

دستور کار آزمایش 1

اهداف:

- آشنایی با Breadboard، LED، مدارهای مجتمع
- آشنایی با دو مقاومت متغیر پتانسیومتر و فتوسل
- آشنایی با مقایسه کننده OP-Amp
- آشنایی با LM324

موارد ایمنی:

- هیچ گاه خروجی IC را مستقیماً به زمین یا منبع ولتاژ وصل نکنید.
- به شماره پایه های IC دقت نمائید و مراقب باشید پایه های منبع تغذیه و زمین را جابجا وصل نکنید.
- حداکثر ولتاژ مورد استفاده در این آزمایشگاه 5 ولت می باشد (به استثنای یک آزمایش) و استفاده از ولتاژ بیشتر سبب سوختن قطعات و صدمات احتمالی خواهد شد.
- پس از نصب تراشه بر روی برد مورد استفاده قرار گرفتن تمامی پایه ها در درون برد اطمینان حاصل نموده و سپس اقدام به سیم کشی نمایید.
- پس از اتمام سیم کشی و اطمینان از صحت وصل بودن صحیح پایه های تغذیه تراشه ها اقدام به وصل نمودن تغذیه نمایید.
- پس از تمام شدن کار و تست مدار ابتدا منبع تغذیه را قطع سپس قطعات را از روی برد جدا نمایید.
- در خاتمه از خاموش بودن دستگاه ها و تجهیزات موجود بر روی میز کار اطمینان حاصل نموده و نسب به ترک آزمایشگاه اقدام نمایید.

عیب یابی مدار

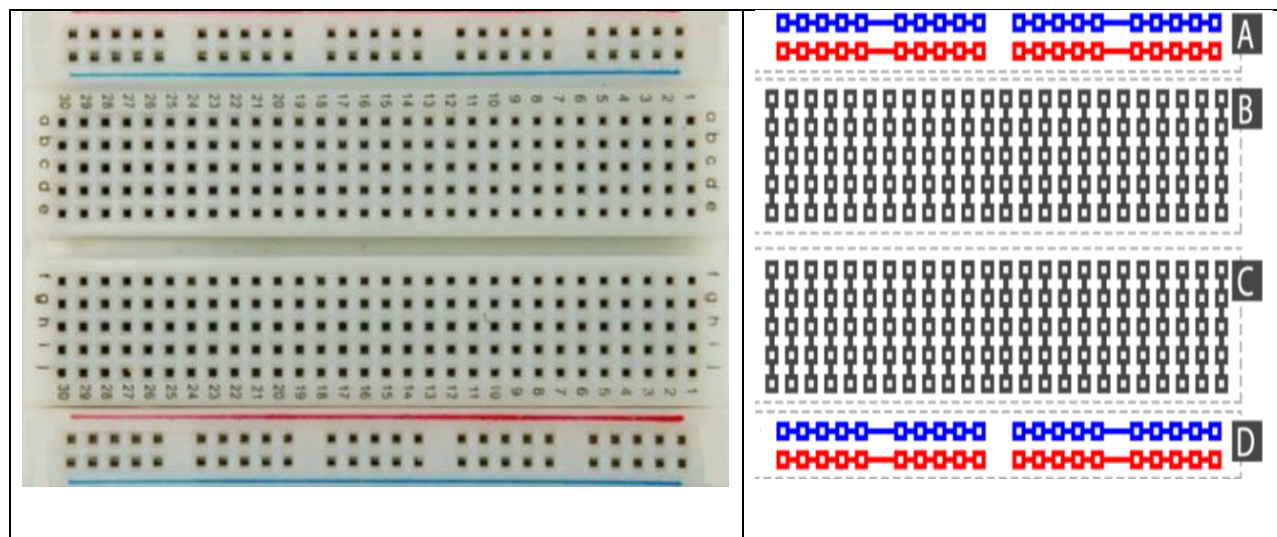
۱. عموماً دلیل کار نکردن مدار اتصال اشتباه پایه های آی سی می باشد. لذا اطلاعات مربوط به شماره پایه ها را دوباره با دقت بخوانید.
۲. اگر آی سی داغ می شود، تغذیه را از مدار قطع نمائید. در این صورت یکی از مشکلات زیر در مدار وجود دارد:
 - منبع تغذیه و زمین اشتباه وصل شده اند.
 - یک پایه خروجی به زمین یا Vcc وصل شده است.
 - خروجی دوگیت به طور مستقیم به هم متصل شده است.
۳. هر ورودی TTL که به جایی وصل نشده است در منطق "1" دیجیتال خواهد بود اما بهتر است این ورودی ها رها نباشند.
۴. در مدارهای پیچیده با دقت در کارکرد قسمت های مجزای مدار می توان مکان عیب را مشخص نمود. در هر حال نمی توان انتظار داشت که همیشه پس از بستن مدار جواب گرفته شود و عیب یابی و رفع آن قسمتی از انجام آزمایش است.

