

## مقاومت متغیر

### هدف کلی آزمایش

اندازه‌گیری انواع مقاومت‌های متغیر در فضای آزمایشگاه واقعی و فضای نرم افزاری

هدف‌های رفتاری: پس از اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند:

۱- مقدار مقاومت متغیر را اندازه بگیرد.

۲- تفاوت مقاومت‌های متغیر خطی و غیرخطی را با توجه به زاویه گردش توضیح دهد.

۳- انواع مقاومت‌های متغیر پله‌ای، پیوسته و مولتی‌ترن (multiturn) را از یکدیگر تمیز دهد.

۴- مقدار مقاومت تابع حرارت را با گرم و سرد کردن محیط آن اندازه بگیرد.

۵- مقدار مقاومت تابع نور را در تاریکی و روشنایی اندازه بگیرد.

۶- با استفاده از نرم افزار مولتی‌سیم آزمایش شماره ۳ را شبیه‌سازی کند.

۷- گزارش کار را به‌طور کامل و دقیق و مستند بنویسد.

۸- هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی که در آزمایش اول آمده است را در این آزمایش نیز اجرا کند.

### ۱-۳- اطلاعات اولیه

مقاومت‌ها را در انواع مقاومت‌های ثابت و متغیر می‌سازند. مقاومت‌های ثابت مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها تقریباً ثابت است. مقاومت‌هایی را که تاکنون در مورد آن‌ها صحبت کردیم از انواع مقاومت‌های ثابت هستند.

مقاومت‌های متغیر مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها قابل تغییر است. مقاومت‌های متغیر را در دو دسته به شرح زیر تقسیم می‌کنند.

- مقاومت‌های متغیر با تنظیم دستی

- مقاومت‌های متغیر تابع عوامل فیزیکی.

مقاومت‌های متغیر با تنظیم دستی یا قابل تنظیم، سه پایه دارند که دو پایه آن ثابت و پایه دیگر آن به یک لغزنده اتصال دارد و توسط یک محور یا با استفاده از پیچ‌گوشتی قابل تنظیم است. در شکل ۱-۳ چند نمونه مقاومت متغیر را ملاحظه می‌کنید. این نوع مقاومت‌ها را در اصطلاح عمومی



شکل ۱-۳- چند نمونه مقاومت متغیر

استفاده از نرم افزارهای مولتی سیم و ادیسون به طور کامل آموزش داده شده است.

پتانسیومتر نیز (potentiometer) می نامند.

در شکل ۲-۳ ساختمان داخلی و نماد یک نمونه مقاومت

متغیر را ملاحظه می کنید.

**نکته مهم:** از مربیان عزیز درخواست می شود قبل از اجرای آزمایش، آن ها را به صورت نرم افزاری برای دانش آموزان به نمایش در آورند.



شکل ۲-۳- ساختمان داخلی مقاومت

#### ۴-۳- قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

تجهیزات و ابزار عمومی

- کیف ابزار معرفی شده در آزمایش شماره ۲

تجهیزات و ابزار خاص

- برد بُرد ۱ قطعه

- سیم تلفن به مقدار کافی

- مولتی متر دیجیتالی

- مقاومت متغیر از نوع B ۲ عدد

- مقاومت متغیر از نوع A ۲ عدد

- مقاومت متغیر با کلید ۱ عدد

- مقاومت متغیر چند دور

(مولتی ترن - multiturn) ۱ عدد

- مقاومت تابع نور (LDR) ۲ عدد

- مقاومت تابع حرارت (NTC) ۱ عدد

- مقاومت تابع حرارت (PTC) ۱ عدد

برای جست و جو در شبکه اینترنت اگر از کلمه *potentiometer* استفاده کنید، سریع تر و بهتر به نتیجه می رسید.

مقاومت های تابع عوامل فیزیکی مقاومت هایی هستند که مقدار آن ها در اثر عوامل فیزیکی مانند نور، حرارت و ولتاژ تغییر می کند. در این آزمایش به بررسی عملی انواع مقاومت های متغیر می پردازیم.

توجه: پاسخ مواردی که با ستاره (\*) مشخص شده است را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه گیری بنویسید.

#### ۲-۳- نکات ایمنی

نکات ایمنی ارائه شده در آزمایش های گذشته را در این آزمایش نیز رعایت کنید.

#### ۵-۳- مراحل اجرای آزمایش

\* ۱-۳-۵- هدف کلی آزمایش را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه گیری بنویسید.

مقاومت های متغیر قابل تنظیم ساده

۲-۳-۵- همان طور که اشاره شد مقاومت های متغیر

#### ۳-۳- کار با نرم افزار

قبل از اجرای آزمایش در آزمایشگاه واقعی، آن ها را توسط نرم افزارهای ادیسون، مولتی سیم یا هر نرم افزار دیگری که در دسترس دارید اجرا نمایید.

در جلد اول کتاب آزمایشگاه مجازی کد ۳۵۸/۳ چگونگی

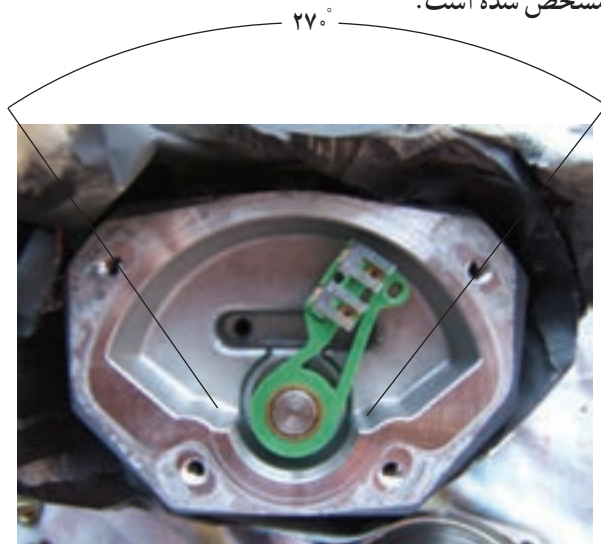
سر لغزنده روی  $18^\circ$  درجه، مقدار مقاومت بین هریک از پایه‌ها و لغزنده برابر با  $2/5$  کیلو اهم خواهد شد (شکل ۳-۴).

\***۳-۵-۳** یک عدد مقاومت متغیر ساده از نوع خطی را در اختیار بگیرید شکل ظاهری آن را ترسیم کنید و مشخصات آن را در جدول ۳-۱ بنویسید. روی شکل پایه‌های ثابت و پایه‌های متصل به لغزنده را از طریق بررسی چشمی مشخص کنید.

**نکته مهم:** در صورتی که روی مقاومت متغیری مقدار مقاومت نوشته نشده باشد، باید به برگه اطلاعات (Datasheet) مراجعه کنید یا از طریق اندازه‌گیری مقدار آن را به دست آورید.

**۳-۵-۴** مقاومت‌های متغیر مانند مقاومت‌های ثابت دارای توان ماکزیمم مجاز است. مقدار توان مجاز را در برگه اطلاعات، یا روی مقاومت یا روی بسته‌بندی مقاومت مشخص می‌کنند. علاوه بر توان، سایر مشخصات مقاومت متغیر مانند ولتاژ کار، تولرانس، نیروی گردشی و فشاری وارد بر مقاومت، درجه حرارت کار و زاویه چرخش محور مقاومت را نیز مشخص می‌کنند.

زاویه چرخش محور مقاومت عبارت است از زاویه‌ای که لغزنده می‌تواند روی لایه مقاومت جابه‌جا شود. در شکل ۳-۵ الف و ب زاویه چرخش دو نمونه مقاومت مشخص شده است.



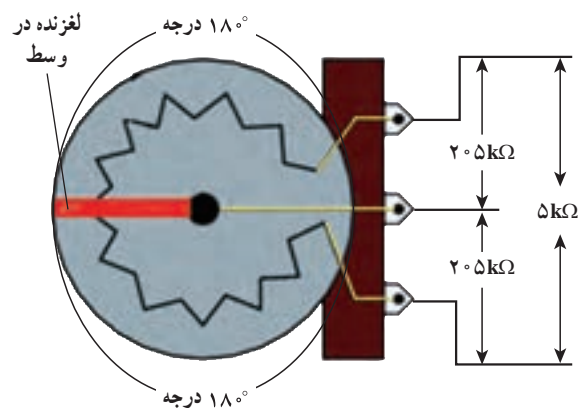
شکل ۳-۵ الف - زاویه چرخش  $27^\circ$  درجه

ساده دارای سه پایه هستند. معمولاً مقدار مقاومت متغیر را روی آن می‌نویسند. در شکل ۳-۳ مقدار نوشته شده روی یک نمونه مقاومت متغیر را مشاهده می‌کنید.



