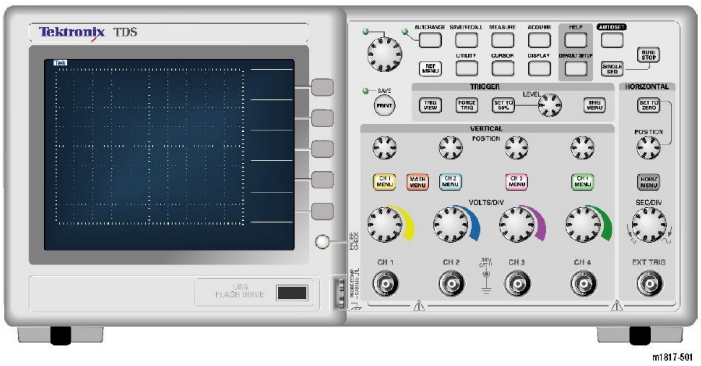
آزمایش شماره 1

الف) آشنایی با دستگاه‌ها

۱-۱- اسیلوسکوپ[۱]

اسیلوسکوپ و یا به اختصار اسکوپ یکی از مهمترین و قابل انعطاف‌ترین وسایل اندازه‌گیری است. اسکوپ دستگاهی است که برای اندازه‌گیری ولتاژ بکار می‌رود ولی با تغییرات کوچکی می‌توان از آن برای اندازه‌گیری جریان، زمان، فرکانس و اختلاف فاز استفاده نمود، ولی اهمیت بیشتر اسکوپ در توانایی نشان دادن شکل موج به صورت بصری است. اسکوپ این قابلیت را دارد که ضمن نمایش همزمان سیگنال‌های متفاوت که به کانال‌های آن وصل شده، کمیت‌های مختلف شکل موج‌ها را اندازه‌گیری نماید. در شکل(1-1) تصویر یک اسیلوسکوپ چهار کاناله دیجیتال نمایش داده شده است.



شکل1-1 نمونه‌ای از یک اسیلوسکوپ چهار کاناله دیجیتال

1-1-1- پروب[۲]

جهت انتقال سیگنالهای الکتریکی به اسیلوسکوپ، ازپروب استفاده می‌شود. شکل (1-2) نمونه‌ای از یک پروب را نشان می‌دهد. سیم رابط پروب معمولا از جنس کابل کواکسیال می‌باشد تا میزان نویز به حداقل برسد. نوک پروب به صورت گیره‌ای فنری است که می‌توان آن را به یک نقطه از مدار وصل کرد. اگر پوشش پلاستیکی نوک پروب را برداریم، نوک آن به صورت سوزنی می‌شود که در بعضی مواقع از آن استفاده می‌گردد. انتهای فلزی سیم رابط که به ورودی اسیلوسکوپ وصل می‌شود BNC نام دارد. BNC دارای یک شیار مورب است که وقتی آن را به ورودی اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم و 90 درجه در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم این قطعه کاملا به اسکوپ متصل می‌شود. روی پروب کلیدی با دو حالت $1\times$ و $10\times$ وجود دارد که در حالت $1\times$ سیگنال بدون هیچ تضعیفی از طریق پروب به اسکوپ اعمال می‌گردد و در حالت $10\times$، ابتدا

[۱]-Oscilloscope
[۲]- Probe

سیگنال در داخل پروب 10 برابر تضعیف شده سپس به اسکوپ اعمال می‌شود(در فرکانس‌های بالا پس از انتخاب وضعیت $10\times$، تنظیمات مربوطه نیز باید انجام شود).

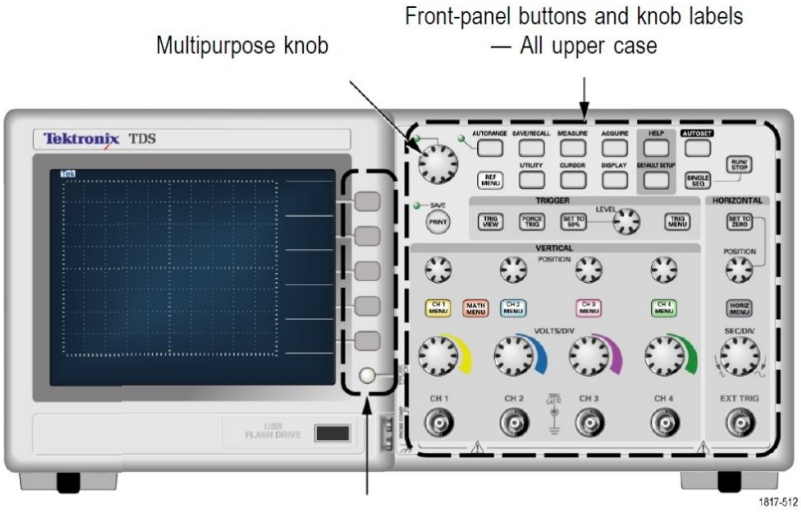
شکل1-2 یک نمونه پروب

1-1-2- صفحه نمایش

صفحه نمایش اسیلوسکوپ‌ها در راستای افقی به 10 قسمت و در راستای عمودی به 8 قسمت تقسیم می‌شود. برای دقت بیشتر در اندازه‌گیری، در راستای افقی و عمودی خطوط وسط دارای تقسیمات ریزتری نیز می‌باشند.

