



Namatek
True Education

www.namatek.com

Digital Multimeter Calibration

کالیبراسیون مولتی
متر دیجیتال

فهرست مطالب

۱. کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال چیست؟
۲. علت اهمیت کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال چیست؟
۳. انواع کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال
۴. نحوه کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال
۵. کنترل‌های لازم برای کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال
۶. نکات مهم در کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال

یکی از بهترین ابزارها به منظور اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت، مولتی متر یا مولتی تستر نام دارد. این نوع ابزار معمولاً چندین حالت اندازه‌گیری را با هم ترکیب می‌کند که هر یک از آن‌ها موارد خاصی را اندازه‌گیری می‌کنند. نتیجه اندازه‌گیری‌های صورت‌گرفته نیز روی صفحه عددی دیجیتال (مولتی متر دیجیتال) نمایش داده خواهد شد. مولتی متر دیجیتال یکی از پرطرفدارترین وسایل مورد استفاده در بررسی ایمنی برق است.

نکته‌ای که در ارتباط با این ابزار دیجیتال باید در نظر گرفت، این است که به دلیل عوامل خارجی مانند دما، فشار و رطوبت، این مولتی مترها ممکن است عملکرد خود را از دست بدهند و نتایج نادرستی نمایش دهند که این موضوع می‌تواند منجر به ایجاد مشکلات زیاد و حتی احتمال وقوع آتش سوزی شود. به همین دلیل است که به کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال نیاز است. در این مقاله به بررسی کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال، تجهیزات مورد نیاز برای این کار، علل اهمیت آن، نحوه و مراحل کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال و نکاتی که در کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال باید مد نظر داشت، خواهیم پرداخت.

کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال چیست؟



کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال، فرآیند تنظیم دقیق مولتی متر است تا به اندازه گیری‌های دقیق و قابل اعتمادی دست پیدا کنیم. این فرآیند، شامل مقایسه قرائت‌های مولتی متر با یک استاندارد شناخته شده و انجام تنظیمات لازم به منظور اصلاح هرگونه اختلاف در این وسیله است. انجام کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال به منظور فرآیندهای زیر در صنایع مختلف ضروری است:

- حفظ دقت
- انطباق
- کنترل کیفیت
- صرفه جویی در هزینه
- ایمنی
- قابلیت اطمینان به داده‌ها

روش‌های کالیبراسیون منظم به تأیید و تنظیم دقت مولتی متر کمک می‌کنند و این اطمینان را ایجاد می‌کنند که اندازه گیری‌ها دقیق و قابل اعتماد هستند. با سرمایه گذاری در خدمات کالیبراسیون، سازمان‌ها می‌توانند یکپارچگی کار خود را افزایش دهند، فرآیندها را بهبود بخشند و بر اساس داده‌های دقیق تصمیمات آگاهانه‌ای بگیرند. با پیشرفت تکنولوژی و پیچیده‌تر شدن الزامات اندازه گیری، کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال در صنایع اهمیت پیدا می‌کند.

هر چند وقت یکبار باید یک مولتی متر دیجیتال را کالیبره کرد؟

رایج‌ترین فاصله کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال به صورت سالانه است. برخی از انواع مولتی مترها ممکن است، فاصله کالیبراسیون یا دوره بین کالیبراسیون متفاوتی داشته باشند. زمان بین کالیبراسیون‌ها نیز بسته به زمان، محیط و استفاده از آن تغییر خواهد کرد.

چگونگی انتخاب کالیبراتور مناسب برای مولتی متر

هنگام انتخاب کالیبراتور برای کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال، به این ویژگی‌ها باید توجه داشت:

- مشخصات اعلام شده، حداقل چهار برابر دقیق تر از مشخصات مولتی متر دیجیتال مورد آزمایش است.
- عملکردهای کالیبراتور باید همان عملکردهای مولتی متر دیجیتال که کالیبره می‌شود را پوشش دهند. مولتی مترهای دیجیتال حداقل دارای پنج عملکرد هستند. روش کالیبراسیون باید به گونه‌ای باشد که

تأیید کند مولتی متر دیجیتال برای استفاده در این طیف از قابلیت‌ها مناسب و قابل استفاده است.

