سازمان نظام مهندسی ساختمان
(شورای مرکزی)

دستورالعمل
تست و تحویل تاسیسات برقی ساختمانها

گروه تخصصی برق

پاییز ۹۷

به نام خدا

سازمان نظام مهندسی ساختمان

(شورای مرکزی)

گروه تخصصی برق (دوره هفتم)

ویرایش اول

دستـــورالعمـــل

تست و تحویل تاسیسات برقی ساختمانها

تدوین کنندگان:

رئیس کارگروه:

دکتر سلیمان شیرزادی

اعضاء کارگروه:

علیرضا حجرگشت(دبیر کارگروه) رحیم سلیمان آذر دکترشاهرخ شجاعیان پوریا ساسانفر

دستورالعمل تست و تحویل تاسیسات برقی

الزامات عمومی آزمون ها :

این دستورالعمل بر اساس بند ۱۳-۳-۵ مبحث سیزدهم تحت عنوان "آزمون های اولیه و کنترل " و مطابق استاندارد IEC60364-6 تهیه شده است .

و همچنین بر اساس فصل ۷ مبحث بیست و دوم (مراقبت و نگهداری تاسیسات برقی) آزمون های بند ۲۲-۷-۸-۱ الی ۲۲-۷-۸-۸ الزامی است، که عناوین این آزمون ها در زیر آمده است. بر اساس ماده ۱۳-۱-۱مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان، چنانچه در مدت اعتبار این مبحث ، ویرایش جدید استانداردی به تصویب رسید جانشین مبحث خواهد شد. استاندارد IEC60364 -part6 تحت عنوان" تحویل" جزء آن دسته از استانداردهاست که مشخص می کند بطور کاربردی ودقیق پس از اجرای عملیات تاسیسات برقی، الزامات سایر قسمتهای مجموعه استانداردهای IEC60364 و مبحث ۱۳ محقق شده است و نتایج عددی حاصل از تست ، گزارش های تحویل یا عدم تحویل اولیه تاسیسات برقی را تعیین می‌کند. مطابق این استاندارد علاوه بر نظارت چشمی ، باید حتما آزمون(تست) نیز در ساختمانهای نوسازی شده و یا ساختمانهایی که تغییرات عمده ای در تاسیسات الکتریکی داشته ، صورت گیرد.

مطابق موارد بالا گواهی های تحویل اولیه و همچنین دوره ای علاوه بر نظارت چشمی، حتما باید با آزمون هایی همراه باشد، این دستور العمل الزام به اجرایی شدن موضوع آزمون ها در تمامی ساختمانها را در بر دارد .لذا آزمون ها بصورت عملی تشریح شده و در آنها ابهامات بر طرف شده است. برای کاربردی تر شدن به سایر استانداردها مثل BS7671-chapter61 و سایر مراجع کاربردی و همچنین تجربیات عملی متخصصین توجه کافی شده است. آزمون های مطرح شده در این دستورالعمل به قرار زیر هستند:

۱-آزمون‌پیوستگی هادی‌حفاظتی و همبندی‌اصلی و اضافی (همبندی اضافی مطابق دستورالعمل خود به بازرسی دوره ای محول شده است)

۲- آزمون مقاومت عایقی

۳- آزمون صحت قطبیت(پلاریته)

۴-آزمون اندازه گیری مقاومت زمین

۵-آزمون عملکردی کلیدهای جریان باقیمانده

۶-آزمون کنترل قطع به موقع تغدیه بصورت خودکار

۷-آزمون جریان اتصال کوتاه پیش بینی شده (L-N و L-L)PSC و PFC(L-PE)[1]

این دستور العمل آزمون های بالا را به عنوان روشهای مرجع ارائه می دهد . استفاده از روش های دیگر برای انجام آزمونها به شرط آنکه دارای اعتبار قابل قبول باشند، بلامانع می باشند.

ابزار اندازه گیری وحداقل مشخصات فنی آنها باید براساس بندهای مربوطه از استاندارد *IEC 61557* و *IEC61010* انتخاب شوند. اگرتجهیزات اندازه گیری دیگری مورد استفاده قرار گیرد، نباید دارای درجه عملکرد وایمنی کمتری باشد .

- توالی آزمون ها طبق استاندارد *IEC* ترجیحاً با همین صورت که در زیر می آید باید انجام شود.

۱- اصطلاحات و تعاریف

- **آزمون[2]:**

انجام اندازه گیری با وسایل و دستگاههای سنجش ذیربط که به وسیله آن کارایی تاسیسات و تجهیزات نصب شده، اثبات می شود.

