

## ۲-۸- شناسایی مبانی طراحی و اجرای مدارهای ساده الکترونیکی

### ۲-۸-۱- سامانه های خودکار بدن انسان، نمونه ای

در دسترس؛ سامانه های خودکار بدن انسان از جهت ساده ترین نمونه های خودکارند. برای مثال در صورتی که انسان در بدن خود درد را احساس نکند خیلی زود فرسوده می شود و از دنیا می رود. در واقع بدن انسان دارای حسگرهایی است که بروز مشکل را به فرد اطلاع می دهند. در بدن انسان هزاران حسگر وجود دارد که در زمان لازم، فرمان رادریافت می کنند و به محل های مورد نیاز ارسال می نمایند. در بسیاری از موارد وجود حسگرها در بدن و مهیا بودن یک سامانه ای خودکار برای تعمیر و اصلاح، موجب می شود که بدون وارد شدن خسارت جدی به بدن، مشکل حل شود. حتماً می پرسید چگونه؟ فرض کنید زانوی شما به جسمی سخت برخورد می کند. حسگرهای روی زانو فرمان می گیرند و بروز درد را به مغز منتقل می کنند. مغز از طریق ماهیچه ها به ما فرمان می دهد و پا به عقب کشیده می شود. این مجموعه را یک سامانه ای خودکار می نامند. زیرا با عقب کشیدن پا، میزان آسیب به آن به حداقل می رسد. بعد از آن سایر اعضای داخلی بدن برای رفع عیب به همکاری می پردازند. در صورتی که آسیب، جزئی و در حد کوفتگی باشد، به تدریج بدن آن را ترمیم می کند. ولی اگر شکستگی رخ داده باشد، با فرمانی که به مغز می رسد، پا از حرکت می ایستد و نیاز شما را برای مراجعه به پزشک و بستن آتل یا گچ گرفتن اعلام می کند. اگر اعصاب و حسگرهای بدن، فرمان لازم را برای توقف حرکت به ماهیچه ها ندهند و دردی وجود نداشته باشد استخوان شکسته شده از میان ماهیچه ها بیرون می آید و موجب خونریزی می شود و در نهایت به مرگ می انجامد.

بنابراین می توانیم نتیجه بگیریم که در یک سامانه ای خودکار یا فرآیند اجرایی خودکار میزان آسیب به حداقل می رسد و در بسیاری از موارد سیستم می تواند خود را به حالت تعادل برگرداند. در شکل ۲-۱۵۰ و ۲-۱۵۱ تعدادی از حسگرهای بدن انسان را ملاحظه می کنید.



شکل ۲-۱۵۰- انسان نمونه ای کاملی از سامانه ای خودکار (اتوماسیون) قابل ترمیم با حسگرهای آن



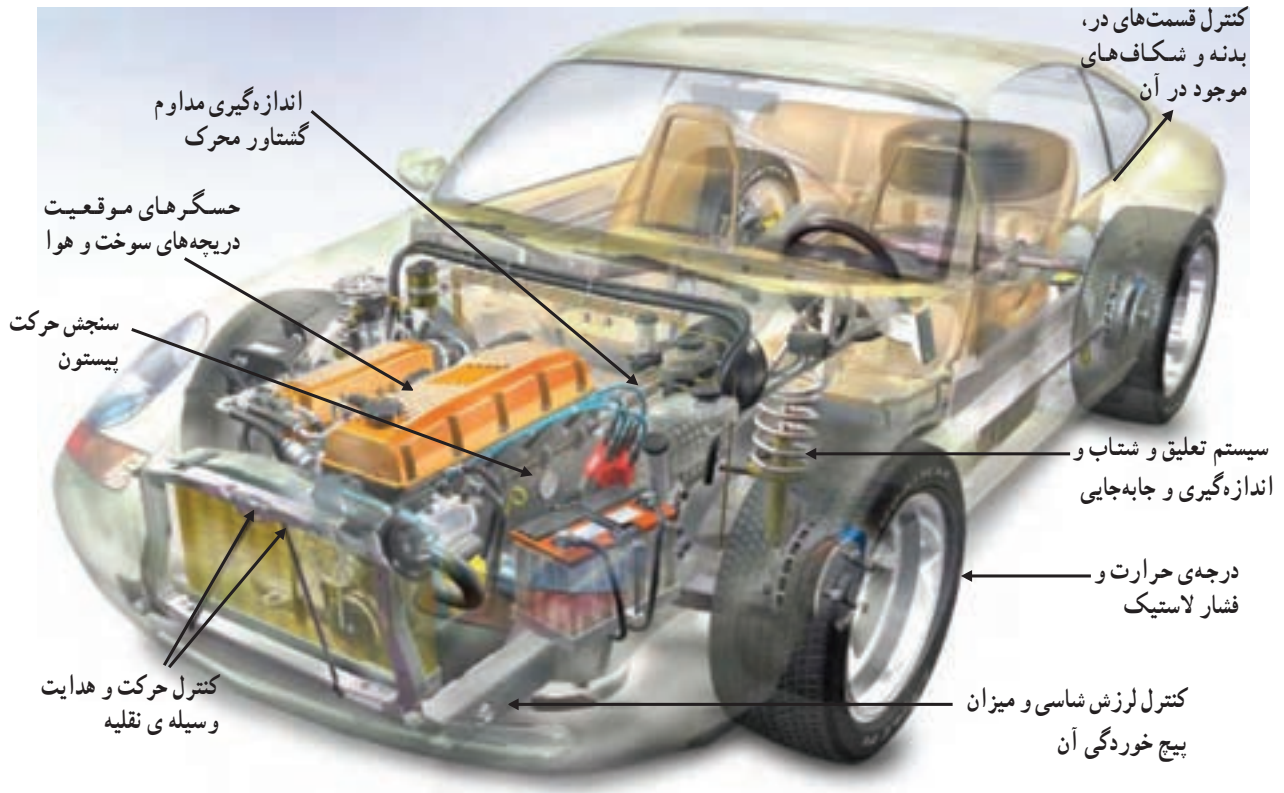
شکل ۱۵۱-۲- اگر حسگرهای بدن انسان وجود نداشته باشند، عمر انسان بسیار کم می‌شود.

## ۲-۸-۲- خودروی مجهز به سیستم الکترونیکی:

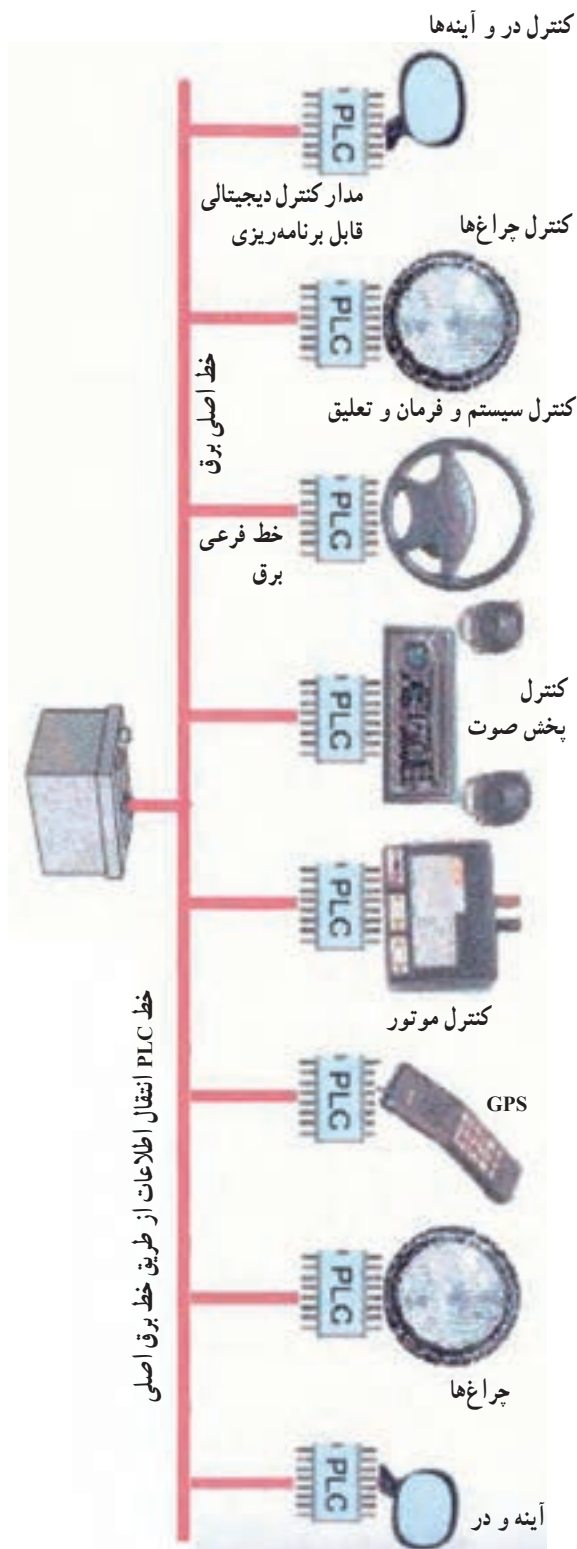
در صورتی که بخواهیم اتومبیل نیز مانند انسان، عمر طولانی داشته باشد و خیلی زود فرسوده نشود، لازم است برای آن یک سامانه‌ی خودکار تهیه کنیم. برای داشتن سامانه‌ی خودکار نیاز به سامانه‌های الکترونیکی داریم. برای مثال، در صورتی که لنت ترمز اتومبیل در حال تمام شدن است، اگر فرمانی به راننده داده شود، او بلافاصله اقدام به تعویض لنت می‌کند. ولی اگر این فرمان نباشد، لنت تمام می‌شود و به دیسک چرخ آسیب می‌رسد. برای صدور این فرمان می‌توان حسگری را روی کاسه‌ی چرخ نصب کرد که قطر لنت را اندازه بگیرد و به مدار الکترونیکی منتقل کند. هنگامی که قطر لنت به حد معینی رسید، مدار الکترونیکی به راننده اخطار می‌دهد. در شکل ۱۵۲-۲ تعدادی از مکان‌هایی که خودرو به سامانه‌ی الکترونیکی نیاز دارد، ملاحظه کنید. یادآور می‌شود که برای داشتن یک خودروی تمام خودکار (تمام الکترونیک) لازم است کلیه‌ی قسمت‌های خودرو از سامانه‌های الکترونیکی لازم برخوردار باشند.