آشنایی با برد بورد (Bread Board):

برای قرار دادن قطعات الکترونیکی در کنار یکدیگر و ساختن مدار روشهایی مانند استفاده از فیبر های سوراخ دار و یا طراحی PCB (فیبر مدار چاپی) و بصورت همزمان استفاده از هویه و لحیم کاری وجود دارد. این روشها مستلزم صرف هزینه و زمان می باشد و در ضمن مدار های ساخته شده به این روشها به سختی قابل بازکردن و یا تغییر می باشند. بنابراین از این تکنیکها معمولاً برای ساخت نسخه نهایی مدارها استفاده می شود. بردبورد (breadboard) یک بورد سوراخ دار است که بدون لحیم کاری و استفاده از ابزارهای دیگری، می توان قطعات الکترونیکی را برای ساخت مدار روی آن نصب کرده و اتصالات لازم را فراهم نمود. با استفاده از این وسیله عیب یابی و تغییر مدار ساخته شده بسیار ساده شده و علاوه بر این می توان به راحتی کل مدار را از روی آن جدا و از

آن برای ساخت مدارهای دیگر استفاده نمود. این وسیله معمولاً برای ساخت نمونه های اولیه و آزمایشی از مدارها استفاده می شود.

در بردبورد تعدادی از سوراخها از زیر به یکدیگر متصل می باشند. شکل سمت راست اتصالات بردبورد را نشان می دهد. شکل سمت راست نمای ظاهری بردبورد را نشان می دهد.

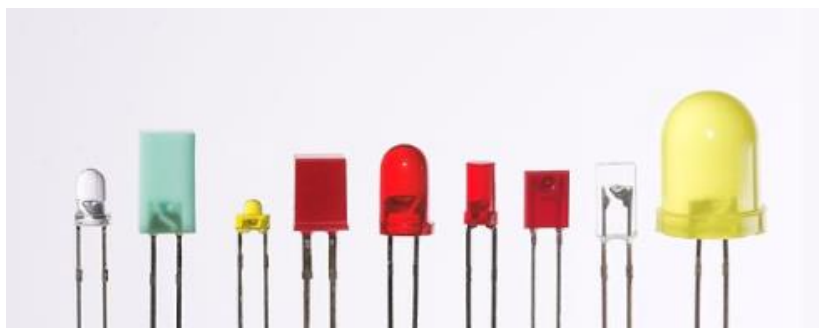


پیش گزارش 1) نحوه قرار دادن IC بر روی بردبورد چگونه است؟



آشنایی با دیود نورانی یا LED (Light Emitter Diode) :

دیود ها قطعات الکترونیکی دو پایه ای هستند که جریان الکتریکی را فقط در یک جهت از خود عبور میدهند. این قطعات دارای انواع گوناگون و با کاربردهای مختلف می باشند. یکی از انواع دیودها، دیود نورانی است و زمانی که جریان در جهت درست از آنها عبور کند، از خود نور ساطع می کنند. امروزه ها LED ها در اندازه ها و نورهای متفاوتی مانند قرمز، زرد، سبز، آبی، نارنجی، سفید و مادون قرمز تولید می شود. تقریباً در اکثر دستگاه های الکترونیکی برای نشان دادن وضعیت خاصی از دستگاه مثل روشن بودن و یا فعال بودن از آنها استفاده میشود. در این آزمایشگاه ما از LED ها برای نشان دادن اعداد باینری استفاده خواهیم کرد.



پایه‌های LED با نام‌های آند و کاتد نام‌گذاری می‌شوند و برای روشن شدن آن باید پایه آند به ولتاژ مثبت و پایه کاتد به زمین متصل شود. اختلاف پتانسیل مورد نیاز برای راه اندازی LED ها با توجه نوع آنها متفاوت بوده و معمولاً بین 2 تا 3 ولت می‌باشد. از سوی دیگر عبور جریان بیش از 50 میلی آمپر از آنها، سبب سوختن LED خواهد شد بنابراین برای کنترل جریان و جلوگیری از سوختن LED هنگام روشن شدن، آن را با یک مقاومت سری می‌کنیم. دانستن این نکته ضروری است که معمولاً و با توجه به نوع LED، افزایش جریان عبوری تا حدود 20 میلی آمپر سبب افزایش نور ساطع شده از آن می‌شود ولی برای جریانهای بیشتر نور تولید شده افزایش محسوسی نخواهد داشت.

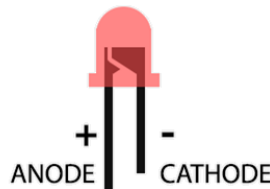
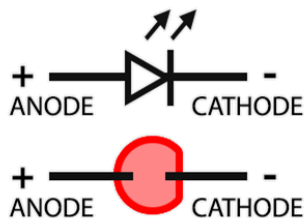
پیش‌گزارش 2) با در نظر گرفتن ولتاژ تغذیه 5 ولت، مقدار مقاومت مورد نیاز برای روشن

کردن یک LED را محاسبه کنید. ولتاژ روشن شدن LED را 2 ولت و جریان عبوری را 15 میلی آمپر در نظر بگیرید.