- **بازدید چشمی[3] :**

آزمودن تاسیسات الکتریکی با کنترل چشمی و حواس ، برای مطمئن شدن از انتخاب صحیح و نصب مناسب تجهیزات میباشد

- **گزارش دهی[4] :**

ثبت کردن نتایج آزمون ها و بازدیدها

- **تحویل**

اجازه بهره برداری و تحویل کلیه تاسیسات برقی که مورد آزمون قرار گرفته بطوری که در آن تمام آزمودن ها و اندازه گیریها ، با معیارهای مربوط همخوانی داشته است بدین ترتیب گزارش می شود که الزامات

[1] Prospective Short Circuit
[2] Test
[3] Visual Inspection
[4] Report

مجموعه استاندارد IEC60364 و مبحث ۱۳[5] و این دستورالعمل ، در تاسیسات الکتریکی رعایت شده است.

۲- **توالی آزمون ها** : آزمون های تحویل ساختمان از نظر توالی ، به دو گروه تقسیم بندی می شوند و ترجیحا به همین الویت باید پیگیری و اجرا شوند

الف) آزمون های قبل از وصل انشعاب برق

- پیوستگی در هادی حفاظتی ، همبندی‌اصلی و اضافی
- پیوستگی مدار حلقوی نهایی
- مقاومت عایقی
- قطبیت(به روش پیوستگی)
- مقاومت الکترود زمین (به وسیله Earth tester)

ب) آزمون های بعد از وصل انشعاب برق

- قطبیت برق دار (به وسیله Voltage indicator)
- مقاومت الکترود زمین (به وسیلهLoop tester)
- امپدانس حلقه اتصال کوتاه
- جریان اتصال کوتاه پیش بینی شده(PSC)و(PFC) (در کشورمان شرکتهای توزیع مناطق مشخص نکرده اند)
- کلیدهای جریان باقیمانده RCD

در تقسیم بندی دیگری همین آزمون ها را به دو گروه "برق دار" و " بدون برق " تقسیم بندی می کنند ، آزمون های مرحله الف ، بدون برق بوده و قبل از وصل انشعاب انجام می گیرد و آزمون های گروه ب بعد از وصل انشعاب برق و با تاسیسات برق دار انجام می شوند. برای آزمون هایی که بدون برق انجام می شوند با توجه به اینکه ممکن است ساختمان از یک برق موقت تغدیه شود و یا در دوره ای غیر از تحویل اولیه باشیم همواره باید از بی برق بودن و ایمن بودن مدارها مطمئن بود و این کار "*جداسازی ایمن*" نامیده می شود و روال انجام درست آن اهمیت زیادی دارد به همین خاطر قبل از شروع تست های اصلی تحویل ساختمان آزمونی را تحت عنوان جداسازی ایمن باید انجام داده و برای آن اهمیت قائل شد.

[5] سیستم های جریان ضعیف که در مبحث ۱۳ آمده و آزمونهای آنها شامل این دستورالعمل نمی گردد

مراحلِ جداسازی ایمن

۱-برای انجام این کار باید تمام وسایل مقابل را از قبل آماده کرده باشید ۱-قفل مینیاتوری (در انواع برنجی- پین دار و یونیورسال)۲- قفل و کلید معمولی ۳- برچسب اخطار قطع مدار ۴-بست کمربندی ۵- خودکار (برای نوشتن روی برچسب) ۶- نشانگر ولتاژ ۷- واحد اثبات ولتاژ(Proving Unit)

۲-مطمئن شوید که نشانگر ولتاژ تان سالم است این کار را می توانید با واحد اثبات و یا برق شهر انجام دهید فقط توجه داشته باشد .

اگر نشانگر ولتاژ شما یک لامپ تست و یا یک وسیله استاندارد نیست با وصل آن بین هادی فاز و سیم زمین کلید جریان باقیمانده(RCD)عمل خواهد کرد.برای همین واحد اثبات ولتاژ بر روشهای دیگر اولویت دارد

۳- حال کلید اصلی و تمام کلیدهای خودکار مینیاتوری را در حالت قطع قرار دهید و کلید اصلی را قفل زده و با یک بست کمربندی برچسب نشان داده شده در مرحله ۱، را به قفل ببندید و البته نوشته های لازم روی آن را هم پر کنید (مانند مدت انتظار و شماره تلفن)

۴-توسط نشانگر ولتاژ (Voltage indicator)تست شده ، یک بار بین ترمینال هادی خنثی (نول) و فاز خروجی کلید اصلی و باردیگر بین فاز خروجی کلید اصلی و ترمینال زمین (ارت) و بار سوم هم بین ترمینالهای خنثی(نول) و زمین(ارت) قرار گرفته وآزمون انجام می گیرد ، در تمام موارد نباید ولتاژی نشان داده شود

۵-نشانگر ولتاژ تان را با واحد اثبات یا منبع تغذیه ای مطمئن دیگرچک نمایید که سالم است.با سلام بودن کار خاتمه یافته و تست یا تعمیرات می تواند صورت گیرد روال انجام کار در این آزمون اهمیت دارد چک کردن مجدد نشانگر ولتاژدر انتها بدین خاطر است که ازشائبه خراب شدن این وسیله حین تست برطرف شود.