**کمی فکر کنید:** طرحی را ارائه دهید که توسط آن بتوان نور چراغ جلوی اتومبیل را متناسب با نور محیط در شب تنظیم کرد. تعداد حسگرها، نوع حسگرها و نحوه‌ی عملکرد آن را مشخص کنید. در نهایت طرح خود را به عنوان یک طرح اولیه برای سایر دانش‌آموزان تشریح کنید و نظر آنان را بخواهید.

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند



شکل ۱۵۲-۲- اگر قسمت‌های نشان داده شده تحت کنترل قرار گیرند، عمر خودرو چند برابر می‌شود و به تعمیر، سرویس و نگهداری کم‌تری نیاز خواهد داشت.



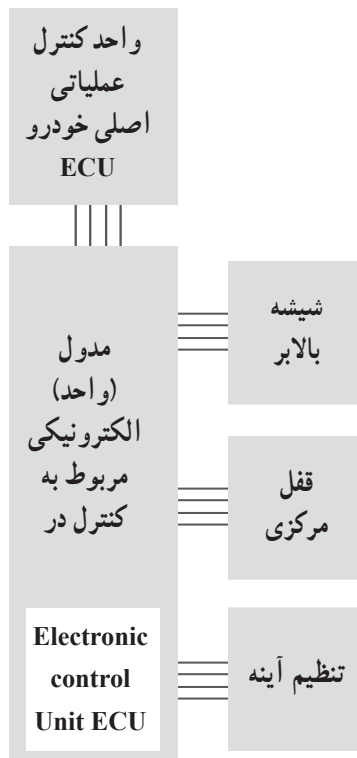
شکل ۱۵۳-۲ کاهش تعداد سیم‌ها با استفاده از انتقال اطلاعات از طریق خط برق اصلی

### ۳-۸-۲- کاهش حجم در خودروهای مجهز به

سامانه‌های الکترونیکی: در خودروهای جدید، با وجود افزایش حسگرها (Sensors)، محرک‌ها (Actuators)، واحدهای کنترل (Control unit) تجهیزات آسایشی (comfort)، مانند تلویزیون و ایجاد ایمنی بیش‌تر (safety) از حجم سیم‌کشی کاسته شده است. در سال ۱۹۶۰ در یک خودرو تقریباً ۲۰۰ متر سیم مصرف می‌شد. در حالی که در خودروهای جدید با افزایش واحدهای خودکار یادشده حداقل به ۲ کیلو متر سیم نیاز است. استفاده از این حجم سیم موجب افزایش وزن اتومبیل و مشکل شدن فرآیند تعمیرات می‌شود. لذا شرکت‌های خودروسازی برای غلبه بر این معضل به ایجاد شبکه‌های کامپیوتری با پروتکل‌های خاص (قراردادهای خاص) برای انتقال داده‌ها (اطلاعات) و بر روی خودروها اقدام نموده‌اند. در این شبکه‌ها از گذرگاه داده‌های مولتی‌پلکس (multiplex) استفاده می‌شود. به این ترتیب می‌توانیم با استفاده از یک سیم اطلاعات زیادی را انتقال دهیم. برای انجام این عمل، لازم است در ابتدای خط کلیدی اطلاعات رمزگذاری شود و در انتهای خط رمزگشایی گردد. اجرای این فرآیند بسیار پیچیده است. اما کلیدی فرآیندها در یک یا دو بسته‌ی الکترونیکی کوچک در اختیار شما قرار می‌گیرد که فقط تعدادی سیم از آن خارج می‌شود. یکی از این روش‌ها، استفاده از خط اصلی باتری اتومبیل است که آن را پی‌اچ‌سی<sup>۱</sup> (PLC) یا انتقال اطلاعات از خط اصلی برق می‌نامند. در شکل ۱۵۳-۲ نمودار بلوکی این سیستم را ملاحظه می‌کنید. در روی شکل قسمت‌های دیگری وجود دارد که آن نیز با پی‌اچ‌سی<sup>۲</sup> (PLC) مشخص شده است. PLC در این قسمت به معنی کنترل دیجیتالی قابل برنامه‌ریزی است که مدار الکترونیکی خاصی است.

۱- PLC حروف اول power line communication است.

۲- PLC در این قسمت از حروف اول programmable logic control استفاده شده است و به معنی مدار دیجیتالی قابل برنامه‌ریزی است.



شکل ۲-۱۵۴- مدار الکترونیکی کنترل مربوط به در یک نمونه خودرو

در شکل ۲-۱۵۴ نمونه‌ی دیگری از شبکه سیم‌کشی را در قسمتی از یک خودروی الکترونیکی مشاهده می‌نمایید. در این شکل واحد الکترونیکی کنترل در خودرو را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، کلیه قسمت‌ها فقط با ۴ رشته سیم با هم ارتباط دارند.

### ۲-۸-۵- قراردادهای قانونی حاکم بر سیستم‌های

الکترونیکی خودرو: از آن‌جا که خودرو از نظر ایمنی باید کاملاً قابل اعتماد باشد، کارخانه‌های سازنده قانوناً ملزم‌اند مقررات آن را اجرا نمایند. برای مثال اگر در یک خودرو سیستم ترمز ای‌بی‌اس (ABC) از کار بیفتد، نباید ترمز را از کار ببندازد. در این حالت باید ترمز خودرو مانند یک ترمز معمولی عمل کند. این نوع مقررات را اصطلاحاً پروتکل (Protocol) یا قرارداد قانونی می‌نامند. برای خودروها سه نوع قرارداد تدوین شده است.

■ قرارداد<sup>۱</sup> CAN که کنترل عملکرد نیروی محرکه را (که برای انتقال اطلاعات به سرعت بالایی نیاز دارد) برعهده می‌گیرد.

■ قرارداد<sup>۲</sup> VAN که برای مواردی از قبیل کیسه‌ی هوا، سیستم تهویه و ... به کار می‌رود.

