنویسید.

جدول ۱-۳

شماره ردیف	شکل ظاهری	شماره فنی دیود
۱		
۲		
۳		
۴		

فیلم

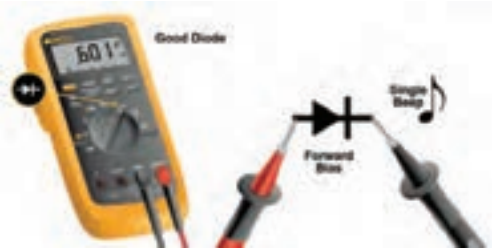
فیلم آزمایش دیود را ببینید.

تشخیص پایه‌ها و سالم‌بودن دیود با مولتی متر

اغلب مولتی‌مترهای دیجیتالی دارای وضعیت آزمایش دیود هستند. هرگاه کلیدسلکتور مولتی‌متر دیجیتالی را مطابق شکل ۵-۳ در وضعیت آزمایش دیود قرار دهیم و دیود را به گونه‌ای به مولتی‌متر وصل‌کنیم که دیود در بایاس موافق قرار گیرد، مولتی‌متر مانند شکل ۶-۳ ولتاژ بایاس دوسر دیود را نشان می‌دهد. این ولتاژ برای دیودهای سیلیسیومی در محدوده ۰/۵ تا ۰/۷ ولت و برای دیودهای از جنس ژرمانیوم در محدوده ۰/۱۵ تا ۰/۳ولت است.

اگر دیود در بایاس مخالف قرارگیرد، ولتاژ داخلی دستگاه مولتی‌متر در دوسر دیود قرار می‌گیرد و توسط دستگاه نشان داده می‌شود. این ولتاژ ممکن است با توجه به نوع مولتی‌متر، بین ۱/۵ تا ۳ ولت باشد. در برخی مولتی‌مترها علامتی مطابق شکل ۷-۳ یا علامت دیگری که در راهنمای کاربرد مولتی‌متر ذکر شده است، روی صفحه نمایش‌گر مولتی‌متر ظاهر می‌شود. OL مخفف کلمه OpenLoop به معنی اتصال باز است.

شکل۵-۳- مولتی‌متردیجیتالی درحالت آزمایش دیود



شکل ۶-۳- وضعیت تست دیود در بایاس موافق

شکل ۷-۳ -علامت OL روی صفحه نمایش

کارعملی

کار عملی ۲: تعیین آند و کاتد دیود با مولتی‌متر

هدف: تعیین آند و کاتد دیود با مولتی‌متر

مواد، ابزار و تجهیزات: مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه- چند نمونه دیود -سیم رابط دوسر سوسماری ۲ عدد-انواع دیود معیوب ۴ عدد

مراحل اجرای کار

۱- چهار عدد دیود سالم در اختیار بگیرید و در جدول۲-۳ شکل ظاهری آن‌ها را رسم کنید و شماره فنی آن‌ها را بنویسید.

۲-با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی جنس دیود و پایه‌های آن‌ها را مشخص و سپس جدول ۲-۳ را کامل کنید.

جدول ۲-۳

جنس (SI یا Ge)	شکل ظاهری با مشخص شدن آند و کاتد	شکل ظاهری	شماره فنی دیود	شماره ردیف
				۱
				۲
				۳
				۴

۳-چهار دیود سالم و چهار دیود معیوب را در کنار هم قراردهید. سپس با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی آن‌ها را آزمایش‌کنید و دیودهای معیوب را از دیودهای سالم جدا نمایید. در بارهٔ مراحل اجرای این تجربه توضیح دهید.

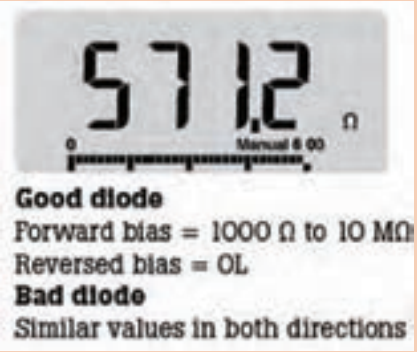
.....

.....

.....

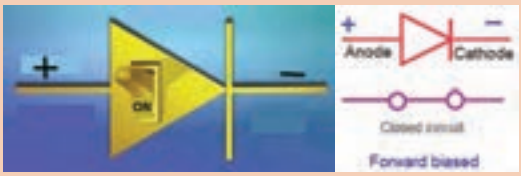
ترجمه کنید

اطلاعات نوشته‌شده به زبان اصلی در مورد دیود سالم و معیوب را به فارسی ترجمه کنید.



نکته

دیـود در حالـت آرمانی(ایـده‌آل) در بایـاس موافـق ماننـد کلید بسـته و در بایـاس مخالف ماننـد کلید باز عمـل می‌کنـد. شـکل‌های الـف و ب ۸-۳، ایـن حالت‌هـا را نشـان می‌دهـد.



شکل الف ۸-۳- دیود ایده‌آل در بایاس موافق

شکل ب ۸-۳- دیود ایده‌آل در بایاس مخالف

۲-۳- استخراج اطلاعات از برگه اطلاعات و آزمایش دیود (نرم‌افزار و سخت‌افزار)

کارعملی

کار عملی ۳: خواندن برگه اطلاعات

هدف: استخراج برخی اطلاعات مهم دیود

مواد، ابزار و تجهیزات: برگه اطلاعات دیود ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷

مراحل اجرای کار

۱- به برگهٔ اطلاعات شکل ۹-۳مراجعه‌کنید و مفاهیم هریک از کلمات خواسته‌شده را در جدول ۳-۳ بنویسید.

۲- با مراجعه به برگه اطلاعات شکل ۹-۳ معنی هر یک از کلمات نوشته شده در جدول ۴-۳ را بیابید و معنی و مقادیر هریک را برای دیود ۱N۴۰۰۱ در جدول ۴-۳ بنویسید.

جدول ۳-۳

ردیف	لغت انگلیسی	معنی فارسی
۱	Features	
۲	leakage	
۳	Voltage drop	
۴	Surge capability	
۵	solder	

1N4001 thru 1N4007

Vishay General Semiconductor

General Purpose Plastic Rectifier

DO-204AL (DO-41)

FEATURES

- Low forward voltage drop
- Low leakage current
- High forward surge capability
- Solder dip 275 °C max. 10 s, per JESD 22-B106
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC

RoHS COMPLIANT

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25° C unless otherwise noted)									
PARAMETER	**SYMBOL**	**1N4001**	**1N4002**	**1N4003**	**1N4004**	**1N4005**	**1N4006**	**1N4007**	**UNIT**
Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS voltage	V_{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC bloking voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum average foward rectified current 0.375° (9.5mm) lead length at TA = 75°C	$I_{F(AV)}$	1.0							A
Peak foward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	30							A
Non - repetitive peak forward Surge cunent square wavetorm T_A = 25°C (fig. 3) t_p = 1ms	I_{FSM}	45							A
t_p = 2ms		35							
t_p = 5ms		30							
Maximum full load reverse current, full cycle average 0.375° (9.5mm) lead length T_L = 75°C	$I_{R(AV)}$	30							µA

شکل ۹-۳ برگه اطلاعات

جدول ۴-۳

ردیف	علامت اختصاری	معنی فارسی	مقدار	واحد
۱	V_{RRM}			
۲	V_{RMS}			
۳	I_{FSM}			
۴	V_{DC}			
۵	$I_{F(AVE)}$			

۳- بـا مراجعـه بـه برگـهٔ اطلاعـات، تفـاوت بیـن دیودهـای ۱N۴۰۰۱ و۱N۴۰۰۷ را مشـخص‌کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.

.....

.....

۴- آیا می‌توانیم دیود۱N۴۰۰۱ را به جای ۱N۴۰۰۷ به کار ببریم؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.

.....

.....

.....

۵- آیـا می‌توانیـم از دیـود۱N۴۰۰۱ بـه طـور مسـتقیم بـرای یکسوسـازی بـرق خانگـی(۲۲۰ ولـت) اسـتفاده‌کنیم؟ توضیـح دهیـد.

.....

.....

۶- بـا توجـه بـه برگـهٔ اطلاعـات شـکل ۹-۳ معـدل جریـان موافـق دیودهـای ۱N۴۰۰۱ تـا ۱N۴۰۰۷ چنـد آمپـر اسـت؟ .....

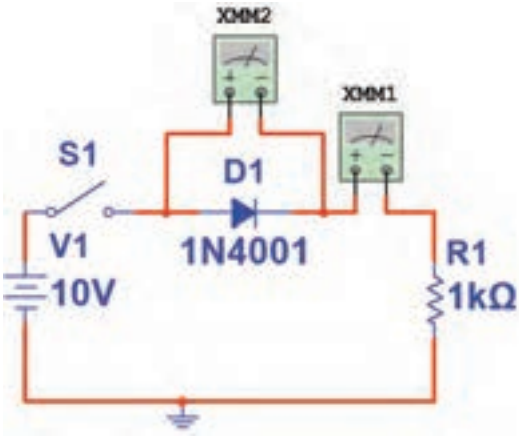
.....

کارعملی

کار عملی ۴: اندازه‌گیری I_F ، V_D و V_R در نرم‌افزار

هدف: اندازه‌گیری کمیّت‌های دیود در نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه یک دستگاه- نرم‌افزار مناسب مانند مولتی‌سیم- لوازم‌التحریر



شکل ۱۰-۳- مدار آزمایش

مراحل اجرای کار

۱-مدار شکل ۱۰-۳ را توسط نرم‌افزار ببندید.

۲- اگـر افـت ولتـاژ دو سـر دیـود را ۰/۷ ولـت در نظـر بگیریـم، بـا فـرض بسـته‌بودن کلیـد، جریـان عبـوری از دیـود را محاسـبه کنیـد.

V_{R1}=..... ولت

I_D=..... mA

۳- کلید مدار را ببندید و ولتاژ دو سر دیود و جریان مدار را اندازه‌بگیرید و در جدول ۵-۳ یادداشت‌کنید.

۴- آیا مقدار اندازه‌گیری‌شده با مقدار محاسبه‌شده انطباق‌دارد؟ در صورت وجود اختلاف، علت را توضیح‌دهید.

.....

.....

.....

۵- کلید مدار را باز کنید و مقدار ولتاژ منبع را روی ۲۰ ولت تنظیم‌کنید. کلید مدار را ببندید و جریان مدار و افت ولتاژ دو سر دیود را اندازه بگیرید و در جدول ۵-۳ یادداشت‌کنید.

۶- آیا جریان مدار دو برابر شده است؟

.....

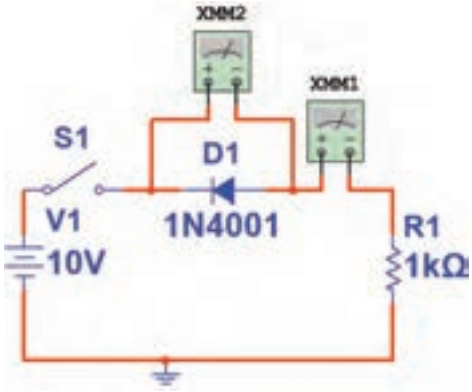
.....

۷- با توجه به برگهٔ اطلاعات شکل ۹-۳ ، دیود ۱N۴۰۰۱ در بایاس موافق، حداکثر چند آمپر را تحمل می‌کند؟

.....

.....

۸- جهت قرارگرفتن دیود را در مدار، مطابق شکل ۱۱-۳ عوض‌کنید سپس کلید مدار را ببندید و جریان عبوری از دیود و افت ولتاژ دوسر آن را اندازه بگیریدودر جدول ۵-۳ یادداشت‌کنید.



شکل ۱۱-۳- مدار آزمایش

جدول ۵-۳

مراحل آزمایش	VD(V)	ID (mA)
۳		
۵		
۸		

۹- آیا در بایاس مخالف، همهٔ ولتاژ منبع در دو سر دیود افت می‌کند؟

.....

۱۰- با توجه به برگهٔ اطلاعات شکل ۹-۳، دیود ۱N۴۰۰۱ حداکثر چند ولت را در بایاس مخالف تحمل می‌کند؟

.....

کارعملی

کار عملی ۵: اندازه‌گیری I_F، V_D و V_R با قطعات واقعی

هدف: اندازه‌گیری کمیت‌های دیود با قطعات واقعی

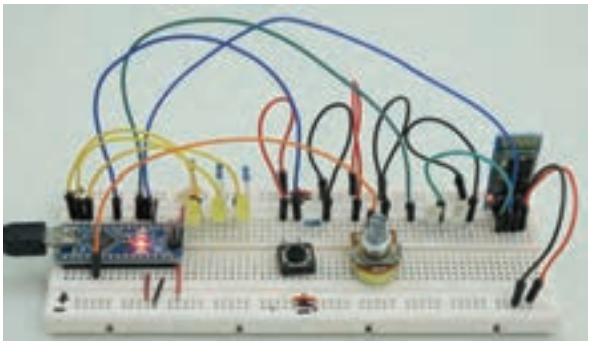
مواد، ابزار و تجهیزات: منبع تغذیه یک دستگاه- بِردبُرد یک قطعه- دیود ۱N۴۰۰۱ یک عدد - مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه- سیم بِردبُرد به تعداد کافی- سیم رابط تغذیه دو عدد- مقاومت ۱KΩ یک‌چهارم وات یک عدد

مراحل اجرای کار

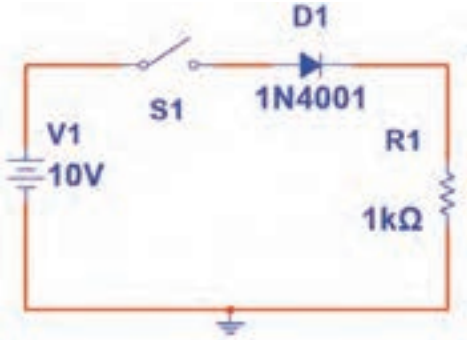
۱-در اتصال پایه‌های قطعات روی بِردبُرد از سیم استاندارد مانند شکل ۱۲-۳ استفاده‌کنید.

۲- مدار شکل ۱۳-۳ را روی بِردبُرد ببندید.

۳- آمپرمتر را در مدار قرار دهید. سپس کلید مدار را وصل‌کنید و جریان‌عبوری از دیود را اندازه بگیرید و در جدول ۶-۳ یادداشت‌کنید.



شکل ۱۲-۳- استفاده از سیم استاندارد برای بِردبُرد



شکل۱۳-۳ - مدار آزمایش

۴- با اتصال ولت‌متر به دو سر دیود، افت ولتاژ دوسر دیود را اندازه بگیرید و در جدول ۶-۳ یادداشت‌کنید.

۵- با معلوم‌بودن V_D و I_D و با استفاده از قانون اهم، مقاومت دیود را محاسبه‌کنید.

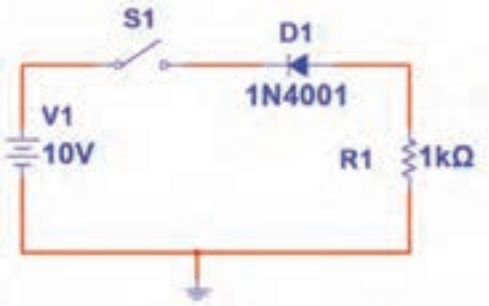
R_D=..... . Ω

۶- کلید مدار‌را قطع‌کنید وجهت دیود را مطابق شکل۱۴-۳ عوض‌کنید، سپس کلید را ببندید و مقادیر I_D و V_D را اندازه بگیرید و در جدول ۶-۳ یادداشت‌کنید.

۷- در این حالت مقاومت دیود را محاسبه‌کنید.

R_D=..... . Ω

۸-آیا دیود مانند یک کلید قطع عمل می‌کند؟



شکل ۱۴-۳- مدارآزمایش

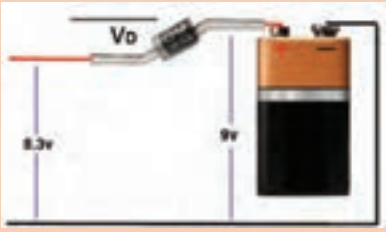
جدول ۶-۳		
مراحل آزمایش	VD(V)	ID (mA)
۳ و ۴		
۶		

پرسش

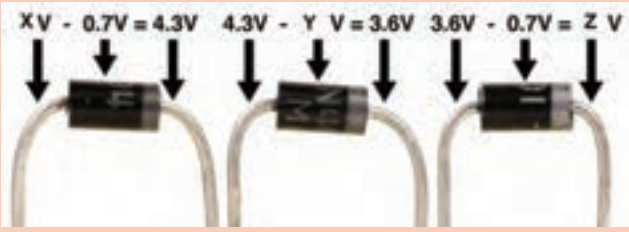
الگوی پرسش:

۱-با توجه به شکل ۱۵-۳ مقدار ولتاژ VD و جنس دیود را بنویسید.

۲- با توجه به شکل ۱۶-۳ مقدار X ، Y و Z را بنویسید.

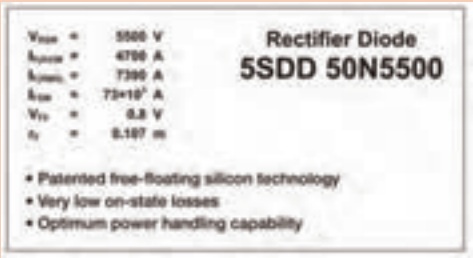


شکل ۱۵-۳



شکل ۱۶-۳

۳-با توجه به برگه اطلاعات شکل ۱۷-۳ که مربوط به دیود توان بالا است، مقادیر معدل ماکزیمم جریان موافق، جریان لحظه‌ای و ماکزیمم ولتاژ لحظه‌ای در بایاس مخالف را بنویسید.



شکل ۱۷-۳

۳-۳- دیود نوردهنده (LED)

LED یک دیود نوردهنده است که به عنوان یک لامپ کم مصرف به کار می‌رود. از LED های کوچک و با نور کم برای نشان‌دادن حالت‌های خاموش و روشن دستگاه‌ها استفاده می‌کنند. سطحی از LED که نور را پخش می‌کند، به شکل دایره، مربع و مستطیل است. شکل ۱۸-۳ چند نمونه LED معمولی را نشان می‌دهد.

بـرای این‌کـه بتـوان LED هـای معمولـی را بـه راحتـی روی دسـتگاه سـوارکرد، آن‌هـا را در بسـته‌بندی مخصـوص و بـه صـورت یک‌پارچـه یـا مـدولار (Modular) عرضـه می‌کننـد. در شـکل ۱۹-۳ چنـد نمونـه از LED هـای قابـل نصـب روی دسـتگاه‌های مختلـف را ملاحظـه می‌کنیـد.

شکل۱۹-۳- LEDمعمولی قابل نصب روی دستگاه

شکل۱۸-۳- چند نمونه معمولیLED

LEDهای پُر نور(High Brightness)

LEDهـای بـا شـدت نـور زیـاد، بـه عنـوان لامپ‌هـای کم‌مصـرف و بـا راندمـان بـالا جایگزیـن لامپ‌هـای رشـته‌ای شـده‌اند. در شـکل ۲۰-۳ چنـد نمونـه LED پُـر نـور را ملاحظـه می‌کنیـد. شـکل ۲۱-۳ لامپ‌هـای کـم مصـرف LED را نشـان می‌دهـد.

شکل۲۱-۳- لامپ کم مصرف LED

شکل۲۰-۳- چند LED پر نور

از LED هـا در مـوارد دیگـری ماننـد چـراغ کـم مصـرف، نـور افکـن، تلویزیـون LED و تابلـو روان نیـز اسـتفاده می‌شـود. شـکل ۲۲-۳ دو نمونـه از ایـن کاربُردهـا را نشـان می‌دهـد. نمونه‌هـای کاربـردی دیگـر در کتـاب همـراه هنرجـو آمـده اسـت.

ب- در چراغ‌خطر

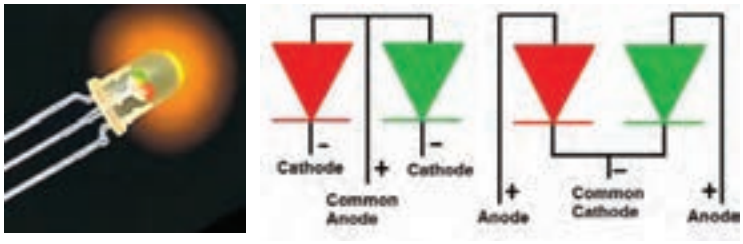
الف- نور افکن باLED

شکل۲۲-۳- دو نمونه کاربرد LED

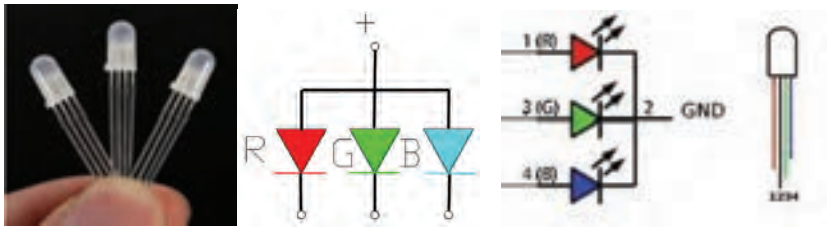
ال‌ئی‌دی‌های چند رنگ (Multi Color LED)

بـرای این‌کـه بتواننـد رنگ‌هـای مختلـف را بـا اسـتفاده از سـه رنـگ اصلـی قرمـز، سـبز و آبـی تولیـد کننـد، از LED هـای چنـد رنـگ اسـتفاده می‌کننـد.

در این نوع LED ها دو یا سه LED را در یک بسته‌بندی قرار می‌دهند. شکل ۲۳-۳ LEDهای دو رنگ و سه رنگ و نماد فنی آن‌ها را نشان می‌دهد. در این نوع LEDها معمولاً کاتدها یا آندها به صورت یک پایه مشترک در دسترس قرار می‌گیرند.



الف- LEDهای دو رنگ و نماد فنی آن ها



ب- LEDهای سه رنگ و نماد فنی آن ها

شکل۲۳-۳- LED های چند رنگ و نماد فنی آن ها

استفاده از برگهٔ اطلاعات(Data Sheet)

برگه اطلاعات دیودهای نورانی مشابه برگه اطلاعات دیودهای معمولی است، با این تفاوت که اطلاعاتی مانند رنگ نور LED، شدت نور، طول موج رنگ منتشرشده و سایر اطلاعات در آن درج می‌شود. شکل ۲۴-۳ قسمتی از برگه اطلاعات LED دو رنگ با شماره فنی LT ۹۵۵۰ ED را نشان می‌دهد.

LT9550ED
Ø 7.5mm Cylinder type
Dichromatic LED Lamps
■Model No.
LT9550ED Yellow-green Ga P
Red Ga As P / Ga P
■Features
Pin connections

شکل۲۴-۳- برگه اطلاعات مربوط به LED های دو رنگ

کارعملی

کار عملی۶: خواندن برگه اطلاعات

هدف: استخراج اطلاعات مهم از برگه اطلاعات

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه- لوازم‌التحریر - برگه اطلاعات

مراحل اجرای کار

۱- متن زیر را به فارسی ترجمه کنید.

DESCRIPTION

The VLHW5100 is a clear, non-diffused 5 mm LED for high end applications where supreme luminous intensity required.

These lamps with clear untinted plastic case utilize the highly developed ultrabright InGaN technologies.

The lens and the viewing angle is optimized to achieve best performance of light output and visibility.

Ultrabright White LED, Ø 5 mm

PARTS TABLE

PART	COLOR	LUMINOUS INTENSITY (mcd)			at I_F (mA)	COORDINATE (x, y)			at I_F (mA)	FORWARD VOLTAGE (V)			at I_F (mA)	TECHNOLOGY
		MIN.	TYP.	MAX.		MIN.	TYP.	MAX.		MIN.	TYP.	MAX.		
VLHW5100	White	5600	-	11 200	20	-	0.33, 0.33	-	20	2.8	-	3.6	20	InGaN and converter
VLHW5100-CS12	White	5600	-	11 200	20	-	0.33, 0.33	-	20	2.8	-	3.6	20	InGaN and converter

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)
VLHW5100

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Reverse voltage		V_R	5	V
DC forward current		I_F	30	mA
Peak forward current	at 1 kHz, t_p/T = 0.1	I_{FSM}	0.1	A
Power dissipation		P_V	100	mW
Zener reverse current		I_Z	100	mA
Junction temperature		T_j	100	°C
Operating temperature range		T_{amb}	- 40 to + 100	°C
Storage temperature range		T_{stg}	- 40 to + 100	°C
Soldering temperature	1 ≤ 5 s	T_{sd}	260	°C
Thermal resistance junction/ambient		R_{thJA}	400	K/W

شکل۲۵-۳- برگه اطلاعات مربوط به LED

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۲- با توجه به برگهٔ اطلاعات شکل ۲۵-۳، مقادیر خواسته شده در جدول ۷-۳ را بنویسید.

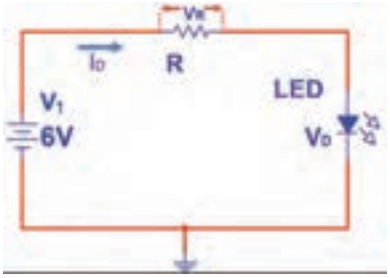
جدول ۷-۳

ردیف	علامت اختصاری	معنی‌فارسی	مقدار	واحد
۱	V_F			
۲	V_R			
۳	I_{FSM}			
۴	V_{DC}			
۵	I_F			
۶	P_D			
۷	T_{sd}			

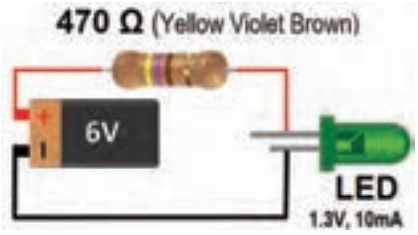
محاسبه مقدار مقاومت محدودکننده جریانِ LED

معمولاً افت ولتاژ دو سر هر نوع LED در بایاس موافق و جریان کار طبیعی آن، تا حدودی باهم برابر است ولی برای اطمینان از مقادیر، لازم است برای هر نوع LED به برگهٔ اطلاعات آن مراجعه شود. برای محاسبه مقدار مقاومت R در شکل ۲۶-۳ که محدودکننده جریان عبوری از دیود است، از قانون اهم استفاده می‌کنیم.

$$R=\frac{V_R}{I}=\frac{(V_1-V_D)}{I_D} \quad V_R=V_1-V_D$$



الف - نقشه فنی مدار



ب - نقشه عملی مدار

شکل۲۶-۳- مدار LEDبا مقاومت

در شکل ۲۶-۳ مقدار R از رابطه زیر محاسبه شده‌است.

$$R=\frac{V_R}{I}=\frac{V_1-V_D}{I}=\frac{۶-۱/۳}{۱۰mA}=۴۷۰\ \Omega$$

۱- در مدار شکل ۲۷-۳ ، اگر افت ولتاژ دو سر هر دیود ۲ ولت باشد، جریان عبوری از مدار را محاسبه کنید.

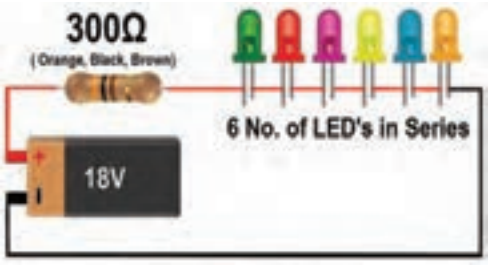
۲- اگر در شکل ۲۸-۳، افت ولتاژ هر دیود ۲ ولت باشد، با توجه به مقدار مقاومت (R=۲۲۰Ω)، جریان عبوری از هر دیود را محاسبه‌کنید. نقشهٔ فنی مدار را طوری ترسیم‌کنید که فقط یک مقاومت در مدار قرار گیرد و جریان هر دیود نیز تأمین شود. توان مقاومت رامحاسبه‌کنید.

.....

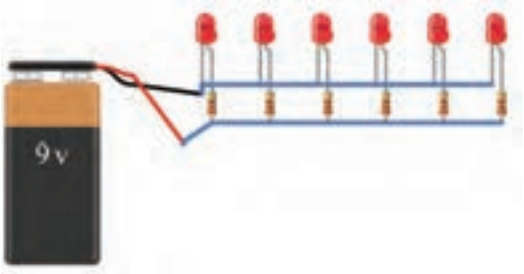
.....

.....

.....



شکل۲۷-۳- مدار LEDسری با مقاومت



شکل۲۸-۳- مدار LEDسری با مقاومت

نرم‌افزار

با استفاده از نرم‌افزار Electronic Assistanceمقدار مقاومت سری با انواع LED را محاسبه‌کنید.

تمرین

با توجه به ولتاژ موافق و جریان موافق LED در جدول ۴-۳ در صورتی‌که ولتاژ تغذیه ۱۵ ولت باشد، مقدار مقاومت سری با LED و توان آن را محاسبه‌کنید.

کارعملی

کار عملی ۷: LED در نرم‌افزار

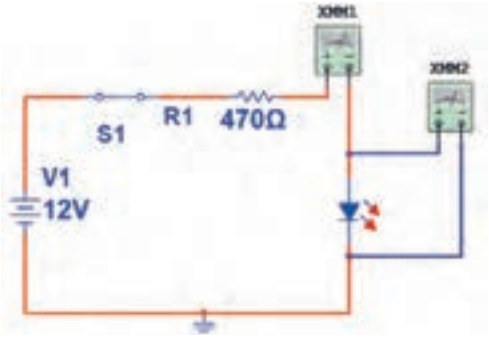
هدف: روشن‌کردن LED و اندازه‌گیری کمیت‌های آن در نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه- نرم‌افزار مناسب- لوازم‌التحریر

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۲۹-۳ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید.

۲-کلید مدار را وصل کنید وجریان عبوری از دیود و ولتاژ دوسر آن را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.



شکل۲۹-۳

V_D= ..... V I_D= ..... mA

۳- کلید مدار را قطع کنید و به جای **LED** قرمز، **LED** سبز را در مدار قرار دهید. سپس کلید مدار را وصل‌کنید و جریان عبوری از دیود و ولتاژ دو سر آن را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

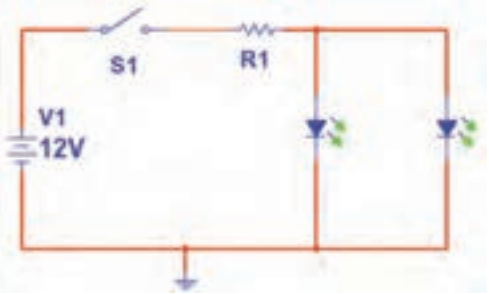
V_D= ..... V I_D= ..... mA

۴- آیا مقادیر اندازه‌گیری‌شده باهم تفاوت دارد؟

.....

۵- کلید مدار را قطع کنید و جهت LED را در مدار عوض کنید، سپس کلید مدار را وصل‌کنید و جریان عبوری از دیود و ولتاژ دوسر آن را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

V_D= ..... V I_D= ..... mA



شکل ۳۰-۳- مدار آزمایش

۶- در مدار شکل ۳۰-۳، اگر افت ولتاژ دو سر دو دیود موازی ۲ ولت و جریان عبوری از هر دیود ۲۰ میلی‌آمپر باشد، مقدار R_1 را محاسبه‌کنید. سپس مدار شکل ۳۰-۳ را در نرم‌افزار ببندید.

$R_1 = \frac{V_{R1}}{I} = \frac{V_1 - V_D}{I_D}$ R_1= .....

۷- کلید مدار را ببندید و جریان کل مدار و جریان هر دیود و ولتاژ دو سر هر دیود را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$I_{کل}$= ..... mA I_{D1}= ..... mA

I_{D2}=..... mA $V_{D1}=V_{D2}$ V

نکته

دیودهای مدار باید از یک نوع (هردو سبز یا آبی یا قرمز) باشد.

کارعملی

کار عملی ۸ :آزمایش LED واقعی

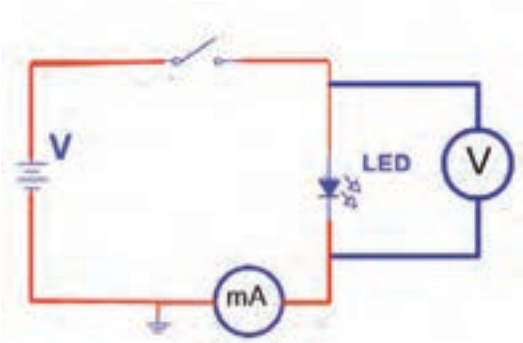
هدف: روشن‌کردن LED و اندازه‌گیری کمیت‌های آن با قطعات واقعی

مـواد، ابـزار و تجهیزات: بِردبُرد یـک قطعـه- منبـع تغذیـه یـک دسـتگاه - مولتی‌متـر دیجیتالی یک دسـتگاه-LED معمولـی یـک عـدد- LED دو رنگ یک عدد-سـیم بِردبُرد بـه تعداد کافی- سـیم رابط تغذیه بـه تعـداد کافـی- هفت قطعه‌ای یـک عدد

مراحل اجرای کار

۱- یـک عـدد LED کـه ولتـاژ و جریـان نامـی آن را نمی‌دانیـد، در اختیـار بگیریـد.

۲- مـداری مطابـق شـکل ۳۱-۳ را روی بِردبُـرد ببندیـد. ولتـاژ منبـع تغذیـه را روی صفـر ولـت تنظیم‌کنیـد. سـپس کلیـد مـدار را وصـل کنیـد.



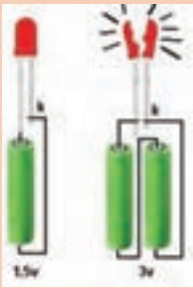
شکل ۳۱-۳- مدار آزمایش

ایمنی

- اجرای صحیح این آزمایش بسیار اهمیت دارد. زیرا با کمی بی‌دقتی ممکن استLED بسوزد.
- افزایـش ولتـاژ بایـد بـه تدریـج و در پله‌های یک‌دهم ولتـی صورت گیـرد. همچنین باید زمینـه‌ای از نور طبیعی در ذهن شـما باشـد.
- برای اجرای این آزمایش حتماً به توصیه‌های معلم کارگاه توجه‌کنید و آن‌ها را اجرا نمایید.

بارش فکری

- در مدار شکل ۳۲-۳ LED آسیب دیده است؟ چرا؟



شکل ۳۲-۳

۳- ولتاژ منبع را به تدریج از صفر ولت افزایش دهید تا نور LED به حد طبیعی و قابل قبول برسد.

۴- جریان عبوری از LED و ولتاژ دو سر آن را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

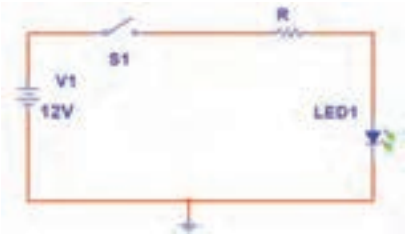
V_D= ..... V I_D= ..... mA

۵- باتوجه به مقادیر به دست‌آمده، مقدار مقاومت را برای LED با ولتاژ منبع ۱۲ ولت محاسبه‌کنید.

.....

.....

۶- مدار آزمایش را مشابه شکل ۳۳-۳ ببندید. بعد از بستن کلید، در صورت طبیعی بودن نور LED، مقادیر V_{LED} ، V_R و I مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

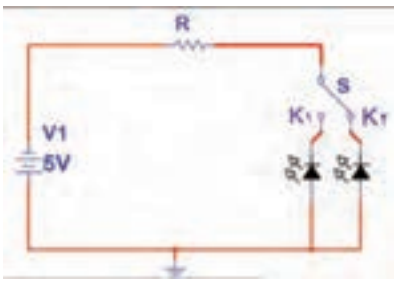


شکل ۳۳-۳- مدار آزمایش

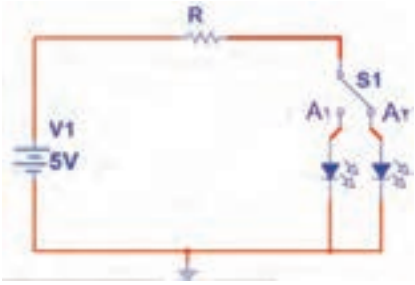
V_R=.....V $I_D=\frac{V_R}{R}$ = ... mA

V_{LED} = ... V

۷- یک LED دو رنگ در اختیار بگیرید و مقدار R را با توجه به مشخصات LED چند رنگ محاسبه کنید. ولتاژ ورودی را ۵ ولت در نظر بگیرید. در صورتی‌که LED دو رنگ آند مشترک است، از مدار شکل الف ۳۴-۳ و اگر کاتد مشترک است از مدار شکل ب۳۴-۳ استفاده‌کنید.



الف - مدار آند مشترک



ب- مدار کاتد مشترک

شکل ۳۴-۳ - مدار LED دو رنگ

۸- مدار آزمایش را مطابق یکی از شکل‌های الف ۳۴-۳ یا ب-۳۴-۳ ببندید.

۹- به تک تک پایه‌های غیرمشترک از طریق R ولتاژ بدهید، و به رنگ نور LED توجه‌کنید.

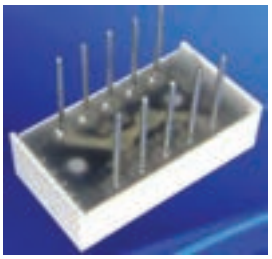
۱۰- به پایه غیرمشترک هر دو LED همزمان ولتاژ بدهید و به ترکیب نور LED ها توجه کنید.

هفت قطعه‌ای (Seven Segment = 7Seg)

از ترکیب ۷ عدد LED به صورت عدد 8 انگلیسی، ۷ قطعه‌ای ساخته‌می‌شود. اگر هفت قطعه‌ای دارای نقطه اعشار باشد، یک عدد LED به هفت قطعه‌ای اضافه می‌شود. شکل ۳۵-۳ یک نمونه

هفت‌قطعه‌ای (Seg ۷) و پایه‌های آن را نشان می‌دهد. به منظور استانداردسازی، هریک از LED ها را با یک حرف انگلیسی مشخص می‌کنند.

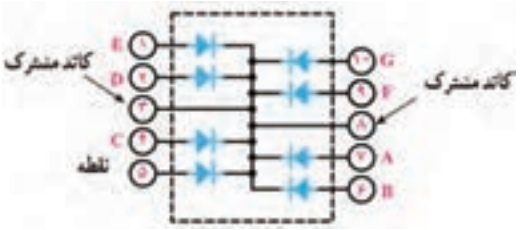
در شکل۳۶-۳ ، نمونه دیگری از Seg ۷ با دو نقطه اعشار و پایه‌های آن را مشاهده می‌کنید.



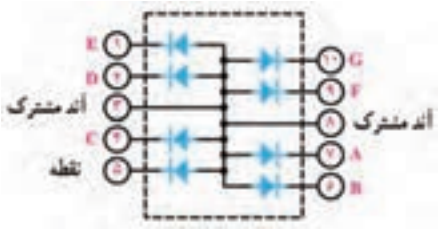
شکل۳۶-۳- هفت قطعه‌ای با دو نقطه اعشار و پایه‌های آن

شکل ۳۵-۳- هفت قطعه‌ای و پایه‌های آن

هفت قطعه‌ای به‌صورت آند مشترک و کاتد مشترک ساخته می‌شود. شکل ۳۷-۳ نقشه فنی هفت‌قطعه‌ای آند مشترک و کاتد مشترک و شماره پایه‌های آن را نشان می‌دهد.



ب- مدار کاتد مشترک



الف- مدار آند مشترک

شکل۳۷-۳ - مدار هفت‌قطعه‌ای

فیلم

فیلم مربوط به آزمایش هفت‌قطعه‌ای را مشاهده کنید و به چگونگی تست LED ها توجه‌کنید.

کارعملی

کار عملی۹ - هفت‌قطعه‌ای در نرم‌افزار

هدف: روشن‌کردن اعداد و حروف مختلف روی هفت‌قطعه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه - نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر- لوازم‌التحریر

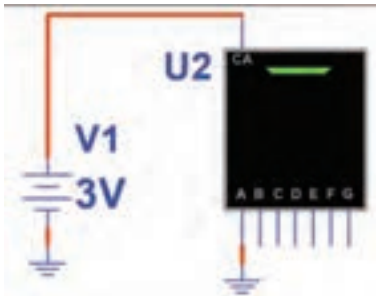
مراحل اجرای کار

۱- نرم‌افزار مولتی‌سیم را فعال کنید.

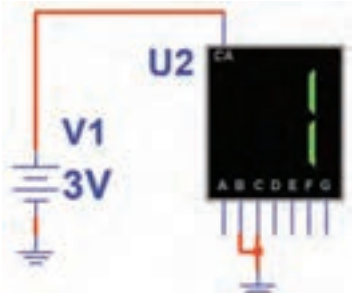
۲- از نوار قطعات، هفت قطعه‌ای آند مشترک (CA) را به روی میزکار بیاورید.

۳- مطابق شکل۳۸-۳ با یک باتری ۳ ولتی LED را که با حرف A مشخص شده‌است ، روشن کنید.

۴- LEDهای نام گذاری شده با حروف B و C را مطابق شکل۳۹-۳ روشن کنید.

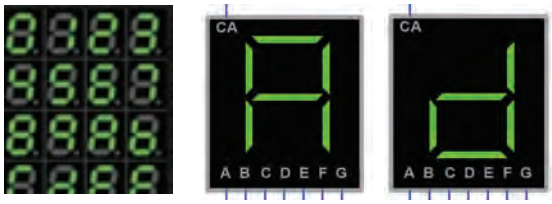


شکل۳۸-۳- روشن کردن LED حرف A



شکل ۳۹-۳- روشن کردن LED های حروف B و C

۵- آیا می‌توانید اعداد از صفر تا نه و برخی حروف انگلیسی مانند شکل ۴۰-۳ را روشن کنید؟ این موضوع را تجربه کنید.



شکل ۴۰-۳- روشن کردن اعداد و برخی حروف انگلیسی

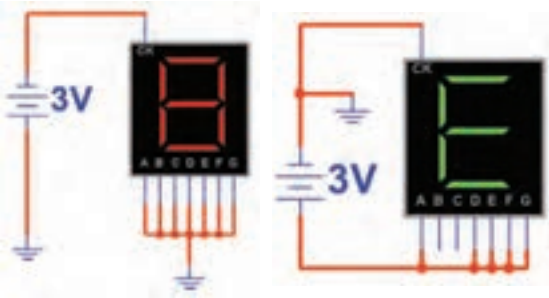
۶- با هفت‌قطعه‌ای کدام حروف انگلیسی یا اعداد فارسی را می‌توانید بسازید؟

.....