استاندارد لازم برای کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال

اغلب در دفترچه راهنمای مولتی متر دیجیتال، عملکردها و حداقل مشخصات لازم برای کالیبراسیون صحیح آن توصیه شده است. سازنده همچنین باید تمام نقاط تست و محدودیت‌های قبولی یا شکست احتمالی را مطابق با مشخصات آنها ارزیابی کند. دفترچه راهنمای منتشر شده توسط سازمان‌های شناخته شده نیز وجود دارد که روش‌های توصیه شده ای برای کالیبراسیون مولتی مترهای دیجیتال و سایر ابزارها ارائه می‌دهند.

تجهیزات مورد نیاز برای کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال

تجهیزاتی که برای کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال مورد نیاز هستند، عبارت اند از:

- فیکسچر تست دیود (Diode test Fixture)
- کالیبراتور روتک مدل ۲۵۰۰ یا معادل آن (Rotek Calibrator)
- لیدهای تست (Test Lead)
- فیکسچر تست تداوم
- فیکسچر تست ظرفیت
- دماسنج
- آب سنج

علت اهمیت کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال

چیست؟



مولتی متر دیجیتال یکی از پرکاربردترین ابزارهای تست و اندازه گیری است. اندازه گیری ها و فرآیندهای نیازمند کیفیت به عملکرد مداوم و مناسب یک مولتی متر دیجیتال بستگی دارد. با این حال، زمان، محیط و استفاده فیزیکی صحیح (یا استفاده نادرست از آن) می تواند، ویژگی های مولتی متر دیجیتال را تغییر دهد. به همین علت بررسی و کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال به صورت مداوم، بسیار مهم خواهد بود. کالیبراسیون مولتی متر، تأیید خواهد کرد که عملکرد مولتی متر با مشخصات مورد نیاز، مطابقت دارد یا خیر. این مشخصات می تواند، شامل ارقام استاندارد منتشر شده توسط سازنده مولتی متر دیجیتال باشد یا حتی می توان آنها را بر اساس نیازهای یک سازمان سفارشی کرد.

به صورت کلی، هرچه مولتی متری دقیق تر باشد، مشخصات آن پیچیده تر خواهد بود. در ادامه به بررسی علل اهمیت کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال خواهیم پرداخت.

دقت

واضح ترین دلیل برای کالیبره کردن مولتی متر، حفظ دقت مولتی متر است. اندازه گیری‌های الکتریکی اغلب به منظور افزایش سطح ایمنی و عملکرد دستگاه‌های الکترونیکی حیاتی هستند. حتی کاهش اندکی در میزان دقت دستگاه برای اندازه گیری ولتاژ یا جریان می‌تواند، منجر به بروز خطاهای پرهزینه یا موقعیت‌های بسیار خطرناک شود.

انطباق با استانداردها

بسیاری از صنایع و نهادهای نظارتی، استانداردها و دستورالعمل‌های خاص خود و گاهی سختگیرانه ای در مورد صحت و دقت اندازه گیری‌های الکتریکی دارند. کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال، تضمین خواهد کرد که دستگاه با این استانداردها همگام است و به کاربران کمک خواهد کرد تا با مقررات صنعت تطابق پیدا کنند.

سازگاری در نتایج

کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال، نه تنها نادرستی‌ها و اشکالات موجود را تصحیح می‌کند؛ بلکه تضمین خواهد کرد که مولتی متر به صورت مداوم خوانش‌های دقیقی را در طول زمان ارائه دهد. این امر به ویژه برای متخصصانی که روزانه به مولتی مترهای خود برای کارهایی مانند عیب یابی، تعمیر و نگهداری و کنترل کیفیت نیاز دارند، بسیار مهم است.