1-1-3- کلیدهای اسیلوسکوپ

اگر یکی از کلیدهای سمت راست پانل اسکوپ فشار داده شود، منوی مربوطه در سمت راست صفحه نمایش ظاهر شده و گزینه‌های موجود را نشان می‌دهد. با استفاده از کلیدهای بدون اسم در سمت راست صفحه نمایش می‌توان به هر یک از گزینه‌ها دسترسی داشت.

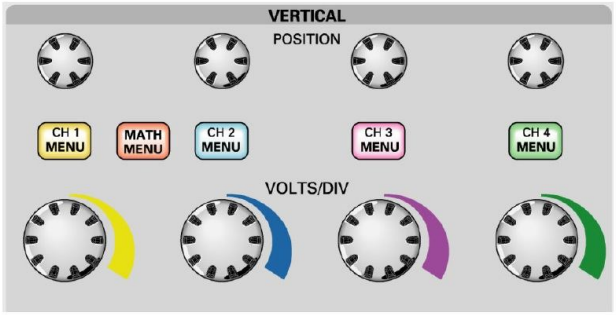


شکل 1-3 کلیدهای اسیلوسکوپ چهار کاناله دیجیتال

1-1-4- کنترل عمودی

همانطور که در شکل (1-4) نشان داده شده است، این قسمت شامل، کلیدهایPOSITION(حرکت سیگنال بصورت عمودی)، CH1,CH2,CH3&CH4 MENU(منوی عمودی هر کانال که فشرده شود، در سمت راست صفحه نمایش، تنظیمات همان کانال ظاهر می‌شود) و VOLT/DIV(تغییر مقیاس عمودی هر کانال) می‌باشد.

Vertical Controls



شکل1-4 ولوم‌های مربوط به کنترل عمودی

CH1,CH2,CH3&CH4 MENU: در این قسمت هر کانال را می‌توان در وضعیتAC,GND,DC قرار داد. این کلید سه حالته به ما امکان می‌دهد که نوع خروجی را انتخاب کنیم.

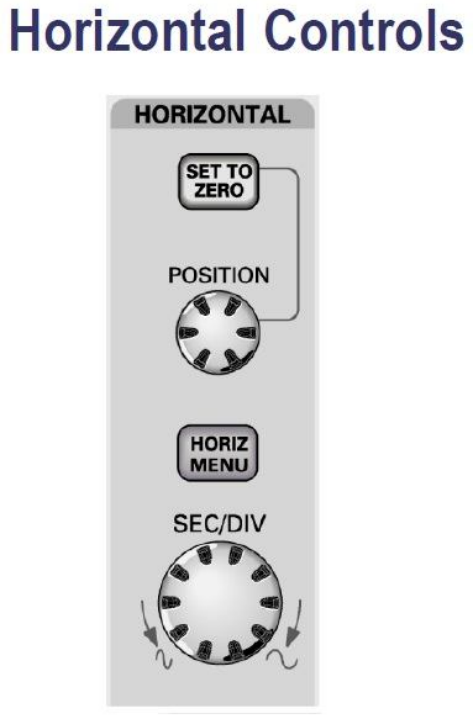
الف) وضعیت AC: در این حالت تنها مولفه‌یAC سیگنال نمایش داده خواهد شد و مقدار DC یا آفست موج حذف خواهد شد. استفاده از وضعیت AC اگرچه می‌تواند باعث مسدود کردن مقدار DC موج شود اما در فرکانس‌های پایین باعث اعوجاج و به هم ریختگی شکل موج می‌شود، دلیل این مسئله استفاده از خازن-های ظرفیت بالایی است که برای حذف مقدار DC موج درون اسکوپ وجود دارد. اما استفاده‌ی مفید این حالت برای اندازه‌گیری ریپل‌های بسیار کوچک موجود بر روی ولتاژهای به ظاهر DC می‌باشد.

ب) وضعیت GND: ورودی را به زمین اتصال کوتاه می‌کند و امکان تنظیم عمودی سطح صفر را می‌دهد. برای تنظیم نمودن وضعیت صفر، کلید را در حالت GND قرار داده و با کلید Position خط افقی را بر روی صفر قرار می‌دهیم. اینکار را باید برای هر کانال به طور جداگانه انجام داد.