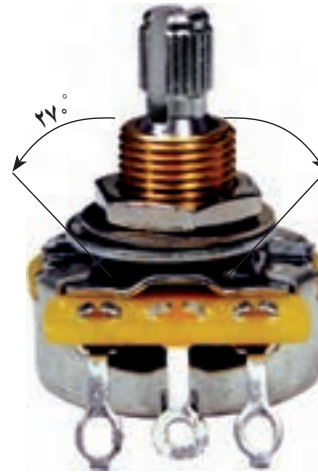
شکل ۳-۳ مقدار نوشته شده روی مقاومت

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در کنار نوشته  $5k\Omega$  حرف انگلیسی B وجود دارد. حرف B نشان‌دهنده تغییرات خطی مقاومت است. یعنی با تغییر زاویه چرخش، مقدار مقاومت به صورت خطی تغییر می‌کند. به عبارت دیگر اگر اتصال لغزنده مقاومت را دقیقاً در وسط دایره قرار دهیم، مقدار مقاومت بین پایه متصل شده به لغزنده و دو پایه دیگر، مساوی و برابر با نصف مقدار مقاومت است. یعنی اگر مقدار یک مقاومت خطی برابر با  $5$  کیلو اهم باشد، با قرار گرفتن



شکل ۳-۴ شرایط بتانسیومتر خطی وقتی لغزنده در وسط قرار دارد

۳-۵-۶- مشخصات مقاومت متغیر را در برگه اطلاعات (Datasheet) یا نیز ارائه می کنند. در شکل ۳-۷ یک نمونه مقاومت متغیر را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۵-ب- زاویه چرخش در پتانسیومترهای معمولی ساده ۲۷° درجه

از آن جا که معمولاً قسمتی از کمان دایره مربوط به پتانسیومتر را پایه های خروجی می پوشانند، زاویه چرخش پتانسیومترها معمولاً ۲۷° درجه است.



- نوع مقاومت متغیر = ساده
- ماکزیمم ولتاژ کار = ۵۰VAC و ۲۰VDC
- تولرانس = ۲۰ درصد
- نیروی چرخشی قابل تحمل = ۳/۰ نیوتون متر
- نیروی فشاری و کششی قابل تحمل = ۵۰ نیوتون
- درجه حرارت کار از ۱۰- درجه سانتی گراد تا ۷۰+
- درجه سانتی گراد

- Single turn (280 degree) vertical type
- 50VAC or 20VDC maximum operating voltage
- +/- 20% resistance tolerance
- 0.3Nm stopper strength
- 50N maximum push-pull strength
- -10C to +70C operating temperature

شکل ۳-۷- مشخصات فنی یک نمونه مقاومت متغیر

**نکته مهم:** توجه داشته باشید که محدودیت زاویه چرخش فقط مربوط به مقاومت های متغیر ساده است.

\* ۳-۵-۵- زاویه چرخش مقاومت متغیری را که در اختیار دارید و مقاومت متغیر نشان داده شده در شکل ۳-۶ را اندازه بگیرید و در جدول ۳-۲ یادداشت کنید.



شکل ۳-۶- اندازه گیری زاویه چرخش

\* ۳-۵-۷- با مراجعه به سایت های اینترنتی، مشخصات نمونه دیگری از مقاومت متغیر را پیدا کنید و بنویسید.

۳-۵-۸- مقاومت های متغیر را به صورت غیرخطی نیز می سازند. در این نوع مقاومت ها، مقدار مقاومت متناسب با چرخش زاویه لغزنده تغییر نمی کند. برای مثال، اگر محور را ۱۰ درجه تغییر دهیم و مقدار مقاومت از صفر به ۱۰۰ اهم برسد، در ده درجه بعدی از ۱۰۰ اهم به ۱۰۰۰ اهم خواهد رسید. این نوع تغییرات را لگاریتمی می گویند. مقاومت های غیرخطی را با حرف A مشخص می کنند. برای مثال اگر مقاومت متغیر شکل ۳-۳ غیرخطی باشد، به جای حرف B، حرف A را روی آن می نویسند.

\* ۳-۵-۹- یک نمونه مقاومت متغیر غیرخطی را در



**توجه:** در صورت نیاز می‌توانید سیم تلفنی به پایه‌های مقاومت متغیر لحیم کنید و با اتصال آن به بردبرد مقدار آن را اندازه‌گیری نمایید.

\* ۱۱-۵-۳- یک عدد مقاومت متغیر معمولی خطی و یک عدد مقاومت معمولی غیرخطی را در اختیار بگیرید و با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی مقدار مقاومت بین دو پایه ثابت را اندازه بگیرید و نتایج را در جدول ۳-۴ بنویسید. در حالی که اهم‌متر به مقاومت متغیر وصل است، محور مقاومت متغیر را بچرخانید و اثر آن را روی مقاومت بررسی کنید و توضیح دهید.

\* ۱۲-۵-۳- محور هر یک از پتانسیومترها را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید و مقاومت بین پایه متصل شده به سر لغزنده و هر یک از دو پایه را اندازه بگیرید. به منظور جلوگیری از اشتباه، پایه‌ها را طبق شکل ۱-۳ با حروف یا شماره مشخص کنید. نتایج را در جدول ۳-۵ بنویسید.



شکل ۱-۳- شماره‌گذاری پایه‌های مقاومت متغیر

\* ۱۳-۵-۳- محور مقاومت‌ها را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید و مقاومت بین پایه‌های «۱» و «۲» و «۲» و «۳» را اندازه بگیرید در جدول ۳-۶ یادداشت کنید.

اختیار بگیرید و مشخصات فنی و میزان زاویه چرخش آن را در جدول ۳-۳ یادداشت کنید.

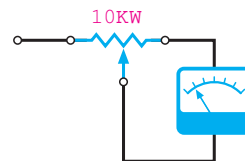
### اندازه‌گیری مقاومت متغیر ساده

۱-۵-۳- برای اندازه‌گیری مقاومت متغیر ساده از حوزه کار اهم‌متر مولتی‌متر دیجیتالی استفاده کنید. در شکل ۳-۸ چگونگی اتصال مولتی‌متر دیجیتالی به پتانسیومتر نشان داده شده است.



شکل ۳-۸- اتصال مقاومت متغیر به مولتی‌متر دیجیتالی

در شکل ۳-۹ روش دیگر اتصال مقاومت متغیر به مولتی‌متر دیجیتالی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۹- اتصال مقاومت متغیر با استفاده از گیره سوسماری

در شکل ۳-۱۲ یک نمونه ولوم و سر ولوم آن را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۱۲ یک نمونه ولوم و سر ولوم

مراحل ۳-۵-۱۷ و ۳-۵-۱۸ را در صورت داشتن وقت اضافی انجام دهید.

\* ۳-۵-۱۸ یک مقاومت متغیر خطی را در اختیار بگیرید و آن را برحسب مقدار مقاومت درجه بندی کنید. شکل به دست آمده را رسم کنید.

#### کلید ولوم

۳-۵-۱۹ مقاومت های متغیر را به صورت ترکیبی با کلید «خاموش - روشن» (ON - Off) نیز می سازند. در شکل ۳-۱۳ الف یک نمونه مقاومت متغیر با کلید خاموش و روشن را ملاحظه می کنید. این نوع مقاومت های متغیر را اصطلاحاً «کلید - ولوم» می نامند. در برخی از مقاومت های متغیر به جای یک کلید ساده ON - Off از کلیدهای ترکیبی چند حالتی استفاده می کنند. در شکل ۳-۱۳ ب و ج سه نمونه از این نوع «کلید - ولوم» ها آمده است.

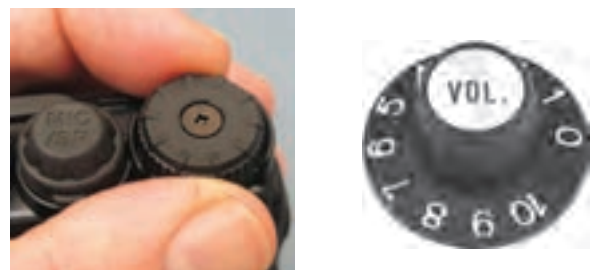
\* ۳-۵-۱۴ جدول های شماره ۳-۵ و ۳-۶ را با هم مقایسه کنید و درباره عملکرد مقاومت متغیر توضیح دهید.

\* ۳-۵-۱۵ برای هر یک از مقاومت ها، محور را به گونه ای بچرخانید که زاویه چرخش پایه وسط (متصل به لغزنده) نسبت به دو پایه دیگر برابر با  $180^\circ$  درجه باشد. سپس مقاومت بین پایه های «۲ و ۱» و «۳ و ۲» را برای هر یک از مقاومت ها اندازه بگیرید و در جدول ۳-۷ یادداشت کنید.

\* ۳-۵-۱۶ نتایج به دست آمده در جدول ۳-۷ را بررسی کنید و درباره آن توضیح دهید. آیا اندازه گیری های انجام شده، خطی بودن یا غیر خطی بودن مقاومت های متغیر را مشخص می کند؟ توضیح دهید.

#### ولوم و سر ولوم

۳-۵-۱۷ از مقاومت متغیر برای تغییر و تنظیم ولتاژ یا جریان استفاده می کنند. توسط این مقاومت ها می توان حجم صدا یا شدت نور را تغییر داد. مقاومت های متغیر را در اصطلاح عمومی، ولوم (Volume) نیز می نامند. ولوم به معنی حجم است. برای این که بتوانیم میزان تغییرات را ملاحظه کنیم روی محور مقاومت دکمه ای را نصب می کنند که آن را سر ولوم می نامند. در شکل ۳-۱۱ چند نمونه سر ولوم را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۱۱ چند نمونه سر ولوم

مقاومت متغیر چندطبقه را مشاهده می کنید.

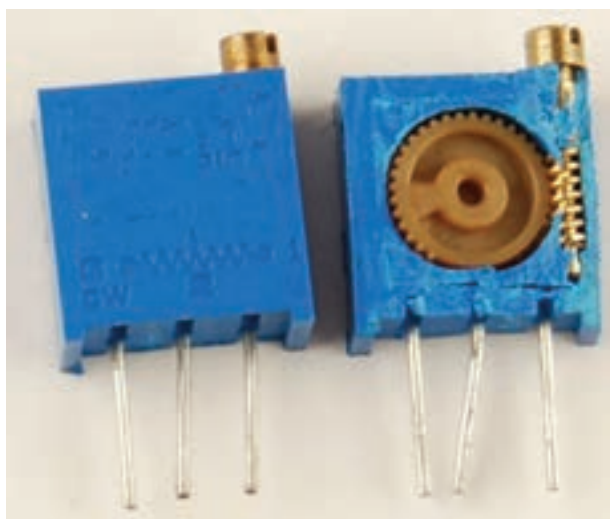
در صورت موجود بودن قطعات انجام دهید.