آزمون پیوستگی

- **شرایط آزمون پیوستگی همبندی اصلی**

هادی همبندی اصلی معمولا در ورودی سرویس مشترک(تابلو کنتور برق) بدنه های فلزی ، لوله های اصلی فلزی آب و لوله های اصلی گاز اسکلت فلزی ساختمان و...را به ترمینال اصلی اتصال زمین وصل می کند جهت یادآوری می توانید به پ۱-۲-۸ مبحث ۱۳ (طرحواره همبندی) و دستور العمل همبندی اصلی مراجعه کنید .

مقاومت **پیوستگی** همبندی اصلی با توجه به سطح مقطع و طول هادی همبندی و جدول زیر مقدار مورد انتظاری برحسب میلی اهم بر متر خواهد بود و در ادامه پس از اندازه گیری مقادیر خوانده شده با مقادیر مورد انتظار مقایسه می شود.

سطح مقطع هادی S mm^2	مقاومت مورد انتظار R در دمای 30^0C $m\Omega/m$
1,5	12,575 5
2,5	7,566 1
4	4,739 2
6	3,149 1
10	1,881 1
16	1,185 8
25	0,752 5
35	0,546 7
50	0,404 3
70	0,281 7
95	0,204 7
120	0,163 2
150	0,134 1
185	0,109 1

مقادیر جدول براساس دمای 30^0C است برای دمای Θ باید R_Θ را از رابطه زیر محاسبه کنید.

α ضریب دما می باشد .(برای مس $\alpha = 0{,}003\ 93\ K^{-1}$) $R\Theta = R30°C\left[1+\alpha\left(\Theta - 30°C\right)\right]$

تذکر : برای اندازه گیری باید هر کدام از هادی های همبندی را از ترمینال اصلی اتصال زمین جدا کرده و مقاومت آن را به تنهایی اندازه گیری کرد.

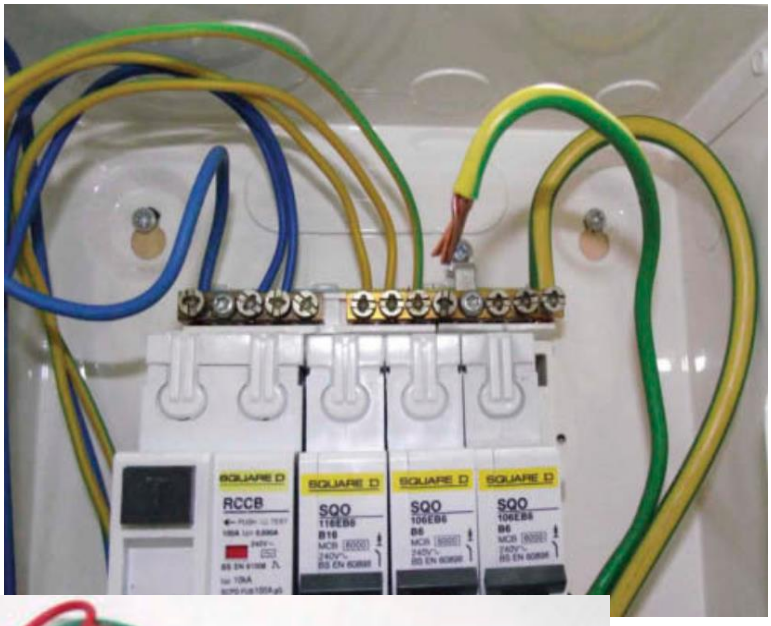
از طرف دیگر در مورد پیو ستگی هادی ها در همبندی باید به طول و سطح مقطع آنها توجه کرد با توجه به آن باید معیاری برای مقاومت اهمی پیوستگی در نظر گرفت و آن قرائت مقدار کم است اگر این مقدار در محدوده زیر 0.05Ω باشد طبق تجربیات مقدار قابل قبولی است مطابق پ ۱-۵-۱ مبحث ۱۳ سطح مقطع هادی همبندی نباید از ۶ میلی متر مربع کمتر باشد و ۵۰ میلی متر مربع برای هادی فولادی یعنی میلگرد ۸ ، با توجه به مقادیر که برای مقطع هادی مسی همبندی اصلی می توان در نظر گرفت جدولی را بصورت زیر می توان ارائه داد که در آن به ازای چه سطح مقطعی و با چه میزان طول به این مقدار مجاز 0.05Ω دست پیدا می کنیم

اندازه مقطع برحسب mm^2	طول هادی
6	16
10	27
16	43
25	68
35	95

با یک تناسب ساده از این جدول وطول بکار گرفته شده برای یک هادی همبندی می توان مقدار دقیق تر اندازه گیری شده را حدس زد. و توقع داشت و در ضمن اندازه گیری به آن عدد دست یافت

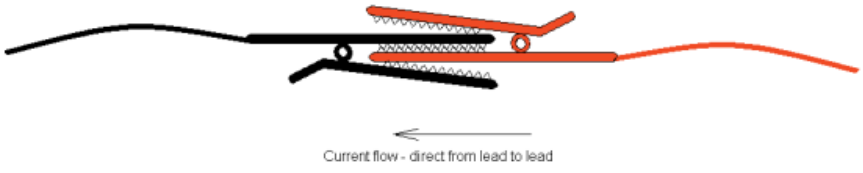
مراحل انجام آزمون **پیوستگی همبندی اصلی** به قرار زیر است :

گام ۱ در صورت وجود برق ، جداسازی ایمن را طبق روال آن انجام داده و برق را قطع کنید.