.....

.....

۷- هفت‌قطعه‌ای (7 Seg) کاتد مشترک را روی میزکار مجازی بیاورید. اعداد از صفر تا نه انگلیسی و تعدادی حروف انگلیسی و اعداد فارسی را نمایش دهید. شکل ۴۱-۳ روشن کردن عدد هشت انگلیسی و حرف E را با هفت‌قطعه‌ای کاتد مشترک نشان می‌دهد.



شکل ۴۱-۳- مدارهفت‌قطعه‌ای کاتد مشترک

کارعملی

کار عملی ۱۰- کار با هفت‌قطعه‌ای واقعی

هدف: کسب شایستگی در روشن‌کردن اعداد و حروف مختلف روی هفت‌قطعه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: Seven Segment یک عدد- منبع تغذیه یک دستگاه - مولتی‌متر یک دستگاه- سیم‌های رابط به مقدار کافی

مراحل اجرای کار

۱- هفت‌قطعه‌ای را در اختیار بگیرید و شکل ظاهری آن‌را در شکل ۴۲-۳ رسم کنید. دیودها را با حروف مشخص کنید.

۲- مقطع هفت‌قطعه‌ای را از محل خروج پایه‌ها مشابه شکل۳۶-۳ در شکل ۴۳- ۳ رسم‌کنید و هر پایه را شماره‌گذاری‌کنید.

شکل۴۳-۳- ترسیم و شماره‌گذاری پایه‌ها در هفت‌قطعه‌ای

شکل۴۲-۳- محل ترسیم شکل هفت‌قطعه‌ای

۳ - منبع تغذیه DC را روی ۳ ولت تنظیم کنید.

۴- با اتصال ولتاژ منبع تغذیه به پایه‌های هفت‌قطعه‌ای، آند یا کاتد مشترک بودن هفت‌قطعه‌ای را مشخص‌کنید، سپس هریک از LED ها را به ترتیب روشن‌کنید و از صحت عملکرد LED ها مطمئن شوید و LED ها را در شکل ۴۳-۳ حروف‌گذاری کنید.

۵- هفت‌قطعه‌ای مورد آزمایش آند مشترک است یا کاتد مشترک؟ شرح دهید.

.....

.....

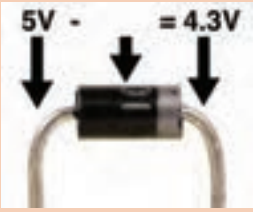
ایمنی

اعمال ولتاژ بیش‌تر از ۳ ولت باعث سوختن LEDهای هفت‌قطعه‌ای می‌شود.

پرسش

الگوی پرسش

۱- با توجه به شکل ۴۴-۳ افت ولتاژ دو سر دیود و جنس دیود را مشخص کنید و در محل تعیین‌شده بنویسید.



شکل ۴۴-۳

افت ولتاژ دو سر دیود

جنس دیود

۲- با استفاده از برگه اطلاعات نشان داده شده در شکل ۹-۳ حد اکثر ولتاژ موثر (V_{RMS}) و جریان معدل ماکزیمم(I_{FAVE}) برای دیود ۱N۴۰۰۱ را بنویسید.

۳ - دیود در حالت ایده‌آل در بایاس موافق مانند کلید..... و در بایاس مخالف مانند کلید..... عمل می‌کند.

۴- تعداد LED ها در هفت‌قطعه‌ای یک رقمی با نقطه اعشار(DP) چند تا است؟

۵- تعداد LED ها در هفت‌قطعه‌ای دو رقمی شکل ۴۵-۳ چند تا است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

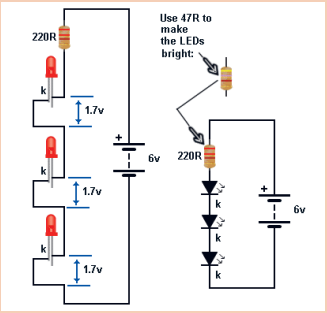
شکل ۴۵-۳

۶- نقشهٔ فنی یک نمونه هفت قطعه‌ای به صورت کاتد مشترک را رسم‌کنید.

۷- جریان عبوری از مدار شکل ۴۶-۳ را محاسبه‌کنید.

۸- در شکل ۴۷-۳ نور LEDها با مقاومت Ω ۲۲۰ مناسب نیست ولی با مقاومت Ω ۴۷ اهم مناسب است .

صحیح☐ غلط☐

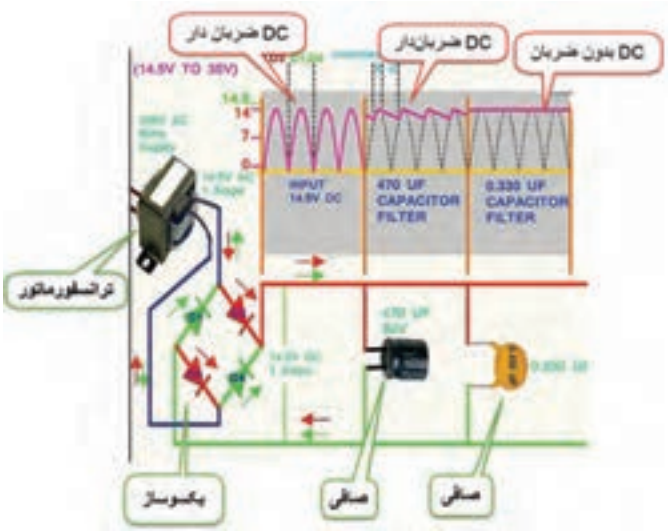


شکل۴۷-۳

شکل ۴۶-۳

۴-۳ - کاربردهای دیود

یکی از کاربردهای متداول دیود، استفاده از آن در یکسوسازی است. یکسوساز، مداری است که ولتاژ متناوب را به ولتاژ DC ضربان‌دار تبدیل می‌کند. ولتاژ DC ضربان‌دار را می‌توانیم با استفاده از خازن صاف کنیم و آن را به ولتاژ DC قابل استفاده برای دستگاه‌های الکترونیکی تبدیل کنیم. شکل ۴۸-۳، مراحل تبدیل ولتاژ متناوب را به ولتاژDC نشان‌می‌دهد.



شکل ۴۸-۳ - مراحل تولید ولتاژ CD

انواع یکسوساز

یکسوسازها در انواع مختلف به شرح زیرتقسیم‌بندی می‌شوند.

- یکسوساز نیم‌موج(Half Wave Rectifier)
- یکسوساز تمام‌موج با دو دیود(Full Wave Rectifier with two diode)
- یکسوساز پُل (Bridge Rectifier)

کارعملی

کارعملی ۱۱: یکسو ساز نیم‌موج در نرم‌افزار

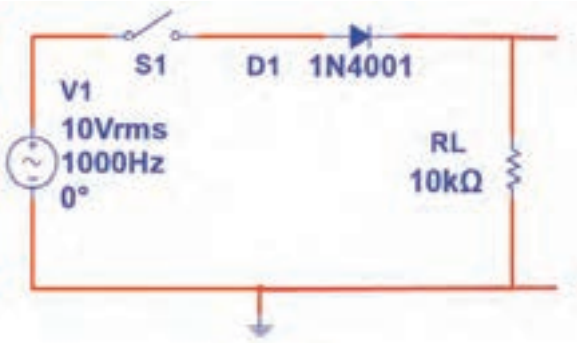
هدف:بررسی عملی مدار یکسوساز نیم‌موج و اندازه‌گیری کمیت‌های مدار با استفاده از نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مولتی‌سیم- رایانه- لوازم‌التحریر

مراحل اجرای کار

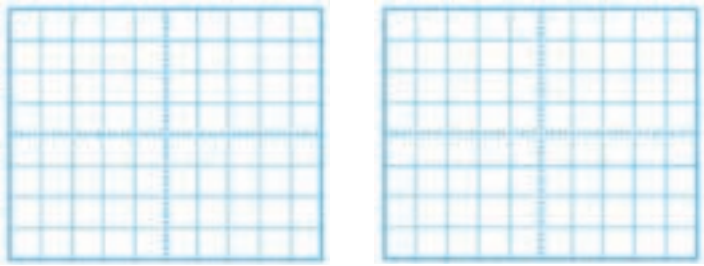
۱- نرم‌افزار مولتی‌سیم را فعال کنید.

۲- مدار شکل ۴۹-۳ را در نرم‌افزار ببندید.



شکل۴۹-۳ - مدار آزمایش

۳- کلید مدار را ببندید و با استفاده از اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار، شکل موج ولتاژ ورودی مدار(موج مولدAC) و شکل موج ولتاژ دوسر بار را به صورت پایدار و در مقیاس مناسب ظاهرکنید. سپس موج‌ها را در نمودار شکل ۵۰-۳ رسم‌کنید.



ب- شکل موج خروجی　　الف - شکل موج ورودی

شکل ۵۰-۳ - محل ترسیم شکل موج‌ها

۴- ولتاژ پیک تا پیک موج ورودی را محاسبه‌کنید.

V_{PP}= (تعداد خانه‌های قله تا قله) ×($\frac{Volt}{Div}$)

V_{PP}=(…….)×(……)= …. v

۵- ولتاژ پیک موج خروجی را محاسبه‌کنید.

V_{Pk}= (تعداد خانه‌های قله) ×($\frac{Volt}{Div}$)

V_{Pk}=(…….)×(……)= …. v

۶- با ولت‌مترDC ولتاژ خروجی را اندازه‌بگیرید.

V_{DC} =…….. v

۷- با استفاده از فرمول $VDC = \frac{Vpk}{\pi}$ ، ولتاژ DC خروجی را محاسبه‌کنید.

V_{DC} =…….. v

۸- آیا ولتاژDC اندازه‌گیری شده با محاسبه شده برابر است؟ در صورت اختلاف علت را توضیح دهید.

……

……

۹- زمان تناوب موج خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

T= (تعداد خانه‌های افقی یک سیکل) ×($\frac{Time}{Div}$)

۱۰- فرکانس موج خروجی را محاسبه‌کنید.

T=(…….)×(……)= Sec

F=…… HZ

۱۱- آیا فرکانس موج ورودی و خروجی با هم برابرند؟ شرح‌دهید.

کارعملی

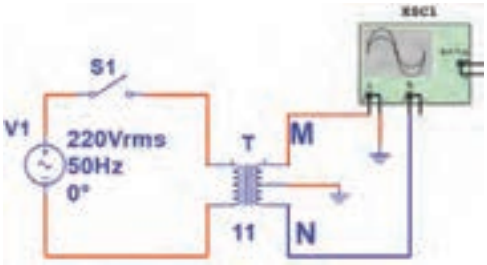
کار عملی ۱۲: یکسو ساز تمام موج در نرم‌افزار

هدف: بررسی عملی مدار یکسوساز تمام‌موج و اندازه‌گیری کمیت‌های مدار با استفاده از نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مولتی‌سیم- رایانه- لوازم‌التحریر.

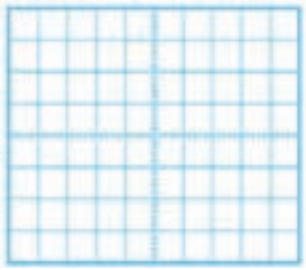
مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۵۱-۳ را در نرم‌افزار ببندید.

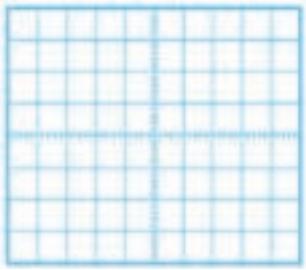


شکل ۵۱-۳- قسمتی از مدار یکسوساز

۲- اسیلوسکوپ نرم‌افزار را مطابق شکل به دونقطه M و N وصل کنید، سپس با اتصال کلید S1، شکل موج‌ها را روی صفحه اسیلوسکوپ با مقیاس مناسب به صورت پایدار ظاهر کرده و شکل موج‌ها را در نمودار شکل‌های ۵۲-۳ و ۵۳-۳ رسم کنید.



شکل ۵۲-۳- شکل موج V_{MG}



شکل ۵۳-۳- موج V_{NG}

۳- اختلاف فاز بین ولتاژ V_{MG} و ولتاژ V_{NG} چند درجه است؟

.....

.....

بحث گروهی

با هم گروهی خود بحث کنید که چرا با استفاده از ترانسفورماتور سه سر این اختلاف فاز را ایجاد نموده‌اند؟.....

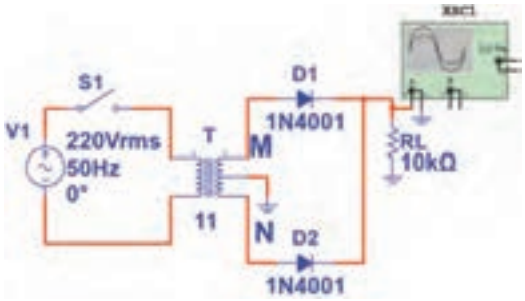
.....

۴- دامنهٔ پیک تا پیک یک‌سر ثانویه ترانسفورماتور را نسبت به نقطهٔ G اندازه‌بگیرید و یادداشت‌کنید.

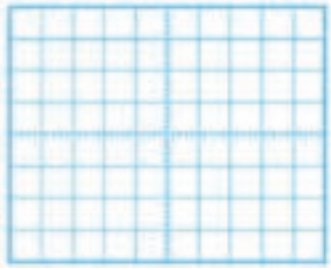
V_{PP}= (تعداد خانه‌های قله تا قله) ×($\frac{Volt}{Div}$)

V_{PP}=(…….)×(……)= …. v

۵- مدار را مطابق شکل ۵۴-۳ کامل کنید، سپس کلید مدار را وصل کنید و به کمک اسیلوسکوپ شکل موج دو سر بار را با مقیاس مناسب و به صورت پایدار ظاهرکنید و در نمودار شکل ۵۵-۳ رسم‌کنید.



شکل۵۴-۳- مدار یکسوساز تمام‌موج



شکل ۵۵-۳ شکل موج دو سر بار

۶- دامنهٔ ماکزیمم موج یکسوشده را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

V_{Pk}= (تعداد خانه‌های قله) ×($\frac{Volt}{Div}$)

V_{Pk}=(…….)×(……)= ….

۷- مقدار ولتاژ DC دو سر بار را از رابطه زیرمحاسبه کنید.

$$V_{DC} = \frac{۲V_{PK}}{\pi}$$

V_{DC} =……. v

۸- مقدار ولتاژ DC دو سر بار را با ولت‌متر اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

V_{DC} =……. v

۹-آیا ولتاژDC اندازه‌گیری‌شده با محاسبه شده برابر است؟ در صورت اختلاف علت را توضیح‌دهید.

……

……

۱۰- زمان تناوب موج خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

T= (تعداد خانه‌های افقی یک سیکل) ×($\frac{Time}{Div}$)

T=(…….)×(……)= Sec

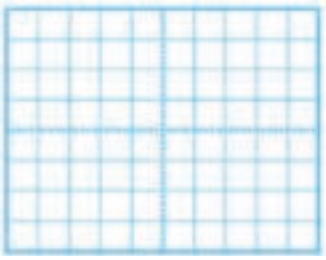
۱۱- فرکانس موج خروجی را محاسبه‌کنید. F= ..... HZ

۱۲- چه رابطه‌ای بین فرکانس موج ورودی و خروجی وجود دارد؟

.....

.....

۱۳- خازن ۱۰ μF را با بار موازی کنید. سپس شکل موج دو سر بار را در نمودار شکل ۵۶-۳ رسم کنید.



شکل ۵۶-۳- ولتاژ خروجی با صافی

۱۴- آیا موج خروجی کاملاً صاف شده است یا دارای ضربان است؟

.....

.....

.....

۱۵- خازن ۱۰۰ μF را با بار موازی کنیدآیا ولتاژ خروجی کاملاً صاف شده است؟

.....

.....

کارعملی

کارعملی ۱۳: یکسو ساز نیم‌موج با قطعات واقعی

هدف: بررسی عملی مدار یکسوساز نیم‌موج و اندازه‌گیری کمیّت‌های مدار با از استفاده قطعات واقعی

مواد، ابزار و تجهیزات: سیگنال‌ژنراتور صوتی یک دستگاه- اسیلوسکوپ یک‌دستگاه-مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-دیود ۱N۴۰۰۱ یک عدد- مقاومت $\frac{۱}{۴}$W ، ۱KΩ یک عدد- بِردبُرد یک قطعه

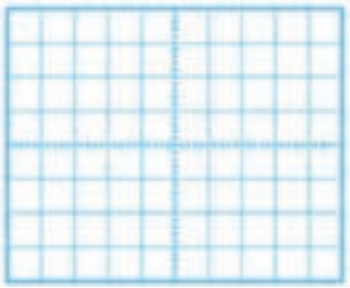
مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۵۷ -۳ را روی بِردبُرد ببندید.

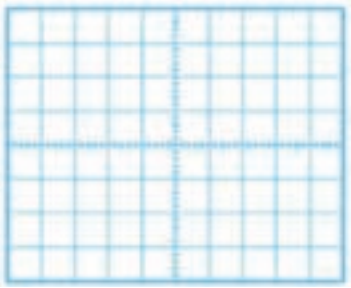
شکل ۵۷-۳- مدار یکسوساز نیم‌موج

۲- سیگنال‌ژنراتور را روی فرکانس ۵۰۰ هرتز و دامنه پیک تا پیک ۱۰ ولت تنظیم‌کنید.

۳- کلید مدار را وصل کنید و با استفاده از اسیلوسکوپ، موج ولتاژ ورودی مدار(موج مولدSG) و موج ولتاژ دوسر بار را به صورت پایدار و در مقیاس مناسب ظاهرکنید. سپس موج‌ها را در نمودار شکل ۵۸- ۳ و ۵۹-۳ رسم کنید.



شکل۵۸-۳- شکل موج VSG



شکل ۵۹-۳- موج VO

۴- ولتاژ پیک‌تاپیک موج ورودی را محاسبه و مقدار آن را در جدول ۸-۳ یادداشت‌کنید.

۵- ولتاژ پیک موج خروجی را محاسبه‌کنید و مقدار آن را در جدول ۸-۳ یادداشت‌کنید.

۶- با استفاده از فرمول $V_{DC} = \frac{Vpk}{\pi}$ ، ولتاژ DC خروجی را محاسبه‌کنید و مقدار آن را در جدول۸-۳ یادداشت‌کنید.

۷- مقدار ولتاژ DC دوسر بار را با ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.

۸- آیا ولتاژ DC اندازه‌گیری شده با محاسبه شده برابر است؟ در صورت اختلاف علت را توضیح دهید.

۹- زمان تناوب موج خروجی را اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.

۱۰- فرکانس موج خروجی را محاسبه‌کنید و در جدول یادداشت‌کنید.

جدول ۸-۳

کمیت مورد اندازه‌گیری	مقدار	واحد
ولتاژ پیک تا پیک ورودی		
ولتاژ پیک خروجی		
ولتاژ DC خروجی محاسبه‌شده		
ولتاژ DC خروجی اندازه‌گیری‌شده		
زمان تناوب موج خروجی		
فرکانس موج خروجی		

کارعملی

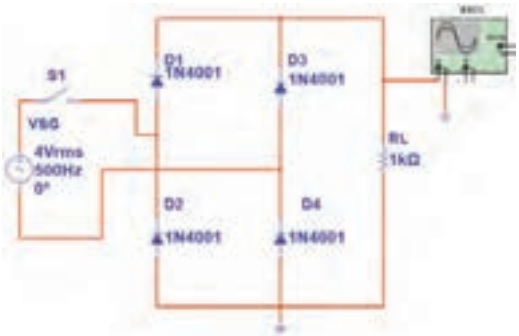
کار عملی ۱۴: یکسوساز تمام‌موج پُل با قطعات واقعی

هدف: بررسی عملی مدار یکسوساز تمام‌موج و اندازه‌گیری کمیّت‌های مدار با استفاده قطعات واقعی

مـواد، ابـزار و تجهیزات: سـیگنال‌ژنراتور صوتـی یـک دسـتگاه- اسیلوسـکوپ یک‌دسـتگاه-مولتی‌متر دیجیتالـی یـک دسـتگاه-دیود ۱N۴۰۰۱، ۴ عـدد- مقاومـت $\frac{۱}{۴}W$ ، $۱K\Omega$ یـک عدد- آی‌سـی پُل یک عـدد- خـازن $۱۰\mu F$ یـک عدد- خـازن $۱۰۰\mu F$ یک عـدد- بِردبُـرد یک قطعه

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۶۰ -۳ را روی بِردبُرد ببندید.

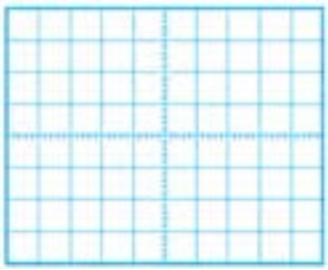


شکل ۶۰-۳ - مدار یکسوساز تمام‌موج

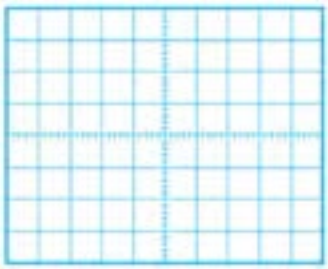
۲- سیگنال‌ژنراتور را روی فرکانس ۵۰۰ هرتز و دامنه موثر ۴ ولت تنظیم کنید.

۳- کلیـد مـدار را وصـل کنیـد و بـا اسـتفاده از اسیلوسـکوپ، مـوج ولتـاژ ورودی مدار(مـوج مولـدSG) و مـوج ولتـاژ دو سـر بـار را بـه صـورت پایـدار و در مقیـاس مناسـب ظاهرکنیـد. سـپس موج‌هـا را در نمـودار شـکل ۶۱-۳ و۶۲-۳ رسـم کنید.

۴- ولتاژ پیک‌تاپیک موج ورودی را محاسبه‌کنید و مقدار آن را در جدول ۹-۳ یادداشت‌کنید.



شکل ۶۱-۳- شکل موج VSG



شکل ۶۲-۳ - موج VO

۵- ولتاژ پیک موج خروجی را محاسبه‌کنید و مقدار آن را در جدول ۹-۳ یادداشت‌کنید.

۶- مقدار ولتاژ DC دو سر بار را از رابطه زیر محاسبه‌کنید و مقدار آن را در جدول ۹-۳ یادداشت‌کنید.

$$V_{DC} = \frac{۲Vpk}{\pi}$$

۷- مقدار ولتاژ DC دوسر بار را با ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.

۸- آیاولتاژDC اندازه‌گیری‌شده با محاسبه شده برابر است؟ در صورت اختلاف علت را توضیح دهید.

.....

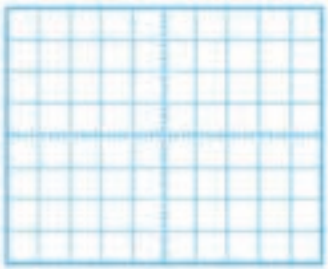
.....

۹- زمان تناوب موج خروجی را اندازه بگیرید و در جدول۹-۳ یادداشت‌کنید.

۱۰- فرکانس موج خروجی را محاسبه‌کنید و در جدول ۹-۳ یادداشت‌کنید.

۱۱- خازن ۱۰μF را با بار موازی کنید. سپس شکل موج دو سر بار را در نمودار شکل ۶۳-۳ رسم‌کنید.

۱۲- مقدار پیک تا پیک ضربان موج را اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.



شکل۶۳-۳- ولتاژ خروجی با صافی

جدول ۹-۳		
ولتاژ پیک تا پیک ورودی	مقدار	واحد
ولتاژ پیک خروجی		
ولتاژ DC خروجی محاسبه‌شده		
ولتاژ DC خروجی اندازه‌گیری‌شده		
زمان تناوب موج خروجی		
فرکانس موج خروجی		
پیک تا پیک ضربان		

۱۳- به جای خازن ۱۰μF، خازن ۱۰۰μF را با بار موازی کنید.آیا ولتاژ خروجی کاملاً صاف شده است؟.....

.....

۱۴- به جای چهار دیود می‌توان از آی‌سی پُل مانند شکل ۶۴-۳ استفاده کرد. موج متناوب ورودی را به پایه‌های با علامت ∿ اتصال دهید و خروجی یکسوشده را از + و - دریافت‌کنید.

۱۵- مدار را با آی‌سی پُل ببندید و شکل موج خروجی را مشاهده‌کنید.

شکل ۶۴-۳ - دو نمونه آی‌سی پل

رگولاتور ولتاژ با دیودزنر

رگولاتور ولتاژ مداری است که به وسیله آن می‌توان با تغییر ولتاژ ورودی یا تغییر جریان بار، ولتاژ خروجی (دو سر بار) را ثابت نگه‌داشت. شکل ۶۵-۳ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه با رگولاتور ولتاژ را نشان می‌دهد.

شکل۶۵-۳- بلوک‌دیاگرام منبع تغذیه با رگولاتور ولتاژ

فیلم

فیلم مربوط به منبع تغذیه با رگولاتور ولتاژ و شکل موج قسمت‌های مختلف آن‌را ببینید.

بحث گروهی

با توجه به شکل ۶۵-۳، در مورد نقش ترانسفورماتور، یکسوساز، صافی و رگولاتور ولتاژ در این بلوک دیاگرام، با هم‌گروهی خود بحث کنید و عملکرد هر بخش بلوک دیاگرام را به اختصار بنویسید.

- ترانسفورماتور: .....
.....
.....

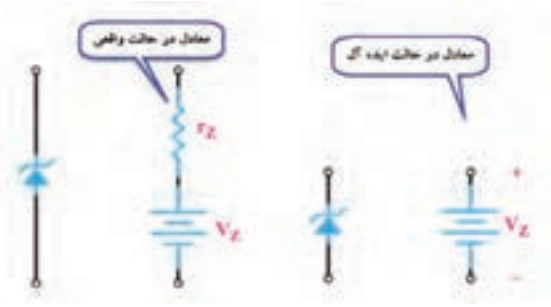
- یکسوساز: .....
.....
.....

- صافی: .....
.....
.....

- رگولاتور: .....
.....
.....

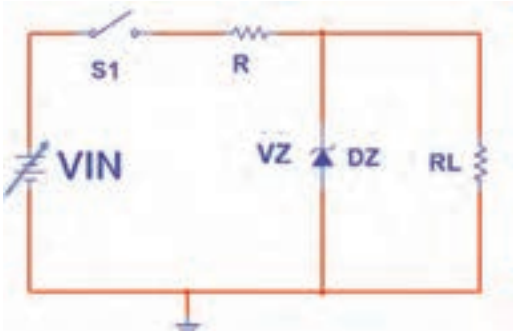
- بار: .....
.....

یکی از کاربردهای دیود زنر، استفاده از آن در مدار رگولاتور ساده است. اگر دیود زنر در بایاس مخالف قرار گیرد و ولتاژ منبع بیش‌تر از ولتاژ شکست آن باشد، زنر در ناحیه شکست قرار می‌گیرد و ولتاژ دو سر آن تقریباً ثابت می‌ماند. در حالت ایده‌آل می‌توانیم دیود زنر را در ناحیهٔ شکست معادل یک باتری در نظر بگیریم. شکل ۶۶-۳ ، معادل دیود زنر را در حالت واقعی و ایده‌آل نشان می‌دهد.



شکل ۶۶-۳- مدار معادل دیود زنر در حالت واقعی و ایده‌آل

از این خاصیت دیود زنر برای ثابت نگه داشتن(تثبیت) ولتاژ دو سر بار(R_L) استفاده می‌کنند. شکل ۶۷-۳، مدار تثبیت‌کننده ولتاژ دوسر بار(رگولاتور ولتاژ)را نشان می‌دهد.



شکل۶۷-۳- مدار ساده رگولاتور با زنر

V_{IN} در مدار شکل ۶۷-۳ ولتاژ بعد از خازن صافی منبع تغذیه شکل ۶۵-۳ است، که ممکن است در اثر تغییرات برق شهر یا جریان کشیدن بار دچار تغییرات شود.

فعالیت

کار عملی ۱۵: تثبیت‌کننده ولتاژ با دیود زنر در نرم‌افزار

هدف: بررسی عملی مدار رگولاتور با زنر با استفاده از نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه - نرم‌افزار مناسب - لوازم‌التحریر

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۶۸-۳ را در نرم‌افزار ببندید.

۲-کلید مدار را ببندید و ولتاژ منبع را مطابق جدول ۱۰-۳ تغییر دهید و ولتاژ دو سر بار را با ولت‌متر نرم‌افزار اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.

جدول ۱۰-۳

ردیف	ولتاژ منبع (ولت)	ولتاژ دوسر بار
۱	۲	
۲	۵	
۳	۸	
۴	۱۲	
۵	۱۵	

شکل۶۸-۳- مدار آزمایش رگولاتور با زنر

۳- در چه محدوده‌ای از ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ثابت مانده است؟

.....

.....

۴- در حالتی که ولتاژ ورودی ۵، ۱۲ و ۱۵ ولت است جریان عبوری از دیود زنر را به وسیله آمپرمتر اندازه بگیرید و در جدول ۱۱-۳ یادداشت کنید.

۵-توان تلفاتی دیود زنر را در این دو حالت از فرمول $P_Z=V_Z \times I_Z$ محاسبه و در جدول ۱۱-۳ یادداشت کنید.

جدول ۱۱-۳

ردیف	ولتاژ ورودی	جریان دیود زنر(mA)	توان‌دیودزنر(mw)
۱	۵ ولت		
۲	۱۲ ولت		
۳	۱۵ ولت		

کارعملی

کار عملی ۱۶: تثبیت‌کنندهٔ ولتاژ زنری به صورت سخت‌افزاری

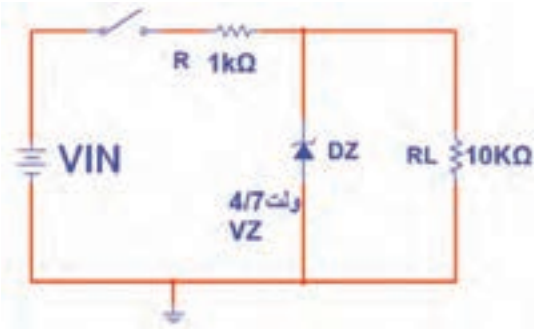
هدف: بررسی عملی مدار رگولاتور با زنر با استفاده از قطعات واقعی

مواد، ابزار و تجهیزات: منبع تغذیه یک دستگاه- مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-دیود زنر ۴/۷ ولت یک عدد- مقاومت $\frac{1}{4}$ W، ۱۰ KΩ، ۱KΩ از هر کدام یک عدد- بِردبُرد یک قطعه.

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۶۹-۳ را روی بِردبُرد ببندید.

۲-کلید مدار را ببندید و ولتاژ منبع را مطابق جدول ۱۲-۳ تغییر دهید. ولتاژ دو سر بار را با ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید.



شکل ۶۹-۳- مدار آزمایش رگولاتور با زنر

۳- در چه محدوده‌ای از ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ثابت مانده است؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

جدول ۱۲-۳

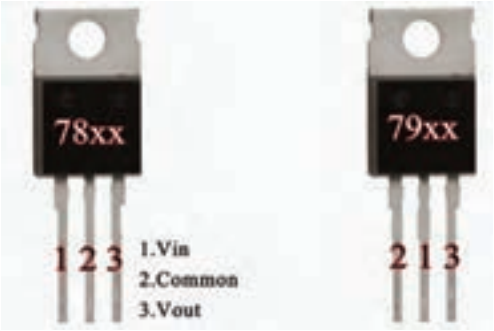
ردیف	ولتاژ منبع (ولت)	ولتاژ دوسر بار
۱	۲	
۲	۵	
۳	۸	
۴	۱۲	
۵	۱۵	

نکته

از عیوب رگولاتور زنر، جریان‌دهی کم آن است. از این رو برای تقویت جریان از آی‌سی‌های رگولاتور استفاده می‌کنند.

۵-۳ -آی‌سی‌های رگولاتور

امروزه برای تثبیت ولتاژ به‌جای استفاده از دیود زنر از آی‌سی‌های رگولاتور استفاده‌می‌کنند. آی‌سی‌های رگولاتور، مدارهای مجتمع تنظیم‌کننده‌های ولتاژ هستندکه فقط سه‌پایه برای اتصال به مدار دارند. یکی از پایه‌ها برای اتصال به ولتاژ تنظیم‌نشده ورودی، پایه دیگر برای ولتاژ تنظیم‌شده خروجی و پایه سوم برای اتصال به زمین است. شکل ۷۰-۳ دو نمونه از این نوع تنظیم‌کننده‌های ولتاژ را نشان‌می‌دهد.



شکل ۷۰-۳- دو نمونه از آی‌سی‌های رگولاتور

تنظیم‌کننده‌ها (رگولاتورها) به صورت قطعاتی با پوشش پلاستیکی یا فلزی و با قیمت بسیار ارزان عرضه می‌شوند. در مدار خارجی آن‌ها حداکثر سه عدد خازن قرار می‌گیرد. خازن‌ها در ورودی و خروجی رگولاتور نصب می‌شوند تا تغییرات ولتاژی را که در اثر نفوذ و دخالت فرکانس‌های نا خواسته به وجود می‌آید، از بین ببرند.

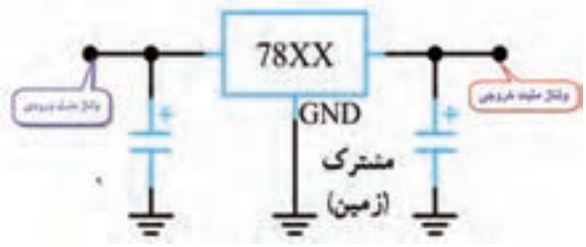
انواع آی‌سی‌های رگولاتور

از آن‌جا که در مدارهای الکترونیکی نیاز به دو نوع ولتاژ مثبت و منفی داریم،آی‌سی‌های رگولاتور به دو دسته، شامل سری‌های مثبت و منفی، تقسیم می‌شوند.

آی‌سی‌های سری مثبت

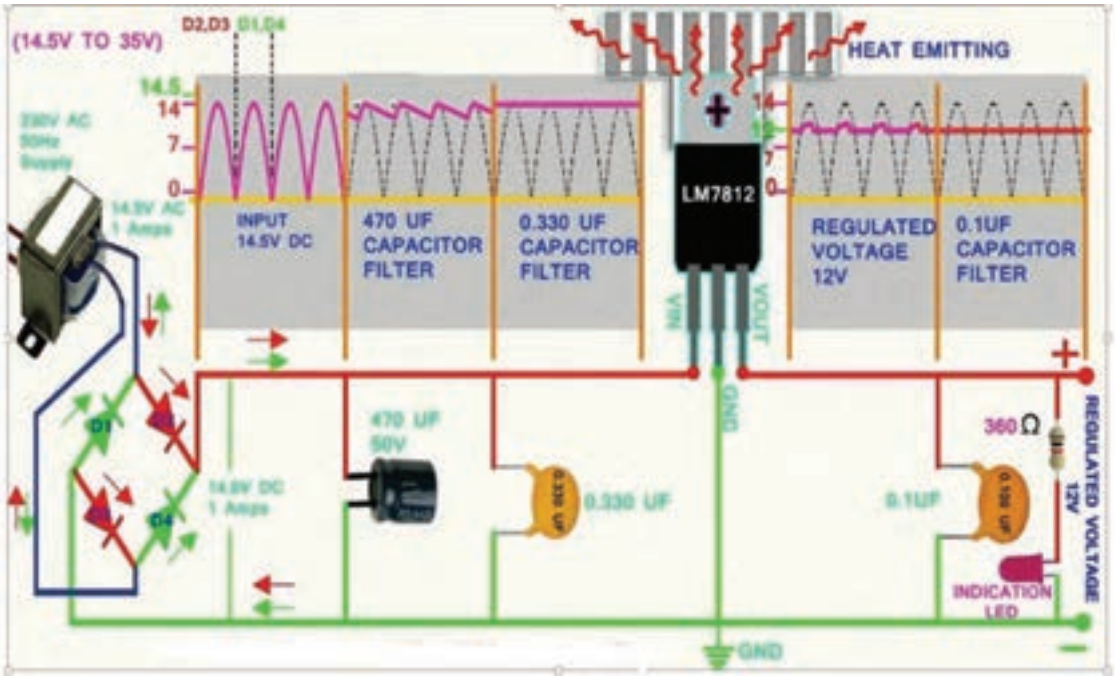
این آی‌سی‌ها ولتاژ مثبت تهیه می‌کنند. رگولاتورهای سری ۷۸xx در این دسته‌بندی قراردارند. شکل ۷۱-۳ چگونگی قرارگرفتن آی‌سی رگولاتور سری مثبت را در مدار نشان می‌دهد. دو رقم آخر در شماره این آی‌سی ها، ولتاژ خروجی آن را مشخص می‌کند. مثلاً آی‌سی ۷۸۰۵، ولتاژ خروجی رگوله‌شده‌ای برابر با ۵+ ولت را فراهم می‌کند. ولتاژ خروجی این سری آی‌سی‌ها معمولاً ۴± درصد خطا دارند. برای مثال ولتاژ خروجی آی‌سی ۷۸۰۵ ممکن است بین ۴/۸ ولت تا ۵/۲ ولت تغییر کند. در شکل ۷۲-۳ چهار نمونه بسته‌بندی از این سری آی‌سی ها را مشاهده می‌کنید.

در شکل ۷۳-۳ مدار یک منبع تغذیه با آی‌سی رگولاتور ۷۸۱۲ را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷۱-۳- مدار استاندارد قرارگرفتن آی‌سی در مدار

شکل۷۲-۳- بسته بندی آی‌سی‌های رگولاتور



شکل۷۳-۳- مدار منبع تغذیه با آی‌سی

کارعملی

کار عملی ۱۷ :آی‌سی رگولاتور مثبت در نرم‌افزار

هدف: بررسی عملی مدار آی‌سی رگولاتور با استفاده از نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه – نرم‌افزار مناسب – لوازم‌التحریر

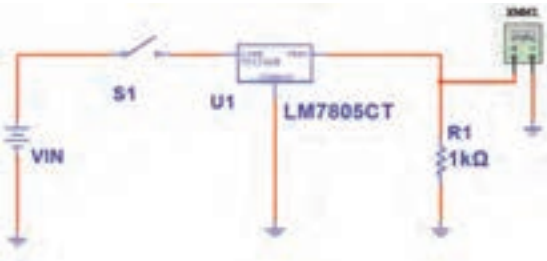
مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۷۴-۳ را در نرم‌افزار ببندید.

۲-کلید مدار را وصل‌کنید و ولتاژ منبع را مطابق جدول ۱۳-۳ تغییر دهید.ولتاژ دو سر بار را با ولت‌متر نرم‌افزار اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.

۳- در چه محدوده‌ای از ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ثابت مانده است؟

.....



شکل۷۴-۳- مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور

جدول۱۳-۳

ردیف	ولتاژ منبع (ولت)	ولتاژ دوسر بار
۱	۲	
۲	۵	
۳	۸	
۴	۱۲	
۵	۱۵	

کارعملی

کار عملی ۱۸: رگولاتور با آی‌سی ۷۸۰۵

هدف: کسب شایستگی در بستن مدار رگولاتور و اندازه‌گیری کمیت‌های آن

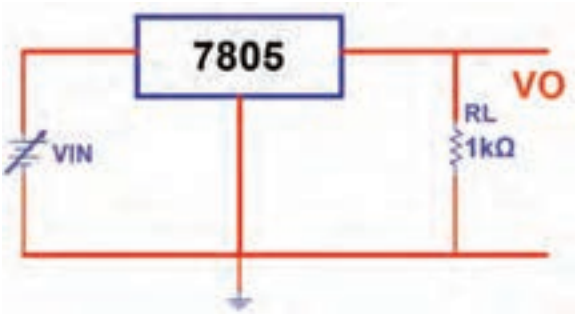
مواد، ابزار و تجهیزات: منبع تغذیه یک دستگاه - مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-آی‌سی رگولاتور ۷۸۰۵ یک عدد- مقاومت ۱ KΩ، $\frac{1}{4}$ W یک عدد- بِردبُرد یک قطعه

مراحل اجرای کار عملی

۱- مدار شکل ۷۵-۳ را روی بِردبُرد ببندید.

۲- مقدار ولتاژ ورودی را بر اساس جدول ۱۴-۳ تغییر دهید و ولتاژ دو سر بار را با ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.

۳- در چه محدوده‌ای از ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ثابت مانده‌است؟.



شکل ۷۵-۳- مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور مثبت

جدول ۱۴-۳		
ردیف	ولتاژ منبع (ولت)	ولتاژ دوسر بار
۱	۲	
۲	۵	
۳	۸	
۴	۱۲	
۵	۱۵	

۴- در حالتی که ولتاژ ورودی ۱۵ ولت ثابت است، مقدار R_L را بر اساس جدول ۱۵-۳ تغییر دهید و در هر مرحله ولتاژ خروجی را با ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول ۱۵-۳ یادداشت‌کنید.

۵-جدول ۱۵-۳ را مورد بررسی قرار دهید. در مورد تأثیر مقاومت بار روی ولتاژ خروجی توضیح دهید. آیا در اثر تغییر مقاومت بار مقدار ولتاژ خروجی تغییر می‌کند؟. .....

.....

.....

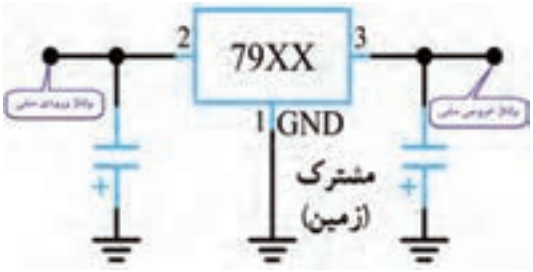
۶- با توجه به مقدار ولتاژ خروجی و مقاومت بار، جریان بار را در هر مرحله از فرمول $I_L=\frac{V_{RL}}{R_L}$ محاسبه کنید و نتایج را در جدول بنویسید.