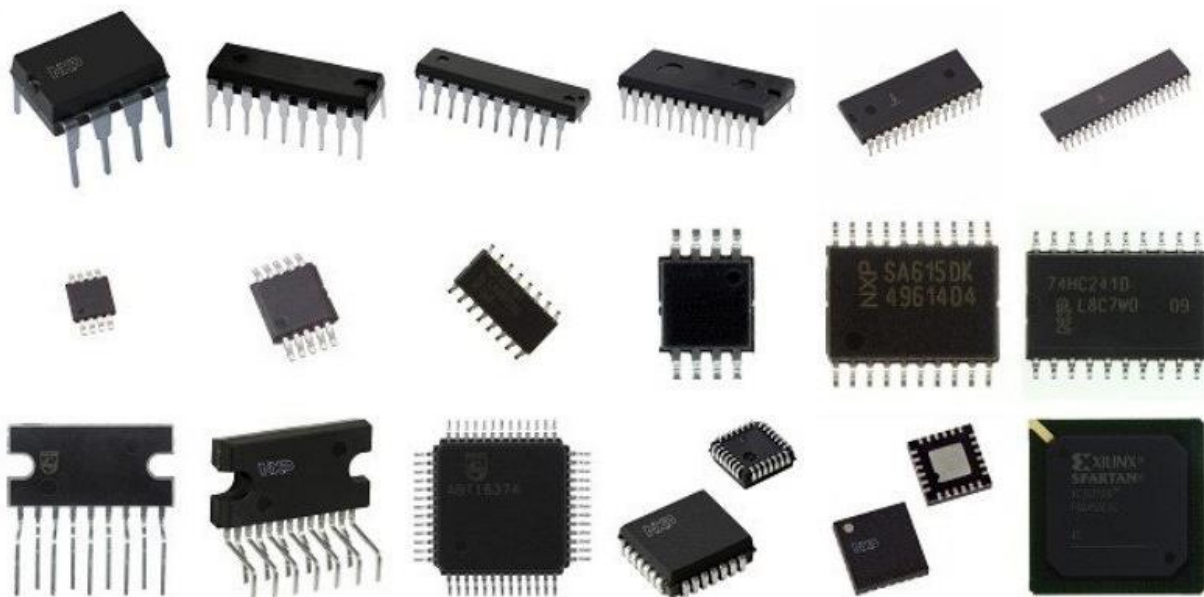
برای تشخیص پایه‌های LED چندین روش وجود دارد. طول پایه‌های LED با یکدیگر متفاوت است و پایه کوتاه‌تر معمولاً نشان‌دهنده کاتد می‌باشد. در صورتیکه به داخل LED دقت کنید، پایه‌ای که به قسمت بزرگتر متصل است معمولاً کاتد می‌باشد.

راه سوم استفاده از مالتی متر است. در این حالت مالتی متر را در وضعیت تست دیود قرار می‌دهیم. دو پراب (Probe) را به دوسر LED وصل می‌کنیم در صورتی که LED سالم باشد و روشن شود Probe مثبت مالتی متر را به پایه آند LED متصل کرده‌اید در غیر این صورت اگر با جابجایی پراب‌ها LED روشن نشود، LED سوخته است.



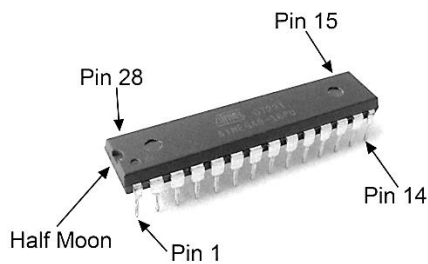
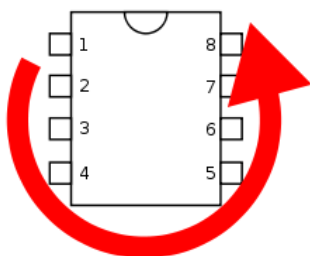
آشنایی با مدارات مجتمع یا IC:

IC یا Integrated Circuit یک مدار الکترونیکی است که در بسته بندی هایی معمولاً با تعداد زوج پایه قرار گرفته است. هر نوع IC برای کاربرد خاصی تولید می شود و شماره منحصری نیز دارد. به ازای هر شماره IC، شرکت سازنده آن کاتالوگی را نیز تهیه می کند که به آن datasheet گفته می شود. در این کاتالوگ تمامی اطلاعات لازم در مورد کاربرد، نحوه استفاده، شرایط کاری و اطلاعاتی از این قبیل ارائه شده است. IC ها مانند هر وسیله الکترونیکی دیگری برای روشن شدن (کار کردن) نیاز به منبع تغذیه مناسب دارند که باید به بعضی از پایه های آن متصل شود. شماره این پایه ها و ولتاژ مورد نیاز آنها در datasheet مربوطه مشخص شده است.



