۸ــ۲ــ شناسایی مبانی طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی

۱ــ۸ــ۲ــ سامانه های خودکار بدن انسان، نمونه‌ای

در دسترس: سامانه‌های خودکار بدن انسان از جهتی ساده‌ترین نمونه‌های خودکارند. برای مثال درصورتی که انسان در بدن خود درد را احساس نکند خیلی زود فرسوده می‌شود و از دنیا می‌رود. درواقع بدن انسان دارای حسگرهایی است که بروز مشکل را به فرد اطلاع می‌دهند. در بدن انسان هزاران حسگر وجود دارد که در زمان لازم، فرمان رادریافت می‌کنند و به محل‌های مورد نیاز ارسال می‌نمایند. در بسیاری از موارد وجود حسگرها در بدن و مهیابودن یک سامانه‌ی خودکار برای تعمیر و اصلاح، موجب می‌شود که بدون واردشدن خسارت جدی به بدن، مشکل حل شود. حتماً می‌پرسید چگونه؟ فرض کنید زانوی شما به جسمی سخت برخورد می‌کند. حسگرهای روی زانو فرمان می‌گیرند و بروز درد را به مغز منتقل می‌کنند. مغز از طریق ماهیچه‌ها به ما فرمان می‌دهد و پا به عقب کشیده می‌شود. این مجموعه را یک **سامانه‌ی خودکار** می‌نامند. زیرا با عقب‌کشیدن پا، میزان آسیب به آن به حداقل می‌رسد. بعد از آن سایر اعضای داخلی بدن برای رفع عیب به همکاری می‌پردازند. درصورتی که آسیب، جزئی و در حد کوفتگی باشد، به‌تدریج بدن آن را ترمیم می‌کند. ولی اگر شکستگی رخ داده باشد، با فرمانی که به مغز می‌رسد، پا از حرکت می‌ایستد و نیاز شما را برای مراجعه به پزشک و بستن آتِل یا گچ‌گرفتن اعلام می‌کند. اگر اعصاب و حسگرهای بدن، فرمان لازم را برای توقف حرکت به ماهیچه‌ها ندهند و دردی وجود نداشته باشد استخوان شکسته شده از میان ماهیچه‌ها بیرون می‌آید و موجب خونریزی می‌شود و در نهایت به مرگ می‌انجامد.

بنابراین می‌توانیم نتیجه بگیریم که در یک سامانه‌ی خودکار یا فرآیند اجرایی خودکار میزان آسیب به حداقل می‌رسد و در بسیاری از موارد سیستم می‌تواند خود را به حالت تعادل برگرداند. در شکل ۱۵۰ــ۲ و ۱۵۱ــ۲ تعدادی از حسگرهای بدن انسان را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۵۰ــ۲ــ انسان نمونه‌ی کاملی از سامانه‌ی خودکار (اتوماسیون) قابل ترمیم با حسگرهای آن

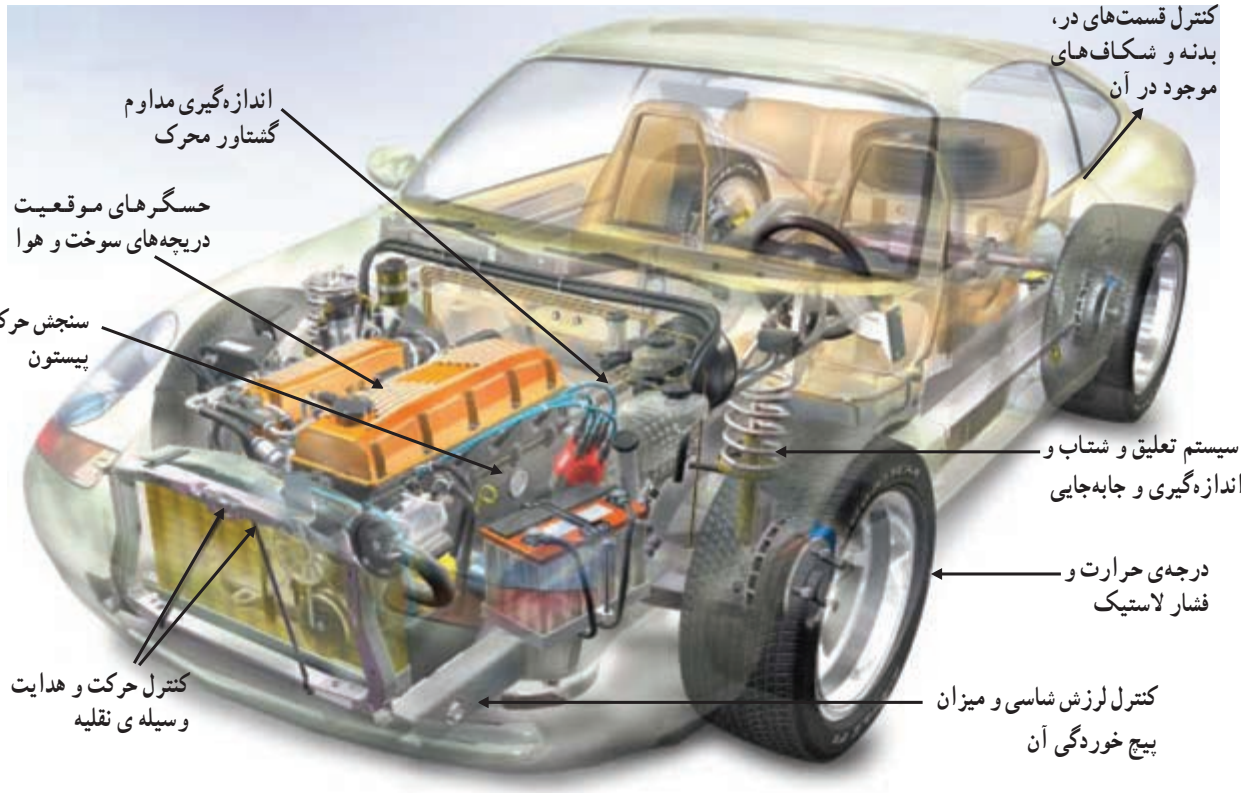
شکل ۱۵۱ــ۲ــ اگر حسگرهای بدن انسان وجود نداشته باشند، عمر انسان بسیار کم می‌شود.

۲ــ۸ــ۲ــ خودروی مجهز به سیستم الکترونیکی:

درصورتی که بخواهیم اتومبیل نیز مانند انسان، عمر طولانی داشته باشد و خیلی زود فرسوده نشود، لازم است برای آن یک سامانه‌ی خودکارتهیه کنیم. برای داشتن سامانه‌ی خودکار نیاز به سامانه‌های الکترونیکی داریم. برای مثال، درصورتی که لنت ترمز اتومبیل در حال تمام‌شدن 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 ۱۵۲ــ۲ 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.

