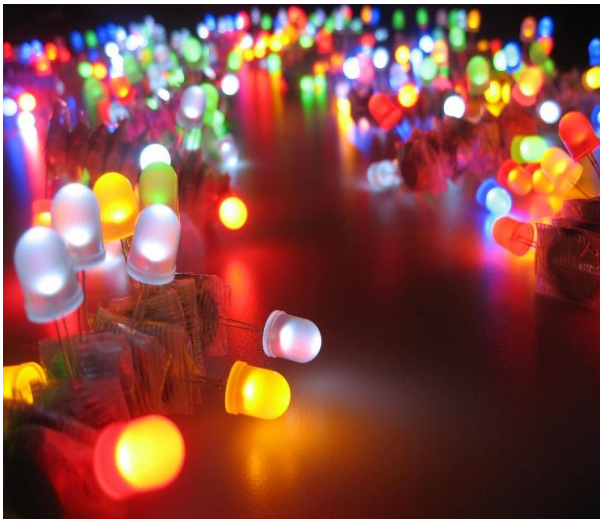
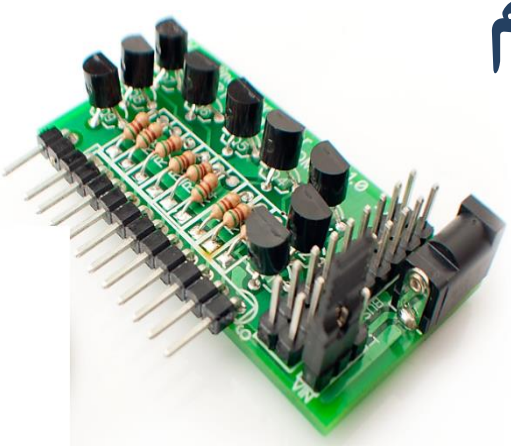
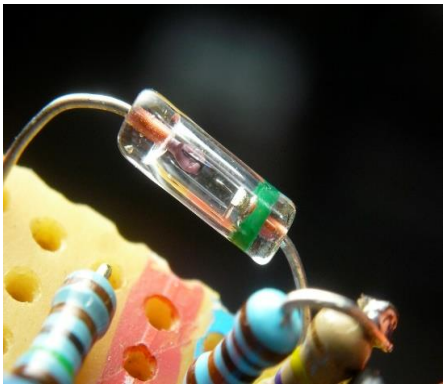
# فصل سوم





# مدارهای الکترونیکی ساده



دیود و ترانزیستور دو قطعه پُرکاربرد در مدارهای الکترونیکی هستند. این قطعات معمولاً در همه دستگاه‌های الکترونیکی به صورت مجزا یا مجتمع استفاده می‌شوند. 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.

## شایستگی آزمایش قطعات نیمه‌هادی

## واحد یادگیری ۳

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، قطعات 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:

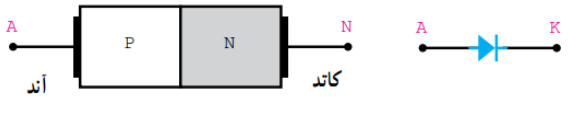
بستن مدارهای ساده دیودی به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و اندازه‌گیری کمیت‌های مرتبط با رعایت استاندارد و دقت تعریف‌شده

### مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری:

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

### ۱-۳- تعیین پایه‌ها و آزمایش صحت دیود

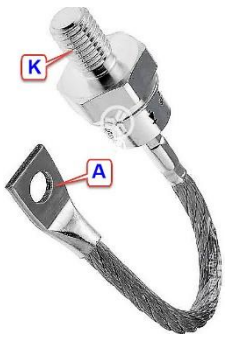
در درس دانش‌فنی با ساختمان کریستالی، نماد فنی و طرز کار دیود آشنا شده‌اید. در شکل ۱-۳ ساختمان دیود نیمه‌هادی و نماد فنی آن نشان داده شده است.




N

شکل ۱-۳ ساختمان کریستالی و نماد فنی دیود

دیودها در اشکال و ابعاد مختلف ساخته می‌شوند. معمولاً سازندگان دیود از علائمی برای مشخص کردن پایه‌های دیود استفاده می‌کنند. برای مثال مانند شکل۲-۳ تصویر دیود را روی آن چاپ می‌کنند.




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 دیودبا نواررنگی

## 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 اختیار بگیرید و آند و کاتد آن‌ها را با علائم چاپ شده روی دیود مشخص کنید. 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 | | |

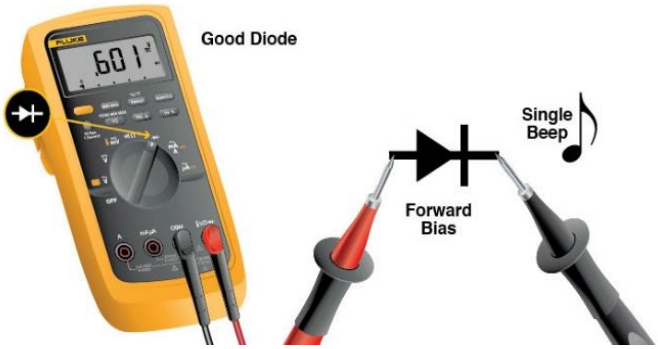
فیلم:فیلم آزمایش دیود را ببینید.

**●تشخیص پایه‌ها و سالم‌بودن دیود با مولتی‌متر**

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 وصل کنیم که دیود در بایاس موافق قرار گیرد، مولتی‌متر مانند شکل ۶-۳ ولتاژ بایاس دوسر دیود را نشان می‌دهد.

شکل۵-۳ مولتی‌متردیجیتالی درحالت آزمایش دیود

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.




شکل ۶-۳ وضعیت تست دیود در بایاس موافق

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 Open Loop به معنی اتصال باز است.

شکل ۷-۳ علامت OL روی صفحه نمایش

## 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

۳ - 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 کنیدسپس جدول ۲-۳ را کامل کنید.

جدول ۲-۳

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

۱-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 باره مراحل اجرای این تجربه توضیح دهید.

.....

.....

.....

## ۲-۳- استخراج اطلاعات از برگه

**اطلاعات و آزمایش دیود (نرم‌افزار و سخت‌افزار)**

**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 برگه اطلاعات شکل ۹-۳مراجعه‌کنید و مفاهیم هریک از کلمات خواسته‌شده را در جدول ۳-۳ بنویسید.

جدول ۳-۳

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

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.

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

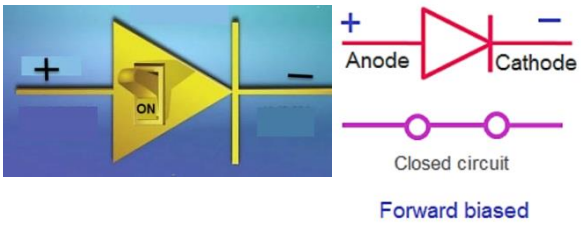
**Good diode**
Forward bias
• Silicon diode = 0.5 V to 0.8 V
• Germainium diode = 0.2 V to 0.3 V
Reverse bias = OL
**Opened diode**
OL in both directions
**Shorted diode**
0 V to 0.4 V drop in both directions

**Good diode**
Forward bias = 1000 Ω to 10 MΩ
Reversed bias = OL
**Bad diode**
Similar values in both directions

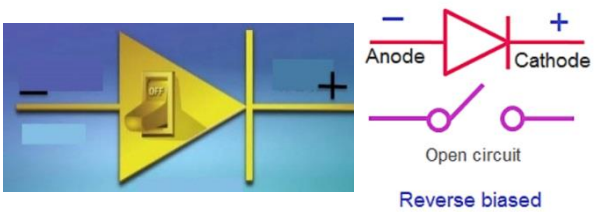
. . . . . .

. . . . . .

نکته: دیود در حالت آرمانی(ایده‌آل) در بایاس موافق مانند کلید بسته و در بایاس مخالف مانند کلید باز عمل می‌کند. شکل‌های الف و ب ۸-۳ این حالت‌ها را نشان می‌دهد.




شکل الف ۸-۳ دیود ایده‌آل در بایاس موافق




شکل ب ۸-۳ دیود ایده‌آل در بایاس مخالف

**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 blocking voltage | $V_{DC}$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | V |
| Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5 mm) lead length at $T_A$ = 75 °C | $I_{F(AV)}$ | 1.0 | | | | | | | A |
| Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load | $I_{FSM}$ | 30 | | | | | | | A |
| Non-repetitive peak forward surge current square waveform $T_A$ = 25 °C (fig. 3) $t_p$ = 1 ms | $I_{FSM}$ | 45 | | | | | | | A |
| Non-repetitive peak forward surge current square waveform $T_A$ = 25 °C (fig. 3) $t_p$ = 2 ms | $I_{FSM}$ | 35 | | | | | | | A |
| Non-repetitive peak forward surge current square waveform $T_A$ = 25 °C (fig. 3) $t_p$ = 5 ms | $I_{FSM}$ | 30 | | | | | | | A |
| Maximum full load reverse current, full cycle average 0.375" (9.5 mm) lead length $T_L$ = 75 °C | $I_{R(AV)}$ | 30 | | | | | | | μA |

شکل ۹-۳ برگه اطلاعات

۳- با مراجعه به برگه اطلاعات، تفاوت بین دیودهای ۱N۴۰۰۱ و۱N۴۰۰۷ را مشخص کنید و در باره آن توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

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

جدول ۴-۳

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

.....

.....

.....

۵- آیا می‌توانیم دیود ۱N۴۰۰۱ را به طور مستقیم برای یکسوسازی برق خانگی(۲۲۰ ولت) استفاده کنیم؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

۶- با توجه به برگه اطلاعات شکل ۹-۳ معدل جریان موافق دیودهای ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷ چند آمپر است؟ . .

.....//

## کار عملی ٤: اندازه‌گیری $I_F$ ، $V_D$ و $V_R$ در نرم‌افزار

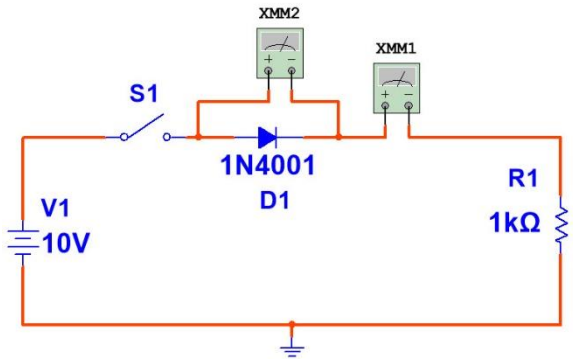
**هدف:** اندازه‌گیری کمیت‌های دیود در نرم‌افزار

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

### مراحل اجرای کار

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

۲- اگر افت ولتاژ دو سر دیود را ۰/۷ ولت در نظر بگیریم، با فرض بسته‌بودن کلید، جریان عبوری از دیود را محاسبه کنید.




شکل ۱۰-۳ مدار آزمایش

$V_{R۱}$=.....ولت

$I_D$=.....mA

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

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؟.....

.....

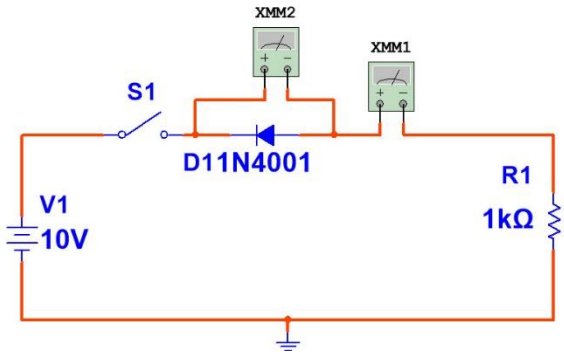
.....

۷- با توجه به برگه 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 بگیریدو در جدول ۵-۳ یادداشت‌کنید.




شکل ۱۱-۳ مدار آزمایش

جدول ۵-۳ نتایج کارعملی ۳-۳

| مراحل آزمایش | $V_{D(V)}$ | $I_{D\ (mA)}$ |
|---|---|---|
| ۳ | | |
| ۵ | | |
| ۸ | | |

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

. . . . . .

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

. . . . . .

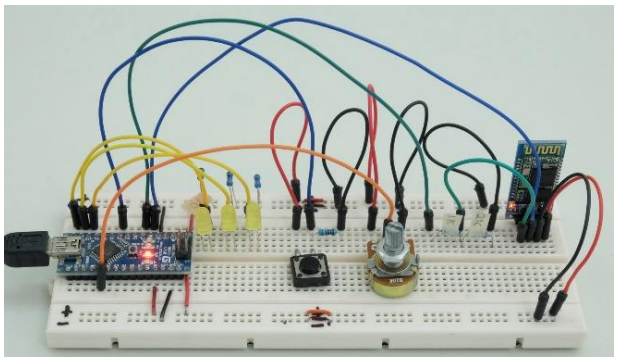
## کار عملی ۵: اندازه‌گیری $I_F$ ، $V_D$ و $V_R$ با قطعات واقعی

**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:

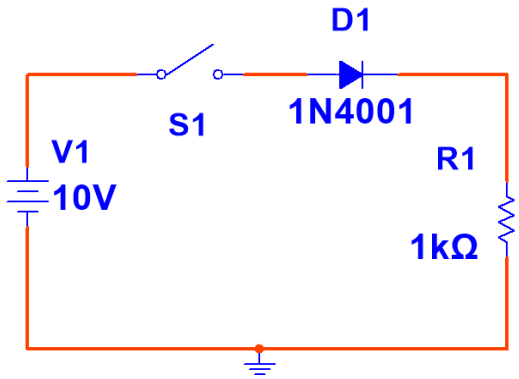
۱- در اتصال پایه‌های قطعات روی بِردبُرد از سیم استاندارد مانند شکل ۱۲-۳ استفاده کنید.



شکل ۱۲-۳ استفاده از سیم استاندارد برای بِردبُرد

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

۳- آمپرمتر را در مدار قرار دهید. سپس کلید مدار را وصل کنید و جریان‌عبوری از دیود را اندازه بگیرید و در جدول ۶-۳ یادداشت کنید.



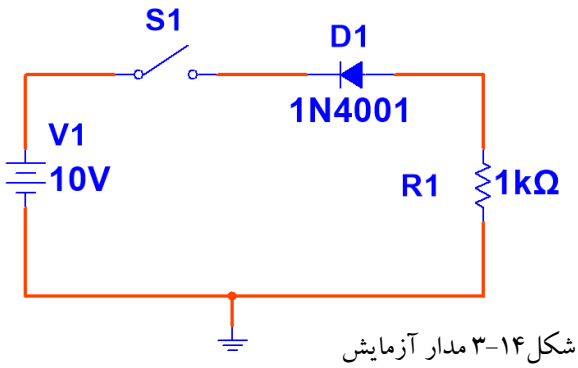

شکل۱۳-۳ مدار آزمایش

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

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

$R_D$=..... Ω

۶- کلید مداررا قطع کنید وجهت دیود را مطابق شکل۳-۱۴ عوض کنید، سپس $I_D$ و $V_D$ را اندازه بگیرید و در جدول ۳-۶ یادداشت کنید.




شکل۳-۱۴ مدار آزمایش

۷- در این حالت مقاومت دیود را محاسبه کنید.

$R_D$=..... Ω

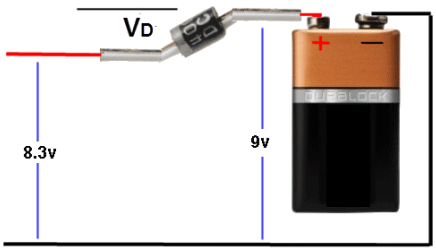
۸-آیا دیود مانند یک کلید قطع عمل می کند؟

.....

| جدول ۳-۶ نتایج کارعملی ۵ | | |
|---|---|---|
| مراحل آزمایش | $V_{D\,(V)}$ | $I_{D\,(mA)}$ |
| ۳ و ۴ | | |
| ۶ | | |

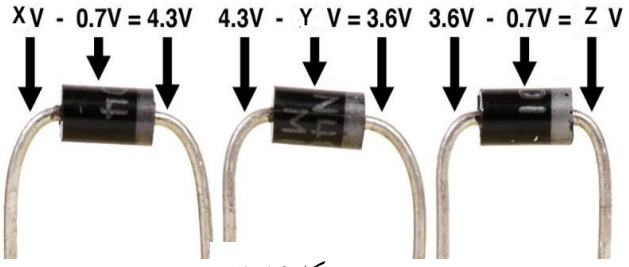
**الگوی پرسش:**

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




شکل۳-۱۵

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




شکل۳-۱۶

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{RSM}$ | = | 5500 | V |
| $I_{F(AV)M}$ | = | 4700 | A |
| $I_{F(RMS)}$ | = | 7390 | A |
| $I_{FSM}$ | = | $73\times10^3$ | A |
| $V_{F0}$ | = | 0.8 | V |
| $r_F$ | = | 0.107 | m |

**Rectifier Diode**
**5SDD 50N5500**

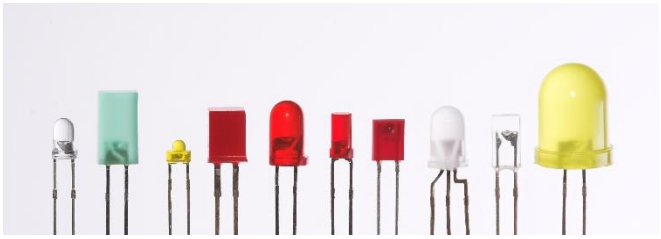
- Patented free-floating silicon technology
- Very low on-state losses
- Optimum power handling capability

شکل۳-۱۷

### 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.



شکل۱۸-۳ چند LEDمعمولی

برای این‌که بتوان LED های معمولی را به راحتی روی دستگاه سوار کرد، آن‌ها را در بسته‌بندی مخصوص و به صورت یک‌پارچه یا مدولار (Modular) عرضه می‌کنند. در شکل ۱۹-۳ چند نمونه از LED های قابل نصب روی دستگاه‌های مختلف را ملاحظه می‌کنید.