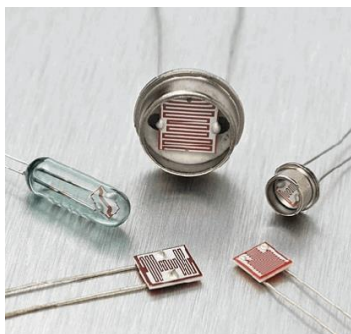
با توجه به نوع و کاربرد از روشهای متفاوتی برای قرار دادن پایه ها در اطراف IC استفاده شده است. یکی از رایجترین این موارد تعبیه پایه ها در راستای طولی و در دو طرف IC می باشد. IC های دو سطر اول تصویر قبل در این دسته بندی جای دارند. به این روش DIP (Dual In-line Pin) گفته می شود. همچنین تعداد پایه های IC را نیز معمولاً به دنبال این عبارت ذکر می کنند. مثلاً نوع پایه های اولین IC سمت چپ از تصویر قبل DIP8 و اولین IC سمت راست DIP40 می باشد.

برای شناسایی پایه ها در یک IC به هر پایه یک شماره اختصاص می دهیم. نحوه ی شماره گذاری پایه ها به این صورت است که روی هر IC و فقط در یک طرف آن نشانه ای وجود دارد که معمولاً بصورت یک فرورفتگی نیم دایره ای و یا دایره ای کامل می باشد. با در نظر گرفتن این نشانه شماره گذاری پایه ها به صورت پادساعتگرد آغاز میشود. در شکل زیر این موضوع نشان داده شده است.



فتوسل چیست؟

فتوسل یک مقاومت متغیر با شدت نور می باشد. در شکل زیر تعدادی از این مقاومت های نوری را مشاهده می کنید. نام دیگر فتوسل، مقاومت وابسته به نور می باشد (LDR). این سنسور نوری 2 تا پایه دارد .



نحوه کارکرد فتوسل به این صورت است که اگر نوری که به آن می تابد کم باشد مقاومتش زیاد و اگر نوری که به آن می تابد زیاد باشد مقاومتش کم می شود.

آزمایش 1

با استفاده از مالتی متر مقاومت فتوسل را در حالت های مختلف تابش نور اندازه گیری نمائید.

کاربرد فتوسل در لامپ های اتوماتیک

از photocell معمولاً برای خاموش و یا روشن کردن اتوماتیک لامپ های خانه ها و خیابان ها استفاده می شود. که با استفاده از این وسیله، مصرف برق به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد و در مصرف انرژی صرفه جویی می شود. نحوه کارکرد کلید photocell بدین صورت است که وقتی در طول روز است، فتوسل به دلیل وجود نور ولتاژی را تولید می کند که این ولتاژ تولیدی به رله ای (نوعی کلید اتوماتیک قطع و وصل) فرمان می دهد که مدار روشنایی خیابان ها را قطع کند. با تاریک شدن هوا چون نوری وجود ندارد، فتوسل دیگر ولتاژی تولید نمی کند و جریانی به این رله نمی رسد که دستور قطع لامپ های خیابانها را بدهد، در نتیجه لامپ های خیابانها روشن می شود.

پتانسیومتر چیست؟

«پتانسیومتر» (Potentiometer) که به اختصار POT نیز نامیده می شود، یک قطعه آنالوگ سه سر است که از دو بخش اصلی مکانیکی تشکیل شده است:

(1) مسیر یا سیم پیچ مقاومتی ثابت که مقدار مقاومت آن ثابت است. این مقاومت ثابت بین پایه های 1 و 3 (شکل سمت راست) و پایه های ابتدایی و انتهایی (شکل سمت چپ) قرار دارد. با توجه به این مقاومت ثابت انواع پتانسیومتر در مقادیر 50k, 100k, ... وجود دارد.

(2) بخش مکانیکی که به یک لغزنده یا کنتاکت اجازه می دهد که در طول کل مسیر مقاومتی حرکت کند و با تغییر موقعیت، مقدار مقاومت را تغییر دهد. مقاومت متغیر بین پایه 2 و یکی از پایه های 1 یا 3 قرار دارد. این کنتاکت مقاومت ثابت پتانسیومتر R_T را به دو مقاومت سری R_1 (بین پایه های 2 و 3) و R_2 (بین پایه های 1 و 2) تقسیم می کند.

$$R_T = R_1 + R_2$$



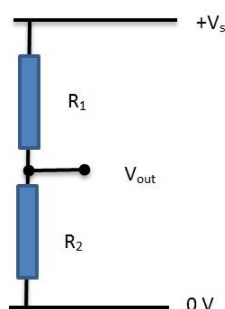
آزمایش 2

با استفاده از مالتی متر مقاومت های دو سر پتانسیومتر و همچنین مقاومت متغیر آنرا با استفاده از پایانه وسط اندازه گیری نمائید.

تقسیم ولتاژ با استفاده از مقاومت

در بیشتر مدارهای الکترونیکی معمولاً از یک منبع تغذیه با ولتاژی ثابت استفاده می شود و در صورت نیاز به ولتاژهای دیگر، به جای استفاده از منابع تغذیه مختلف، از تقسیم ولتاژ استفاده می شود.