جلوگیری از اشتباهات پرهزینه

اندازه گیری‌های نادرست ممکن است، منجر به بروز اشتباهات پرهزینه شود، همانند انتخاب اجزای اشتباه برای یک مدار یا تشخیص اشتباه یک مشکل الکتریکی. کالیبره کردن مولتی متر دیجیتال می‌تواند با جلوگیری از رخ دادن این خطاها در زمان و هزینه کاربر صرفه جویی کند.

افزایش طول عمر تجهیزات

کالیبراسیون منظم می‌تواند طول عمر مولتی متر را افزایش دهد. هنگامی که تجهیزات دقیق و به درستی نگهداری شوند، احتمال آسیب کمتری در اثر استفاده نادرست یا اندازه گیری های نادرست در آنها وجود دارد.

افزایش ایمنی

در برخی از موارد، عواقب اندازه گیری‌های نادرست ممکن است، وخیم باشد. کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال، یک اقدام ایمنی حیاتی است؛ زیرا به جلوگیری از بروز حوادث الکتریکی کمک می‌کند و تضمین خواهد کرد که تجهیزات در پارامترهای ایمن در حال کار هستند.

انواع کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال



بسته به وضعیت نوع کالیبراسیونی که انتخاب می‌شود و نیازهای مشتری، سه نوع مختلف عملیات کالیبراسیون وجود دارد که می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. نوع سوم رایج‌ترین و با ارزش‌ترین انواع کالیبراسیون است و عبارتند از:

۱. فقط کالیبراسیون (بدون تنظیمات انجام شده)
۲. ابتدا تنظیم و انجام کالیبراسیون پس از تنظیم (به عنوان داده سمت چپ)
۳. کالیبراسیون قبل از تنظیم (به عنوان داده‌های یافت شده)، تنظیم و کالیبراسیون پس از تنظیم (به عنوان داده سمت چپ)

نحوه کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال



قبل از شروع کار، توجه به این نکته ضروری است که کالیبراسیون باید در یک محیط کنترل شده و با رعایت دستورالعمل‌های سازنده انجام شود. در این بخش با مراحل کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال آشنا خواهیم شد.

آماده کردن تجهیزات

در اولین مرحله از کالیبراسیون باید تجهیزات مورد نیاز را آماده کرد که عبارت اند از:

- **مولتی متر دیجیتال:** اطمینان از این مسئله که کاملاً کاربردی است و روی حالت اندازه گیری صحیح تنظیم شده است.
- **استانداردهای کالیبراسیون:** از استانداردهای مرجع دقیق برای ولتاژ، مقاومت و جریان استفاده کنید.
- **محیط کنترل شده:** کالیبراسیون را در یک محیط پایدار انجام دهید تا از تأثیر دما یا رطوبت روی نتایج جلوگیری شود.

انجام ارزیابی‌ها و بررسی‌های اولیه

بررسی‌هایی که در ابتدا باید صورت گیرند به صورت زیر هستند:

- سطح باتری مولتی متر را بررسی کنید.
- دستگاه را از نظر آسیب فیزیکی بررسی کنید.
- برای دستورالعمل‌های کالیبراسیون خاص، دفترچه راهنمای کاربر را مرور کنید.

فرآیند کالیبراسیون

فرآیند کالیبراسیون خود شامل چند مورد است که به بررسی هر یک از آنها خواهیم پرداخت.

1) کالیبراسیون ولتاژ

مراحل کالیبراسیون ولتاژ به صورت زیر هستند:

۱. مولتی متر خود را به یک استاندارد مرجع ولتاژ وصل کنید.
۲. خوانش مولتی متر را با مقدار استاندارد آن مقایسه کنید.
۳. تنظیمات مولتی متر را در صورت لزوم انجام دهید تا با مقدار مرجع هماهنگ شود.