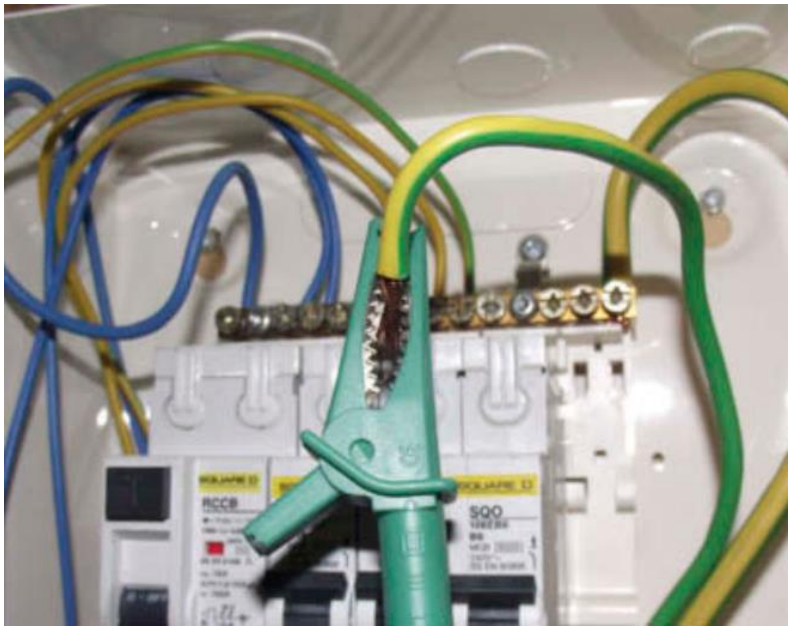
گام ۲ سر هادی همبندی را از یک سمت که به ترمینال اصلی اتصال زمین وصل است باز شود (لزومی ندارد سمت دیگر را که به هادی بیگانه متصل است باز شود)

گام ۳ مطابق تصویر دو سر فیش کابل دستگاه را بهم وصل کرده (برای صفر کردن مقاومت کابل آن) بایستی دو فک ثابت گیره های سوسماری بهم وصل شوند با زدن شستی بنام Auto Null مقاومت صفر می شود در صورت استفاده از دستگاههای فاقد شستی Auto Null باید مقاومت کابل دستگاه را اندازه گیری کرده و یاداشت کنید.در زیر نحوه اتصال صحیح دو گیره سوسماری را ملاحظه می کنید که فک های ثابت آنها درگیر هم می شود



Correct method of connection

Incorrect method of connection



گام ۴ فیش گیره دار را به سر هادی جدا شده از ترمینال اصلی اتصال زمین مربوط وصل کنید

گام ۵ فیش گیره دار دیگر دستگاه را به سر دیگر هادی همبندی اتصال دهید

گام ۶ اگر دستگاه و فیش های آن قابلیت صفر کردن (Auto Null) داشته باشد همان مقداری که می‌خوانید مقاومت هادی همبندی خواهد بود در غیر اینصورت باید مقاومت فیش را که در گام ۳ یاداشت شده از مقدار اندازه گیری شده کم کنید و مقاومتی که بدست می آید مقاومت هادی همبندی خواهد بود.

گام ۷ اطمینان حاصل کنید که هادی همبندی مجدد سرجای خود متصل شود در اینصورت تست شما پایان یافته است.

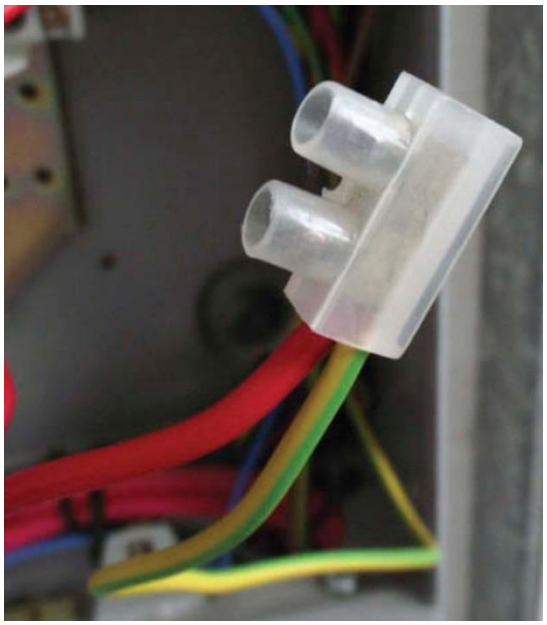
ب)آزمون پیوستگی هادی حفاظتی مدار[6](CPC)یا (PE مدارها)