۷- آیا در بار کم (جریان بار زیاد) ولتاژ خروجی رگولاتور تغییر می‌کند؟ شرح‌دهید.

جدول ۱۵-۳			
ردیف	مقدار R_L	ولتاژ خروجی	جریان بار
۱	۴۷ Ω		
۲	۱۰۰ Ω		
۳	۴۷۰ Ω		
۴	۱kΩ		

آی‌سی‌های سری منفی

این آی‌سی‌ها ولتاژ منفی تهیه می‌کنند. رگولاتورهای سری xx ۷۹ در این دسته‌بندی قراردارند. شکل ۷۶-۳ چگونگی قرارگرفتن این نوع آی‌سی را در مدار نشان می‌دهد.



شکل ۷۶-۳- مدار استاندارد قرارگرفتن آی‌سی

کارعملی

کار عملی ۱۹ : رگولاتور با آی‌سی ۷۹۰۵

هدف: بررسی عملی مدار آی‌سی رگولاتور منفی با استفاده از قطعات واقعی

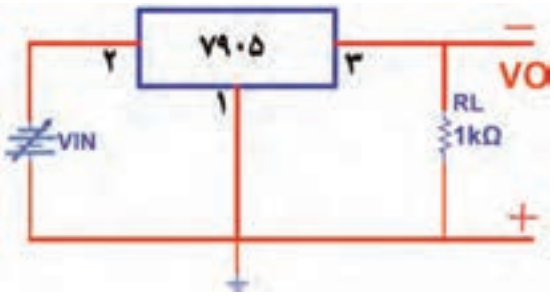
مواد، ابزار و تجهیزات: منبع تغذیه یک دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-آی‌سی رگولاتور ۷۹۰۵ یک عدد- مقاومت، $\frac{1}{4}$ W ، ۱ KΩ یک عدد- بِردبُرد یک قطعه

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۷۷-۳ را روی بِردبُرد ببندید.

۲- مقدار ولتاژ ورودی را بر اساس جدول۱۶-۳ تغییر دهید و ولتاژ دو سر بار را با ولت‌متر اندازه‌بگیریدو در جدول یادداشت‌کنید.

۳- در چه محدوده‌ای از ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ثابت مانده‌است؟



شکل ۷۷-۳- مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور منفی

جدول ۱۶-۳

ردیف	ولتاژ منبع (ولت)	ولتاژ دوسر بار
۱	۲	
۲	۵	
۳	۸	
۴	۱۲	
۵	۱۵	

کارعملی

کار عملی ۲۰: خواندن برگه اطلاعات

هدف: استخراج اطلاعات از برگه اطلاعات

مواد، ابزار و تجهیزات: برگه اطلاعات- لوازم‌التحریر

۱- متن زیر در مورد آی‌سی‌های سری ۷۸ xx به زبان اصلی است. متن را به فارسی ترجمه‌کنید.

- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

.....

.....

.....

.....

.....

Table 1

Range	Output Voltages (V_{OUT})	Maximum Current	Maximum Input Voltage	Typical Dropout Voltage
LM78Lxx	5.0V, 6.2V, 8.2V, 9.0V, 12V, 15V	100mA	35V	V_{OUT} + 1.7V
LM78Mxx	5V, 12V, 15V	500mA	35V	V_{OUT} + 2V
LM78xx	5.0V, 5.2V, 6.0V, 8.0V, 8.5V, 9.0V, 12.0V, 15.0V, 18.0V, 24.0V	1A	35 or 40V dependent on type	V_{OUT} + 2.5V

شکل ۷۸-۳- برگه اطلاعات

۲- برگهٔ اطلاعات شکل۷۸-۳ را مورد مطالعه قرار دهید و اطلاعات خواسته شده را استخراج نمائید و در جدول۱۷-۳ یادداشت کنید.

جدول ۱۷-۳

ردیف	شماره فنی آی‌سی	ولتاژ خروجی	ماکزیمم جریان	ماکزیمم ولتاژ ورودی
۱	۷۸L۰۵			
۲	۷۸M۱۵			
۳	۷۸۰۵			

شکل۷۹-۳- بسته‌بندی انواع آی‌سی رگولاتور

۳-با توجه به شکل ۷۹-۳ ، این آی‌سی‌های رگولاتور در چند مدل ساخته می‌شوند؟

.....

.....

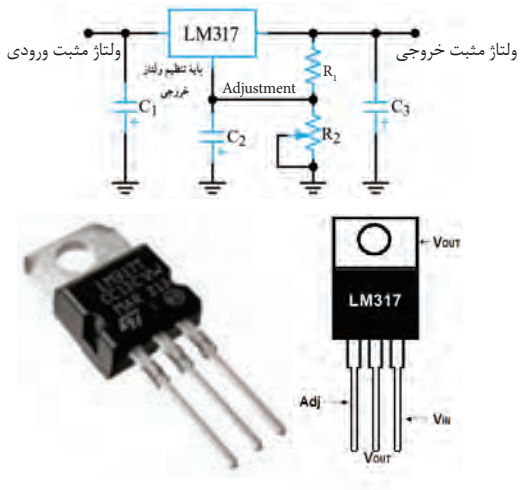
نکته

توجه داشته باشید که در برگه اطلاعات آی‌سی، مشخصات و داده‌های زیادی مطرح می‌شود که با توجه به نیاز، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این قسمت با توجه به نیاز قسمتی از برگه اطلاعات را آورده‌ایم.

رگولاتور ولتاژ مثبت قابل تنظیم

آی‌سی LM۳۱۷ یک نمونه آی‌سی رگولاتور مثبت قابل تنظیم سه پایه است که ولتاژ خروجی آن رامی‌توان بین ۱/۲۵+ ولت تا ۳۷+ ولت تغییر داد. نقشه الکتریکی مدار این آی‌سی و پایه‌های آن در شکل ۸۰-۳ رسم‌شده است.

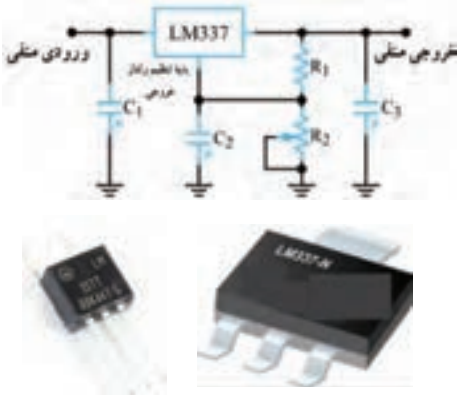
آی‌سی دارای سه پایه ورودی(Input)، خروجی(Out put) و پایه قابل تنظیم (Adjustment) است. مقاومت ثابت R۱ و مقاومت متغیر R۲ برای تنظیم سطح ولتاژ و مقدار بیشینه (ماکزیمم) ولتاژ خروجی در مدار به‌کار می‌رود. حداکثر جریانی که این آی‌سی می‌تواند به بار بدهد ۱/۵ آمپر است.



شکل ۸۰-۳- نقشه مداری و پایه‌های رگولاتور قابل تنظیم مثبت

رگولاتور ولتاژمنفی قابل تنظیم

آی‌سی LM۳۳۷ یک آی‌سی رگولاتورولتاژ منفی قابل تنظیم سه پایه است که ولتاژ خروجی آن را می‌توانیم بین ۱/۲۵-ولت تا ۳۷- ولت تغییر دهیم. شکل ۸۱-۳ دو نمونه آی‌سی و یک نمونه نقشه استاندارد آن را نشان می‌دهد.



شکل ۸۱-۳- نقشه مدار و تصویر دو نمونه رگولاتور منفی

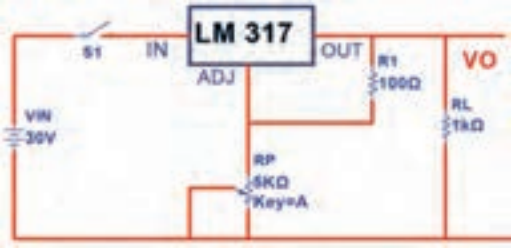
کارعملی

کار عملی ۲۱: رگولاتور متغیر با آی‌سی LM۳۱۷

هدف:بررسی عملی مدار آی‌سی رگولاتور متغیر مثبت با استفاده از قطعات واقعی

مواد، ابزار و تجهیزات: منبع تغذیه یک دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-آی‌سی رگولاتور LM۳۱۷ یک عدد- مقاومت ۱۰۰ Ω، $\frac{1}{4}$W یک عدد- پتانسیومتر ۵ KΩ یک عدد- بِردبُرد یک قطعه

مراحل اجرای کار



شکل۸۲-۳- مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور متغیر

۱- مدار شکل ۸۲-۳ را روی بِردبُرد ببندید.

۲- مقاومت متغیر ۵ KΩ را روی حداقل مقدار قرار دهید و با مولتی‌متر ولتاژ دو سر مقاومت R_1، R_P و V_O را اندازه بگیرید و در جدول ۱۸-۳ یادداشت کنید.

نکته

برای تشخیص پایه‌های آی‌سی LM۳۱۷ به برگه اطلاعات آن مراجعه‌کنید.

۳- سر متغیر پتانسیومتر را در حد وسط و در ماکزیمم قرار دهید و در هر مرحله با ولت‌متر ولتاژ دو سر مقاومت R_1، R_P و V_O را اندازه بگیرید و در جدول۱۸-۳ یادداشت کنید.

۴- آیا با تغییر سر متغیر پتانسیومتر، V_{R1} تقریباً ثابت مانده‌است؟

.....

۵- آیا همواره رابطه $V_O = V_{RP} + V_{R1}$ برقرار است؟

.....

۶-آیا می‌توان ولتاژ خروجی را از رابطه مقابل به دست آورد؟ $V_O = (1 + \frac{R_P}{R_1}) \times V_{R1}$

هر مرحله، ولتاژ خروجی را با فرمول محاسبه‌کنید و نتایج را با مقدار اندازه‌گیری‌شده مقایسه‌نمایید. مقدار V_O محاسبه‌شده را در جدول یادداشت‌کنید.

۷- کمترین ولتاژ خروجی و بیش‌ترین ولتاژ خروجی چند ولت است؟

$V_O(min)$= V

$V_O(max)$= V

جدول۱۸-۳

مرحله	مقدار پتانسیومتر	V_{R1} ولت	V_{RP} ولت	V_O اندازه‌گیری‌شده (ولت)	VO محاسبه‌شده (ولت)
۱	در حد مینیمم				
۲	در حد وسط				
۳	در حد ماکزیمم				

پرسش

الگوی پرسش:

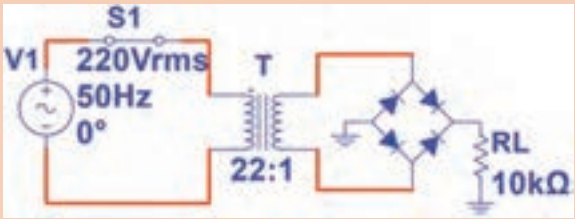
۱- یکسوسازی را تعریف‌کنید و انواع آن را نام ببرید.

۲-رابطه معدل ولتاژ دو سر بار را در یکسوساز نیم‌موج و تمام‌موج بنویسید.

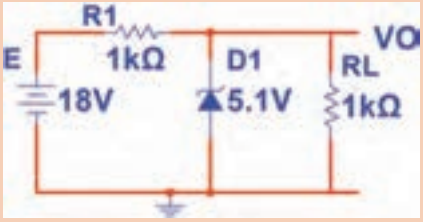
۳- در شکل ۸۳-۳ مطلوب است محاسبه الف-V_O ب- I_L

۴- در شکل ۸۴-۳ مطلوب‌است محاسبه الف-معدل ولتاژ دوسر بار ب- اگر خازن ۱۰۰μF با بار موازی شود،ولتاژ دو سر بار را محاسبه‌کنید.

(ولتاژ دوسر دیود وصل را صفر در نظر بگیرید).



شکل ۸۴-۳- مدار سوال ۴



شکل ۸۳-۳- مدار سوال ۳

۵- آی‌سی های سری۷۸XX رگولاتورهای ولتاژ ثابت سری مثبت هستند.

صحیح ☐ غلط ☐

۶- ولتاژ خروجی آی‌سی ۷۹۱۵ برابر ۱۵+ ولت است.

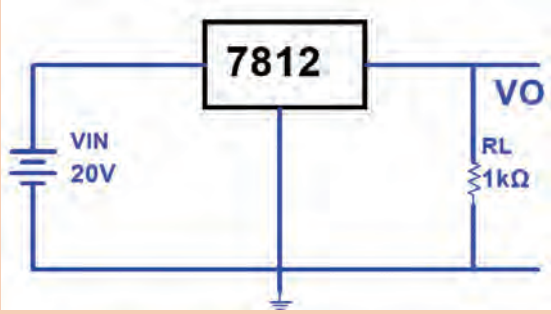
صحیح ☐ غلط ☐

۷- در مدار با کدام آی‌سی رگولاتور، ولتاژ خروجی بین ۱/۲- تا ۳۷- ولت قابل تنظیم است؟

۱) LM ۳۳۷ ۲) LM۳۱۷

۳) AN۷۸۰۵ ۴) AN۷۹۱۵

۸- در مدارشکل ۸۵-۳ ولتاژ دو سر بار و جریان بار را محاسبه‌کنید.



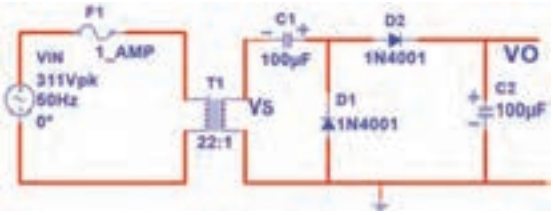
شکل۵ ۸-۳- مدار سوال ۸

چندبرابرکننده ولتاژ

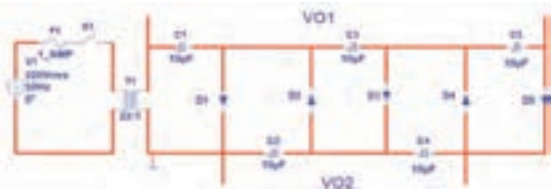
مدارهـای چندبرابرکننـده ولتـاژ، منابـع تغذیـه‌ای هسـتند کـه ولتـاژ خروجـی آن‌هـا چنـد برابـر ماکزیمـم ولتـاژ ورودی اسـت. در شـکل ۸۶-۳ مـدار یـک نمونـه دوبرابرکننـده ولتـاژ رسم‌شـده اسـت.

در ایـن مـدار خـازن C۱ بـه انـدازه VSmaxو خـازن C۲ بـه انـدازه VSmax ۲ شـارژ می‌شـود لـذا ولتـاژ خروجـی دو برابـر می‌شـود. هنگامی‌کـه مقاومـت بـار بـه خروجـی وصل‌شـود، ضربـان (ریپـل) زیـادی در دوسـر بـار ظاهـر می‌شـود، از ایـن رو این‌گونـه مدارهـا فقـط در شـدت جریان‌هـای کـم بـه کار می‌رونـد. در شـکل ۸۷-۳ مـدار پنج‌برابرکننـده ولتـاژ رسـم شـده اسـت . در ایـن مـدار هـم خـازن C۱ بـه انـدازه VSmax و سـایر خازن‌هـا بـه انـدازه VSmax ۲ شـارژ می‌شـوند.

در شکل ۸۸-۳ یک نمونه مدار چندبرابرکننده ولتاژ با قطعات واقعی نشان‌داده شده است.



شکل ۸۶-۳- مدار دوبرابر کننده



شکل ۸۷-۳- مدار پنج برابر کننده ولتاژ

شکل ۸۸-۳ - مدار چند برابر کننده ولتاژ با قطعات واقعی

پژوهش

در مورد کاربرد چند برابرکننده ولتاژ تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

کارعملی

کار عملی ۲۲: دوبرابرکننده ولتاژ

هدف:بررسی عملی مدار دو برابرکننده ولتاژ در نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه - نرم‌افزار مناسب - لوازم‌التحریر

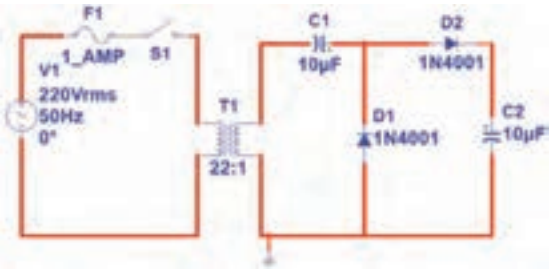
مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۸۹-۳ را در نرم‌افزار ببندید.

۲- کلید مدار را وصل کنید و به وسیلهٔ ولت‌متر AC نرم‌افزار،ولتاژ ثانویهٔ ترانسفورماتور را اندازه بگیرید و در جدول ۱۹-۳ یادداشت کنید.

۳- V_{Smax}را با فرمول محاسبه و مقدار محاسبه‌شده را در جدول یادداشت کنید.

۴- ولتاژ دو سر خازن C_1 و خازن C_2را با ولت‌متر DC نرم‌افزار اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید.



شکل۸۹-۳- مدار دوبرابر کننده ولتاژ

جدول ۱۹-۳		
ردیف	کمیت مورد اندازه‌گیری	مقدار(ولت)
۱	V_{Srms}	
۲	V_{Smax}	
۳	V_{C1}	
۴	V_{C2}	

کارعملی

کار عملی ۲۳: دوبرابرکنندهٔ ولتاژ

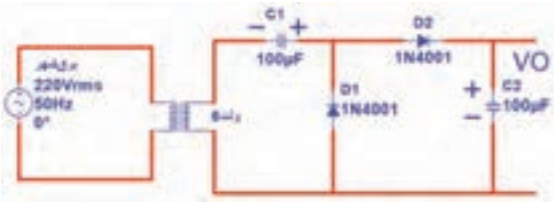
هدف: بررسی عملی مدار دوبرابرکنندهٔ ولتاژ با قطعات واقعی

مواد، ابزار و تجهیزات: ترانسفورماتور ۶: ۲۲۰ ولت یک دستگاه - مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه- بِردبُرد یک قطعه- دیود ۱N۴۰۰۱ یاهر نوع دیود مشابه دیگر ۲ عدد-خازن ۱۰۰ µF ، ۲۵ ولت دو عدد- مقاومت ۴۷۰ Ω، $\frac{1}{2}$ W یک عدد

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۹۰-۳ را روی بِردبُرد ببندید.

۲- کلید مدار را وصل کنید و به وسیله ولت‌متر AC، ولتاژ ثانویهٔ ترانسفورماتور را اندازه بگیرید و در جدول ۲۰-۳ یادداشت کنید.



شکل ۹۰-۳- مدار دوبرابر کننده ولتاژ

نکته

در اتصال ترانسفورماتور به برق شهر به نکات ایمنی اشاره شده در شکل ۹۱-۳ به دقت توجه کنید و کلیه نکات ایمنی تذکر داده‌شده توسط مربی را در هنگام‌کار رعایت کنید.

۳- V_{Smax} را با فرمول محاسبه و مقدار محاسبه‌شده را در جدول یادداشت‌کنید.

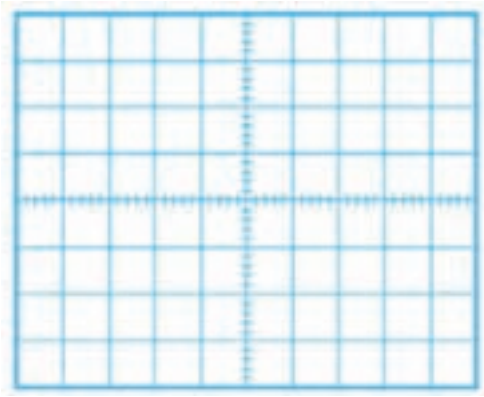
۴- ولتاژ دو سر خازن C_1 و خازن C_2 را با ولت‌متر DC اندازه بگیرید و در جدول یادداشت‌کنید.

سیم اولیه ترانسفورماتور بریدگی نداشته باشد و کاملاً عایق‌بندی باشد.

دو شاخه را مانند شکل به درستی در دست بگیرید.

شکل ۹۱-۳- مدار پنج برابر کننده ولتاژ

۵- مقاومت $R_L = ۴۷۰\ \Omega$ را به خروجی مدار وصل کنید. به وسیله اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ دو سر R_L را در نمودار شکل ۹۲-۳ رسم‌کنید و مقدار ولتاژ DC را روی آن بنویسید.



شکل ۹۲-۳- محل ترسیم شکل ولتاژ دوسر بار

جدول ۲۰-۳

ردیف	کمیت مورد اندازه‌گیری	مقدار(ولت)
۱	V_{Srms}	
۲	V_{Smax}	
۳	V_{C1}	
۴	V_{C2}	

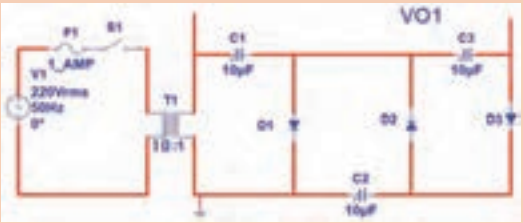
پرسش

الگوی پرسش:

۱- در مدار چهار برابرکنندهٔ ولتاژ به. . . . عدد دیود و. .. . عدد خازن نیازداریم.

۲- مدار یک پنج‌برابرکنندهٔ ولتاژ را رسم‌کنید.

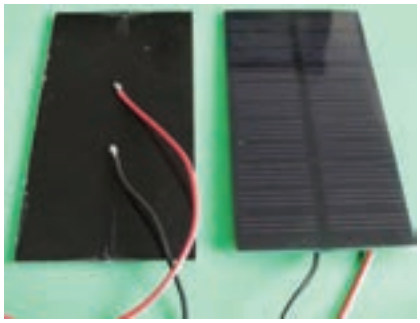
۳- در مدار شکل ۹۳-۳ پس از بستن کلید و شارژ کامل خازن‌ها، ولتاژ هر خازن و ولتاژ خروجی(vo۱) را محاسبه‌کنید.



شکل ۹۳-۳- مدار سوال ۳

۶-۳- سلول خورشیدی Solar cell

در مباحث گذشته با سلول فتوولتائیک که آن را با نام سلول خورشیدی می‌شناسیم آشنا شده‌اید. این سلول‌ها سالم ترین وسیلهٔ تولید الکتریسیته هستند. شکل ۹۴-۳ یک سلول خورشیدی که در تابش مناسب خورشید قادر به تولید ولتاژی حدود ۵/۵ ولت با جریان ۱۰۰ mA است را نشان می‌دهد.



شکل ۹۴-۳- سلول خورشید و اتصال سیم به آن

برای آشنایی با طرز کار سلول خورشیدی به اجرای کار عملی ساده‌ای می‌پردازیم.

کارعملی

کار عملی ۲۴: سلول خورشیدی

هدف: به کارگیری سلول خورشیدی برای تولید الکتریسیته

مواد، ابزار و تجهیزات: سلول خورشیدی ۲ قطعه-مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-دیود LED به تعداد کافی- بِردبُرد یک قطعه- مقاومت ۴۷۰ Ω، $\frac{1}{4}$ W یک عدد

مراحل اجرای کار

۱- پس از اتصال سیم‌های رابط از طریق لحیم‌کاری به سلول خورشیدی، در کم‌ترین و بیش‌ترین تابش نور خورشید، ولتاژ تولیدی توسط سلول را مانند شکل ۵۹-۳ اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

شکل ۹۵-۳- اندازه‌گیری ولتاژ سلول خورشیدی

ایمنی

هنگام لحیم‌کاری سیم به سلول‌خورشیدی مراقب‌باشید پَدهای اتصال(**Pads**) سلول خورشیدی آسیب نبینند.

۲- دو سلول را با هم سری کنید و ولتاژ تولیدی را در نور محیط کارگاه اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

ولتاژ در کم‌ترین نور = V

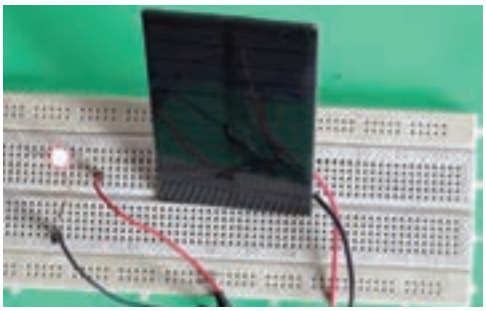
ولتاژ در بیش‌ترین نور = V

۳- دو سلول را با هم موازی کنید و ولتاژ تولیدی را در نور محیط کارگاه اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

ولتاژ تولیدی (درکمترین نور) = V

ولتاژ تولیدی (در بیشترین نور) = V

۴- با توجه به برگه اطلاعات LED، افت ولتاژ دو سر LED و جریان طبیعی(نرمال -Normal) که می‌تواند نور مناسب تولید کند را به دست‌آورید. سپس با ولتاژ تولیدی سلول خورشیدی، مقاومت محدودکننده جریان را در مدار شکل ۹۶-۳ محاسبه‌کنید و LED را روشن نمائید.



شکل ۹۶-۳- مدار آزمایش

$$R=\frac{V_R}{I}=\frac{V_{\text{سلول}}-V_D}{I_D}$$

R =..... Ω

۵- آمپرمتر را با مدار سری کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

I=..... mA

۶- آیا می‌توانید چندین LED را موازی‌کنید و آن‌ها را با سلول خورشیدی روشن‌کنید؟ این موضوع را تجربه‌کنید.

نکته

در صورت نیاز سلول‌ها را با هم موازی‌کنید تا جریان مورد نیاز را تأمین کند.

الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری

۱- آند و کاتد دیود را روی شکل ۹۷-۳ بنویسید.

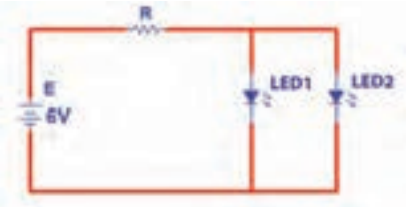
۲- OLروی صفحه نمایش یک مولتی‌متر دیجیتال سر واژهٔ کلمات انگلیسی.....و به معنی..... است.

۳- افت ولتاژ دو سر یک دیود سیلیسیومی در حالت آرمانی(ایده‌آل)برابر..... ولت و در حالت واقعی حدود..... ولت است.

۴- در شکل ۹۸-۳ اگر افت ولتاژ دوسر دیودها ۲ ولت و جریان مورد نیاز هر دیود ۲۰ mA باشد، مقدار R را محاسبه‌کنید.

۵- در مدار شکل ۹۹-۳ بعد از بستن کلید، ولتاژ دو سر بار را محاسبه‌کنید. دیود را ایده‌آل درنظر بگیرید.

شکل ۹۷-۳



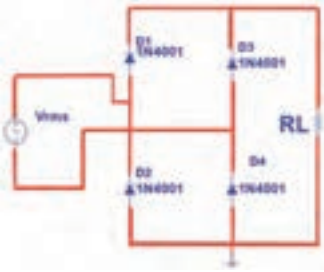
شکل۹۸-۳

شکل ۹۹-۳

۶- در مدار یکسو ساز شکل ۱۰۰-۳، کدام گزینه رابطه محاسبه ولتاژ دوسر بار است؟

۱) $\frac{2Vm}{\pi}$ ۲) $\frac{Vm}{\pi}$

۳) $\frac{2Vrms}{\pi}$ ۴) $\frac{Vrms}{\pi}$

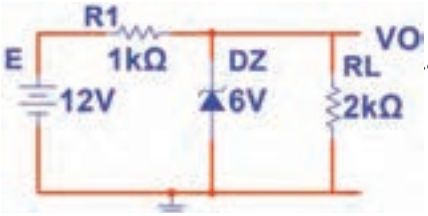


شکل ۱۰۰-۳

۷- با آی‌سی LM۳۱۷ می‌توان منبع تغذیه قابل تنظیم از ۱/۲ ولت تا ۳۷ ولت ساخت.

صحیح □ غلط □

۸- در مدار شکل ۱۰۱-۳ ولتاژ دوسر بار و جریان آن را محاسبه‌کنید.

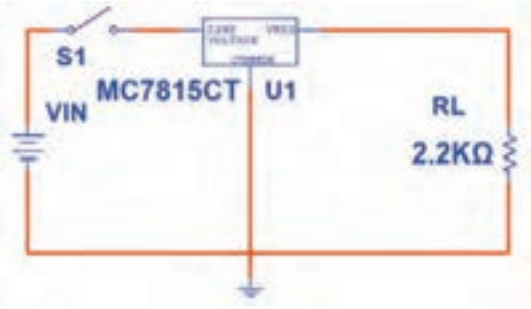


شکل ۱۰۱-۳

الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری

۱- مدار شکل ۱۰۲-۳ را به‌طور منظم روی میز کار در نرم‌افزار ببندید.

۲-کلید مدار را ببندید و ولتاژ منبع را مطابق جدول ۲۱-۳ تغییر دهید و ولتاژ دو سر بار را با ولت‌متر نرم‌افزار اندازه بگیرید و در جدول ۲۱-۳ یادداشت کنید.



شکل ۱۰۲-۳

جدول ۲۱-۳

ردیف	ولتاژ منبع (ولت)	ولتاژ دوسر بار
۱	۸	
۲	۱۵	
۳	۲۰	
۴	۲۵	
۵	۳۰	

۳- در چه محدوده‌ای از ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ثابت است؟

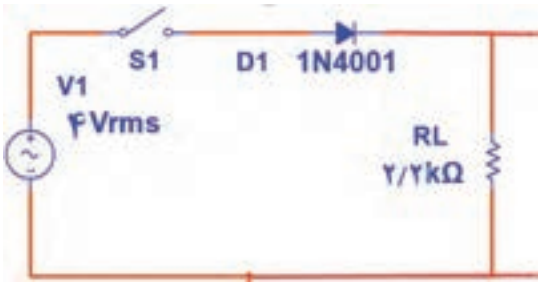
۴- به ازای ولتاژ ورودی ۲۵ ولت جریان بار را محاسبه‌کنید.

الگوی آزمون عملی پایان واحد یادگیری با قطعات واقعی

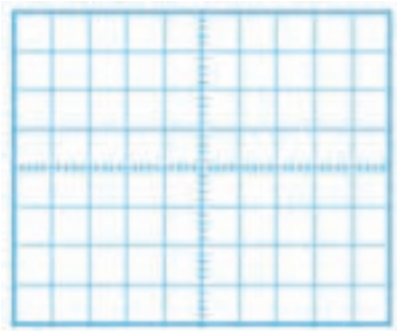
۱-مدار شکل ۱۰۳-۳ را روی بِردبُرد ببندید.

۲- سیگنال‌ژنراتور را روی ۴ ولت موثر و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم‌کنید. سپس کلید مدار را ببندید.

۳ - شکل موج ولتاژ دو سر بار را در نمودار شکل ۱۰۴-۳ رسم کنید و دامنه پیک آن را اندازه‌بگیرید و یادداشت کنید.



شکل۱۰۳-۳- مدار آزمایش



شکل ۱۰۴-۳ محل ترسیم شکل ولتاژ دوسربار

۴- با استفاده از فرمول، ولتاژ DC خروجی را محاسبه‌کنید و مقدار آن را یادداشت‌کنید.

۵- مقدار ولتاژ DC دوسر بار را با ولت‌متر اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

۶- آیا ولتاژDC اندازه‌گیری‌شده باولتاژ محاسبه شده برابر است؟ در صورت اختلاف علت را توضیح‌دهید.

۷- زمان تناوب موج خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

۸- فرکانس موج خروجی را محاسبه و یادداشت‌کنید.

شایستگی های غیر فنی و دانشمندان ایرانی
توسعه پایدار(باز یافت و استفاده بهینه از انرژی)
راز گرم شدن حمام شیخ‌بهایی تنها با یک شمع

حمام شیخ‌بهایی با راز کشف نشده خود یعنی گرم شدن منبع حمام با شمعی که همواره روشن بوده، تبلور هنر معماری و ذهن خلاق ایرانیان در طراحی بناها است؛ موضوعی که سالها ذهن دانشمندان جهان را مشغول کرد ه است.

شیخ بهایی از بزرگ‌ترین دانشمندان عصر صفوی است که در علوم فلسفه، منطق، هیئت و ریاضیات تبحر داشت و مجموعه تألیفاتی که از او بر جای مانده در حدود ۸۸ کتاب و رساله است. وی بنابر وصیت خود در جوار مرقد مطهر حضرت علی بن موسی الرضا (ع) دفن شده است.

معماری مسجد امام اصفهان و ساخت ساعت آفتابی در حرم امام رضا (ع) و مهم‌تر از همه ساخت حمامی که سالها ذهن ایرانیان و جهانیان را مشغول کرد، از شاخص‌ترین اقدامات مهندسی و معماری است که به شیخ‌بهایی نسبت داده‌اند.

این حمام از نظر معماری دارای ویژگی های حمام‌های دوره صفویه است، اما از آن با عنوان حمام

اسـرار آمیـز نـام بـرده شـده اسـت .زیـرا آب خزینـه‌ای آن بـدون مصـرف انـرژی مسـتقیم گـرم می‌شـد.به عبـارت دیگـر سیسـتم گرمایـی ایـن حمـام از شـاهکارهای مهندسـی بـا اسـتفاده از قوانیـن فیزیک و شـیمی محسـوب می‌شـود.

ایـن احتمـال وجـود دارد کـه یـک سیسـتم لولـه کشـی زیرزمینـی سـفالی در حـد فاصـل آبریـزگاه مسـجد جامـع و ایـن حمـام وجـود داشـته کـه بـا روش مکـش طبیعـی، گازهایـی ماننـد متـان و اکسـیدهای گوگـردی بـه حمـام هدایـت می‌شـد. طبـق محاسـبات دقیقـی کـه شـیخ بهایـی انجـام داده بـود و باتوجـه بـه طراحـی خـاص آن، فاضـلاب تبدیـل بـه گاز متـان شـده و بـه عنـوان منبـع گرمـا در مشـعل خزینـه می‌سـوخت.با توجـه بـه مجـاورت کارگاه روغن‌کشـی باایـن حمـام ،ممکـن اسـت سـوخت حمـام از ایـن منبـع باشـد. بـا مطالعـات باستان‌شناسـی در ایـن منطقـه، مشـخص شـد کـه در آن زمـان فاضـلاب شـهر اصفهـان توسـط لوله‌هـای جمـع آوری فاضـلاب بـه حمام‌اتصـال داشـته اسـت.

امـروزه تولیـد گاز از فاضلاب،بیـوگاز نامیـده می‌شـودکه یکـی ازتخصـص هـای مهندسـین بهداشـت و محیـط زیسـت اسـت ودرکشـورهای مختلـف ازایـن سیسـتم بـه عنـوان بازیافـت فاضـلاب و تهیـه سـوخت اسـتفاده می‌شـود.

ایـن نمونـه ای از فعالیـت هـای دانشـمندان ایـران اسـلامی در راسـتای کاربـرد عملـی شایسـتگی هـای غیـر فنـی و گام نهـادن بـه سـوی توسـعه پایـدار اسـت.

پژوهش

می‌گوینـد دیـگ حمـام شـیخ بهایـی از طـلا بـوده اسـت. بررسـی کنیـد و در صـورت صحـت علـت آن را بیابید .

ارزشیابی شایستگی آزمایش قطعات نیمه‌هادی

شرح کار: **واحد یاد گیری ۳**

۱- آزمایش دیود و استخراج اطلاعات از برگه اطلاعاتی
۲- آزمایش دیود نوردهنده
۳- کاربرد دیود به عنوان یکسوساز
۴- رگولاتور زنر و آی‌سی‌های رگولاتور
۵- آزمایش سایر کاربردهای دیود
۶- آزمایش سلول خورشیدی

استاندارد عملکرد:

بستن مدارهای ساده دیودی به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و اندازه‌گیری کمیت‌های مرتبط با رعایت استاندارد و دقت تعریف شده

شاخص ها:

۱- تشخیص صحیح انواع دیود با علائم ظاهری درج شده روی آن
۲-استخراج صحیح اطلاعات از برگه اطلاعات دیود
۳-انجام آزمایش برای اندازه‌گیری مقادیر ولتاژ و جریان دیود به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری بر اساس استاندارد های تعریف شده
۴-آزمایش دیود نوردهنده تک رنگ و چند رنگ و هفت قطعه‌ای در نرم‌افزار و سخت‌افزار بر اساس استاندارد های تعریف شده
۵-بستن مدارهای یکسوسازی نیم‌موج، تمام موج با دو دیود، تمام موج پل و آی‌سی پل در نرم‌افزار و سخت‌افزار بر اساس استاندارد های تعریف شده
۷-استخراج اطلاعات رگولاتور از برگه اطلاعات ،بستن مدار رگولاتور ساده زنر ، بستن رگولاتور مثبت و منفی و متغیر واندازه‌گیری کمیت ها بر اساس شرح کار ها
۸-سری و موازی کردن سلول‌های خورشیدی برای افزایش ولتاژ و جریان، بستن مدار ساده و تغذیه مدار با سلول خورشیدی طبق استاندارد.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک- نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژکاری)- ابعاد حداقل ۶ مترمربع- دارای تهویه یا پنجره- دمای طبیعی (۱۸ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد) و مجهز به وسایل اطفاء حریق- میزکار استاندارد با ابعاد D ۱۸۰× H ۸۰ × W۱۸۰ cm مجهز به فیوز حفاظت جان- رایانه متصل به شبکه اینترنت- فرد با لباس کار- انجام کار در حال نشسته- نرم‌افزار خاص- ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰ ×

ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی گارگاه برق . الکترونیک – رایانه و لوازم جانبی آن- نرم‌افزار مرتبط- قطعات استاندارد طبق فهرست ملزومات مصرفی- برگه اطلاعات قطعات مرتبط با آزمایش- سیم‌های رابط- فرهنگ لغات- بردبرد

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین پایه ها و آزمایش صحت دیود	۱	
۲	استخراج مشخصات انواع دیود ها از برگه اطلاعات و آزمایش آن ها	۱	
۳	آزمایش دیود نوردهنده تک رنگ و چند رنگ و هفت قطعه ای در نرم‌افزار و سخت‌افزار	۲	
۴	بستن مدارهای کاربردی با دیود (مانند یکسوسازی نیم‌موج و تمام موج) در نرم‌افزار و سخت‌افزار	۲	
۵	استخراج اطلاعات رگولاتور از برگه اطلاعات ، بستن انواع رگولاتورها ی زنری وبا آی‌سی رگولاتورو اندازه‌گیری کمیت های مرتبط	۲	
۶	سری و موازی کردن سلول‌های خورشیدی برای افزایش ولتاژ و جریان به منظور تأمین تغذیه مدار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی ابزارهاو دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

واحد یادگیری ۴

ترانزیستور و کاربرد عملی آن

آیا تا به حال فکر کرده‌اید:

- اختراع ترانزیستور چه تحول شگرفی در صنعت الکترونیک پدید آورده است؟
- کدام قطعه الکترونیکی در یک مدار می‌تواندیک سیگنال ضعیف مانند صوت انسان را تقویت کند؟
- اگر بخواهیم در مداری میلیون‌ها بارعمل قطع و وصل را انجام دهیم، کدام قطعه الکترونیکی می‌تواند این‌کار را انجام دهد؟
- با اختراع کدام قطعه الکترونیکی دوام دستگاه‌های الکترونیکی افزایش یافته است؟

با اختراع ترانزیستور تحول بزرگی در صنعت الکترونیک به‌وجود آمده است. ترانزیستورها با تلفات قدرت کم، حجم و وزن کم و عمر طولانی، سبب کوچک شدن دستگاه‌های الکترونیکی و فراگیرشدن صنعت الکترونیک در همه زمینه‌ها شده‌اند. امروزه ترانزیستورها به صورت مدارمجتمع (آی‌سی) در مقیاس وسیعی در بُردهای الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. لذا شناخت عملکرد ترانزیستور اهمیت ویژه‌ای دارد.
در این واحد یادگیری ابتدا به کمک مولتی متر، پایه‌ها و صحت عملکرد ترانزیستور را تعیین می‌کنید. سپس به بررسی تغذیهٔ ترانزیستور (بایاس)، ترانزیستور به عنوان کلید و تقویت‌کننده می‌پردازید. در ادامه ،کاربُرد ساده‌ای از ترانزیستور را مورد آزمایش قرار می‌دهید.
در تمام مراحل کار عملی رعایت نکات ایمنی و بهداشتی و توجه به مهارت‌های غیرفنی مانند کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، پایبندی به نظم و ترتیب از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید رعایت شود.

استاندارد عملکرد

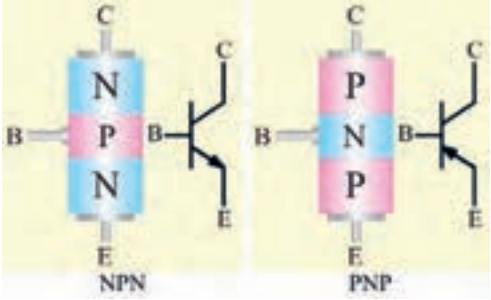
تغذیه ترانزیستور و اجرای عملی مدارهای کاربردی ساده با ترانزیستور به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری:

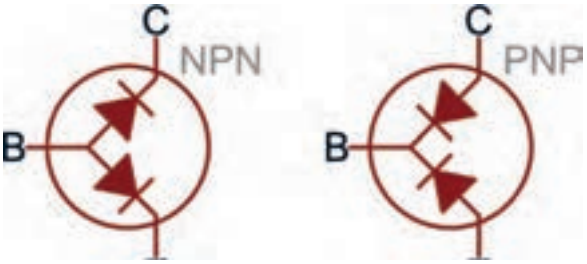
ابزار عمومی برق و الکترونیک- منبع تغذیه - سیگنال‌ژنراتورAF- اسیلوسکوپ - مولتی‌متر دیجیتالی- رایانه - نرم‌افزار مناسب- ویدئوپروژکتور- بِردبُرد- لوازم‌التحریر- انواع ترانزیستور، مقاومت،خازن و سیم‌های رابط

۱-۴- تعیین پایه‌ها و آزمایش صحت ترانزیستور

ساختمان ترانزیستور شامل سه کریستال نیمه هادی نا خالص است که یک کریستال دروسط و دو کریستال از نوع مخالف در دو طرف آن قرار گرفته‌اند. شکل ۱-۴ ساختمان کریستالی دو نوع ترانزیستور NPN و PNP و نماد فنی آن‌ها را نشان‌می‌دهد. مدار معادل دیودی ترانزیستور در شکل ۲-۴ رسم‌شده است.