شکل۱۹-۳ LEDمعمولی قابل نصب روی دستگاه

**●LEDهای پُر نور(High Brightness)**

LEDهای با شدت نور زیاد، به عنوان لامپ‌های کم‌مصرف و با راندمان بالا جایگزین لامپ‌های رشته‌ای شده‌اند. در شکل ۲۰-۳ چند نمونه LED پُر نور را ملاحظه می‌کنید.

شکل۲۰-۳ چند LEDپُر نور

شکل ۲۱-۳ لامپ‌های کم مصرف LED را نشان می‌دهد.

شکل۲۱-۳ لامپ کم مصرف LED

از این LED ها در موارد دیگری مانند چراغ کم مصرف، نور افکن، تلویزیون LED و تابلو روان نیز استفاده می‌شود. شکل ۲۲-۳ دو نمونه از این کاربُردها را نشان می‌دهد. نمونه‌های کاربردی دیگر در کتاب همراه هنرجو آمده است.

الف- نور افکن با LED

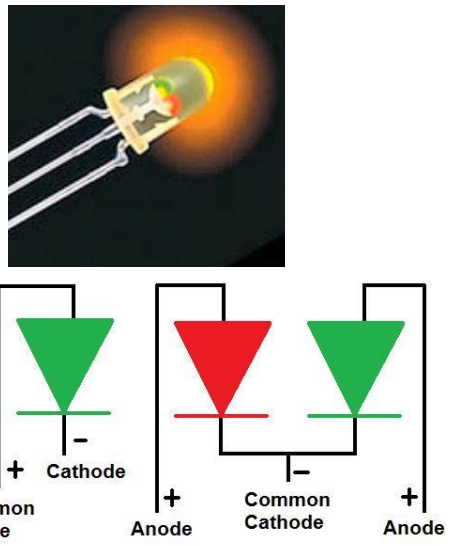
ب- LEDدر چراغ‌خطر اتومبیل

شکل۲۲-۳ دو نمونه کاربرد LED

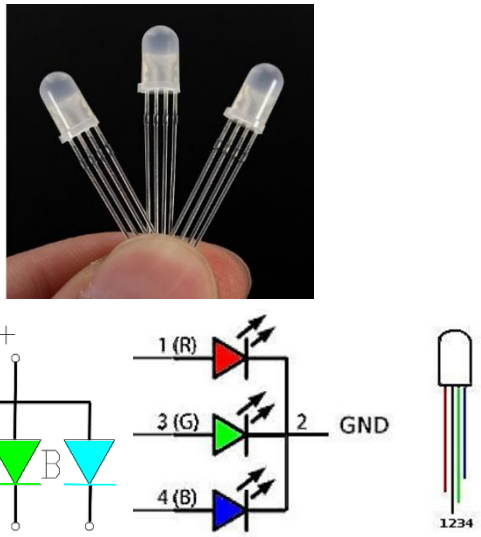
- **ال‌ئی‌دی‌های چند رنگ (Multi Color LED)**

برای این‌که بتوانند رنگ‌های مختلف را با استفاده از سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی تولید کنند، از LED های چند رنگ استفاده می‌کنند.

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 آن‌ها




ب- LEDهای سه رنگ و نماد فنی آن‌ها

شکل ۲۳-۳ LEDهای چندرنگ و نماد فنی آن‌ها

- **استفاده از برگه 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

## کار عملی۶: خواندن برگه اطلاعات

**هدف:** استخراج اطلاعات مهم از برگه اطلاعات

**مـواد، ابـزار و تجهیـزات:** رایانـه –لـوازم‌التحریـر – برگـه اطلاعات

### مراحل اجرای کار

۱– متن زیر را به فارسی ترجمه کنید.

.

برگه اطلاعات LED دو رنگ با شماره فنی ۹۵۵۰ED LTاست.

| LED Large Lamps LED به‌عنوان یک لامپ بزرگ | LED شماره‌ی LT9550ED |
|---|---|
| **LT9550ED** لامپ LED دو رنگ ازنوع استوانه‌ای با قطر ۷/۵ میلی‌متر | ***Ø 7.5mm Cylinder type Dichromatic LED Lamps*** |
| **■Model No.** شماره‌ی مدل | |
| LT9550ED Yellow-green Ga P | LT9550ED زرد مایل به سبز از جنس گالیم فسفات |
| Red Ga As P / Ga P | قرمز از جنس گالیم آرسنیک فسفات یا گالیم فسفات |
| **■Features** مشخصات مهم | **■Outline Dimension** ابعاد و پایه‌ها |
| 1. Ø 7.5mm all resin mold قطر ۷/۵ میلی‌متر قالب‌بندی شده با مواد رزینی | |
| 2. Radiation color: Red, yellow-green and orange (mixed color) رنگ نور زرد مایل به سبز، قرمز و نارنجی | |
| 3. High-density mounting (flangeless package) به دلیل داشتن بسته‌بندی مسطح، استحکام کافی از نظر نصب دارد | Pin connections شماره‌ی پایه‌ها 1(Yellow-green) 2 3(Red) |
| 4. Colorless transparency lens type نوع لنز، شفاف بدون رنگ | |

شکل ۲۴–۳ برگه اطلاعات مربوط LEDهای دو رنگ

VISHAY www.vishay.com

**Ultrabright White LED, Ø 5 mm**

### 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.

**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) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 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 |
| VLHW5100-CS12 | White | 5600 | - | 11 200 | 20 | - | 0.33, 0.33 | - | 20 | 2.8 | - | 3.6 | 20 |

**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 | t ≤ 5 s | $T_{sd}$ | 260 | °C |
| Thermal resistance junction/ambient | | $R_{thJA}$ | 400 | K/W |

شکل ۲۵–۳ برگه اطلاعات مربوط به LED

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

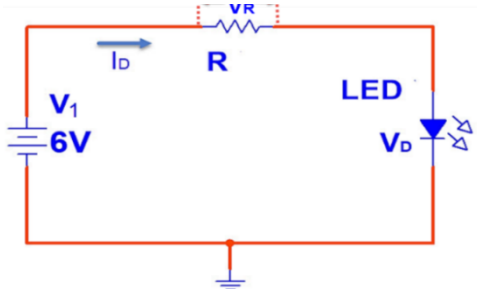
۲- با توجه به برگه اطلاعات شکل ۲۵-۳، مقادیر خواسته شده در جدول ۷-۳ را بنویسید.

| جدول ۷-۳ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ردیف | علامت اختصاری | معنی فارسی | مقدار | واحد |
| ۱ | $V_F$ | | | |
| ۲ | $V_R$ | | | |
| ۳ | $I_{FSM}$ | | | |
| ۴ | $V_{DC}$ | | | |
| ۵ | $I_F$ | | | |
| ۶ | $P_D$ | | | |
| ۷ | $T_{sd}$ | | | |

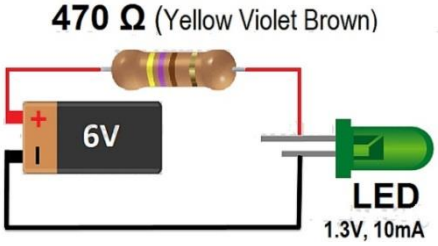
**●محاسبه مقدار مقاومت محدودکننده جریانِ LED**

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 برگه اطلاعات آن مراجعه شود. برای محاسبه مقدار مقاومت R در شکل ۲۶-۳ که محدودکننده جریان عبوری از دیود است، از قانون اهم استفاده‌می کنیم.

$$R=\frac{V_R}{I}=\frac{V_1-VD}{ID} \qquad V_R= V_1-V_D$$




الف - نقشه فنی مدار




ب - نقشه عملی مدار

شکل ۲۶-۳ مدار LED با مقاومت

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

$$R=\frac{V_R}{I}=V_1-V_D=\frac{6-1/3}{10mA}=\frac{4700}{10}=470\Omega$$

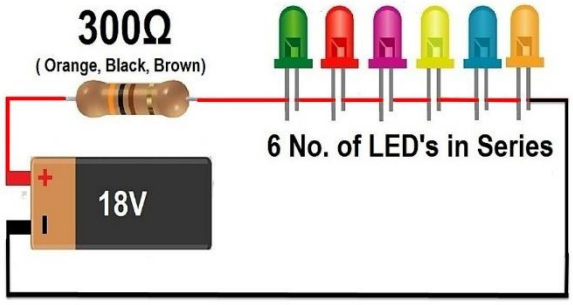
۱- در مدار شکل ۲۷-۳ اگر افت ولتاژ دو سر هر دیود ۲ ولت باشد، جریان عبوری از مدار را محاسبه کنید.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. .




شکل ۲۷-۳ مدار LED سری با مقاومت

۲- اگر در شکل ۲۸-۳ افت ولتاژ هر دیود ۲ ولت باشد، با توجه به مقدار مقاومت ($R=220\Omega$)، جریان عبوری از هر دیود را محاسبه کنید. نقشه فنی مدار را طوری ترسیم کنید که فقط یک مقاومت در مدار قرار گیرد و جریان هر دیود نیز تامین شود. توان مقاومت رامحاسبه کنید.

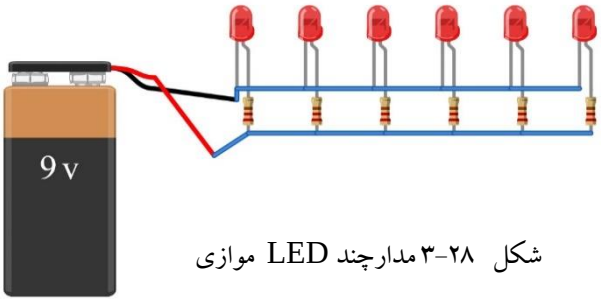
. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .




شکل ۲۸-۳ مدارچند LED موازی

نرم افزار:با استفاده از نرم‌افزارElectronic Assistance مقدار مقاومت سری با انواع LED را محاسبه کنید.

**تمرین:** با توجه به ولتاژ موافق و جریان موافق LED در جدول ۴-۳ در صورتی که ولتاژ تغذیه ۱۵ ولت باشد، مقدار مقاومت سری با LED و توان آن را محاسبه کنید.

## کار عملی ۷: LED در نرم‌افزار

**هدف:** روشن کردن LED و اندازگیری کمیت‌های آن در نرم‌افزار

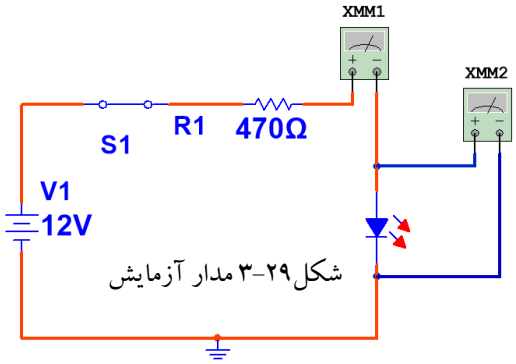
**مواد، ابزار و تجهیزات:** رایانه- نرم‌افزار مناسب- لوازم‌التحریر

**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 یادداشت کنید.

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



شکل۲۹-۳ مدار آزمایش

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

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

۴- آیا مقادیر اندازه‌گیری‌شده باهم تفاوت دارد؟

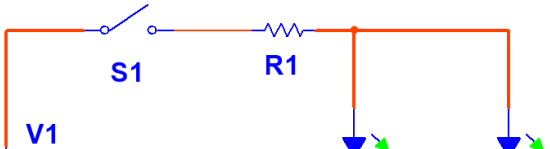
.....

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

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

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 محاسبه کنید. سپس مدار شکل ۳۰-۳ را در نرم‌افزار ببندید.

$R_1=\frac{V_{R1}}{I}=\frac{V1-VD}{I}$ $R_1$=.....Ω




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.

**کار عملی ۸: آزمایش LED واقعی**

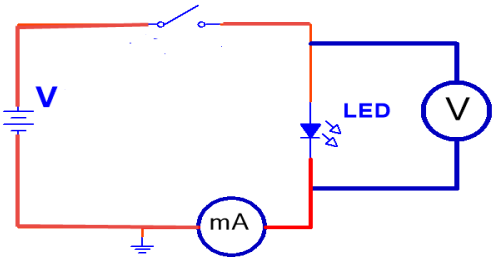
**هدف:** روشن کردن LED و اندازگیری کمیت‌های آن با قطعات واقعی

**مواد، ابزار و تجهیزات:** بِردبُرد یک قطعه- منبع تغذیه یک دستگاه - مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه-LED معمولی یک عدد- LED دو رنگ یک عدد-سیم بِردبُرد به تعداد کافی- سیم رابط تغذیه به تعداد کافی- هفت قطعه‌ای یک عدد

**مراحل اجرای کار**

۱- یک عدد LED که ولتاژ و جریان نامی آن را نمی‌دانید، در اختیار بگیرید.

۲- مداری مطابق شکل ۳۱-۳ را روی بِردبُرد ببندید. ولتاژ منبع تغذیه را روی صفر ولت تنظیم کنید. سپس کلید مدار را وصل کنید.

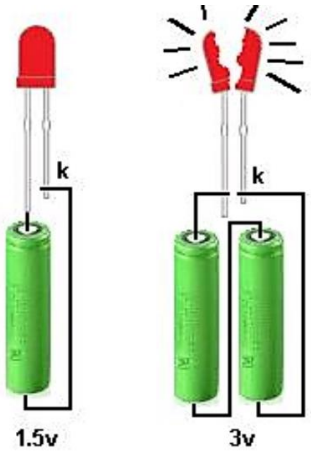



شکل ۳۱-۳ مدار آزمایش

**نکته ایمنی:**

- اجرای صحیح این آزمایش بسیار اهمیت دارد. زیرا با کمی بی‌دقتی ممکن است LED بسوزد.
- افزایش ولتاژ باید به تدریج و در پله‌های یک‌دهم ولتی صورت گیرد. همچنین باید زمینه‌ای از نور طبیعی در ذهن شما باشد.
- برای اجرای این آزمایش حتماً به توصیه‌های معلم کارگاه توجه کنید و آن‌ها را اجرا نمایید.

فکر کنید : در مدار شکل ۳۲-۳ آسیب دیده LEDچرا است؟




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 یادداشت کنید.

$V_D$= ….. V  $I_D$= ….. mA

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

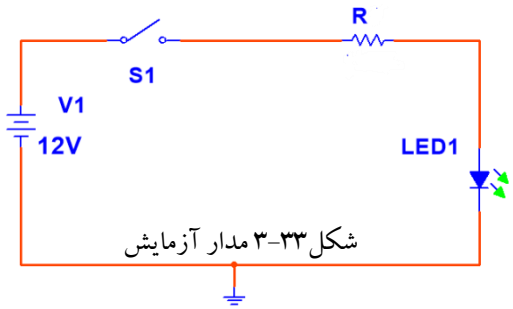
.....

.....

.....

.....

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



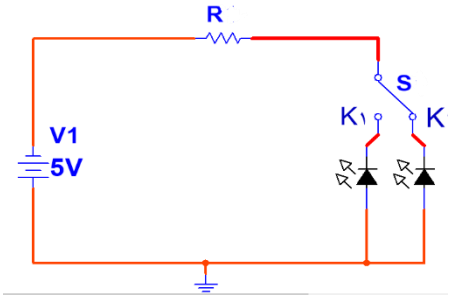

شکل ۳۳-۳ مدار آزمایش

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

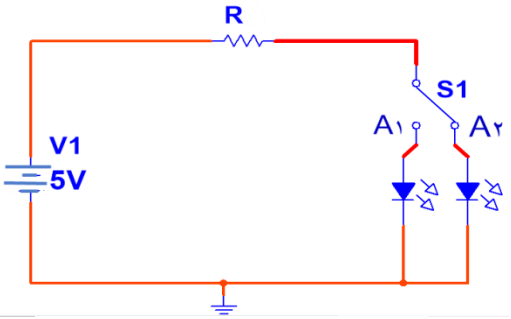
$V_{LED}$ = ..... V

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 صورتی که LED دو

رنگ آند مشترک است، از مدار شکل الف ۳۴-۳ و اگر کاتد مشترک است از مدار شکل ب۳۴-۳ استفاده کنید.




الف - مدار آند مشترک




ب- مدار کاتد مشترک

شکل ۳۴-۳ مدار LED دو رنگ

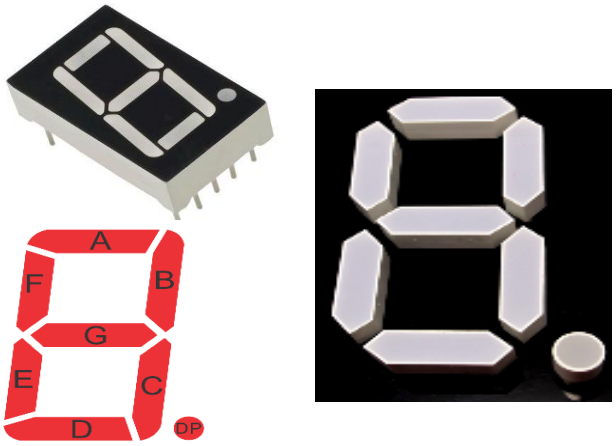
۸- مدار آزمایش را مطابق یکی از شکل‌های الف ۳۴-۳ یا ب-۳۴-۳ ببندید.