[6] Circuit Protective Conductor

این آزمون برای اطمینان از اتصال محکم و پیوسته هادی حفاظتی در مدارهای شعاعی استفاده می شود.برای انجام این آزمون علاوه بر مولتی فانکشن تستر می توان از اهم متر مقاومت پایین نیز بهره برد که باید روی کمترین مقدار ممکن تنظیم شود. این آزمون بدون برق انجام می‌گردد. دو روش برای انجام این آزمون موجود است

اما قبل از آن باید توجه داشت مقدار طول واقعی مدار حائز اهمیت است و با یکی از موارد می توان با دقت مناسب طول مدار را بدست آورد الف) اندازه گیری طول در محل با استفاده از مسیر یاب سیم ها ب)خارج نمودن سیم ها از لوله ها و اندازه گیری طول ج) استخراج طول از روی نقشه چون ساخت ضمنا تا ۵٪ درصد خطا در محاسبه طول قابل قبول است

روش اول:



گام ۱ در تابلوی توزیع واحد ، سر هادی فاز و هادی حفاظتی مدار ، مطابق شکل روبرو بهم متصل می شود

گام ۲ باید توجه داشت اندازه گیری بین هادی فاز و هادی حفاظتی در انتهای مدار انجام شود. مقدار اندازه گیری شده ، مقدار $R_1 + R_2$ مدار می باشد. این مقدار باید در جدول نتایج آزمون ثبت شود. بدیهی است که اگر هادی های برقدار هم اندازه CPC باشند، به خاطر سطح مقطع یکسان ، باید فقط مقدار $(R_1 + R_2)$ به نصف کاهش یابد. مقدار R_2 مربوط به CPC است اگر سطح مقطع آن از هادی های برقدار کمتر باشد از رابطه مقابل برای R_2 استفاده می شود

$$R2 = (R1 + R2) \times \frac{A_{phase}}{A_{CPC} + A_{Phase}}$$

مثال : در یک مدار سطح مقطع هادی فاز $2.5mm^2$ و سطح مقطع هادی حفاظتی مدار(cpc) برابر $1.5mm^2$ است مقدار R_1+R_2 اندازه گیری شده برابر 0.53Ω بدست آمده مقدار R_2 چقدر است؟

با توجه به رابطه مقدار مقاومت R_2 برابر است با :

$$\frac{2.5}{2.5 + 1.5} \times 0.53 = 0.33\Omega$$

مشخص است از آنجا که سطح مقطع cpc کم شده ، مقاومت آن بیشتر خواهد شد.

با توجه به اینکه در این روش ابتدا $R_1 + R_2$ اندازه گیری می شود در صورت تفاوت مقاطع سیم ها جدولی دیگر برای مقاومت مورد انتظار ، تهیه شده که می توان با آن کار را پیش برد.البته این جدول در دمای 20^0C است و فرمول ضریب تصحیح دما را نیز بر اساس آن می توان بکار برد.

Cross-sectional area (mm^2)		Resistance/metre or (R1 + R2)/metre (mΩ/m)	
Phase conductor	Protective conductor	Copper	Aluminium
1	—	18.10	
1	1	36.20	
1.5	—	12.10	
1.5	1	30.20	
1.5	1.5	24.20	
2.5	—	7.41	
2.5	1	25.51	
2.5	1.5	19.51	
2.5	2.5	14.82	
4	—	4.61	
4	1.5	16.71	
4	2.5	12.02	
4	4	9.22	
6	—	3.08	
6	2.5	10.49	
6	4	7.69	
6	6	6.16	
10	—	1.83	
10	4	6.44	
10	6	4.91	
10	10	3.66	
16	—	1.15	1.91
16	6	4.23	—
16	10	2.98	—
16	16	2.30	3.82
25	—	0.727	1.20
25	10	2.557	—
25	16	1.877	—
25	25	1.454	2.40
35	—	0.524	0.87
35	16	1.674	2.78
35	25	1.251	2.07
35	35	1.048	1.74
50	—	0.387	0.64
50	25	1.114	1.84
50	35	0.911	1.51
50	50	0.774	1.28

مثال : در مثال قبل اگر طول مدار نهایی ۲۸ متر باشد و دمای محیط ۳۰ درجه مقدار اندازه گیری شده قابل قبول است؟ 19.51x28=546.28 mΩ

$R_\Theta=R_{20}[1+0.00393(30-20)]=0.54628X1.03=0.567\Omega$ پس R1+R2=0.567Ω قابل قبول است

روش دوم :