2) کالیبراسیون مقاومت

مراحل کالیبراسیون مقاومت عبارت اند از:

۱. از یک مقاومت دقیق به عنوان استاندارد مرجع خود استفاده کنید.
۲. مقاومت را اندازه گیری کنید و مولتی متر دیجیتال را تنظیم کنید تا با مقدار مقاومت مرجع دقیقاً مطابقت داشته باشد.

3) کالیبراسیون جریان

مراحل کالیبراسیون جریان را در این بخش بررسی خواهیم کرد که عبارت است از:

۱. از یک منبع جریان به عنوان مرجع استفاده کنید.
۲. جریان را اندازه گیری کنید و تنظیمات مولتی متر دیجیتال را انجام دهید تا جریان مرجع را به طور دقیق منعکس کند.

4) کالیبراسیون ظرفیت خازنی

ظرفیت خازنی از 330pF تا 1mF در دسترس است. تابع خازن تقریباً همانند تابع مقاومت عمل می کند. یعنی به سادگی می توان خروجی ظرفیت مورد نظر را وارد کرد. طراحی مدار خازنی سنتز شده ۵۵۲۲ امکان استفاده از آن را با ابزارهای سنجش می دهد که هم از روش شارژ-دشارژ DC (که در حال حاضر در مولتی مترهای دیجیتال دستی استفاده می شود) و هم از تکنیک AC (که توسط ابزارهای سنجش RCL استفاده می شود) استفاده می کند، به همین منظور:

- سیم های تست را به ورودی های Ω و COM مولتی متر دیجیتال و پایانه های NORMAL 5522A وصل کنید.
- مولتی متر دیجیتال را در حالت ظرفیت خازنی قرار دهید.
- روی صفحه کلید واحد عددی، توجه کنید که تعدادی واحد با رنگ قرمز مشخص شده است. این واحدها ابتدا با فشار دادن کلید SHIFT وارد می شوند. صفحه کلید ۵۵۲۲ تا زمانی که کلید دیگری فشار داده نشود، در حالت جابه جایی باقی خواهند ماند. این کار نیاز به نگه داشتن کلید SHIFT در حین وارد کردن مقدار تغییر یافته را برطرف می کند.

- میکروفارادها به عنوان واحدهای جابه‌جا شده وارد می‌شوند. آن را امتحان کنید. 5 میکروفاراد را با فشار دادن دکمه‌ها و به صورت زیر وارد کنید:



- همان گزینه‌های جبران مقاومت سرب موجود در حالت مقاومت در ظرفیت خازنی نیز موجود است. همچنین می‌توان خروجی را به همین روش ویرایش کرد. کلید DIV را دو بار فشار دهید تا خروجی حتی به 50nF کاهش یابد.
- حال، خروجی را ویرایش کنید. با سه بار فشار دادن کلید پیکان برگشت، مهمترین رقم را در صفحه نمایش خروجی انتخاب کنید و خروجی را با چرخاندن دکمه ویرایش، اصلاح کنید. همانند سایر حالت‌های کالیبراسیون، 5522A خطا را محاسبه می‌کند و در پنجره کنترل نمایش می‌دهد.
- پس از اتمام، کلید RESET را فشار دهید.

5) کالیبراسیون لاجیک (Logic)

به منظور تست لاجیک باید مراحل زیر انجام شود:

۱. سعی کنید از این فرآیند استفاده کنید تا ببینید آیا تابع لاجیک شرایط مناسبی را نشان می‌دهد یا خیر.
۲. لیدهای تست را در ترمینال‌های مشترک V/ohm قرار دهید و IUT را روی حالت تست لاجیک قرار دهید.

۳. به منظور اطمینان از این که مولتی متر حالت لاجیکال پایینی را نشان می‌دهد، سیم‌ها را با هم کوتاه کنید.