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

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

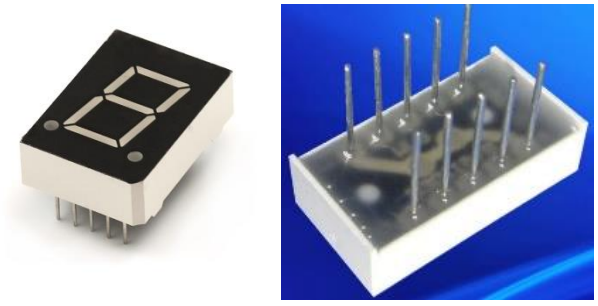
**●هفت قطعه‌ای(۷ Seg= Seven Segment)**

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



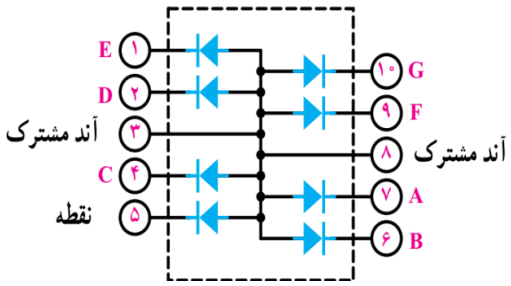

شکل ۳۵-۳ ۷ قطعه‌ای و پایه‌های آن

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

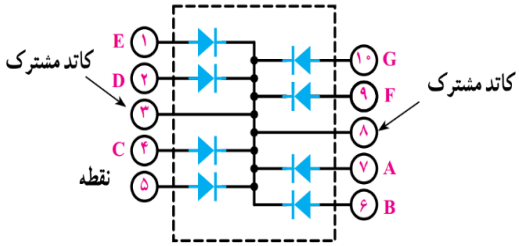


شکل۳۶-۳ هفت قطعه‌ای با دو نقطه اعشار و پایه‌های آن

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




الف- مدار آند مشترک




ب- مدار کاتد مشترک

شکل ۳-۳۷ مدار هفت‌قطعه‌ای

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

**کار عملی۹ - هفت‌قطعه‌ای در نرم‌افزار**

**هدف:** روشن کردن اعداد و حروف مختلف روی هفت‌قطعه‌ای

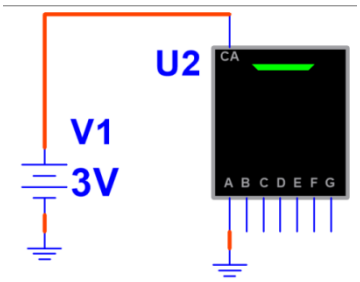
**ابزار، مواد و تجهیزات:** رایانه – نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر- لوازم‌التحریر

## مراحل اجرای کار

۱- نرم‌افزار مولتی‌سیم را فعال کنید.

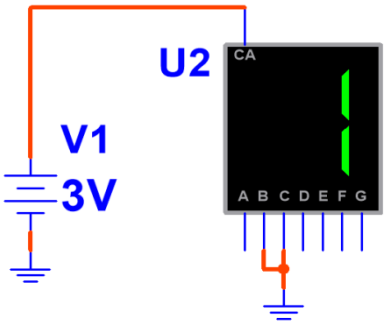
۲- از نوار قطعات، هفت قطعه‌ای آند مشترک (CA) را به روی میز کار بیاورید.

۳- مطابق شکل ۳-۳۸ با یک باتری ۳ ولتی LED که با حرف A مشخص شده‌است را روشن کنید.



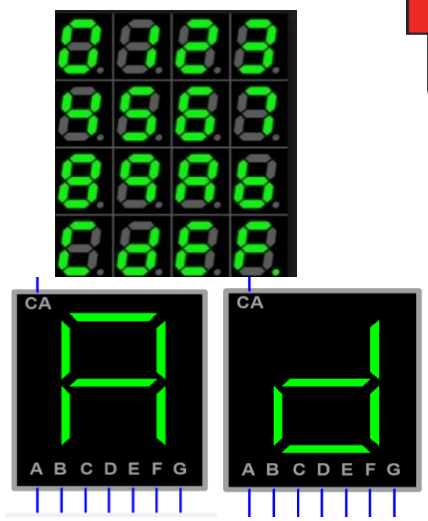

شکل ۳-۳۸- روشن کردن LED حرف A

۴- LEDهای نامگذاری شده با حروف B و C را مطابق شکل ۳-۳۹ روشن کنید.



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

**۵-** آیا می‌توانید اعداد از صفر تا نه و برخی حروف انگلیسی مانند شکل ۳-۴۰ 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؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

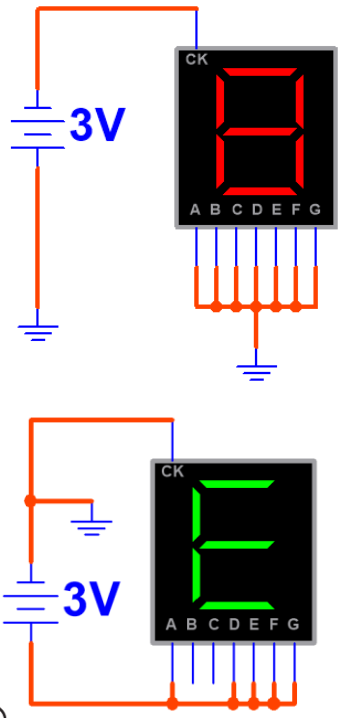
. . . . . .

. . . . . .

. . . . .

۷- هفت‌قطعه‌ای (۷ 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 نشان‌می‌دهد.




شکل ۴۱-۳ مدارهفت‌قطعه‌ای کاتد مشترک

**کار عملی ۱۰ – کار با هفت‌قطعه‌ای واقعی**

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

**ابزار، مواد 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.

شکل ۴۲-۳ محل ترسیم شکل هفت‌قطعه‌ای

۲- مقطع هفت‌قطعه‌ای را از محل خروج پایه‌ها مشابه شکل ۳-۶ در شکل ۴۳- ۳ رسم کنید و هر پایه را شماره‌گذاری کنید.

شکل ۴۳-۳ ترسیم و شماره‌گذاری پایه‌ها در 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 مشخص کنید، سپس هریک از LEDها را به ترتیب روشن کنید و از صحت عملکرد LEDها مطمئن شوید و LEDها را در شکل ۴۳-۳ حروف‌گذاری کنید.

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

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

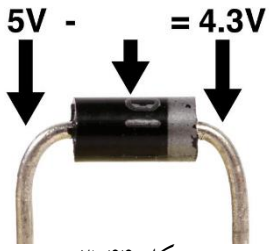
.....

.....

.....

## 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.




افت ولتاژ دو سر دیود

جنس دیود

شکل ۴۴-۳

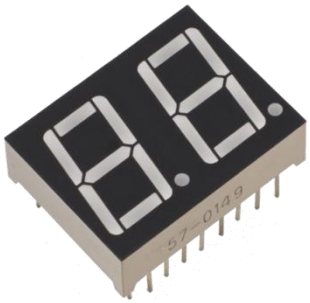
۲- با استفاده از برگه اطلاعات نشان داده شده در شکل ۹-۳ حد اکثر ولتاژ موثر ($V_{RMS}$) و جریان معدل ماکزیمم($I_{FAVE}$) برای دیود۱N۴۰۰۱ را بنویسید.

۳ – دیود در حالت ایده‌آل در بایاس موافق مانندکلید . . . .. 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 ۴۳-۳ چند تا است؟

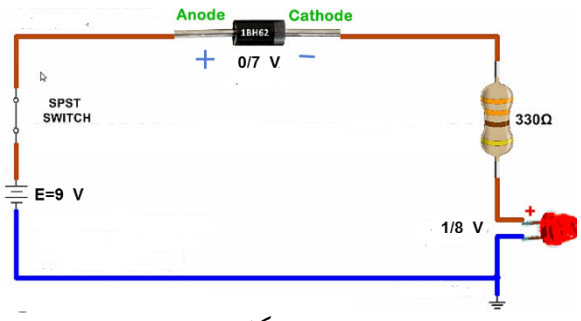
۱) ۱۴ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸



شکل ۴۵-۳

۶- نقشه فنی یک نمونه هفت قطعه‌ای به صورت کاتد مشترک را رسم کنید.

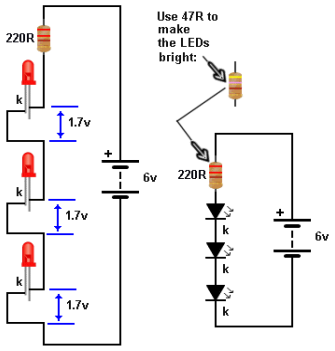
۷- جریان عبوری از مدار شکل ۳-۴۶ را محاسبه کنید.




شکل ۳-۴۶

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

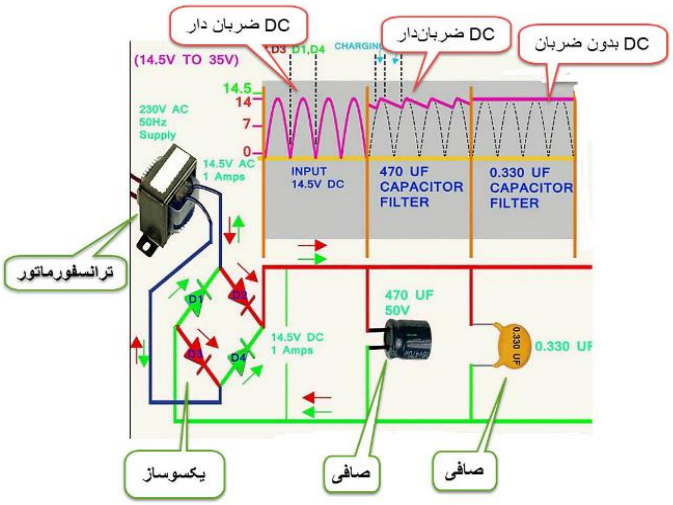
☐ صحیح ☐ غلط




شکل ۳-۴۷

## ۳-٤ 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 ۳-۴۸ مراحل تبدیل ولتاژ متناوب را به ولتاژDC نشان‌می‌دهد.




شکل ۳-۴۸ مراحل تولید ولتاژ DC

### ●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 ۱۱: یکسو ساز نیم‌موج در نرم‌افزار

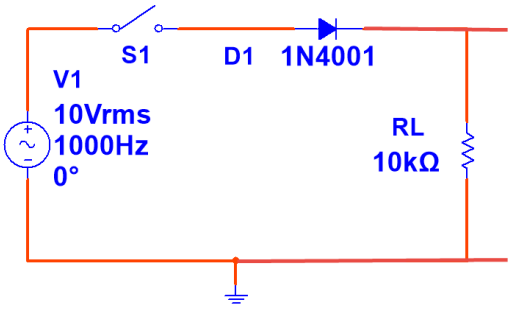
**هدف:** بررسی عملی مدار یکسوساز نیم‌موج و اندازه‌گیری کمیت‌های مدار با استفاده از نرم‌افزار

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

### مراحل اجرای کار

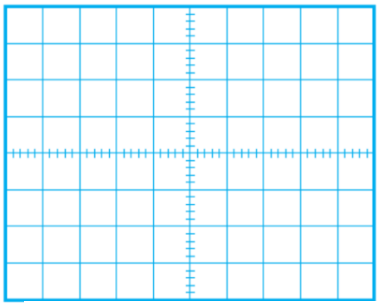
۱- نرم‌افزار مولتی‌سیم را فعال کنید.

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

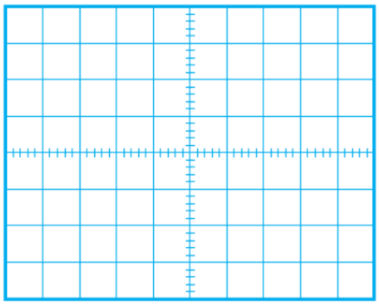



شکل ۴۹-۳ مدار آزمایش

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 ظاهر کنید. سپس موج‌ها را در نمودار شکل ۵۰-۳ رسم کنید.



الف - شکل موج ورودی



ب- شکل موج خروجی

شکل ۵۰-۳ محل ترسیم شکل موج‌ها

۴- ولتاژ پیک‌تاپیک موج ورودی را محاسبه کنید.

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

$V_{Pk}$=(..... )×(.....)= .... v

۵- ولتاژ پیک موج خروجی را محاسبه کنید.

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

$V_{PP}$=(..... )×(.....)= .... v

۶- با ولت‌مترDC ولتاژ خروجی را اندازه‌بگیرید.

$V_{DC}$ =..... V

۷- با استفاده از فرمول $V_{DC} = \frac{V_{pk}}{\pi}$ ، ولتاژ DC خروجی را محاسبه کنید.

$V_{DC}$ =..... 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 یادداشت کنید.

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

T=(..... )×(.....)= Sec

۱۰- فرکانس موج خروجی را محاسبه کنید.

F=..... HZ

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

.....

.....

.....

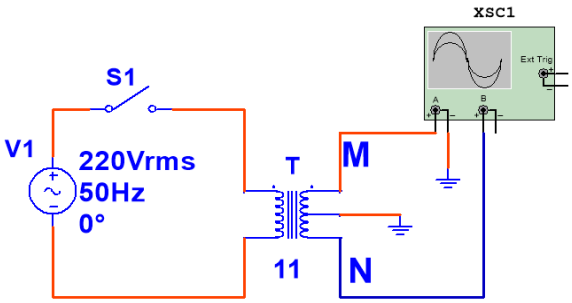
**کار عملی ۱۲: یکسو ساز تمام موج در نرم‌افزار**

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

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

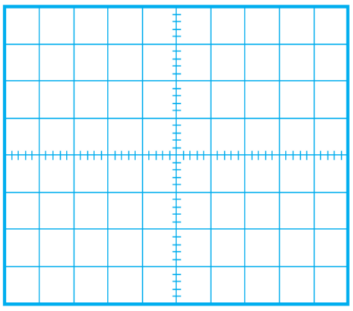
## مراحل اجرای کار

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

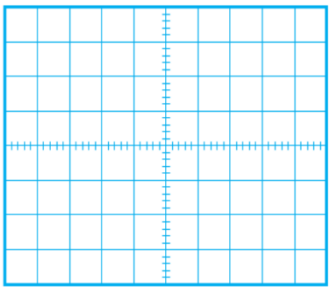



شکل ۵۱-۳ قسمتی از مدار یکسوساز

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 نموده اند؟

.....

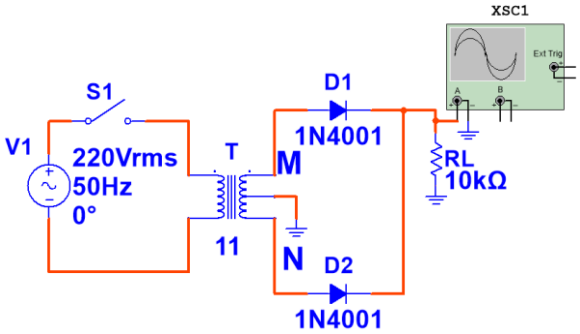
.....

۴- دامنه پیک تا پیک یک‌سر ثانویه ترانسفورماتور را نسبت به نقطه G اندازه‌بگیرید و یادداشت کنید.

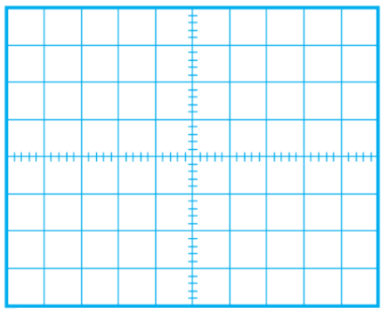
$V_{PP}$=(تعداد خانه‌های قله تا قله)×$(\frac{Volt}{Div})$

$V_{PP}$=(..... )×(.....)=. . . . . 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 ظاهر کنید و در نمودار شکل ۵۵-۳ رسم کنید.




شکل ۵۴-۳ مدار یکسوساز تمام‌موج



شکل ۵۵-۳ شکل موج دو سر بار

۶- دامنه ماکزیمم موج یکسوشده را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V_{Pk}$=(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 یادداشت کنید.

$V_{DC}$ =..... V

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

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

۱۰- زمان تناوب موج خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

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

T=(..... )×(.....)= Sec

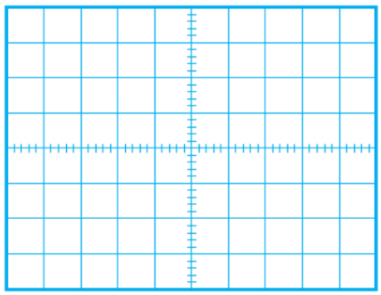
۱۱- فرکانس موج خروجی را محاسبه کنید.

F= ..... HZ

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

. . . . . .

۱۳- خازن F μ ۱۰ 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 F ۱۰۰ μ را با بار موازی کنید آیا ولتاژ خروجی کاملاً صاف شده است؟.....

.....

## کارعملی ۱۳: یکسو ساز نیم‌موج با قطعات واقعی

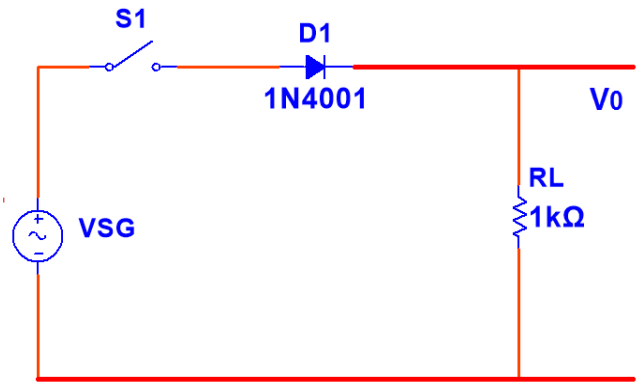
**هدف:** بررسی عملی مدار یکسوساز نیم‌موج و اندازه‌گیری کمیت‌های مدار با از استفاده قطعات واقعی

**ابزار، مواد و تجهیزات:** سیگنال‌ژنراتور صوتی یک دستگاه- اسیلوسکوپ یک‌دستگاه-مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-دیود ۱N۴۰۰۱ یک عدد- مقاومت ۱ KΩ، ۱/۴ وات یک عدد- بِردبُرد یک قطعه

### مراحل اجرای کار

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

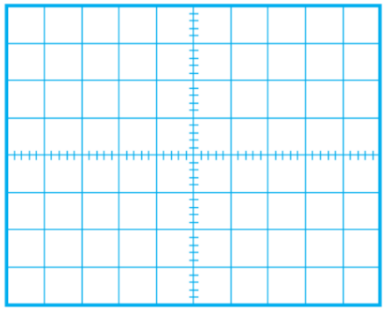
ژ



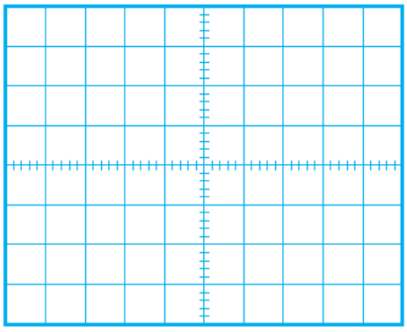

شکل ۵۷-۳ مدار یکسوساز نیم‌موج

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

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 ظاهر کنید. سپس موج‌ها را در نمودار شکل ۵۸- ۳ و ۵۹-۳ رسم کنید.