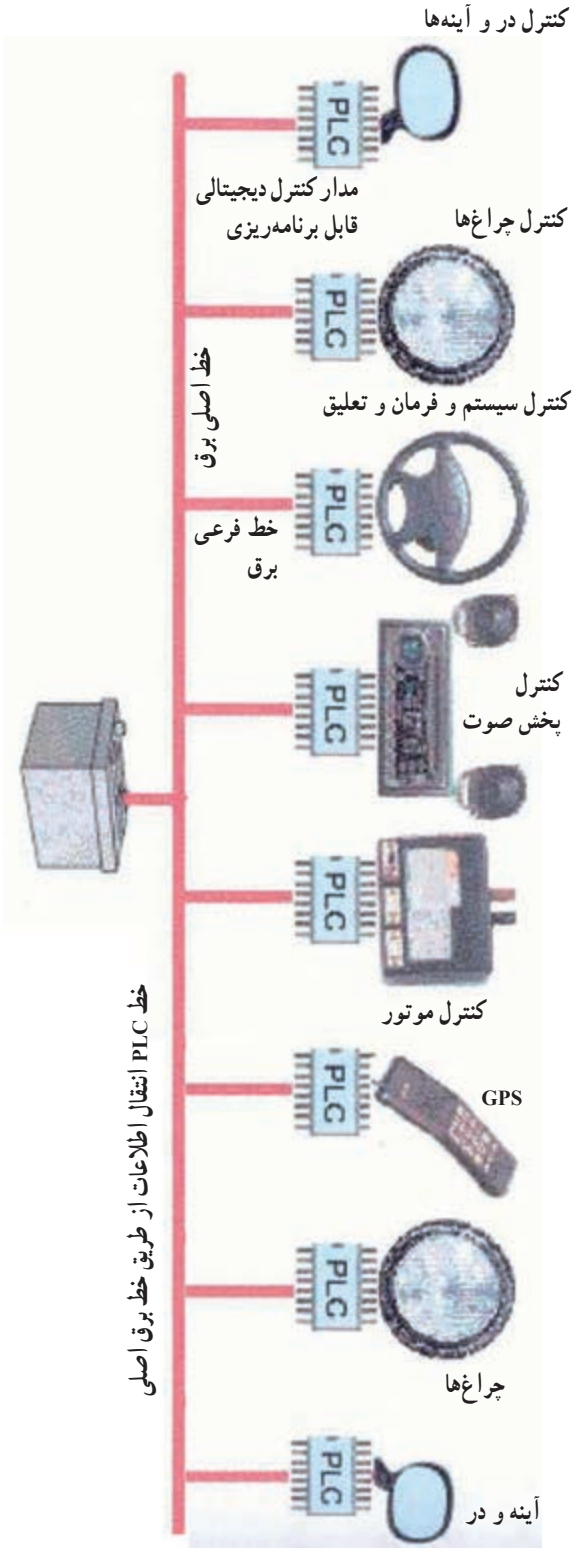
ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

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.



شکل ۱۵۲ــ۲ــ اگر قسمت‌های نشان‌داده‌شده تحت کنترل قرار گیرند، عمر خودرو چند برابر می‌شود و به تعمیر، سرویس و نگه‌داری کم‌تری نیاز خواهد داشت.

۳ــ۸ــ۲ــ 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. درحالی 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 (multiplox) 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 کلیه‌ی اطلاعات رمزگذاری شود و در انتهای خط رمزگشایی گردد. اجرای این فرآیند بسیار پیچیده است. اما کلیه‌ی 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 پی ال سی[1] (PLC) یا انتقال اطلاعات از خط اصلی برق می‌نامند. در شکل ۱۵۳ــ۲ نمودار بلوکی این سیستم را ملاحظه می‌کنید. در روی شکل قسمت‌های دیگری وجود دارد که آن نیز با پی ال سی[2] (PLC) مشخص شده است. PLC در این قسمت به معنی کنترل دیجیتالی قابل برنامه‌ریزی است که مدار الکترونیکی خاصی است.

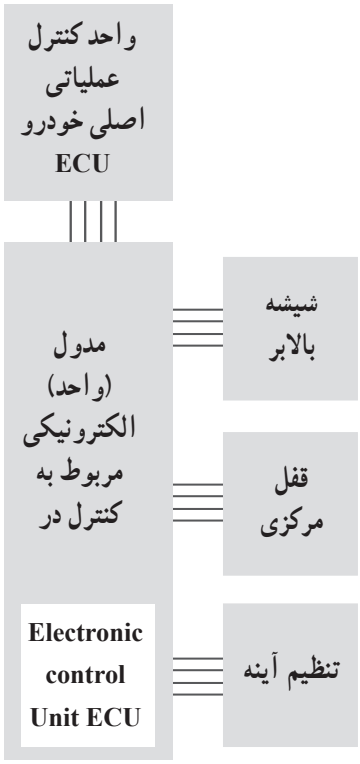


شکل ۱۵۳ــ۲ــ کاهش تعداد سیم‌ها با استفاده از انتقال اطلاعات از طریق خط برق اصلی

۱ــ PLC حروف اول power line communication است.

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

در شکل ۱۵۴ــ۲ 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. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود، کلیه قسمت‌ها فقط با ۴ رشته سیم با هم ارتباط دارند.



شکل ۱۵۴ــ۲ــ مدار الکترونیکی کنترل مربوط به در یک نمونه خودرو

۵ــ۸ــ۲ــ 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 اِی‌بی‌اس (ABC) از کار بیفتد، نباید ترمز را از کار بیندازد. در این حالت باید ترمز خودرو مانند یک ترمز معمولی عمل کند. این نوع مقررات را اصطلاحاً پروتکل (Protocol) یا قرار داد قانونی می‌نامند. برای خودروها سه نوع قرار داد تدوین شده است.

■ قرارداد CAN[1] که کنترل عملکرد نیروی محرکه را (که برای انتقال اطلاعات به سرعت بالایی نیاز دارد) برعهده می‌گیرد.

■ قرارداد VAN[2] که برای مواردی از قبیل کیسه‌ی هوا، سیستم تهویه و ... به‌کار می‌رود.

■ قرارداد LIN[3] که برای موارد ساده‌تر مانند کمربند ایمنی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

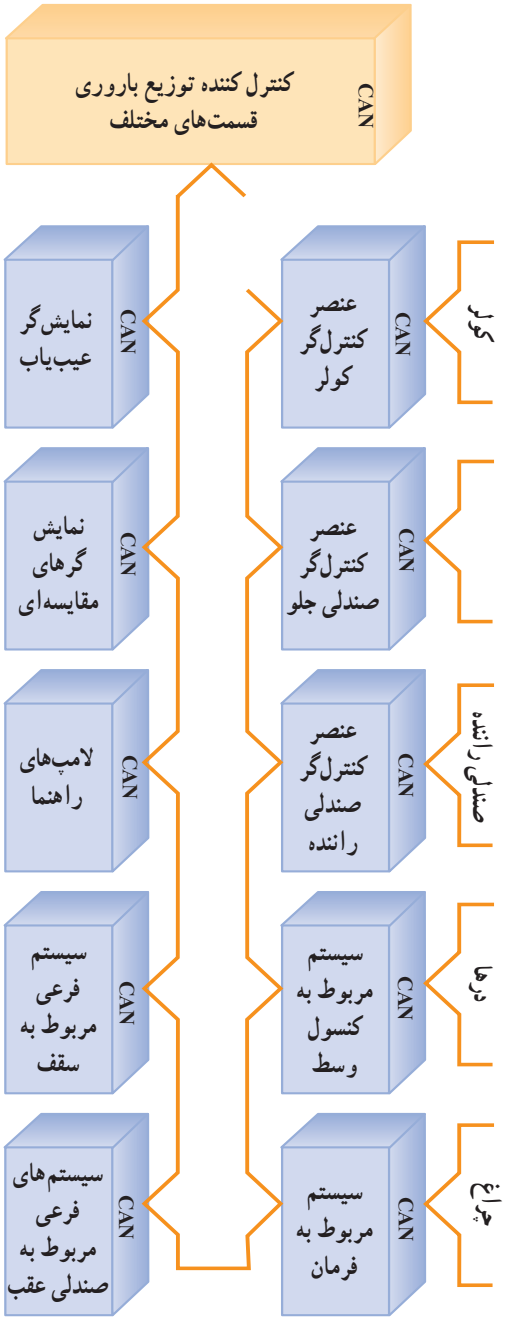
۱ــ CAN حروف اول کلمات Controler Area Net work است.