شکل ۱-۴- ساختمان کریستالی و نماد فنی ترانزیستور



شکل ۲-۴- معادل دیودی ترانزیستور

کارعملی

کار عملی ۱-تعیین پایه‌ها، نوع و آزمایش صحت ترانزیستور

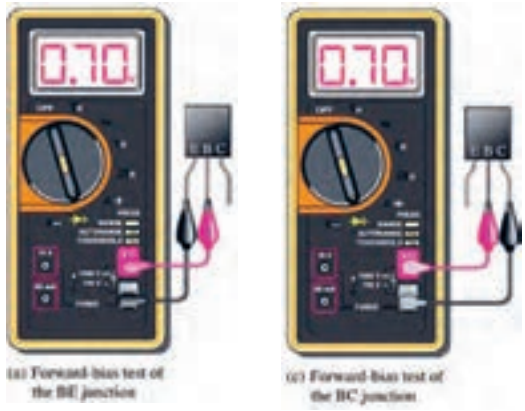
هدف: کسب شایستگی در تعیین پایه‌ها، نوع و صحت ترانزیستور با مولتی‌متر

مواد، ابزار و تجهیزات: مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه-چند نوع ترانزیستور-بِردبُرد یک قطعه.

مراحل اجرای کار

۱-**تعیین پایه بیس:** برای تعیین پایه بیس ترانزیستور، مولتی‌متر دیجیتالی را روی حالت آزمایش دیود قرار دهید سپس با اتصال پروب مولتی‌متر به پایه‌ها، پایه‌ای را پیدا کنید که نسبت به دو پایه دیگر در ولتاژ موافق قرار گرفته باشد. این پایه، (پایه مشترک) بیس ترانزیستور است. شکل ۳-۴ این حالت را نشان می‌دهد.

- ترانزیستوری را در اختیار بگیرید و پایه بیس آن را مشخص کنید.



شکل ۳-۴- تشخیص پایه بیس ترانزیستور با مولتی‌متر دیجیتالی

۲-**تعیین نوع ترانزیستور:** در حالتی که دیودهای بیس-امیتر و بیس-کلکتور در ولتاژ موافق قرار دارند، اگر ترمینال مثبت مولتی‌متر به بیس متصل باشد،

ترانزیستور از نوع NPN و اگر ترمینال منفی مولتی‌متر به بیس متصل باشد، ترانزیستور از نوع PNP است.در شکل ۳-۴، ترانزیستور از نوع NPN است.

■ نوع ترانزیستور مورد آزمایش را تعیین کنید.

۳- تعیین پایه امیتر و کلکتور: برای تعیین پایه کلکتور و امیتر، چون سطح تماس کلکتور به بیس از سطح تماس امیتر به بیس بیش‌تر است، اتصال کلکتور به بیس در حالت موافق مقاومت کم‌تری نسبت به اتصال امیتر بیس دارد لذا افت ولتاژ موافق کلکتور بیس کم‌تر از افت ولتاژ موافق امیتر بیس است. این تفاوت ولتاژ بسیار کم و در حدود هزارم ولت است. شکل ۴-۴ ولتاژ موافق بیس-کلکتور و بیس- امیتر را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۴- ولتاژ موافق کلکتور- بیس و امیتر- بیس

■ امیتر و کلکتور ترانزیستور مورد آزمایش را مشخص کنید. سپس ولتاژ موافق دیود"بیس- امیتر" و دیود" بیس-کلکتور" را عملاً مورد بررسی قرار دهید و نتایج را در جدول ۱-۴ ثبت و جدول را کامل کنید.

۴- آزمایش را روی ترانزیستور دیگری تکرار کنید تا مهارت لازم را در آزمایش ترانزیستور کسب‌کنید.

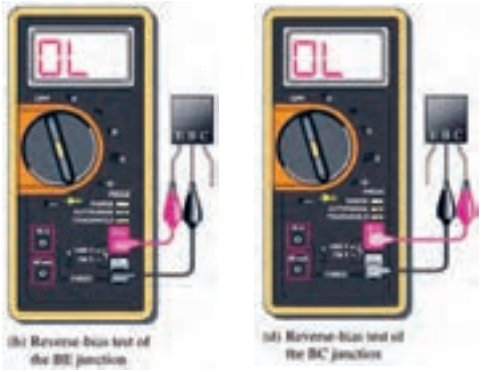
جدول ۱-۴

ردیف	اطلاعات مورد نظر	مورد۱	مورد۲
۱	شماره فنی ترانزیستور		
۲	شکل ظاهری با مشخص کردن پایه‌ها		
۳	نوع ترانزیستور (NPN یا PNP)		
۴	ولتاژ موافق امیتر-بیس		
۵	ولتاژ موافق کلکتور-بیس		

۵-آزمایش صحت ترانزیستور

ترانزیستور زمانی سالم است که مولتی‌متر دیجیتالی در حالت آزمایش دیود، بین بیس- امیتر و بیس-کلکتور در یک جهت ولتاژ موافق و در جهت دیگر تقریباً حالت اتصال باز را نشان دهد. شکل ۵-۴ اتصال بین بیس- امیتر و بیس-کلکتور را در حالت بایاس مخالف نشان می‌دهد.

اگر دیودهای بیس- امیتر و بیس- کلکتور در بایاس موافق و مخالف حالت اتصال باز را نشان دهند، ترانزیستور معیوب و دیودها قطع و اگر مولتی‌متر صفر ولت را نشان دهد دیودها اتصال کوتاه اند.



شکل ۵-۴- دیودهای بیس- امیتر و بیس- کلکتور در بایاس مخالف

۶- دو عدد ترانزیستور معیوب را در اختیار بگیرید و نوع عیب آن‌را مشخص‌کنید. نوع عیب را شرح‌دهید.

.....

.....

.....

.....

کارعملی

کار عملی ۲: خواندن برگه اطلاعات

هدف: کسب شایستگی در استخراج اطلاعات مهم از برگه اطلاعات ترانزیستور

مواد، ابزار و تجهیزات: برگه اطلاعات ترانزیستور- لوازم‌التحریر

مراحل اجرای کار

۱- شکل ۶-۴ بخشی از برگه اطلاعات مربوط به ترانزیستور BC۳۳۷ را نشان می‌دهد. در این برگه اطلاعات مقادیر ماکزیمم ومشخصات حرارتی نوشته‌شده است. با توجه به برگه اطلاعات، مطالب خواسته‌شده در جدول ۲-۴ را تکمیل‌کنید.

جدول ۲-۴

ردیف	ماکزیمم کمیت مورد نظر	مقدار	واحد
۱	ولتاژ کلکتور-امیتر		
۲	جریان کلکتور		
۳	جریان بیس		
۴	توان تلفاتی		

Maximum Ratings & Thermal Characteristics Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

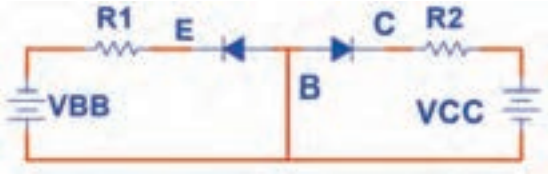
Parameters		Symbols	Value	Units
Collector-Emitter Voltage	BC337 BC338	V_{CES}	50 30	V
Collector-Emitter Voltage	BC337 BC338	V_{CEO}	45 25	V
Emitter-Base Voltage		V_{EBO}	5	V
Collector Current		I_C	800	mA
Peak Collector Current		I_{CM}	1	A
Base Current		I_B	100	mA
Power Dissipation at Tamb=25°C		P_{tot}	625(1)	mW
Thermal Resistance Junction to Ambient Air		$R_{\theta JA}$	200(1)	°C/W
Junction Temperature		T_j	150	°C
Storage Temperature Range		T_S	-65 to +150	°C

Notes: (1) Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2mm from case.

شکل ۶-۴- بخشی از برگه اطلاعات ترانزیستور

۲-۴- تغذیه ترانزیستور

برای اینکه بتوان از ترانزیستور به عنوان تقویت‌کننده، کلید(سوئیچ) و سایر موارد استفاده نمود، باید ترانزیستور را از نظر ولتاژ DC تغذیه کرد. زمانی جریان در پایه‌های ترانزیستور برقرار می‌شود و ترانزیستور در حالت هدایت قرار می‌گیردکه دیود "بیس-امیتر" در بایاس موافق و دیود "بیس-کلکتور" در بایاس مخالف باشد. شکل ۷-۴ این حالت بایاس را برای ترانزیستور NPN نشان می‌دهد.

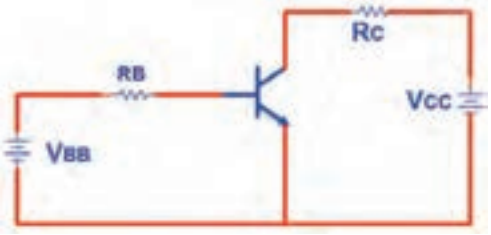


شکل ۷-۴- دیود امیتر بیس بایاس موافق و دیودکلکتور بیس بایاس مخالف

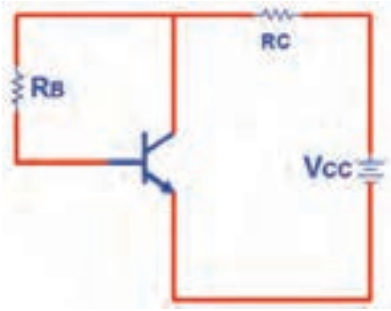
انواع روش‌های بایاس

الف- بایاس با دو منبع ولتاژ مستقل: در این روش بایاس دو منبع مستقل Vcc و VBB دیود بیس- امیتر را در ولتاژ موافق و دیود بیس- کلکتور را در ولتاژ مخالف قرار می‌دهند. شکل ۸-۴ این روش بایاس را نشان می‌دهد.

ب- بایاس با یک منبع ولتاژ: برای صرفه جویی در تعداد منبع ولتاژ به جای دو باتری تنها از یک منبع(Vcc) استفاده شده است. شکل ۹-۴ این بایاس را نشان می‌دهد.



شکل۸-۴- بایاس با دو منبع مستقل



شکل۹-۴- بایاس بایک باتری

پژوهش

در مورد عیب این بایاس پژوهش‌کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

۳-۴ – کاربرد ترانزیستور به عنوان کلید(سوئیچ)

اگـر جریـان در پایه‌هـای ترانزیسـتور برقـرار نباشـد، ترانزیسـتورمانند کلید بـاز عمل می‌کنـد. ترانزیسـتورزمانی ماننـد کلیـد وصل(کلیـد بسـته) عمـل می‌کنـد کـه جریـان ماکزیمـم از پایه‌هـای آن عبـور کنـد.

کارعملی

کار عملی ۳: ترانزیستور به عنوان کلید

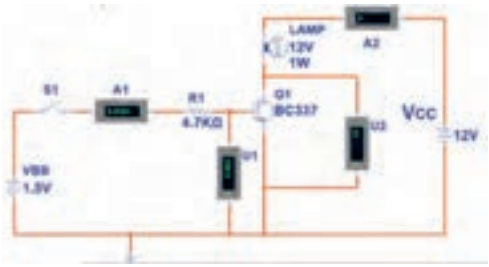
هدف:کسب شایستگی در بررسی عملکرد ترانزیستوربه عنوان کلید با استفاده از نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه- نرم‌افزار مناسب- لوازم‌التحریر

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۱۰-۴ را به کمک نرم افزار ببندید.

۲- اگـر کلیـد S۱ قطـع باشـددیود بیـس امیتـر بایـاس نمی‌شـود و ترانزیسـتور در ناحیـه قطـع قرار می‌گیـرد. در ایـن حالـت ترانزیسـتور مانند کلیـد باز(قطـع - Cut Off) عمـل می‌کنـد. کلیـدS۱ را قطـع کنید. وضعیـت لامپ و مقادیـری را کـه ولت‌متـر و آمپرمتـر مدار نشـان می‌دهند، در جـدول ۳-۴ یادداشـت کنید.



شکل۱۰-۴- مدار ترانزیستور به عنوان کلید

جدول ۳-۴							
ناحیه کارترانزیستور	وضعیت لامپ	V_{CE}	V_{BE}	I_C	I_B	وضعیت کلید	ردیف
							۱
							۲

۳- کلید S۱را وصل کنید. وضعیت لامپ و مقادیری را که ولتمترها و آمپرمترهای مدار نشان می‌دهند را در جدول یادداشت کنید. در این حالت جریان‌ها در پایه‌های ترانزیستور برقرار است و ترانزیستور در ناحیه هدایت قرار دارد.

۴- کلید S۱ را قطع کنید، منبع V_{BB} را روی ۵ ولت تنظیم کنید سپس کلید S۱ را وصل کنید و مقادیر نشان داده شده توسط ولتمتر و آمپرمتر مدار را در جدول یادداشت کنید. در این حالت جریان های عبوری از ترانزیستور ماکزیمم و V_{CE} تقریبا صفر ولت است و ترانزیستور در ناحیه اشباع (Saturation) کار می‌کند. در حالت اشباع ترانزیستور مانند یک کلید بسته عمل می‌کند.

سوال

در کدام حالت‌ها ترانزیستور به عنوان سوئیچ (کلید باز و کلید بسته) عمل می‌کند؟

کارعملی

کار عملی ۴: آزمایش هدایت ترانزیستور با قطعات واقعی

هدف: بررسی ناحیه کار ترانزیستور (قطع- فعال- اشباع) با قطعات واقعی

مواد، ابزار و تجهیزات: منبع تغذیه یک دستگاه- مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه - بِرِد بُرد یک قطعه- ترانزیستور عمومی مانند BC ۱۰۷ یا BC ۳۳۷ یا هر نوع ترانزیستور عمومی NPN با بتای(β) حداقل برابر ۷۵ یک عدد- مقاومت KΩ ۴/۷ یک عدد- پتانسیو متر KΩ ۵ خطی $\frac{1}{4}$ W یک عدد- لامپ ۱۲ ولت ۱ وات یک عدد

مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۱۱-۴ را روی بِرِد بُرد ببندید.

شکل۱۱-۴- مدار آزمایش هدایت ترانزیستور

۲-سر متغیر پتانسیومتر را در نقطه N قرار دهید. در این حالت ولتاژ "بیس امیتر" و" ولتاژ " کلکتور امیتر" را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول۴-۴ بنویسید و جدول را کامل کنید.

۳- سر متغیر پتانسیومتر را از نقطه N به نقطه M نزدیک کنید. در نور لامپ چه تغییری به وجود می‌آید؟ ولتاژکلکتور- امیتر و ولتاژ بیس - امیتر چه تغییری می‌کند؟ شرح دهید، سپس جدول را کامل کنید.

۴- سر متغیر پتانسیو متر را در نقطه M قرار دهید، ولتاژ بیس امیتر(V_{BE}) و ولتاژ کلکتور- امیتر(V_{CE}) را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۴-۴ بنویسید و جدول را کامل کنید.

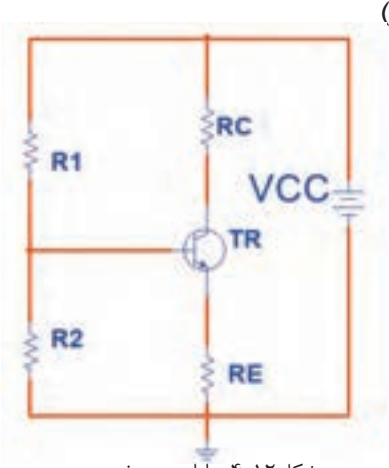
جدول ۴-۴

ردیف	وضعیت سر متغیر پتانسیومتر	V_{BE}	V_{CE}	وضعیت لامپ	ناحیه کارترانزیستور
۱	در نقطه N				
۲	بین نقطه M و N				
۳	در نقطه M				

بایاس با مدار تقسیم‌کننده ولتاژ مقاومتی(Voltage Divider Bias)

روش بهتر بایاس که دارای ثبات حرارتی است، بایاس با مدار تقسیم‌کننده ولتاژ مقاومتی است که به آن بایاس سرخود (Self Bias) نیز می‌گویند. شکل ۱۲-۴ این نوع بایاس را نشان می دهد.

در این نوع بایاس، مقاومت های R_1 و R_2 به عنوان تقسیم‌کننده ولتاژ، تغذیه بیس ترانزیستور را تأمین می‌کنند. برای به دست آوردن ولتاژ و جریان تقریبی پایه‌های ترانزیستور می‌توان به صورت زیر عمل



شکل۱۲-۴- بایاس سر خود

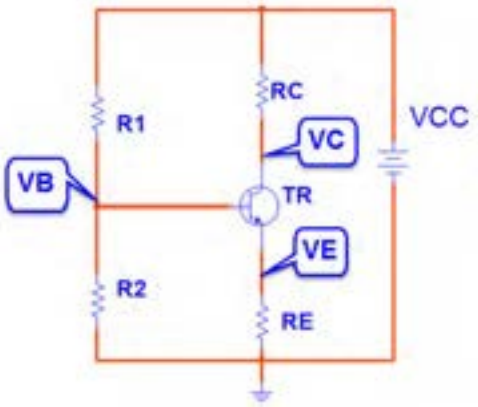
نمـود. اگـر از جریـان بیـس ترانزیسـتور (I_B) کـه ناچیـز اسـت صرف‌نظـر کنیـم، می‌توانیـم مقاومت‌هـای R_1 و R_2 را در شـکل ۱۳-۴ سـری در نظـر بگیریـم. ولتـاژ نقطـه B (ولتـاژ دو سـر مقاومـت R_2نسـبت بـه زمیـن) از رابطـه $V_B = \frac{V_{cc} \times R_2}{R_1 + R_2}$ بـه دسـت مـی آیـد.

در شـکل۱۳-۴ بـا عبـور جریـانI_E در دو سـر مقاومـتR_E ، افـت پتانسـیل $V_E = R_E \times I_E$ بـه وجـود مـی آیـد. پتانسـیل امیتـر نسـبت بـه زمیـن (V_E) را مـی تـوان از رابطـه $V_E = V_B - V_{BE}$ محاسـبه نمـود. بـا معلـوم بـودن V_E ، I_E محاسـبه مـی شـود.

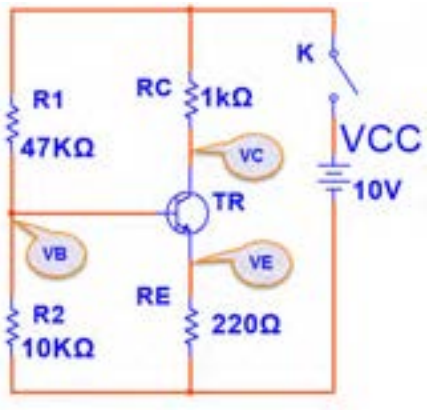
$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

بـا تقریـب قابـل قبـول مـی تـوان I_C را برابـر I_E در نظـر گرفـت. پتانسـیل کلکتـور نسـبت بـه زمیـن (V_C) از رابطـه $V_C = V_{CC} - R_C \times I_C$ قابـل محاسـبه اسـت.

مثـال: در شـکل ۱۴-۴ بـا فـرض$I_C \approx I_E$ ولتـاژ پایه‌هـا و جریـان پایه‌هـای ترانزیسـتور را محاسـبه کنیـد. ولـت V_{BE}=۰/۶۵



شکل۱۳-۴- بایاس سر خود



شکل۱۴-۴- بایاس سر خود

مراحل محاسبات به شرح زیر است :

$V_B = \frac{V_{CC} \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{۱۰ \times ۱۰}{۴۷+۱۰} = \frac{۱۰۰}{۵۷} = ۱/۷۵$ ولت

$V_E = V_B - V_{BE} = ۱/۷۵ - ۰/۶۵ = ۱/۱$ ولت

$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{۱/۱}{۰/۲۲} = ۵mA$

$I_C \cong I_E = ۵mA$

$V_C = V_{CC} - R_C I_C = ۱۰ - (۱)(۵) = ۵$ ولت

$V_{CE} = V_C - V_E = ۵ - ۱/۱ = ۳/۹$ ولت

کارعملی

کار عملی ۵: اندازه‌گیری نقطه کار ترانزیستور

هدف: کسب شایستگی در بستن مدار بایاس سرخود و اندازه‌گیری ولتاژ پایه‌ها و جریان پایه‌ها

مواد، ابزار و تجهیزات: منبع تغذیه یک دستگاه- مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه- ترانزیستور BC۱۰۷ یا BC۳۳۷ یا هر ترانزیستور مصرف عمومی NPN با بتای بین ۷۵ تا ۱۰۰ یک عدد- مقاومت های ۱KΩ، ۲۲۰Ω، ۴۷KΩ، ۱۰KΩ، $\frac{1}{4}$ وات از هر کدام یک عدد- بِرِد بُرد یک قطعه - سیم‌های رابط تغذیه و بِرِد بُرد به تعداد کافی

مراحل اجرای کار:

۱- مدار شکل ۱۴-۴ را روی بِرِد بُرد ببندید.

۲- قبل از وصل کلید K، مقادیر I_C، I_E، V_E، V_B و V_C و V_{CE} که محاسبه شده است، را در جدول ۵ -۴ بنو یسید.

۳- کلید K را ببندید و ولتاژ V_C، V_E، V_{BE}، V_B و V_{CE} را اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید.

۴- با معلوم بودن V_E و مقدار R_E، I_E را محاسبه کنید و آن را در جدول یادداشت نمایید. $(I_E = I_C)$

جدول ۵ -۴

شیوه اجرا	V_{CE} ولت	V_C ولت	I_C mA	V_E ولت	V_{BE} ولت	V_B ولت	ردیف
محاسباتی							۱
اندازه‌گیری شده							۲

۵ - آیا مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر محاسبه شده تطابق دارد؟ در صورت اختلاف، علت را شرح د هید.

.....

.....

۶- آیا V_{CE} تقریباً نصف V_{CC} است ؟

.....

.....

۷) اگـر بـه جـای ایـن ترانزیسـتور، ترانزیسـتور NPN دیگـری را کـه بتـای آن حـدود بتـای همیـن ترانزیسـتور اسـت ، در مـدار قـرار دهیـد، آیـا مقادیـر جـدول ۵-۴ تغییـر مـی کنـد؟ شـرح دهیـد.

فیلم

فیلم عملکرد رله و حسگر(سنسورهای) حرارتی و نوری را ببینید.

کارعملی

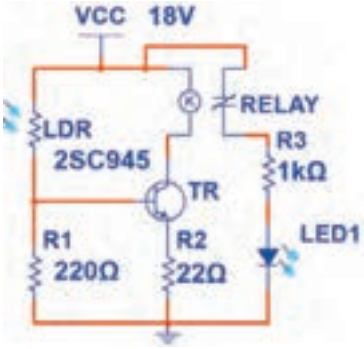
کار عملی ۶ : مدار فرمان نوری و حرارتی

هدف:کسب مهارت در به کارگیری ترانزیستور به عنوان کلید (سوئیچ حساس نوری و حرارتی)

مـواد، ابـزار و تجهیـزات: منبـع تغذیـه یـک دسـتگاه- بِـرِد بُـرد یـک قطعـه- رلـه ۱۲ ولتـی یـک قطعـه- ترانزیسـتور عمومـی یک عـدد- مقاومـت ۴۷۰Ω، ۲۲Ω، ۲۲۰Ω، ۶۸۰Ω و $\frac{۱}{۴}$ وات از هر کدام یـک عـدد- LDR یـک عـدد- ۱۰۰Ω NTC یـک عدد- سـیم هـای رابط به تعداد کافی- سـیم هـای بِرِد بُـرد بـه تعدادکافی.

مراحل اجرای کار:

۱) مدار شکل ۱۵-۴ را روی بِرِد بُرد ببندید.



شکل ۱۵-۴- مدار فرمان با سنسور نور

نکته

رلـه مـورد اسـتفاده یـک رلـه ۱۲ ولتـی اسـت. در صورتی کـه کنتاکت‌های رله مورد اسـتفاده بیـش از دو تیغـه دارد، در ایـن مرحلـه فقـط از کنتاکتـی اسـتفاده کنید کـه در حالت عادی باز (NO) اسـت.

۲- روی LDR را بـا دسـت بپوشـانید. در ایـن حالـت بایـد LED خامـوش باشـد. ایـن موضـوع را تجربـه کنیـد. در ایـن حالـت ترانزیسـتور در چـه ناحیـه‌ای قـرار دارد؟ شـرح دهیـد.

.....

.....

.....

۳- بـه LDR نـور بتابانیـد، در ایـن حالـت LED روشـن خواهـد شـد. ایـن موضـوع را تجربـه کنیـد و در مـورد ناحیـه کار ترانزیسـتور شـرح دهیـد.

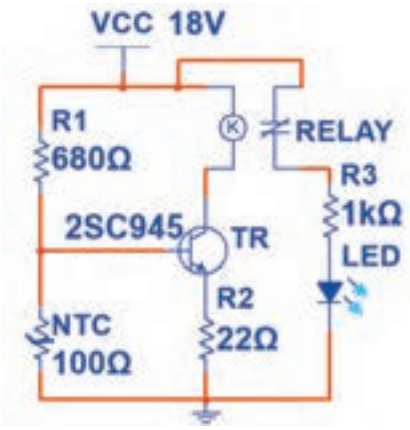
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱۶-۴- مدار فرمان با حسگر حرارتی

۴- مـدار را مطابـق شـکل ۱۶-۴ تغییـر دهیـد. ایـن مدار بـا حسـگر حرارتـی عمـل می‌کنـد.

۵- آیـا در شـرایط عـادی LED روشـن اسـت یـا خاموش؟ ناحیـه کار ترانزیسـتور و عملکـرد مـدار را شـرح دهید.

.....

.....

۶) NTC را بـه وسـیله هویـه گـرم کنیـد. آیـا وضعیـت LED خروجـی تغییـر می‌کنـد؟ ناحیـه کار ترانزیسـتور و عملکـرد آن را در ایـن حالـت شـرح دهیـد.

.....

.....

.....

پرسش

الگوی پرسش:

۱)مقاومت‌هـای..... و..... و..... در مدارهـای مختلـف بـه عنـوان حس‌گـر نـوری و حرارتـی بـه کار می‌رونـد.

۲)حس‌گرهای حرارتی و نوری برای تثبیت حرارت و نور در مدارها استفاده می‌شوند.

صحیح ☐ غلط ☐

۳) ترانزیستور به عنوان کلید در دو ناحیه قطع و اشباع کار می‌کند.

صحیح ☐ غلط ☐

۴-۴- تقویت‌کننده با ترانزیستور

مداری که بتواند یک سیگنال الکتریکی را از لحاظ دامنه ولتاژ یا جریان افزایش دهد، تقویت‌کننده (AMP=Amplifier) نام دارد. در تقویت‌کننده‌ها سیگنال ضعیف را به ورودی تقویت‌کننده وصل می‌کنند و سیگنال تقویت شده را از خروجی دریافت می‌نمایند. شکل ۱۷-۴ بلوک دیاگرام یک سیستم کامل آمپلی‌فایر صوتی را نشان می‌دهد.

ورودی این سیستم می‌تواند میکروفن، خروجی دستگاه پخش صوت یا خروجی یک CD خوان باشد. بار یا مصرف‌کننده متصل شده به خروجی، یک بلندگو است. هر بلوک این آمپلی‌فایر ممکن است شامل چند بلوک فرعی و هر بلوک فرعی شامل چندین ترانزیستور یا آی سی (IC) باشد.

شکل ۱۷-۴- بلوک دیاگرام آمپلی فایر صوتی

آرایش‌های ترانزیستور (Transistor Confi guration)

ترانزیستور به عنوان تقویت‌کننده می‌تواند در یکی از سه آرایش امیتر مشترک، بیس مشترک و کلکتور مشترک مورد استفاده قرار گیرد. مشخصات الکتریکی هر آرایش مانند مقاومت ورودی، مقاومت خروجی، بهره ولتاژ و بهره جریان با یکدیگر متفاوت است.

آرایش امیتر مشترک (CE= Common Emitter)

در این آرایش، سیگنال متناوب در ورودی به بیس -امیتر ترانزیستور اعمال می‌شود و سیگنال تقویت شده از پایه‌های خروجی یعنی از کلکتور- امیتر ترانزیستور دریافت می‌شود. چون پایه امیتر بین ورودی و خروجی مشترک است، این آرایش امیتر مشترک نام دارد. شکل ۱۸-۴ این آرایش را بدون مقاومت‌های بایاس نشان می‌دهند.

شکل ۱۸-۴- آرایش امیترمشترک

کارعملی

کار عملی ۷: تقویت‌کننده امیتر مشترک

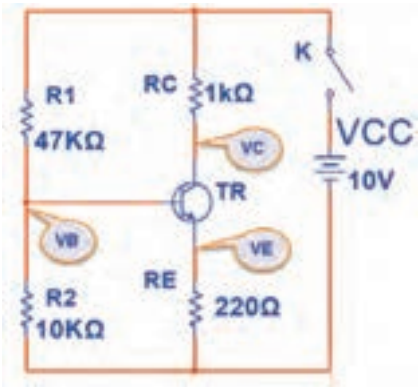
هدف: کسب شایستگی در بستن مدار تقویت‌کننده CE و اندازه‌گیری کمیت‌های تقویت‌کننده

مواد، ابزار و تجهیزات: ترانزیستور عمومی با بتای ۱۰۰ یا هر ترانزیستور مصرف عمومی با بتای ۷۵ بیش‌تر یک عدد- منبع تغذیه یک دستگاه- سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه-مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه- بِرِد بُرد یک قطعه -مقاومت‌های ۴۷KΩ ، ۲/۲KΩ، ۱KΩ، ۲۲۰Ω، $\frac{1}{4}$ وات از هر کدام یک عدد- مقاومت ۱۰KΩ $\frac{1}{4}$ وات ۲ عدد - خازن ۴۷μF ، ۲۵ ولت ۲ عدد- خازن ۱۰۰μF ، ۲۵ ولت ۱ عدد-

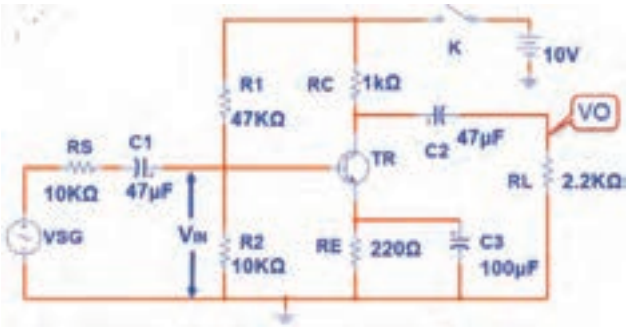
مراحل اجرای کار

۱- شکل۱۹-۴ را روی بِرِد بُرد ببندید. و با اندازه‌گیری V_{BE}، V_E، V_B و V_{CE} صحت عملکرد مدار را تأیید کنید.

۲- برای اعمال سیگنال متناوب، مدار را مطابق شکل ۲۰-۴ تکمیل کنید.



شکل۱۹-۴ - بایاس DC امیترمشترک



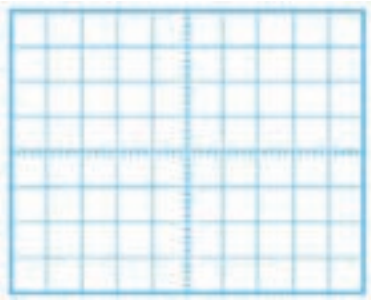
شکل ۲۰-۴- تقویت‌کننده امیترمشترک

۳- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید و به مدار وصل کنید.

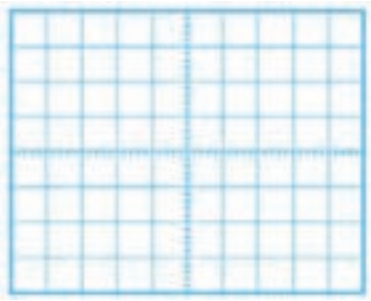
۴- کانال یک اسیلوسکوپ را به خروجی مدار (دو سر بار R_L) وصل کنید.

۵- دامنه سیگنال ژنراتور را آن قدر تغییر دهید تا دامنه سیگنال خروجی (سیگنال دو سر بار) روی ۳ ولت پیک تا پیک تنظیم شود.

۶- شکل موج دو سر بار و ورودی تقویت کننده (V_{IN}) را در نمودارهای شکل ۲۱-۴ و ۲۲-۴ رسم کنید.



شکل ۲۱-۴- شکل موج ورودی



شکل۲۲-۴ - شکل موج خروجی

نکته

اگر موج ورودی اعوجاج دارد، دامنه آن را کم کنید.

۷- دامنه پیک تا پیک موج ورودی را اندازه بگیرید.

$V_{in(PP)}$= ولت

۸- بهره ولتاژ (میزان تقویت ولتاژ) از رابطه $AV=\frac{Vopp}{Vinpp}$ به دست می‌آید. بهره ولتاژ را محاسبه کنید.

Av= ..... مرتبه

۹- بهره جریان (میزان تقویت جریان) از را بطه $A_I=\frac{I_L}{I_{in}}$ به دست می‌آید.

I_L را از رابطه $\frac{V_O}{R_L}$ محاسبه کنید. I_{LPP}=..... mA

Iin را از رابطه $I_{in}=\frac{V_{RS}}{R_S}=\frac{V_{SG(PP)}-V_{in(pp)}}{R_S}$ محاسبه کنید.

Iin=..... mA

A_I = ... مرتبه

۱۰-اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۱- در حالت با باری خازن C۳ را از مدار خارج کنید. آیا دامنه شکل موج خروجی کاهش می‌یابد؟ شرح دهید.

.....

۱۲- دامنه موج خروجی چندمرتبه کوچک‌تر شده‌است ؟

.....

کار در منزل

کار عملی ۸: بررسی تقویت‌کننده امیترمشترک در نرم‌افزار

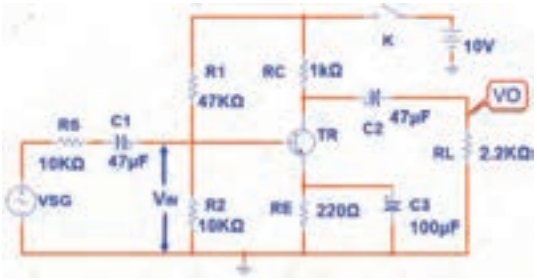
هدف: کسب شایستگی در بستن مدار امیتر مشترک و اندازه‌گیری کمیت‌های آن در نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه- نرم افزار مناسب- لوازم‌التحریر

مراحل اجرای کار

۱- شکل۲۳-۴ را در نرم‌افزار ببندید.

۲- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید و به مدار وصل کنید.

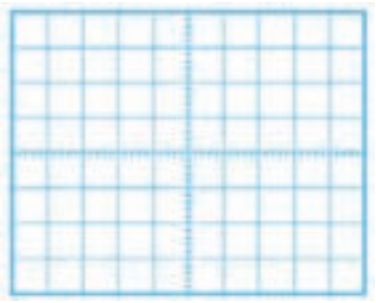


شکل ۲۳-۴- تقویت‌کننده امیترمشترک

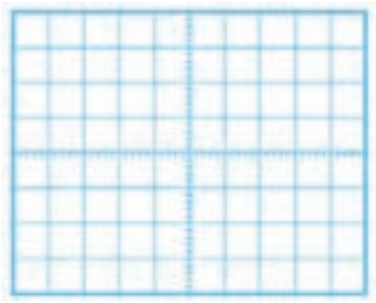
۳- کانال یک اسیلوسکوپ را به خروجی مدار (دو سر بار R_L) وصل کنید.

۴- دامنه سیگنال ژنراتور را آن قدر تغییر دهید تا دامنه سیگنال خروجی (سیگنال دو سر بار) روی ۵ ولت پیک تا پیک تنظیم شود.

۵- شکل موج دو سر بار و ورودی تقویت‌کننده (V_{IN}) را در نمودارهای شکل ۲۴-۴ و ۲۵-۴ رسم کنید.



شکل ۲۴-۴- شکل موج ورودی



شکل ۲۵-۴- شکل موج خروجی

۶- دامنه پیک تا پیک موج ورودی را اندازه بگیرید.

$V_{in(PP)}$ =..... ولت

۷- بهره ولتاژ(میزان تقویت ولتاژ) را محاسبه کنید.

A_V=..... مرتبه

۸- بهره جریان (میزان تقویت جریان) را محاسبه‌کنید.

.....

.....

۹- اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

.....

.....

۱۰- در حالت با باری خازن C_3 را از مدار خارج کنید. دامنه شکل موج خروجی چند مرتبه کاهش می‌یابد؟ شرح دهید.

.....

.....

پرسش

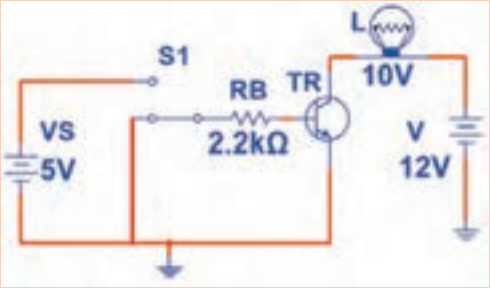
الگوی پرسش:

۱- مدار معادل، دیودی ترانزیستور NPN را رسم کنید.

۲- در حالت هدایت ترانزیستور، دیودبیس امیتر در بایاس.....و دیود کلکتور بیس در بایاس ..... قرار دارد.

۳- ترانزیستور در مدار شکل ۲۶-۴ مانند کلید وصل عمل می‌کند.

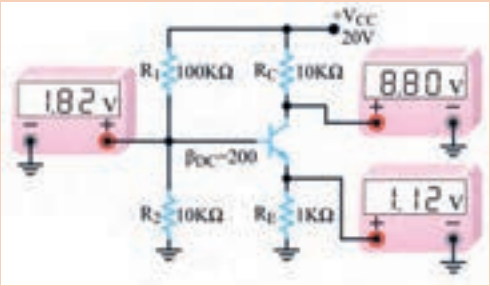
صحیح ☐ غلط ☐



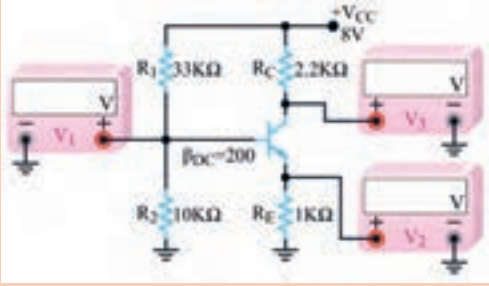
شکل ۲۶-۴

۴- با استفاده از روابط مربوط به بایاس سرخود، اثبات کنید که مقادیر نشان داده شده توسط ولت‌مترهای شکل ۲۷-۴ صحیح است. V_{BE}=۰/۷ v

۵ - مقادیری که ولت‌مترهای V۱ و V۲ و V۳ در مدار شکل ۲۸-۴ باید نشان دهد را محاسبه کنید.



شکل ۲۷-۴



شکل ۲۸-۴

۵-۴- آی‌سی آمپلی‌فایر صوت

آی‌سی‌های تقویت‌کننده صوت در انواع متنوعی به بازار عرضه شده‌اند. یک نمونه از این آی‌سی که از مدار ساده‌ای برخوردار است، آی‌سی LM۳۸۰ یا LM۳۸۶ است. در شکل ۲۹-۴ نماد فنی و شکل پایه‌های آی‌سی نشان داده شده است.

شکل ۲۹-۴ - نماد فنی و پایه‌های آی‌سی

کارعملی

کار عملی ۹: تقویت صوت با آی‌سی آمپلی‌فایر

هدف: تقویت سیگنال صوتی توسط آی‌سی آمپلی‌فایر

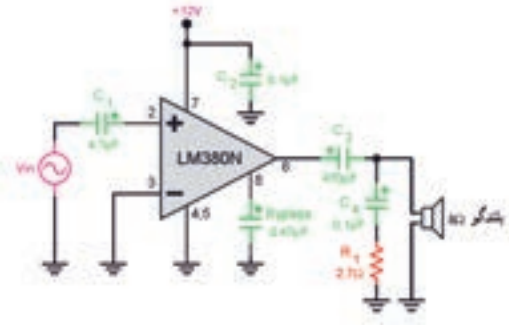
مواد، ابزار و تجهیزات: سیگنال‌ژنراتور AF یک دستگاه- اسیلوسکوپ یک دستگاه- منبع تغذیه یک دستگاه- بِرِد بُرد یک قطعه - آی‌سی LM۳۸۰ یا هر نوع آی‌سی آمپلی‌فایر صوتی یک عدد- خازن‌های الکتریکی ۴/۷μF، ۴۷۰μF، ۲۵ ولت از هر کدام یک عدد -خازن ۱۰۰n و خازن ۴۷۰n یک عدد - مقاومت ۲/۷Ω نیم وات یک عدد - بلندگو ۸Ω یک عدد.

مراحل اجرای کار

۱- مدار تقویت کننده قدرت صوتی شکل ۳۰-۴را روی بِرِد بُرد ببندید.

۲- منبع تغذیه را روشن و آن را روی ولتاژ ۱۲ ولت تنظیم کنید.

۳- سیگنال‌ژنراتور صوتی را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید و خروجی آن را به ورودی مدار تقویت‌کننده صوتی متصل کنید.



شکل ۳۰-۴ - مدار تقویت‌کننده

۴- اسیلوسکوپ را به خروجی (دو سر بلندگو) متصل کنید. دامنه ولتاژ خروجی سیگنال‌ژنراتور را طوری تنظیم کنید که دامنه سیگنال مشاهده شده روی صفحه اسیلوسکوپ ماکزیمم و بدون اعوجاج باشد. در این حالت باید بلندگو بیشترین موج صدا را داشته‌باشد.