شکل ۵۸-۳ شکل موج $V_{SG}$



شکل ۵۹-۳ موج $V_O$

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

۵- ولتاژ پیک موج خروجی را محاسبه کنید و مقدار آن را در جدول ۸-۳ یادداشت کنید.

۶- با استفاده از فرمول $V_{DC} = \frac{V_{pk}}{\pi}$ ، ولتاژ DC خروجی را محاسبه کنید و مقدار آن را در جدول۸-۳ یادداشت کنید.

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

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 در جدول یادداشت کنید.

۱۰- فرکانس موج خروجی را محاسبه کنید و در جدول یادداشت کنید.

| 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 | | |

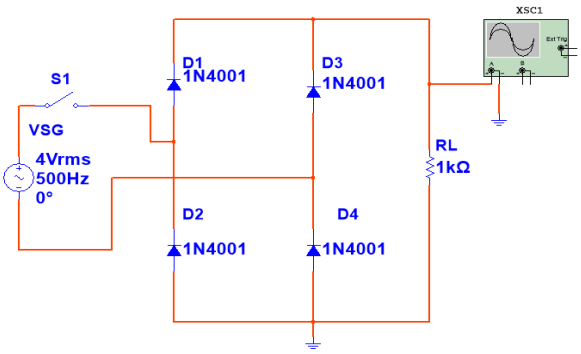
**کار عملی ١٤: یکسوساز تمام‌موج پُل با قطعات واقعی**

**هدف:** بررسی عملی مدار یکسوساز تمام‌موج و اندازگیری کمیت‌های مدار با استفاده قطعات واقعی

**ابزار، مواد و تجهیزات:** سیگنال‌ژنراتور صوتی یک دستگاه- اسیلوسکوپ یک‌دستگاه-مولتی‌متر دیجیتالی یک دستگاه-دیود ۱N۴۰۰۱ ۴ عدد- مقاومت ۱KΩ، $\frac{۱}{٤}$ وات یک عدد- آی‌سی پُل یک عدد- خازن ۱۰ µF یک عدد- خازن ۱۰۰ µF یک عدد- بِردبُرد یک قطعه

## مراحل اجرای کار

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

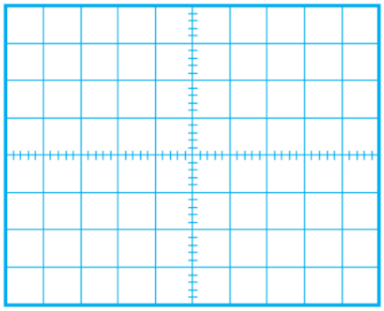



شکل ۶۰-۳ مدار یکسوساز تمام‌موج

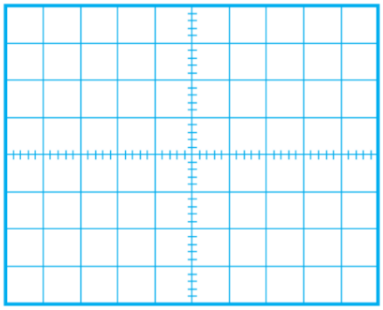
۲- سیگنال‌ژنراتور را روی فرکانس ۵۰۰ هرتز و دامنه موثر ۴ ولت تنظیم کنید.

۳- کلید مدار را وصل کنید و با استفاده از اسیلوسکوپ، موج ولتاژ ورودی مدار(موج مولدSG) و موج ولتاژ دو سر بار را به صورت پایدار و در مقیاس مناسب ظاهر کنید. سپس موج‌ها را در نمودار شکل ۶۱-۳ و۶۲- ۳ رسم کنید.

۴- ولتاژ پیک‌تاپیک موج ورودی را محاسبه کنید و مقدار آن را در جدول ۹-۳ یادداشت کنید.



شکل ۶۱-۳ شکل موج $V_{SG}$



شکل ۶۲-۳ موج $V_O$

۵- ولتاژ پیک موج خروجی را محاسبه کنید و مقدار آن را در جدول ۹-۳ یادداشت کنید.

۶- مقدار ولتاژ DC دو سر بار را از رابطه زیر

$$V_{DC} = \frac{۲V_{pk}}{\pi} = \cdots$$

محاسبه کنید و مقدار آن را در جدول ۹-۳ یادداشت کنید.

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

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

.....

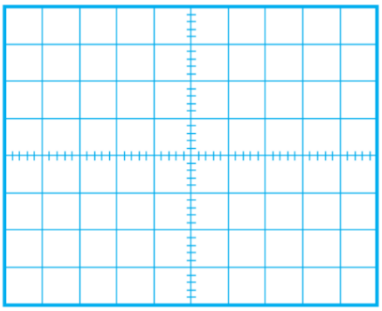
.....

.....

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

۱۰- فرکانس موج خروجی را محاسبه کنید و در جدول ۹-۳ یادداشت کنید.

۱۱- خازن F μ ۱۰ را با بار موازی کنید. سپس شکل موج دو سر بار را در نمودار شکل ۶۳-۳ رسم کنید.



شکل۶۳-۳ ولتاژ خروجی با صافی

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

جدول ۹-۳

| 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 | | |
| پیک تا پیک ضربان | | |

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

.....

.....

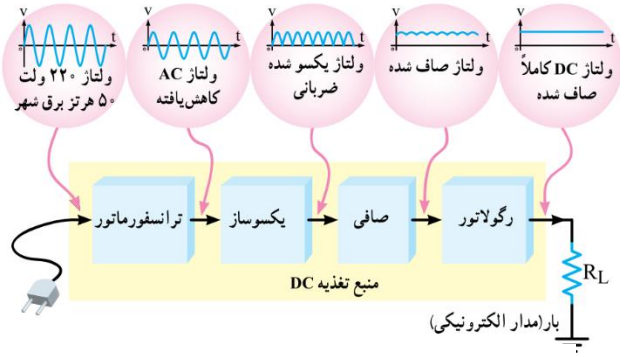
۱۴- به جای چهار دیود می‌توان از آی‌سی پُل مانند شکل ۶۴-۳ استفاده کرد. موج متناوب ورودی را به پایه‌های با علامت ∿ اتصال دهید و خروجی یکسوشده را از + و — دریافت کنید.

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

شکل ۶۴-۳ دو نمونه آی‌سی

**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.



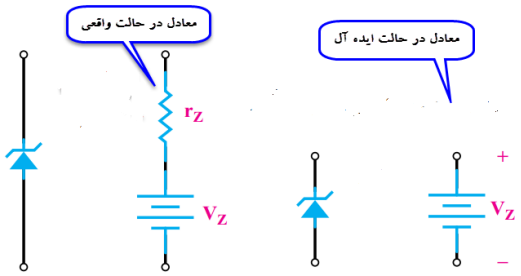

شکل ۶۵-۳ بلوک‌دیاگرام منبع تغذیه با رگولاتور ولتاژ

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.

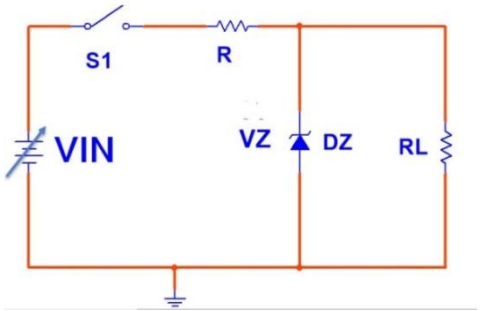
- ترانسفورماتور: . . . . . .
- یکسوساز: . . . . . .
- صافی: . . . . . .
- رگولاتور: . . . . . .
- بار: . . . . . .

یکی از کاربردهای دیود زنر، استفاده از آن در مدار رگولاتور ساده با دیود زنر 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 ناحیه 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.




شکل ۶۷-۳ 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.

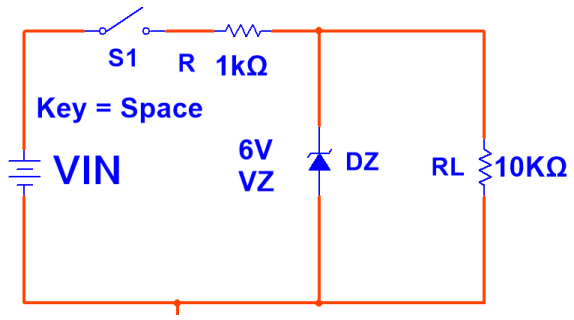
**کار عملی ۱۵: تثبیت‌کننده ولتاژ با دیود زنر در نرم‌افزار**

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

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

**مراحل اجرای کار**

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




شکل۶۸-۳ مدار آزمایش رگولاتور با زنر

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 یادداشت کنید.

جدول ۱۰-۳

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

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 جدول۱۱-۳ یادداشت کنید.

۵-توان تلفاتی دیود زنر را در این دو حالت از فرمول $P_Z=V_Z\times I_Z$ محاسبه و در جدول۱۱-۳ یادداشت کنید.

جدول ۱۱-۳

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

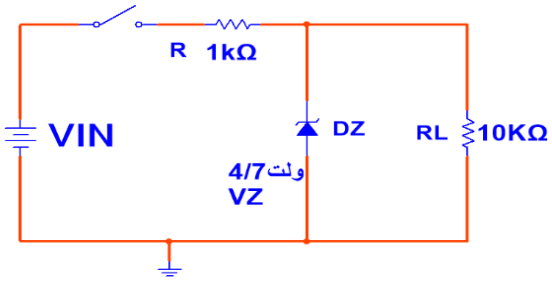
**کار عملی ۱۶: تثبیت‌کننده ولتاژ زنری به صورت سخت‌افزاری**

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

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

## مراحل اجرای کار

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




شکل ۶۹-۳ مدار آزمایش رگولاتور با زنر

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

جدول ۱۲-۳

| ردیف | ولتاژ منبع (ولت) | ولتاژ دو سر بار |
|---|---|---|
| ۱ | ۲ | |
| ۲ | ۵ | |
| ۳ | ۸ | |
| ۴ | ۱۲ | |
| ۵ | ۱۵ | |

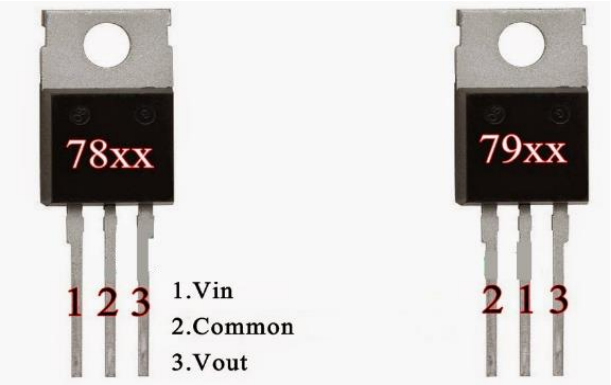
۴- در چه محدوده‌ای از ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ثابت مانده است؟

. . . . . .

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

## ۳-۵ -آی‌سی‌های رگولاتور

امروزه برای تثبیت ولتاژ به‌جای استفاده از دیود زنر از آی‌سی‌های رگولاتور استفاده‌می‌کنند. آی‌سی‌های رگولاتور، مدارهای مجتمع تنظیم‌کننده‌های ولتاژ هستند که 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 تنظیم‌کننده‌ها ی 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.

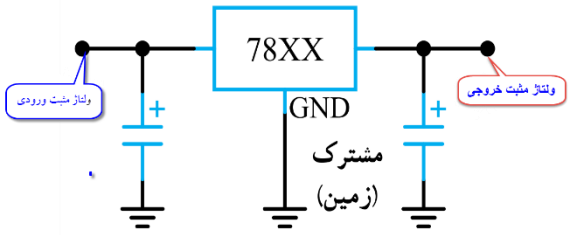
**●انواع آی‌سی‌های رگولاتور**

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**

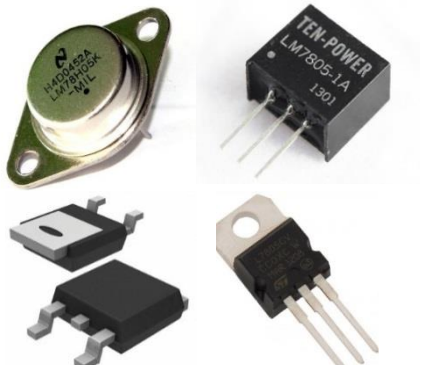
این آی‌سی‌ها ولتاژ مثبت تهیه می‌کنند. رگولاتورهای سری ۷۸xx در این دسته‌بندی قراردارند. شکل ۷۱-۳ چگونگی قرارگرفتن آی‌سی رگولاتور سری مثبت را در

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



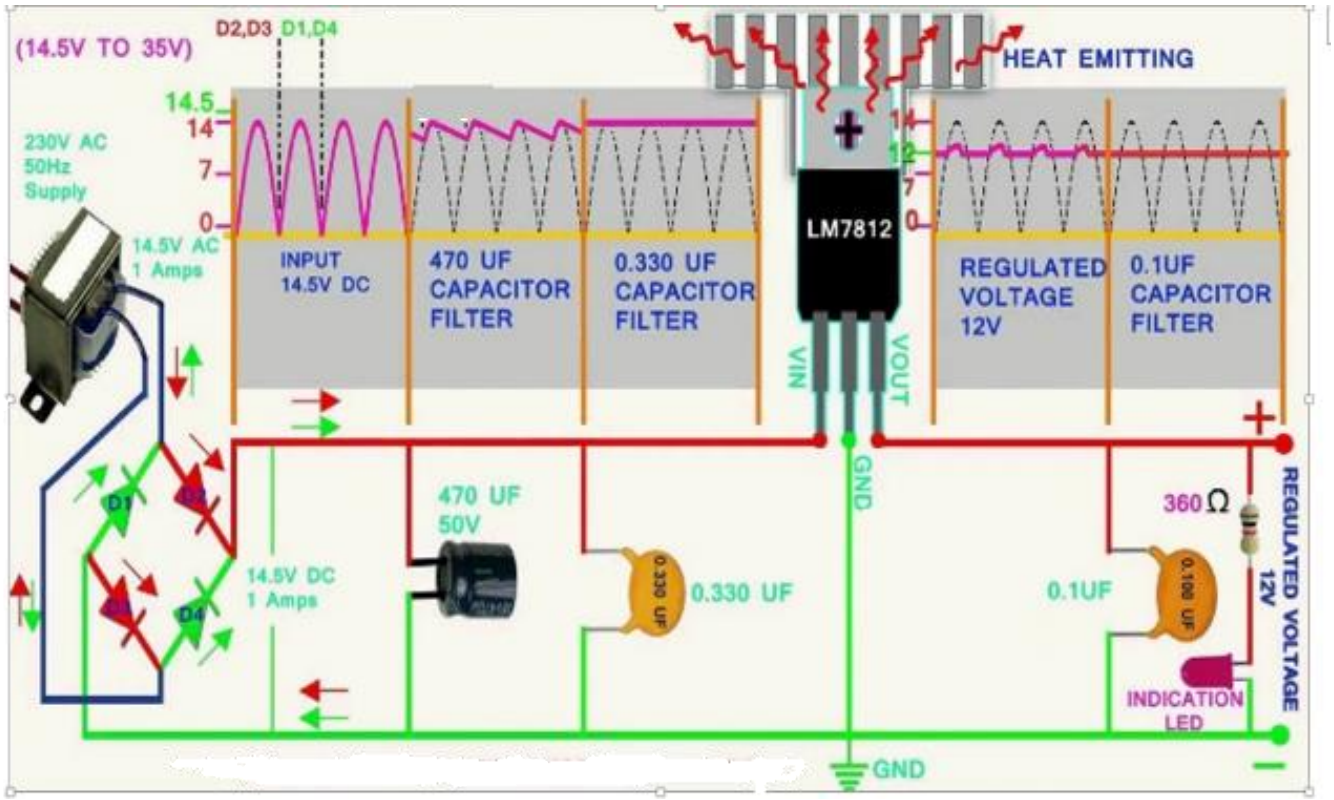

شکل ۳-۷۱ مدار استاندارد قرارگرفتن آی‌سی در مدار

در شکل ۳-۷۲ چهار نمونه بسته‌بندی از این سری آی‌سی ها را مشاهده می‌کنید.




شکل ۳-۷۲ بسته بندی آی‌سی‌های رگولاتور

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




شکل ۳-۷۳ مدار منبع تغذیه با آی‌سی

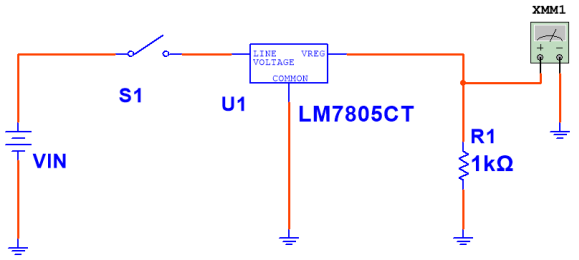
**کار عملی ۱۷ :آی‌سی رگولاتور مثبت در نرم‌افزار**

**هدف:** بررسی عملی مدار آی‌سی رگولاتور با استفاده از نرم‌افزار

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

**مراحل اجرای کار**

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




شکل ۳-۷۴ مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور

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

جدول۳-۱۳

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

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

.....