■ قرارداد<sup>۳</sup> LIN که برای موارد ساده‌تر مانند کمربند ایمنی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

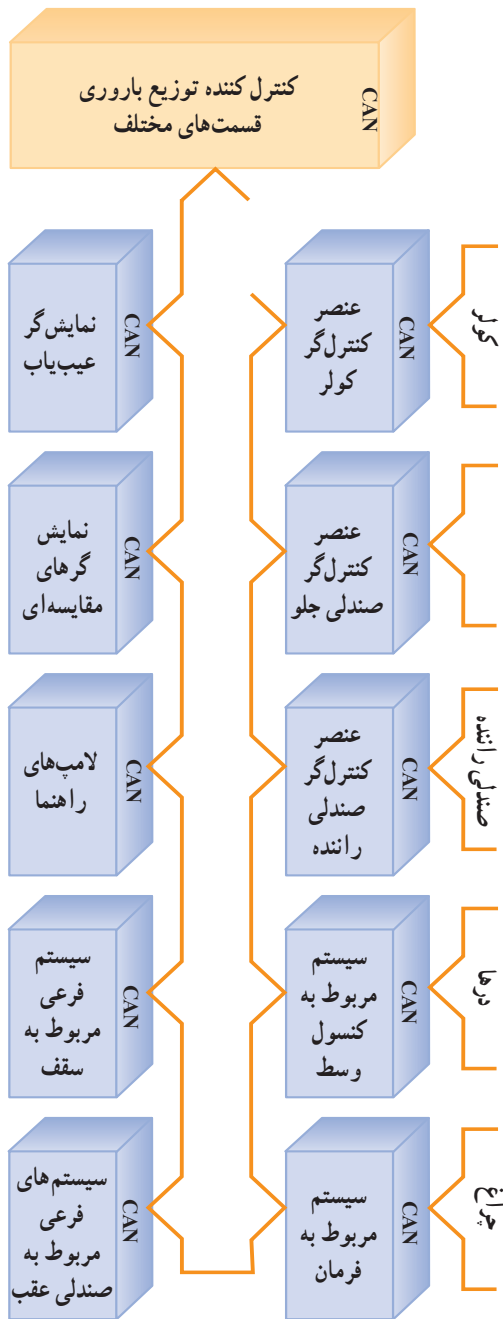
۱- CAN حروف اول کلمات Controller Area Network است.

۲- VAN حروف اول کلمات Vehicle Area Network است.

۳- LIN حروف اول کلمات Local Interconnect Network است.

یادآور می‌شود علاوه بر پروتکل‌های ذکر شده، پروتکل‌های دیگری نیز وجود دارد.

در واقع پروتکل‌ها در استانداردهای سیستم‌های الکترونیکی خودرو نقش بسیار سازنده‌ای برعهده دارند. در شکل ۱۵۵-۲ یک سیستم فرعی پروتکل Can را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، ارتباط قسمت‌ها با هم حلقه‌ای است و با تعداد سیم بسیار کمی صورت می‌گیرد. در این سیستم‌ها نیاز به یک پردازشگر مرکزی است که در اصطلاح بازار به آن کامپیوتر ماشین می‌گویند. برای کنترل و تنظیم قسمت‌های مختلف این نوع سیستم‌ها باید از کامپیوتر و دستگاه‌های مخصوص به نام Diac استفاده کرد.



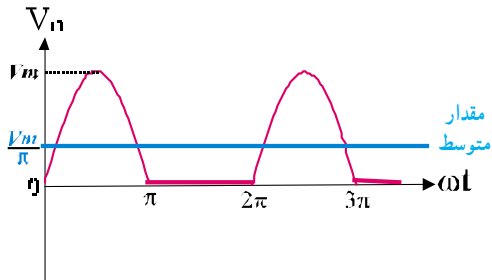
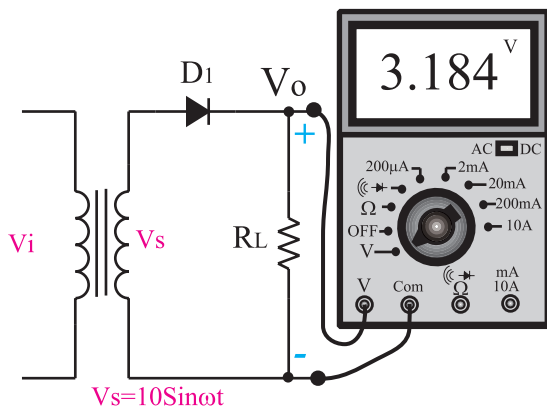
شکل ۱۵۵-۲- یک نمونه سیستم ساده‌شده‌ی VAN

## ۲-۸-۶- اصول طراحی مدارهای الکترونیکی:

از آن‌جا که امروزه مدارهای الکترونیکی بسیار پیچیده شده است، معمولاً طراحی مدارها را یک تیم انجام می‌دهد. اما برای فراگیران ضرورت دارد که حداقل طراحی مدارهای ساده دیودی و ترانزیستوری را بیاموزند.

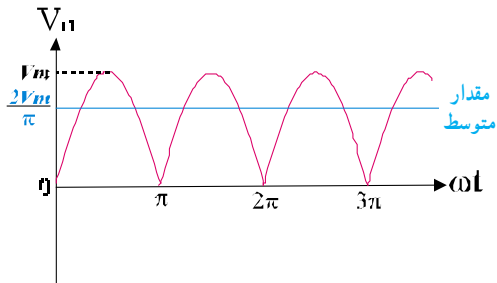
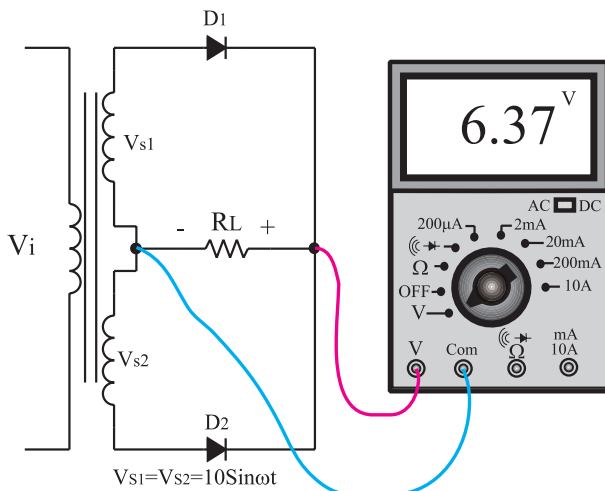
۷-۸-۲- نمونه‌هایی از مدارهای دیودی یک سو

ساز : در شکل ۲-۱۵۶ مدار یک سو ساز نیم موج ترسیم شده است. برای طراحی این مدار باید اول بدانیم با چه ولتاژ جریانی می‌خواهیم کار کنیم. سپس با استفاده از کتاب اطلاعات، آن نوع دیودی را انتخاب کنیم که بتواند جریان و ولتاژ مورد آزمایش را تحمل کند. مثلاً اگر ولتاژ ما کم‌تر از ۱۰۰ ولت و جریان مدار کم‌تر از یک آمپر باشد دیود ۱N۴۰۰۱ مناسب است. برای طراحی مدارهای یک سو ساز تمام موج و پل نیز از همین قانون تبعیت می‌کنیم.



شکل ۲-۱۵۶- مدار یک سو ساز نیم موج و شکل موج خروجی آن

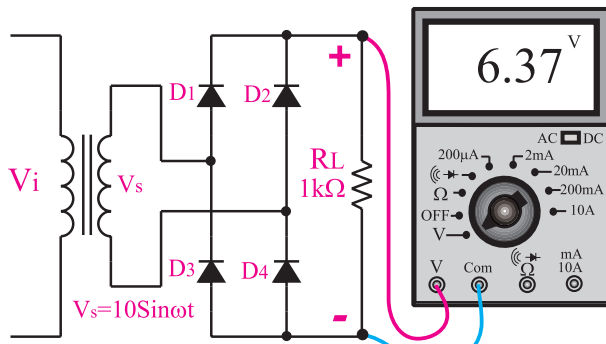
در شکل‌های ۲-۱۵۷ و ۲-۱۵۸ دو نوع مدار یک سو ساز تمام موج آمده است.



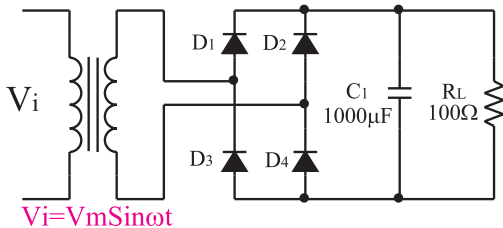
شکل ۲-۱۵۷- مدار یک سو ساز تمام موج با دو دیود

کمی فکر کنید : نحوه‌ی عملکرد یک سو ساز تمام موج با دو دیود را شرح دهید.