یک مقسم ولتاژ شامل دو مقاومت R_1 و R_2 است که به صورت سری به منبع تغذیه با سر مثبت و سر زمین وصل شده اند. شکل زیر یک مدار مقسم ولتاژ ساده را نشان می دهد.

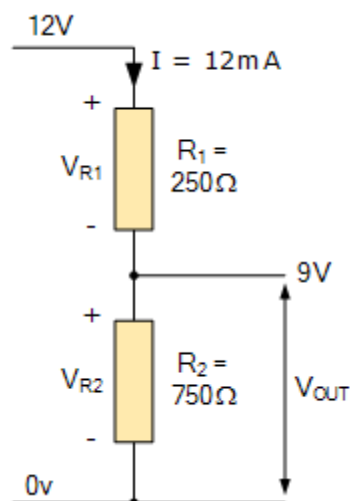


ولتاژ منبع تغذیه بین دو مقاومت تقسیم می شود تا ولتاژ خروجی V_{out} به دست آید که ولتاژ دو سر مقاومت R_2 نیز هست در نتیجه ولتاژ خروجی برابر خواهد بود با:

$$V_{out} = \frac{V_s \times R_2}{R_1 + R_2}$$

مثال

یک مقاومت $250\ \Omega$ اهمی با مقاومت دیگری با مقدار $750\ \Omega$ اهم سری شده است؛ به گونه ای که یک سر مقاومت $250\ \Omega$ اهمی به منبع تغذیه و یک سر مقاومت $750\ \Omega$ اهمی به زمین متصل است (مطابق شکل زیر). مقاومت سری کل، جریان گذرنده از مدار سری و افت ولتاژ مقاومت $750\ \Omega$ اهمی را محاسبه کنید.



$$R_T = R_1 + R_2$$

$$R_T = 250\Omega + 750\Omega = 1000\Omega \text{ or } 1k\Omega$$

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{12}{1000} = 12\text{mA}$$

$$V_{OUT} = 12 \left(\frac{750}{250 + 750} \right) = 9V$$

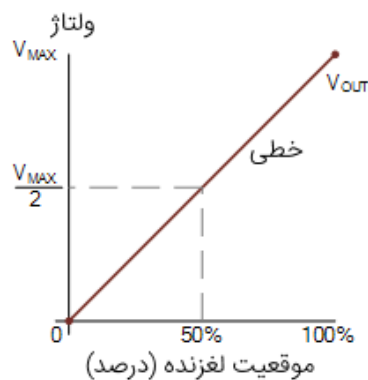
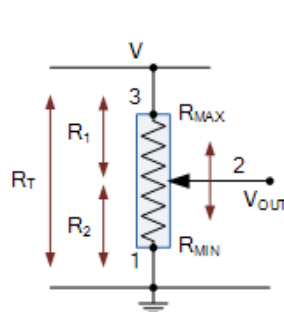
$$V_{R2} = I \times R_2 = 0.012 \times 750 = 9V$$

در این مثال مقسم ولتاژ ساده، ولتاژ دو سر مقاومت R_2 برابر با ۹ ولت به دست آمد. اما با تغییر مقدار هر یک از دو مقاومت، ولتاژ می‌تواند به صورت تئوری هر مقداری بین ۰ تا ۱۲ ولت داشته باشد.

تولید ولتاژ متغیر با استفاده از پتانسیومتر

این موضوع که با تغییر هر یک از مقاومت‌ها در مثال ذکر شده در قسمت قبل می‌توانیم مقدار ولتاژ خروجی متفاوتی داشته باشیم، مفهوم اصلی عملکرد پتانسیومتر است.

بنابراین، لغزنده متحرک پتانسیومتر یک خروجی را فراهم می‌کند که بین ولتاژ حداکثر مسیر مقاومتی و مقدار صفر متغیر است.



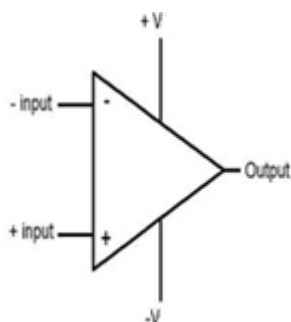
در شکل بالا، وقتی مقاومت پتانسیومتر کاهش می‌یابد (لغزنده به سمت پایین حرکت می‌کند)، ولتاژ خروجی پایه ۲ کم شده و افت ولتاژ مقاومت R_2 کاهش می‌یابد. به طور مشابه، وقتی مقاومت پتانسیومتر افزایش می‌یابد (لغزنده به سمت بالا حرکت می‌کند)، ولتاژ خروجی پایه ۲ زیاد شده و افت ولتاژ بزرگتری تولید خواهد کرد. در نتیجه، می‌توان گفت که ولتاژ در پایه خروجی به موقعیت لغزنده بستگی دارد.

آزمایش 3

با استفاده از پتانسیومتر یک مدار تقسیم ولتاژ ببندید و خروجی ولتاژ 0 تا +5 را با تغییر مقاومت اندازه‌گیری نمائید. (ولتاژ مثبت را 5 ولت و ولتاژ منفی را صفر در نظر بگیرید.)