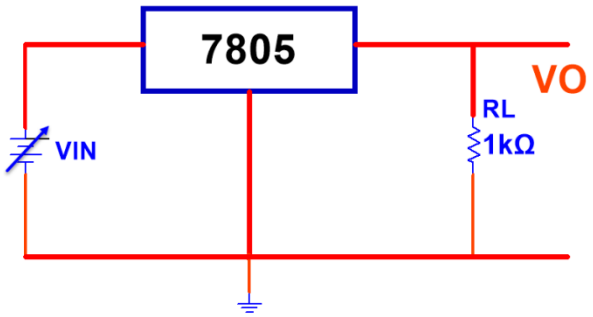
**کار عملی ۱۸: رگولاتور با آی‌سی ۷۸۰۵**

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

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

**مراحل اجرای کار عملی**

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




شکل ۳-۷۵ مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور مثبت

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

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

| جدول ۳-۱۴ | | |
|---|---|---|
| ردیف | ولتاژ منبع (ولت) | ولتاژ دو سر 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 ۳-۱۵ تغییر دهید و در هر مرحله ولتاژ خروجی را با ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول ۳-۱۴ یادداشت کنید.

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

.....

.....

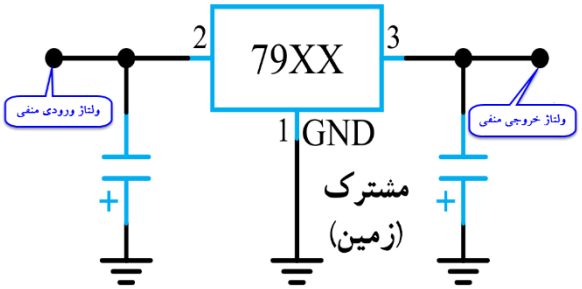
۶- با توجه به مقدار ولتاژ خروجی و مقاومت بار، جریان بار را در هر مرحله از فرمول $I_L=\frac{V_{RL}}{RL}$ محاسبه کنید و نتایج را در جدول بنویسید.

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

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

**●آی‌سی‌های سری منفی**

این آی‌سی‌ها ولتاژ منفی تهیه می‌کنند. رگولاتورهای سری 79 xx در این دسته‌بندی قراردارند. شکل ۳-۷۶ چگونگی قرارگرفتن این نوع آی‌سی را در مدار نشان می‌دهد.




شکل ۳-۷۶ مدار استاندارد قرارگرفتن آی‌سی

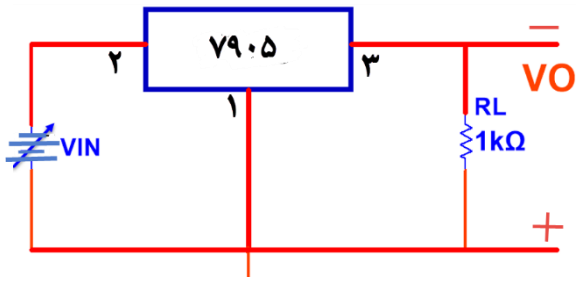
**کار عملی ۱۹: رگولاتور با آی‌سی ۷۹۰۵**

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

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

## مراحل اجرای کار

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




شکل ۳-۷۷ مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور منفی

۲- مقدار ولتاژ ورودی را بر اساس جدول ۳-۱۶ تغییر دهید و ولتاژ دو سر بار را با ولت‌متر اندازه‌بگیرید و در جدول یادداشت کنید.

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

جدول ۳-۱۶

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

## کار عملی ۲۰: خواندن برگه اطلاعات

**هدف:** استخراج اطلاعات از برگه اطلاعات

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

۱-متن زیر به زبان اصلی در مورد آی‌سی‌های سری XX ۷۸ است. متن را به فارسی ترجمه کنید.

- 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

.....

.....

۲- برگه اطلاعات شکل ۳-۷۸ را مورد مطالعه قرار دهید و اطلاعات خواسته شده را استخراج نمائید و در جدول ۳-۱۷ یادداشت کنید.

.....

.....

.....

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 ۳-۷۸ برگه اطلاعات

جدول ۳-۱۷

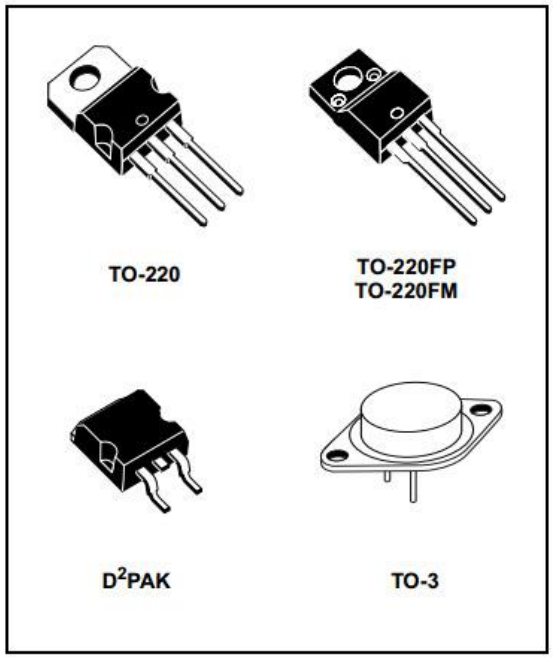
| ردیف | شماره فنی آی‌سی | ولتاژ خروجی | ماکزیمم جریان | ماکزیمم ولتاژ ورودی |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۷۸L۰۵ | | | |
| ۲ | ۷۸M۱۵ | | | |
| ۳ | ۷۸۰۵ | | | |

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

..... .....

.....

.....



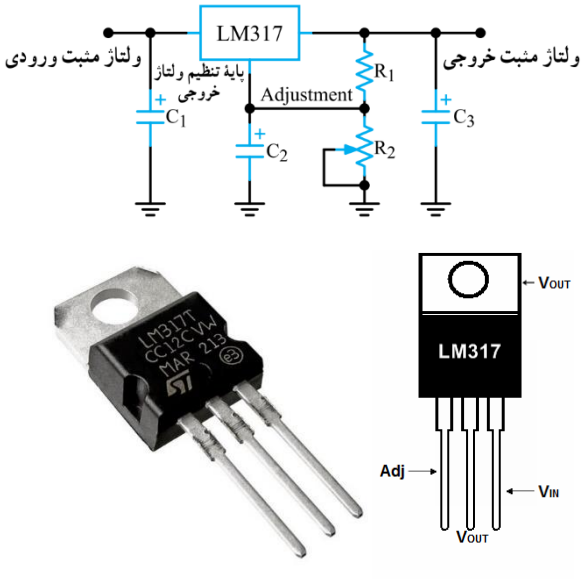

شکل ۷۹-۳ بسته‌بندی انواع آی‌سی رگولاتور

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.

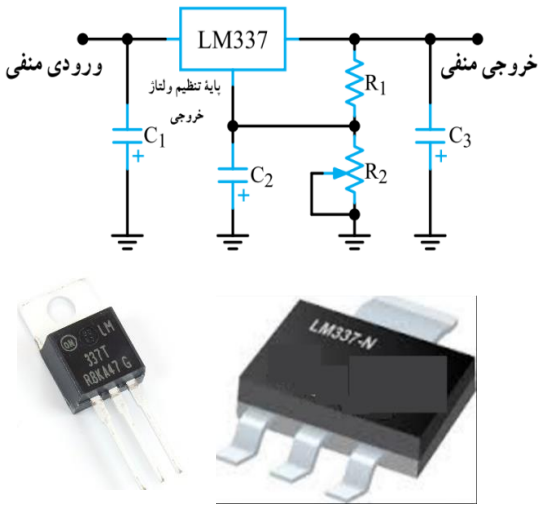
آی‌سی دارای سه پایه ورودی(Input)، خروجی(Out put) و پایه قابل تنظیم (Adjustment) است. مقاومت ثابت $R_1$ و مقاومت متغیر $R_2$ برای تنظیم سطح ولتاژ و مقدار بیشینه (ماکزیمم) ولتاژ خروجی در مدار به‌کار می‌رود. حداکثر جریانی که این آی‌سی می‌تواند به بار بدهد ۱/۵ آمپر است.




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 ۸۱-۳نقشه مدار و تصویر دو نمونه رگولاتور منفی

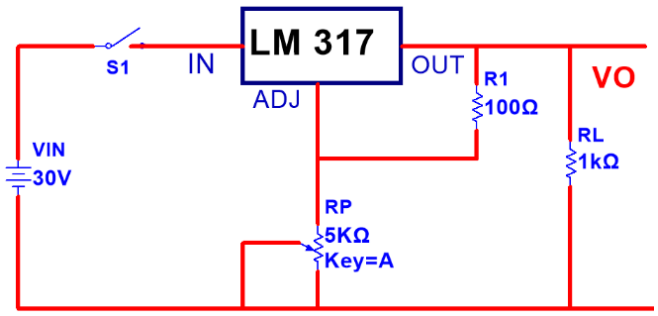
**کار عملی ۲۱: رگولاتور متغیر با آی‌سی LM۳۱۷**

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

**ابزار، مواد و تجهیزات:** منبع تغذیه یک دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه-آی‌سی رگولاتور LM۳۱۷ یک عدد- مقاومت ۱۰۰ Ω، ¼ وات یک عدد- پتانسیومتر ۵ KΩ یک عدد- بِردبُرد یک قطعه

## مراحل اجرای کار

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




شکل ۸۲-۳ مدار آزمایش با آی‌سی رگولاتور متغیر

نکته :برای تشخیص پایه‌های آی‌سی LM۳۱۷ به برگه اطلاعات آن مراجعه کنید.

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.

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 جدول ۱۸-۳ یادداشت کنید.

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

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

.....

۶-آیا می‌توان ولتاژ خروجی را از رابطه

$$V_{O=}\left(1+\frac{R_P}{R_1}\right)\times V_{R1}$$

به دست آورد؟

.....

هر مرحله، ولتاژ خروجی را با فرمول محاسبه کنید و نتایج را با مقدار اندازه‌گیری‌شده مقایسه‌نمایید. مقدار $V_O$ محاسبه‌شده را در جدول یادداشت کنید.

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

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

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

جدول ۱۸-۳

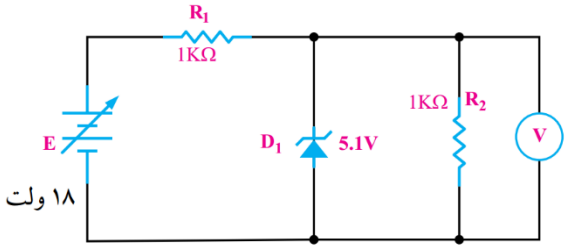
| مرحله | مقدار پتانسیومتر | $V_{R1}$ ولت | $V_{RP}$ ولت | $V_O$ اندازه‌گیری‌شده (ولت) | VO محاسبه‌شده (ولت) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | در مینیمم | | | | |
| ۲ | در حد وسط | | | | |
| ۳ | در ماکزیمم | | | | |

**الگوی پرسش**

۱- یکسوسازی را تعریف کنید و انواع آن را نام ببرید.

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

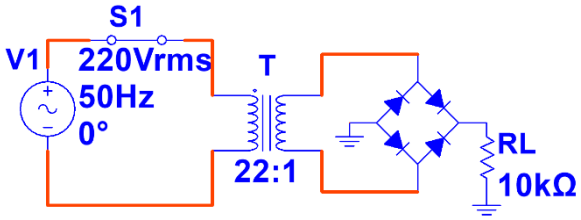
۳- در شکل ۸۳-۳ مطلوب است محاسبه الف- $V_O$ ب- $I_L$




شکل ۸۳-۳ مدار سوال ۳

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 محاسبه کنید.

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




شکل ۸۴-۳ مدار سوال ۴

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

☐ صحیح ☐ غلط

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

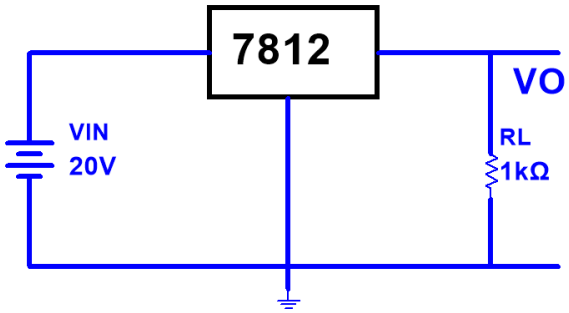
☐ صحیح ☐ غلط

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

۱) LM۳۳۷ ۲) LM۳۱۷

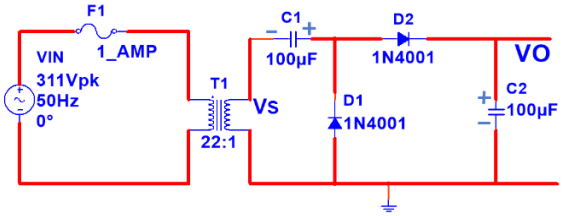
۳) ANV۸۰۵ ۴) ANV۷۹۱۵

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




شکل۵ ۸-۳ مدار سوال ۸

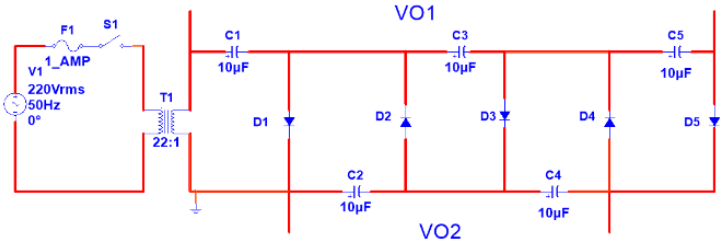
**●چندبرابر کننده ولتاژ**




شکل ۸۶-۳ مدار دوبرابر کننده

مدارهای چندبرابر کننده ولتاژ، منابع تغذیه‌ای هستند که ولتاژ خروجی آن‌ها چند برابر ماکزیمم ولتاژ ورودی است. در شکل ۸۶-۳ مدار یک نمونه دوبرابر کننده ولتاژ رسم‌شده است.

در این مدار خازن $C_1$ به اندازه$V_{Smax}$ و خازن $C_2$ به اندازه $V_{Smax}$ ۲ شارژ می‌شود لذا ولتاژ خروجی دو برابر می‌شود. هنگامی که مقاومت بار به خروجی وصل‌شود، ضربان (ریپل) زیادی در دوسر بار ظاهر می‌شود، از این رو این گونه مدارها فقط در شدت جریان‌های کم به کار می‌روند. در شکل ۸۷-۳ مدار پنج‌برابر کننده ولتاژ رسم شده است . در این مدار هم خازن C1 به اندازه $V_{Smax}$ و سایر خازن‌ها به اندازه $V_{Smax}$ ۲ شارژ می‌شوند.




شکل ۸۷-۳ مدار پنج برابر کننده ولتاژ

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

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

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

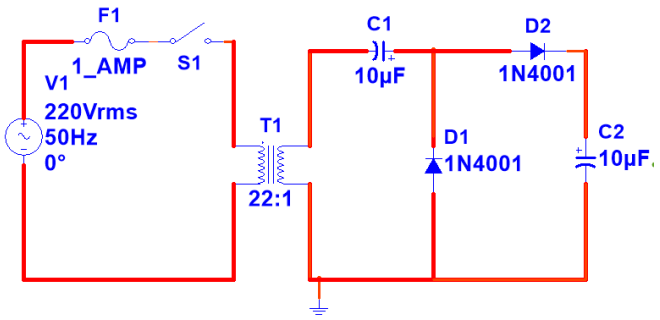
**کار عملی ۲۲: دوبرابرکننده ولتاژ**

**هدف:** بررسی عملی مدار دو برابرکننده ولتاژ در نرم‌افزار

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

## مراحل اجرای کار

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




شکل۸۹-۳ مدار دوبرابر کننده ولتاژ

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

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

۴- ولتاژ دو سر خازن $C_1$ و خازن $C_2$ را با ولت‌متر DC نرم‌افزار اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید.

جدول ۱۹-۳

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

**کار عملی ۲۳: دوبرابرکننده ولتاژ**

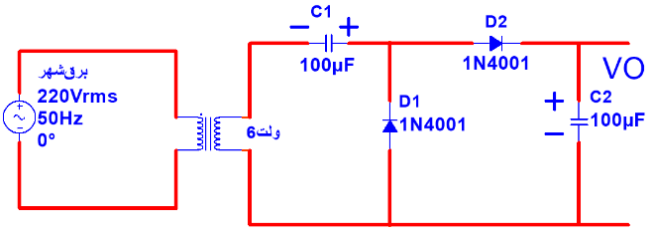
**هدف:** بررسی عملی مدار دوبرابرکننده ولتاژ با قطعات واقعی

**ابزار، مواد 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 ۴۷۰Ω ، ½ وات یک عدد

## مراحل اجرای کار

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



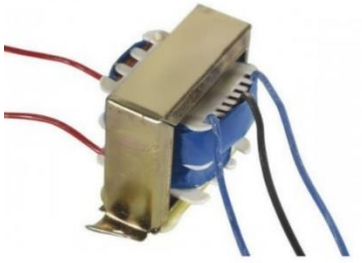

شکل ۹۰-۳ مدار دوبرابر کننده ولتاژ

نکته ایمنی :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 هنگام کار رعایت کنید.