۲ــ VAN حروف اول کلمات Vehicle Area Network است.

۲ــ LIN حروف اول کلمات Local Interconnet Nerwork است.

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

در واقع پروتکل‌ها در استانداردسازی سیستم‌های الکترونیکی خودرو نقش بسیار سازنده‌ای برعهده دارند. در شکل ۱۵۵ــ۲ 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 به‌نام Diac استفاده کرد.



شکل ۱۵۵ــ۲ــ یک نمونه سیستم ساده‌شده‌ی VAN

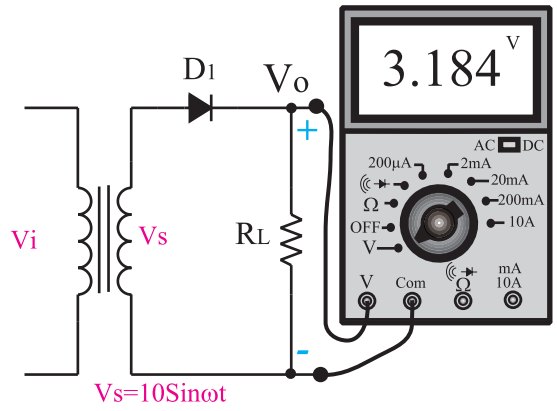
۶ــ۸ــ۲ــ اصول طراحی مدارهای الکترونیکی:

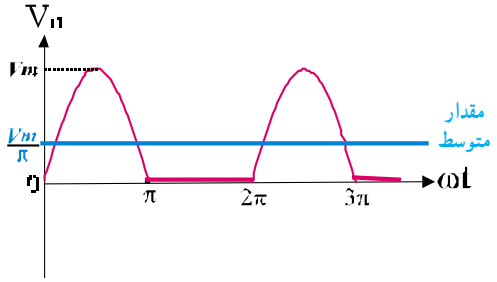
از آن‌جا که امروزه مدارهای الکترونیکی بسیار پیچیده شده است، معمولاً طراحی مدارها را یک تیم انجام می‌دهد. اما برای فراگیران ضرورت دارد که حداقل طراحی مدارهای ساده دیودی و ترانزیستوری را بیاموزند.

۷ــ۸ــ۲ــ نمونه‌هایی از مدارهای دیودی یک‌سو

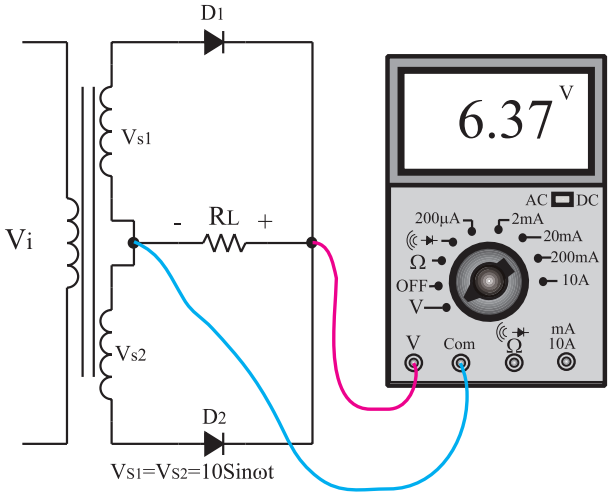
ساز : در شکل ۱۵۶ــ۲ مدار یک سو ساز نیم موج ترسیم شده است. برای طراحی این مدار باید اول بدانیم با چه ولتاژ جریانی می‌خواهیم کار کنیم. سپس با استفاده از کتاب اطلاعات، آن نوع دیودی را انتخاب کنیم که بتواند جریان و ولتاژ مورد آزمایش را تحمل کند. مثلاً اگر ولتاژ ما کم‌تر از ۱۰۰ ولت و جریان مدار کم‌تر از یک آمپر باشد دیود ۱N۴۰۰۱ مناسب است. برای طراحی مدارهای یک‌سو ساز تمام موج و پل نیز از همین قانون تبعیت می کنیم.

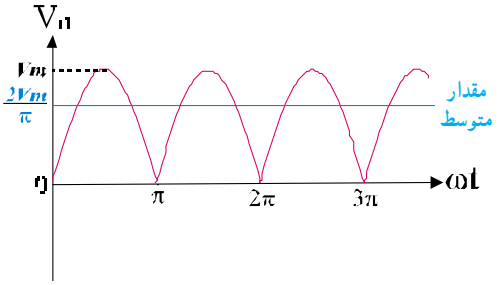
در شکل‌های ۱۵۷ــ۲ و ۱۵۸ــ۲ دو نوع مدار یک‌سو ساز تمام موج آمده است.





شکل ۱۵۶ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز نیم موج و شکل موج خروجی آن





شکل ۱۵۷ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج با دو دیود

کمی فکر کنید : نحوه‌ی عملکرد یکسو ساز تمام موج با دودیود را شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

تحقیق کنید : نحوه‌ی عملکرد یکسو ساز تمام موج نوع پل تشریح کنید.

.....

.....

.....

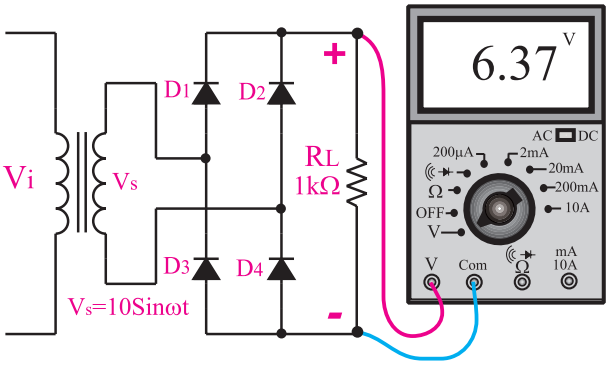
.....

.....

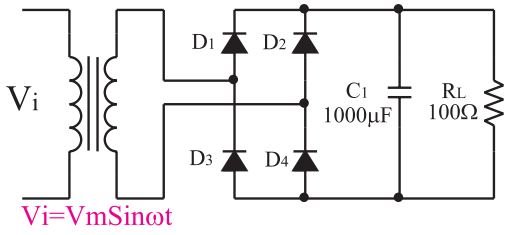
.....

.....

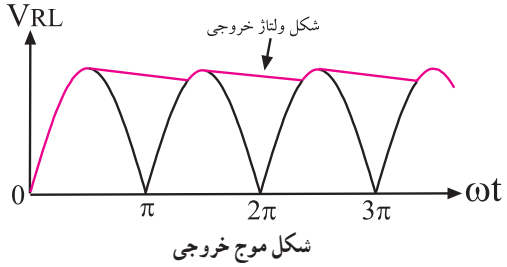
.....