ج) وضعیت DC: موج را دست نخورده و بدون تغییر به ما نشان می‌دهد که این موج شامل DC و AC خواهد بود. تنها مشکل وضعیت DC اینست که امکان دارد مقدار DC موج، مزاحم اندازه‌گیری دقیق مقدار AC شود.

1-1-5- کنترل افقی

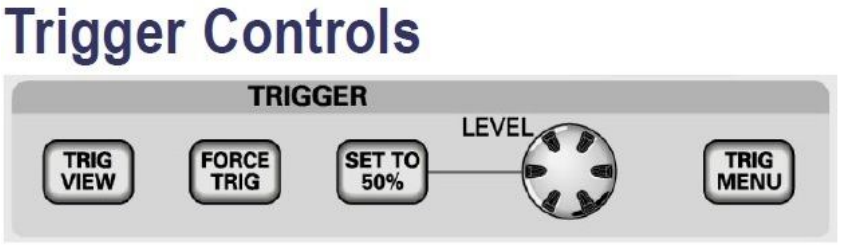
با توجه به شکل (1-5) این قسمت نیز شامل، کلیدهایPOSITION(حرکت سیگنال بصورت افقی)،HORIZMENU(منوی افقی در سمت راست صفحه نمایش ظاهر می‌شود)، SET TO ZERO(تنظیم مکان افقی سیگنال بر روی صفر) و SEC/DIV(تغییر مقیاس افقی) می‌باشد.



شکل 1-5 ولوم‌های مربوط به کنترل افقی

1-1-6- کنترل تریگر

تریگر در اینجا به معنی زمان شروع جاروب افقی است. می‌توان دریک زاویه مشخص ازسیگنال ورودی، مدارتریگر را به کار انداخت تا سیگنال ورودی ازآن لحظه به بعد دیده شود. در شکل (1-6) کلید های مربوط به کنترل تریگر نشان داده شده است.



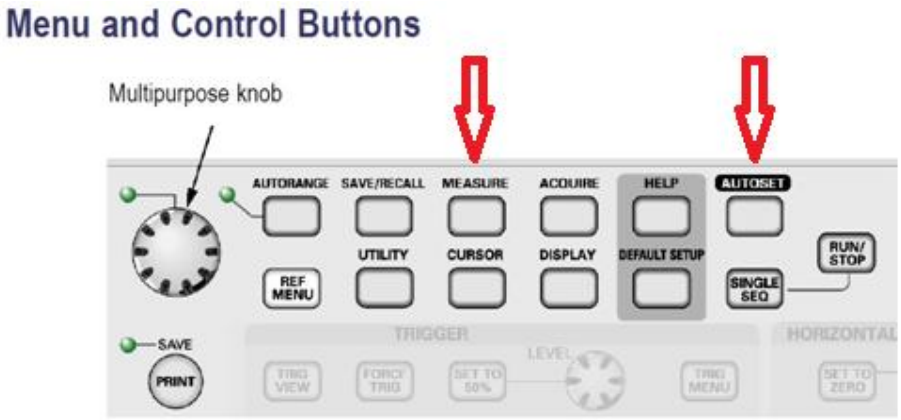
شکل1-6 کلید های مربوط به کنترل تریگر

1-1-7- دکمه‌های کنترل

مهمترین کلیدهای این قسمت MEASURE و AUTOSET می‌باشند.

MEASURE: توسط این کلید منوی اندازه‌گیری خودکار ظاهر می‌شود. با استفاده از کلیدهای بدون اسم در سمت راست صفحه نمایش می‌توان کانال و کمیت مورد نظر را انتخاب و سپس بوسیله دکمه Back به صفحه قبل برگشت. با تنظیم این قسمت پنج کمیت بطور خودکار اندازه‌گیری می‌شود.

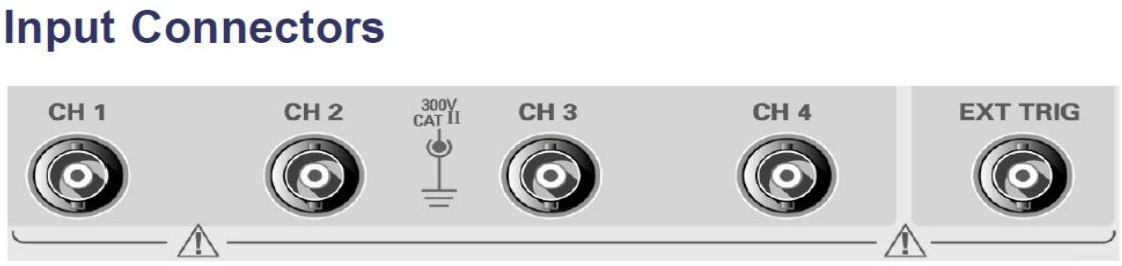
AUTOSET: بصورت خودکار مقیاس عمودی، مقیاس افقی و تریگر جهت نمایش شکل موج روی صفحه نمایش تنظیم می‌شود.