Op-amp به عنوان مقایسه کننده

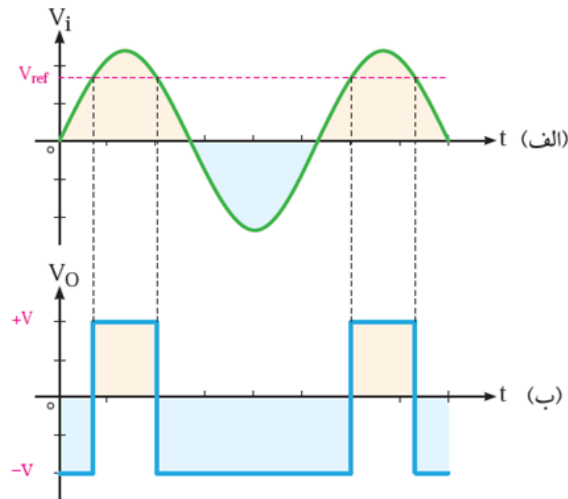
آپ امپ دارای دو پایه مثبت و منفی در ورودی و یک پایه در خروجی است. پایه ورودی مثبت را در اصطلاح لاتین noninverting و پایه منفی را inverting می‌گویند.



مقدار ولتاژ دو سر پایه ورودی توسط آپ امپ مقایسه می‌شود. اگر $\text{inverting} > \text{noninverting}$ باشد خروجی به سمت مقدار منفی ولتاژ تغذیه آی سی ($-V$) است. مثلاً اگر ولتاژ منفی تغذیه آی سی صفر ولت باشد و ورودی پایه منفی دارای ولتاژی بزرگتر از ورودی پایه مثبت باشد، خروجی به سمت صفر می‌رود. و برعکس اگر $\text{inverting} < \text{noninverting}$ باشد، خروجی به سمت ولتاژ مثبت تغذیه آی سی ($+V$) می‌رود.

تبدیل ولتاژ AC به DC با استفاده از آپ امپ

نمودار زیر تبدیل ولتاژ AC به DC را با استفاده از OP-Amp نشان می دهد.



شکل "الف" ولتاژ ورودی را با ورودی سیگنال AC و "ب" ولتاژ خروجی مقایسه کننده نشان می دهد.

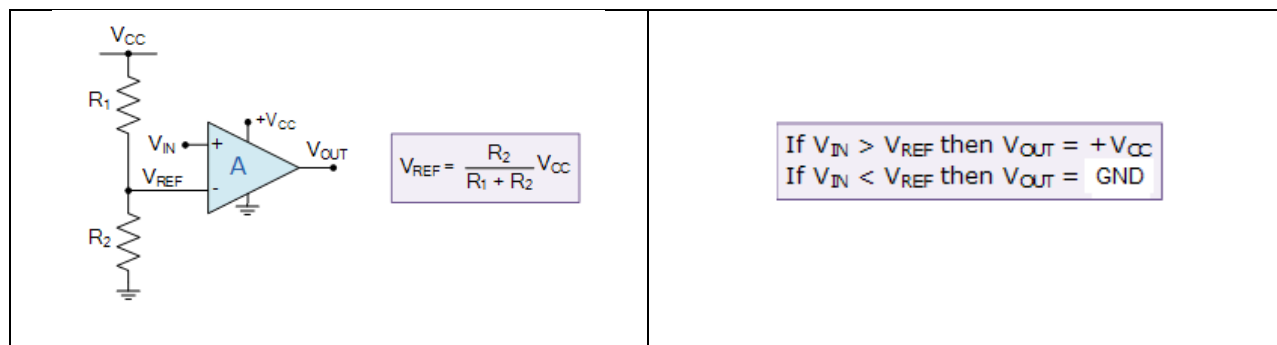
پیش گزارش 3 LM324 دارای 4 مقایسه کننده Op-Amp است. در مورد این IC تحقیق

نمائید.



آزمایش 4

با مقاومت های یکسان (مثلا 1 کیلو) ولتاژ 2.5 ولت ثابت را تولید نموده به عنوان V_{REF} استفاده نمایید و با استفاده از پتانسیومتر ولتاژ متغیر صفر تا 5 ولت را ایجاد نموده (آزمایش قبل) و به عنوان v_{in} به مدار شکل فوق اعمال نمائید خروجی v_{out} را می توان با استفاده از مالتی متر و یا یک LED و یک مقاومت 220 اهم مشاهده نمائید. (با چرخش ولوم یا لغزنده متحرک پتانسیومتر روشن و خاموش شدن LED را مشاهده نمائید. $V_{CC}=+5V$)



در حالتی که شرط اول برقرار شود LED روشن و در صورت برقراری شرط دوم LED خاموش می شود.

آزمایش 5

طراحی لامپ اتوماتیک

با اعمال تغییرات لازم در مدار آزمایش 4 و با استفاده از فتوسل و مقاومت‌های لازم مداری طراحی نمایید که در اثر تاریک شدن هوا LED روشن و با روشن شده هوا LED خاموش شود. درجه حساسیت به نور (زمان روشن شدن لامپ) این مدار را با پتانسیومتر تنظیم نمایید.