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

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

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



**سیم اولیه ترانسفورماتور بریدگی نداشته باشد و کاملاً عایق‌بندی باشد .**

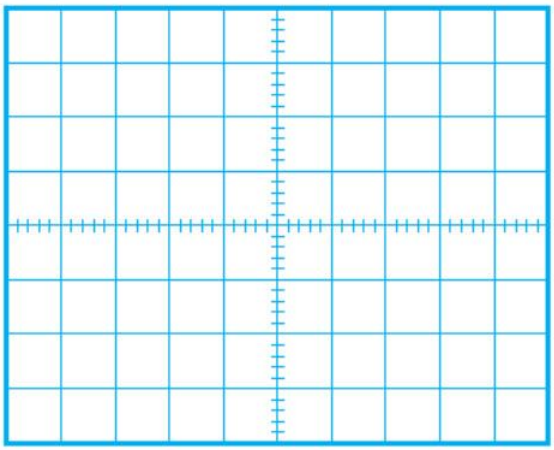
**سیم رابط بریدگی نداشته باشد و دو شاخه سالم باشد**

**دو شاخه را مانند شکل به درستی در دست بگیرید**

شکل ۹۱-۳ برخی نکات ایمنی هنگام کار با برق

| جدول ۲۰-۳ | | |
|---|---|---|
| مقدار(ولت) | کمیت مورد اندازه‌گیری | ردیف |
| | $V_{Srms}$ | ۱ |
| | $V_{Smax}$ | ۲ |
| | $V_{C۱}$ | ۳ |
| | $V_{C۲}$ | ۴ |

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



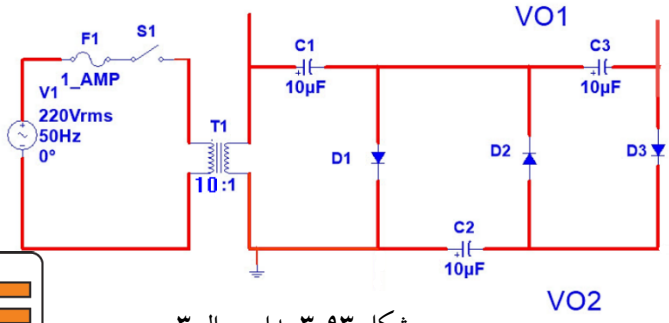
شکل ۹۲-۳ محل ترسیم شکل ولتاژ دوسر بار

## الگوی پرسش

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

۲- مدار یک پنج‌برابرکننده ولتاژ را رسم کنید.

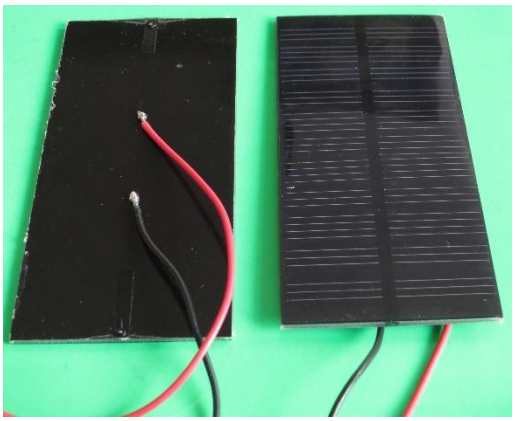
۳- در مدار شکل ۹۳-۳ پس از بستن کلید و شارژ کامل خازن‌ها، ولتاژ هر خازن و ولتاژ خروجی($vo_۱$) را محاسبه کنید.




شکل ۹۳-۳ مدار سوال ۳

## ۶-۳- سلول خورشیدی Solar Energy

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

## کار عملی ۲۴: سلول خورشیدی

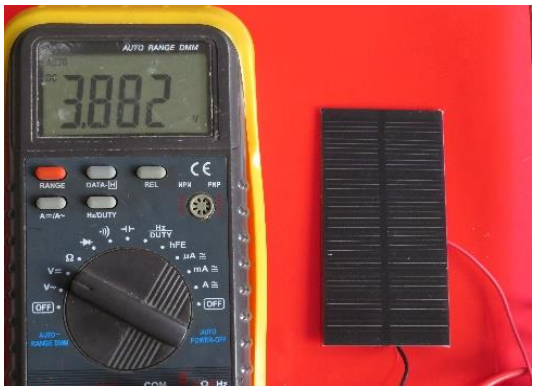
**هدف:** به کارگیری سلول خورشیدی برای تولید الکتریسیته

**ابزار، مواد و تجهیزات:** سلول خورشیدی ۲ قطعه–مولتی‌متر دیجیتالی یک‌دستگاه–دیود LED به تعداد کافی– بِردبُرد یک قطعه– مقاومت ۴۷۰Ω، $\frac{1}{4}$ وات 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 ۹۵–۳ اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

نکته ایمنی: هنگام لحیم‌کاری سیم به سلول‌خورشیدی مراقب‌باشیدپَدهای اتصال(Pads) سلول خورشیدی آسیب نبینند.




شکل ۹۵–۳ اندازه‌گیری ولتاژ سلول خورشیدی

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

V =ولتاژ در کم‌ترین نور

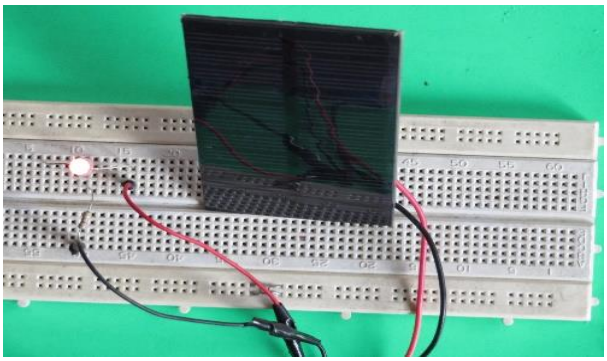
V = ولتاژ در بیش‌ترین نور

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

V =ولتاژ تولیدی( سلول‌ها سری)

V =ولتاژتولیدی( سلول‌ها موازی)

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

$R=\frac{V_R}{I}=\frac{V_{\text{سلول}}-VD}{ID}$ R= Ω

۵– آمپرمتر را با مدار سری کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

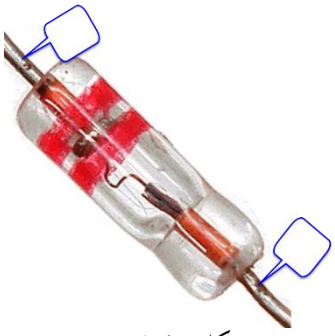
I= mA

۶– آیا می‌توانید چندین LED را موازی‌کنید و با سلول خورشیدی آن‌ها را روشن کنید؟ این موضوع را تجربه‌کنید.

**نکته:** در صورت نیاز سلول‌ها را با هم موازی‌کنید تا جریان مورد نیاز را تامین کند.

## الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری

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

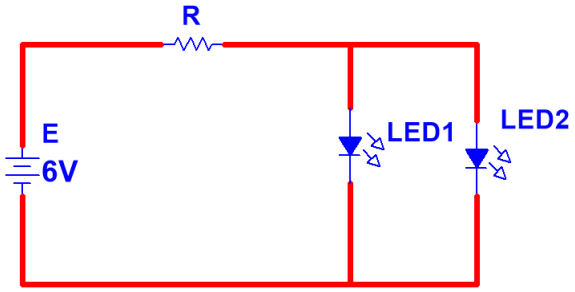


شکل ۳-۹۷

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

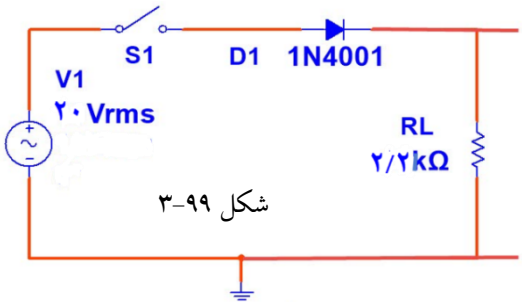
۳- افت ولتاژ دو سر یک دیود سیلیسیومی در حالت آرمانی(ایده‌آل)برابر..... ولت و در حالت واقعی حدود ..... ولت است.

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




شکل۳-۹۸

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

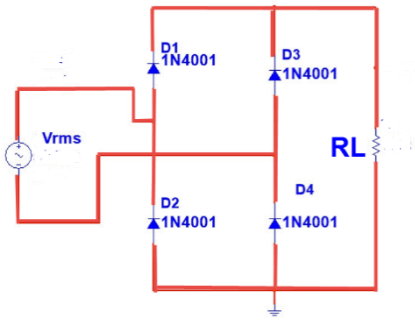



شکل ۳-۹۹

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

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

۳) $\frac{۲Vrms}{\pi}$ ۴) $\frac{Vrms}{\pi}$

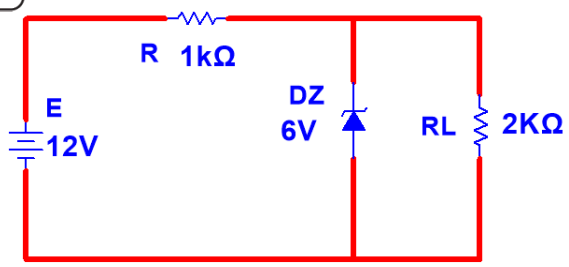



شکل ۳-۱۰۰

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

☐ صحیح ☐ غلط

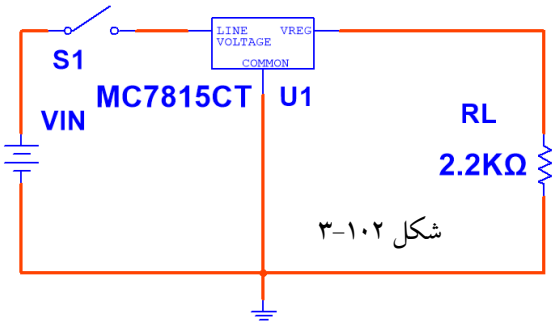
۸- در مدار شکل ۳-۱۰۱ ولتاژ دوسر بار و جریان آن را محاسبه کنید.




شکل ۱۰۱-۳

## الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری

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




شکل ۱۰۲-۳

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.

جدول ۲۱-۳

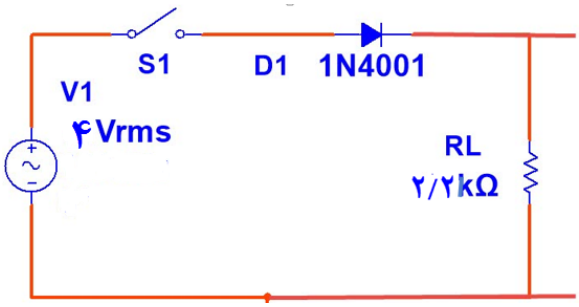
| ردیف | ولتاژ منبع (ولت) | ولتاژ دوسر بار |
|---|---|---|
| ۱ | ۸ | |
| ۲ | ۱۵ | |
| ۳ | ۲۰ | |
| ۴ | ۲۵ | |
| ۵ | ۳۰ | |

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

۵- به ازای ولتاژ ورودی ۲۵ ولت جریان بار را محاسبه کنید.

## الگوی آزمون عملی پایان واحد یادگیری با قطعات واقعی

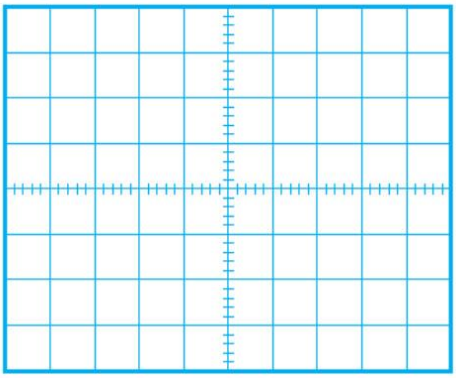
۱-مدار شکل ۱۰۳-۳ را روی بِردبُرد ببندید.




شکل ۱۰۳-۳

۲- سیگنال‌ژنراتور را روی ۴ ولت موثر و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید. 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.



شکل ۱۰۴-۳ محل ترسیم شکل ولتاژ دوسر

۴- با استفاده از فرمول، ولتاژ DC خروجی را محاسبه کنید و مقدار آن را یادداشت کنید.

۵- مقدار ولتاژ DC دوسر بار را با ولت‌متر انـدازه بگیریـد و یادداشت کنید.

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

۷- زمـان تنـاوب مـوج خروجـی را انـدازه بگیریـد و یادداشت کنید.

۸- فرکانس موج خروجی را محاسبه و یادداشت کنید.

## واحد یادگیری ٤: ترانزیستور و کاربرد عملی آن

آیا تا به حال پی برده‌اید:

- اختراع ترانزیستور چه تحول شگرفی در صنعت الکترونیک پدید آورده است؟
- کدام قطعه الکترونیکی در یک مدار می‌تواند سیگنال ضعیف مانند صوت انسان را تقویت کند؟
- اگر بخواهیم در مداری میلیون‌ها بارعمل قطع و وصل را انجام دهیم، کدام قطعه الکترونیکی می‌تواند این کار 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 تغذیه 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، رعایت نظم و ترتیب از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید رعایت شود.

**استاندارد عملکرد**

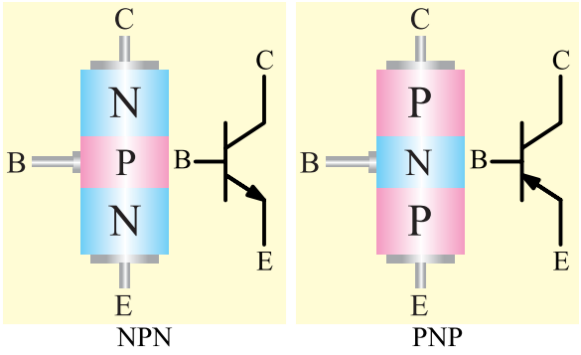
تغذیه ترانزیستور و اجرای عملی مدارهای کاربردی ساده با ترانزیستور به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری

**مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری:**

ابـزار عمـومی بـرق و الکترونیـک- منبـع تغذیـه – سیگنال‌ژنراتورAF- اسیلوسکوپ – مولتی‌متر دیجیتالی- رایانـه – نـرم‌افـزار مناسـب- ویـدئوپروژکتور- بِردبُـرد- لوازم‌التحریر- انواع ترانزیستور، مقاومت،خازن و سیم‌های رابط

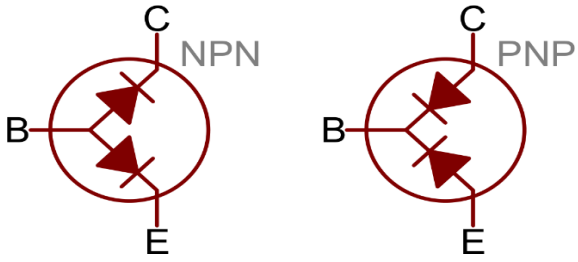
## ۱-٤- تعیین پایه‌ها و آزمایش صحت ترانزیستور

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.




شکل ۱-۴ ساختمان کریستالی و نماد فنی ترانزیستور

مدار معادل دیودی ترانزیستور در شکل ۲-۴ رسم‌شده است.




شکل ۲-۴ معادل دیودی ترانزیستور

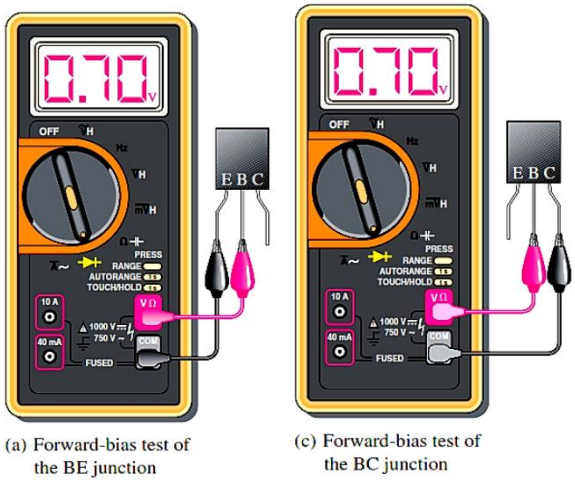
## کار عملی ۱-تعیین پایه‌ها، نوع و آزمایش صحت ترانزیستور

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

**ابزار، مواد 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.



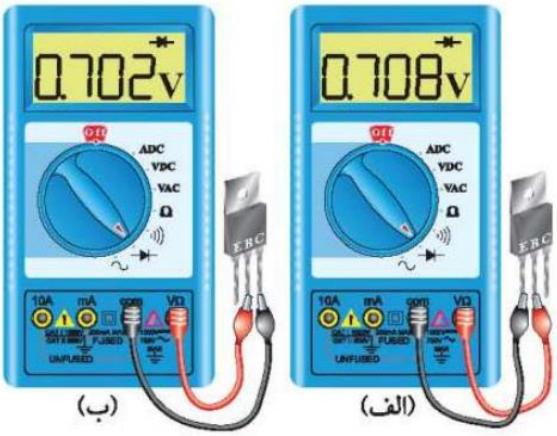

شکل ۳-۴ تشخیص پایه بیس ترانزیستور با مولتی‌متر دیجیتالی

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

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. نوع ترانزیستور مورد آزمایش را تعیین کنید. ترانزیستور از نوع NPN است

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 کنید و جدول را کامل کنید.

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

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.

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

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

## کار عملی ۲: خواندن برگه اطلاعات

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

**ابزار، مواد 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 تکمیل کنید.

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

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

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

| Parameters | | Symbols | Value | Units |
|---|---|---|---|---|
| Collector-Emitter Voltage | BC337<br>BC338 | $V_{CES}$ | 50<br>30 | V |
| Collector-Emitter Voltage | BC337<br>BC338 | $V_{CEO}$ | 45<br>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 |

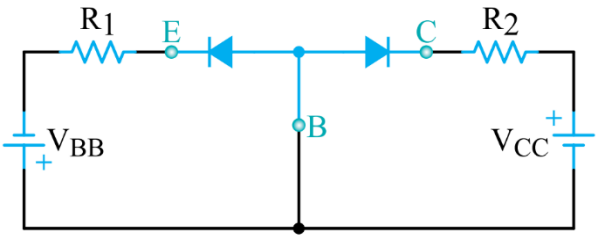
Notes: (1) Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2mm from case.