\* ۲۲-۵-۳- دو نمونه مقاومت متغیر چندطبقه را در اختیار بگیرید. مقاومت هر طبقه را اندازه بگیرید و مقدار آن را بنویسید. درباره نتایج به دست آمده توضیح دهید.

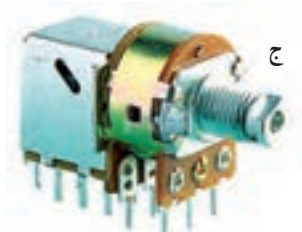
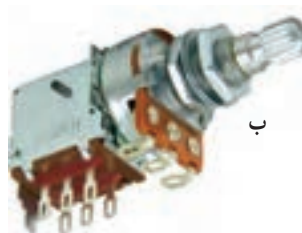
مقاومت های چند دور مولتی ترن

(multiturn variable Resistor)

۲۳-۵-۳- زاویه گردش مقاومت های متغیری را که تاکنون درباره آن بحث کردیم حداکثر ۳۰° درجه بود. مقاومت هایی ساخته شده اند که می توانند زاویه گردشی برابر با چندین دور ۳۶۰° درجه داشته باشند. این مقاومت ها را مقاومت های متغیر چند دور یا مولتی ترن (multiturn) می نامند. در شکل ۱۵-۳ چند نمونه از انواع این نوع مقاومت ها را مشاهده می کنید. تنوع و کاربرد این نوع مقاومت بسیار زیاد است.



شکل ۱۵-۳ سه نمونه مقاومت متغیر مولتی ترن

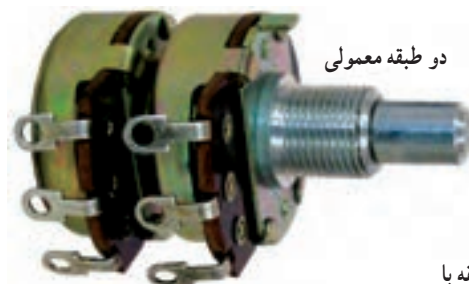


شکل ۱۳-۳ سه نمونه کلید ولوم

در صورت داشتن وقت اضافی این مرحله را انجام دهید.

\* ۲۰-۵-۳- دو نمونه کلید ولوم در اختیار بگیرید، اتصال های مربوط به کلید آن را با اهم متر دیجیتالی شناسایی کنید. نماد کلید ولوم را ترسیم کنید.

۲۱-۵-۳- مقاومت های متغیر را به صورت چند طبقه نیز می سازند. از این نوع مقاومت ها در دستگاه های صوتی و تصویری مدرن استفاده می شود. در شکل ۱۴-۳ چند نمونه



دو طبقه با کلید



شکل ۱۴-۳ چند نمونه مقاومت متغیر چند طبقه



در صورت موجود بودن قطعات انجام دهید.

مقاومت‌های متغیر موجود در آن را شناسایی کنید و درباره آن توضیح دهید.

\* ۲۸-۵-۳ سه نمونه مقاومت متغیر موجود در نرم‌افزارهای ادیسون و مولتی‌سیم را انتخاب کنید. ابتدا مقادیر آن‌ها را اندازه بگیرید. سپس نوع آن‌ها را از نظر خطی یا غیرخطی بودن مشخص کنید. در نهایت مقادیر آن‌ها را تغییر دهید. درباره نتایج حاصل از این آزمایش توضیح دهید.

### مقاومت تابع حرارت

۲۹-۵-۳ مقاومت تابع حرارت را

Temperature Dependent Resistor می‌نامند. این مقاومت‌ها در دو نوع ساخته می‌شوند.

#### ● مقاومت‌های با ضریب حرارتی مثبت یا PTC

(Positive Temperature Coefficient) مقدار این مقاومت‌ها با افزایش حرارت زیاد می‌شود. در شکل ۱۷-۳ چند نمونه مقاومت PTC را مشاهده می‌کنید.

مقدار مقاومت‌های PTC را به‌طور مستقیم یا با استفاده از کد عددی روی آن می‌نویسند.



شکل ۱۷-۳ چند نمونه PTC

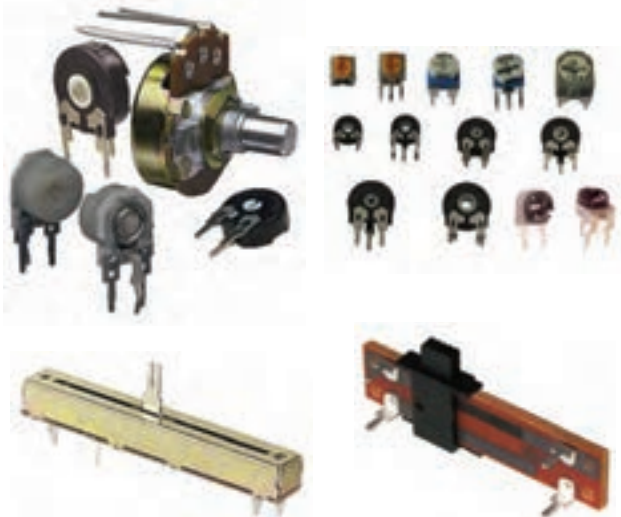
از PTC برای کنترل و تشخیص درجه حرارت یا حفاظت دستگاه‌هایی که موتور الکتریکی دارند استفاده می‌کنند. در صورتی

\* ۲۴-۵-۳ دو عدد مقاومت متغیر مولتی‌ترن را در اختیار بگیرید. مقدار کل مقاومت و تعداد دور آن را مشخص کنید و بنویسید.

در برابر هر دور چرخش، مقدار مقاومت چه قدر تغییر می‌کند؟ مقاومت خطی است یا غیرخطی؟ توضیح دهید.

۲۵-۵-۳ همان‌طور که قبلاً اشاره شد مقاومت‌های متغیر

را به‌صورت کشویی و قابل تنظیم با پیچ‌گوشی نیز می‌سازند. در شکل ۱۶-۳ مجموعه‌ای از این نوع مقاومت‌ها را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۶-۳ مقاومت‌های متغیر کشویی، معمولی و قابل تنظیم با پیچ‌گوشی

\* ۲۶-۵-۳ یک عدد مقاومت قابل تنظیم با

پیچ‌گوشی و یک عدد مقاومت متغیر کشویی در اختیار بگیرید و مراحل زیر را انجام دهید.

● شکل ظاهری آن‌ها را رسم کنید.

● مقدار مقاومت کل را برای هر یک با مولتی‌متر دیجیتالی

اندازه بگیرید.

● نوع مقاومت از نظر خطی بودن و غیرخطی بودن را

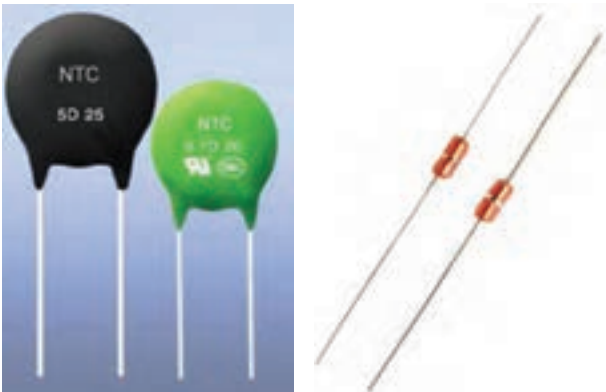
مشخص کنید.

\* ۲۷-۵-۳ در نرم‌افزار ادیسون و مولتی‌سیم یا هر

نرم‌افزار دیگری که در اختیار دارید، جست‌وجو کنید و انواع



۳۳-۵-۳- یکی دیگر از انواع مقاومت های تابع حرارت، مقاومت با ضریب حرارتی منفی یا NTC است (Negative Temperature Coefficient) با افزایش درجه حرارت مقدار این نوع مقاومت کاهش می یابد. NTC ها از نظر شکل ظاهری تقریباً مشابه PTC ها هستند. مشخصات فنی NTC ها را مشابه PTC ها روی آن درج می کنند. یا در برگه اطلاعات Data sheet می نویسند در شکل ۳-۱۸ چند نمونه NTC را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۱۸- چند نمونه NTC

همان طور که از شکل های ۳-۱۷ و ۳-۱۸ مشاهده می شود، PTC ها و NTC ها از نظر شکل ظاهری تقریباً شبیه به هم هستند. PTC و NTC را به صورت مجتمع (IC) و در بسته بندی های چندتایی نیز می سازند.

در شکل ۳-۱۹- الف و ب مجموعه ای از NTC ها و PTC ها را مشاهده می کنید.



شکل ۳-۱۹- الف PTC و NTC به صورت IC و نصب سطحی

که مقدار مقاومت تابع حرارت PTC روی آن نوشته نشده باشد باید به برگه اطلاعات یا بسته بندی اصلی PTC یا اطلاعات داده شده توسط کارخانه سازنده مراجعه کنید.

برای دسترسی به برگه اطلاعات باید از شماره فنی درج شده روی PTC یا روی جعبه بسته بندی PTC استفاده نمایید.

\* ۳-۵-۳- تعداد دو عدد PTC در اختیار بگیرید و موارد زیر را اجرا نمایید.