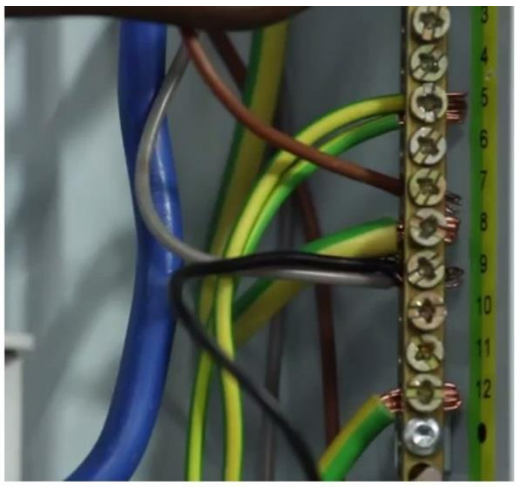
وقتی این روش می تواند مورد استفاده قرار گیرد که تنها R_2 مورد نیاز است و همچنین به طور معمول برای بررسی پیوستگی همبندی مورد استفاده قرار می گیرد. روش ۲ اغلب به عنوان روش "فیش بلند" شناخته می شود. این روش نیاز به یک اهمتر مقاومت پایین و همراه با فیش بلند دارد. فیش باید قبل از انجام آزمایش صفر شده باشد تا اطمینان حاصل شود که مقدار دقیق R_2 اندازه گیری می شود. یک فیش باید به ترمینال زمین در تابلو توزیع واحد متصل شده (مطابق شکل روبرو) و فیش دیگر دستگاه به هادی حفاظتی مدار روشنایی در چراغ یا اتصال فلزی (شاخک) پریز متصل می شود. با این کار مشخص خواهد شد که هر نقطه زمین درست متصل است و بالاترین مقدار خوانده شده، مقدار R_2 برای آن مدار خواهد بود.

از آنجا که این روش در بررسی همبندی اصلی استفاده می شود باید مانند آن یک طرف همبندی ابتدا قطع شده باشد.

- در جدول انتهای این دستورالعمل هرسطر ، برای یک مدار در نظر گرفته شده است در ستون مربوط مقادیر (R1+R2) و R2 را جداگانه برای آزمون پیوستگی وارد می شود.

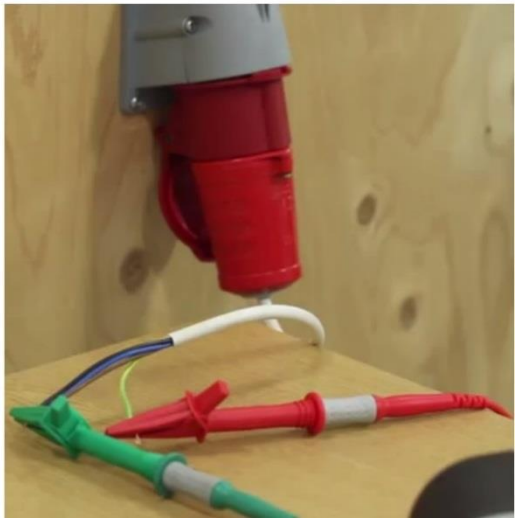
پیوستگی (Ω) $(R_1 + R_2)$ or R_2	
$(R_1 + R_2)$	R_2

-پیوستگی‌هادی‌حفاظتی(CPC) درمدارهای‌سه‌فاز:



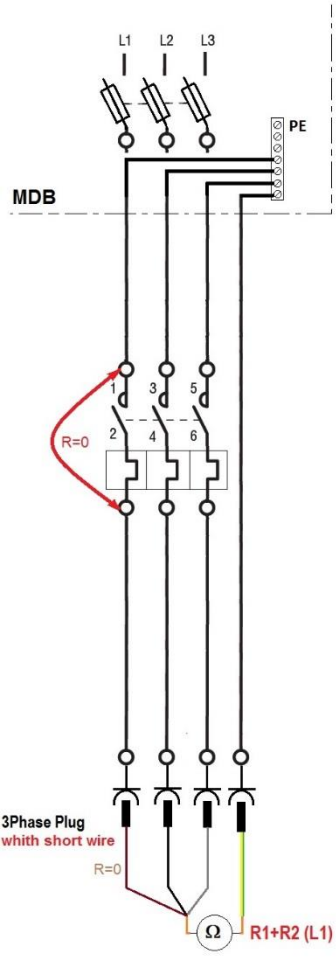
پیوستگی هادی حفاظتی در مدارهای پریز سه فاز مشابه مدارهای تک فاز اندازه گیری می شود یعنی احتیاج به اندازه گیری سه مقدار برای R1+R2 داریم که یکبار مسیر فاز L1 و هادی حفاظتی مدار و بار دیگر L2 و همان هادی حفاظتی مدار و بار سوم L3 و هادی حفاظتی مدار ، ابتدا در تابلوی برق جداسازی ایمن را انجام می دهیم و مدار پریز ممکن است دارای یک راه انداز نیز باشد.