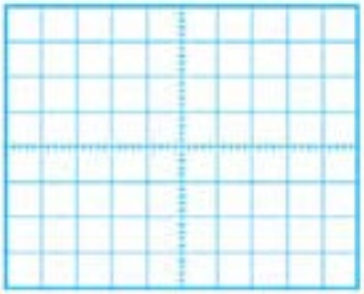
۵- شکل موج خروجی(دو سر بلندگو) و شکل موج ورودی (پایه شماره ۲ آی‌سی) را توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید و سپس آن ها را در نمودار شکل ۳۱-۴ و ۳۲-۴ رسم کنید. دامنه پیک تا پیک موج‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V_{IN(PP)}$ = ... V

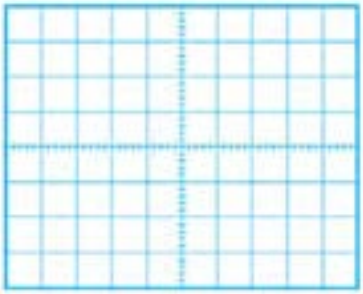
$V_{O(PP)}$ = ... V

۶- بهره ولتاژ(میزان تقویت ولتاژ) را محاسبه کنید.

A_V= ..... مرتبه



شکل ۳۱-۴ - شکل موج ورودی



شکل ۳۲-۴ - شکل موج خروجی

۷- خروجی سیگنال ژنراتور را مستقیماً به بلندگو وصل کنید، آیا صدا با قدرت کافی شنیده می‌شود؟ شرح دهید.

.....

.....

الگوی آزمون نظری پایان واحد کار

شکل ۳۳-۴

۱- معادل دیودی ترانزیستور PNP را رسم‌کنید.

۲- در شکل ۳۳-۴ دیود بیس- امیتر ترانزیستور..... است.

۱) معیوب و اتصال کوتاه ۲) معیوب و قطع

۳) سالم و در ولتاژ موافق ۴) سالم و در ولتاژ مخالف

۳- با توجه به جدول اطلاعات شکل ۶-۴، جریان ماکزیمم کلکتور ترانزیستور BC۳۳۷ چند میلی‌آمپر است؟

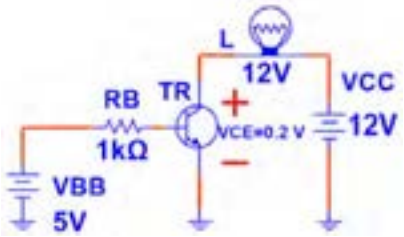
۴- برای آنکه ترانزیستور در حالت هدایت کار کند و جریان‌ها در پایه‌های آن برقرار باشد، باید دیود بیس-امیتر در بایاس . ..... و دیود بیس-کلکتور در بایاس ..... قرار گیرد.

۱) موافق-موافق ۲) مخالف- مخالف

۳) مخالف- موافق ۴) موافق - مخالف

۵- ترانزیستور در شکل ۳۴-۴ مانند کلید بسته(وصل) عمل می‌کند.

صحیح □ غلط□



شکل ۳۴-۴

۶- در شکل ۳۵-۴ با فرض $I_E \approx I_C$ ولتاژ پایه های ترانزیستور را محاسبه کنید. V_{BE}=۰/۷ ولت

۷- در یک تقویت‌کننده اگر ولتاژ پیک تا پیک دو سر بار برابر ۲ ولت و ولتاژ پیک تا پیک ورودی تقویت‌کننده ۵۰ میلی‌ولت باشد، بهره ولتاژ تقویت‌کننده را محاسبه‌کنید.

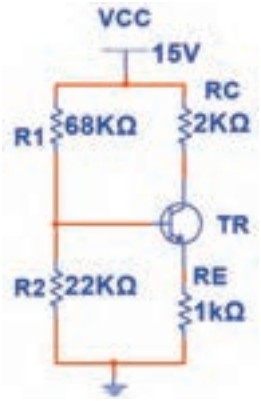
۸- ولتاژ خروجی یک تقویت‌کننده در حالت بی‌باری کم‌تر از ولتاژ خروجی آن در بار کامل(با R_L) است.

صحیح ☐ غلط☐

۹- شکل ساده تقویت‌کننده را در آرایش امیترمشترک رسم کنید.

۱۰- آرایش امیتر مشترک ولتاژ و جریان را تقویت می‌کند.

صحیح ☐ غلط☐



شکل ۳۵-۴

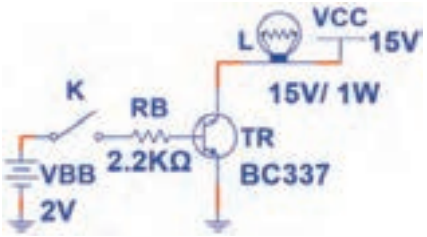
الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری

۱- نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر را فعال کنید.

۲- مدار شکل ۳۶-۴ را در نرم‌افزار ببندید.

۳- در حالتی‌که کلید K قطع است، با مولتی‌متر نرم‌افزار V_{BE}، I_C، I_B و V_{CE} ترانزیستور را اندازه بگیرید سپس جدول ۶-۴ را کامل کنید.

۴- کلید K را وصل کنید و مقادیر خواسته شده در جدول را اندازه بگیرید و جدول را کامل‌کنید.



شکل ۳۶-۴

جدول ۶-۴

ردیف	کمیت مورد اندازه‌گیری	کلیدK قطع	کلید K وصل
۱	V_{BE}		
۲	I_B		
۳	I_C		
۴	V_{CE}		
۵	نور لامپ		
۶	وضعیت ترانزیستور		

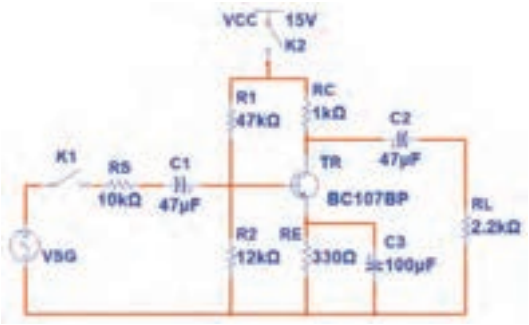
الگوی آزمون عملی سخت‌افزاری پایانی

۱- مدار شکل ۳۷-۴ را روی بِرد بُرد ببندید.

۲-کلید K_2 را وصل و کلید K_1 را قطع کنید. سپس به وسیله ولت‌متر V_E، V_{BE}، V_B و V_{CE} ترانزیستور را اندازه بگیرید و یادداشت‌کنید.

V_{BE}= ..... V $\qquad$ V_B= V

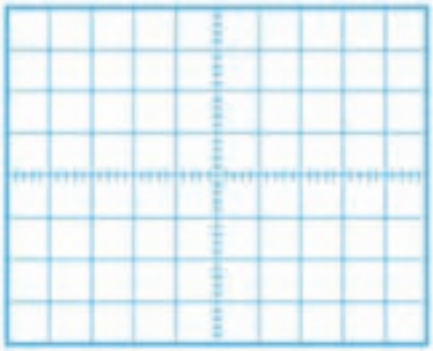
V_{CE}= ..... V $\qquad$ V_E= V



شکل ۳۷-۴

۳- سیگنال‌ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم‌کنید. سپس کلید K_1 را وصل کنید.

۴- اسیلوسکوپ را به خروجی (دو سر بار) متصل کنید. دامنه ولتاژ خروجی سیگنال‌ژنراتور را طوری تنظیم کنید که دامنه پیک تا پیک سیگنال مشاهده شده روی صفحه اسیلوسکوپ ۲ ولت شود.



شکل ۳۸-۴

۵- شکل موج ورودی را توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید و سپس آن را در نمودار شکل ۳۸-۴ رسم نمایید و دامنه پیک تا پیک آن را اندازه بگیرید.

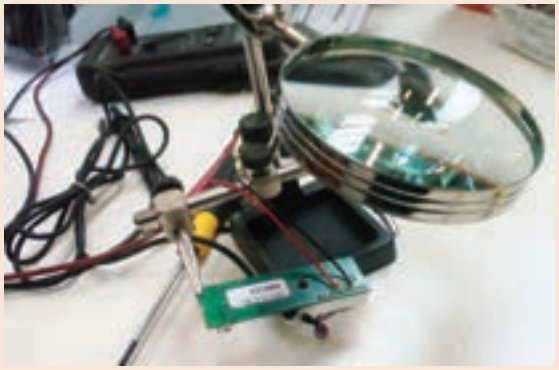
$V_{in\ pp}$ =.....V

۶- بهره ولتاژ مدار را به‌دست آورید.

۷- با اندازه‌گیری کمیت‌های مورد نیاز، بهره جریان (میزان تقویت جریان) را محاسبه‌کنید.

۸- اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و خروجی را ا ندازه بگیرید و آن را یادداشت کنید.

مهندسی معکوس در جنگ تحمیلی



یکی از فعالیت‌هایی که در زمینه صنایع مختلف از جمله صنعت الکترونیک موجب پیشرفت، خلاقیت و نوآوری می‌شود، اجرای مهندسی معکوس است. در مهندسی معکوس، برای ساخت یک دستگاه ساخته‌شده، دستگاه‌را بررسی و اجزاء آن‌را باز می‌کنند و چگونگی عملکرد آن‌را استخراج می‌نمایند.در نهایت با استفاده از علوم ریاضی و فنی، محاسبات مورد نیاز را انجام‌می‌دهند سپس اقدام به نمونه‌سازی اولیه می‌کنند.پس از نمونه‌سازی ، در صورت دریافت نتیجه قابل قبول، شرایط تولید انبوه برای آن‌را مهیا می‌نمایند. یکی از فعالیت‌هایی که در جنگ تحمیلی صورت‌گرفت، مهندسی معکوس برای ساخت موشک بود. آیا می‌دانید اولین موشک ساخته‌شده از طریق مهندسی معکوس موشک مجتمع نام‌داشت.

مجتمع حروف اول موشک جواب تجاوزات موشکی عراق است که به ابتکار شهید حسن طهرانی مقدم و تیم وی صورت‌گرفت و از این طریق توانستند با مهندسی معکوس، موشک‌هایی را بسازند که بتواند جواب موشک‌های عراقی را بدهد.

پژوهش: با مراجعه به رسانه‌های مختلف، بررسی‌کنید چرا شهید حسن طهرانی مقدم را پدر علم موشکی ایران می‌نامند؟

اداره کل امور ایثارگران وزارت جهاد کشاورزی

ارزشیابی شایستگی آزمایش ترانزیستور و کاربرد عملی آن

شرح کار: **واحد یاد گیری۴**

۱-تعیین پایه‌ها و آزمایش صحت ترانزیستور
۲-تغذیه(بایاسینگ) ترانزیستور
۳-کاربرد ترانزیستور به عنوان سوئیچ
۴-تقویت‌کننده با ترانزیستور
۵-آی‌سی آمپلی‌فایر

استاندارد عملکرد:

تغذیه ترانزیستور و اجرای عملی مدارهای کاربردی ساده با ترانزیستور به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری

شاخص ها:

۱- آزمایش ترانزیستور و تشخیص پایه‌های آن بر اساس استاندارد های تعریف شده
۲- بستن صحیح مدار ترانزیستور به عنوان سوئیچ و کاربرد آن برای مدار فرمان نوری و حرارتی
۳- بستن صحیح یک نوع بایاس ترانزیستور و اندازه‌گیری نقطه کار در نرم‌افزارو با قطعات واقعی
۴- بستن صحیح مدار CE و اندازه‌گیری کمیت‌ها در نرم‌افزارو با قطعات واقعی
۵- استخراج صحیح اطلاعات آی‌سی آمپلی‌فایر از برگه اطلاعات و بستن مدار آن

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک- نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژکاری)- ابعاد حداقل ۶ مترمربع- دارای تهویه یا پنجره- دمای طبیعی (۱۸ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد) و مجهز به وسایل اطفاء حریق- میزکار استاندارد با ابعاد D ۱۸۰× H ۸۰ × W۱۸۰ cm مجهز به فیوز حفاظت جان- رایانه متصل به شبکه اینترنت- فرد با لباس کار- انجام کار در حال نشسته- نرم‌افزار خاص- ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰×

ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی گارگاه برق . الکترونیک – رایانه و لوازم جانبی آن- نرم‌افزار مرتبط- قطعات استاندارد طبق فهرست ملزومات مصرفی- برگه اطلاعات قطعات مرتبط با آزمایش- سیم‌های رابط- فرهنگ لغات- برد برد

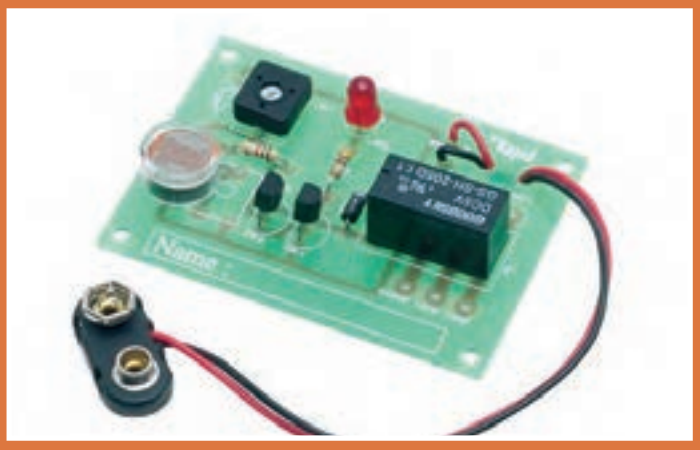
معیار شایستگی:

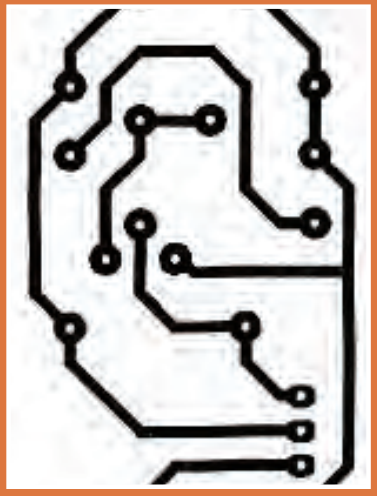
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین پایه ها و آزمایش صحت ترانزیستور	۱	
۲	بستن یک نوع بایاس ترانزیستور و اندازه‌گیری نقطه کار در نرم‌افزار و با قطعات واقعی	۲	
۳	بستن مدار ترانزیستور به عنوان سوئیچ و مدار فرمان نوری و حرارتی	۲	
۴	بستن صحیح مدار CE و اندازه‌گیری کمیت‌ها در نرم‌افزارو با قطعات واقعی	۲	
۵	استخراج صحیح اطلاعات آی‌سی آمپلی‌فایر از برگه اطلاعات و بستن مدار آن	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی ابزارهاو دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

پودمان ۴

طراحی مدار چاپی و شبیه سازی





برای تولید، نظارت و کنترل کیفیت محصولات الکترونیکی ترسیم نقشه‌های الکترونیکی بسیار اهمیت دارد. نقشه‌های الکترونیکی شامل بلوک دیاگرام، نقشه فنی و طرح مدار چاپی است که براساس قوانین واستاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک با دست و نرم‌افزار ترسیم می‌شوند. ساخت مدارهای الکترونیکی دستگاه‌های مختلف با تهیه فیبرمدارچاپی امکان‌پذیر است. باآماده شدن فیبر، قطعات الکترونیکی با آرایش خاصی روی فیبرنصب (مونتاژ) می‌شوند. ارتباط الکتریکی این قطعات با خطوط مسی برقرارمی‌شود. چگونگی چیدمان قطعات برروی فیبرمدارچاپی مهم است، زیرا چیدمان صحیح سبب صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت وتولید مدارها در دستگاه‌های الکترونیکی می‌شود. توجه داشته باشید وجود یک یا چند برد الکترونیکی در یک دستگاه مانند سیستم ارتباطی تصویری، سبب می شود فرمان های لازم برای عملکرد آن دستگاه شکل گیرد.

واحد یادگیری ۵

ترسیم نقشه فنی مدار چاپی با دست

آیا تا به حال فکر کرده‌اید:

- برای ساخت دستگاه‌های الکترونیکی از چه نقشه‌هایی استفاده می‌شود؟
- نصب قطعات الکترونیک و اتصال آن در دستگاه‌ها چگونه است؟
- تهیه فیبر مدار چاپی با نرم‌افزارسرعت تولید محصولات را افزایش می‌دهد؟
- روش‌های انتقال طرح مدار چاپی به فیبرچگونه اجرا می‌شود؟
- نصب (مونتاژ) قطعات بر روی برد مدارالکترونیکی چگونه و با چه ترتیبی به اجرا در می‌آید؟

قطعات الکترونیکی در کلیه دستگاه های مختلف روی برد مدار چاپی مونتاژ می شوند.بردهای مدار چاپی را به صورت یک لایه و چند لایه می سازند.وجود این ساختار سبب کوچک شدن ابعاد دستگاه ها ی الکتریکی و الکترونیکی وافزایش کیفیت عملکرد آن ها می شود.

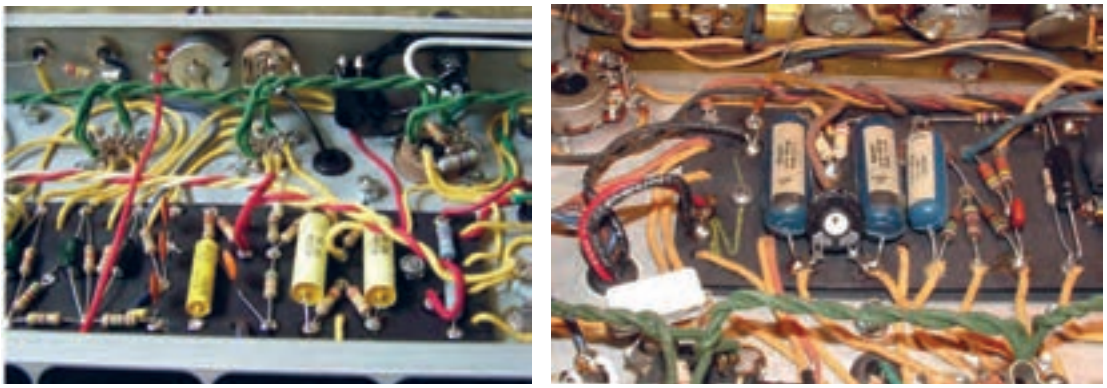
در این واحد یادگیری ،ابتدا نقشه فنی مدار های الکترونیکی را توسط نرم افزار ترسیم و شبیه سازی می کنیدوصحت عملکرد آن را مورد تأییدقرار می دهید.سپس نقشه فنی را بااستفاده از دست ونرم افزار به مدار چاپی تبدیل می نمایید. در تمام مراحل اجرای کار عملی رعایت نکات ایمنی و بهداشتی ،توجه به سایر مهارت های غیر فنی مانند کار گروهی،رعایت نظم وترتیب،مدیریت منابع،کاربردفناوری وتوجه به نکات زیست محیطی مهم و ضروری است،باید در تمام مراحل مورد توجه قرار گیردو به طور دقیق به اجرا درآید.

استاندارد عملکرد

ترسیم نقشه فنی مدار های الکترو نیکی ساده و مدار چاپی با دست و روش ماژیک

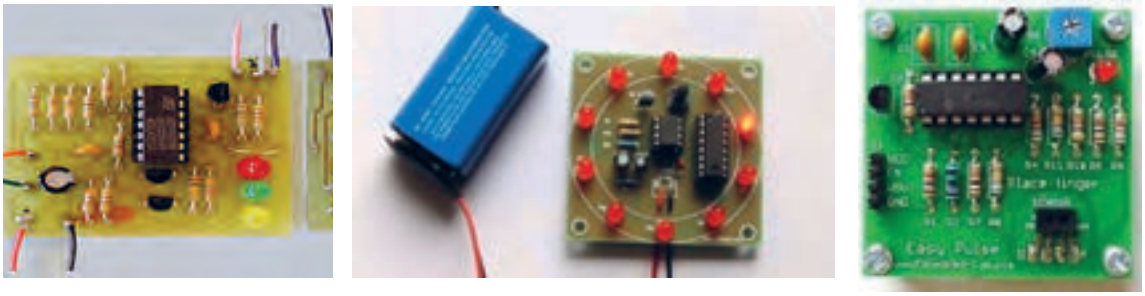
۱-۵- اصول تهیه طراحی مدار چاپی

در گذشته برای ساختن یک مدار الکترونیکی ابتدا نقشه مدار را روی فیبر مخصوص قرار می‌دادند، سپس جای پایه‌های المان‌های الکترونیکی را با سیم اتصال می‌دادند. این روش مطابق شکل ۱-۵ جای زیادی اشغال می‌کرد.



شکل ۱-۵ - نصب قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های قدیمی

امروزه به علت پیشرفت علم الکترونیک و پیچیده‌تر شدن مدارهای الکترونیکی این طریقه سیم‌کشی نمی‌تواند کاربردی داشته باشد، لذا به جای آن از مدار چاپی شکل ۲-۵ استفاده می‌شود.

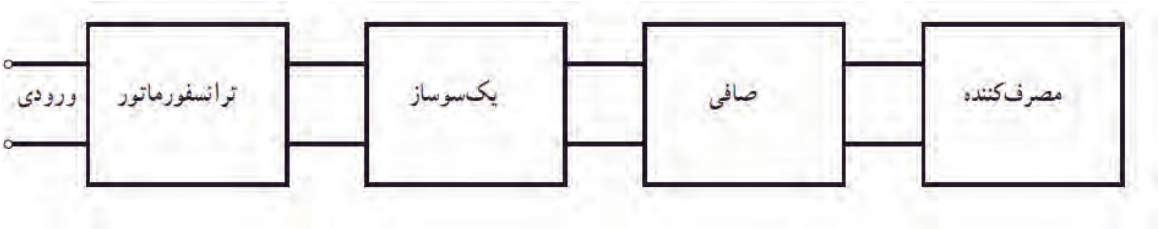


شکل ۲-۵- نصب قطعات الکترونیکی برروی فیبر مدارچاپی

برای ساختن یک دستگاه الکترونیکی، ابتدا باید با چگونگی عملکرد قسمت‌های مختلف دستگاه آشنا شویم. از این رو لازم است که قطعات الکتریکی و الکترونیکی مورد نیاز هر قسمت را شناسایی کنیم و نحوه ارتباط الکتریکی آن‌ها را مشخص نمائیم. برای این منظور از نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی استفاده می‌کنیم. با توجه به پیشرفت فناوری، امروزه انواع نقشه‌های مدارهای الکترونیکی را با رایانه تهیه می‌کنند.

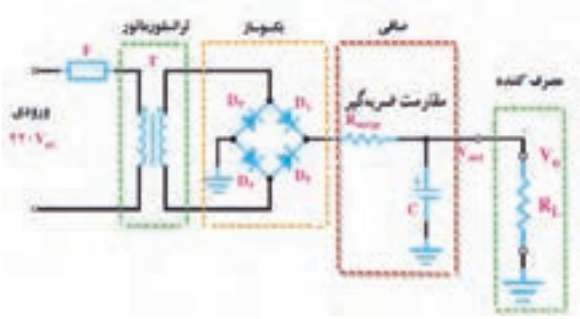
ترسیم نقشه‌های بلوکی

معمولاً برای نمایش عملکرد قسمت‌های مختلف مدار یک سیستم الکترونیکی از بلوک دیاگرام استفاده می‌کنند . در این فرایند مشخصات فنی و نام هر مدار را در داخل مستطیل یا بلوک مخصوص می‌نویسند و ورودی‌ها و خروجی‌های هربلوک را مشخص می‌کنند. در شکل۳-۵ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه ساده رسم شده است.

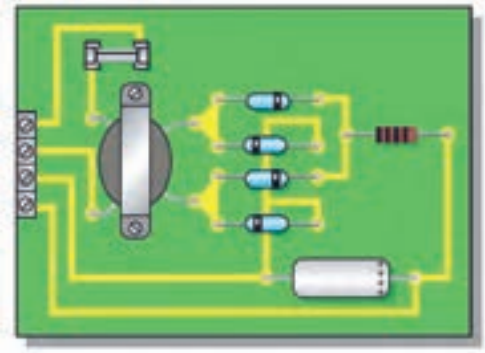


شکل۳-۵- بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه ساده

شکل ۴-۵ نقشه فنی الکترونیکی منبع تغذیه ساده را درارتباط با بلوک دیاگرام شکل ۳-۵ نشان می‌دهد. در شکل ۵-۵ منبع‌تغذیه در اندازه واقعی روی فیبر مدار چاپی نشان داده شده است. در این نقشه، ورودی و خروجی مدار به ترمینالی در سمت چپ نقشه وصل شده است.



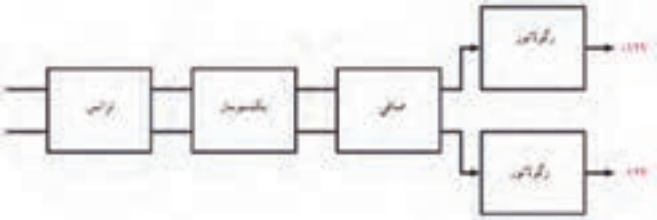
شکل ۴-۵- نقشه مدار الکترونیکی یک منیع تغذیه ساده



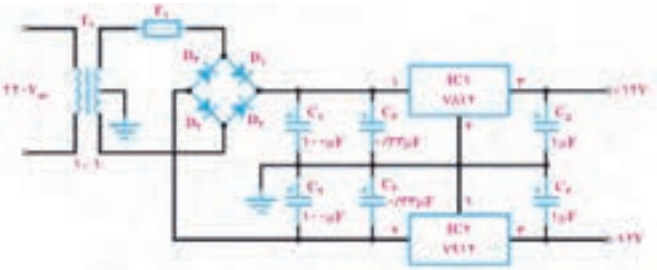
شکل ۵-۵- نقشهٔ مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی

کارگروهی

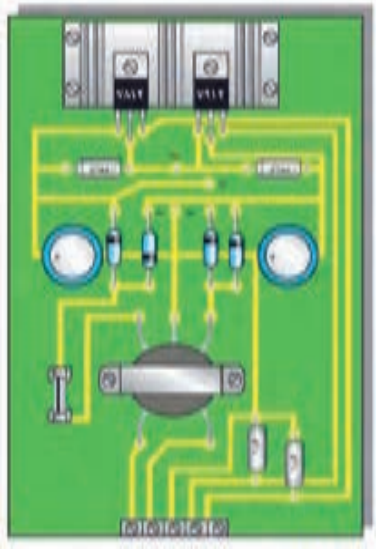
ابتدا بلوک دیاگرام شکل ۶-۵ را با نقشه فنی شکل ۷-۵ مطابقت دهید و بلوک‌ها را روی نقشه با خط چین رسم کنید. سپس در شکل ۸-۵ تلاش کنید ارتباط نقشه مدار چاپی را با نقشه فنی بیابید. نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۶-۵- نمای بلوکی یک منبع تغذیه دوبل



شکل ۷-۵- نقشهٔ الکترونیکی یک منبع تغذیهٔ دوبل



شکل ۸-۵- برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی

ترسیم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی

در مباحث گذشته درباره چگونگی ترسیم نقشه‌های فنی الکترونیکی صحبت کردیم. معمولاً در نقشه‌های استاندارد لازم است عناصر مدار با اندازه و مقیاس مناسب رسم شوند. همچنین باید قواعد و قراردادهای مربوط به آن نیز رعایت گردد. برخی از مهم‌ترین قراردادها برای ترسیم نقشه استاندارد الکترونیکی به شرح زیر است.

۱- ترسیم کلی مدارها باید از سمت چپ به سمت راست صورت گیرد.

۲- ورودی‌ها در سمت چپ صفحه و خروجی‌ها در سمت راست صفحه در نظرگرفته شود.

۳- متناسب با مراحل کار و عملکرد مدار باید عناصرو قطعات به ترتیب و به دنبال هم رسم شود.

۴- مقادیر ولتاژهای بیش‌تر در بالای صفحه و مقادیر ولتاژهای کم‌تر در پایین صفحه قرار گیرند. مثلاً مقادیر ولتاژهای مربوط به یک مدار ترانزیستوری به صورت ۱۲V+ در بالای صفحه و علامت زمین به صورت ⏚ در پایین صفحه مشخص شود.

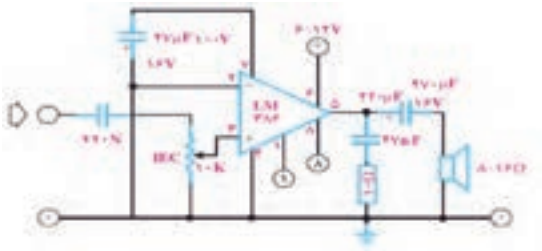
۵- مدارهایی که در نقشه موجودند ولی قسمت اصلی مدار را تشکیل نمی‌دهند مانند منبع تغذیه باید در نیمه پایینی صفحه رسم شوند.

۶- خطوط اتصال بین اجزای مدار باید به طور دقیق وکامل کشیده شود.

۷- تا آ نجایی که مقدور است خطوط اتصال به صورت قائم (۹۰°) یکدیگر را قطع کنند.

۸- وقتی که خطوط یکدیگر را قطع می‌کنند و نقاط برخورد به یکدیگر وصل می‌شوند، باید براساس استاندارد IEC محل اتصال با یک نقطه توپُر مشخص شود.

در شکل۹-۵ ویژگی‌های کلی ترسیم یک نقشه الکترونیکی تا حدودی رعایت شده است.



شکل۹-۵- نقشه مدارتقویت‌کننده صوت

کارعملی

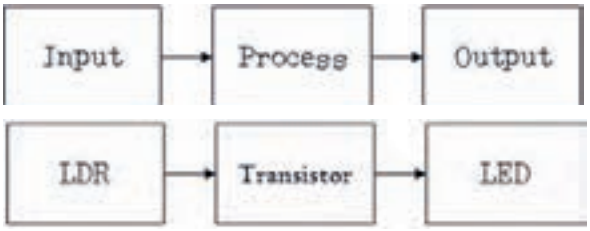
کارعملی ۱ :ترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی

هدف:مهارت در نقشه خوانی وترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی مدارهای الکترونیکی

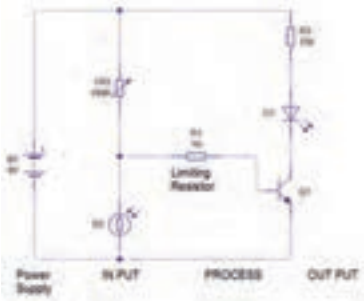
مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک کن، کاغذ، نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

در شکل ۱۰-۵ بلوک دیاگرام و نقشه فنی کنترل روشنایی با حسگر LDR ترسیم شده است. بلوک دیاگرام و نقشه فنی مدار را با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه با مقیاس مناسب روی کاغذ میلی‌متری ترسیم کنید.



شکل الف- بلوک دیاگرام کنترل روشنایی



ب- نقشه فنی الکترونیکی کنترل روشنایی

شکل ۱۰-۵- نقشه بلوک دیاگرام و فنی کنترل روشنایی

طراحی مدار چاپی با دست

در مدارهای چاپی یک لایه عناصر در یک طرف فیبر مدارهای چاپی قرار می گیرند. ارتباط بین قطعات به وسیله لایه نازک مسی که در طرف دیگر فیبر وجود دارد برقرار می‌شود. استفاده از مدار چاپی، حجم مدار را کوچک می‌کند، ضمن اینکه می‌توانیم ضخامت و فواصل خطوط عبور جریان را با توجه به میزان جریان و خازن پراکنده ترسیم کنیم. به طورکلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم کشی به شرح زیر است:

- مانع شلوغی اتصالات و سیم‌کشی‌ها می‌شود.
- ابعاد مدارهای ساخته شده کوچک‌ترمی‌شود.
- در زمان تعمیردستگاه، دنبال کردن مسیرهای ارتباطی به سهولت انجام می‌شود.
- مونتاژ مدار سریع‌تر و آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر است.
- تولید دستگاه‌های الکترونیکی در شمارگان بالا آسان‌تر است.

مزایای فوق سبب شده است که تمام کارخانه‌های تولیدکننده لوازم الکترونیکی از مدار چاپی استفاده کنند.

بحث گروهی

درباره مزایای مدارچاپی با همکارگروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

استاندارد طراحی مدار چاپی

تبدیل یک نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید طبق استانداردهای موجود صورت پذیرد. مدار چاپی باید با رعایت فواصل پایه‌ها، حجم و اندازه حقیقی قطعات طراحی شود.

همچنین موارد زیر نیز باید به اجرا درآید.

- طرح مدار چاپی به گونه‌ای باشد که ورودی‌های مدار در یک سمت و خروجی‌ها در سمت دیگر قرار گیرند.
- قطعات حرارتی مانند مقاومت‌ها و ترانزیستورهای پر وات نباید در کنار قطعات حساس به حرارت (مانند دیودها و ترانزیستورهای کوچک) قرار گیرد.
- قطعات به گونه‌ای در کنارهم چیده شوندکه هنگام تعمیر به راحتی بتوان آن‌ها را تعویض کرد.
- در فرایند طراحی باید برای محل قرار گرفتن قطعاتی مانند رادیاتور که در نقشه الکترونیکی دیده نمی‌شوند، جای پیچ در نظر گرفته شود.
- پهنای خطوط باید متناسب با جریان عبوری و نیز مقاومت آن در حد قابل قبول باشد.

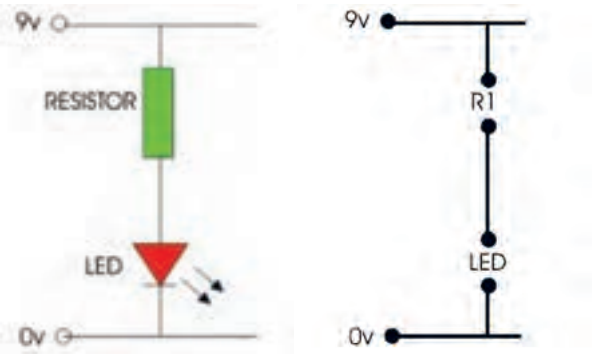
بحث گروهی

درباره استانداردهای مدارچاپی با همکارگروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

۲–۵ – تهیه طرح مدار چاپی با دست

برای تهیه طرح اولیه مدار چاپی مراحل زیر به اجرا در می‌آید.

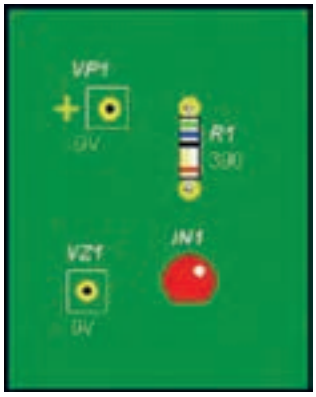
- با استفاده از نقشه مدار، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب محل قرار گرفتن قطعات را مشخص می‌کنیم.محل استقرار قطعات نباید از ابعاد واقعی قطعات کوچک‌تر باشد اما محل قرارگرفتن قطعات را می‌توان تغییر داد، شکل ۱۱-۵.
- پس از ترسیم طرح اولیه، قطعات را روی برد، مکان‌یابی و بررسی کنید، شکل ۱۲-۵.
- در صورت نیاز مسیرها را تغییر می‌دهیم.



نقشه فنی مدار

مشخص کردن محل پایه‌های قطعات

شکل ۱۱-۵- طرح اولیه مدار چاپی



شکل ۱۲-۵- جای‌گذاری قطعات روی برد

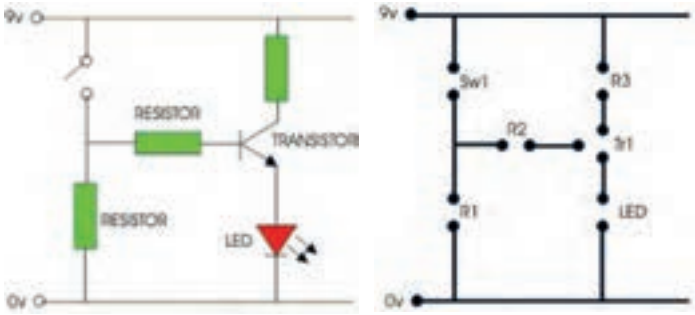
فعالیت

با توجه به توضیحات داده شده یک طرح اولیه واقعی برای یک مقاومت و یک LED رسم کنید.

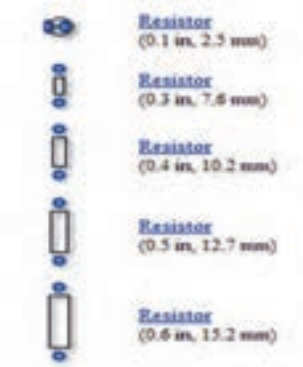
کامل کردن طرح مدار چاپی

پس ازترسیم طرح اولیه، مراحل زیر را اجرا می‌کنیم.

- برای پایه هر قطعه یک دایره منظور می‌کنیم. این دایره راپد(pad) می‌گویند. اگردر یک منطقه چندین پایه نزدیک به یکدیگر قرارگیرند باید برای هرپایه یک پد جداگانه منظورشود، شکل۱۳-۵ .



شکل۱۳-۵- اختصاص دایره یا پد pad به هرپایه



شکل۱۴-۵- فاصله پایه‌های مقاومت

- فاصله پایه‌ها در فیبر مدار چاپی باید با ابعاد و فاصله پایه‌های قطعات در اندازه واقعی مطابقت داشته باشد. مثلاً اگر فاصله پایه‌های یک مقاومت ۲ واتی که به طور افقی روی فیبر قرار می‌گیرد، ۱۵mm باشد باید در طراحی مدار چاپی نیز حداقل ۱۵mm فاصله بین دو پایه در نظر گرفته شود.

درشکل ۱۴-۵ نمونه‌هایی از فاصله پایه‌های مقاومت نشان داده شده است.

- لازم است پایه‌هایی که به سیم متصل می‌شوند کوتاه‌ترین فاصله را داشته باشند. اگر درمدار اصلی دو سیم از روی یکدیگر عبور کنند و به هم متصل نباشند، برروی فیبر مدار چاپی نیز این دو سیم نباید به هم وصل شوند.

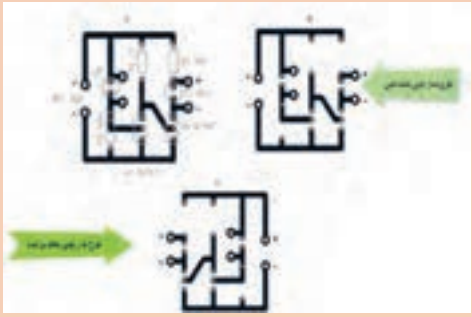
کامل کردن فرایندطراحی

- چون درمدار چاپی یک لایه، قطعات مدار در یک طرف فیبر و مسیرهای مدار چاپی درطرف دیگر فیبر قرار می‌گیرند، باید طرح مدار چاپی که از روی نقشه به دست می‌آید معکوس شود.

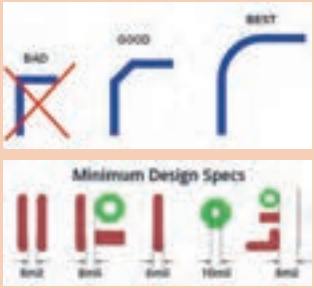
فعالیت

- نقشه مدارچاپی شکل ۱۵-۵ را به منظور تمرین اولیه طراحی کنید.
- نقشه معکوس مداری را که طراحی کرده‌اید، با دست و بدون استفاده از ابزار رسم کنید.

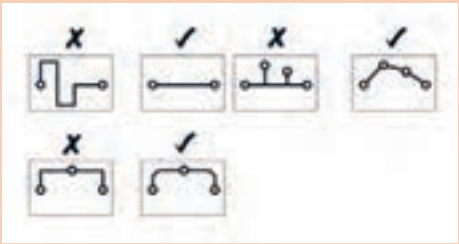
در شکل ۱۶-۵ ، نمونه‌هایی از نکات مربوط به ارتباط پایه‌ها در طراحی مدار نشان داده است:



شکل ۱۵-۵- طرح مدار چاپی معکوس شده



کم‌ترین فاصله بین خطوط مسی و پد هر mil برابراست با $\frac{1}{1000}$ اینچ



شکل۱۶-۵- نکات مهم درمدارچاپی

۳–۵ – روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر

پس از تبدیل نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید آن را روی فیبر منتقل کنیم. انواع روش‌های زیر برای انتقال طرح روی فیبروجوددارد:

۱- روش انتقال باماژیک ضد اسید

۲- استفاده از حرارت اتو

۳- پوزیتیو (Positive ۲۰)

۴- چاپ سیلک اسکرین

از آنجا که تنوع گسترده‌ای در انتقال طرح مدارچاپی روی فیبروجود دارد و درکار عملی۲، روش ماژیک راتوضیح داده‌ایم، دراین قسمت به شرح روش اتو می‌پردازیم. سایر روش‌ها در کتاب همراه هنرجو آمده است.

روش استفاده از حرارت اتو

در این روش، نقشه مدار چاپی راکه روی کاغذ گلاسه چاپ شده است ، با استفاده از حرارت اتو روی فیبر مدار چاپی منتقل می کنیم، شکل ۱۷-۵. در بخش‌های بعدی به یک کار عملی با استفاده از حرارت اتو می‌پردازیم.

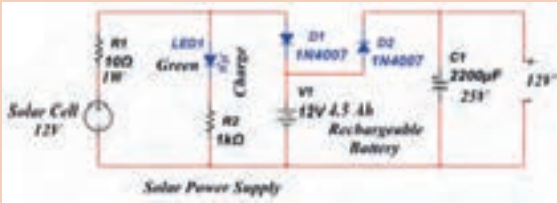
شکل ۱۷-۵- انتقال طرح مدارچاپی به روی فیبر با اتو

کارعملی

کار عملی ۲:طراحی مدارچاپی منبع تغذیه و انتقال آن روی فیبر با روش ماژیک

هدف:کسب مهارت در طراحی چاپ و انتقال روی فیبر

مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک کن، کاغذ، کاربن، ماژیک، فیبرمدارچاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی شکل۱۸-۵ .



شکل ۱۸-۵-نقشه فنی مدار الکترونیکی برای تهیه طرح مدار چاپی

مراحل اجرای کار

۱-ابتدا یک فیبر مدار چاپی به اندازه ۵×۵ سانتی‌متر با راهنمایی معلم برش دهید وآن را کاملاً تمیز کنید، شکل۱۹-۵.