شکل ۶-۴ بخشی از برگه اطلاعات ترانزیستور

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

## ٤- تغذیه ترانزیستور

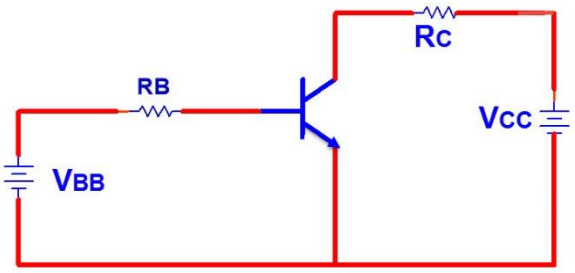
برای اینکه بتوان از ترانزیستور به عنوان تقویت‌کننده، کلید(سوئیچ) و سایر موارد استفاده کرد، باید ترانزیستور را از نظر ولتاژ DC تغذیه کرد. زمانی جریان در پایه‌های ترانزیستور برقرار می‌شود و ترانزیستور در حالت هدایت قرار می‌گیرد که دیود "بیس-امیتر" در بایاس موافق و دیود "بیس-کلکتور" در بایاس مخالف باشد.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




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

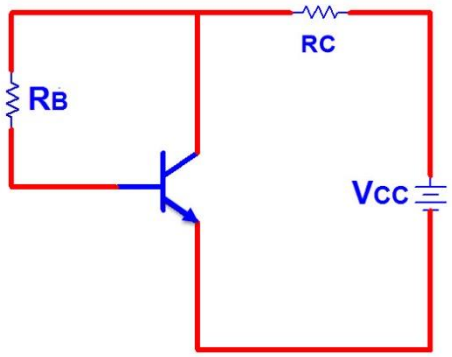
- **انواع روش‌های بایاس**

**الف- بایاس با دو منبع ولتاژ مستقل:** در این روش بایاس دو منبع مستقل $V_{CC}$ و $V_{BB}$ 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.




شکل۸-۴ بایاس با دو منبع مستقل

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




شکل۹-۴ بایاس بایک باتری

پژوهش: در مورد عیب این بایاس پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

## ۳-٤ – کاربرد ترانزیستور به عنوان کلید(سوئیچ)

اگر جریان در پایه‌های ترانزیستور برقرار نباشد، ترانزیستورمانند کلید باز عمل می‌کند. ترانزیستورزمانی مانند کلید وصل(کلید بسته) عمل می‌کند که جریان ماکزیمم از پایه‌های آن عبور کند.

## کار عملی۳: ترانزیستور به عنوان کلید

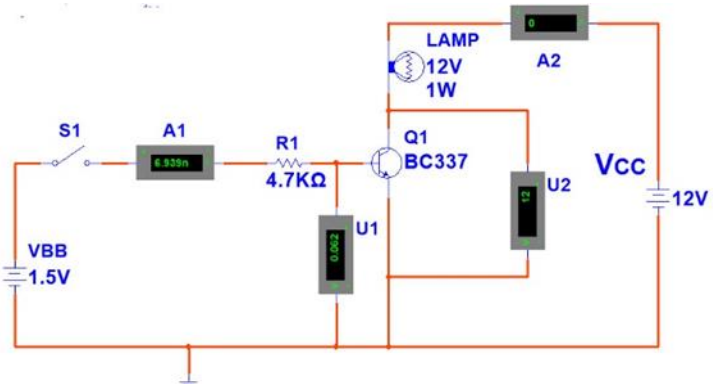
**هدف:** کسب شایستگی در بررسی عملکرد ترانزیستوربه عنوان کلید با استفاده از نرم‌افزار

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

**مراحل اجرای کار**

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

۲- اگر کلید $S_1$ قطع باشددیود بیس امیتر بایاس نمی‌شود و ترانزیستور در ناحیه قطع قرار می‌گیرد. در این حالت ترانزیستور مانند کلید باز( قطع- Cut Off) عمل می‌کند. کلید S1 را قطع کنید. وضعیت لامپ و مقادیری که ولت‌متر و آمپرمتر مدار نشان می‌دهند را در جدول ۳-۴ یادداشت کنید.




شکل ۱۰-۴ مدار ترانزیستور به عنوان کلید

جدول ۳-۴

| ردیف | وضعیت کلید | $I_B$ | $I_C$ | $V_{BE}$ | $V_{CE}$ | وضعیت لامپ | ناحیه کارترانزیستور |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | | | | | | | |
| ۲ | | | | | | | |

۳- کلید $S_1$ را وصل کنید. وضعیت لامپ و مقادیری 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 $S_1$ را قطع کنید، منبع $V_{BB}$ را روی ۵ ولت تنظیم کنید سپس کلید $S_1$ 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.

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

.....

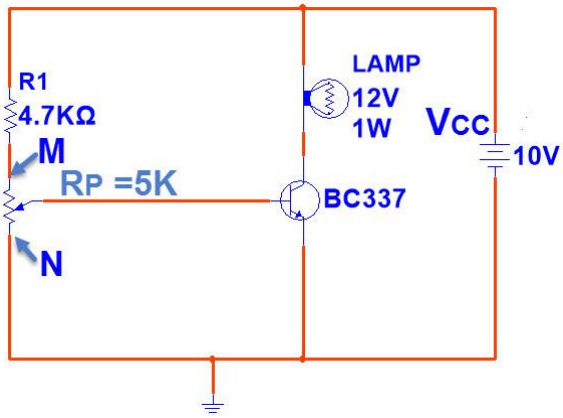
## کار عملی ٤: آزمایش هدایت ترانزیستور با قطعات واقعی

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

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

**مراحل اجرای کار:**

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




شکل ۱۱-۴ 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؟ ولتاژ کلکتور- امیتر و ولتاژ بیس - امیتر چه تغییری می‌کند؟ شرح دهید، سپس جدول را کامل کنید.

.....

.....

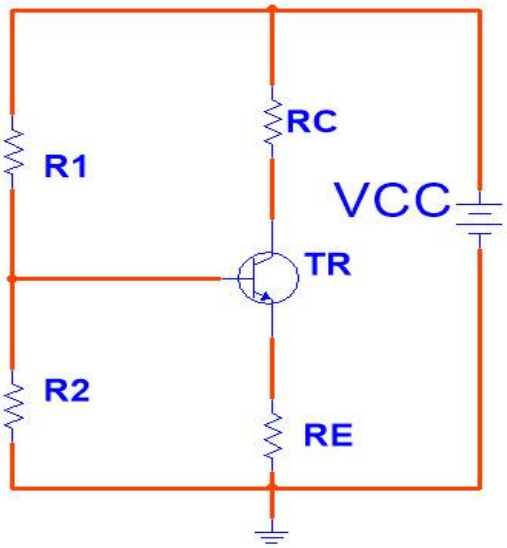
۴- سر متغیر پتانسیو متر را در نقطه M قرار دهید، ولتاژ بیس امیتر($V_{BE}$) و ولتاژ کلکتور- امیتر($V_{CE}$) را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۴-۴ بنویسید و جدول را کامل کنید.

جدول ۴-۴

| ردیف | وضعیت سر متغیر پتانسیومتر | $V_{BE}$ | $V_{CE}$ | وضعیت نور لامپ | ناحیه کار ترانزیستور |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | در نقطه N | | | | |
| ۲ | بین نقطه M و N | | | | |
| ۳ | در نقطه M | | | | |

**●بایاس با مدار تقسیم‌کننده و 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.




شکل ۱۲-۴ بایاس سر خود

در این نوع بایاس، مقاومت های $R_1$ و $R_2$ به عنوان تقسیم‌کننده ولتاژ، تغذیه بیس ترانزیستور را تامین می‌کنند. برای به دست آوردن ولتاژ و جریان تقریبی پایه‌های ترانزیستور می‌توان به صورت زیر عمل نمود. اگر از جریان بیس ترانزیستور ($I_B$) که ناچیز است صرف‌نظر کنیم، می‌توانیم مقاومت‌های $R_1$ و $R_2$ را در شکل ۱۳-۴ سری در نظر بگیریم. ولتاژ نقطه B ( ولتاژ دو سر مقاومت R۲ نسبت به زمین) از رابطه $V_B=\frac{VCC\times R2}{R1+R2}$ به دست می آید.

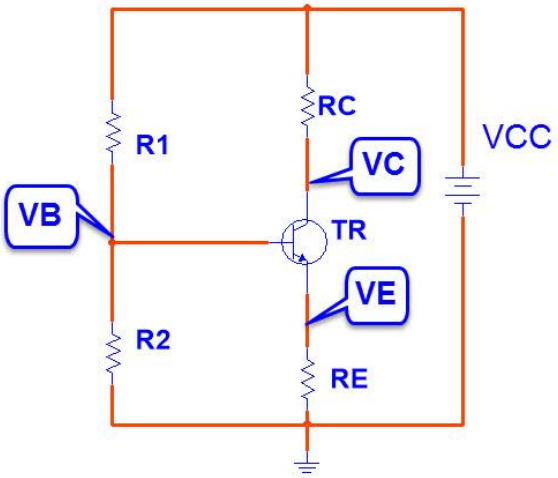
در شکل۱۳-۴ با عبور جریان $I_E$ در دو سر مقاومت $R_E$، افت پتانسیل $V_E=R_E\times I_E$ به وجود می آید. پتانسیل امیتر نسبت به زمین ( $V_E$) را می توان از رابطه $V_E=V_B-V_{BE}$ محاسبه نمود. با معلوم بودن $V_E$، $I_E$ محاسبه می شود.

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

با تقریب قابل قبول می توان $I_C$ را برابر $I_E$ در نظر گرفت.

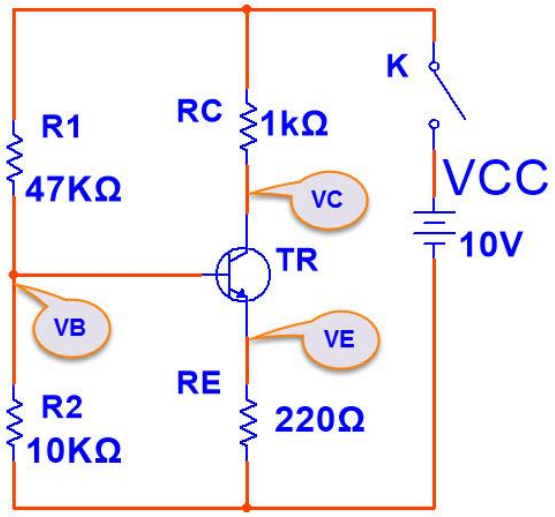
پتانسیل کلکتور نسبت به زمین ($V_C$) از رابطه

$V_C = V_{CC} - R_C \times I_C$ قابل محاسبه است.




شکل ۱۳-۴ مدار بایاس سر خود

**مثال:** در شکل ۱۴-۴ با فرض $I_E \cong I_C$ ولتاژ پایه‌ها و جریان پایه‌های ترانزیستور را محاسبه کنید. ولت $V_{BE}$=۰/۶۵




شکل ۱۴-۴ مدار بایاس سر خود

مراحل محاسبات به شرح زیر است :

$V_B = \frac{VCC \times R_2}{R_1+R_2} = \frac{۱۰ \times ۱۰}{۴۷+۱۰} = \frac{۱۰۰}{۵۷} = ۱,۷۵$ ولت

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

$IE = \frac{VE}{RE} = = \frac{۱/۱}{۰/۲۲} = ۵mA$

$IC \cong IE = ۵mA$

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

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

## 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 ۱۰KΩ، ۴۷KΩ، ۲۲۰Ω، ۱KΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات از هر کدام یک عدد- بِرد بُرد یک قطعه – سیم‌های رابط تغذیه و بِرد بُرد به تعداد کافی

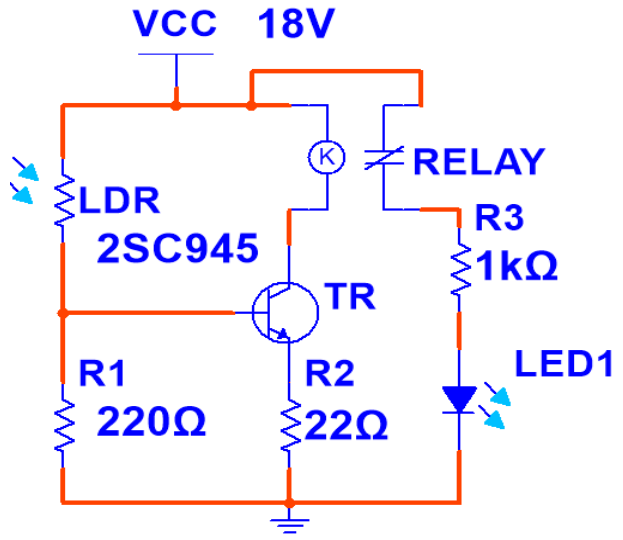
### مراحل اجرای کار:

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

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

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




شکل ۱۵-۴ مدار فرمان با سنسور نور

**نکته:** رله مورد استفاده یک رله ۱۲ ولتی است. در صورتی که کنتاکت‌های رله مورد استفاده بیش از دو تیغه دارد، در این مرحله فقط از کنتاکتی استفاده کنید که در حالت عادی باز (NO) است.

۲- روی LDR را با دست بپوشانید در این حالت باید LED خاموش باشد. این موضوع را تجربه کنید. در این حالت ترانزیستور در چه ناحیه‌ای قرار دارد؟ شرح دهید.

.....

.....

.....

۳- به LDR نور بتابانید، در این حالت LED روشن خواهد شد. این موضوع را تجربه کنید و در مورد ناحیه کار ترانزیستور شرح دهید.

.....

.....

۴- مدار را مطابق شکل ۱۶-۴ تغییر دهید. این مدار با سنسور حرارتی عمل می‌کند.

جدول ۵-۴

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

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

.....

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

.....

۷) اگر به جای این ترانزیستور، ترانزیستور NPN دیگری که بتای آن حدود بتای همین ترانزیستور است را در مدار قرار دهید، آیا مقادیر جدول ۵-۴ تغییر می کند؟ شرح دهید.

.....

.....

**فیلم:** فیلم عملکرد رله و سنسورهای حرارتی و نوری را ببینید.

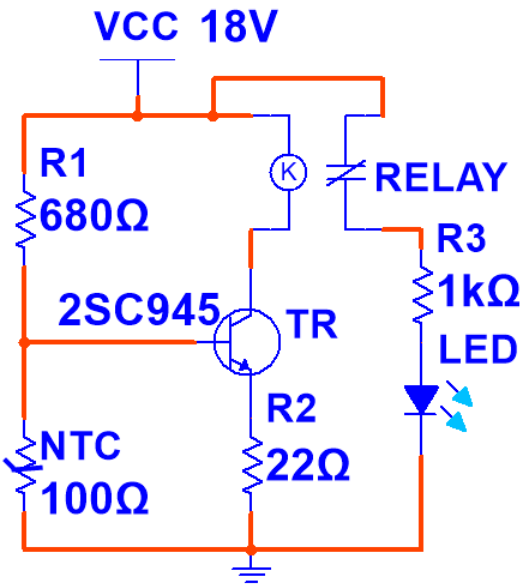
## کار عملی ٦ : مدار فرمان نوری و حرارتی

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

**مواد، ابزار و تجهیزات:** منبع تغذیه یک دستگاه- بِرِد بُرد یک قطعه- رله ۱۲ ولتی یک قطعه- ترانزیستور عمومی یک عدد- مقاومت Ω ۶۸۰، ۲۲۰Ω، ۲۲Ω، ۴۷۰Ω و $\frac{1}{4}$ وات از هر کدام یک عدد- LDR یک عدد- ۱۰۰Ω NTC یک عدد- سیم های رابط به تعداد کافی- سیم های بِرِد بُرد به تعداد کافی

### مراحل اجرای کار:

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




شکل ۱۶-۴ مدار فرمان با سنسورحرارتی

۵- آیا در شرایط عادی LED روشن است یا خاموش؟ ناحیه کار ترانزیستور و عملکرد مدار را شرح دهید.

.....

.....

.....

۶) NTC را به وسیله هویه گرم کنید. آیا وضعیت LED خروجی تغییر می‌کند؟ ناحیه کار ترانزیستور و عملکرد آن را در این حالت شرح دهید.

.....

.....

.....

**الگوی پرسش:**

۱)مقاومت‌های ..... و ..... و ..... در مدارهای مختلف به عنوان حس‌گر نوری و حرارتی به کار می‌روند.

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

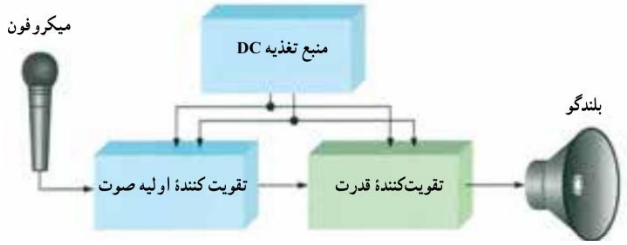
صحیح □ غلط □

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

صحیح □ غلط □

## ٤-٤ - 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.




شکل ۱۷-۴ بلوک دیاگرام آمپلی‌فایر صوتی

ورودی این سیستم می‌تواند میکروفن، خروجی دستگاه پخش صوت یا خروجی یک CDخوان 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 IC باشد.