گام ۱ یک چهار شاخه سه فاز با سیم کوتاه لازم است هادی های فازچهارشاخه را بهم وصل و آن به پریز متصل گردد. یک سر هادی فاز را به یک گیره دستگاه متصل و گیره دوم دستگاه را به هادی CPC وصل می کنیم.(شکل پایین)



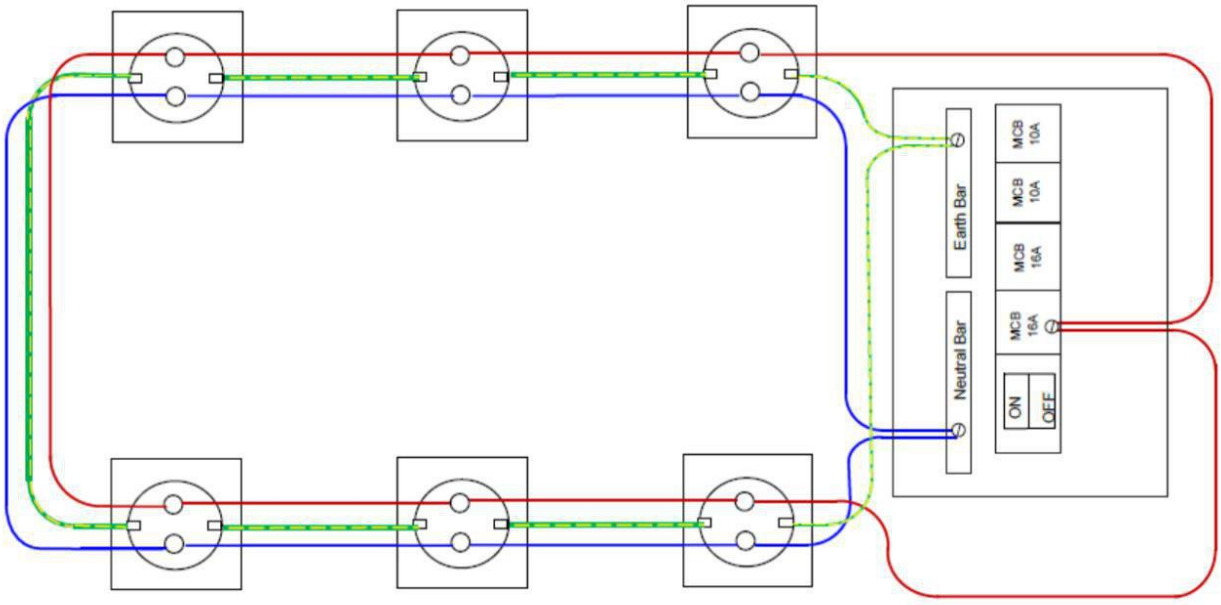
گام ۲ سه فاز خروجی کلید خودکار مینیاتوری یا کلید فیوز را به ترمینال PE در تابلوی برق وصل می کنیم(شکل بالا)

گام ۳ با یک تکه فیش دو سر در قسمت راه انداز موتور ، ترمینالهای ورودی و خروجی فاز L1 بهم وصل کرده و اندازه گیری را می خوانیم(شکل وسط) این کار را برای فازهای L2 و L3 هم انجام می دهیم.



ج) آزمون(تست) پیوستگی مدارحلقوی نهایی :