شکل ۱۵۸ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج نوع پل



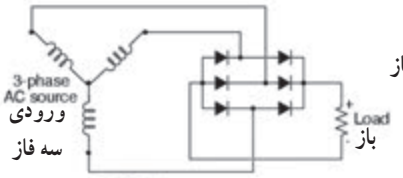
برای صاف کردن ولتاژ یک‌سو شده از خازن استفاده می‌کنیم. در شکل ۱۵۹ــ۲ مدار یک‌سو ساز تمام موج نوع پل را با خازن صافی و شکل موج خروجی مشاهده می‌کنید. در این یک‌سو ساز از ۴ دیود استفاده شده است. از یک‌سو سازها برای یک‌سو سازی جریان تولید شده توسط آلترناتور خودرو به منظور شارژ باتری استفاده می‌کنند. یادآور می‌شود که آلترناتورهای استفاده شده در خودرو به صورت سه فاز است و یک‌سو سازی آن نیز به صورت سه فاز صورت می‌گیرد.



شکل موج خروجی

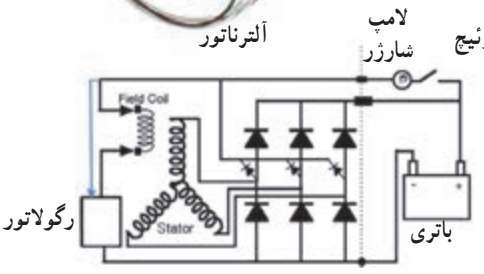
شکل ۱۵۹ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج نوع پل با صافی خازنی

در شکل الف ــ۱۶۰ــ۲ یک نمونه مدار یک‌سو ساز سه فاز را مشاهده می‌کنید. برای یک‌سو سازی سه فاز از یک مجموعه‌ی دیود که در آن ۳ یا ۶ دیود قرار دارد استفاده می‌کنند. در شکل ب ــ۱۶۰ــ۲ یک نمونه دیود یک‌سو ساز سه فاز را، که در اتومبیل‌های قدیمی به کار می‌رود، آورده‌ایم. در شکل ج ــ ۱۶۰ــ۲ یک نمونه مدارکامل یک‌سوساز سه فاز را با رگولاتور و اجزاء جانبی آن ملاحظه می‌کنید.



الف ــ مدار یک‌سو ساز
سه فاز با ۶ دیود

ب ــ یک نمونه دیود یک‌سو ساز
سه فاز قابل استفاده در خودرو



ج ــ مدار یک‌سو ساز
سه فاز با رگولاتور و
باتری

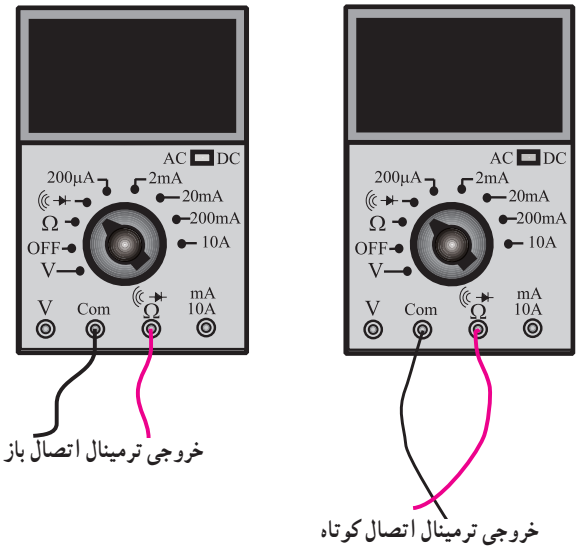
شکل ۱۶۰ــ۲ــ یک‌سو ساز سه فاز

۸ــ۸ــ۲ــ کار عملی : آزمایش دیود

زمان	۲ ساعت

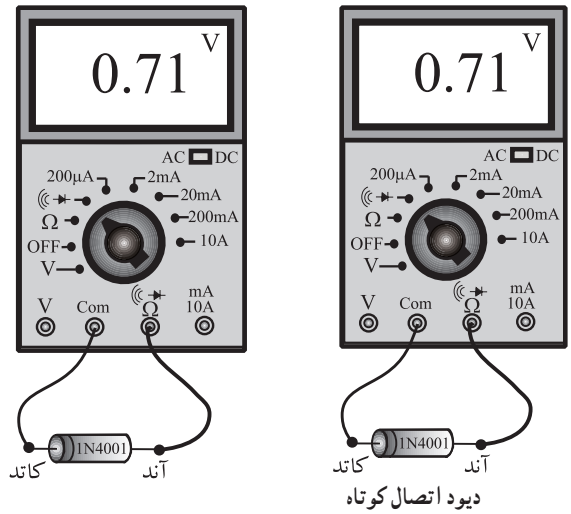
● **اطلاعات اولیه :** با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی، می‌توانید دیود را آزمایش کنید. روی هر مولتی‌متر دیجیتالی قسمتی برای آزمایش دیود وجود دارد که با علامت ⊣▷⊢ مشخص شده است. در صورتی که مولتی‌متر روی علامت ⊣▷⊢ قرار گیرد. بین ترمینال‌های Com و ترمینال مربوط به ⊣▷⊢ ، بسته به نوع مولتی‌متر، ولتاژی برابر با ۱/۵ تا سه ولت قرار می‌گیرد. در صورتی که این دو ترمینال باز باشند ولتاژ دو سر ترمینال‌ها را نشان می‌دهد. اگر دو سر ترمینال را به هم اتصال کوتاه کنیم، مولتی‌متر صفر (۰) را نشان می‌دهد (شکل ۱۶۲ــ۲).

در صورتی که دیود را طبق شکل ۱۶۲ــ۲ به مدار وصل کنیم، چنان‌چه دیود سالم باشد عددی در حدود ۰/۷ و در صورتی که اتصال کوتاه باشد عدد صفر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶۱ــ۲ــ خروجی ترمینال‌های تست دیود

هنگام آزمایش دیود به قطب‌های آن توجه کنید.



شکل ۱۶۲ــ۲ــ آزمایش دیود توسط مولتی متر دیجیتال.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

در صورتی که به هر دلیلی دیود قطع باشد، مولتی‌متر عدد خروجی ترمینال‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۱۶۳ــ۲).

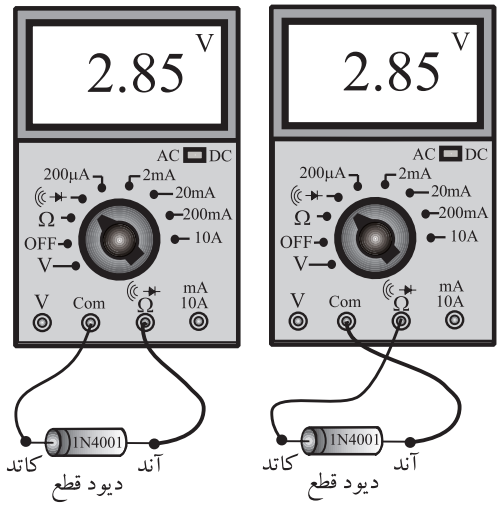
● **تجهیزات و مواد مورد نیاز :** مولتی‌متر دیجیتالی، چند نمونه دیود

● **مراحل اجرای آزمایش**

ــ چند نمونه دیود سالم را در اختیار بگیرید و براساس شکل‌های شماره ۱۶۲ــ۲ تا ۱۶۳ــ۲ آن‌ها را آزمایش کنید.

ــ چند نمونه دیود معیوب را که قطع یا دارای اتصال کوتاه‌اند، در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

ــ چند نمونه دیود نورانی LED در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.



شکل ۱۶۳ــ۲ــ دیود سوخته است (قطع است).