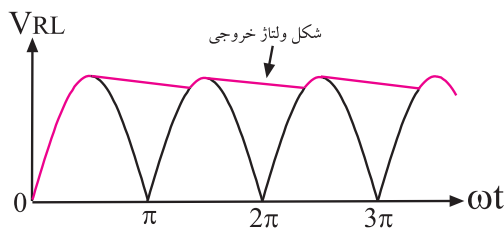
ویژه دانش آموزان علاقه مند



شکل ۱۵۸-۲ مدار یک سو ساز تمام موج نوع پل

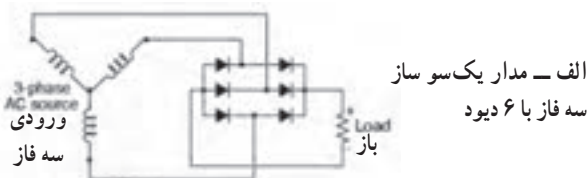


$$V_i = V_m \sin \omega t$$



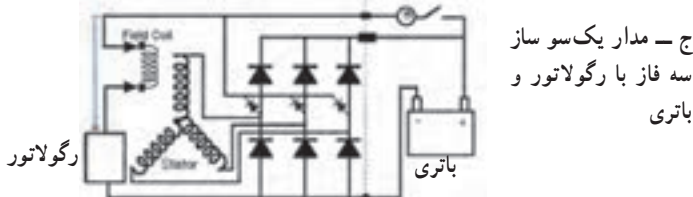
شکل موج خروجی

شکل ۱۵۹-۲ مدار یک سو ساز تمام موج نوع پل با صافی خازنی



ب- یک نمونه دیود یک سو ساز سه فاز قابل استفاده در خودرو

سوئیچ شارژر لامپ الکتروناتور



شکل ۱۶۰-۲ یک سو ساز سه فاز ۱۷۷

تحقیق کنید: نحوه ی عملکرد یک سو ساز تمام موج نوع پل تشریح کنید.

ویژه دانش آموزان علاقه مند

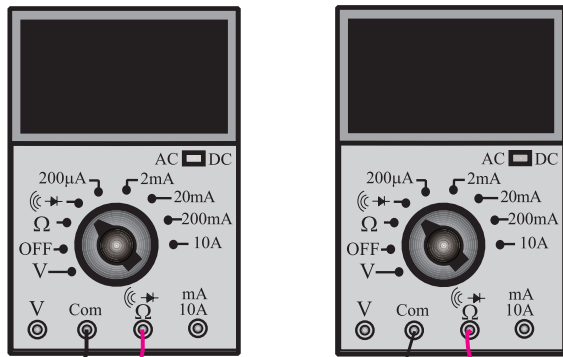
برای صاف کردن ولتاژ یک سو شده از خازن استفاده می کنیم. در شکل ۱۵۹-۲ مدار یک سو ساز تمام موج نوع پل را با خازن صافی و شکل موج خروجی مشاهده می کنید. در این یک سو ساز از ۴ دیود استفاده شده است. از یک سو سازها برای یک سو سازی جریان تولید شده توسط آلترناتور خودرو به منظور شارژ باتری استفاده می کنند. یادآور می شود که آلترناتورهای استفاده شده در خودرو به صورت سه فاز است و یک سو سازی آن نیز به صورت سه فاز صورت می گیرد.

در شکل الف- ۱۶۰-۲ یک نمونه مدار یک سو ساز سه فاز را مشاهده می کنید. برای یک سو سازی سه فاز از یک مجموعه ی دیود که در آن ۳ یا ۶ دیود قرار دارد استفاده می کنند. در شکل ب- ۱۶۰-۲ یک نمونه دیود یک سو ساز سه فاز را، که در اتومبیل های قدیمی به کار می رود، آورده ایم. در شکل ج- ۱۶۰-۲ یک نمونه مدار کامل یک سو ساز سه فاز را با رگولاتور و اجزاء جانبی آن ملاحظه می کنید.



۸-۸-۲- کار عملی : آزمایش دیود

● اطلاعات اولیه : با استفاده از مولتی متر دیجیتالی، می توانید دیود را آزمایش کنید. روی هر مولتی متر دیجیتالی قسمتی برای آزمایش دیود وجود دارد که با علامت  $\rightarrow$  مشخص شده است. در صورتی که مولتی متر روی علامت  $\rightarrow$  قرار گیرد. بین ترمینال های Com و ترمینال مربوط به  $\rightarrow$ ، بسته به نوع مولتی متر، ولتاژی برابر با  $1/5$  تا سه ولت قرار می گیرد. در صورتی که این دو ترمینال باز باشند ولتاژ دو سر ترمینال ها را نشان می دهد. اگر دو سر ترمینال را به هم اتصال کوتاه کنیم، مولتی متر صفر ( $0$ ) را نشان می دهد (شکل ۱۶۲-۲).



خروجی ترمینال اتصال باز

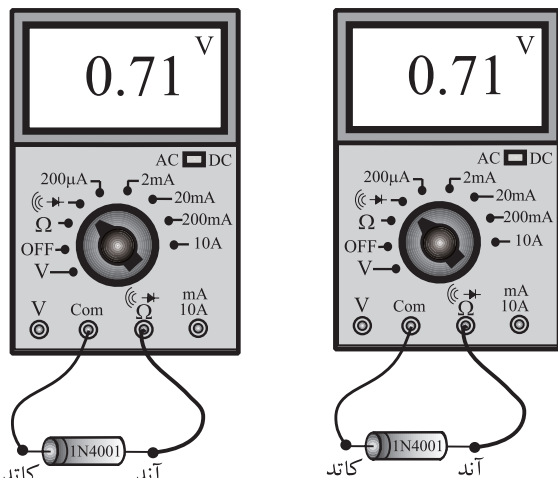
خروجی ترمینال اتصال کوتاه

شکل ۱۶۱-۲- خروجی ترمینال های تست دیود

در صورتی که دیود را طبق شکل ۱۶۲-۲ به مدار وصل کنیم، چنان چه دیود سالم باشد عددی در حدود  $0.7$  و در صورتی که اتصال کوتاه باشد عدد صفر را نشان می دهد.

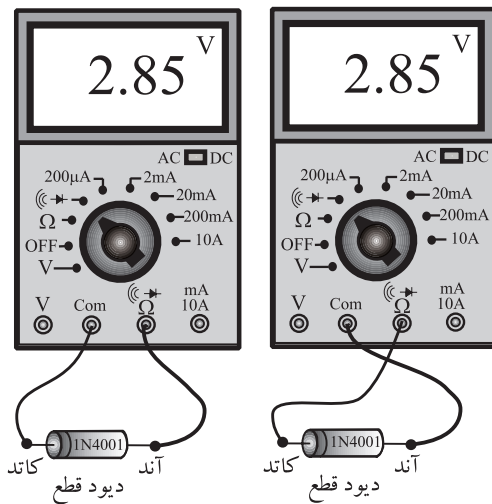
هنگام آزمایش دیود به قطب های آن توجه کنید.

تحقیق کنید : آیا روش های دیگری نیز برای آزمایش دیود وجود دارد؟ شرح دهید.



شکل ۱۶۲-۲- آزمایش دیود توسط مولتی متر دیجیتالی.

ویژه دانش آموزان علاقه مند



شکل ۲-۱۶۳- دیود سوخته است (قطع است).

در صورتی که به هر دلیلی دیود قطع باشد، مولتی متر عدد خروجی ترمینال‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۲-۱۶۳).

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: مولتی متر دیجیتالی،

چند نمونه دیود

● مراحل اجرای آزمایش

– چند نمونه دیود سالم را در اختیار بگیرید و براساس

شکل‌های شماره ۲-۱۶۲ تا ۲-۱۶۳ آن‌ها را آزمایش کنید.

– چند نمونه دیود معیوب را که قطع یا دارای اتصال

کوتاه‌اند، در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

– چند نمونه دیود نورانی LED در اختیار بگیرید و آن‌ها

را آزمایش کنید.

نتایج حاصل از آزمایش دیود را شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

نکته‌ی مهم: در صورتی که دیود مورد

آزمایش از نوع سیلیسیم باشد مقدار ولتاژ هدایت

آن بیش‌تر از ۰/۶ و اگر از نوع ژرمانیوم باشد ولتاژ

آن کم‌تر از ۰/۴ است.