شکل 1-7 دکمه‌های کنترل

1-1-8- پایانه‌های ورودی

سیگنال ورودی را توسط پروب به جک‌های ورودی که در شکل (1-8) نشان داده شده، وصل می‌کنیم.

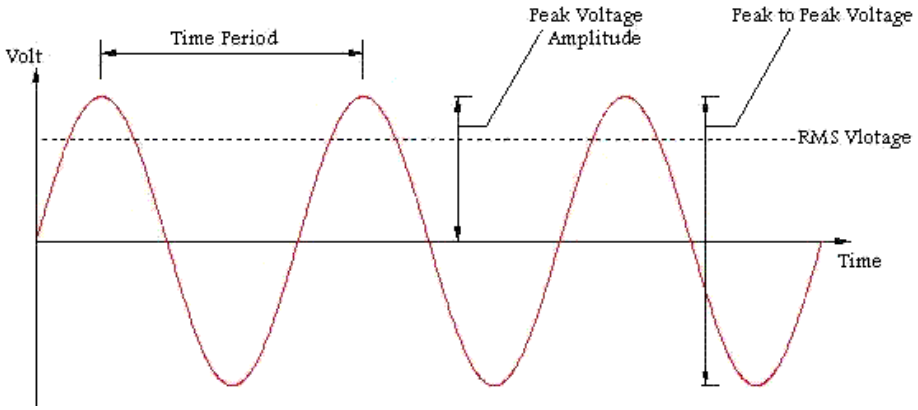


شکل 1-8پایانه‌های ورودی

1-1-9- محاسبه ولتاژو فرکانس توسط اسیلوسکوپ

قبل از توضیح نحوه محاسبه کمیت‌های مختلف توسط اسیلوسکوپ، موارد زیر یادآوری می‌شود:
دامنه[3]، ماکزیمم ولتاژی است که سیگنال دارد. نام دیگر آنPeak voltage می‌باشد.
پیک تا پیک[4]، دو برابر مقدار دامنه یا پیک ولتاژ می‌باشد.
دوره تناوب[5]، زمانی است که برای طی شدن یک سیکل کامل نیاز است.
در ولتاژ متناوب، ولتاژ از صفر شروع شده به پیک مثبت می‌رسد، دوباره به صفر رسیده و سپس به پیک منفی می‌رسد. لذا در بیشتر اوقات، ولتاژ از مقدار پیک ولتاژ کمتر است. بنابراین از یک مقدار ولتاژ موثر[6](V_{RMS}) استفاده می‌کنیم. مقدار ولتاژ موثر برابر است با:

$$V_{RMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} = \frac{V_{P-P}}{2\sqrt{2}}$$ رابطه(1-1)