- مشخصات فنی آن ها را بنویسید.
- آیا می توانید از روی مشخصات فنی آن، مقدار مقاومت های PTC را در جدول ۳-۸ بنویسید؟ درباره آن توضیح دهید.
- مقدار مقاومت PTC ها را در درجه حرارت محیط با استفاده از اهم متر دیجیتالی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
- با استفاده از گرمای دست، هویت قلمی  $20^{\circ}W$ ، سشوار یا هر وسیله گرم کن دیگری، PTC را گرم کنید و مقدار مقاومت را در حالت گرم اندازه بگیرید و یادداشت کنید. آیا مقدار مقاومت تغییر کرده است؟ اگر مقاومت تغییر نکرده باشد علت را شرح دهید.

**نکته ایمنی :** هنگام گرم کردن PTC با هویت قلمی، فقط هویت را کمی به آن نزدیک کنید (هرگز نجسباندید)

\* ۳-۵-۳۱- مقادیر مقاومت های اندازه گیری شده برای PTC را در حالت درجه حرارت محیط و حالت گرم با هم مقایسه کنید و درباره آن توضیح دهید.

#### برای هنرجویان علاقه مند

\* ۳-۵-۳۲- با مراجعه به سایت های اینترنتی مرتبط مانند [google.com](http://google.com) یا [MSN.com](http://MSN.com) کلمه PTC resistor را جست و جو کنید و اطلاعات بیش تری را در مورد PTC کسب نمایید. نتایج حاصل را به کلاس ارائه دهید.

مقاومت‌های تابع نور را فتورزیستور (Photo Resistor) نیز می‌نامند. در شکل ۳-۲۰ تصویر تعدادی از مقاومت‌های تابع نور را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۲۰ چند نمونه مقاومت تابع نور

۳-۵-۳۷ همان‌طور که قبلاً اشاره شد PTC و NTC برای کنترل حرارت به کار می‌روند. مقاومت تابع نور برای کنترل نور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع قطعات را اصطلاحاً حس‌گر یا سنسور (Sensor) می‌نامند و کاربرد گسترده‌ای در صنایع و دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی خانگی دارند. یکی از کاربردهای مقاومت تابع نور کنترل نور معابر است، در شکل ۳-۲۱ نمونه‌هایی از این نوع حسگرها را ملاحظه می‌کنید. در آزمایش شماره ۹ درباره سنسورها بیش‌تر بحث خواهیم کرد. مشخصات



شکل ۳-۱۹ ب- مجموعه‌ای از NTC و PTC به صورت قطعات جدا از هم

همان‌طور که قبلاً اشاره شد در صورتی که روی قطعه PTC یا NTC نوع آن مشخص نشده باشد از روی شکل ظاهری تشخیص آن‌ها امکان‌پذیر نیست. در این حالت از طریق آزمایش یا مراجعه به برگه اطلاعات می‌توانید نوع و مشخصات آن‌ها را تعیین کنید.

\* ۳۴-۵-۳ دو عدد NTC در اختیار بگیرید و مراحل زیر را انجام دهید.

- مشخصات NTC را در جدول ۳-۹ بنویسید.
- مقدار مقاومت NTC را در درجه حرارت معمولی با مولتی‌متر دیجیتال اندازه بگیرید.
- NTC را مشابه PTC گرم کنید و مقاومت آن را اندازه بگیرید.
- مقادیر مقاومت در حالت سرد و گرم را با هم مقایسه کنید و درباره آن توضیح دهید.

در صورت داشتن وقت اضافی مرحله ۳۵-۵-۳ را انجام دهید.

\* ۳۵-۵-۳ تعدادی مقاومت PTC و NTC به صورت مدار مجتمع و نصب سطحی (SMD) در اختیار بگیرید و مشخصات فنی آن‌ها را به دست آورید، مقادیر آن‌ها را اندازه بگیرید و درباره آن‌ها توضیح دهید.

### مقاومت‌های تابع نور

۳-۵-۳۶ مقاومت‌های تابع نور را LDR می‌نامند. (Light Dependent Resistor) در صورتی که به این مقاومت‌ها نور تابانده شود مقدار مقاومت آن تغییر می‌کند (معمولاً کم می‌شود)

## ۳-۷- الگوی پرسش

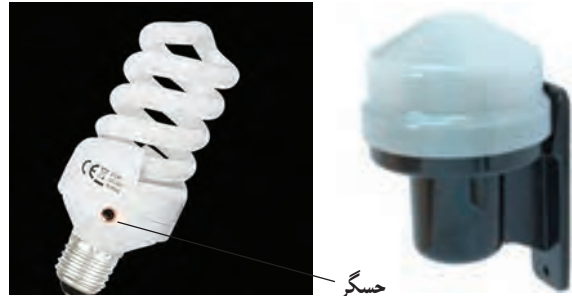
فنی LDR را با استفاده از برگه اطلاعات Datasheet ارائه شده توسط کارخانه سازنده می توان تعیین نمود.

### کامل کردنی

۳-۷-۱- مقاومت های تابع عوامل فیزیکی، مقاومت هایی هستند که مقدار آن ها در اثر عواملی مانند.....، ..... و ..... تغییر می کنند.

۳-۷-۲- روی مقاومت متغیری حروف B10kΩ نوشته شده است. B به مفهوم..... است.

۳-۷-۳- زاویه چرخش مقاومت های متغیر معمولی، در حدود..... تا ..... درجه است.



لامپ کم مصرف با حسگر نوری  
حسگر کنترل نور لامپ معابر

شکل ۳-۲۱- LDR به عنوان سنسور

### صحیح یا غلط

۳-۷-۴- در datasheet مربوط به مقاومت متغیری نوشته شده است، Operating Temperature -10 to +70C حداکثر درجه حرارت کار این مقاومت متغیر ۶۰+ درجه سانتی گراد است.

غلط  صحیح

۳-۷-۵- حرف A روی مقاومت متغیر معرف تغییرات مقاومت به صورت خطی است.

غلط  صحیح

### چهار گزینه ای

۳-۷-۶- مقاومت های مولتی ترن (Multi turn) دارای حداکثر زاویه گردش..... هستند.

(۱) ۳۰۰ درجه

(۲) ۳۶۰ درجه

(۳) چندین دور ۳۶۰ درجه

(۴) ۲۷۰ درجه.

۳-۷-۷- با افزایش دما مقدار اهم مقاومت PTC..... و با کاهش دما مقدار اهم مقاومت NTC..... می یابد.

(۱) افزایش - کاهش

(۲) افزایش - افزایش

(۳) کاهش - افزایش

(۴) کاهش - کاهش

\* ۳۸-۳-۵- تعداد حداقل دو عدد LDR در اختیار بگیرید. مقدار مقاومت آن را در حالت تاریک و در حالت روشن اندازه گیری نمایید و مقادیر را در جدول ۳-۱۰ یادداشت کنید. در شکل ۳-۲۲ نحوه اندازه گیری مقاومت LDR با مولتی متر دیجیتالی نشان داده شده است.



شکل ۳-۲۲- اندازه گیری مقاومت LDR

### \* ۳-۶- جمع بندی

آنچه را که در این آزمایش انجام داده اید به طور خلاصه در ۱۰ سطر جمع بندی کنید.

### تشریحی

۳-۷-۸- چگونه تغییر مقدار اهم مقاومت‌های متغیر

خطی و لگاریتمی را شرح دهید.

۳-۷-۹- مفهوم زاویه گردش در مقاومت متغیر را

شرح دهید. زاویه گردش در مقاومت‌های متغیر معمولی چند

درجه است؟

زاویه گردش مقاومت‌های مولتی‌ترن چند درجه است؟

۳-۷-۱۰- کاربرد کلیدی که در، «کلید ولوم» قرار

دارد را شرح دهید.

۳-۷-۱۱- PTC و NTC اول کدام کلمات انگلیسی

هستند؟ کلمات انگلیسی آن‌ها را بنویسید.

۳-۷-۱۲- با افزایش نور مقاومت LDR کم می‌شود

یا زیاد؟ کاربرد این مقاومت را شرح دهید.

### ۳-۸- ارزش‌یابی

پس از پاسخ‌گویی به سؤال‌های الگوی پرسش و تکمیل

کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، در تاریخ تعیین شده

توسط مربی، کتاب گزارش کار را جهت ارزش‌یابی ارائه کنید.



## کار با سیگنال ژنراتور صوتی و فرکانس متر

### هدف کلی آزمایش

آشنایی با دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه سیگنال ژنراتور AF و فرکانس متر با استفاده از دفترچه راهنمای آن

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- اطلاعات فنی کاربردی را از کاتالوگ یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور صوتی استخراج کند.
- ۲- طریقه تنظیم فرکانس و دامنه را در سیگنال ژنراتور توضیح دهد.
- ۳- چگونگی فرم دادن به سیگنال‌های اعوجاج‌دار به کمک سیگنال ژنراتور صوتی را شرح دهد.

- ۴- تضعیف کننده‌ها و مقدار تضعیف را بر حسب دسی‌بل توضیح دهد.
- ۵- عملاً از دکمه‌های تضعیف کننده استفاده کند.
- ۶- فانکشن ژنراتور را تعریف کند.
- ۷- کاربرد دکمه‌های روی پانل و پشت دستگاه فانکشن ژنراتور را شرح دهد.
- ۸- از سیگنال ژنراتور در مواقع ضروری عملاً استفاده کند.
- ۹- کاربرد دکمه‌های فرکانس متر را توضیح دهد.
- ۱۰- به کمک فرکانس متر دیجیتالی، فرکانس سیگنال‌های مختلف را عملاً اندازه بگیرد.
- ۱۱- با استفاده از نرم افزار مولتی سیم، کاربرد سیگنال ژنراتور و فرکانس متر دیجیتالی را شبیه‌سازی کند.
- ۱۲- گزارش کار را به طور کامل، دقیق و مستند بنویسد.
- ۱۳- هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی که در آزمایش اول آمده است را در این آزمایش نیز اجرا کند.