– چند نمونه دیود یک‌سو ساز خودروهای قدیمی را در

صورتی که موجود است در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

– میز کار خود را مرتب کنید و وسایل آزمایشگاهی را

تحويل دهید.

۹-۸-۲- کار عملی: یک سوسازی

مدار یک‌سو ساز نیم موج، تمام موج، پل و صافی

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: ترانسفورماتور ۲۲۰

ولت به ۶ ولت، اسیلوسکوپ، بُرد آزمایشگاهی، دیود ۱N۴۰۰۱،

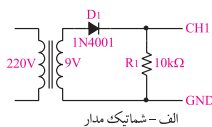
چهار عدد، مقاومت ۱۰ کیلو اهم یک عدد، خازن ۴۷۰ μf با ولتاژ

کار ۲۵ ولت یک عدد، سیم رابط به مقدار کافی.

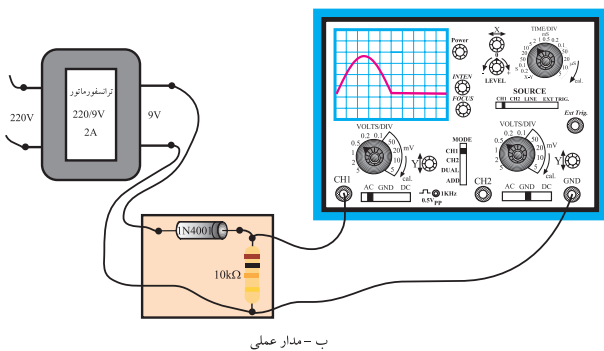
● مراحل اجرای آزمایش:

– مدار شکل ۲-۱۶۴ را روی بُرد آزمایشگاهی ببندید.

زمان ۴ ساعت



الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

شکل ۲-۱۶۴- مدار یک‌سوز ساز نیم موج

نکته‌ی مهم: در صورت کم بود زمان

می‌توانید مدار را از قبل روی بُرد مدار چاپی آماده

کنید و در اختیار فراگیران قرار دهید.

– اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی آن انجام دهید.

● با ولوم‌های INTEN و FOCUS اشعه را با نور کافی و متمرکز تنظیم کنید.

● کلید سلکتور Mode را در حالت CH<sub>1</sub> بگذارید.

● کلید سلکتور source را در حالت LINE قرار دهید.

● کلید سلکتور volt/oiv کانال CH<sub>1</sub> را روی ۵ ولت بگذارید.

● کلید سلکتور Time/Div را روی ۲ms قرار دهید.

● به کمک V/position خط اشعه را در وسط صفحه تنظیم کنید.

● کلید AC-GND-DC اسیلوسکوپ را در حالت DC بگذارید.

– ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق ۲۲۰ ولت وصل کنید.

– شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را روی نمودار شکل ۲-۱۶۵ رسم کنید.

– دامنه‌ی ولتاژ ماکزیم نشان داده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را اندازه بگیرید.

$$\text{دامنه‌ی ماکزیم} = \text{volt}$$

– مقدار زمان تناوب موج نشان داده شده روی شکل ۲-۱۶۵ را اندازه بگیرید.

$$T = \text{ms}$$

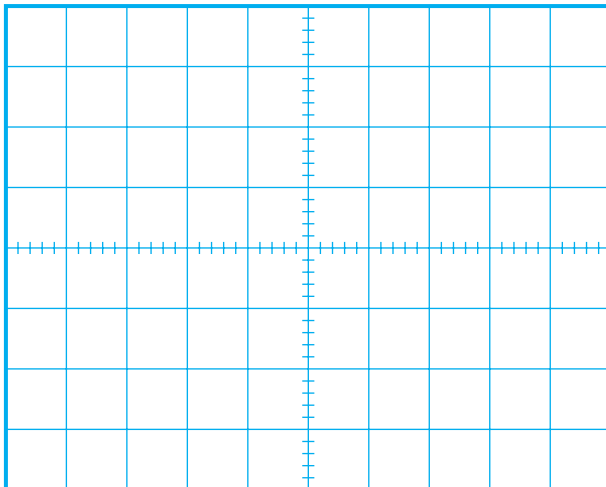
– مقدار فرکانس موج نشان داده شده روی شکل ۲-۱۶۵ را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{\text{ms}} = \text{Hz} \quad \text{هرتز}$$

– دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل را تحویل دهید.

### نکته‌ی ایمنی:

قابل توجه‌ی مربی محترم کارگاه از آن‌جا که کار با برق ۲۲۰ ولت بسیار خطرناک و مرگ‌آور است، توصیه می‌کنیم، ترانسفورماتور مورد آزمایش را در داخل یک جعبه نصب کنید و ورودی، ۲۲۰ ولت آن را کاملاً ایزوله کنید. هم‌چنین در هنگام کار نکات ایمنی را برای دانش‌آموزان به طور دقیق توضیح دهید.



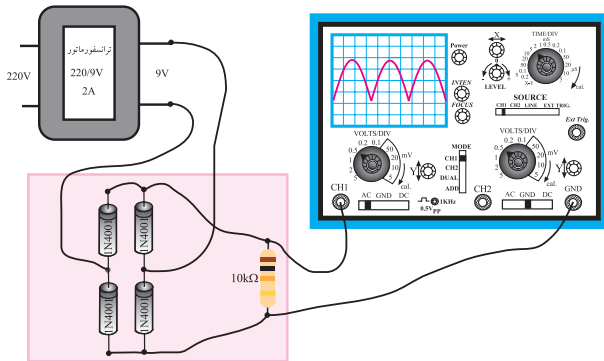
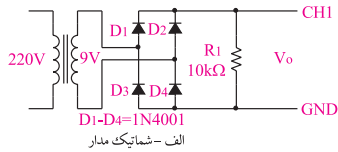
شکل ۲-۱۶۵ – شکل موج خروجی مدار یک سو ساز نیم موج

## مدار یک سو ساز پل

– مدار یک سو ساز پل (شکل ۱۶۶-۲) را روی برد آزمایشگاهی ببندید.

– اسیلوسکوپ را روشن کنید و آن را مشابه آزمایش قبل تنظیم کنید.

– ورودی را با احتیاط کامل به برق بزنید.



ب - مدار عملی

شکل ۱۶۶-۲ - مدار یک سو ساز پل

نکته‌ی ایمنی: هنگام اتصال دیودها به مدار، به قطب‌های دیود کاملاً توجه کنید. در صورتی که قطب‌های دیود را اشتباه اتصال دهید، دیود می‌سوزد و ممکن است به ترانس نیز آسیب برسد.

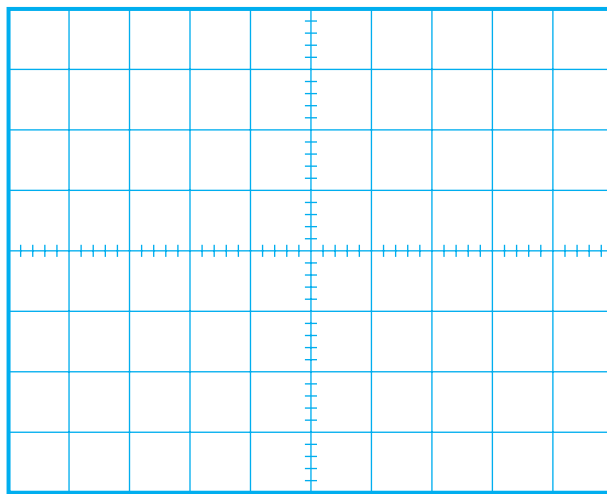
– شکل موج نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۶۷-۲ با مقیاس مناسب ترسیم کنید.

– دامنه‌ی ماکزیم سیگنال نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

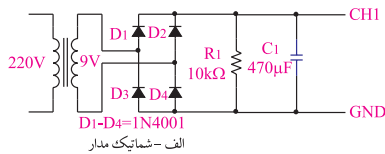
ولت = ..... = دامنه‌ی ماکزیم

– دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید.

کنید.