نکته‌ی مهم : در صورتی که دیود مورد آزمایش از نوع سیلسیوم باشد مقدار ولتاژ هدایت آن بیش‌تر از ۰/۶ و اگر از نوع ژرمانیوم باشد ولتاژ آن کم‌تر از ۰/۴ است.

ــ چند نمونه دیود یک‌سو ساز خودروهای قدیمی را در صورتی که موجود است در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

ــ میز کار خود را مرتب کنید و وسایل آزمایشگاهی را تحویل دهید.

نتایج حاصل از آزمایش دیود را شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

۹ــ۸ــ۲ــ کار عملی : یک سوسازی

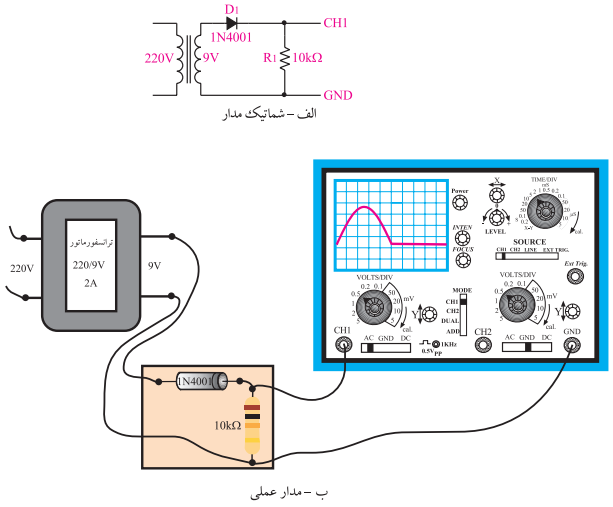
مدار یک‌سو ساز نیم موج، تمام موج، پل و صافی

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز :** ترانسفورموتور 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.

زمان	۴ ساعت

● **مراحل اجرای آزمایش :**

ــ مدار شکل ۱۶۴ــ۲ را روی برد آزمایشگاهی ببندید.



شکل ۱۶۴ــ۲ــ 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.

ــ 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_1 بگذارید.
- کلید سلکتور source را در حالت LINE قرار دهید.
- کلید سلکتور volt/oiv کانال CH_1 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.

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

ــ شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را روی نمودار شکل ۱۶۵ــ۲ رسم کنید.

ــ دامنه‌ی ولتاژ ماکزیمم نشان داده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را اندازه بگیرید.

دامنه‌ی ماکزیمم =.....volt

ــ مقدار زمان تناوب موج نشان داده شده روی شکل ۱۶۵ــ۲ را اندازه بگیرید.

T =.....ms

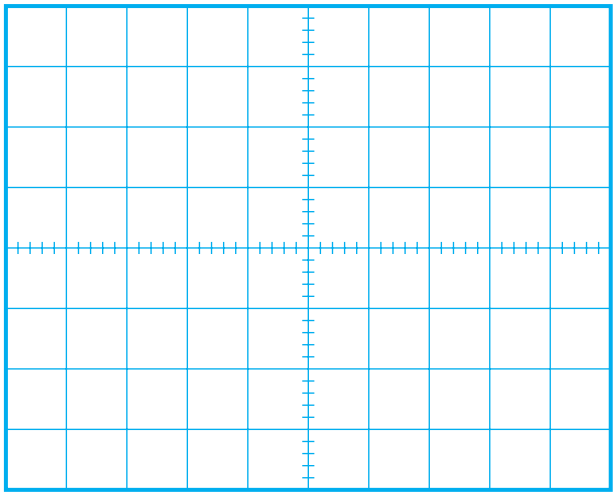
ــ مقدار فرکانس موج نشان داده شده روی شکل ۱۶۵ــ۲ را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{\dots} = Hz$$ هرتز

ــ 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.



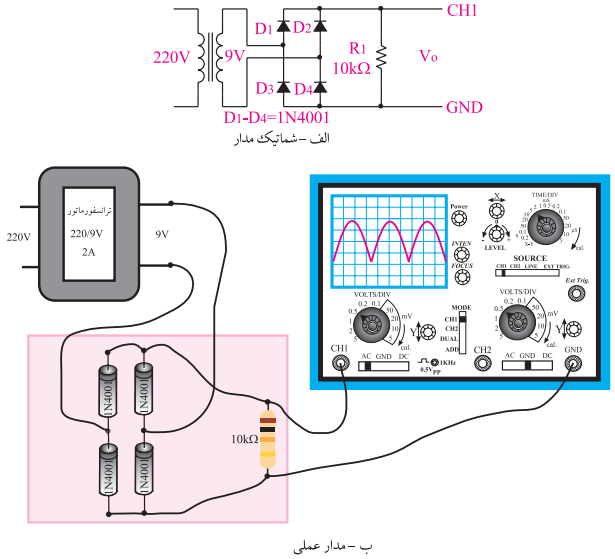
شکل ۱۶۵ــ۲ــ شکل موج خروجی مدار یک سو ساز نیم موج

مدار یک‌سوساز پل

ــ مدار یک‌سو ساز پل (شکل ۱۶۶ــ۲) را روی برد آزمایشگاهی ببندید.

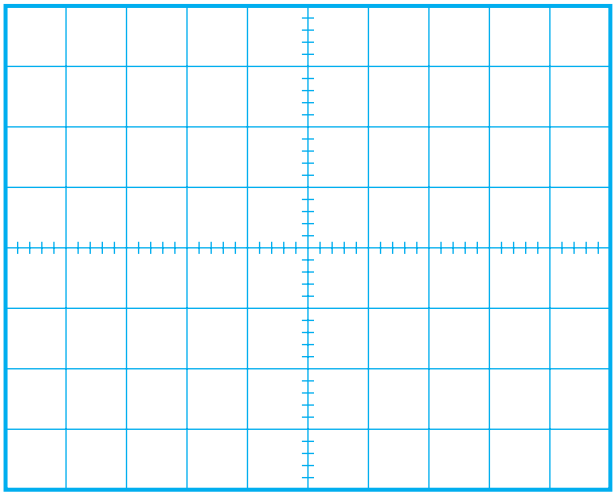
ــ اسیلوسکوپ را روشن کنید و آن را مشابه آزمایش قبل تنظیم کنید.

ــ ورودی را با احتیاط کامل به برق بزنید.



شکل ۱۶۶ــ۲ــ مدار یک‌سو 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 ۱۶۷ــ۲ــ شکل موج خروجی مدار یک‌سو ساز پل

ــ شکل موج نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۶۷ــ۲ با مقیاس مناسب‌تر ترسیم کنید.

ــ دامنه‌ی ماکزیمم سیگنال نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

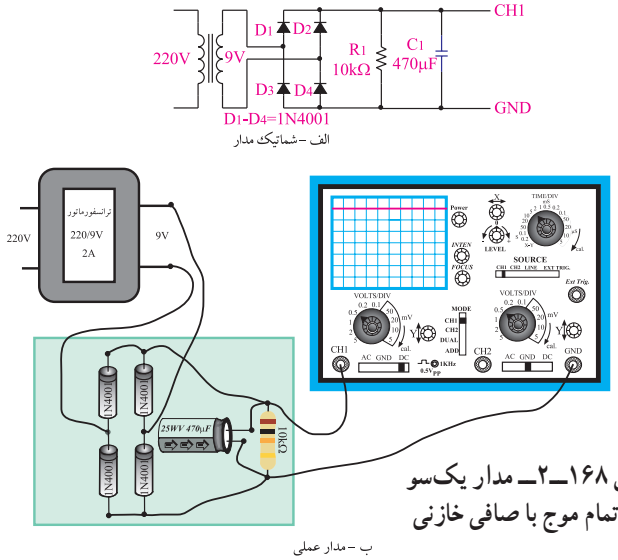
ولت ..... = دامنه‌ی ماکزیمم

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

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

مدار یک‌سو ساز پل با صافی خازنی

ــ مدار شکل ۱۶۶ــ۲ را از برق بکشید و طبق شکل ۱۶۸ــ۲ یک عدد خازن صافی به آن اضافه کنید.