### ۱-۴- اطلاعات اولیه

در این آزمایش با کاربرد دو نمونه دستگاه آزمایشگاهی آشنا می‌شوید. نام این دستگاه‌ها به شرح زیر است.

#### ● سیگنال ژنراتور AF

(Audio Frequency Signal Generator)

یا مولد سیگنال‌های صوتی

#### ● فرکانس متر Frequency meter یا Frequency counter

دستگاه مولد سیگنال‌های صوتی یا AF یک دستگاه آزمایشگاهی است که می‌تواند سیگنال‌های سینوسی و مربعی در محدوده فرکانسی چند هرتز تا ۱۰۰ کیلوهرتز و یا فرکانس‌های

بیش‌تر تا حدود یک مگاهرتز (1MHz) را تولید کند. این دستگاه در واقع یک مولد است که انرژی خود را از طریق باتری یا برق شهر تأمین می‌کند.

دستگاه فرکانس متر دستگاهی است که می‌تواند مقدار فرکانس موج سینوسی را اندازه بگیرد. محدوده کار دستگاه فرکانس متر متنوع است و توسط کارخانه سازنده دستگاه مشخص می‌شود.

برای آشنایی با دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه لازم است به راهنمای کاربرد که با دستگاه ارائه می‌شود مراجعه کنید. اگر دستگاه ایرانی باشد، راهنمای کاربرد آن به زبان فارسی و اگر ساخت سایر کشورها باشد معمولاً به چند زبان ارائه می‌شود که یکی از

زبان‌ها، زبان انگلیسی است. در شکل ۴-۱ یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور AF را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۴-۱- یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور AF

۳-۴- کار با نرم افزار  
با توجه به شرایطی که پیش می‌آید از نرم افزار برای شبیه‌سازی استفاده کنید.

۴-۴- قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

تجهیزات و ابزار عمومی

- کیف ابزار معرفی شده در آزمایش شماره ۱

تجهیزات و ابزار خاص

- سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه

- فانکشن ژنراتور AF یک دستگاه

معمولاً این دستگاه‌ها روی میز آزمایشگاه نصب شده است.

- فرکانس متر یک دستگاه

- سیم رابط یک سر BNC یک سر سوسماری

- سیم رابط یک سر BNC یک سر بنانا (یک سر موزی)

- سیم رابط دوسر سوسماری

- سیم رابط دوسر موزی

- سیم رابط یک سر سوسماری و به مقدار کافی

یک سر موزی

شکل ۴-۲- یک نمونه دستگاه فرکانس متر را نشان

می‌دهد.



شکل ۴-۲- یک نمونه دستگاه فرکانس متر

۵-۴- مراحل اجرای آزمایش

۱-۴-۵- راهنمای کاربرد دستگاه سیگنال ژنراتور AF

را در اختیار بگیرید و آن را مطالعه کنید. در صورتی که راهنمای کاربرد دستگاهی که در اختیار دارید به زبان انگلیسی است، از معلم کارگاه کمک بگیرید.

۲-۴-۵- سیگنال ژنراتورها در دو نوع ساخته

می‌شود.

● با دکمه‌ها و سلکتورهای مکانیکی

● با دکمه‌ها و سلکتورهای لمسی

در شکل ۳-۴- الف یک نمونه سیگنال ژنراتور AF با

سلکتورهای مکانیکی را ملاحظه می‌کنید. این نوع سیگنال ژنراتور معمولاً روی میز آزمایشگاه الکترونیک هنرستان‌ها وجود دارد.

۲-۴- نکات ایمنی

۱-۴-۲- کلیه نکات ایمنی عمومی که در آزمایش شماره

۱ بیان شده است را در این آزمایش نیز به کار بگیرید.

۲-۴-۲- قبل از کار با هر نوع دستگاهی، حتماً راهنمای

کاربرد آن را مطالعه کنید و دستورات ارائه شده در آن را حتماً اجرا کنید.

۳-۴-۲- هنگام اتصال دستگاه به برق شهر حتماً به

ولتاژ کار آن توجه کنید.

۴-۴-۲- به سلکتورها و دکمه‌های دستگاه فشار بیش

از حد وارد نکنید.

شکل ۱-۴ سیگنال ژنراتور AF با دکمه‌ها و سلکتور لمسی (تماسی Touch control) را نشان می‌دهد.

در شکل ۳-۴ ب یک نمونه سیگنال ژنراتور AF با سلکتورهای مکانیکی و شمارنده دیجیتالی آمده است.



شکل ۳-۴ ب یک نمونه سیگنال ژنراتور با سلکتور و کلیدهای مکانیکی

۳-۴-۵ همان‌طور که در شکل ۳-۴ مشاهده می‌شود این سیگنال ژنراتور دارای تعدادی دکمه و سلکتور است که عملکرد هر کدام روی آن نوشته شده است. در ادامه به شرح عملکرد هر یک از کلیدها می‌پردازیم.

۱ **صفحه مدرج انتخاب فرکانس:** این دکمه به صورت ولوم کار می‌کند و روی آن یک صفحه مدرج قرار دارد و توسط این صفحه مدرج مقدار فرکانس بین  $10^\circ$  تا صد انتخاب می‌شود (شکل ۴-۴).

این ولوم در ارتباط با کلیدهای حوزه کار شماره ۷ کار می‌کند.



شکل ۴-۴ صفحه مدرج انتخاب فرکانس

دسی بل (db) است. چنانچه کلید شماره ۳ روی صفر دسی بل (°db) باشد هیچ تضعیفی در دامنه تولید شده توسط سیگنال ژنراتور صورت نمی گیرد و سیگنال عیناً در خروجی ظاهر می شود. در صورتی که این سلکتور روی عدد ۱° قرار گیرد دامنه خروجی  $\frac{1}{3}$  و اگر روی عدد ۲° قرار گیرد دامنه خروجی به اندازه  $\frac{1}{10}$  تضعیف می شود.

سایر حالات به شرح زیر است:

ماکزیم دامنه خروجی = ۰ db -

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{3}$   $\approx -10$  db -

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{10}$   $= -20$  db -

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{30}$   $\approx -30$  db -

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{100}$   $= -40$  db -

تضعیف با ضریب  $\frac{1}{300}$   $\approx -50$  db -

علامت منفی نشان می دهد که سیگنال خروجی کاهش می یابد.

**توجه:** این ضرایب برای دستگاه های مختلف

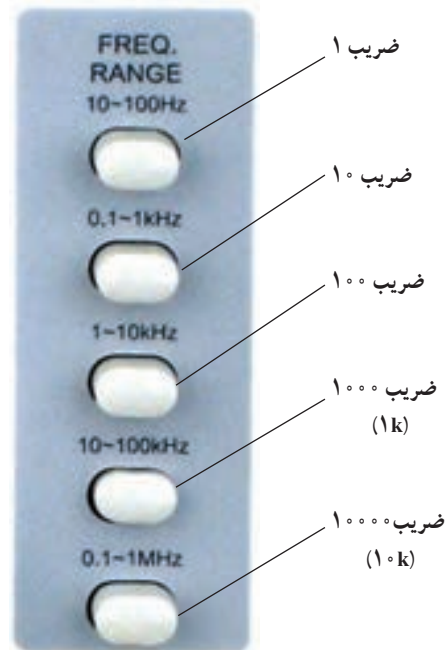
متفاوت است ولی اغلب تضعیف  $\frac{1}{3}$ ،  $\frac{1}{10}$  و  $\frac{1}{100}$  متداول مورد استفاده قرار می گیرد.

تضعیف سیگنال ورودی در بسیاری از آزمایش ها مورد نیاز است که با استفاده از این سلکتور می توانید سیگنال خروجی را در حد نیاز تنظیم کنید.

**۵ ترمینال خروجی (Output):** از این پایانه می توانید سیگنال خروجی را دریافت کنید. حداکثر ولتاژ خروجی در حالتی که بار به آن اتصال ندارد حدود ۲۴V پیک و مقاومت داخلی (امپدانس) آن ۶۰۰ اهم است.

**۶ کلید خاموش - روشن ON/OFF:** توسط این کلید دستگاه را خاموش یا روشن می کنید.

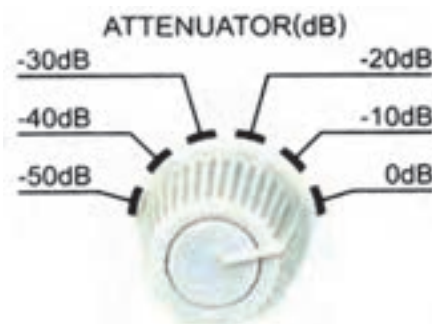
**۲ کلیدهای انتخاب ضریب فرکانس:** مجموعه کلیدهای شماره ۲، ضریب فرکانس صفحه مدرج شماره ۱ را تعیین می کنند. به عنوان مثال اگر کلید حوزه کار روی  $100 \times$  و صفحه مدرج روی عدد ۳° باشد، فرکانس خروجی دستگاه برابر با  $300 \times 100$  یعنی ۳KHz خواهد بود (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵ کلید حوزه کار یا رنج فرکانس

**۳ دامنه Amplitude:** این ولوم دامنه سیگنال خروجی را بین حداقل و حداکثر تنظیم می کند و با سلکتور دوار شماره ۳ در ارتباط است.