شکل ۱۶۷-۲ - شکل موج خروجی مدار یک سو ساز پل

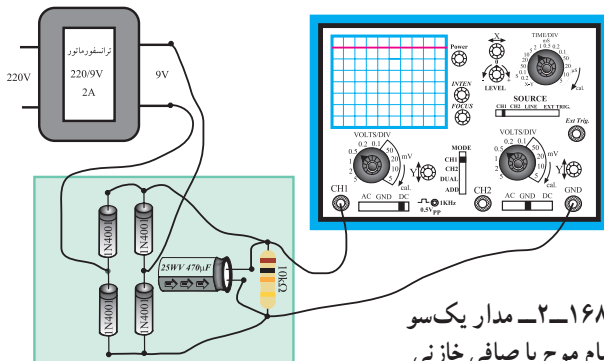


در صورتی که مدار آماده و مونتاژ شده در اختیار دارید، از آن استفاده کنید.

## مدار یک سو ساز پل با صافی خازنی

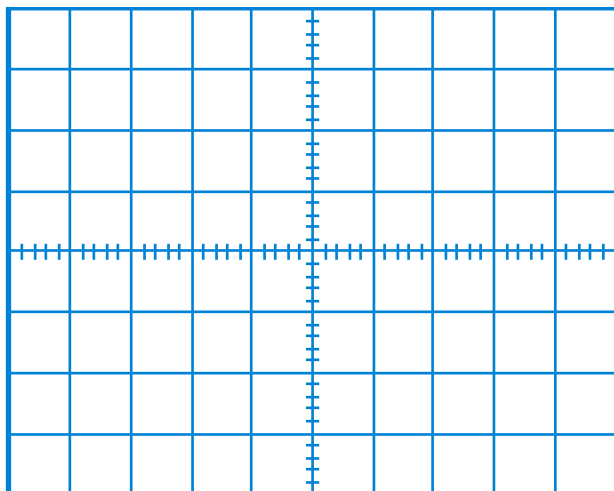
– مدار شکل ۱۶۶-۲ را از برق بکشید و طبق شکل

۱۶۸-۲ یک عدد خازن صافی به آن اضافه کنید.



ب - مدار عملی

شکل ۱۶۸-۲ - مدار یک سو ساز تمام موج با صافی خازنی



شکل ۱۶۹-۲- شکل موج خروجی مدار یک سو ساز تمام موج با صافی خازنی

– مدار را مجدداً به برق بزنید.

– شکل موج نشان داده شده روی صفحه حساس شکل

۱۶۹-۲ را رسم کنید.

– دامنه‌ی ولتاژ DC خروجی را اندازه بگیرید.

V DC = ..... = دامنه‌ی ماکزیم ولتاژ

– دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب

کنید و وسایل را تحویل دهید.

توجه: در صورتی که شکل موج از صفحه‌ی اسیلوسکوپ خارج نشد، سلکتور V/DIV را تغییر دهید تا شکل موج روی صفحه بیاید.

۲ ساعت

زمان

۱۰-۸-۲- کار عملی آزمایش دیود زبر

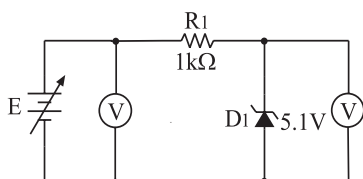
● مواد و تجهیزات لازم: منبع تغذیه صفر تا ۱۲ ولت

– دیود زبر ۵/۱ ولت – مقاومت  $1k\Omega$  سیم رابط – مولتی متر

دیجیتالی

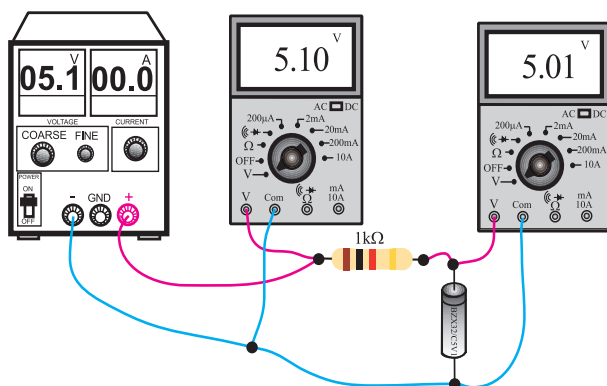
● مراحل اجرای آزمایش

– مدار شکل ۱۷۰-۲ را روی بُرد آزمایشگاهی ببندید.



الف - شماتیک مدار

در صورتی که بُرد آزمایشگاهی آماده در اختیار دارید. از آن استفاده نمایید.



ب - مدار عملی

شکل ۱۷۰-۲- مدار دیود زبر

– ولتاژ ورودی را به تدریج افزایش دهید و به ولتاژ

خروجی توجه کنید. باید ولتاژ خروجی به تدریج افزایش یابد.

در صورتی که ولتاژ به بیش از ۵/۱ ولت برسد، باید ولتاژ خروجی

ثابت بماند.

– منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت قرار دهید و ولتاژ خروجی

را یادداشت کنید.

$$V_o = \dots\dots \text{volt}$$

– آیا دیود، به عنوان رگولاتور ولتاژ، قابل استفاده است؟

شرح دهید.

– یک دیود زبر ۱۲/۶ ولت در اختیار بگیرید و مراحل

اجرای آزمایش را تکرار کنید.

– میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل خود را تحویل

دهید.

۱۱-۸-۲- نمونه‌هایی از مدارهای ترانزیستوری

طراحی مدارهای ترانزیستوری: برای طراحی مدارهای

ترانزیستوری، به اطلاعات جامعی از ترانزیستور و قطعات جانبی آن نیاز داریم. برای ترانزیستور، از نظر طراحی دو بُعد کاملاً متفاوت وجود دارد.

– طراحی دی سی (DC)

– طراحی ا سی (AC)

در طراحی دی سی (DC) ترانزیستور از نظر DC را

بایاس می‌شود. به عبارت دیگر شرایط DC برای آن مشخص می‌گردد. در طراحی ا سی (AC) شرایط کار ترانزیستور برای ولتاژ AC مورد بررسی قرار می‌گیرد.

امروزه مجموعه‌ی مدارهای ترانزیستوری در یک آی سی

(IC) قرار دارد و طراحی آن توسط تیم طراحی انجام می‌شود،

مبنای طراحی ترانزیستور، جریان و ولتاژ پایه‌های ترانزیستور است.

در شکل ۱۷۱-۲ ولتاژها و جریان‌های ترانزیستور را ملاحظه

می‌کنید. در کلیه‌ی شرایط باید رابطه‌ی

$$I_E = I_C + I_B$$

صدق کند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ولتاژ بین پایه‌های

ترانزیستور را با حرف V مشخص می‌کنند و به دنبال آن نام

پایه‌ها را می‌نویسند. مثلاً ولتاژ بین پایه‌های بیس – امیتر را با

$V_{BE}$  مشخص می‌نمایند.

ترانزیستور می‌تواند در نقش کلید الکترونیکی، مدار تقویت

کننده و ... به کار رود. زیرا تغییرات جریان بیس که مقدار آن

بسیار کم است موجب تغییرات بسیار زیاد جریان کلکتور و امیتر

می‌شود. یعنی اگر جریان بیس ۱mA تغییر کند. جریان کلکتور

با توجه به نوع ترانزیستور می‌تواند تغییراتی برابر با ۱۰۰mA داشته

باشد.

### توضیح دهید

اصول کار و ساختمان ترانزیستور را به‌طور

خلاصه تشریح کنید.

.....

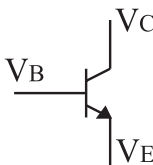
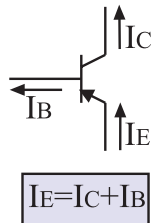
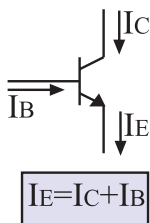
.....

.....

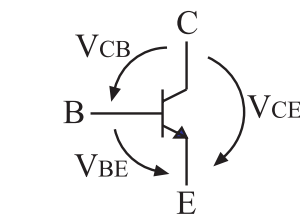
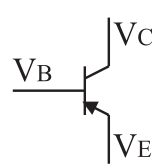
.....

.....

.....