راهنمایی: V_{REF} را از پتانسیومتر و V_{IN} را با استفاده از ترکیب فوتوسل و یک مقاومت طراحی نمایید و با کم و زیاد نمودن شدت نور عملکرد مدار را بررسی و در صورت نیاز تغییرات لازم را اعمال نمایید.

آشنایی با مولتی متر دیجیتال

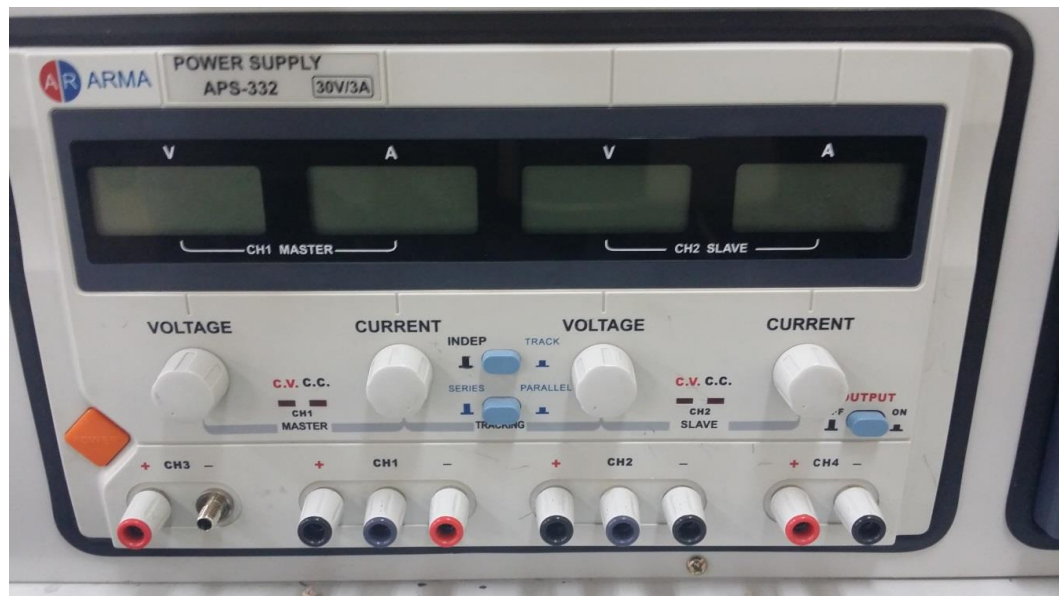


مولتی متری که در بالا مشاهده می کنید از نوع دیجیتال می باشد. امروزه مولتی مترهای دیجیتال نسبت به نوع آنالوگ بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند زیرا دارای طول عمر بیشتر، دقت بالاتر و ارزانتر از نوع آنالوگ می باشند و همچنین بسیاری از آنها قابلیت اتصال به کامپیوتر را نیز دارند و لذا می توان با متصل کردن آنها به کامپیوتر و انتقال کمیت های اندازه گیری شده به کامپیوتر، از این کمیت ها در برنامه های نوشته شده استفاده کرد و به این طریق دستگاه هایی را کنترل کرد. بر روی مولتی مترهای دیجیتالی یک صفحه نمایش جهت نمایش مقادیر اندازه گیری شده وجود دارد که در قسمت بالای مولتی متر تعبیه شده است. تقریباً در سمت راست مولتی متر یک سلکتور قرار دارد که دارای ضرایب و رنج های متعددی می باشد. این رنج ها عبارتند از رنج ولتاژ AC (V_{\sim})، رنج ولتاژ DC، رنج جریان AC، رنج جریان DC، رنج مقدار اهمی مقاومت و رنج ظرفیت خازن که این رنج ها ممکن است دستی و یا اتوماتیک باشند. در رنج دستی به ازای هر کمیت، چند محدوده ایجاد شده است که هر محدوده باید به صورت دستی و توسط سلکتور انتخاب شود. مثلاً در شکل بالا تمامی رنج ها به صورت دستی هستند. معمولاً برای اندازه گیری ظرفیت خازن علاوه بر رنج مربوط به ظرفیت خازن، دو ترمینال جهت قرار گرفتن پایه های خازن درون آنها، بر روی مولتی متر تعبیه می شود که این دو ترمینال در شکل بالا در سمت چپ سلکتور قابل مشاهده است. اکثر مولتی مترها همچنین توانایی تست دیود و ترانزیستور را دارند. برای تست دیود و ترانزیستور از یکی از ضرایب سلکتور که با علامت اختصاری دیود مشخص شده است استفاده می شود. یکی از ضرایب سلکتور با علامت موزیک مشخص می شود که اگر سلکتور روی این علامت باشد و دو سیم مولتی متر را به هم متصل کنید از مولتی متر صدای بوق به گوش می رسد که