**۴ کاهش دهنده یا Attenuator:** در شکل ۴-۶ این کلید را مشاهده می کنید. این سلکتور دارای درجه بندی برحسب



شکل ۴-۶ سلکتور کاهش دامنه Attenuator



۷ شکل موج *Waveform* : توسط این کلید می‌توانید شکل موج مربعی یا سینوسی را انتخاب کنید.

\* ۴-۵-۴ هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

پاسخ مواردی که با ستاره \* مشخص شده است را در جلد دوم کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری تحت عنوان کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

\* ۴-۵-۹ سیگنال ژنراتور AF شکل ۷-۴ را بررسی کنید و درباره عملکرد دکمه‌های آن توضیح دهید. این سیگنال ژنراتور علاوه بر موج مربعی و سینوسی، موج مثلثی نیز تولید می‌کند. لذا اصطلاحاً به آن فانکشن ژنراتور (Function Generator) می‌گویند.



شکل ۷-۴ یک نمونه دیگر از سیگنال ژنراتور AF

\* ۴-۵-۵ سیگنال ژنراتور AF موجود در کارگاه را مورد بررسی قرار دهید و کلیدهای آن را شناسایی کنید. سپس این کلیدها را با کلیدهای شکل ۳-۴ مقایسه کنید. سپس نام و مشخصات کلیدها را در جدول ۴-۱ بنویسید.

\* ۴-۵-۶ راهنمای کاربرد دستگاه را مورد مطالعه قرار دهید و محدوده فرکانس تولیدی توسط دستگاه، حوزه کار (Range) تغییر فرکانس، ضرایب تغییر فرکانس، ماکزیمم ولتاژ خروجی، ضرایب تضعیف، وزن، ابعاد، ولتاژ کار، توان مصرفی درجه حرارت کار و دقت فرکانس را در جدول شماره ۲-۴ بنویسید.

**توجه :** راهنمای کاربرد سیگنال ژنراتور نشان داده شده در شکل ۳-۴ را با عنوان ضمیمه آزمایش شماره ۴ در ضمیمه کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی آورده‌ایم.

\* ۴-۵-۱۰ سه سیگنال ژنراتور بررسی شده در این قسمت را با هم مقایسه کنید و تفاوت‌های آن را بنویسید.

\* ۴-۵-۱۱ نوع دیگری سیگنال ژنراتور وجود دارد که می‌تواند امواج دیگری مانند امواج مثلثی، دندانه اره‌ای و پالسی را تولید کند. چون این نوع سیگنال ژنراتور می‌تواند امواج متنوعی را تولید کند، به آن فانکشن ژنراتور (Function Generator) می‌گویند. سلکتورها و دکمه‌های فانکشن ژنراتور شباهت بسیار زیادی با سیگنال ژنراتور AF دارد. درحقیقت شکل ۷-۴ نوعی فانکشن ژنراتور است زیرا این دستگاه علاوه بر امواج سینوسی و مربعی، موج مثلثی نیز تولید می‌کند.

در شکل ۸-۴ یک نمونه فانکشن ژنراتور را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۸-۴ یک نمونه فانکشن ژنراتور

\* ۴-۵-۷ چگونگی کار با دستگاه سیگنال ژنراتور AF موجود در کارگاه را با هم گروهی خود تمرین کنید و نتایج حاصل شده را به طور خلاصه در ۴ سطر توضیح دهید.

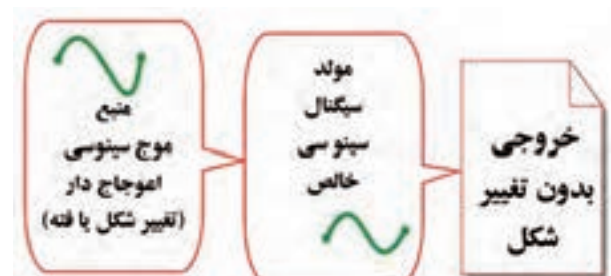
\* ۴-۵-۸ با مراجعه به اینترنت راهنمای کاربرد یک نمونه دیگر از سیگنال ژنراتور AF را پیدا کنید و آن را با دستگاه‌هایی که تا به حال کار کرده‌اید مقایسه کنید و درباره آن توضیح دهید.

\* ۱۲-۵-۴- برای کار با فانکشن ژنراتور لازم است که دفترچه راهنمای کاربرد آن را مطالعه نمایید. با استفاده از دفترچه راهنمای کاربرد فانکشن ژنراتور موجود در آزمایشگاه کلیه دکمه‌های دستگاه را شناسایی کنید و مشخصات فنی دستگاه را در جدول ۳-۴ بنویسید.

۱۳-۵-۴- معمولاً در پشت یا کنار سیگنال ژنراتورها و فانکشن ژنراتورها ورودی‌ها یا تنظیم‌کننده‌های دیگری نیز وجود دارد. یکی از این نوع ورودی‌ها ورودی Sync یا هم‌زمان‌کننده است. در صورتی که بخواهیم در خروجی فرکانس دقیقی داشته باشیم از آن استفاده می‌کنیم.

یعنی این که این سیگنال ژنراتور می‌تواند، سیگنال ژنراتور و یا دستگاه دیگری را با فرکانس خود سنکرون کند. برای این منظور، روی اکثر سیگنال ژنراتورها، دو ترمینال به نام Sync وجود دارد. اگر بخواهیم فرکانس این سیگنال ژنراتور به عنوان مثال روی ۱ KHz دقیقاً تنظیم شود و ما در جای دیگر این فرکانس بسیار دقیق را داشته باشیم، این سیگنال با فرکانس بسیار دقیق (۱ KHz) را به این دو ترمینال اعمال می‌کنیم و فرکانس خود سیگنال ژنراتور را حوالی ۱ KHz تنظیم می‌کنیم، حال خروجی این سیگنال ژنراتور دقیقاً همان سیگنال اعمالی به دو ترمینال Sync خواهد بود. حتی اگر فرکانس سیگنال ژنراتور بین ۹۹° تا ۱۰۱° هر ترم هم باشد باز خروجی سیگنال ژنراتور همان فرکانس اعمالی به دو ترمینال Sync خواهد بود.

از دیگر موارد کاربرد ترمینال‌های Sync فرم دادن به شکل موج است؛ به عنوان مثال اگر یک موج سینوسی اعوجاج‌دار داشته باشیم و نیاز به یک موج بدون اعوجاج باشد، موج اعوجاج‌دار را به دو ترمینال Sync اعمال می‌کنیم و موج بدون اعوجاج را از خروجی سیگنال ژنراتور دریافت می‌نماییم (شکل ۹-۴).



شکل ۹-۴- استفاده از ترمینال‌های Sync

همچنین از خروجی دو ترمینال Sync می‌توان نمونه‌ای از فرکانس خروجی سیگنال ژنراتور با ولتاژ ۲/۵ ولت مؤثر یا بیش‌تر دریافت و به مدار دیگری جهت سنکرون کردن و یا کاربرد دیگری اعمال کرد.

مقاومت (امپدانس) بین ترمینال‌های سینک در حالتی که به عنوان ورودی یا خروجی به کار می‌رود حدود ۱۰ کیلو اهم است.

معمولاً سیم برق و فیوز دستگاه نیز در پشت دستگاه قرار دارد.

\* ۱۴-۵-۴- ترمینال‌ها و دکمه‌های پشت و کناره‌های دستگاه‌های سیگنال ژنراتور AF و فانکشن ژنراتور AF را در کارگاه شناسایی کنید و مشخصات آن‌ها را بنویسید.

\* ۱۵-۵-۴- با مراجعه به کتاب راهنمای سیگنال ژنراتور AF و فانکشن ژنراتور موارد کاربرد ترمینال‌ها و دکمه‌های جانبی و پشت دستگاه را شرح دهید.

۱۶-۵-۴- فرکانس متر دیجیتالی: فرکانس متر دیجیتالی، دستگاهی است که با اعمال سیگنال متناوب به آن مقدار فرکانس سیگنال را روی صفحه نمایش (Display) نشان می‌دهد. شکل ۱-۴ یک نمونه مولتی‌متر را نشان می‌دهد که فرکانس را نیز اندازه می‌گیرد.

رنج فرکانس مورد اندازه‌گیری در فرکانس مترهای دیجیتالی معمولاً از چند هرتز تا ده‌ها مگاهرتز و برخی از آن‌ها تا ۵۰۰ مگاهرتز است.

۱۷-۵-۴- برای کار کردن با فرکانس متر دیجیتالی باید راهنمای کاربرد آن را مورد مطالعه قرار دهید ولی اصولاً کار کردن با فرکانس متر دیجیتالی بسیار ساده است، کافی است که دستگاه را به برق متصل و توسط کلید (on - off) آن را روشن و سپس سیگنال موردنظر را توسط پروب به آن وصل کنید. با کلیدهای رنج فرکانس می‌توان رنج مناسب را انتخاب کرد. در این صورت مقدار فرکانس به صورت ارقام دیجیتالی روی صفحه نمایش قابل خواندن است. در شکل ۱۱-۴ یک نمونه فرکانس متر عمومی را ملاحظه می‌کنید. این دستگاه دارای دو ورودی A و B است.

**توجه:** هنگام تهیه دستگاه‌های اندازه‌گیری، به نیازهای خود توجه کنید. زیرا هر قدر تعداد کمیت‌ها، محدوده حوزه کار و دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری افزایش می‌یابد، قیمت آن نیز گران‌تر می‌شود.