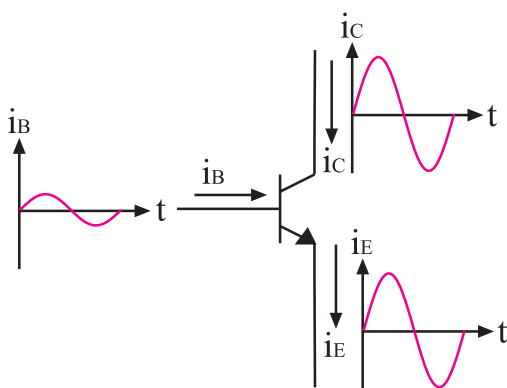
یعنی ولتاژ بیس نسبت به زمین  $V_B$



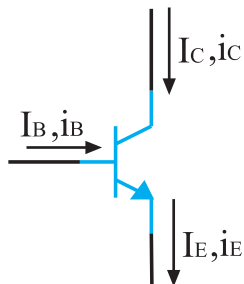
یعنی ولتاژ بیس نسبت به امیتر  $V_{BE}$

شکل ۱۷۱-۲- جریان و ولتاژ پایه‌های ترانزیستور

در شکل ۱۷۲-۲، عمل تقویت کنندگی و رابطه‌ی بین جریان‌ها و ولتاژهای ترانزیستور را مشاهده می‌کنید.



تغییرات جریان بیس باعث تغییر جریان کلکتور می‌شود.



$i_E, i_C, i_B$	ولتاژ و جریان متغیر را با
$V_E, V_C, V_B$	حروف کوچک نشان می‌دهند
$I_E, I_C, I_B$	ولتاژ و جریان ثابت را با
$V_E, V_C, V_B$	حروف بزرگ نشان می‌دهند

نحوه‌ی نام‌گذاری جریان‌ها و ولتاژهای متناوب و ثابت در ترانزیستور شکل ۱۷۲-۲ عمل تقویت‌کنندگی و رابطه‌ی بین جریان‌های ترانزیستور

تحقیق کنید: به چه دلیل باید  $I_E = I_B + I_C$  باشد؛ شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

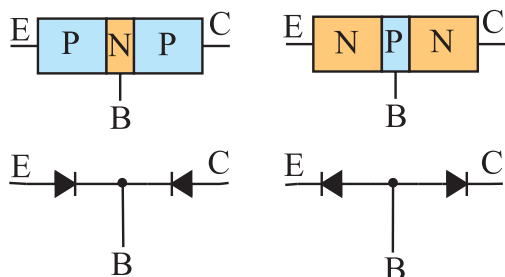
.....

.....

.....

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

زمان ۲ ساعت



شکل ۱۷۳-۲ مدار معادل ترانزیستور

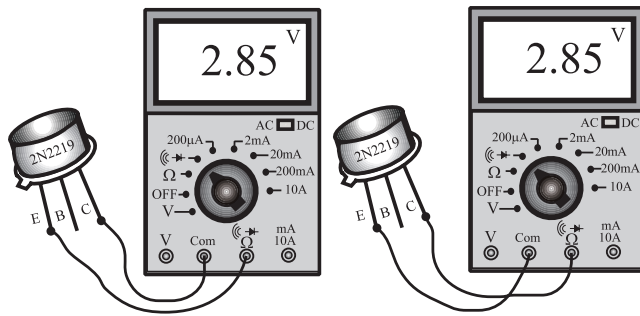
۱۲-۸-۲- کار عملی: آزمایش ترانزیستور

- مواد و تجهیزات مورد نیاز
- مولتی‌متر دیجیتال، ترانزیستور
- مراحل اجرای آزمایش

– یک ترانزیستور را می‌توان به صورت دو اتصال PN نمایش داد. در شکل ۱۷۳-۲ مدار معادل دو اتصال PN برای ترانزیستورهای PNP و NPN نشان داده شده است.

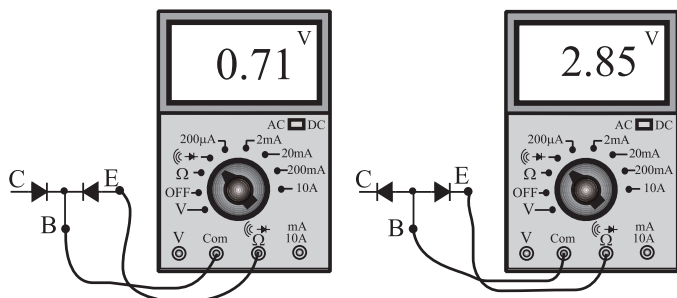
– برای تشخیص نوع ترانزیستور (NPN یا PNP) و نوع پایه‌های آن، می‌توانیم از مولتی‌متر دیجیتالی به صورت زیر استفاده کنیم.

پایه‌های کلکتور و امیتر در هیچ جهتی از خود جریان عبور نمی‌دهند، بنابراین در یک ترانزیستور، ابتدا دو پایه‌ای را که در هیچ جهتی از خود جریان عبور نمی‌دهند تشخیص می‌دهیم. شکل ۱۷۴-۲ این دو پایه یکی کلکتور دیگری امیتر است و پایه‌ی سوم نیز با فرض سالم بودن ترانزیستور قطعاً بیس است.



شکل ۱۷۴-۲- پیدا کردن دو پایه‌ای که با هم ارتباط ندارند.

در مرحله‌ی بعد پایه‌ی بیس را به ترمینال خروجی com و یکی از پایه‌های دیگر را به ترمینال خروجی  $\Omega$  وصل می‌کنیم. اگر بر روی صفحه‌ی نمایش عددی بین  $0.5^\circ$  تا  $0.7^\circ$  نمایان شد ترانزیستور از نوع PNP است و اگر مولتی‌متر ولتاژ مدار باز را نشان داد ( $1/5^\circ$  تا سه ولت – بستگی به نوع آوومتر) ترانزیستور از نوع NPN است (شکل ۱۷۵-۲).

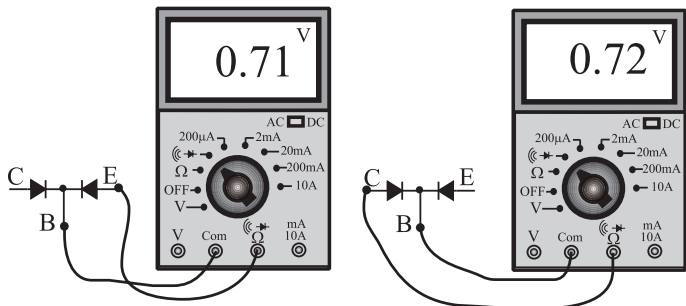


شکل ۱۷۵-۲- نحوه‌ی تشخیص ترانزیستور PNP و NPN از یکدیگر

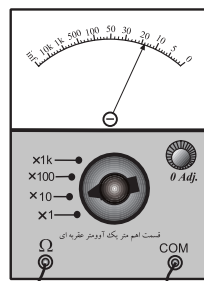
– برای تشخیص پایه‌های کلکتور و امیتر، سعی می‌کنیم پایه «بیس و امیتر» یا «بیس و کلکتور» را به کمک ولتاژ خروجی دو سر مولتی‌متر، در بایاس مستقیم قرار دهیم. چون مقاومت اهمی بین بیس و کلکتور از مقاومت اهمی بین بیس و امیتر کم تر است. لذا بین بیس و پایه‌ی دیگری که ولتاژ کم‌تری در آن افت می‌کند آن پایه کلکتور است. تفاوت ولتاژ بسیار کم و در حدود چند صد هزارم ولت است.

– به کمک اهم متر عقربه‌ای نیز می‌توان پایه‌های ترانزیستور را تشخیص داد. برای این کار از مقاومت اهمی بین پایه‌ها استفاده می‌کنیم. اگر دیود سوخته باشد مقاومت اهمی دو سر آن در هر دو جهت صفر یا بی‌نهایت است و اگر دیود سالم باشد مقاومت اهمی آن در بایاس مخالف خیلی زیاد ولی در بایاس موافق تقریباً محدود است. در بیش‌تر مولتی‌مترهای عقربه‌ای ساده (غیر الکترونیکی) ترمینال (-) قطب مثبت ولتاژ خروجی مولتی‌متر است و ترمینال (+) قطب منفی آن را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۷۶-۲).

– تعدادی ترانزیستور در اختیار بگیرید و بر اساس شکل‌های ۱۷۵-۲ و ۱۷۶-۲ آن‌ها را آزمایش کنید.