برای نشان دادن اتصال دو نقطه به یکدیگر از آن استفاده می شود و به آن تست بیزر می گویند . بر روی بعضی از مولتی مترها دکمه ای به نام Hold وجود دارد که این دکمه برای ضبط کردن مقادیر اندازه گیری شده به کار می رود . یعنی اگر هنگام اندازه گیری یک کمیت ، این دکمه را فشار دهید مقدار اندازه گیری شده روی صفحه نمایش ثابت می ماند و تا زمانی که دکمه Hold مجدداً فشار داده نشود مقادیر ضبط شده پاک نمی شود و دستگاه قادر به اندازه گیری کمیت دیگری نمی باشد . هنگامی که از رنج های غیر اتوماتیک استفاده می کنیم برای محافظت از مولتی متر باید ابتدا بیشترین ضریب رنج را انتخاب کنیم و اگر دقت اندازه گیری کافی نبود ضریب سلکتور را کاهش می دهیم . اگر مقدار کمیت مورد نظر بیشتر از ضریب سلکتور باشد صدای بوق از مولتی متر به علامت اضافه بار بلند خواهد شد و حروف OL که از عبارت Over Load به معنای اضافه بار گرفته شده است بر روی صفحه نمایش مولتی متر نمایش داده خواهد شد . در این حالت باید مولتی متر را سریع از مدار جدا کرده و پس از افزایش ضریب سلکتور در رنج مربوطه ، مجدداً مولتی متر را در مدار قرار داد . برای اتصال سیم های رابط به مولتی متر ، معمولاً بر روی مولتی متر چهار ترمینال تعبیه می شود . یکی از این ترمینال ها ، ترمینال مشترک نام دارد که آن را با com نشان می دهند که com از کلمه common به معنای مشترک گرفته شده است . در تمام اندازه گیری ها معمولاً سیم رابط مشکی رنگ مولتی متر را به این ترمینال وصل می کنند . یکی دیگر از ترمینال ها برای اندازه گیری جریان های کم و معمولاً از صفر تا چند صد میلی آمپر مورد استفاده قرار می گیرد که این ترمینال با حروف mA نمایش داده می شود و برای اندازه گیری جریان های کم ، سیم قرمز رنگ مولتی متر به این ترمینال متصل می شود . ترمینال دیگری نیز برای اندازه گیری جریان وجود دارد که برای اندازه گیری جریان های زیاد مورد استفاده قرار می گیرد و معمولاً با یک عدد و علامت A نمایش داده می شود . مثلاً در شکل بالا این ترمینال با 20 A نمایش داده شده است که معنای آن این است که با استفاده از این ترمینال می توان جریان های از صفر تا 20 آمپر را اندازه گیری کرد . دقت داشته باشید زمانی که از این ترمینال استفاده می کنید نباید دستگاه را مدت زمان زیادی در مدار قرار دهید زیرا ممکن است آسیب ببیند . از ترمینال دیگر نیز برای اندازه گیری سایر کمیت ها مانند ولت ، اهم ، ظرفیت خازن ، فرکانس سیگنال های متناوب و ... استفاده می شود . ممکن است همانند شکل بالا در کنار بعضی از ترمینال ها علامت خطر به همراه ارقامی نوشته شده باشد که نشان دهنده این است که حداکثر جریان ها و ولتاژهای AC و DC قابل اندازه گیری توسط این دستگاه چقدر است .

آشنایی با منبع تغذیه DC

منبع تغذیه DC یک منبع ولتاژ یا یک منبع جریان با دامنه قابل تنظیم است . یک نمونه منبع تغذیه در شکل زیر نشان داده شده است که دارای چهار خروجی می باشد.



کلید نارنجی که درست چپ دستگاه مشاهده می کنید کلید قطع و وصل خروجی می باشد. در حالت قطع با وجود روشن بودن دستگاه، خروجی ها صفر خواهند بود.

دکمه ی VOLTAGE مربوط به تنظیم مقدار دامنه ولتاژ خروجی و دکمه ی CURRENT مربوط به تنظیم حداکثر جریان خروجی می باشد. اولین نمایشگر مربوط به نمایش مقدار دامنه ولتاژ خروجی کانال 1 و سومین نمایشگر مربوط به نمایش مقدار دامنه ولتاژ خروجی کانال 2 و دومین نمایشگر مربوط به نمایش حداکثر جریان خروجی کانال 1 و آخرین نمایشگر مربوط به نمایش حداکثر جریان خروجی کانال 2 می باشد.

سرهای مثبت و منفی خروجی کانال 1 دقیقاً زیر کلمه CH1 در دستگاه قرار دارد و بین سر مثبت و منفی سر زمین قرار دارد. سرهای مثبت و منفی خروجی کانال 2 نیز زیر کلمه CH2 قرار دارند.

دکمه های ارتباط دهنده دو کانال بین ولوم CURRENT کانال 1 و ولوم VOLTAGE کانال 2 قرار دارد.

*زمانی که هر دو بیرون باشند، دو کانال مستقل کار می کنند

*زمانی که فقط دکمه چپ داخل باشد، منابع ولتاژ سری می شوند .

*زمانی که هر دو دکمه داخل باشند، منابع جریان موازی می شوند.