شکل ۱۶۸ــ۲ــ مدار یک‌سو ساز تمام موج با صافی خازنی

ـ مدار را مجدداً به برق بزنید.

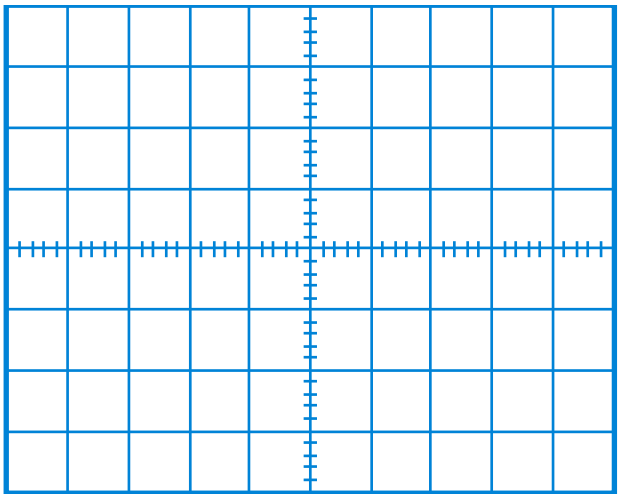
ـ شکل موج نشان داده شده روی صفحه حساسِ شکل ۲ـ۱۶۹ را رسم کنید.

ـ دامنه‌ی ولتاژ DCخروجی را اندازه بگیرید.

V DC.....= دامنه ی ماکزیم ولتاژ

ـ 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.



شکل ۲ـ۱۶۹ـ شکل موج خروجی مدار یک‌سو ساز تمام موج با صافی خازنی

۱۰ـ۸ـ۲ـ کار عملی آزمایش دیود زنر

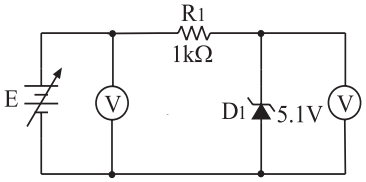
زمان	۲ ساعت

● **مواد و تجهیزات لازم :** منبع تغذیه صفر تا ۱۲ ولت ـ دیود زنر ۵/۱ ولت ـ مقاومت ۱KΩ سیم رابط ـ مولتی‌متر دیجیتالی

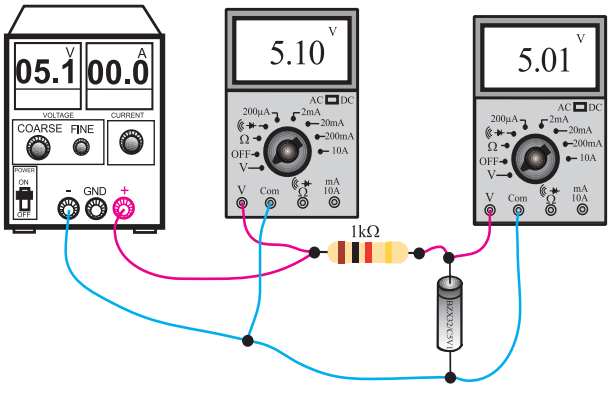
● **مراحل اجرای آزمایش**

ـ مدار شکل ۲ـ۱۷۰ را روی بُرد آزمایشگاهی ببندید.

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



الف ـ شماتیک مدار



ب ـ مدار عملی

شکل ۲ـ۱۷۰ـ مدار دیود زنر

ـ ولتاژ ورودی را به‌تدریج 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.

ـ منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت قرار دهید و ولتاژ خروجی را یادداشت کنید.

V_O = ...volt

ـ آیا دیود، به عنوان رگولاتور ولتاژ، قابل استفاده است؟ شرح دهید.

ـ یک دیود زنر ۱۲/۶ ولت در اختیار بگیرید و مراحل

اجرای آزمایش را تکرار کنید.

ـ میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل خود را تحویل دهید.

۱۱ــ۸ــ۲ــ 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 بُعدِ کاملاً متفاوت وجود دارد.

ـ طراحی دی سی (DC)

ـ 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 اِ 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 ۱۷۱ــ۲ ولتاژها و جریان‌های ترانزیستور را ملاحظه می‌کنید. در کلیه‌ی شرایط باید رابطه‌ی

$$IE=IC+IB$$

صدق کند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ولتاژ بین پایه‌های ترانزیستور را با حرف V مشخص می کنند و به دنبال آن نام پایه‌ها را می‌نویسند. مثلاً ولتاژ بین پایه‌های بیس ــ امیتر را با V_{BE} مشخص می‌نمایند.

ترانزیستور می‌تواند در نقش کلید الکترونیکی، مدار تقویت کننده و ... به‌کار رود. زیرا تغییرات جریان بیس که مقدار آن بسیار کم است موجب تغییرات بسیار زیاد جریان کلکتور وامیتر 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.

.....

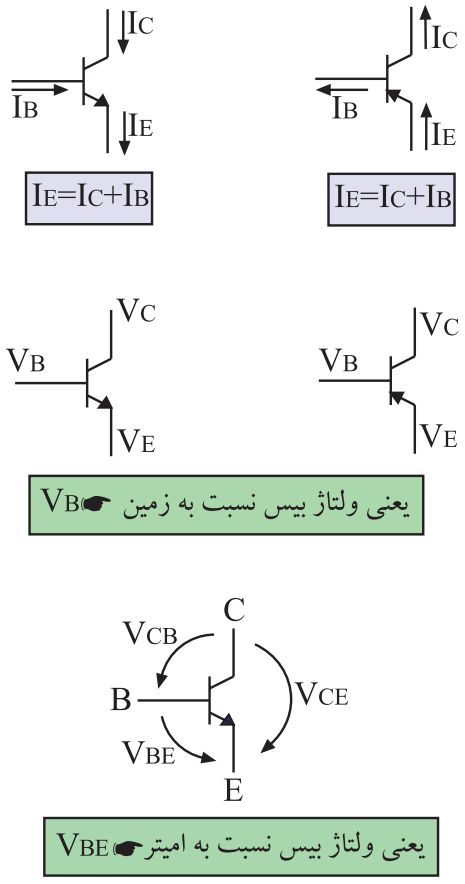
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱۷۱ــ۲ــ جریان و ولتاژ پایه‌های ترانزیستور

در شکل ۱۷۲ــ۲، عمل تقویت کنندگی و رابطه‌ی بین جریان‌ها و ولتاژهای ترانزیستور را مشاهده می‌کنید.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

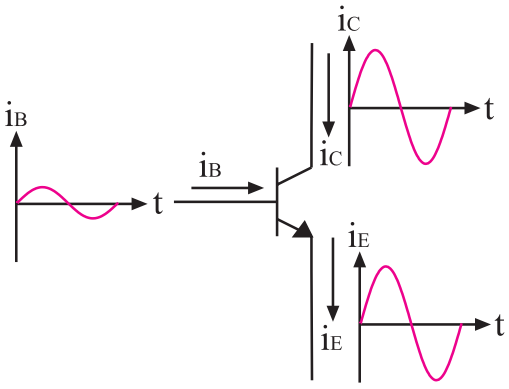
.....