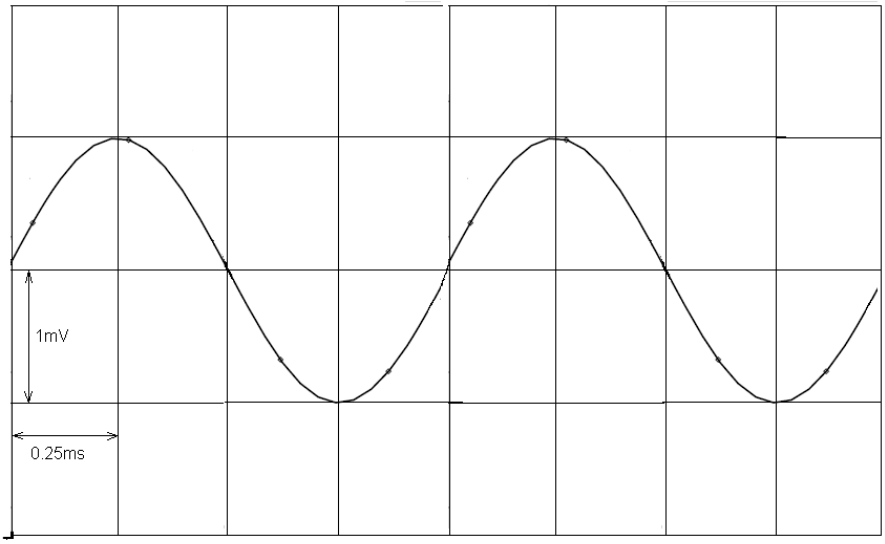


شکل1-9مشخصات مهم یک سیگنال

با زدن کلیدAUTOSET بصورت خودکار مقیاس عمودی، مقیاس افقی و تریگر جهت نمایش شکل موج روی صفحه نمایش تنظیم می‌شود و سیگنال نمایش داده می‌شود. در غیر اینصورت در قسمت Horizontal، با تغییر کلید SEC/DIV مقیاس خانه‌های افقی را تغییر داده تا چند دوره تناوب را در صفحه اسیلوسکوپ داشته باشیم، همچنین در قسمت Vertical نیز با تغییر کلید VOLT/DIV مقیاس خانه‌های عمودی را تغییر می‌دهیم تا ماکزیمم و مینیمم شکل موج را در صفحه اسیلوسکوپ ببینیم. توسط کلید MEASURE منوی اندازه‌گیری خودکار ظاهر می‌شود. با استفاده از کلیدهای بدون اسم در سمت راست صفحه نمایش می‌توان کانال و کمیت مورد نظر را انتخاب و سپس بوسیله دکمه Back به صفحه قبل برگشت. به این ترتیب اندازه‌گیری بطور خودکار انجام می‌شود.

3-Amplitude
4-Peak to Peak voltage
5-Time period
6-Root Mean Square

مثال: فرض کنید کانال یک اسکوپ شکل (1-10) را نمایش دهد، ولتاژ و فرکانس آن چه مقدار است؟



شکل 1-10 مثالی از یک شکل موج روی صفحه اسکوپ

VOLT/DIV کانال یک، روی $1mV$ است یعنی هر یک خانه عمودی از صفحه نمایش اسکوپ برابر با $1mV$ است، از آنجایی که پیک این سیگنال یک خانه است، بنابراین دامنه ولتاژ آن برابر است با:

$V_m = 1 \times 1mV = 1mV$

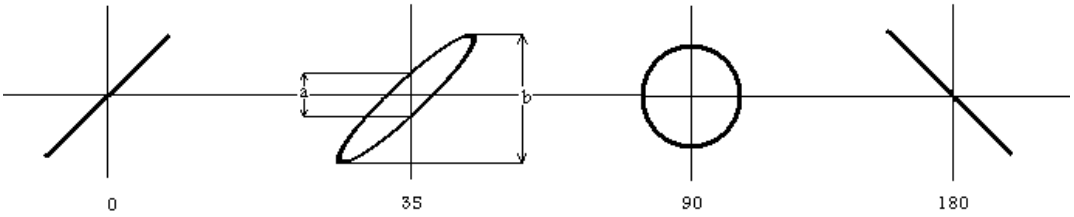
$V_{P-P} = 2 \times 1mV = 2mV$

کلیدSEC/DIVروی $0.25ms$ است بنابراین هر یک خانه افقی از صفحه نمایش اسکوپ برابر با $0.25ms$است، از طرفی یک دوره تناوب این سیگنال چهار خانه است، بنابراین دوره تناوب و فرکانس آن برابر است با:

$$T = 4 \times 0.25ms = 1ms \rightarrow f = \frac{1}{T} = 1kHz$$

1-1-10-اختلاف فاز دو موج در حالت X-Y(مشخصه انتقالی)

اگر اسکوپ را درحالت$X\text{-}Y$ قرار دهیم محور زمان حذف شده و دو کانال بر حسب یکدیگر نمایش داده می-شوند. درواقع آنچه بر روی صفحه نمایش اسکوپ نشان داده می‌شود، مشخصه‌ی انتقالی بین دو نقطه است که محور افقی معرف تغییرات کانال $CH1$ و محور عمودی نمایش دهنده تغییرات کانال $CH2$است. نمونه-ای از اختلاف فازهای مختلف در شکل (1-11) آمده است:



شکل 1-11 نمونه ای از اختلاف فاز سیگنال های مختلف در حالت X-Y

۱-۲- مولتی‌متر[۷]

این دستگاه به این علت مولتی‌متر نامیده می‌شود که می‌تواند چندین کمیت را اندازه‌گیری نماید. کمیت‌هایی مانند ولتاژ(DC و AC)،جریان(DC و AC)، مقاومت، ظرفیت خازن، ولتاژ آستانه دیود... باید توجه داشت که ولتمترها(آمپرمترها)یAC مقدار موثر ولتاژ(جریان) را نشان می‌دهند. شکل (1-12) نمونه‌ای از یک مولتی‌متر دیجیتال است.