شکل ۱۹-۵- شستشو و تمیزکردن فیبرمدار چاپی

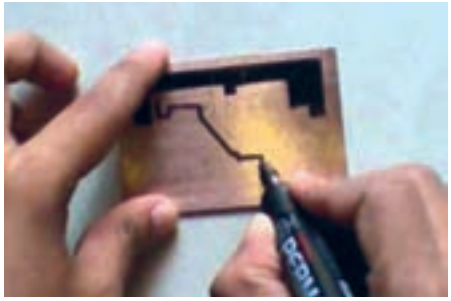
۲- با استفاده از نقشه مدارالکترونیکی، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب ، با رعایت مراحل طراحی، طرح مدار چاپی را ترسیم کنید.

۳- نقشه مدار چاپی تهیه شده را به وسیله کاربن، معکوس کنید. برای این کار کافی است کاربن را وارونه روی کاغذ دیگر بگذارید و مسیرها را ترسیم کنید.

۴- به وسیله کاربن نقشه را روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید. به این ترتیب که با کشیدن قلم روی خطوط و پایه‌های قطعات، اثر طرح، روی مس فیبر مدار چاپی منتقل می‌شود. یک نمونه طرح مدار چاپی را در شکل ۲۰- ۵ مشاهده می‌کنید.

۵- با استفاده از ماژیک ضد اسید، اثر به جا مانده از کاربُن را پر رنگ کنید، شکل۲۱-۵.

شکل۲۰-۵- طراحی مدارچاپی و نقشه معکوس مدارچاپی



شکل۲۱-۵- طرح مدارچاپی انتقال داده شده روی فیبر با ماژیک

۶-در صورت نیاز، عناصر را با شابلون دایره یا شابلون مخصوص مدار چاپی روی فیبر رسم کنید و با استفاده از خط کش، پایه‌ها را به یکدیگر وصل کنید. هنگام کار با ماژیک باید دقت کنید که ماژیک چند بار روی فیبر در جهت عکس یکدیگر کشیده نشود. خطوط ترسیم شده مانند شکل۲۲-۵ باید پررنگ باشد، زیرا در صورت کم رنگ بودن، اسید روی مس فیبر اثر می‌کند و مس‌های خطوط ارتباطی را از بین می‌برد.

۷-طرح مدار چاپی را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید. پس از ارزشیابی طرح اجرا شده را با الکل یا تینر، از روی فیبر پاک کنید.

شکل۲۲-۵- طرح مدارچاپی

کارعملی

کار عملی۳: طراحی مدارچاپی تقویت‌کننده و انتقال آن روی فیبر با روش ماژیک

هدف:کسب مهارت در طراحی مدار چاپی و انتقال به روی فیبر

مـواد، ابـزار و تجهیزات:مـداد، پاک کـن، کاغذ، کاربـن، ماژیـک، فیبرمدارچاپی، قطعـات الکترونیکی مطابـق بـا نقشـه فنی مـدار الکترونیکی مـورد نظر

توجه

نوع مدار تقویت‌کننده و قطعات مربوط به آن، با توجه به امکانات قابل تغییر است.

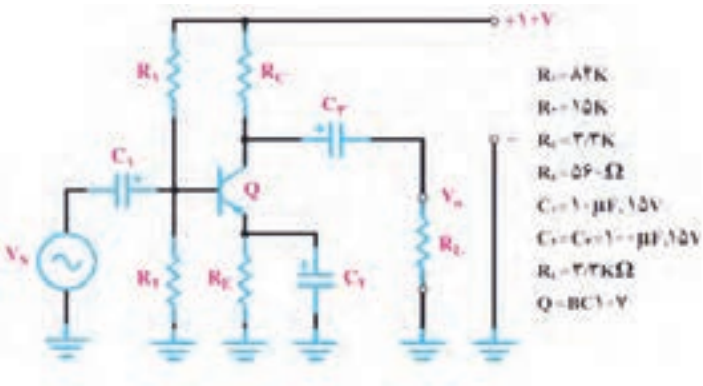
مراحل اجرای کار

۱- طـرح مـدار چاپـی شـکل ۲۳-۵ را کـه یـک تقویت‌کننـده امیتـر مشـترک اسـت، بـا توجـه بـه ابعـاد قطعـات در کادر مناسـب طراحـی کنیـد. کلیـه مقاومت‌هـا $\frac{۱}{۴}$ وات هسـتند. در طراحـی مـدار چاپـی، حتمـاً بـه ابعـاد دقیـق قطعـات توجـه نماییـد.

۲- بـا سـایر اعضـاء گـروه در مـورد طـرح مـدار چاپـی مشـاوره کنیـد و بهتریـن طـرح را انتخـاب و طـرح خـود را مطابـق آن اصـلاح کنیـد.

۳-یـک فیبـر مـدار چاپـی را بـا ابعـاد مـورد نیـاز بـرش دهیـد. طـرح انجـام شـده را پـس از معکـوس کـردن بـه طـور کامـل روی آن انتقـال دهیـد.

۴- طـرح مـدار چاپـی را جهـت ارزشـیابی بـه معلـم خـود نشـان دهیـد. پـس از ارزشـیابی، طـرح اجراشـده را از روی فیبرمـدار چاپـی پـاک کنیـد.



شکل ۲۳-۵- مدار تقویت‌کننده امیتر مشترک

کارعملی

کارعملی ۴: طراحی مدارچاپی حسگرصوتی و انتقال آن روی فیبر با روش ماژیک

هدف:کسب مهارت درطراحی، انتقال و چاپ آن روی فیبر

مـواد، ابـزار و تجهیزات: مـداد، پاک‌کن،کاغـذ، کاربـن، ماژیـک، فیبرمدارچاپی، قطعـات الکترونیکی مطابـق با نقشـه فنـی مـدار الکترونیکی انتخاب شـده

مراحل اجرای کار

۱- شـکل ۲۴-۵ مـدار یـک نمونـه حسـگر هشـداردهنده (آلارم، آژیـر) صوتـی اسـت. مـدار چاپـی ایـن حسـگر را در کادر مناسـب طراحـی کنید.

۲-طرح خود را جهت ارزیابی با سایرگروه‌ها تعویض کنید.

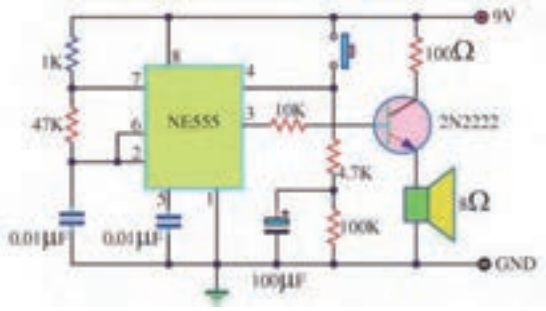
۳-طرح اصلاح شده و نهایی را معکوس کنید.

۴-یک فیبر مدار چاپی را در اندازه مناسب آماده کنید.

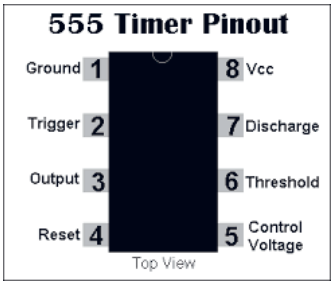
۵- طـرح معکـوس شـده را بـا ماژیـک روی فیبـر مـدار چاپـی انتقـال دهیـد. در هنـگام طراحـی مدارچاپـی، بـه انـدازه واقعـی آی‌سـی، ترانزیسـتور وکلیـد فشـاری توجـه کنیـد.

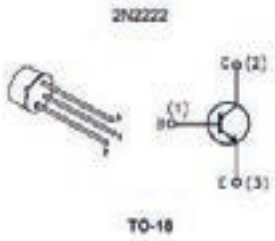
۶-در شـکل ۲۵-۵ شـکل ظاهـری ترانزیسـتور وآی‌سـی و شـماره پایه‌هـای آن‌هـا رسـم شـد ه اسـت.

۷- طـرح مـدار چاپـی را جهـت ارزشـیابی بـه معلم خـود نشـان دهیـد. پـس از ارزشـیابی، طـرح اجـرا شـده را از روی فیبـر پـاک کنیـد.



شکل۲۴-۵- مدار هشداردهنده صوتی





شکل۲۵-۵- شکل ظاهری ترانزیستور وآی‌سی استفاده شده

پرسش

الگوی پرسش:

۱- ترسیم طرح کلی مدارها باید از سمت راست به سمت چپ صورت گیرد.

صحیح ☐ غلط ☐

۲- برای آشنایی با چگونگی عملکرد قسمت‌های مختلف یک دستگاه از کدام نقشه استفاده می‌کنند؟

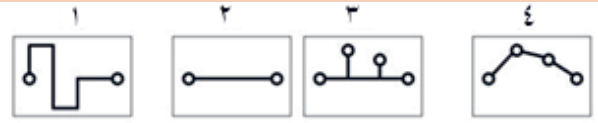
۳-چهار مورد از مزایای استفاده از مدار چاپی را بنویسید؟

۴-پهنای خطوط در مدارچاپی باید متناسب با ..... و ..... آن باید در حد قابل قبول باشد.

۵- کدام طرح مدار چاپی صحیح است؟

۶- چرا طرح مدار چاپی باید معکوس شود؟

۷- روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر را نام ببرید.



ارزشیابی شایستگی ترسیم نقشه مدار چاپی با دست

شرح کار: **واحد یاد گیری ۵**

۱- ترسیم بلوک دیاگرام مدارهای الکترونیکی ساده با دست
۲- ترسیم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی ساده با دست
۳- طراحی مدار چاپی به صورت دستی
۴- انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با ماژیک ضداسید

استاندارد عملکرد:

ترسیم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی ساده و ترسیم نقشه مدار چاپی با دست و روش ماژیک

شاخص ها:

۱-رعایت قوانین استاندارد حاکم بر ترسیم نقشه‌های بلوکی
۲-رعایت قوانین استاندارد حاکم بر ترسیم فنی مدارهای الکترونیکی ساده
۳- طراحی مدار چاپی مدارهای الکترونیکی ساده بر اساس استاندارد های تعریف شده
۴- انتخاب پهنای خطوط مسی روی فیبر متناسب با جریان عبوری از آن
۵- قرار دادن قطعات حرارت زای مدار دور از قطعات حساس به حرارت
۶- انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با روش ماژیک

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک- نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژکاری)- ابعاد حداقل ۶ مترمربع- دارای تهویه یا پنجره- دمای طبیعی (۱۸تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد) و مجهز به وسایل اطفاء حریق- میزکار استاندارد با ابعاد D ۱۸۰×H ۸۰ ×W۱۸۰ cm مجهز به فیوز حفاظت جان- رایانه متصل به شبکه اینترنت- فرد با لباس کار- انجام کار در حال نشسته- نرم‌افزار خاص- ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰

ابزار و تجهیزات: نقشه مدار الکترونیکی- لوازم‌التحریر- کاربن- نقشه‌های بلوکی و فنی- قطعات الکتریکی و الکترونیکی مرتبط با نقشه مدار الکترونیکی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ترسیم نقشه‌های بلوکی	۱	
۲	ترسیم نقشه‌های فنی مدارهای الکترونیکی ساده	۱	
۳	طراحی مدار چاپی با دست	۲	
۴	رعایت تناسب پهنای خطوط مسی روی فیبر	۲	
۵	چیدمان صحیح قطعات روی فیبر	۲	
۶	انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با ماژیک	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی ابزارها و دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

واحد یادگیری ۶

شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار

آیا تا به حال فکر کرده‌اید:

- چگونه می توان قبل از پیاده سازی سخت افزاری یک مدار الکترونیکی به صحت عملکرد آن پی برد؟
- به چه دلیل استفاده نرم افزار های شبیه ساز،از اتلاف وقت وهدر رفتن سرمایه ملی جلوگیری می کند؟
- چه نرم افزار هایی برای شبیه سازی مدار های الکترونیکی وجود دارند؟
- برای طرح مدار چاپی مدار های ساده و پیچیده الکترونیکی از چه نرم افزار هایی استفاده می کنند؟
- دقت و سرعت عملکرد نرم افزارها درترسیم مدار چاپی در مقایسه با اجرای دستی آن چه تفاوت هایی دارد؟

با استفاده ازنرم افزارهای شبیه ساز می توانید صحت عملکرد مداررا تأییدکرده وکمیت های مدار را اندازه بگیرید.همچنین قادر خواهید بود عملکرد مدار را تجزیه و تحلیل کنید.پس از تأیید نقشه و عملکرد آن ،با استفاده از نرم افزار می توانید طرح مدار چاپی نقشه مورد نظر را آماده سازید. در این واحد یادگیری ابتدا با استفاده از نرم افزار شبیه ساز مانند مولتی سیم یا هر نرم افزار کاربردی دیگر،نقشه های ساده الکترونیکی را شبیه سازی می کنید.سپس با استفاده از نرم افزار هایی مانند PCB Wizard یا هرنرم افزارساده طراحی مدار چاپی موجود، نقشه فنی را به طرح مدار چاپی تبدیل می کنید.لازم به یاد آوری است که استفاده از نرم افزار های حرفه ای مانند پروتل ، دی ایکس پی وآلتیوم در پایه یازدهم ودر درس پروژه ساخت آموزش داده خواهد شد.در تمام مراحل اجرای کار، شایستگی های غیر فنی مانند دقت و تمرکز اجرای کار،رعایت ارگونومی، کار ایمنی با رایانه و مشارکت فعال در گروه باید مورد توجه قرار گیرد و به طور دقیق اجراشود.

استاندارد عملکرد

شبیه سازی مدار و ترسیم نقشه مدار چاپی با نرم افزار

۱-۶- معرفی نرم‌افزار شبیه‌سازی

امروزه قبل از اجرای پروژه وساخت مدارهای الکترونیکی از نرم‌افزار استفاده می‌کنند. با استفاده از نرم‌افزار می‌توان برای تشخیص صحت عملکرد مدار واندازه‌گیری کمیت‌ها، آن را شبیه‌سازی و تحلیل کرد. استفاده از نرم‌افزارهای مولتی‌سیم (Multisim) و پروتئوس(Proteus) برای شبیه‌سازی، بیشتر از سایر نرم‌افزارها متداول است. قبلاً تا حدودی با این گونه نرم‌افزارها آشنا شده‌اید.

کارعملی

کارعملی ۵: شبیه‌سازی مدار الکترونیکی چراغ چشمک زن

هدف: کسب مهارت شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط-رایانه- نقشه فنی مدار مورد نظر

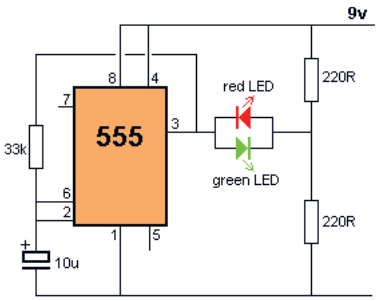
مراحل اجرای کار

۱-در صورتی که نرم‌افزار مولتی‌سیم (یا هر نرم‌افزارمرتبط دیگر) روی رایانه نصب نیست آن را نصب و راه‌اندازی کنید.

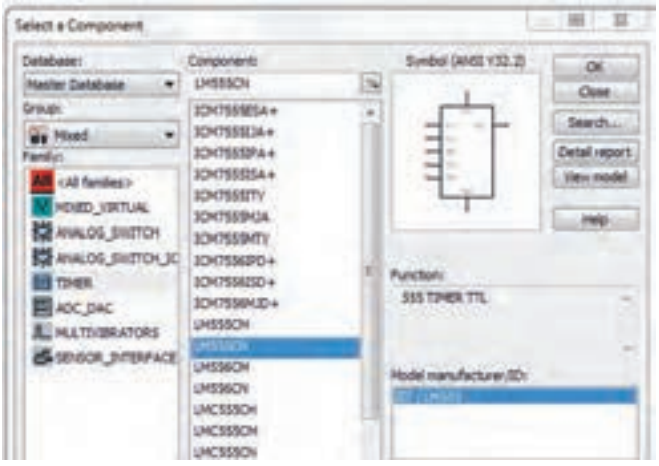
۲- مدار شکل ۱-۶ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید.

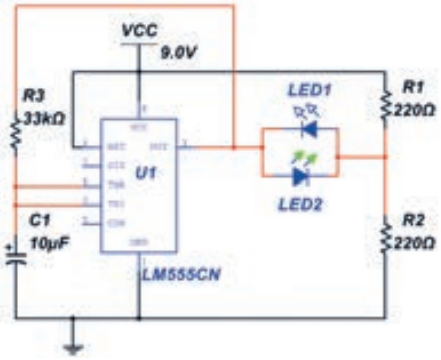
۳- برای استفاده از آی سی ۵۵۵ در نرم‌افزار، آن را از گروه (Place Mixed) و مسیر نشان داده شده در شکل ۲-۶ به روی محیط کار نرم‌افزار بیآورید.

۴- فایل مدار چشمک زن را ذخیره کنید.



شکل ۱-۶- مدار چشمک زن LED با آی سی ۵۵۵





شکل ۲-۶- مسیر انتخاب آی‌سی ۵۵۵ و مدارچشمک زن با نرم‌افزار

۲-۶ – تهیه طرح مدار چاپی با نرم‌افزار

نرم‌افزارهـای طراحـی مـدار چاپـی در بـازار جهانـی بسـیار تنـوع دارنـد. پروتـل (Protel)، دی ایکـس پـی (DXP)، سـرکِت میکـر (Circuit maker) ، پی‌سـی‌بی دیزایـن (PCB Design)، پدتوپـد (pad۲pad) و پی‌سـی‌بی ویـزارد (PCB Wizard) از جملـه نرم‌افزارهایـی هسـتند کـه بـرای طراحـی مـدار چاپـی بـه کار مـی رونـد. در شـکل ۳-۶ چنـد نمونـه از نرم‌افزارهـای مدارچاپـی را ملاحظـه می‌کنیـد.

شکل ۳-۶- چند نمونه از نرم‌افزارهای طراحی مدارچاپی

نکته

در ایـن پایـه تحصیلـی بـا توجـه بـه اینکـه مـدار هـای سـاده الکترونیکـی انتخـاب شـده انـد نـرم افـزار سـاده‌ای ماننـد **PCB Wizard** انتخـاب و آمـوزش داده شـده اسـت.در پایه تحصیلـی آینده ، نـرم افزارهای حرفه ای‌تر مانند پروتل(**Protel**) آموزش داده خواهد شد.

معرفی نرم‌افزار PCB Wizard

ایـن نرم‌افـزار یکـی از نرم‌افزارهـای کـم حجـم بـرای ترسـیم نقشـه فنـی (شـماتیک) مدارهـای الکترونیکـی و تبدیـل آن بـه طـرح مـدار چاپـی اسـت. ایـن نرم‌افـزار دارای ویژگی‌هایـی بـه شـرح زیراسـت:

- در اینترنـت بـه راحتـی قابـل دسـترس اسـت و همچنیـن قابـل حمـل (پرتابـل) و نصـب بـر روی رایانـه اسـت.
- Help بسیار ساده و کامل دارد.
- نماد فنی و اندازه فیزیکی اکثر قطعات متداول الکتریکی و الکترونیکی، در کتابخانه آن موجود است.
- قابلیت تایپ متن فارسی برروی نقشه‌های فنی پروژه‌های درسی را دارد.

- امکانات کامل را برای طراحی مدار چاپی به صورت دستی Manually و اتوماتیک Automatic Routing دارد.
- امکان چاپ نقشه‌های فنی، طرح مدارچاپی به صورت معمولی وآیینه‌ای، جای‌گذاری قطعات بر روی برد فیبر مدار چاپی، شکل واقعی مدارمونتاژ شده برروی برد را دارد.

برای تهیه این نرم‌افزار به یکی از آدرس‌های زیر در اینترنت مراجعه کنید.

۱- PCB Wizard ۵۰ .۳ Pro Unlimited. exe - Google Drive

۲- http://۴downloads. ir/۰۹/۱۳۸۸/_pcb_wizard_۳۵۰_pro_unlimited

نکته

نکته: به‌جای نرم‌افزار PCB wizard می‌توانید از نرم‌افزار Circuit wizard استفاده کنید. این نرم‌افزار توانایی شبیه‌سازی و آزمایش طرح PCB تهیه شده را نیز دارد.

کارعملی

کارعملی ۶:نصب نرم‌افزار PCB Wizard

هدف:کسب مهارت بارگیری نرم‌افزار **PCB Wizard** از اینترنت و نصب آن

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط (رایانه)اینترنت

مراحل اجرای کار

۱- از آدرس‌های اینترنتی، نرم‌افزار را بارگیری کنید.

۲- پس از استخراج کردن Extract فایل بارگیری شده، سند(فایل) PCBWIZARD. exe را از پوشه PCB Wizard ۳. ۵۰ Pro Unlimited اجرا کنید.

با اجرای نرم‌افزار تصویر شکل ۴-۶ ظاهر می‌شود.

در ابتدای اجرای نرم‌افزار PCB Wizard می‌توان یکی از گزینه‌های طرح مدار، باز کردن مثال‌ها، طراحی مدارچاپی، چه خبر، آموزش و از وب‌سایت ما دیدن کنید را، انتخاب نمایید.

شکل ۴-۶- تصویرفعال بودن نرم‌افزار draziW BCP

کارعملی

کارعملی ۷:رسم نقشه فنی حسگر تابع نور LDR با نرم‌افزار PCB Wizard

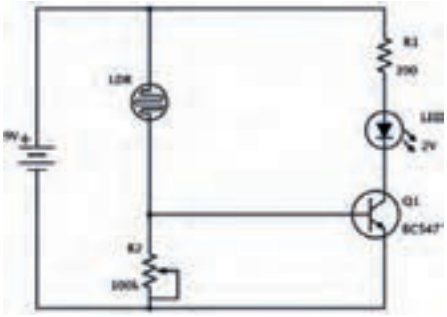
هدف:کسب مهارت تحلیل، شبیه‌سازی و رسم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزار مولتی‌سیم و **PCB Wizard**

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط-رایانه- نقشه فنی مدار

فیلم

فیلم عملکرد مدار با حسگر نوری را مشاهده و نکات مهم آن را به خاطر بسپارید.

مدارشکل ۵-۶ یک حسگر تشخیص روشنایی است که با تابیدن نور به مقاومت تابع نور (LDR)، مقاومت آن کاهش می‌یابد و سبب افزایش ولتاژ دوسر مقاومت ۱۰۰KΩ می‌شود. در این شرایط هدایت ترانزیستور بیشتر شده و به اشباع می‌رود و دیود نورانی روشن می‌شود.



شکل۵-۶- مدار کنترل روشنایی با مقاومت تابع نورLDR

مراحل اجرای کار

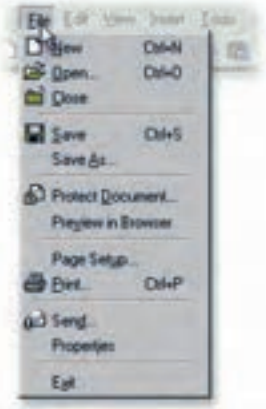
فیلم

چگونگی ترسیم نقشه فنی را ببینید.

۱- مدار را با نرم‌افزارمولتی‌سیم (یا هر نرم‌افزار مرتبط دیگر) ببندید. در مدار شبیه‌سازی شده مقاومت R_2 را ثابت و برابر ۱۰۰KΩ قرار دهید و به جای LDR ازیک پتانسیومتر ۱۰KΩ استفاده کنید.

۲- فایل را ذخیره کنید.

۳-نرم‌افزار PCB Wizard را فعال کنید. روی منوی فایل (FILE) شکل ۶-۶ کلیک کنید و یک سند جدید New بازکنید.



شکل ۶-۶ ایجاد یک سند جدید در منوی File درنرم‌افزار BCP Wizard

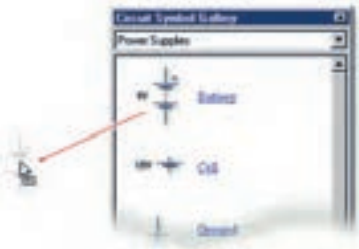
۴- مدار شکل ۵-۶ را با توجه به مراحل زیر رسم کنید.

- اضافه کردن قطعه از موزه Gallery به محیط کار نرم‌افزار
- اتصال قطعات به یکدیگر
- تغییرمقدار عناصر مدار

۵- اگرگالـری نرم‌افـزار بـاز نیسـت، می‌توانیـد بـا کلیـک بـرروی دگمـه در سـمت راسـت، نـوار ابـزار را بـاز کنیـد. مطابـق شـکل ۷-۶ نمادهـای مـدار را انتخـاب کنیـد. هم‌چنیـن می‌توانیـد ازکلیدهـای میانبـر Ctrl+F۲ بـرای ایـن منظـور اسـتفاده کنیـد.

شکل ۷-۶- Gallery نرم‌افزار

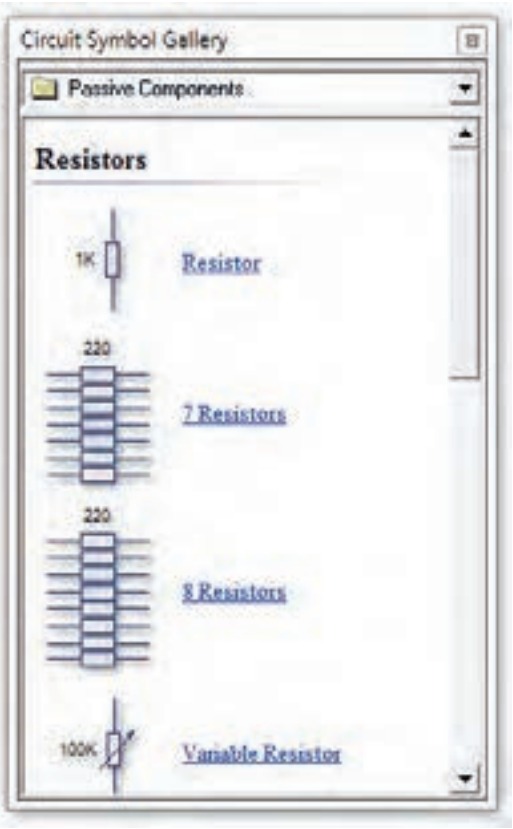
۶- از زبانـه Power Supplies گالـری، نمـاد باتـری را انتخـاب کنیـد. بـرای انجـام ایـن کار مکان‌نمـای مـاوس را روی نمـاد باتـری ببریـد و روی آن کلیـک کنیـد و مـاوس را حرکـت دهیـد. نمـاد باتـری را بـه همـراه ماوس بـه محیـط کار نرم‌افـزار بکشـید و دوبـاره کلیـک چـپ کنیـد تـا باتـری بـه طورثابـت روی میـز کار نرم‌افـزار قرارگیـرد. در شـکل۸-۶ نحـوه انتخـاب وانتقـال باتـری بـه محیـط کار نرم‌افـزار را مشـاهده می‌کنیـد.



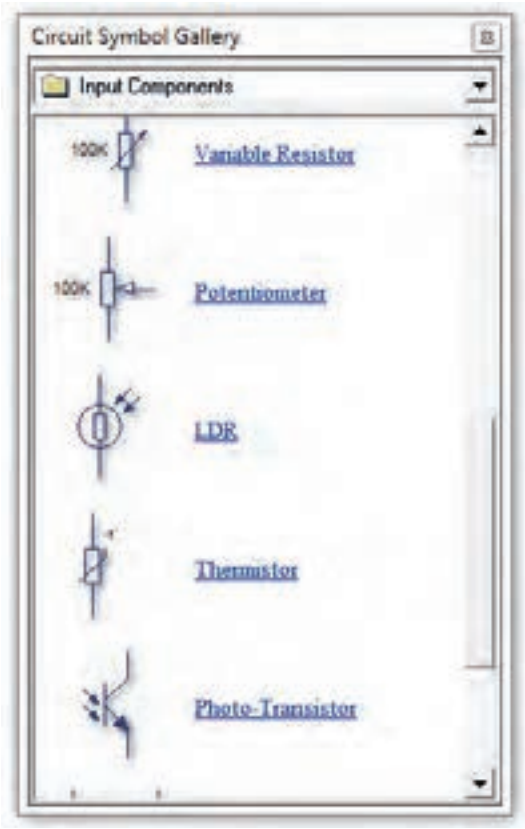
شکل۸-۶- انتخاب و انتقال باتری به محیط کار نرم‌افزار

۷- قطعـات الکتریکـی غیرفعـالR,C,L از زبانـه Passive Component شـکل ۹-۶ انتخـاب می‌شـود. یـک مقاومـت انتخـاب کنیـد.

۸-مقاومت تابع نورLDR را از زبانه Input Components انتخاب کنید وروی میز کار بیاورید.



شکل ۹-۶- قطعات غیر فعالLCR



شکل ۱۰-۶ - عناصر ورودی مدار

سؤال۱ - زبانه ورودی (Input Components) گالری را بازکنید. نام قطعات موجود، در آن را بنویسید.

.....

.....

۹- قطعات نیمه‌هادی شامل دیودمعمولی، دیود زنر، پل دیود، و ترانزیستورمعمولی BJT، ترانزیستور FET,MOSFET و قطعات صنعتی مانند تریستوردر زبانه قطعات گسسته (Discrete Semiconductors) مطابق شکل۱۱-۶ وجود دارد. یک ترانزیستورانتخاب کنید وروی میز کار بیاورید.

۱۰- دیود نورانی LED را از زبانه قطعات خروجی Output Components شکل ۱۲-۶ انتخاب کنید.

شکل ۱۱-۶- زبانه قطعات نیمه‌هادی

شکل ۱۲-۶ - زبانه قطعات خروجی Output Components

سؤال۲- زبانه خروجی (Output Components)گالری را بازکنید. نام قطعات موجود، در آن را بنویسید.

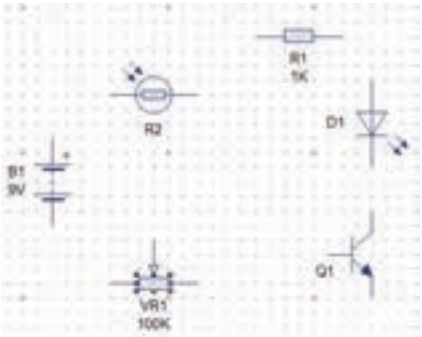
.....

.....

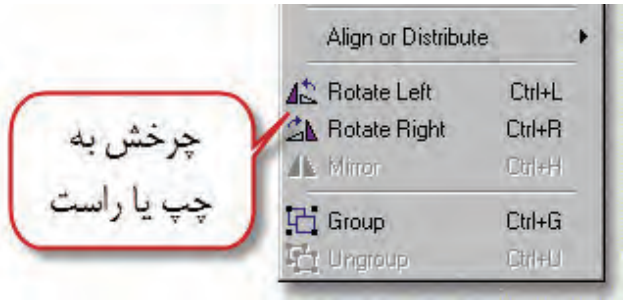
نکته

به گونه‌ای عناصر مدار را چیدمان کنیدکه آرایش مدار اصلی را داشته باشد.

بـرای منظـم کـردن مـدار و چیدمـان افقـی یـا عمـودی قطعـات، ابتـدا قطعـه مـورد نظـررا انتخـاب کنیـد. سـپس از کلیدهـای چرخـش بـه چـپ(Rotate Left(Ctrl+L و چرخـش بـه راسـت(Rotate Right(Ctrl+Rکـه در نـوار ابزارشـکل ۱۴-۶ وجـود دارد، اسـتفاده کنیـد.



شکل ۱۳-۶- چیدمان قطعات مدار بر روی میز کار نرم‌افزار

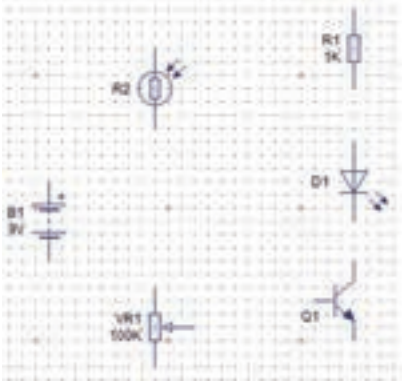


شکل ۱۴-۶-کلید چرخش به چپ

همچنیـن می‌توانیـد پـس از انتخـاب قطعـه روی آن راسـت کلیـک کـرده وگزینـه Arrange را انتخـاب کنیـد. سـپس بـا توجـه بـه مسـیر نشـان داده شـده در شـکل ۱۵-۶ چرخـش قطعـه بـه راسـت یـا چـپ را انجـام دهیـد.

پـس از چیدمـان قطعـات بـه طـور منظـم طبـق شـکل ۱۶-۶، نوبـت بـه اتصـال و سـیم‌بندی عناصـر مـدار می‌رسـد.

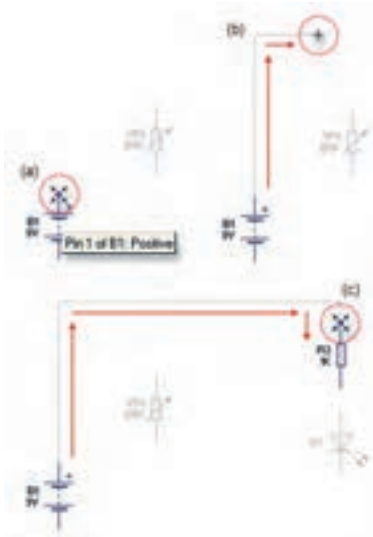
شکل ۱۵-۶- مسیر چگونگی چرخش قطعه به چپ یا راست



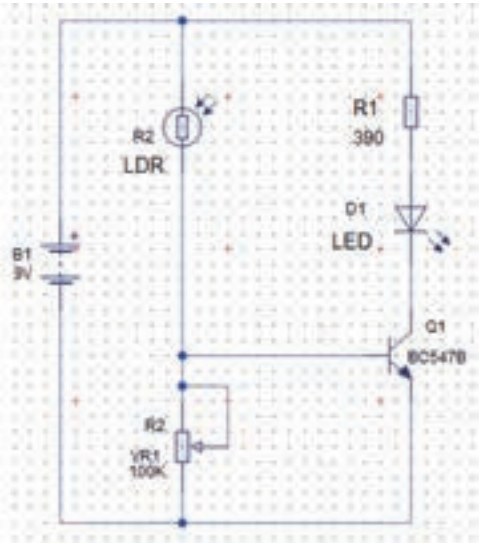
شکل ۱۶-۶-چیدمان قطعات مطابق با نقشه فنی

۱۱- بـرای ترسـیم اتصـال خطـوط بیـن قطعـات، مـکان نمـای مـاوس را روی پیـن مثبـت باتـری قـرار دهیـد. در ایـن حـال علامـت مکان‌نمـا بـه صـورت نقطـه توپـر بـه همـراه علامـت ضربـدر، تغییـر شـکل می‌دهـد. هم‌زمـان کلیـک چـپ مـاوس را پاییـن نگـه داریـد و مـاوس را حرکـت دهیدتـا سـیم کشـیده شـود تـا بـه پایـه قطعـه برسـد و بـه پیـن مـورد نظروصـل شـود. درشـکل ۱۷-۶ چگونگـی اتصـال سـیم بـه قطعـات نمایش داده شـده اسـت.

۱۲-مراحل را ادامه دهید تا طبق شکل ۱۸-۶ ، اتصال خطوط بین پایه‌های قطعات کامل شود.



شکل۱۷-۶-نحوه اتصال خطوط به پایه‌های قطعات

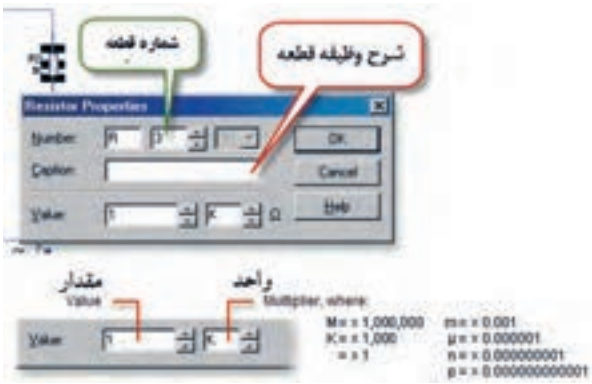


شکل۱۸-۶-ترسیم خطوط اتصال پایه‌های قطعات

۱۳- پس از ترسیم نقشه مدار می‌توانید مقادیر و مدل عناصر را تغییر دهید. روی ترانزیستور کلیک کنید و سپس کلیک راست را بزنید و از گزینه مدل Models نام ترانزیستور را انتخاب کنید. در شکل ۱۹-۶ چگونگی انتخاب ترانزیستور نشان داده شده است.

۱۴- برای تغییرمقدار قطعات R,C,L روی آن‌ها دوبار کلیک کنید و با توجه به شکل ۲۰-۶ شماره، نام و مقدار قطعه را به میزان مورد نظر تغییر دهید.

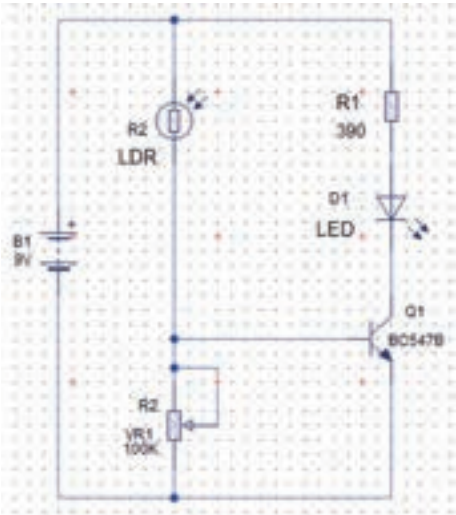
شکل ۱۹-۶- نحوه انتخاب نام و مدل ترانزیستور



شکل ۲۰-۶- تغییرشماره، نام و مقدار قطعه

۱۵- پس از اتمام کار باید نقشه فنی مدار حسگر تشخیص روشنایی با توجه به شکل ۲۱-۶ کامل باشد.

۱۶- فایل را ذخیره کنید.



شکل ۲۱-۶- نقشه فنی کامل شده مدار حسگر روشنایی در نرم‌افزار PCB Wizard

فعالیت

با کلیک کردن روی Tools ، گزینه: Report Insert parts list Report را انتخاب کنید. ماوس را از گوشه سمت چپ بالا، کامل روی نقشه مدار بکشید. چه اتفاقی می‌افتد؟ نتایج را به کلاس ارائه دهید.

کارعملی

کارعملی۸: رسم نقشه فنی مدارکنترل دما و مدار راه‌انداز رله با ترانزیستور در نرم‌افزار **PCB Wizard**

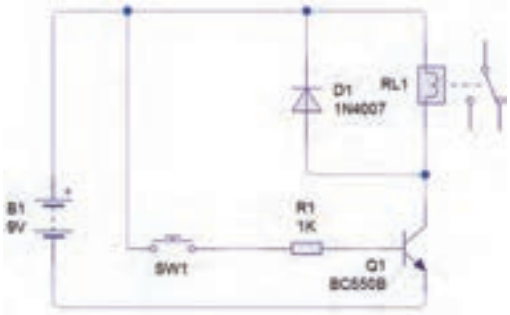
هدف: کسب مهارت تحلیل،شبیه‌سازی و رسم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزارمولتی‌سیم و **PCB Wizard**

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط-رایانه - نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

۱- مدارهای شکل۲۲-۶ و شکل۲۳-۶ رابانرم‌افزار مولتی‌سیم شبیه‌سازی کنید.

شکل ۲۲-۶- مدار کنترل دما با مقاومت تابع حرارت(NTC)

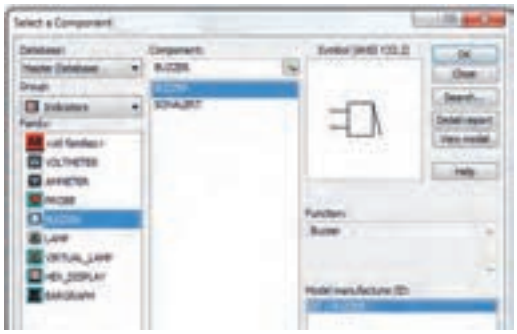


شکل ۲۳-۶- مدار راه‌انداز رله با ترانزیستور

توجه

۱- بی‌زر را از گروه **Indicator** به محیط کار نرم‌افزار مطابق شکل ۲۴-۶ بیاورید. مقادیر فرکانس و ولتاژ کار بی‌زر را باتوجه به شکل ۲۵-۶ تنظیم کنید.

۲- نقشه فنی مدارهای شکل ۲۲-۶ و شکل ۲۳-۶ را با نرم‌افزار PCB Wizard رسم کنید.



شکل ۲۴-۶- مسیر انتخاب بی‌زر

شکل ۲۵-۶- تنظیم فرکانس و ولتاژ کار بی‌زر

۳-۶ – تبدیل نقشه فنی به مدار چاپی (نرم افزار دستی)

تبدیل نقشه فنی مدار به یک طرح مدارچاپی PCB به صورت دستی Manually

پس از ترسیم نقشه شماتیک مدار حسگر تشخیص روشنایی، فیبر مدار چاپی آن را طراحی می‌کنیم. می‌خواهیم طرح مدار چاپی را به صورت دستی رایانه‌ای طراحی کنیم. منظور از طراحی دستی رایانه‌ای این است که اتصال‌ها را خودمان با استفاده از ماوس ترسیم نمائیم.

کارعملی

کارعملی ۹: رسم نقشه مدار چاپی با نرم‌افزار PCB Wizard

هدف: کسب مهارت طراحی مدارچاپی با نرم‌افزار به روش دستی رایانه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط- رایانه- نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

۱- برای شروع کار، صفحه جدیدی را برای طراحی مدار چاپی باز کنید. با دوبار کلیک (دوبل کلیک) کردن روی نماد اجرای نرم‌افزار می‌توانید آن را باز کنید.چند لحظه صبرکنید تا شکل ۲۶-۶ ظاهر شود.