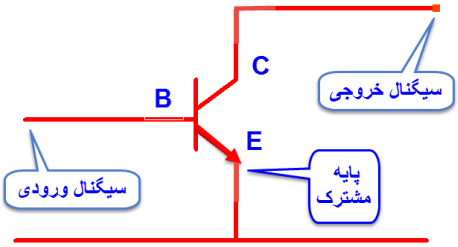
**● آرایش‌های ترانزیستور(Transistor Confi guration)**

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

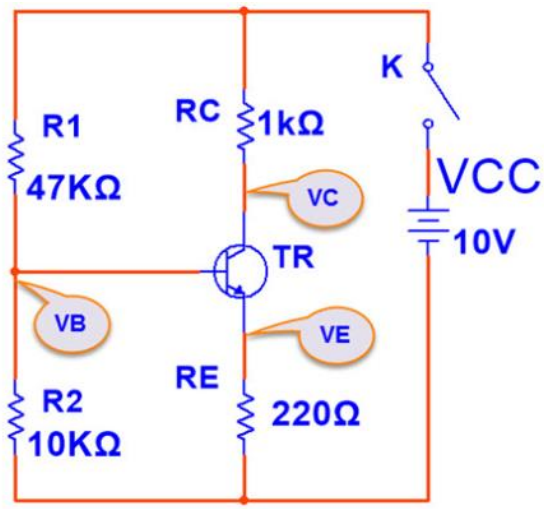
## کار عملی ۷: تقویت‌کننده امیتر مشترک

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

**ابزار، مواد و تجهیزات:** ترانزیستور عمومی با بتای ۱۰۰ یا هر ترانزیستور مصرف عمومی با بتای۷۵ بیش‌تر یک عدد– منبع تغذیه یک دستگاه– سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه– مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه– بِرد بُرد یک قطعه – مقاومت‌های ۲۲۰Ω، ۱KΩ، ۲/۲KΩ ، ۴۷KΩ، $\frac{1}{4}$ وات از هر کدام یک عدد– مقاومت، ۱۰KΩ $\frac{1}{4}$ وات ۲ عدد – خازن ۴۷µF ، ۲۵ ولت ۲ عدد– خازن ۱۰۰µF ، ۲۵ ولت۱ عدد–

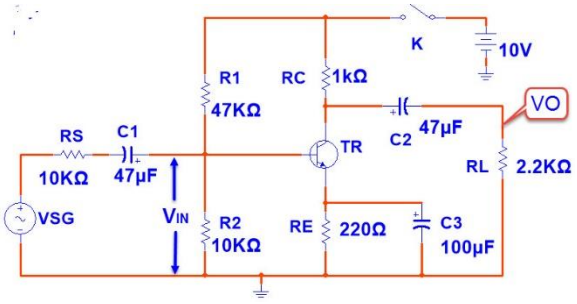
## مراحل اجرای کار

۱– شکل۱۹–۴ را روی بِرد بُرد ببندید. و با اندازه‌گیری $V_B$ ، $V_E$ ، $V_{BE}$ و $V_{CE}$ صحت عملکرد مداررا تائید کنید.




شکل ۱۹–۴ بایاس DC امیترمشترک

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




شکل ۲۰–۴ تقویت‌کننده امیترمشترک

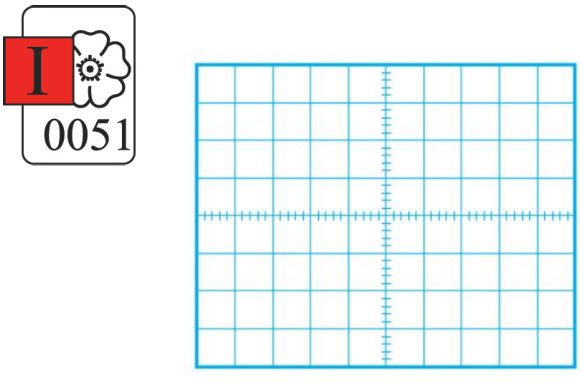
۳– سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید و به مدار وصل کنید.

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

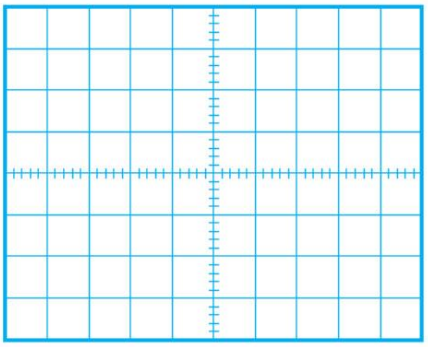
۵– دامنه سیگنال ژنراتور را آن قدر تغییر دهید تا دامنه سیگنال خروجی ( سیگنال دو سر بار) روی ۳ ولت پیک تا پیک تنظیم شود.

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

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



شکل ۲۱-۴ شکل موج ورودی



شکل ۲۲-۴ شکل موج خروجی

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

$V_{IN(PP)}=$ ولت

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

$AV=$ ..... مرتبه

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

$I_L$ را از رابطه $\frac{Vo}{RL}$ محاسبه کنید.

$I_{LPP}=$..... mA

Iin را از رابطه $Iin=\frac{VRs}{Rs}=\frac{VsG(pp)-Vin(pp)}{Rs}$ 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 $C_3$ را از مدار خارج کنید. آیا دامنه شکل موج خروجی کاهش می‌یابد؟ شرح دهید.

.....

۱۲- دامنه موج خروجی چندمرتبه کوچک‌تر شده‌است ؟...

.....

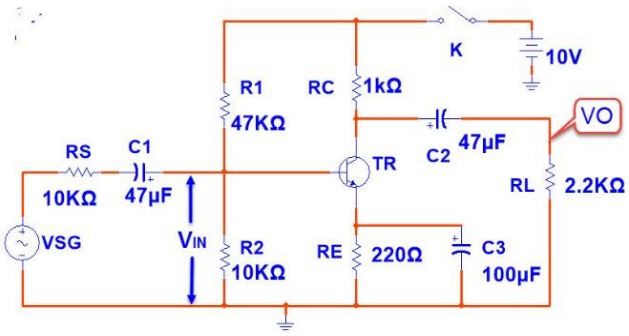
## کار در منزل

### کار عملی۸ : 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.



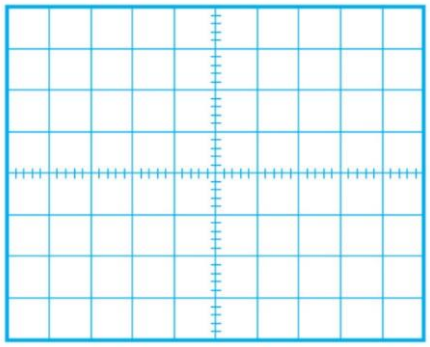

شکل ۲۳-۴ تقویت‌کننده امیترمشترک

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

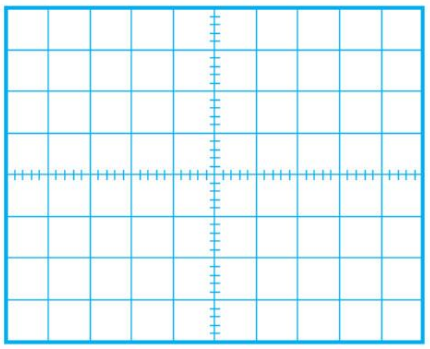
۳- کانال یک اسیلوسکوپ را به خروجی مدار (دو سر بار ($R_L$) وصل کنید.

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

۶- 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

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

$V_{IN(PP)}$=..... ولت

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

AV= ..... مرتبه

۹- بهره جریان (میزان تقویت جریان) را محاسبه کنید.

.....

.....

.....

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

.....

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

.....

.....

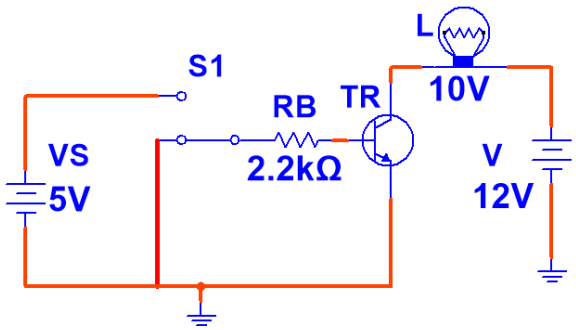
## الگوی پرسش

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.

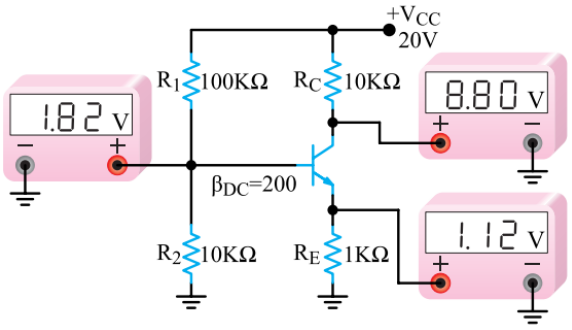
۳- ترانزیستور در مدار شکل ۲۶-۴ مانند کلید وصل عمل می‌کند.

صحیح □ غلط □



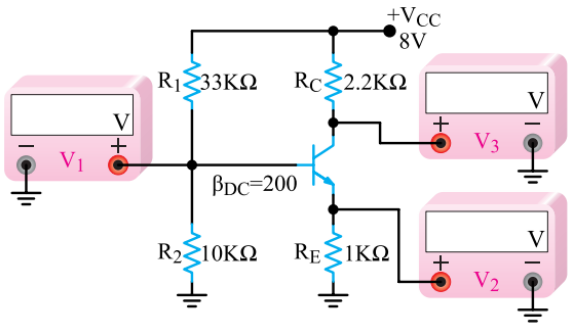

شکل ۲۶-۴

۴- با استفاده از روابط مربوط به بایاس سرخود، اثبات کنید که مقادیر نشان داده شده توسط ولت‌مترهای شکل۲۷-۴ صحیح است. $V_{BE}$=۰/۷ v




شکل ۲۷-۴

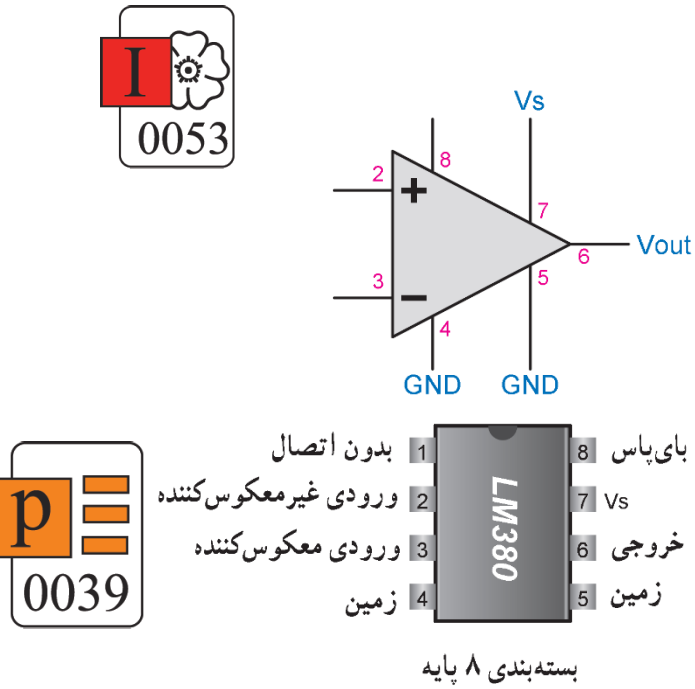
۶- مقادیری که ولت‌مترهای $V_1$ و $V_2$ و $V_3$ در مدار شکل ۲۸-۴ باید نشان دهد، را محاسبه کنید.




شکل ۲۸-۴

## ٥-٤- 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

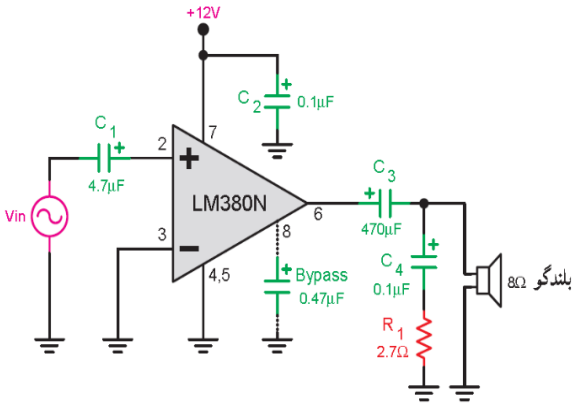
## کار عملی ۱۰: تقویت صوت با آی‌سی آمپلی‌فایر

**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 ۱۰۰NF و خازن ۴۷۰NF 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.




شکل ۳۰-۴ مدار تقویت‌کننده

۲- منبع تغذیه را روشن کنید و 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.

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.

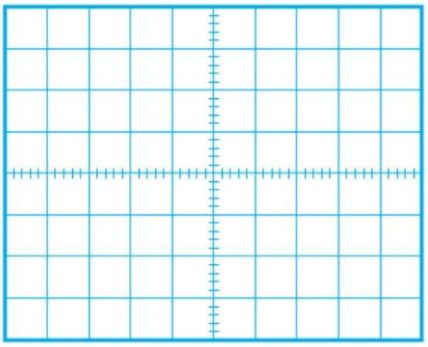
۵- شکل موج خروجی(دو سر بلندگو) و شکل موج ورودی (پایه شماره ۲ آی‌سی) را توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید و سپس در نمودار شکل ۳۱-۴ و ۳۲-۴ رسم کنید. دامنه پیک تا پیک موج‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

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

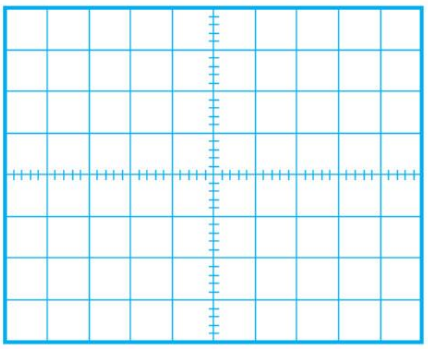
$V_{O(PP)}$ = ..... V

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

AV= ..... مرتبه



شکل ۳۱-۴ شکل موج ورودی



شکل ۳۲-۴ شکل موج خروجی

۷- خروجی سیگنال ژنراتور را مستقیما به بلندگو وصل کنید آیا صدا با قدرت کافی شنیده می شود؟ شرح‌دهید. .....

.....

## الگوی آزمون نظری پایان واحد کار

۱- معادل دیودی ترانزیستور PNP را رسم‌کنید.

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

شکل ۳۳-۴

۱) معیوب و اتصال کوتاه ۲) معیوب و قطع

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

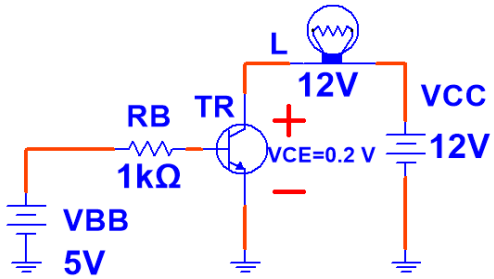
۳- با توجه به جدول اطلاعات شکل ۶-۴، جریان ماکزیمم کلکتور ترانزیستور BC۳۳۷ چند میلی‌آمپر است؟

٤- 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

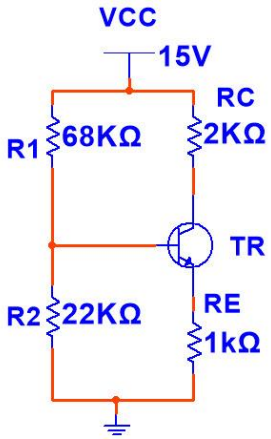
۵- ترانزیستور در شکل ۳۴-۴ مانند کلید بسته( وصل) عمل می‌کند.




شکل ۳۴-۴

☐ صحیح ☐ غلط

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




شکل ۳۵-۴

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 محاسبه کنید.

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.

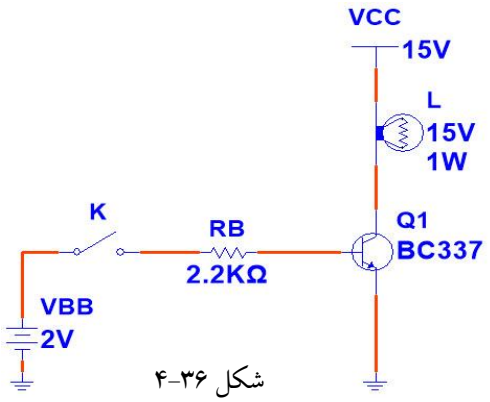
۱۰- آرایش امیتر مشترک ولتاژ و جریان را تقویت می‌کند.

☐ صحیح ☐ غلط

## 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.




شکل ۳۶-۴

۳- در حالتی که کلید K قطع است، با مولتی‌متر نرم‌افزار $I_B$، $I_C$، $V_{BE}$ 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 کامل کنید.

| جدول ۶-۴ | | | |
|---|---|---|---|
| ردیف | کمیـــــت مـــــورد اندازه‌گیری | کلیدK قطع | کلید K وصل |
| ۱ | $V_{BE}$ | | |
| ۲ | $I_B$ | | |
| ۳ | $I_C$ | | |
| ۴ | $V_{CE}$ | | |
| ۵ | نور لامپ | | |
| ۶ | وضعیت ترانزیستور | | |

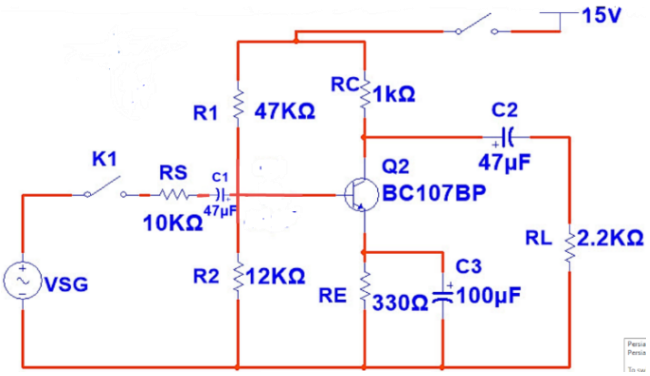
## الگوی آزمون عملی سخت‌افزاری پایانی

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

۲-کلید $K_۲$ را وصل و کلید $K_۱$ را قطع کنید. سپس به وسیله ولت‌متر $V_B$، $V_{BE}$، $V_E$ و $V_{CE}$ ترانزیستور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

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

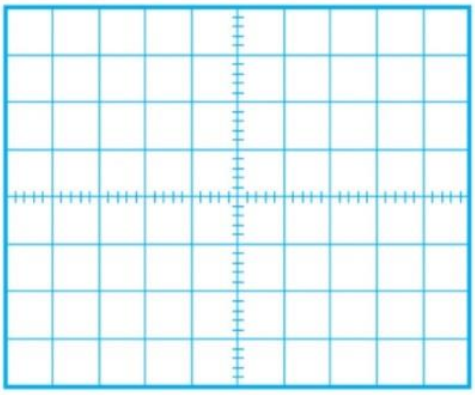
$V_{CE}$= ..... V  $V_E$= ..... V




شکل ۳۷-۴

۳- سیگنال‌ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید. سپس کلید $K_۱$ را وصل کنید.

٤- 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 در نمودار شکل ۳۸-۴ رسم کنید و دامنه پیک تا پیک آن را اندازه بگیرید.

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

٦- بهره ولتاژ مدار را به‌دست آورید.

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

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