الف - آوومتر دیجیتالی



خروجی مثبت خروجی منفی  
ب - آوومتر عقربه‌ای

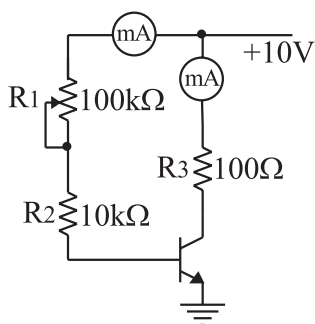
شکل ۱۷۶-۲- تعیین نوع ترانزیستور (NPN یا PNP)



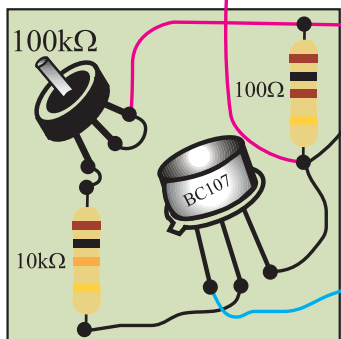
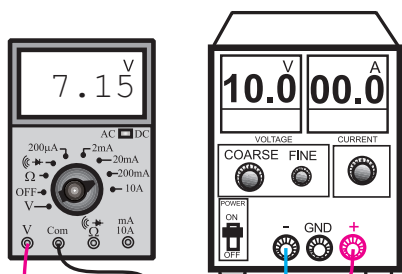
۱۳-۸-۲- کار عملی: مدارهای ساده‌ی ترانزیستوری

ترانزیستور به عنوان کلید الکترونیکی

- مواد و تجهیزات لازم: منبع تغذیه‌ی صفر تا ۳۰ ولت، مولتی متر دیجیتالی، بُرد آزمایشگاهی آماده، سیم رابط، سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ
- مراحل اجرای آزمایش



نکته‌ی مهم: برای اجرای این آزمایش بُرد آماده‌ی آزمایشگاهی مورد نیاز است.



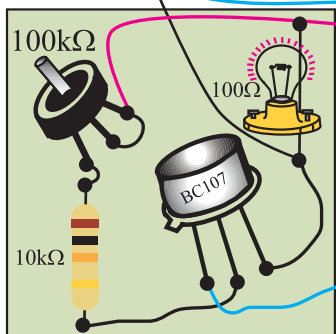
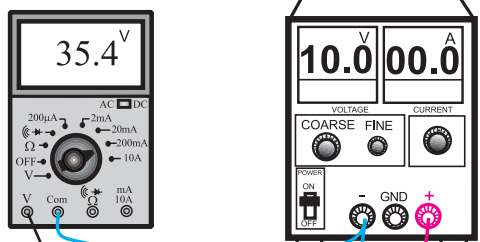
شکل ۲-۱۷۷- ترانزیستور به عنوان کلید قابل تنظیم الکترونیکی

- مدار شکل ۲-۱۷۷ را ببندید.

- ولوم روی بُرد آزمایشگاهی را تغییر دهید.

- با تغییر ولوم باید ولتاژ دو سر مقاومت  $100\Omega$  تغییر کند. در این حالت از ترانزیستور در نقش یک کلید الکترونیکی قابل تنظیم استفاده شده است. شما می‌توانید با تغییرات جریان کم روی بیس، جریان کلکتور و در نهایت ولتاژ دو سر مقاومت  $100\Omega$  اهمی را کنترل کنید.

پاسخ دهید: در صورتی که به جای مقاومت  $100\Omega$  یک لامپ قرارگیرد چه اتفاقی می‌افتد؟ شرح دهید.



شکل ۲-۱۷۸- تنظیم نور لامپ با ترانزیستور

- مدار شکل ۲-۱۷۸ را ببندید.

- ولوم را تغییر دهید. باید نور لامپ کم و زیاد شود.

- هنگامی که ولوم را روی حداکثر می‌گذارید، نور لامپ حداقل می‌شود.
- هنگامی که ولوم را روی حداقل می‌گذارید نور لامپ حداکثر می‌شود.

## ترانزیستور در نقش تقویت کننده

### ● مراحل اجرای آزمایش

۱- مدار شکل ۱۷۹-۲ را با استفاده از بُرد آماده‌ی تقویت

کننده ببندید.

۲- اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی

آن انجام دهید.

● ولوم و inten و Focus را برای داشتن اشعه‌ی مناسب

تنظیم کنید.

● کلید سلکتور Time/Div را روی ۲ms/° بگذارید.

● ولوم Level را روی صفر قرار دهید.

● ولوم Time/variable را روی Cal بگذارید.

● ولوم Volt/variable هر دو کانال را روی Cal قرار

دهید.

● کلید AC-GND-DC هر دو کانال را روی AC

بگذارید.

● کانال یک را روی ۱V/Div و کانال ۲ را روی

۱۷V/Div بگذارید.

۳- سیگنال ژنراتور را روشن کنید و شکل موج خروجی

را در حالت سینوسی و فرکانس ۱KHZ، قرار دهید.

۴- منبع تغذیه و سیگنال ژنراتور را روشن کنید.

۵- کلید Mode اسیلوسکوپ را در حالت Alt قرار دهید.

۶- دامنه‌ی خروجی سیگنال ژنراتور را طوری تنظیم کنید

که روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ ۲/° ولت پیک تا پیک ظاهر

شود.

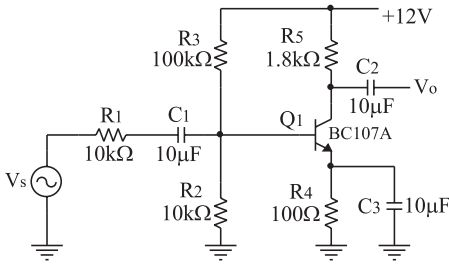
۷- شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی حساس را روی

شکل ۱۸۰-۲ با مقیاس مناسب رسم کنید.

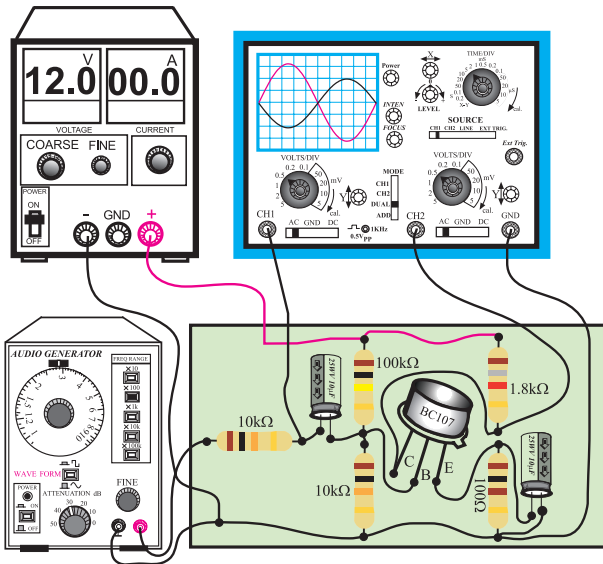
۸- آیا ولتاژ ۲ کانال تقویت شده است؟ شرح دهید.

۹- میز کار خود را مرتب کنید و لوازم آزمایشگاهی را

تحویل دهید.

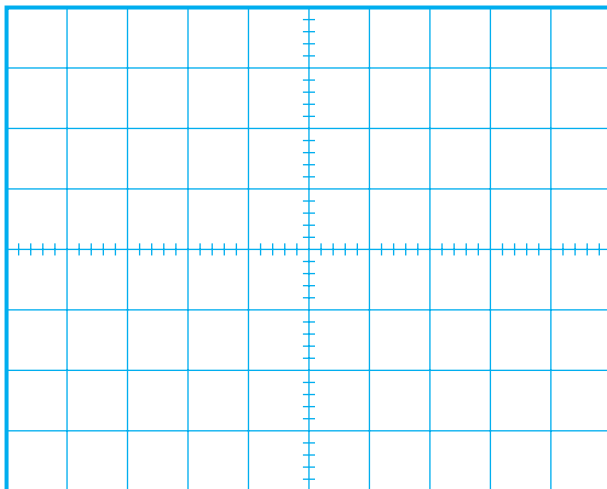


شماتیک مدار



مدار عملی

شکل ۱۷۹-۲- مدار تقویت کننده‌ی ترانزیستوری



$$\text{CH}_1 \begin{cases} \text{Volt / Div} = V \\ \text{Volt / Variable} = \text{cal.} \end{cases} \quad \text{CH}_2 \begin{cases} \text{Volt / Div} = V \\ \text{Volt / Variable} = \text{cal.} \end{cases}$$

$$\boxed{V_{m\text{CH}_1} = V \quad V_{m\text{CH}_2} = V}$$

شکل ۱۸۰-۲- شکل موج خروجی کانال‌های یک و ۲ اسیلوسکوپ