شکل ۲۶-۶- تصویر شروع به کار نرم‌افزار PCB Wizard

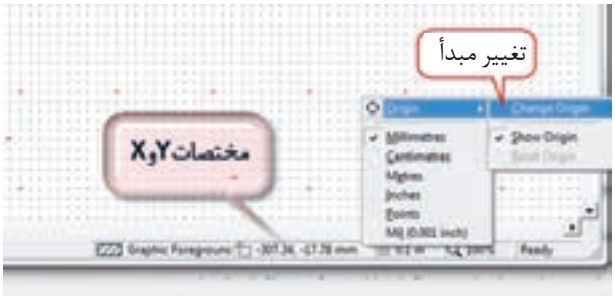
روی گزینه Create a Circuit کلیک کنید تا فایل جدید باز شود. یادآور می‌شود که نوارهای این نرم‌افزاردر حالت طراحی مدار چاپی همان نوارهای حالت نقشه‌کشی فنی (شماتیک) است و با سایر نرم‌افزارها از جمله نرم‌افزارهای ادیسون و مولتی‌سیم بسیار شباهت دارد. برای مثال نوار منوی این نرم‌افزار بسیار شبیه نوار منوی نرم‌افزار مولتی‌سیم است. برای طراحی مدار چاپی لازم است تنظیم‌های اولیه را انجام دهیم. تنظیم‌های اولیه مواردی مانند انتخاب ابعاد مدار چاپی، Grid/Snap,Origin را در بر می‌گیرد.

۲- تعیین ابعاد و مختصات نقشه مدارچاپی:

در پایین صفحه و سمت راست، یک دایره کوچکی وجود دارد که آن را نقطه مبدأ یا (Origin) می‌نامیم. معمولاً هنگام تعیین ابعاد فیبر مدار چاپی نقطه مبدأ (Origin) با مختصات X =۰ و Y =۰ به طور خودکار در پایین و سمت چپ انتخاب می‌شود. این ویژگی برای تمام نرم‌افزارهای مدار چاپی وجود دارد. در شکل ۲۷-۶ نقطه مبدأ (Origin) را مشاهده می‌کنید.

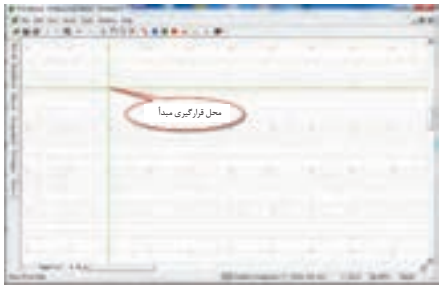
روی محل مبدأ (Origin)، شکل ۲۸-۶ کلیک راست کنید و واحد مختصات X و Y را روی میلی‌متر قرار دهید.

شکل ۲۷-۶- نقطه مبدأ Origin



شکل۲۸-۶- Origin وتعیین واحد مختصات X و Y

۳- روی تغییر مبدأ (Change Origin) کلیک کنید ونقطه مبدأ را مطابق شکل ۲۹-۶ در سمت چپ در نقطه X=۰ بالا قرار دهید. دراین حالت مبدأ به طورخودکار مختصات X=۰ و Y=۰ تبدیل می‌شود. این فعالیت را چندین بارانجام دهید.



شکل ۲۹-۶- محل قرارگیری مبدأ

معرفی جعبه ابزار نرم‌افزار

در شکل ۳۰-۶ جعبه ابزار نرم‌افزاررا برای طرح مدار چاپی ملاحظه می‌کنید. در صورتی که مکان نما را روی زبانه مربوطه قرار دهید، توضیح مربوط به عملکرد آن به زبان اصلی نوشته می‌شود.

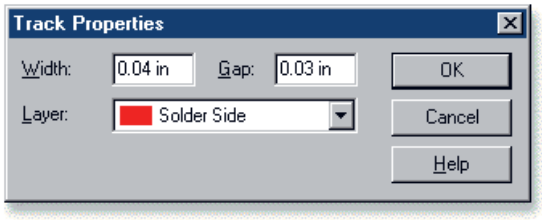
۴- در شکل ۳۱-۶ در مقابل هر زبانه، کارآن به طور خلاصه بیان شده است. مکان نما را روی هریک از نشانه‌ها بگذارید و متن ایجاد شده را با متن شکل ۳۱-۶ که ترجمه آن است، مقایسه کنید.

شکل ۳۰-۶- جعبه ابزار

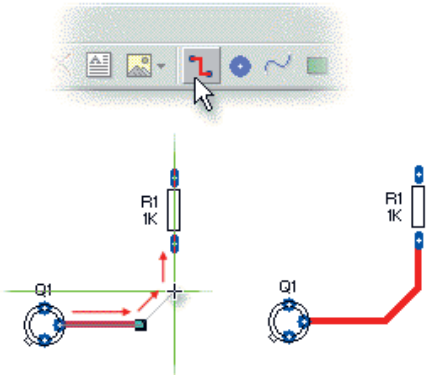
شکل ۳۱-۶- توضیح زبانه‌ها

۵- ترسیم خطوط مسی (Track) برد مدار چاپی : برای رسم خطوط مسی روی زبانه Track کلیک چپ کنید. مکان نما به صورت دوخط+سبز رنگ در می‌آید. مطابق شکل ۳۲-۶ ابتدا روی پایه ترانزیستور کلیک چپ کنید تا اتصال برقرار شود و خط سبزرنگ مکان نما به رنگ قرمز در آید. سپس به پایه مقاومت اتصال دهید و کلیک کنید تا ارتباط مسی بین دو قطعه برقرار شود.

۶-با دو بار کلیک کردن روی هر نوار مسی شکل ۳۳-۶ ظاهر می‌شود. در این حالت می‌توانیم پهنای خطوط (Width)، لایه برد مدار چاپی(Layer) و کمترین فاصله بین دو نوارمسی (Gap) را تغییر دهیم. پهنای خطوط را تغییر دهید.



شکل ۳۳-۶- تعیین ویژگی‌های خطوط مسی

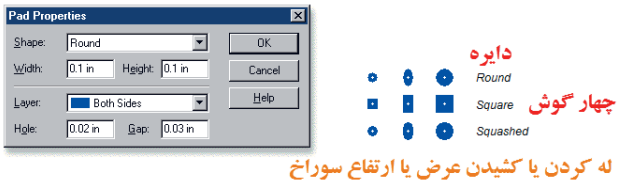


شکل ۳۲-۶ نحوه اتصال خطوط مسی بین پایه قطعات

۷- قرار دادن Pad (دایره) سوراخ روی برد مدار چاپی:Padها اتصال‌هایی هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توانیم سیم قطعات بزرگ مانند ترانسفورماتور و پایه قطعه را به طرف دیگر برد مدار چاپی لحیم کنیم. با ایجاد چهار سوراخ در چهار گوشه برد، می‌توانیم برد مدار چاپی را با پیچ بر روی بدنه دستگاه الکترونیکی نصب نمائیم. Padها را از جعبه ابزارشکل ۳۴-۶ می‌توان انتخاب کنید.

۸- برای تغییر ویژگی‌های (Properties)، Padها مانند شکل ۳۵-۶، پهنا، ارتفاع وکمترین فاصله دو سوراخ، لایه برد روی Pad، دو بارکلیک کنید. برای تعیین قطر سوراخ براساس پایه قطعات، مقدار Hole را تغییر می‌دهیم. پدها را انتخاب و ابعاد آن را تغییر دهید.

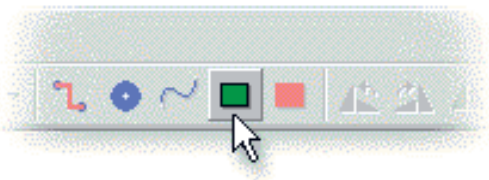
شکل ۳۴-۶- انتخاب Pad از جعبه ابزار



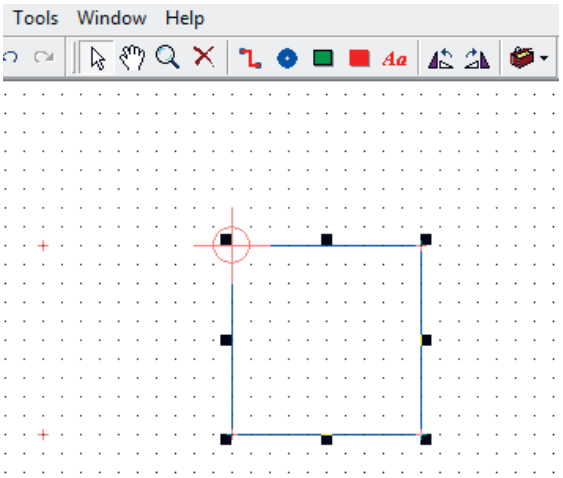
شکل ۳۵-۶- تعیین ویژگی‌های Padها

۹-تعیین اندازه ابعاد برد مدار چاپی: برای تعیین ابعاد برد مدار چاپی روی آیکون Circuit Board روی جعبه ابزار شکل ۳۶-۶ کلیک کنید.

در این حالت مکان نما تغییر حالت می‌دهد و به صورت + و دو خط عمود برهم به رنگ سبز در می‌آید. مکان نما را به نقطه مبدأ روی صفحه محیط کارکه قبلاً تعیین کردید، انتقال داده و کلیک کنید. ابعاد برد مطابق شکل ۳۷-۶ بر روی صفحه ظاهر می‌شود.



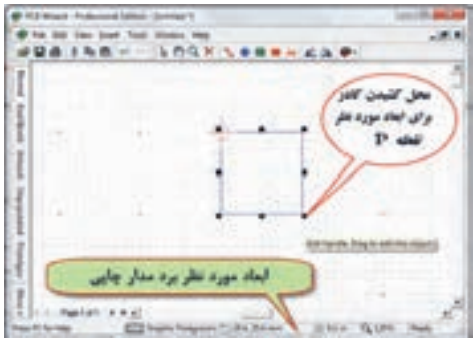
شکل ۳۶-۶- آیکون ابعاد برد مدارچاپی Circuit Board



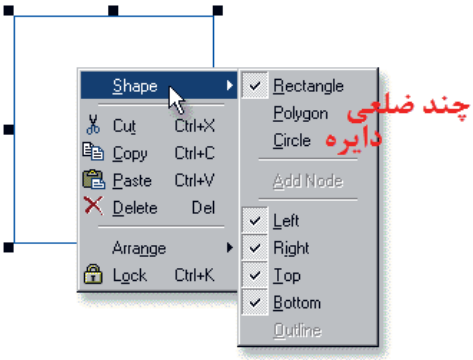
شکل ۳۷-۶ - چگونگی رسم ابعاد برد مدار چاپی

۱۰-برای تعیین دقیق ابعاد برد می‌توانید روی نقطه P شکل ۳۸-۶ کلیک چپ کنید وآن را پایین نگه دارید (Drag) و بکشید تا به ابعاد مورد نظر خود برسید.

۱۱-برای تغییر شکل کادر برد مدار چاپی از مستطیل شکل به چند ضلعی یا دایره‌ای شکل، روی کادر ابتدا کلیک چپ کنید، سپس کلیک راست کنید تا شکل ۳۹-۶ ظاهر شود.



شکل ۳۸-۶- نحوه تعیین اندازه برد مدار چاپی



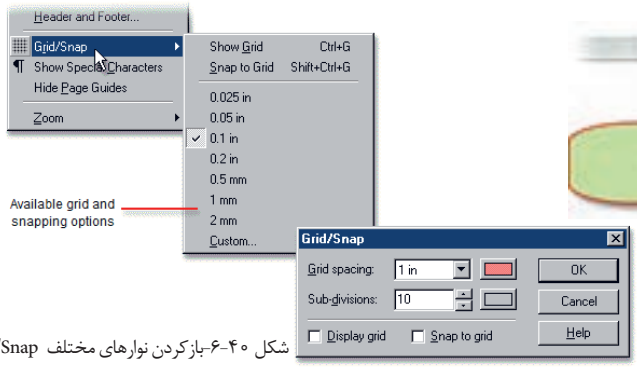
شکل ۳۹-۶- نحوه تغییر شکل کادر برد مدار چاپی

۱۲-با کلیک کردن روی زبانه View در نوار منو، فهرست مربوطه را باز کنید. روی زبانه Grid/Snap کلیک کنید. منوی نوارهای مختلف باز می‌شود، شکل ۴۰-۶. ابعاد و شکل مورد نظررا انتخاب کنید و تمرین نمایید.

۱۳-گزینه‌ای به نام Snap / Gridوجود دارد. این گزینه میزان جابه جایی خطوط و قطعات را به ازاء هر پله حرکت ماوس واره یا صفحه کلید تعیین می‌کند. هر قدر این عدد کوچک‌تر باشد، جابه جایی با دقت بیشتری انجام می‌شود. Snap/Grid را روی ۰/۵ میلی‌متر(توجه ابعاد روی اینچ قراردارد) قرار دهید. در این صورت در هر مرحله از جابجایی قطعه در برابر هر حرکت قطعه به اندازه ۰/۵میلی‌مترجابجا می‌شود. برای تنظیم Grid/Snap می‌توانید از مسیر دیگر مطابق شکل ۴۱-۶ از نوار منو پایین صفحه نرم‌افزارمقدار آن را تعیین کنید. واحدهای میلی‌متر و اینچ با گریدهای مختلف را تغییردهید.

۱۴-مدار شکل ۲۲-۶ را در فیبری با ابعاد۶×۵ ترسیم کنید.

شکل۴۱-۶- مسیر تنظیم Grid/Snap



شکل ۴۰-۶-بازکردن نوارهای مختلف Grid/Snap

کارعملی

کارعملی ۱۰ : طراحی مدارچاپی برد حسگر تشخیص نور

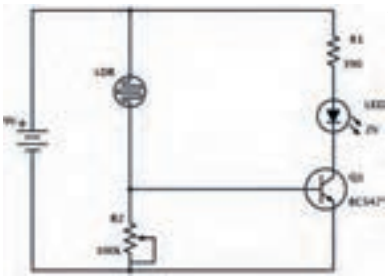
هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به روش دستی رایانه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط- رایانه- نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

طراحی مدار چاپی مدار شکل ۴۲-۶ را با اجرای مراحل زیر انجام می‌دهیم.

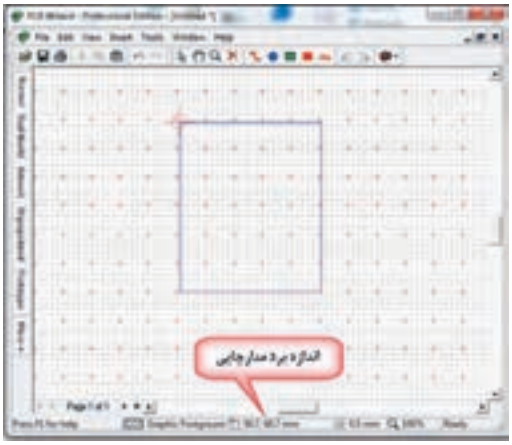
- تعیین اندازه برد مدار چاپی
- قراردادن Pad سوراخ در چهارگوشه برد مدارچاپی
- اضافه کردن نماد قطعات در مدار چاپی PCB Component
- اتصال ارتباط مسی بین پایه قطعات
- اضافه کردن لایه مسی برروی سطح مدار چاپی در صورت نیاز



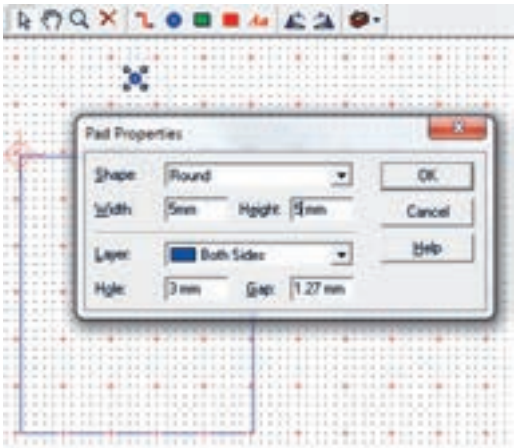
شکل ۴۲-۶- مدار حسگر تشخیص نور

۱-اندازه برد را برای این مدار ۶×۵ سانتی‌متر(۶۰×۵۰ میلی‌متر) در نظر می‌گیریم. پس از تعیین نقطه Origin روی نماد circuit board کلیک می‌کنیم، شکل ۴۳-۶ و کادر برد مدار چاپی را رسم می‌کنیم.

۲-معمولاً برای نصب برد مدارچاپی به بدنه دستگاه، از سوراخ‌های چهار گوشه برد، قطر ۳ میلی‌متر در نظر می‌گیرند. یک pad انتخاب و روی آن دوبار کلیک کنید. سپس پهنا Width و ارتفاع Pad Height را روی ۵ میلی‌مترو سوراخ (Hole) آن را روی۳ میلی‌متر بگذارید (شکل۴۴-۶).



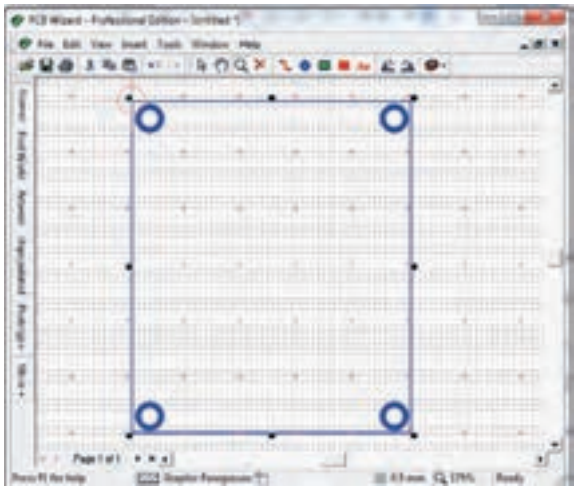
شکل۴۳-۶- اندازه برد مدارچاپی ۶۰×۵۰ میلی‌متر



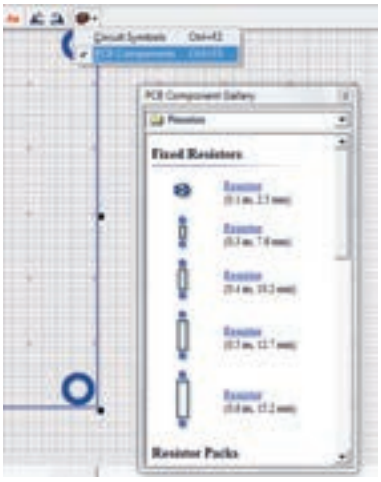
شکل ۴۴-۶- تغییر اندازه Padگوشه‌های برد مدارچاپی

۳- حال ۳ مرتبه ازpad تنظیم شده Copy بگیرید و در فاصله ۳ میلی‌متری از لبه‌های چهار طرف برد قرار دهید. برای copy کردن مانند سایر نرم‌افزارها روی pad کلیک راست کنید و گزینه Copy را انتخاب کنید و یا از کلیدهای میانبرctrl+c استفاده کنید. برای چسباندن کلیک راست کنید و Paste را انتخاب کنید یا از کلیدهای ctrl+V استفاده شود. طرح شما باید مشابه طرح نشان داده شده در شکل ۴۵-۶ باشد.

۴-در زبانه PCB Component ⟶ Gallery شکل ۴۶-۶ فهرست اندازه استاندارد فیزیکی (ابعاد واقعی) قطعات (Footprint) آورده می‌شود. از این فهرست مقاومت‌ها را با اندازه پایه‌های میلی‌متر انتخاب کنید.

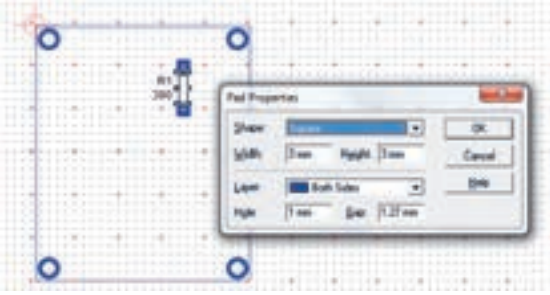


شکل ۴۵-۶-چهار سوراخ گوشه‌های برد



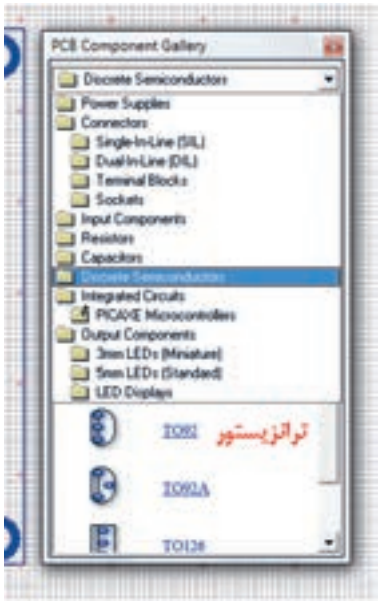
شکل ۴۶-۶- فهرست قطعات PCB Component Gallery

۵- برای افزایش استحکام pad مربوط به پایه‌های قطعات در برابرخورندگی اسید حلال مس‌های اضافی بهتراست ابعادآن را افزایش دهید. روی قطعه کلیک راست کنید. Pads را انتخاب کنید و پهنا و ارتفاع را به ۳میلی‌متر تغییر دهید. قطر مناسب سوراخ برای پایه قطعاتی مانند مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور ۱میلی‌متراست. بنابراین(Hole) سوراخ padهارا روی ۱قرار دهید شکل ۴۷-۶.

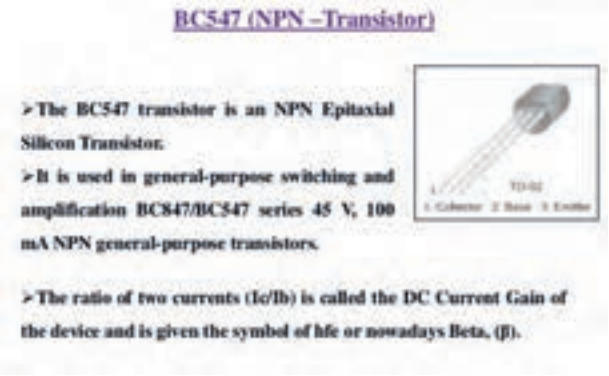


شکل ۴۷-۶- تغییر شکل و اندازه dap پایه‌های مقاومت

۶-پتانسیومتر و مقاومت تابع نور (LDR) را از زبانه input component و باتری را از power supplies انتخاب کنید ودر محل‌های مورد نظر بگذارید. یک دیود نورانی را از زبانه (standard) 5mm LEDs انتخاب کنید. ترانزیستور را با توجه به برگه اطلاعاتی آن در شکل ۴۸-۶ نوع To۹۲ در نظر بگیرید. مدل پایه‌های ترانزیستور را از زبانه Discrete Semiconductors انتخاب کنید. در شکل۴۹-۶ مسیر انتخاب نوع پایه‌های ترانزیستور را مشاهده می‌کنید.



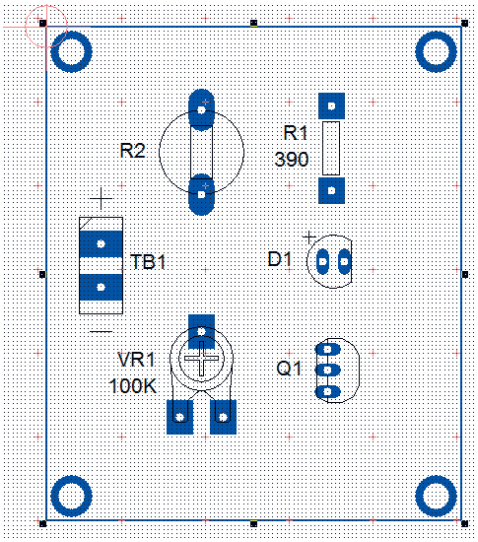
شکل ۴۹-۶-انتخاب پایه‌های ترانزیستور BC۵۴۷



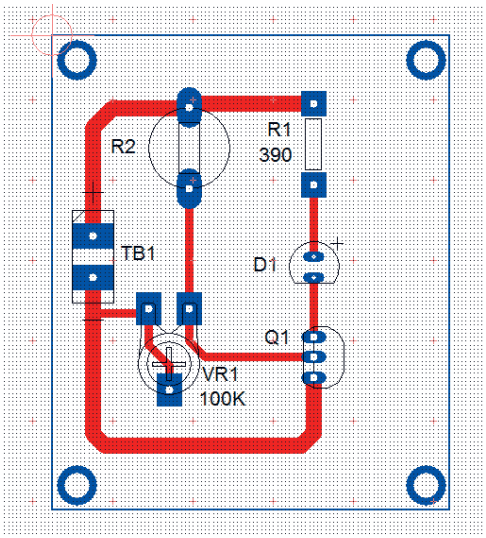
شکل ۴۸-۶-برگه اطلاعاتی ترانزیستور BC۵۴۷

۷- بعد از انتخاب قطعات می‌توانید اندازه و شکل Padهای مربوط به پایه قطعات را، مشابه مقاومت R۱ تغییر دهید. یک نمونه تغییرات را در شکل ۵۰-۶ ملاحظه می‌کنید.

۸-حال نوبت ارتباط مسی بین قطعات است. ارتباط خطوط مسی ولتاژ + V و زمین باید از سایر خطوط پهن‌تر باشد. با کلیک روی ارتباط مسی بین پایه‌ها را برقرار کنید. برای آنکه بین مقاومت R۱ و پایه مثبت LEDو پتانسیومتر با LDR اتصال مسی بهتری برقرار باشد، پتانسیومتر را ۱۸۰درجه وLED را ۹۰ درجه به راست چرخش دهید. پس از اتمام ارتباط مسی بین پایه‌ها باید شکل ۵۱-۶ حاصل شود.



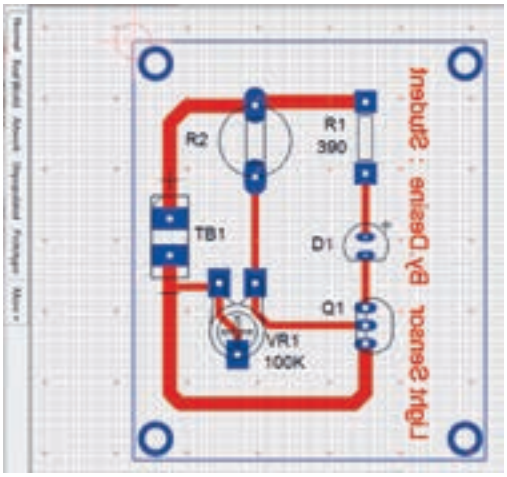
شکل ۵۰-۶- تغییر شکل پایه‌های قطعات



شکل ۵۱-۶- ارتباط مسی پایه‌های قطعات

۹-نـام مـدار و مشـخصات (By. Desine :Name Student) طـراح مـدار چاپـی را مـی توانیـم بـا برچسـب(متن) مسـی بـر روی بـرد بنویسـیم. متن‌هـا در فیبـر بصـورت معکـوس درج می‌شـود. در شـکل۵۲-۶ مسـیر انتخـاب برچسـب مسـی را نشـان می‌دهـد. طبـق شـکل ۵۳-۶ درج متـن نـام مـدار و طـراح مدارچاپـی را بنویسـید.

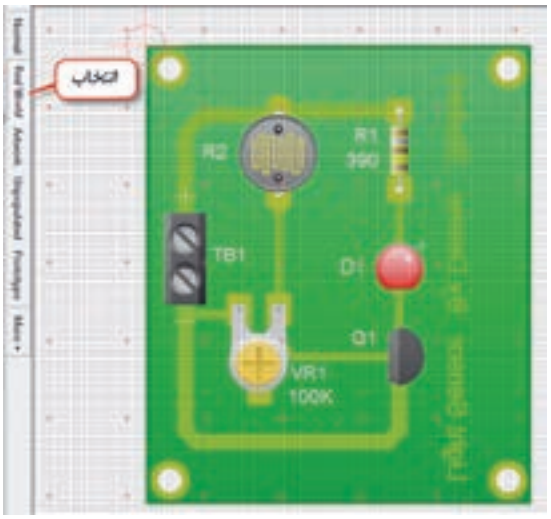
شکل ۵۲-۶- مسیر انتخاب برچسب مسی



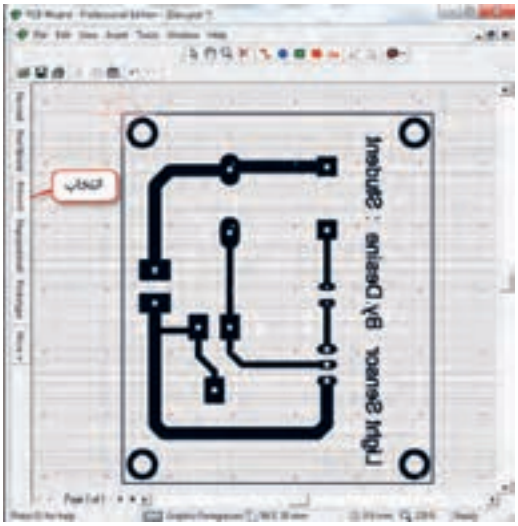
شکل ۵۳-۶- نوشتن متن مسی نام مدار و طراح مدار چاپی

۱۰-روی دکمـه Real word (دنیـای واقعی)کلیـک کنیـد، بایـد مطابـق صفحـه شـکل ۵۴-۶ تصویرواقعـی فیبرمدارچاپـی بـه همـراه قطعـات ظاهرشـود.

۱۱-با کلیک روی دکمه Artwork طرح مدارچاپی را مشاهده خواهیدکرد، شکل ۵۵-۶.



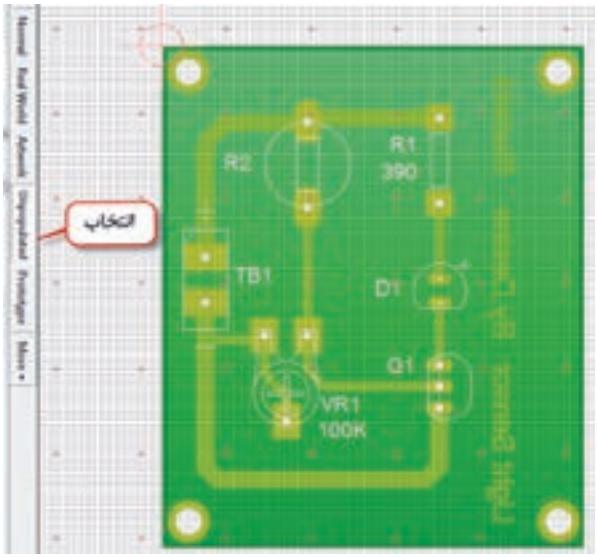
شکل ۵۴-۶- تصویر واقعی فیبر مدار چاپی



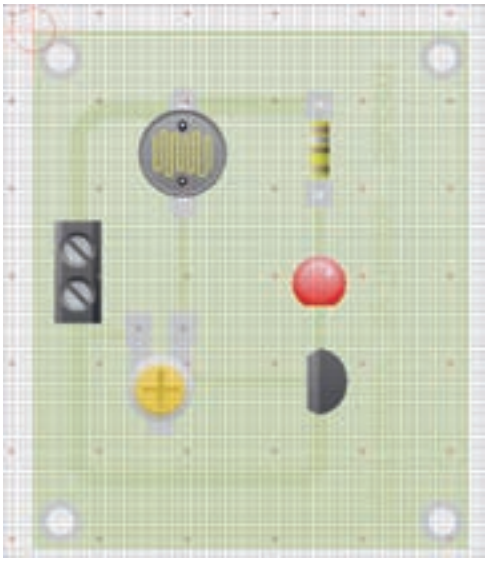
شکل ۵۵-۶- طرح مدارچاپی مدار حسگر روشنایی

۱۲- پس از چاپ طرح با یکی از روش‌های انتقال که فراگرفتید، طرح را روی یک فیبر واقعی انتقال دهید. اگر روی دکمه Unpopulated نشان داده شده در شکل ۵۶-۶ کلیک کنید. نقشه چیدمان قطعات (Placement) ظاهر می‌شود. این نقشه در موقع مونتاژ قطعات به عنوان راهنما به کار می‌رود.

۱۳- با کلیک روی دکمه prototypeنمونه اولیه ساخت مدارچاپی طبق شکل ۵۷-۶ برای بایگانی ایجاد می‌شود.



شکل ۵۶-۶-نقشه چیدمان قطعات



شکل ۵۷-۶- نمونه بایگانی فیبر مدارچاپی

کارعملی

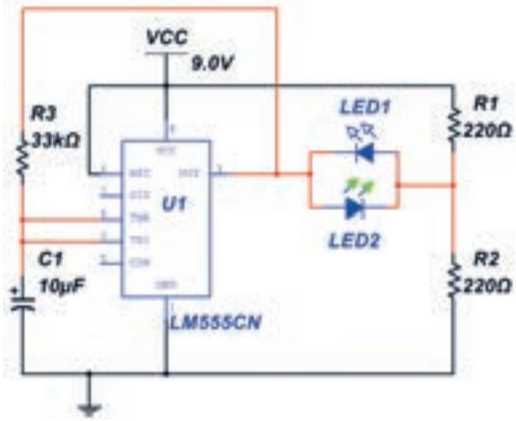
کارعملی ۱۱:طراحی مدار چاپی مدارچراغ چشمک زن

هدف:کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به روش دستی رایانه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط- رایانه- نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

۱- فیبر مدار چاپی مدار شکل ۵۸-۶ را در ابعاد ۶۰×۷۰ طراحی کنید.



شکل ۵۸-۶- مدار چشمک زن با آی سی ۵۵۵

۴-۶- طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به صورت خودکار

کارعملی

کارعملی ۱۲:طراحی مدارچاپی به صورت خودکار

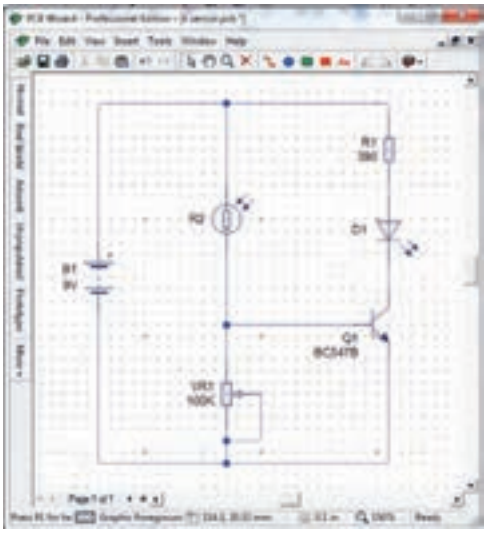
هدف:کسب مهارت طراحی مدارچاپی با نرم‌افزار به روش خودکار

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط- رایانه- نقشه فنی مدار

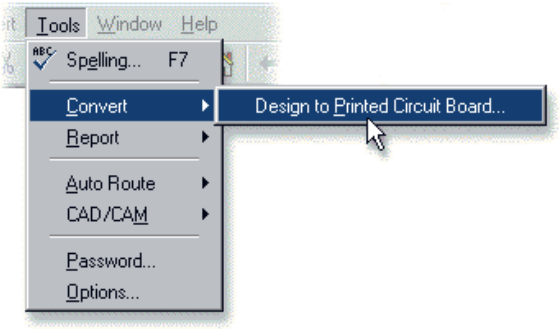
مراحل اجرای کار

در این روش ابتدا نقشه فنی مدار رسم می‌شود. سپس به صورت خودکار(Automatic) نقشه فنی به طرح مدار چاپی تبدیل می‌شود، شکل ۵۹-۶.

۱-باکلیک روی زبانه Tools و انتخاب Convert مطابق شکل ۶۰-۶، عملیات تبدیل نقشه فنی الکترونیکی مدار به طرح مدار چاپی آغاز می‌شود.



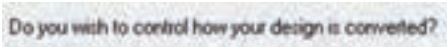
شکل ۵۹-۶- ترسیم نقشه فنی مدار حسگر روشنایی



شکل ۶۰-۶- زبانه تبدیل نقشه فنی به فیبر مدار چاپی

۲-در شروع فرایند تبدیل یک پرسش از سوی نرم‌افزار برای طراح مطرح می‌شودکه آیا شما تصمیم به کنترل چگونگی تبدیل مدار به طرح مدارچاپی را دارید؟

بعد از انتخاب **Convert** این پرسش در صفحه شکل ۶۱-۶ ظاهرمی‌شود.



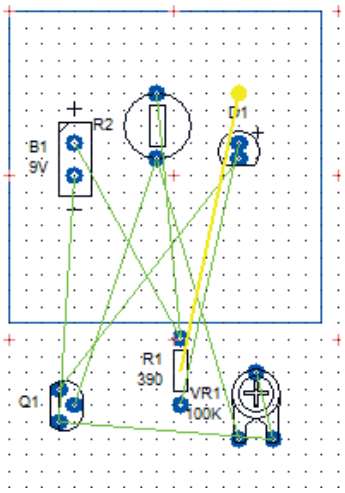
روی No کلیک کنید به این ترتیب به نرم‌افزار اجازه می‌دهید تا با توجه به استانداردهای تعریف شده اقدام به ترسیم خطوط رابط مدار چاپی نماید.

۳-روی گزینه Next کلیک کنید. در صفحه بعد نرم‌افزار آمادگی خود را برای فرایند تبدیل اعلام می‌کند.

۴-روی گزینه Convert کلیک کنید. در این لحظه چیدمان قطعات و اتصال پایه‌ها روی فیبر مدار چاپی مطابق شکل ۶۲-۶ به صورت خودکار انجام می‌شود.

۵-در انتهای اجرای عملیات، متن"مسیر یابی خودکار و اتصالات به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجراشد" برروی صفحه ظاهر می شودشکل۶۳-۶.

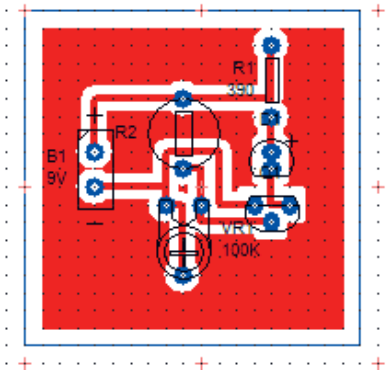
شکل ۶۱-۶- پرسش ازکاربربرای تصمیم‌گیری چگونگی تبدیل مدار به طرح مدارچاپی



شکل ۶۲-۶- چیدمان قطعات واتصال پایه روی فیبرمدار چاپی

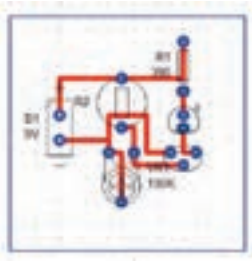
۶-با کلیک روی OK، لایه مسی نیز به برد اضافه می‌شود، شکل ۶۴-۶.

شکل۶۳-۶- مسیریابی خودکار و اتصالات به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجراشد.



شکل ۶۴-۶- اضافه شدن لایه مسی به برد مدارچاپی

۷-روی لایه مسی کلیک کنید تا انتخاب شود. سپس آن را حذف (Delete) کنید. در این صورت شکل ۶-۶۵ بوجود می‌آید. نرم‌افزار به طور خودکار برای طرح مدار چاپی، اندازه برد را برحسب تعداد قطعات، با حداقل فاصله نوارهای چاپی، انتخاب می‌کند.



شکل ۶-۶۵-حذف لایه مسی و طرح مدار چاپی

۸-با انتخاب حالت‌های فیبرمدارچاپی در واقعیت (Real word)، طرح مدارچاپی(Artwork) و نقشه جای‌گذاری قطعات (Unpopulated) شکل ۶-۵۶ و شکل۶-۵۷ و شکل ۶-۶۵ که به صورت خودکار طراحی شده‌اند را با حالت طراحی دستی که در بخش قبل طراحی شده‌اند مقایسه کنید.

۹- طرح‌های هنرجویان در کارگاه با هم تعویض شود، سپس هر هنرجوکارگروه دیگر را بررسی کند و مورد ارزیابی قرار دهد.

آزمون نظری پایانی واحد یادگیری

۱-در نرم‌افزار PCB Wizard کلیدهای میان برCtrl+F۲ برای باز کردن فهرست نماد فنی قطعات است.

صحیح ☐ غلط ☐

۲-مقاومت تابع نور LDR از نوار فهرست Out put Componnents انتخاب می‌شود.

صحیح ☐ غلط ☐

۳-دیود نورانی LED از نوار فهرست Out put Componnents انتخاب می‌شود.

۴-کلیدهای میان برCtrl+L برای . . . . . است.

۵- نماد Aa در جعبه ابزار نرم‌افزار، برای قرار دادن . . . . . روی طرح فیبرمدارچاپی است. (با مراجعه به نرم‌افزار پاسخ دهید)

۶- برا ی ترسیم . . . . . روی برد مدارچاپی از ابزار. . . . . استفاده می‌شود.

۷- میزان جابجایی خطوط و قطعات در نرم‌افزار را. . . . . تعیین می‌کند.

۸- برای چاپ طرح مدار چاپی کدام گزینه را باید انتخاب کرد.

الف) Real word ب) Artwork

پ) Unpopulated ت) Prototype

۹- با کلیک کردن روی Convert چه فرایندی انجام می‌شود؟ شرح دهید.

۱۰-آیا با نرم‌افزار PCB Wizard می‌توانید فهرست قطعات به کار رفته در مدار را تهیه کنید؟ مراحل تهیه فهرست قطعات را بنویسید.

صحیح ☐ غلط ☐

۱۱- معنای فارسی هر یک از لغات زیررا بنویسید.

الف): Origin

ب) Convert :

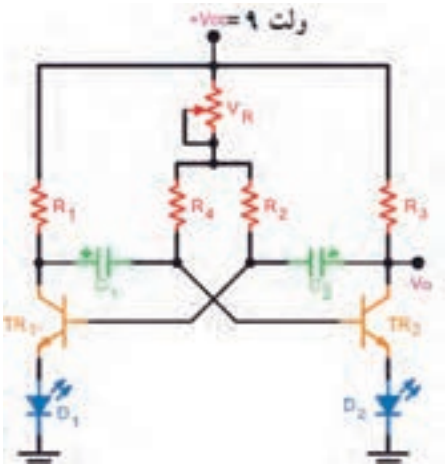
پ) Track :

ت) Artwork:

آزمون عملی پایانی واحد یادگیری

طرح مدارچاپی مدار شکل ۶-۶۶ را با استفاده از نرم افزار PCB WIZARD به صورت دستی رایانه ای طراحی کنید.

کلیه مقاومت ها $\frac{۱}{۴}$ وات هستند.در طراحی مدار چاپی،به اندازه دقیق قطعات توجه کنید.