شکل ۱۱-۴ نمونه دیگری از فرکانس‌متر



شکل ۱۰-۴ مولتی‌متری که فرکانس را اندازه می‌گیرد

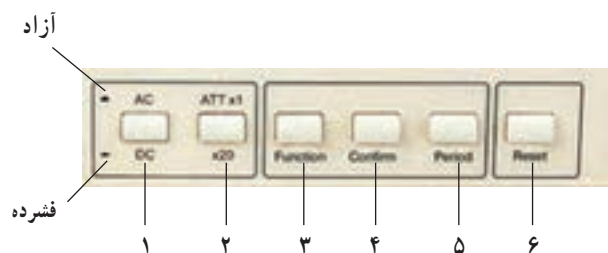
۱- در صورتی که سیگنال مورد اندازه‌گیری دارای جزء DC باشد، حالت DC (یعنی کلید فشرده می‌شود). اگر سیگنال مورد اندازه‌گیری AC باشد کلید در حالت بیرون قرار دارد.

۲-  $ATT \times 1$  تا  $ATT \times 20$  - در صورتی که این کلید آزاد باشد، ولتاژ ورودی عیناً وارد دستگاه می‌شود. چنان‌چه کلید را فشار دهیم سیگنال ورودی با ضریب  $\frac{1}{20}$  تضعیف شده و وارد دستگاه می‌شود.

۳- **Function**: با فشردن این کلید می‌توانیم حوزه کار دستگاه را انتخاب کنیم.

۴- **Counter**: با فشردن این کلید، دستگاه به عنوان شمارنده عمل می‌کند.

ورودی A برای اندازه‌گیری فرکانس  $1\text{ Hz}$  تا  $50\text{ MHz}$  (حداکثر  $30\text{ V}$  ولت ماکزیمم) و ورودی B برای اندازه‌گیری  $50\text{ mV}$  تا  $2/4$  گیگاهرتز (حداکثر  $3\text{ V}$  ولت ماکزیمم) است. در شکل ۱۲-۴ دکمه‌های انتخاب حالت‌های مختلف فرکانس‌متر را ملاحظه می‌کنید. کار هر یک از دکمه‌ها به شرح زیر است:



شکل ۱۲-۴ دکمه‌های فرکانس‌متر

۱۹-۵-۴ برای اتصال دستگاه‌ها به یک دیگر، نیاز به انواع سیم‌ها و اتصالات BNC، گیره سوسماری و اتصال موزی (بنانا) دارید. لذا لازم است قبل از شروع کار با این گونه اتصال‌ها آشنا شوید.

● اتصال BNC: در شکل ۱۳-۴ این نوع اتصال را ملاحظه می‌کنید. اتصال BNC به صورتی مادگی (Female) و نری (male) ساخته می‌شود.



شکل ۱۳-۴ اتصال نر و ماده BNC

غالباً قسمت مادگی BNC روی دستگاه نصب می‌شود و قسمت نری آن به سیم رابط اتصال دارد. در کنار بدنه فیش BNC یک شیار کوچک وجود دارد که هنگام اتصال BNC نر به BNC ماده باید این شیار در داخل زائده موجود در مادگی قرار گیرد. در شکل ۱۴-۴ نحوه برقراری این اتصال را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۴-۴ فرورفتگی و زائده در فیش‌های BNC

۵-Period: با فشار دادن این دکمه، دستگاه پرپود موج مورد نظر را اندازه می‌گیرد.

۶-Reset: با فشار دادن این دکمه، دستگاه به حالت بیش تنظیم اولیه برمی‌گردد.

روی دستگاه ولومی وجود دارد که نام آن Gate Time است با این ولوم می‌توانیم سرعت نمونه‌برداری و دقت اندازه‌گیری را تنظیم کنیم.

**نکته مهم:** روی فرکانس مترهای مختلف دکمه‌های اضافی دیگری نیز وجود دارد که برای آشنایی با عملکرد آن‌ها باید به راهنمای کاربرد آن (Usermanual) مراجعه کنید.

حداقل و حداکثر دامنه سیگنال اعمالی به فرکانس مترها، در انواع مختلف فرکانس مترها تفاوت دارد. در بعضی از فرکانس مترها دامنه سیگنال‌های ورودی از حدود چندولت تا ده‌ها ولت است و در برخی دیگر از حدود چند میلی‌ولت تا ده ولت می‌تواند باشد. معمولاً حداقل و حداکثر دامنه سیگنال‌ها را در راهنمای کاربرد فرکانس مترها قید می‌کنند.

\* ۱۸-۵-۴ راهنمای کاربرد فرکانس متر موجود در آزمایشگاه را مطالعه کنید و مشخصات فرکانس متر را استخراج نمایید و آن را در جدول ۴-۴ بنویسید و صفحه آن را رسم کنید.

## آشنایی با دانشمندان



هاینریش هرتز (۱۸۹۴-۱۸۵۷) دانشمند و فیزیکدان آلمانی، واحد اندازه‌گیری فرکانس به نام او ثبت شده است.





شکل ۴-۱۶- چند نمونه پایانه نر و مادگی موزی (بنانا)

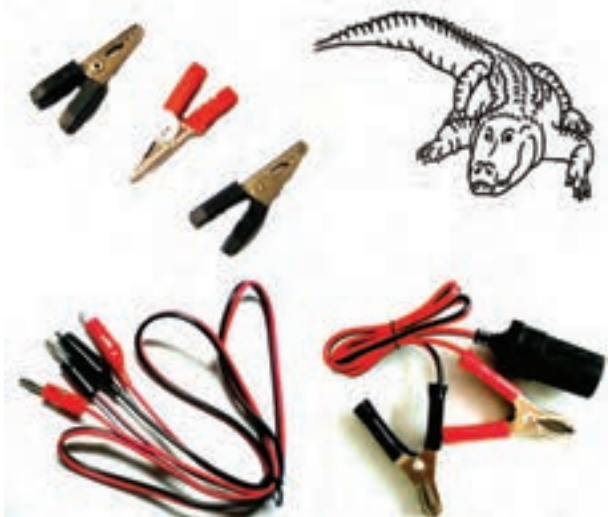
پس از قرار دادن فرورفتگی در زایده باید فیش BNC را به آهستگی به داخل فشار دهید و به سمت راست بپیچانید تا در محل خود قفل شود. در شکل ۴-۱۵ اتصال چند نوع BNC را به دستگاه ملاحظه می کنید.



شکل ۴-۱۵- اتصال چند BNC به دستگاه

۴-۲۳- یکی دیگر از انواع پایانه ها، اتصال

سوسماری یا Alligator است. در شکل ۴-۱۷ چند نمونه گیره سوسماری را مشاهده می کنید. این نوع گیره ها در انواع بسیار متنوعی ساخته می شوند.



شکل ۴-۱۷- انواع گیره های سوسماری

\* ۴-۲۰- چند نمونه BNC نر و ماده را بردارید و اتصالات آن را بررسی کنید. ابتدا آن ها را به صورت جداگانه به یک دیگر وصل کنید. سپس سیم نری را به مادگی یکی از دستگاه هایی که دارای این اتصال هستند وصل کنید. تجربه را چند بار تکرار کنید. درباره این فعالیت توضیح دهید.

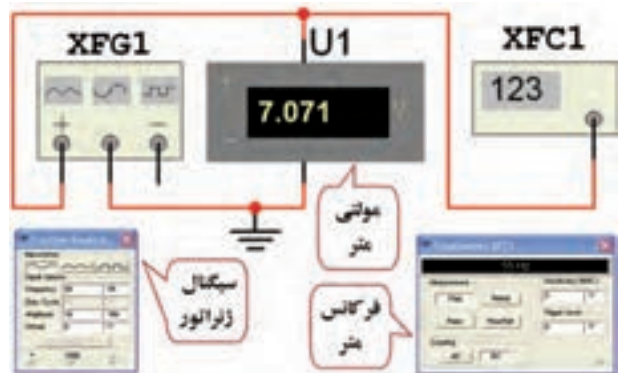
۴-۲۱- نوعی دیگر از پایانه های اتصال را فیش و ترمینال موزی یا بنانا (Benana) می نامند در شکل ۴-۱۶ این نوع اتصال ها را ملاحظه می کنید. معمولاً این نوع اتصال به صورت نری و مادگی ساخته می شوند و استاندارد هستند.

\* ۴-۲۲- سیم های رابط دوسر بنانای خود را بررسی کنید و آن ها را به ورودی های مادگی بنانا که روی دستگاه نصب شده است وصل کنید. در مورد این تجربه توضیح دهید. آیا نوع فیش های به کار رفته در سیم های رابط شما با اتصالات نشان داده شده در شکل ۴-۱۶ مشابهت دارد؟ شرح دهید.

\* ۴-۵-۲۴- گیره‌های دوسر سوسماری یا یک سر بنانا و یک سر سوسماری را بررسی کنید. چگونگی استفاده از این نوع گیره‌ها را توضیح دهید.

\* ۴-۵-۲۵- با استفاده از سیم‌های رابط، مدار شکل

۴-۱۸ را ببینید.



شکل ۴-۱۸- اتصال سیگنال ژنراتور و فرکانس متر به برق شهر

درباره چگونگی بستن مدار توضیح دهید. در صورت نیاز به راهنمای کاربرد دستگاه مراجعه کنید.

\* ۴-۵-۲۶- خروجی سیگنال ژنراتور را روی فرکانس

۵۰ هرتز بگذارید و ولتاژ خروجی آن را با استفاده از مولتی متر روی مقادیر ۱/۱ ولت، ۲/۰ ولت، ۵/۰ ولت، ۱ ولت و ۱/۵ ولت و ۳ ولت تنظیم کنید.