شکل1-12 یک نمونه مولتی متر دیجیتال

این دستگاه کمیتی را اندازه‌گیری می‌کند که سلکتور(کلید گردان) نشان می‌دهد. به این معنی که سلکتور در محدوده اهم، دستگاه را اهم‌متر، در محدوده ولت، دستگاه را ولت‌متر و در محدوده آمپر، دستگاه را آمپرمتر می‌نماید. به همین علت اگر اشتباها سلکتور در محدوده مثلا آمپرمتر قرار داده شود و از آن به صورت ولت-متر(بطور موازی) استفاده شود و یا بلعکس باعث خرابی دستگاه می‌شود. برای اندازه‌گیری هر کمیت ابتدا سلکتوررا در قسمت مورد نظر قرار می‌دهیم. سپس با توجه به علائم مشخص شده در قسمت زیر ترمینال‌ها، اتصالات را برقرار می‌نماییم(بطور مثال برای اندازه‌گیری جریان‌هایی در حد میلی‌آمپر، اتصالات را به دو سر Com و mA وصل می‌کنیم) و در نهایت مقدار نشان داده شده را می‌خوانیم.

توجه: برای اندازه‌گیری ولتاژ، ولت‌متر بصورت موازی و برای اندازه‌گیری جریان، آمپرمتر بصورت سری در مدار قرار می‌گیرد.

7-Multimeter

۱-۳- منبع تغذیه DC[۸]

منبع تغذیه[9] ولتاژ متناوب برق شهر را به ولتاژ مستقیم تبدیل می‌کند. . منابع تغذیه آزمایشگاهی اغلب از نوع قابل تنظیم می‌باشند به این معنی که برحسب نیاز می‌توان ولتاژ خروجی را تغییر داد. شکل(1-13) یک منبع تغذیه DC دوبل را نشان می‌دهد. این منبع دو ولتاژ DC متغیر صفر تا 60 ولت (3آمپر) و یک ولتاژ ثابت 5 ولت (3آمپر) تولید می‌کند.

شکل1-13 منبع تغذیه DC

در دو قسمت A و B، میزان ولتاژ خروجی و همچنین میزان جریان کشیده شده از منبع بصورت دیجیتال قابل رویت است. حداکثر جریان را توسط پتانسیومتری که با عبارت CURRENT مشخص شده است می‌توان تغییر داد. از دو پایانه، مثبت و منفی می‌توان ولتاژ متغییر را دریافت نمود.

توجه: هیچ وقت یک قطعه نیمه هادی مانند دیود را با منبع تغذیه به صورت موازی نبندید. قبل از اتصال مدار به منبع تغذیه، ابتدا ولتاژ خروجی را بر روی مقدار مورد دلخواه تنظیم نموده و سپس مدار را به منبع تغذیه وصل کنید.

۱-٤- فانکشن ژنراتور[۱۰]

دستگاهی است که انواع سیگنال‌های مربعی، مثلثی و سینوسی را با فرکانس و دامنه‌های دلخواه ایجاد می‌کند. شکل (1-14) یک نمونه فانکشن ژنراتور را نمایش می دهد.

[۸]-Direct Current
[۹]-Power Supply
[۱۰]-Function Generator

شکل 1-14 یک نمونه فانکشن ژنراتور

برای تولید شکل موج مورد نظر ابتدا باید نوع شکل موج را با سلکتور FUNCTION انتخاب کرده سپس با سلکتور RANGE محدوده فرکانس را مشخص کرده و با ولوم FREQUENCY مقدار فرکانس مورد نظر را تنظیم کرد. با بیرون کشیدن ولوم AMPL، دامنه به میزان 20db کاهش می‌یابد. با بیرون کشیدن ولوم OFFSET می‌توان مقدار آن را دقیق تنظیم نمود. چراغ‌های کنار صفحه نمایش، نشانگر واحد عدد نشان داده شده است. مثلا اگر نمایشگر عدد 100 رانشان می‌دهد و چراغ KHz روشن است به معنای 100KHz است.

ب) آشنایی با قطعات الکترونیک

۱-۵- مقاومت

1-5-1- تشخیص مقدار مقاومت بوسیله نوارهای رنگی

در مقاومتهای توان پایین به دلیل ابعاد کوچک مقدار مقاومت و تولرانس را بوسیله نوار رنگی مشخص می‌کنند. معمول‌ترین آنها روش چهار نواری است که برای مقاومتهای با تولرانس 2% به بالا استفاده می‌شود. در این روش از دو رنگ اول برای عدد، رنگ سوم برای ضریب و رنگ چهارم برای تولرانس استفاده می شود. برای مقاومتهای دقیق و خیلی دقیق معمولا از روش پنج نواری استفاده می‌شود. در این روش سه نوار اول عدد مقاومت، رنگ چهارم برای ضریب و رنگ پنجم برای تولرانس استفاده می شود. در شکل معنی رنگها آمده است. منظور از None بدون رنگ است.