$R_۱ = R_۳ = ۳۳۰\Omega$ $V_R = ۱۰۰K\Omega$

$R_۲ = R_۴ = ۴۷kΩ$ $V_{CC} = ۹$ Volt

$C_۱ = C_۲ = ۲۲\mu F$ $D_۱ = D_۲ = LED$

$TR_۱ = TR_۲ = BC۱۰۷$

شکل ۶-۶۶ مدار چشمک زن با ترانزیستور

ارزشیابی شایستگی شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار

شرح کار: **واحد یاد گیری۶**

۱- شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی ساده با نرم‌افزار
۲- نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار مرتبط با ترسیم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی
۳- ترسیم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی ساده با نرم‌افزار
۴- طرح مدار چاپی نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزار (دستی)
۵- طرح مدار چاپی نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزار به طور خودکار

استاندارد عملکرد:

شبیه سازی مدار و ترسیم نقشه مدار چاپی با نرم افزار

شاخص ها:

۱- نصب و راه‌اندازی صحیح نرم‌افزار مدار چاپی و کار با منوهای آن
۲- ترسیم صحیح نقشه فنی مدار الکترونیکی با استفاده از نرم‌افزار
۳- طراحی صحیح مدار چاپی نقشه فنی مدار با نرم‌افزار به صورت دستی (سفارشی customized)
۴- اجرای صحیح و استاندارد تبدیل نقشه فنی به نقشه مدار چاپی در نرم افزار به صورت خود کار

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک- نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژکاری)- ابعاد حداقل ۶ مترمربع- دارای تهویه یا پنجره- دمای طبیعی (۱۸ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد) و مجهز به وسایل اطفاء حریق- میزکار استاندارد با ابعاد D ۱۸۰×H ۸۰ ×W۱۸۰ cm مجهز به فیوز حفاظت جان- رایانه متصل به شبکه اینترنت- فرد با لباس کار- انجام کار در حال نشسته- نرم‌افزار خاص- ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰

ابزار و تجهیزات: نقشه مدار الکترونیکی- رایانه- شبکه اینترنت- چاپگر- نرم‌افزار مدار چاپی

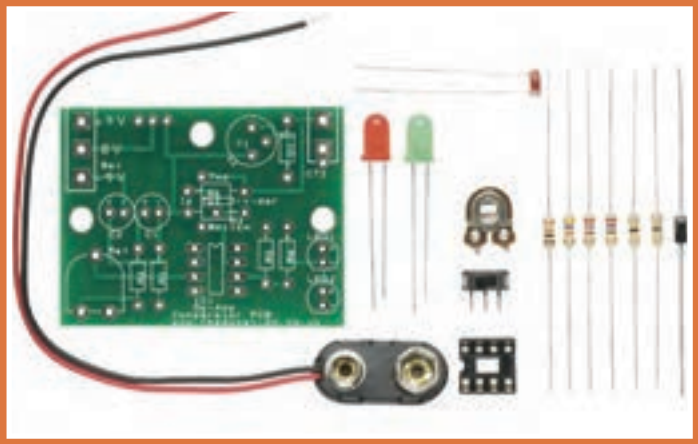
معیار شایستگی:

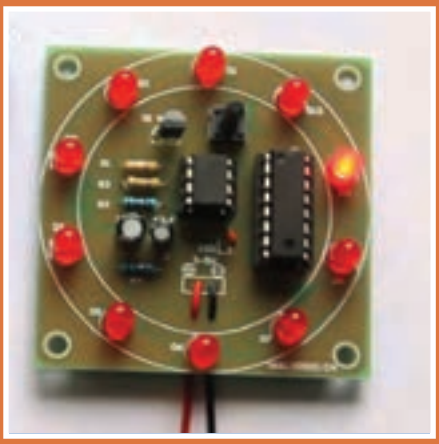
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نصب و راه‌اندازی صحیح نرم‌افزار مدار چاپی	۱	
۲	ترسیم صحیح نقشه فنی مدار الکترونیکی با استفاده از نرم‌افزار	۲	
۳	طراحی صحیح مدار چاپی نقشه فنی مدار با نرم‌افزار به صورت دستی و خود کار	۲	
۴	چیدمان مناسب و صحیح قطعات خاص الکتریکی و الکترونیکی و رعایت پهنای خطوط مسی با جریان عبوری از آن	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی ابزارهاو دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

پودمان ۵

ساخت پروژهٔ ساده





اجرای یک پروژه الکترونیکی دارای مراحل مختلفی است. هرمرحله خصوصیات ویژه خود را دارد و نیازمند تصمیم‌گیری متناسب آن است. برای عملی شدن یک پروژه لازم است موضوع را درک کنیم ،برنامه‌ریزی و زمان بندی اجرایی دقیق برای هر بخش داشته باشیم. بنابراین هر فرد باید در فرایند آموزش این ویژگی‌ها را کسب کند. در اجرای پروژه های الکترونیکی افراد نیاز به فعالیت‌های پژوهشی از رسانه‌های مختلف مانند فضای مجازی و محیط واقعی کار دارند. همچنین لازم است طرح و نظریه‌های خود را قبل از اجرا در محیط های نرم افزاری شبیه سازی کنند و پس ازکسب نتایج اقدام به ساخت پروژه نمایند. اجرای پروژه باعث می‌شود که افراد با محیط‌های علمی ، صنایع و بازار کار تعامل بیشتری داشته باشند و می‌توانند در آینده به حرفه‌های مناسب و مورد نظر خود دسترسی پیدا کنند.

واحد یادگیری ۷

مونتاژیک نمونه برد ساده کاربردی الکترونیکی

آیا تا به حال فکر کرده‌اید:

- گام های طراحی و نقشه اجرایی کارهایی که باید انجام شود چه مفهومی دارد؟
- اجرای فعالیت ها در یک زمان محدود، با هزینه مشخص و کیفیتی معین بیانگر چه مفهومی است؟
- قوانین و استانداردهای محلی و بین المللی برق و الکترونیک چه نقشی در پروژه دارند؟
- برنامه ریزی و زمان‌بندی اجرای کارها در پروژه چه ویژگی را رشد می دهد؟
- فعالیت تحقیقی،شبیه سازی ونمونه سازی چه اثری در اجرای پروژه دارند؟
- ویژگی های فردی و شایستگی های فنی چه تأثیری در فرایندا‌جرایی کار ومحصول نهایی دارند؟
- برای ارائه و دفاع از پروژه چه اقداماتی باید صورت گیرد؟

اجـرای پـروژه مـی توانـد موجـب ارتقـاء سـطح علمـی هنرجویـان شـود و زمینـه مناسـبی را بـرای ارتبـاط آنـان بـا بـازارکار فراهـم آورد. پـروژه بایـد بـه گونـه ای باشـدکه حتمـاً بـه نتیجـه برسـد و اجرایـی شـود.تنها در ایـن شـرایط اسـت کـه حـس اعتمـاد و پشـتکاررا در فراگیرنـده افزایـش مـی دهـد، و آن هـا رابـرای اجـرای پـروژه هـای کاربـردی پیچیـده تـردر سـال هـای بعـد آمـاده مـی کنـد.

اجـرای پـروژه هـای کاربـردی عملـی سـبب مـی شـود کـه هنرجویـان از اجـرای کار عملـی هراسـی نداشـته باشـند و به راحتـی بتواننـد در محیـط هـای متنـوع وگسـترده بـازار کار بـه صـورت فعـال و خـلاق عمـل کننـد.

در ایـن واحـد یادگیـری هنرجـو بایـد دربـازه زمـان تعییـن شـده سـه پـروژه را بـه اجـرا درآورد.پـروژه هـا مـی تواننـد، همـان پـروژه پیشـنهادی در کتـاب یـا پـروژه هایـی باشـدکه بـه تأیید هنرآمـوزکارگاه برسـد.

استاندارد عملکرد

اجرای پروژه و راه اندازی یک نمونه برد الکنرو نیکی ساده با رعایت استاندارد

۱-۷-معرفی پروژه

اجـرای پـروژه مـی توانـد موجـب ارتقـاء سـطح علمـی هنرجویـان شـود و زمینـه مناسـبی را بـرای ارتبـاط آنـان بـا بـازارکار فراهـم آورد. پـروژه بایـد بـه گونـه ای باشـدکه حتمـاً بـه نتیجـه برسـد و اجرایـی شـود.تنها در ایـن شـرایط اسـت کـه حـس اعتمـاد و پشـتکار در فراگیرنـده را افزایـش می‌دهـد، وآن‌هـا رابـرای اجـرای پروژه‌هـای کاربـردی پیچیده‌تـردر سـال هـای بعـد آمـاده مـی کنـد.

اجـرای پـروژه هـای کاربـردی عملـی سـبب مـی شـود کـه هنرجویـان از اجـرای کار عملـی هراسـی نداشـته باشـند و بـه راحتـی بتواننـد در محیـط هـای متنـوع وگسـترده بـازار کار بـه صـورت فعـال و خـلاق عمـل کننـد.

در ایـن واحـد یادگیـری هنرجـو بایـد دربـازه زمـان تعییـن شـده سـه پـروژه را بـه اجـرا درآورد.پروژه‌هـا می‌تواننـد، همـان پـروژه پیشـنهادی در کتـاب یـا پروژه‌هایـی باشـدکه بـه تأییـد معلـم کارگاه برسـد.

در تمـام مراحـل سـاخت پـروژه ، توجـه بـه شایسـتگی هـای غیـر فنـی ماننـد ، مدیریـت منابع،ارتبـاط مؤثر،کار تیمـی ،ویژگی‌هـای شـخصی و اخلاقـی و تفکیـک ومعـدوم کـردن زبالـه هـای تولیـدی شـده اهمیـت ویـژه ای داردوبایـد مـورد توجـه قـرار گیـرد.

نکته

هنـگام انتخـاب مـدار پـروژه، سـعی کنید مـداری را انتخـاب کنید که بـا دانش مخاطب یعنـی هنرجویان هماهنـگ شـودوقابل اجـرا و نهایی شـدن باشـد.به طور کلی پروژه زمانی به نتیجه می رسـد کـه فرایندزیر در مراحـل اجرا کاملاً رعایت شـود.

- نقشه پروژه انتخابی باید به تأیید مربی کارگاه برسد.
- قبل از شروع کار باید مدار پروژه در حد نیازتحلیل شود.
- شبیه سازی پروژه با نرم افزارمناسب مواردی است که در به نتیجه رسیدن پروژه اثرگذاراست.
- بعداز تأیید پروژه بایدقطعات تهیه و برای خرید به بازار مراجعه شود.
- تمام قطعات باید آزمایش شودومدارروی برد برد به اجرا درآید.
- پس از دریافت پاسخ پروژه باید فیبرمدار چاپی طراحی وساخته شود.
- نصب(مونتاژ) قطعات روی بُرد مدار چاپی پس از طی مراحل بالا صورت می گیرد.
- پس از نصب قطعات پروژه را هاندازی می شود.
- چنانچه پروژه راه اندازی نشد باید براساس استاندارد های تعریف شده ،عیب یابی و رفع عیب شود.
- تهیـه گـزارش کار از پـروژه و مسـتند سـازی آن از مـواردی اسـت کـه نمی‌شـود از آن صرف‌نظرکرد.ایـن گـزارش کار بـه صـورت الکترونیکـی تهیـه می‌شـود.
- پس از تهیه گزارش کار باید یک یا دو پرینت تهیه کنیدوطی یک ارائه کوتاه ، نتایج را ارائه دهید.

فعالیت

با مراجعه به رسانه های مختلف ازجمله فضای مجازی یامشاوره با هنرآموز کارگاه، یک پروژه مناسب را انتخاب و نام پروژه را دردفترهنرآموز ثبت کنید.

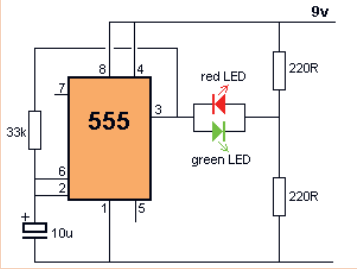
۲-۷-ساخت پروژه ۱

کارعملی

کار عملی ۱: شبیه سازی ،طراحی مدارچاپی وساخت پروژه مدار چشمک زن

هدف:کسب مهارت درشبیه سازی، طراحی مدار چاپی ، اجراو ساخت پروژه

مواد، ابزار و تجهیزات: مداد-پاک کن-کاغذ، رایانه - نرم افزار مرتبط فیبرمدارچاپی- کاغذ گلاسه-اتو-چاپ گر لیزری - قیچی-اسیدپرکلروردوفر-لوازم اسیدکاری-لوازم لحیم کاری-قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار چشمک زن نشان داده شده درشکل ۱-۷.



شکل ۱-۷- مدار چشمک زن LED با آی سی ۵۵۵

مراحل اجرای پروژه

۱- نقشه پروژه موردنظر را تهیه کنیدو به تأیید معلم خود برسانید؛ سپس نقشه ی پروژه را بررسی کنید و نقش قطعات و اجزای آن و ارتباط قطعات آن را باهم به طورخلاصه شرح دهید و نتایج را بنویسید.

۲-با استفاده از نرم افزار مولتی سیم(یا هر نرم افزارمرتبط دیگر) مدار شکل ۱-۷رادر نرم افزار ببندید.

مداررا به طور کامل اجراو شبیه سازی کنید و نتایج حاصل رابه طور خلاصه ثبت کنید.

.....

.....

۳- فهرست قطعات مورد نیاز را تهیه کنیدوبرای خرید به بازار مراجعه کنید.

۴-نقشه فنی مداررا درنرم افزار PCB Wizardرسم کنید. با کلیک کردن روی Tools مسیر:

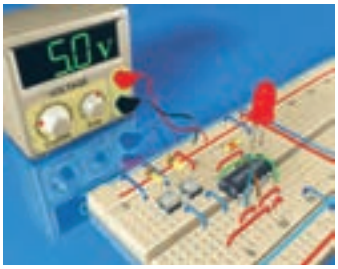
Report ⟵ Insert of Materials Report را انتخاب کنید.ماوس را از گوشه سمت چپ بالا وبه طور کامل روی نقشه مدار بکشید،تا یک فهرست خریدبرای قطعات ایجاد شود.

ایمنی

- هنگام خرید قطعات، قیمت ها را از چندمحل سؤال کنید تا بتوانید قطعات را با بهترین کیفیت ومناسب ترین قیمت خریداری نمایید، در ضمن همواره درکلیه شرایط مراقب کیف پول خود باشید ،شکل ۲-۷.
- هنگام خرید قطعات از سالم بودن قطعات اطمینان حاصل کنید و هنگام نصب روی مدار چاپی، مجدداً آن ها را آزمایش کنید ،شکل ۳-۷

شکل ۲-۷- مراقبت از کیف خود

شکل ۳-۷- اطمینان از سالم بودن قطعات



شکل۴-۷- بستن مدار روی بردبرد وآزمایش آن

۵- مدار پروژه انتخاب شده را برروی بردبرد ببندید وآن را آزمایش کنید، شکل ۴-۷.

۶-بامراجعه به راهنمای کاربرددستگاه پرینترلیزری کلیه ی دستورهای حفاظتی وایمنی مربوط به آن را رعایت کنید.

نکته

فرایند چگونگی عملکرد وعلت انتخاب چاپ گر لیزری برای انتقال طرح مدارچاپی روی کاغذگلاسه در کتاب همراه هنرجو آمده است.

۷- با قرار دادن کاغذ گلاسه از نوع مرغوب دردستگاه چاپ گر، طرح مدار چاپی پروژه چشمک زن را چاپ کنید،شکل ۵-۷.چاپ طرح باید کاملاً با کیفیت وپر رنگ باشد.

۸- فیبر را به اندازه مناسب طرح برش دهید، آن را بشویدتا سطح آن کاملاً تمیز، براق وشفاف شود.در شکل ۶-۷ مراحل برش و شست شوی فیبرمدار چاپی را به ترتیب مشاهده می کنید.

شکل ۵-۷- چاپ طرح مدار چاپی با دستگاه چاپ گر

فیلم

فیلم نکات ایمنی مربوط به برش فیبر و چگونگی بریدن آن را مشاهده کنید.

ایمنی

هنگام خط انداختن وبریدن فیبر مراقب دست های خودباشید.

یـادآوری : روش هـای متفاوتـی مانندااسـتفاده ازقیچـی اهرمی،خـط کشـی روی فیبـر - خـط انداختـن بـا تیغه تیزوضربـه زدن بـه آن و اسـتفاده از دسـتگاه هـای خـاص وجـود دارد.سـاده تریـن روش خـط انداختـن روی فیبروقـرار دادن محـل بـرش روی لبـه تیـز وضربـه زدن اسـت.

پ- شست شو و تمیز کردن فیبر

ب- انداختن خط روی فیبر

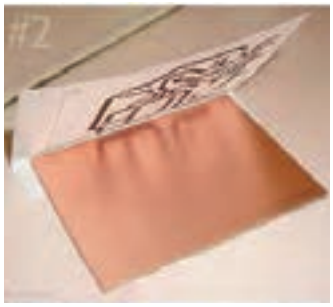
الف - تعیین اندازه فیبر

شکل ۶-۷- مراحل برش وشست شوی فیبرمدارچاپی

۹-قسمت طرح مدارچاپی را با قیچی از کاغذ جدا کنید،شکل۷-۷.

۱۰-کاغـذ طـرح مـدار چاپـی را برعکس(وارونـه) مطابـق شـکل ۸-۷روی فیبـر آمـاده شـده بگذاریـد . بـه منظـور جلوگیـری از جابجایـی طـرح بـا یـک لایـه نـوار چسـب شـفاف ، نقطـه ای از طـرح را بـه فیبـر مـدار چاپـی گیـر دهید؛سـپس یـک کاغـذ A_4 روی آن قـرار دهیـد.

شکل ۷-۷- برش طرح مدارچاپی از کاغذ



شکل ۸-۷- قرار دادن طرح مدار چاپی روی فیبر

۱۱-مجموعه را روی میز چوبی یا آهنی قرار دهید.

۱۲-طبق شکل ۹-۷ اتو را با درجه حرارت نسبتاً بالا روی کاغذ $A_۴$ قسمتی که فیبر مدار چاپی قرار دارد بکشید. فرایند اتوکشی را آنقدر ادامه دهید که رنگ کاغذ کمی تیره شود و کاغذ حالت چسبیده به فیبر را پیدا کند، توجه داشته باشید که اتو باید به طور یکنواخت به تمامی نواحی فیبر گرما برساند،برای این منظور لازم است اتو را به آرامی حرکت دهید.

شکل ۹-۷-کشیدن اتو روی کاغذ و فیبر

ایمنی

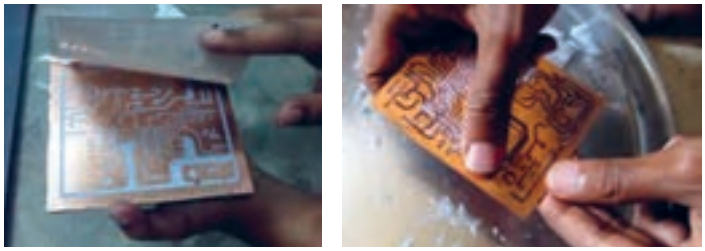
هنگام کار با اتو مراقب دست ولباس و سیم های رابط اتو باشید.

فیبر مسی در این زمان دارای حرارت نسبتاً زیادی است.لذا هنگام جا به جایی آن مراقب باشیدتا به دست شما آسیب نرسد.

۱۳- فیبر مسی گرم را باکاغذ برای مدتی کمتر از ۱۰ دقیقه در آب جوش قرار دهید ، (شکل ۱۰-۷)

۱۴- بعد از خیس شدن کامل کاغذ چسبیده به فیبر ، آن را به آرامی جدا کنید. انگشت خود را به آرامی روی کاغذ ها حرکت دهید تا فقط قسمت های مدار که روی برد چاپ شده است باقی بماند، (شکل ۱۱-۷).

شکل ۱۰-۷- قراردادن فیبربا کاغذ چسبیده در آب جوش



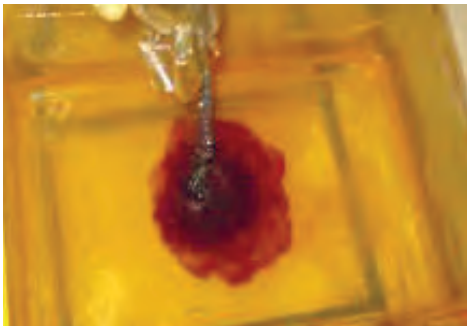
شکل ۱۱-۷- جدا کردن کاغذ از سطح روی فیبر

۱۵- محلول اسیدرا برای حل کردن مس های‌اضافی فیبر مدار چاپی تهیهٔ کنید. اسید مورد استفاده معمولاً پرکلروردوفراست. این اسید به صورت مایع و جامد در بازارعرضه می شود.

۱۶-برای اسید کاری موارد زیر را حتماًرعایت کنید.

- از دستکش ،ماسک و پیش بند استفاده کنید،(شکل۱۲-۷).
- اسید را در ظروف شیشه ای ، لعابی، چینی یاپلاستیکی آماده بریزید، (شکل۱۳-۷).

شکل ۱۲-۷- استفاده از دستکش ،ماسک و پیش بند موقع اسیدکاری



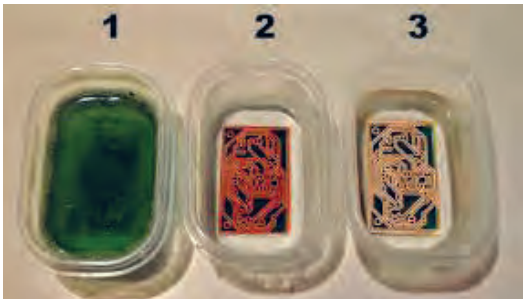
شکل ۱۳-۵- استفاده از ظروف شیشه ای ، لعابی، چینی یاپلاستیکی

- میـزان حجـم اسـیدبه انـدازه ای باشـدتا بـا قـرار دادن فیبـر در داخـل آن، محلـول حـدود ۲ میلـی متـر بالاتـر از سـطح فیبـر قـرار گیرد،شـکل ۱۴-۷.
- به پرکلروردوفر به اندازه ای آب اضافه کنید که محلول تقریباً غلیظ به دست آید.
- حتمـاً آب را گـرم کنیـد یـا آب گـرم رادر ظـرف بریزیـد . اگـر از ظـرف پیرکـس اسـتفاده مـی کنیـد ظـرف را روی حـرارت خیلـی کـم اجـاق برقی نگـه دارید،شـکل ۱۵-۷.
- فیبر مدار چاپی را در داخل محلول قرار دهید و محلول را به آرامی تکان دهید،شکل۱۶-۷.
- پس از خورده شدن مس های اضافی ، فیبر را از محلول خارج کنید و آن را با آب بشوییدتا اسیدهای آن پاک شود شکل۱۷-۷.

شـکل ۱۴-۷- اندازه سـطح محلول اسید و آب ۲میلیمتربالاتر ازفیبر

شـکل۱۵-۷- اسـتفاده از اجـاق برقـی برای حـرارت دادن محلـول اسـید کاری

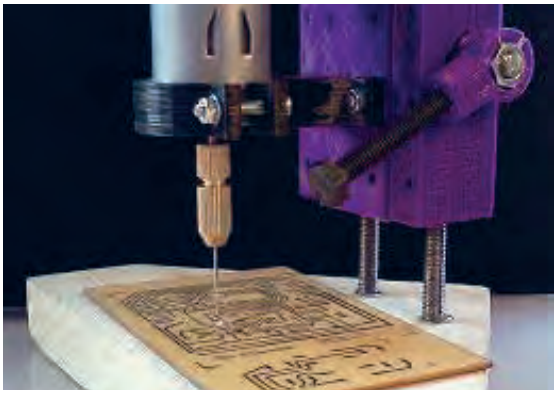
شـکل ۱۶-۷- تـکان دادن محلـول برای خورده شـدن مس اضافی فیبر



شکل ۱۷-۷- شستشوی فیبرپس از اسید کاری

۱۶-پس از آماده نمودن فیبر مدار چاپی باید جای پایه قطعات رابا دریل، و مته ای با قطرمناسب یک تا دو میلیمتر ، سوراخ کنید، شکل ۱۸-۷.

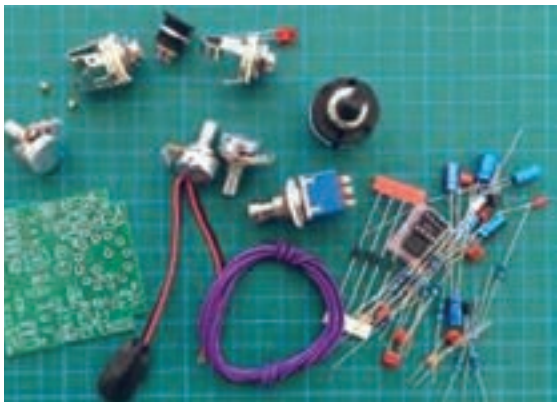
- مته مناسب برای پایه قطعاتی مانند مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستورو آی سی مته شماره یک است.
- هنگام سوراخ کاری زیر فیبر یک چوب یا یونولیت فشرده قراردهید.



شکل ۱۸-۷- سوراخ کاری پایه قطعات با مته مناسب

۱۷- نصب قطعات طی مراحل زیر صورت می گیرد.

- فهرست قطعات که قبلاً تهیه کرده‌ایدرا در اختیار بگیرید.
- فهرست قطعات را با نقشه فنی مدار مطابقت دهید واز نظر تعداد ،ابعادو اندازه فیزیکی وپایه کنترل کنید. در شکل ۱۹-۷ قطعات تهیه شده یک نمونه برد الکترونیکی را برای مونتاژمشاهده می کنید.



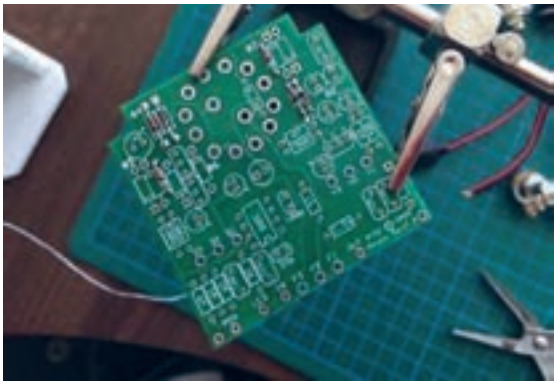
شکل ۱۹-۷ - آماده کردن قطعات برای مونتاژ

همچنین نمونه ای از فهرست وارسی قطعات بردمدار چشمک زن در شکل ۲۰-۷ آمده است.

ردیف Row	نام قطعه Part	نماد فنی Symbol	شکل ظاهری قطعه Package	تعداد Quantity
۱	مقاومت اهمی ۲۲۰Ω	R 220Ω		۲عدد
۲	مقاومت اهمی ۳۳KΩ	R 33kΩ		۱عدد
۳	دیود نورانی LED رنگ قرمز	LED		۱عدد
۴	دیود نورانی LED رنگ سبز	LED		۱عدد
۵	خازن الکترولیتی ۱۰μF/۱۶V	C		۱عدد
۶	آی سی ۵۵۵	IC1 NE555		۱عدد

شکل ۲۰-۷-یک نمونه فهرست وارسی قطعات الکترونیکی

- به وسیله نرم افزار فهرست قطعات راتهیه کنید.
- از گیره نگه دارنده فیبر مدار چاپی برای نگه داری فیبر استفاده کنید،شکل ۲۱-۷.



شکل ۲۱-۷- گیره برای نگهداری برد

- قطعات رابه ترتیب از کوچک ترین قطعه شروع کنید و درمحل خودقراردهیدوپایه‌های آن ها را لحیم کنید.
- این فرایند را ادامه دهید تا به بزرگ ترین قطعه برسید.

نکته

برای آشنایی باترتیب قراردادن قطعات الکترونیکی برروی فیبر مدار چاپی به کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

۱۸- پس از مونتاژقطعات، با راهنمایی هنرآموز مدارراراه اندازی کنید .

۱۹- تهیه گزارش کار پروژه:

گزارش کار پروژه عبارت از مستنداتی است که می تواند در آینده برای هنرجویان مورد استفاده قرار گیرد و پُلی برای ارتباط با دنیای کار باشد. درادامه مشخصات گزارش پروژه بیان می شود. ضمناً زمانی پروژه قابل ارائه خواهد بودکه گزارش آن بر مبنای دستورالعملی که در ادامه می‌آیدتنظیم شود.

روی جلد پروژه باید نام پروژه، نام هنرجو،نام استاد پروژه، نام هنرستان و سال تحصیلی مربوطه قیدشود،شکل ۲۲-۷.

شکل۲۲-۷- تنظیم روی جلد پروژه

- در صفحهٔ اول پروژه" بسم الله الرحمن الرحیم " با فونت مناسب آورده شود.
- در صفحهٔ دوّم پروژه، طرح روی جلدتکرار شود.
- صفحات سوم و چهارم به فهرست پروژه اختصاص داده شود، شکل ۲۳-۷.
- در صفحهٔ پنجم عنوان پروژه با فونت درشت حروف نگاری شود.

فهرست

عنوان	صفحه
۱ـ	.....
۲ـ	.....
۳ـ	.....
....	

شکل۲۳-۷- فهرست پروژه

در صفحهٔ ششم مقدمه ای راجع به پروژه و سبب انتخاب موضوع، کاربرد و مشکلات مرتبط باآن آورده شود. در این مقدمه می توانید از کسانی که با آنان همکاری کرده اند، تشکر نمایید و حتی می توانید آن را به اعضای خانواده یا فرد مورد علاقه خود تقدیم کنید، مثلاً بنویسید

این پروژه را به پدر و مادرم تقدیم می کنم تا شاید توانسته باشم جزئی از زحمات آنان را قدردان شوم.

- بعد از مقدمه، تشریح نقشه ی پروژه می آیدکه باید نقشه ی پروژه نیز در آن ترسیم شود.
- مراحل ساخت پروژه به طور دقیق بیان می شود. لازم است در فرآیند نوشتن گزارش پروژه مسئله ی صفحه بندی و رعایت فونت ها و تیترها رعایت شود. به عنوان الگو می توانید از روش فهرست بندی و تیتربندی کتاب های درسی استفاده کنید.
- مشکلات ناشی از فرآیند ساخت پروژه درعنوانی مستقل می آید و باید به طور دقیق تشریح شود.
- طراحی مدار چاپی و نحو ه ی ساخت آن نیز عنوان بعدی خواهد بود. تصاویری از مراحل ساخت مدارچاپی، همچنین تصویر مدار چاپی نهایی ساخته شده را دراین قسمت درج نمایید.
- به مراحل مونتاژ و آماده کردن مجموعه نیز عنوان جداگانه ای اختصاص دهید و ضمن تشریح مراحل مونتاژ، تصویری از بُرد مونتاژ شده را بیاورید.
- را ه اندازی و عیب یابی نیز از عناوینی است که در گزارش پروژه به صورت مستقل می آید و کلیه ی فرایندها در آن بیان می شود.
- در عنوان پایانی موارد و کاربرد آن به طور دقیق بحث می شود.
- در صفحه ی آخر گزارش پروژه، منابع و مآخذ استفاده شده با ذکر نام مؤلف و ناشر و سال چاپ به طور دقیق می آید.

۲۰- بردپروژه مدار و گزارش آن را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهیدو برای ارائه پروژه آماده شو ید.

- راجع به چگونگی ارائه پروژه، به توضیحات معلم آزمایشگاه به دقت گوش دهید و نکات اجرایی آن را یادداشت کنید.

نکته

هنگام ارائه ی پروژه باید اعتماد به نفس داشته باشید و از ساخته ی خود به طور منطقی دفاع کنید.
باصبر و حوصله به پرسش های هنرجویان و معلم خودگوش دهید، سپس برای پاسخ، اقدام کنید.
تحت هیچ شرایطی در مقابل پرسش گر جبهه ی مخالف نگیرید.

کارعملی

۳-۷ساخت پروژه دوم (۲):

پروژه پیشنهادی برای این قسمت حسگر دما شکل ۲۴-۷است. به جای این پروژه می توانید با مشاوره با مربی کارگاه پروژه دیگری را انتخاب واجرا کنید.

هدف:کسب مهارت درشبیه سازی، طراحی مدار چاپی ، اجراو ساخت پروژه حسگر دما

مراحل اجرای پروژه

فرایند اجرای پروژه مشابه مراحل اجرای پروژه یک(۱) است.

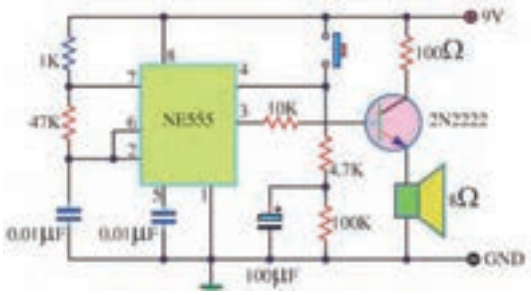
شکل ۲۴-۷- مدار حسگر دما

کارعملی

۴-۷ساخت پروژه سوم (۳):

پروژه پیشنهادی برای این قسمت مدار هشداردهنده صوتی شکل ۵۲-۷است. به جای این پروژه می توانید با مشاوره با مربی کارگاه پروژه دیگری را انتخاب واجرا کنید.

هدف:کسب مهارت درشبیه سازی، طراحی مدار چاپی ، اجراو ساخت پروژه هشدار دهنده صوتی



شکل ۲۵-۷- مدار هشداردهنده صوتی

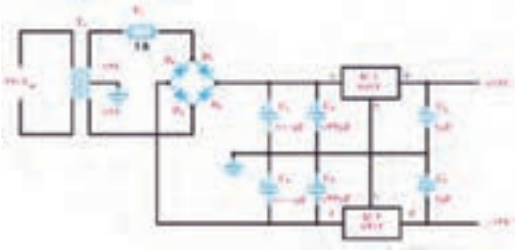
ارائه ی دو نمونه پروژه ی پیشنهادی:

مدار های الکترونیکی که در شکل ۲۶-۷ نشان داده شده است را می توانید به عنوان پروژه انتخاب کنید.

کارعملی

پروژه ی شماره ی ۱ پیشنهادی

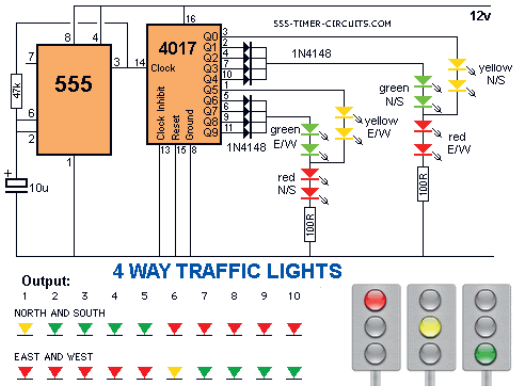
منبع تغذیه متقارن

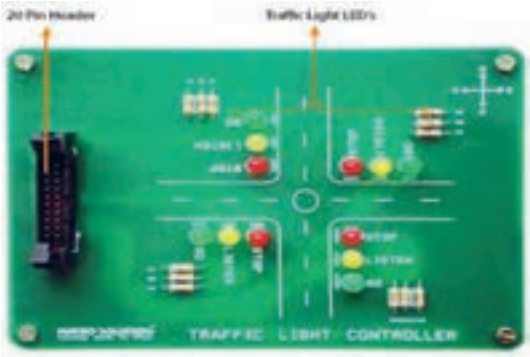


الف - پروژه پیشنهادی۱

کارعملی

پروژهٔ شمارهٔ ۲ پیشنهادی
چراغ های راهنمایی ترافیک





ب - پروژه پیشنهادی۲

شکل۲۶-۷- پروژه‌های پیشنهادی

آزمون نظری پایانی واحد یادگیری

۱-اجرای فعالیت ها در یک زمان محدود ومعین پروژه نام دارد.

صحیح ☐ غلط ☐

۲-برای اجرائی شدن پروژه نیاز به یک برنامه ریزی و زمان بندی است.

صحیح ☐ غلط ☐

۳-برای طراحی فیبر مدار چاپی نیاز به خرید قطعات نیست.

صحیح ☐ غلط ☐

۴-ازکاغذ ..... برای چاپ طرح مداراستفاده می شود.

۵-نام اسید فیبر مدارچاپی .....است.

۶-قطر مناسب مته برای پایه ترانزیستور، مته شماره ..... است.

۷-برای ارائه پروژه چه اقداماتی باید صورت گیرد؟

۸-در صفحه های گزارش کار پروژه که در زیر آمده است، چه عناوینی باید نوشت؟

الف-صفحه اول.....

ب-صفحه ششم.....

پ-صفحه آخر.....

ارزشیابی شایستگی مونتاژ یک نمونه برد ساده کاربردی الکترونیکی

واحد یاد گیری ۷

شرح کار:

۱- تحقیق درباره انتخاب یک نمونه پروژه ساده الکترونیکی
۲- شبیه سازی مدار انتخاب شده پروژه با نرم‌افزارهای مرتبط
۳- طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار
۴- انتقال طرح مدار چاپی بر روی فیبر به روش استفاده از حرارت اتو
۵- مونتاژ قطعات و راه‌اندازی برد الکترونیکی
۶- گزارش نویسی و مستندسازی پروژه

استاندارد عملکرد:

انجام پروژه و راه‌اندازی حداقل یک نمونه و حد اکثر سه نمونه برد الکترونیکی ساده با رعایت استاندارد های تعریف شده

شاخص ها:

۱- انتخاب نقشه استاندارد پروژه و شبیه سازی آن با نرم‌افزار مناسب
۲- تهیه صحیح قطعات استاندارد برای پروژه انتخابی
۳- آزمایش صحت هر یک از قطعات پروژه بر اساس استاندارد های تعریف شده
۵- بستن صحیح مدار الکترونیکی پروژه در نرم افزار و بر روی بردبرد و راه اندازی آن
۶- طراحی صحیح فیبر مدار چاپی پروژه انتخابی با نرم افزار و باز بینی صحت آن
۷- نصب صحیح واستانداردقطعات بر روی بردمدار چاپی و راه‌اندازی کامل مدار
۸- رفع عیب بر اساس استانداردهای تعریف شده در صورت کار نکردن برد
۹- تهیه گزارش کامل پروژه، مستندسازی و ارائه آن

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک- نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژکاری)- ابعاد حداقل ۶ مترمربع- دارای تهویه یا پنجره- دمای طبیعی (۱۸ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد) و مجهز به وسایل اطفاء حریق- میزکار استاندارد با ابعاد D ۱۸۰× H ۸۰ × W۱۸۰ cm مجهز به فیوز حفاظت جان- رایانه متصل به شبکه اینترنت- فرد با لباس کار- انجام کار در حال نشسته- نرم‌افزار خاص- ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰×

ابزار و تجهیزات: لوازم‌التحریر- رایانه- نرم‌افزار مرتبط با فیبر مدار چاپی- کاغذ گلاسه- اتو- چاپ‌گر لیزری- قیچی- دریل با مته مناسب- اسید پروکلروردوفر- لوازم اسیدکاری- لوازم لحیم‌کاری- قطعات الکترونیکی مرتبط با پروژه- مولتی متر - منبع تغذیه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انتخاب نقشه پروژه و شبیه‌سازی پروژه با نرم‌افزار مناسب	۱	
۲	تهیه صحیح قطعات مورد نیاز و آزمایش هر یک از قطعات پروژه	۲	
۳	بستن مدار الکترونیکی پروژه بر روی بردبرد	۲	
۴	طراحی فیبر مدار چاپی و نصب قطعات بر روی برد و راه‌اندازی مدار	۲	
۵	رفع عیب بر اساس استانداردهای تعریف شده در صورت معیوب بودن برد و تهیه گزارش پروژه و مستندسازی مراحل کار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی ابزارهاو دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

منابع و مآخذ

۱- برنامه درسی رشته الکترونیک ـ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش، سال ۱۳۹۴.

۲- اصول الکترونیک،گروپ، ترجمه احمد ریاضی ، محمود همتایی و.....دانشکده شهید شمسی پور.

۳ - اندرسن چارلز، دوره جامع برق و الکترونیک، مترجم محمدرضا محمدی فر، انتشارات سپهر.

۴ - الکترونیک عمومی ۱، مؤلفان: ابوالقاسم جاریانی، شهرام نصیری سوادکوهی و..... ، ، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران ، ۱۳۹۴.

۵- الکترونیک پایه، کد ۶۰۹/۱۷ مؤلفان: فتح اله نظریان ،فرشته داودی لعل آبادی و.....، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱ ۳۹۴.

۶ - الکترونیک عمومی ۲ کد ۴۹۰/۵، مؤلفان: شهرام نصیری سوادکوهی، یداله رضازاده، و.....، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۷- کارگاه الکترونیک مقدماتی کد ۶۲/ ۳۵۹ مؤلفان شهرام نصیری سواد کوهی، سید محمود صموتیT شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران

۸- آزمایشگاه مجازی ۲ کد ۴۶۶/۶، مؤلفان مهین ظریفیان جولایی،محمود شبانی و ..... شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.

۹ - راهنمای کاربرد(help)نرم افزار PCB WIZARD

۱۰ - سایت های اینترنتی برگه‌های اطلاعات، Data sheet کتاب اطلا عات Data book و دستینه

.Hand book

۱۱ـ طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی، مؤلفان علیرضا حجرگشت، محمدرضا سعیدی و ... شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

12 - Electronic devices and circuit theory by Robert Boylestad Louis Nashilsky.

13 – Transistor Fundamentals by Robert J Brite

14 – Transistor Circuit action by Henry C.Vealch

15 – Electronic Devices Electron flow version Floyd

16 – High reliability soldering and circuit board repair0 , by Norman Ahlhelm- unesco 2013

هنر آموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وبگاه : www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش

هنر آموزان نامبرده زیر در استان های منتخب کشور در اعتبار سنجی کتاب درسی طراحی و ساخت مدار چاپی رشته الکترو نیک مشارکت داشته اند.
رحمت ا... ابراهیمی، قربان‌بالی، حسین قناعت‌خواه، محمدرضا تاجیک چوبه، سید کاظم جامعی مقدم، مجتبی حمیدی، جلال الدین رضایی، فرهاد زاهد زارعی، امیر ستارزاده، محمد شعوری، محمدحسین عبدی، مرتضی غفاری، محمد فاضل فرهادی، مسعود فلاح، پیام قاسمی، سید کاظم نجفی، اکبر نور محمدی، سجاد یوسفی و هوشمند قصری