دامنه را با مولتی متر دیجیتالی و فرکانس را با

فرکانس متر تنظیم کنید.

حداقل و حداکثر ولتاژی را که سیگنال ژنراتور AF می تواند

تولید کند اندازه بگیرید و در جدول ۴-۵ یادداشت کنید. این مرحله برای فرکانس‌های ۱۰۰ Hz، ۵۰۰ Hz، ۱ KHz و ۱۰ KHz تکرار کنید و نتایج را در جدول ۴-۵ بنویسید. دکمه‌های تضعیف کننده (Attenuation) را تغییر دهید و اثر آن را روی دامنه ولتاژ مشاهده

نمایید و توضیح دهید.

\* ۴-۵-۲۷- نتایج به دست آمده در جدول ۴-۵ را

با هم مقایسه کنید آیا تغییر فرکانس دامنه ماکزیمم و می نیمم تغییر می کند شرح دهید.

\* ۴-۵-۲۸- تعدادی فرکانس را با دامنه دلخواه

انتخاب کنید و مقادیر آن‌ها را اندازه بگیرید. دامنه سیگنال را نیز به دلخواه انتخاب کنید. در مورد نتایج حاصل از این تجربه توضیح دهید.

\* ۴-۵-۲۹- با توجه به آن چه که تاکنون یاد گرفته اید.

یک آزمایش دلخواه طراحی کنید و نتایج آن را ثبت نمایید و درباره آن توضیح دهید.

\* ۴-۵-۳۰- سیگنال ژنراتور را روی موج مربعی با

دامنه ۵Vp و فرکانس ۲۰۰ KHz بگذارید و مقدار فرکانس را اندازه گیری کنید. آیا مقدار اندازه گیری شده توسط فرکانس متر با آن چه که روی دستگاه تنظیم کرده اید انطباق دارد؟ شرح دهید.

\* ۴-۵-۳۱- آزمایش‌های انجام شده را با فانکشن

ژنراتور نیز تجربه کنید و درباره نتایج به دست آمده توضیح دهید.

\* ۴-۵-۳۲- مراحل کار را آن قدر تکرار کنید تا تسلط

کامل را در کار با سیگنال ژنراتور، فانکشن ژنراتور و فرکانس متر به دست آورید.

\* ۴-۵-۳۳- با دستگاه‌های سیگنال ژنراتور AF،

فانکشن ژنراتور و فرکانس متر موجود در نرم افزار کار کنید و تفاوت بین دستگاه‌های موجود در کارگاه و موجود در نرم افزار را توضیح دهید.

\* ۴-۶- جمع بندی

یک جمع بندی در حداکثر ۶ سطر درباره آن چه که در این

آزمایش فرا گرفته اید انجام دهید.

## ۴-۷- الگوی پرسش

۱) ۱ KHz افزایش می‌یابد.

۲) ۱ KHz کاهش می‌یابد.

۳) روی ۱ KHz تنظیم می‌شود.

۴) دچار اعوجاج با فرکانس ۱ KHz می‌شود.

۸-۷-۴ با فشردن کدام کلید فرکانس متر دیجیتالی،

دستگاه زمان تناوب موجود مورد نظر را اندازه می‌گیرد؟

۱) Function

۲) Counter

۳) Period

۴) Reset

### تشریحی

۹-۷-۴ دو مورد از دستورهای حفاظت و ایمنی

مربوط به کار روی دستگاه سیگنال ژنراتور و فرکانس متر را

شرح دهید.

۱۰-۷-۴ موارد کاربرد ورودی Sync سیگنال

ژنراتور را شرح دهید.

۱۱-۷-۴ محدوده فرکانسی را که فرکانس متر شکل

۴-۱۱ می‌تواند اندازه بگیرد، بنویسید.

۱۲-۷-۴ کار دکمه  $Att \times 1$  در فرکانس متر را

شرح دهید.

### ۸-۴ ارزشیابی

پس از اتمام آزمایش و پاسخ به سؤالات و تکمیل کتاب

گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، به منظور ارزشیابی در

زمان تعیین شده مراجعه کنید.

### کامل کردنی

۱-۷-۴ سیگنال ژنراتور AF مولد سیگنال‌های ..... و

..... در محدوده فرکانس چند هرتز تا ..... است.

۲-۷-۴ کار سلکتور Attenuator ..... است.

۳-۷-۴ اگر صفحه مدرج انتخاب فرکانس سیگنال

ژنراتور روی عدد  $2^\circ$  و کلید انتخاب رنج روی  $1K \times$  باشد فرکانس

تولیدی توسط سیگنال ژنراتور ..... کیلوهرتز است.

### صحیح یا غلط

۴-۷-۴ اگر کلید سلکتور Attenuator روی  $0^\circ$

دسی‌بل باشد دامنه سیگنال تولید شده توسط سیگنال ژنراتور

صفر است.

غلط

صحیح

۵-۷-۴  $10\text{ dB}$  تضعیف، کاهش دامنه سیگنال تولید

شده با ضریب  $\frac{1}{3}$  و  $20\text{ dB}$  کاهش با ضریب  $\frac{1}{10}$  است.

غلط

صحیح

۶-۷-۴ فانکشن ژنراتور (Function Generator)،

همان سیگنال ژنراتور است که علاوه بر موج مربعی و سینوسی،

موج‌های دیگری مانند موج مثلثی نیز تولید می‌کند.

غلط

صحیح

### چهار گزینه‌ای

۷-۷-۴ با اعمال سیگنالی با فرکانس ۱ KHz به ورودی

Sync سیگنال ژنراتور، سیگنال خروجی دستگاه ..... است.

## XX-203D Audio Signal Generator



### Features:

- Wide Frequency Range
- Low-Distortion, Flat Voltage Output
- 10 dB-Per-Step Attenuator
- Synchronizing to External Signals
- Rectangular Wave Output with Good Rise Time Characteristic

### Description

The XX-203D and XX-204D are low-frequency signal generators featuring sine wave output with low distortion and square wave output with good rise time characteristics. They cover the frequency range of 10 Hz to 1 MHz with no breaks, and are designed for versatility, with such features as external synchronization, a 10 dB-per-step attenuator for accurate output voltage setting, and a large dial for frequency setting. All this performance is packed into a slim, compact, easy-to-operate signal generator housing.

#### **Wide Frequency Range**

The oscillation frequency range extends from 10 Hz to 1 MHz, covered in five continuous steps. A large, single-scale dial is used to simplify the measurement value reading (oscillation frequency setting).

#### **Low-Distortion, Flat Voltage Output**

With low distortion of below 0.1% with the XX-203D and below 0.02% with the X-204D and output voltage deviation within .0.5dB over the entire frequency range, these generators will find use in a broad range of applications, particularly in distortion measurements, S/N measurements and frequency response measurements.

#### **10 dB-Per-Step Attenuator**

The output voltage can be set from 0 to 50 dB in 10 dB steps using a built-in attenuator, this combining with a fine adjustment to enable the output of any desired voltage level in that range.

#### **Synchronizing to External Signals**

By synchronizing the output to an external signal through the external sync input, it is possible to output more accurate frequencies from these generators.

#### **Rectangular Wave Output with Good Rise Time Characteristic**

In addition to low-distortion sine waves, square waves with excellent rise time characteristics can be output, this is very convenient for use in the adjustment and servicing of audio equipment, and for educational experimentation in school laboratories etc.



## Specifications

<b>Frequency range</b>	10Hz~1MHz ×1 range 10Hz to 100Hz ×10 range 100Hz to 1kHz ×100 range 1kHz to 10kHz ×1k range 10kHz to 100kHz ×10k range 100kHz to 1MHz
<b>Frequency accuracy</b>	±(3% 1Hz)
<b>Sine wave characteristics</b>	
<b>Output voltage</b>	5Vrms or more (at 600Ω load)
<b>Output voltage deviation</b>	±0.5dB (10Hz to 1MHz)
<b>Distortion factor</b>	400Hz to 20kHz 0.1% or less 100Hz to 100kHz 0.3% or less (100Hz : at×10 range) 50Hz to 200kHz 0.5% or less 20Hz to 500kHz 1.0% or less 10Hz to 1MHz 1.5% or less
<b>Square wave characteristics</b>	
<b>Output voltage</b>	10Vp-p (600Ω load)
<b>Rise time</b>	200ns max (at maximum output)
<b>Duty ratio</b>	Within 45:55 (at 1kHz, maximum output)
<b>External sync characteristics</b>	
<b>Synchronous range</b>	±1%/Vrms or more
<b>Maximum input voltage</b>	15V (DC AC peak)
<b>Input impedance</b>	Approx. 100kΩ
<b>Output characteristics</b>	
<b>Output impedance</b>	Approx. 600Ω
<b>Output attenuator</b>	0dB, -10dB, -20dB, -30dB, -40dB, -50dB (6 steps)
<b>Output attenuator accuracy</b>	within±1dB
<b>Temperature/humidity for operation</b>	0 to 40°C RH85% or less
<b>Temperature/humidity for characteristics in spec.</b>	0 to 35°C RH85% or less
<b>Power source</b>	100/120/220V/230V AC, ±10% 50/60Hz
<b>Power consumption</b>	Approx. 5W
<b>Dimensions</b>	128 (W)×190 (H)×239 (D) mm
<b>Weight</b>	Approx. 2.9kg
<b>Accessories</b>	Instruction manual (1) accessory cable (model: CA-48P)(1) power cord (1)