جدول 1-1 نوارهای رنگی روی مقاومت

Colour	Digit	Multiplier	Tolerance
Black	0	1	
Brown	1	10	± 1%
Red	2	100	± 2%
Orange	3	1,000	
Yellow	4	10,000	
Green	5	100,000	± 0.5%
Blue	6	1,000,000	± 0.25%
Violet	7	10,000,000	± 0.1%
Grey	8		± 0.05%
White	9		
Gold		0.1	± 5%
Silver		0.01	± 10%
None			± 20%

1-5-2- توان مجاز مقاومت

منظور از آن بیشترین توانی است که یک مقاومت به طور دائم می‌تواند تحمل کند. در شکل(1-15) چند مقاومت کربنی با توان‌های متفاوت نشان داده شده است.

شکل1-15 اندازه مقاومتها بر حسب وات

۱-٦- خازن[11]

1-6-1- خازن ثابت

این خازنها دارای ظرفیت معینی هستند که در وضعیت معمولی تغییر پیدا نمی‌کنند. خازنهای ثابت را بر اساس جنس عایق به کار رفته در آنها تقسیم بندی و نام گذاری می‌کنند. وجه تمایز اصلی خازنهای الکترولیتی و غیر الکترولیتی(سرامیکی، میکایی و ورقه‌ای) در اینست که خازنهای الکترولیتی دارای پلاریته می‌باشند به این معنی که تنها در یک جهت می‌توان شارژ نمود. روی بدنه خازن کنار پایه منفی، علامت – نوشته شده است. مقدار واقعی ظرفیت و ولتاژ قابل تحمل آنها نیز روی بدنه درج شده است.چنانچه خازن بصورت معکوس در مدار قرار گیرد لایه اکسید آلومینیوم از بین رفته و خازن تبدیل به یک هادی می‌شود و پس از آن محلول الکترولیت تجزیه شده و در اثر گاز ایجاد شده خازن منفجر می‌شود(در صورتیکه ولتاژ معکوس از یک دهم ولتاژ مجاز خازن بیشتر نباشد مسئله خاصی ایجاد نمی‌شود). ولتاژ مجاز(حداکثر ولتاژی که می‌توان به آن اعمال نمود) خازنهای الکترولی بر روی آن نوشته می‌شود. خازنهای سرامیکی عدسی معمولا دارای ولتاژ مجاز 50 ولت هستند.

1-6-2- تشخیص مقدار ظرفیت خازن از روی رمز عددی

مقدار ظرفیت خازنها، با یکی از روشهای زیر بر روی بدنه خازن درج می‌شوند:

الف) ظرفیت و واحد بر روی خازن قید می‌شود.

ب) اگر واحد ظرفیت قید نشود و عدد مزبور از یک کوچکتر باشد ظرفیت برحسب میکروفاراد است.

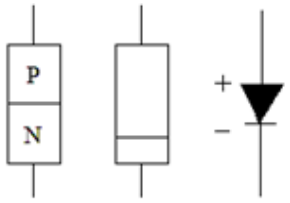
ج) اگر واحد ظرفیت قید نشود و عدد مزبور بزرگتر از یک باشد ظرفیت برحسب پیکوفاراد است

د) اغلب در مورد خازنهای سرامیکی عدسی 100 پیکوفاراد به بالا معمولا به صورت یک عدد سه رقمی مشخص می‌شود که دو رقم اول عدد و رقم سوم ضریب(تعداد صفر) را بر حسب پیکوفاراد مشخص می‌کند.

[11]-Capacitor

۱-۷- دیود[۱۲]

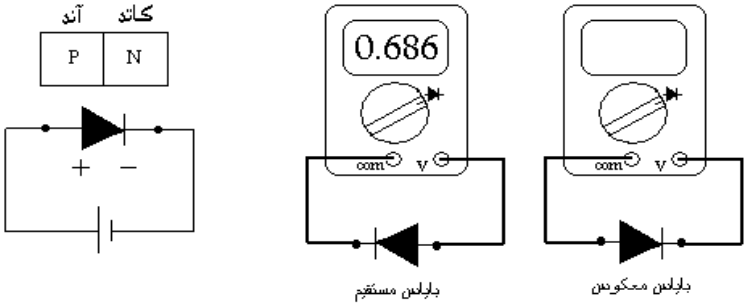
در اتصال p-n سمت p را آند و سمت n را کاتد می‌نامند. شکل (1-16) نماد مداری یک دیـود معمـولی را نشان می‌دهد.