.....

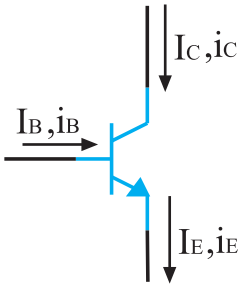
.....

.....

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند



تغییرات جریان بیس باعث تغییر جریان کلکتور می‌شود.



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

نحوه‌ی نام‌گذاری جریان‌ها و ولتاژهای متناوب و ثابت در ترانزیستور

شکل ۱۷۲ــ۲ــ عمل تقویت‌کنندگی و رابطه‌ی بین جریان‌های ترانزیستور

زمان	۲ ساعت

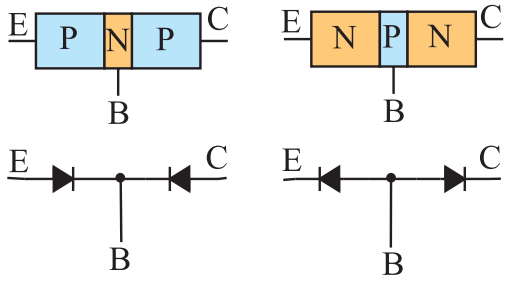
۱۲ــ۸ــ۲ــ کار عملی: آزمایش ترانزیستور

● مواد و تجهیزات مورد نیاز

مولتی‌متر دیجیتال، ترانزیستور

● مراحل اجرای آزمایش

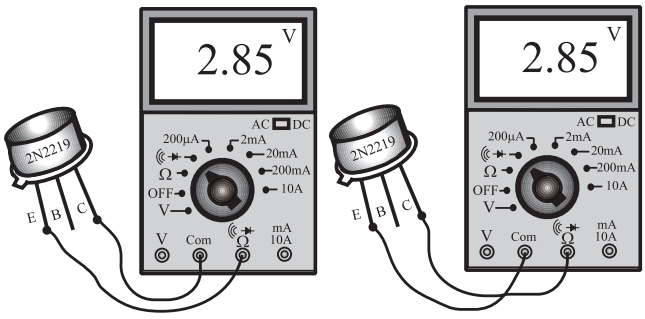
ــ یک ترانزیستور را می‌توان به‌صورت دو اتصال PN نمایش داد. در شکل ۱۷۳ــ۲ مدار معادل دو اتصال PN برای ترانزیستورهای PNP و NPN نشان داده شده است.



شکل ۱۷۳ــ۲ــ مدار معادل ترانزیستور

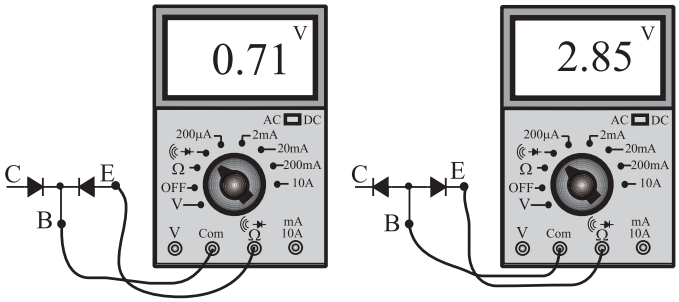
ــ برای تشخیص نوع ترانزیستور (PNP یا NPN) و نوع پایه‌های آن، می‌توانیم از مولتی‌متر دیجیتالی به‌صورت زیر استفاده کنیم.

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 ۱۷۴ــ۲ این دو پایه یکی کلکتور دیگری امیتر است و پایه‌ی سوم نیز با فرض سالم‌بودن ترانزیستور قطعاً بیس است.



شکل ۱۷۴ــ۲ــ 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 ⊣⊢ وصل می‌کنیم. اگر بر روی صفحه‌ی نمایش عددی بین ۰/۵ تا ۰/۷ نمایان شد ترانزیستور از نوع PNP است و اگر مولتی‌متر ولتاژ مدار باز را نشان داد (۱/۵ تا سه ولت ــ بستگی به نوع آوومتر) ترانزیستور از نوع NPN است (شکل ۱۷۵ــ۲).

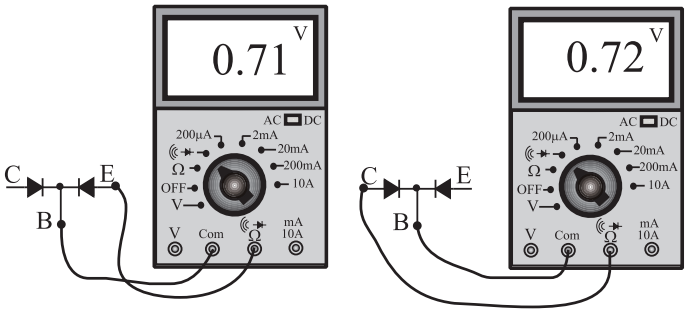


شکل ۱۷۵ــ۲ــ نحوه‌ی تشخیص ترانزیستور PNP و NPN از یکدیگر

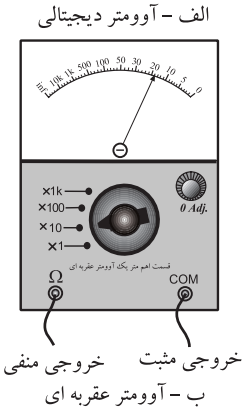
ــ برای تشخیص پایه‌های کلکتور و امیتر، سعی می‌کنیم پایه «بیس و امیتر» یا «بیس و کلکتور» را به کمک ولتاژ خروجی دو سر مولتی‌متر، در بایاس مستقیم قرار دهیم. چون مقاومت اهمی بین بیس و کلکتور از مقاومت اهمی بین بیس و امیتر کم‌تر است. لذا بین بیس و پایه‌ی دیگری که ولتاژ کم‌تری در آن افت می‌کند آن پایه کلکتور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

ــ 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 ۱۷۶ــ۲).

ــ تعدادی ترانزیستور در اختیار بگیرید و بر اساس شکل‌های ۱۷۵ــ۲ و ۱۷۶ــ۲ آن‌ها را آزمایش کنید.



الف – آوومتر دیجیتالی



ب – آوومتر عقربه ای

شکل ۱۷۶ــ۲ــ تعیین نوع ترانزیستور (PNP یا NPN)

۱۳ــ۸ــ۲ــ 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.

ــ مدار شکل ۱۷۷ــ۲ را ببندید.

ــ ولوم روی بُرد آزمایشگاهی را تغییر دهید.

ــ با تغییر ولوم باید ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰۰Ω 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 ۱۰۰ اهمی را کنترل کنید.

پاسخ دهید : در صورتی که به جای مقاومت ۱۰۰Ω یک لامپ قرارگیرد چه اتفاقی می‌افتد؟ شرح دهید.

.....

.....

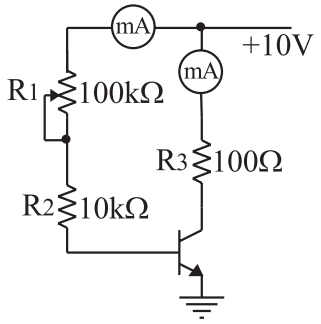
ــ مدار شکل ۱۷۸ــ۲ را ببندید.