۴. مطمئن شوید که کالیبراتور روی $VDC\ 400$ تنظیم شده باشد و مولتی متر را به پایانه خروجی وصل کنید. تعیین کنید که آیا مولتی متر لاجیک کمی را می‌خواند یا خیر.

۵. به منظور اطمینان از این که IUT حالت لاجیکال بالایی را نشان می‌دهد، کالیبراتور را روی $VDC\ 500$ تنظیم کنید.

6) کالیبراسیون فرکانس

به منظور تست فرکانس انجام مراحل زیر به شما کمک خواهد کرد:

۱. از یک مولد تابع و یک اسیلوسکوپ برای اندازه گیری امواج سینوسی AC استفاده کنید.

۲. برای تنظیم فرکانس‌ها بر اساس جدول زیر می‌توان از اسیلوسکوپ استفاده کرد. ابتدا مولد تابع را روی خروجی $10\ VAC$ تنظیم کنید.

مرحله	محدوده	ورودی	نمایش
1	هرتز	60 هرتز - 10 ولت	59.4 تا 60.6 اهم
2	هرتز	1 کیلوهرتز - 10 ولت	0.990 تا 0.999 کیلواهم
3	هرتز	1 مگاهرتز - 10 ولت	0.990 تا 0.999 مگااهم

۳. علاوه بر زمین و خروجی ژنراتور عملکرد، لیدهای IUT را به ترمینال‌های مشترک، V/ohm و دیگر ترمینال‌ها متصل کنید.

۴. مطمئن شوید که یافته‌های جدول به شکلی دقیق توسط مولتی متر شما نمایش داده شوند.

مستندسازی

نتایج به دست آمده از کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال، شامل تاریخ، شرایط و هرگونه تنظیمات انجام شده را ثبت کنید. این مستندات برای ردیابی عملکرد مولتی متر و همچنین اهداف انطباق بسیار مهم هستند.

کنترل‌های لازم برای کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال



به منظور کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال استاندارد با نام گواهینامه ISO 17025 وجود دارد که ارزیابی‌های لازم را به صورت سالانه انجام می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که عملیات با شرایط صنعت برای صدور این گواهینامه مطابقت داشته باشد. برای ارائه این گواهینامه برای انجام کالیبراسیون‌های معتبر باید شرایط زیر وجود داشته باشد:

• **جریان AC:** حداکثر ۱۰۰ کیلوهرتز

- ولتاژ AC: یک هرتز تا ۱ مگاهرتز
- ظرفیت: 10pF تا 1120μF
- جریان مستقیم: 10μA تا 10kA
- ولتاژ مستقیم: صفر میلی ولت تا ۲۴۰ کیلو ولت
- مقاومت: 0Ω تا GΩ

به منظور ارائه گواهینامه لازم، آزمایشگاه باید در شرایط پایدار نگهداری شود تا اثرات نوسانات محیطی حتی الامکان محدود شوند. دما در محدوده ۲ تا ۶۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی 30-55% RH در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، طبقات باید دارای اتصالات ایزوله باشند تا ارتعاشات را در حین انجام عملیات توسط کارشناسان کاهش دهند.

نکات مهم در کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال



نکاتی که در حین عملیات کالیبراسیون مولتی متر دیجیتال باید مد نظر داشت، عبارت اند از:

- دستورالعمل‌های سازنده: همیشه به دستورالعمل‌های کالیبراسیون خاص ارائه شده توسط سازنده مولتی متر مراجعه کنید.

- **فرکانس کالیبراسیون:** مولتی متر خود را به صورت منظم و بر اساس فرکانس استفاده و اهمیت اندازه گیری ها کالیبره کنید.
 - **شرایط محیطی:** کالیبراسیون را در یک محیط پایدار انجام دهید تا از تأثیر دما و رطوبت بر روی اندازه گیری ها جلوگیری شود.
- با دنبال کردن این مراحل، می توانید مطمئن شوید که مولتی متر شما اندازه گیری هایی دقیق و قابل اعتمادی را ارائه می دهد.