شکل 1-16 نماد مداری دیود

1-7-1- تشخیص پایه‌ها و سالم بودن دیود

با توجه به اینکه دیود، یک اتصال p-n است، اگر دیود بصورت مستقیم بایاس شـود مقاومـت کمـی از خـود نشان می‌دهد و در حالت بایاس معکوس مقاومت بینهایت دارد. برای شناسایی سرهای دیود، توسط مولتی‌متر دیجیتال لازم است دو سر دیود را به سرهای com و V مولتی‌متر وصـل کنـیم و مـولتی‌متـر را در قسـمت تست دیود قرار دهیم. اگر ولتاژ آستانه قابل مشاهده باشد نتیجه می‌گیریم که دیود در بایاس مستقیم بوده و آند به ولتاژ مثبت و کاتد به ولتاژ منفی وصل شده است. در غیر این‌صورت لازم است جهت دیود را معکوس - کنیم. در این حالت اگر مولتی‌متر مقداری نشان نداد، دیود سالم نیست.



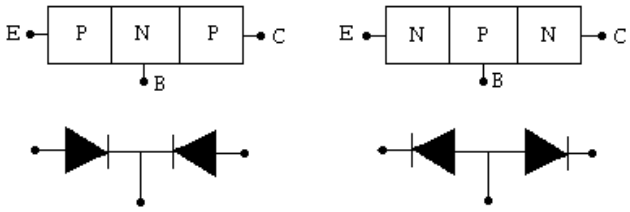
شکل1-17 تشخیص پایه‌های دیود و عیب‌یابی

توجه: برای آنکه اثر مقاومت R_f توسط اهم‌متر مشهود گردد، باید ولتاژ مدار باز اهم‌متر از ولتاژ آسـتانه دیـود بزرگتر باشد. این شرط در مورد اهم‌متر آنالوگ همواره برقرار بوده ولی در مـورد اهـم‌متـر دیجیتـال همیشـه صادق نیست. بنابراین در آزمایشگاه الکترونیک با مولتی‌مترهای دیجیتال نمی‌توان مقاومت دیود را در بایاس مستقیم و معکوس اندازه‌گیری نمود.

[12]-Diode

۱-۸- ترانزیستور[۱۳]

ترانزیستور از دو اتصال p-n تشکیل شده است که در شکل (1-18) اتصال ترانزیستورهای BJT نشان داده شده است، بنابراین تست آن مشابه دیود است.

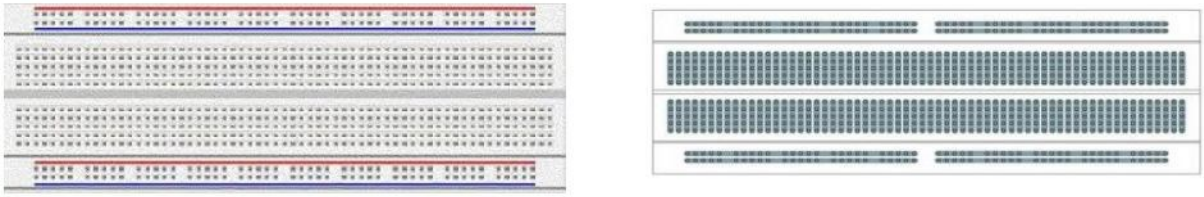


شکل1-18ترانزیستورهای BJT

برای تست ترانزیستورهای BJT، مولتی‌متر را روی قسمت دیود گذاشته از سرهای com و V مولتی‌متر استفاده می‌کنیم، باید پایه‌های ترانزیستور را دوتا دوتا تست کنیم، پایه‌ای که با هر دو پایه دیگر مقدار داشت بیس می‌باشد. از دوپایه دیگر هر کدام ولتاژش نسبت به بیس بیشتر بود امیتر و دیگری کلکتور می‌باشد. برای تشخیص نوع ترانزیستور دو حالت وجود دارد: الف) اگر بیس به سر V مولتی‌متر وصل شود و سر Com را به دو پایه دیگر ترانزیستور وصل کنیم، در صورت نمایش ولتاژ توسط مولتی‌متر ترانزیستور نوع npn است. ب) اگر بیس به سر Com مولتی‌متر وصل شود و سر V را به دو پایه دیگر ترانزیستور وصل کنیم، در صورت نمایش ولتاژ توسط مولتی‌متر ترانزیستور نوع pnp است.

۱-۹- برِد بُرد[14]

بردِبُرد نوعی برد الکترونیکی است، که به وسیله‌ی آن می‌توان اجزای الکترونیکی متعدد را به یکدیگر متصل کرد.در شکل (1-19) یک نمای کلی از سوراخ های متصل به هم در یک برد برد، ترسیم شده است. برای استفاده از آی‌سی‌ها، باید آنها را در قسمت وسط طوری قرار دهیم که پایه‌های آن در دو طرف با یکدیگر در تماس نباشند. دو ردیف بالا و پایین نیز که به هم متصل هستند معمولاً برای تغذیه‌ی مثبت و منفی برد استفاده می‌شوند.



شکل 1-19 نمای کلی از برد برد

[13] Transistor
[14] BreadBoard