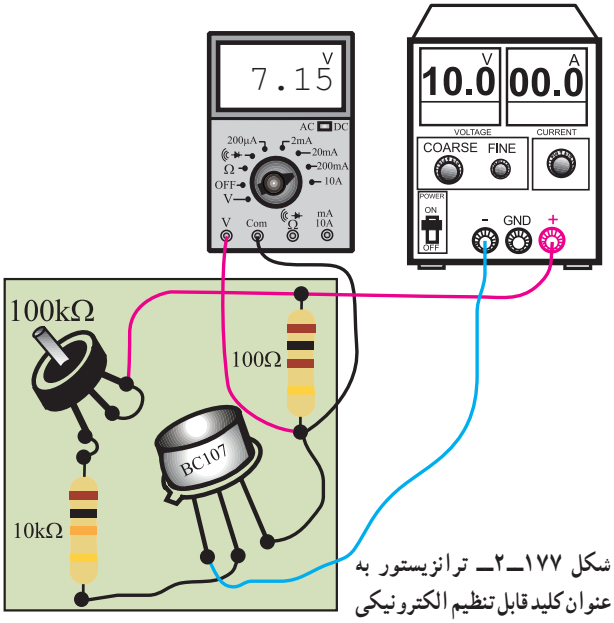
ــ ولوم را تغییر دهید. باید نور لامپ کم و زیاد شود.

ــ هنگامی که ولوم را ر وی حداکثر می‌گذارید، نور لامپ حداقل می‌شود.

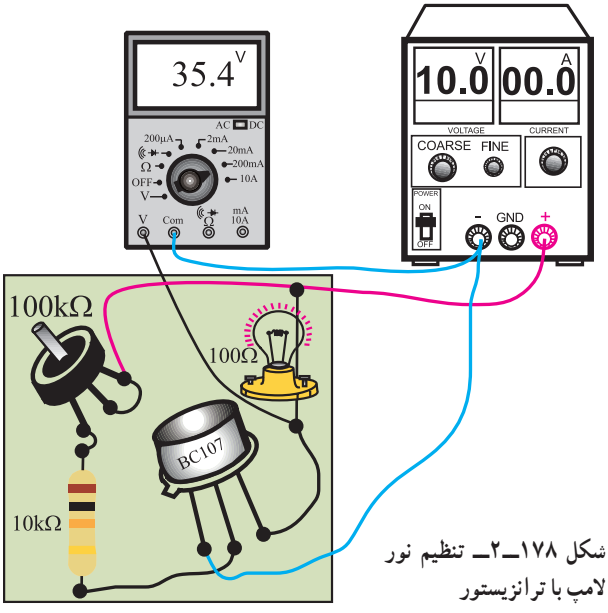
ــ هنگامی که ولوم را روی حداقل می‌گذارید نور لامپ حداکثر می‌شود.

زمان	۴ ساعت





شکل ۱۷۷ــ۲ــ ترانزیستور به عنوان کلید قابل تنظیم الکترونیکی



شکل ۱۷۸ــ۲ــ تنظیم نور لامپ با ترانزیستور

ترانزیستور در نقش تقویت‌کننده

● مراحل اجرای آزمایش

ــ مدار شکل ۱۷۹ــ۲ را با استفاده از بُردِ آماده‌ی تقویت کننده ببندید.

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

● ولوم inten و Focus را برای داشتن اشعه‌ی مناسب تنظیم کنید.

● کلید سلکتور Time/DiV را روی ۰/۲ms 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 ۰/۱V/DiV و کانال ۲ را روی ۱V/Div بگذارید.

ــ سیگنال ژنراتور را روشن کنید و شکل موج خروجی را در حالت سینوسی و فرکانس۱KHZ، قرار دهید.

ــ منبع تغذیه و سیگنال ژنراتور را روشن کنید.

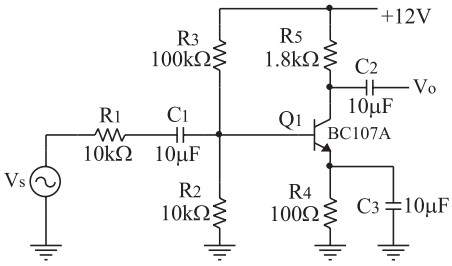
ــ کلید Mode اسیلوسکوپ را در حالت Alt قرار دهید.

ــ دامنه‌ی خروجی سیگنال ژنراتور را طوری تنظیم کنید که روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ ۰/۲ ولت پیک تا پیک ظاهر شود.

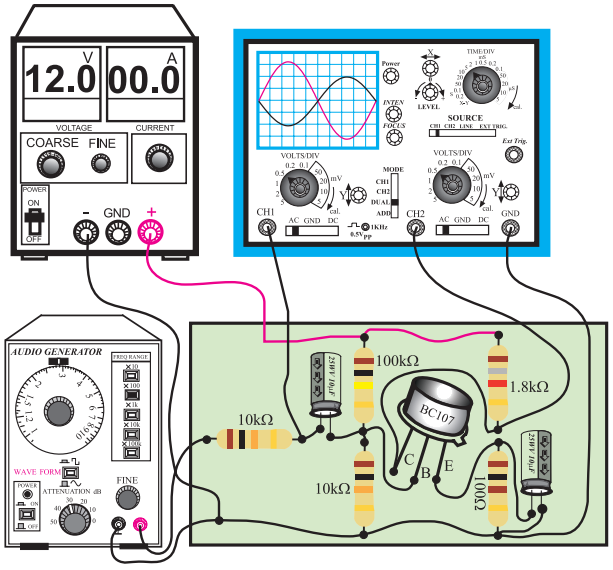
ــ شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۸۰ــ۲ با مقیاس مناسب رسم کنید.

ــ آیا ولتاژ کانال ۲ تقویت شده است؟ شرح دهید.

ــ میز کار خود را مرتب کنید و لوازم آزمایشگاهی را تحویل دهید.

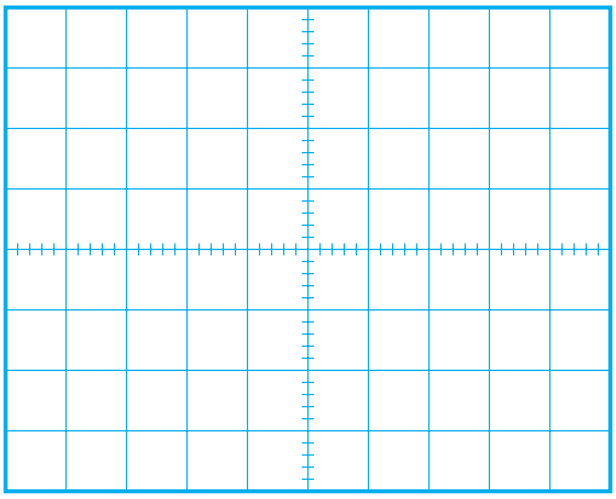


شماتیک مدار



مدار عملی

شکل ۱۷۹ــ۲ــ مدار تقویت کننده‌ی ترانزیستوری



CH_1 | Volt / Div =…V | Volt / Variable = cal.

CH_2 | Volt / Div =…V | Volt / Variable = cal.

$V_{m_{CH_1}}$ = V $V_{m_{CH_2}}$ =…V

شکل ۱۸۰ــ۲ــ شکل موج خروجی کانال‌های یک و ۲ اسیلوسکوپ