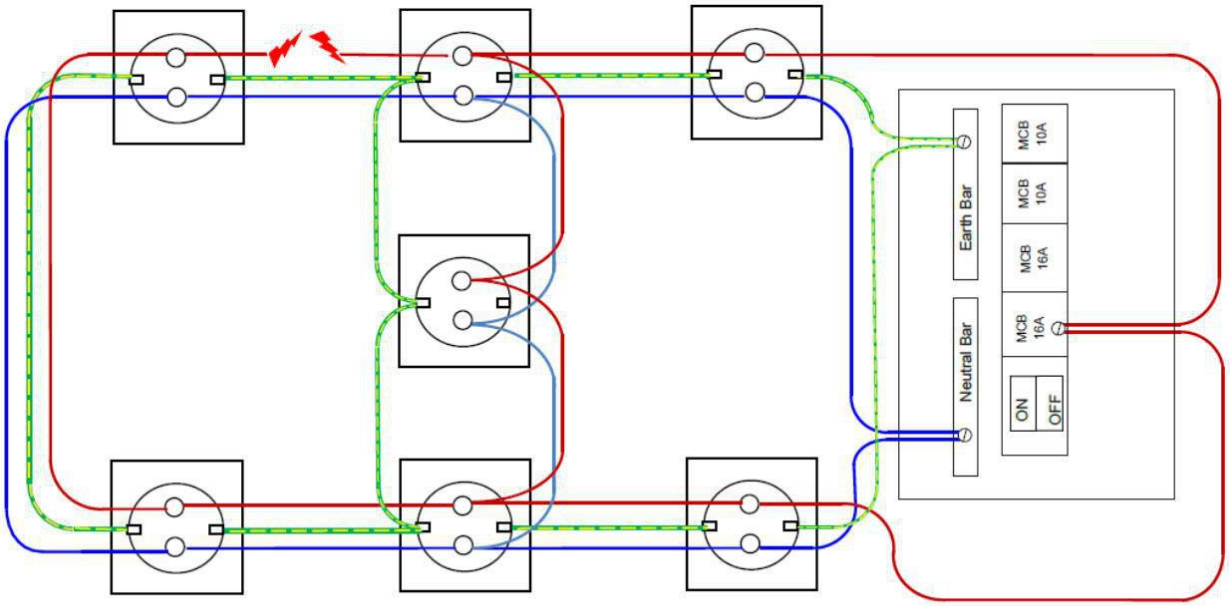
آزمون پیوستگی مدار حلقوی نهایی مربوط به مدارهای پریز است . جای مدار حلقه پریز در نقشه های مهندسان و اجرا کمتر دیده شده وخالی است و برخی آن را جزء سیم کشی کشورهای خاص به حساب می آورند اما چنین نیست . دراستاندارد IEC60364-6 بر انجام"آزمون پیوستگی مدار حلقوی نهایی" اشاره شده است ضمنا به لحاظ فنی هم بهتر است مهندسان درطرح های خود از جمله در محلی مثل‌همکف(پارکینگ) از آن کمک بگیرند چرا که یک مدارپریز طولانی ممکن است داشته باشیم که با حلقه شدن افت ولتاژ این مدار کاهش می یابد.از طرف دیگر باید توجه داشت این آزمون بر خلاف آزمون پیوستگی مدارهای شعاعی ، فقط برای هادی زمین نبوده و



برای هادی های برقدار (فاز و نول) نیز باید اجرا شود .

این موضوع برای هادی های دیگر زمانی اهمیت پیدا می کند که در یک حلقه ارتباط عرضی [۷]وجود داشته باشد در صورتی که اگردر حلقه خارجی مثلا هادی فاز قطع شود با اندازه گیری پیوستگی ساده نمی توان این عیب را تشخیص داد. درمدار حلقوی با ارتباط عرضی شکل صفحه بعد در صورت قطع فاز یا نول ویا هادی حفاظتی در حلقه تشخیص عیب به سادگی امکان پذیر نیست . در این دستورالعمل به علت ظرایف کار تست ، مدارهای حلقوی با ارتباط عرضی تشریح نشده است.

[7] inter-connection



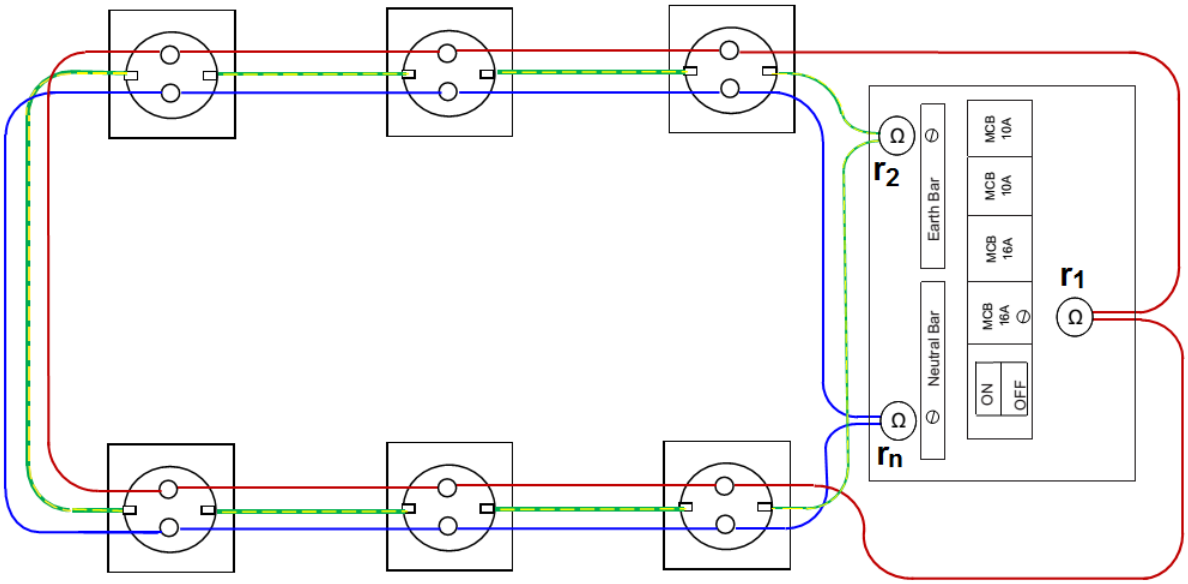
حلقه با اتصال داخلی

اجرای آزمون :

- این یک آزمون بدون برق است پس باید جداسازی ایمن را انجام داد.

- قبل از انجام آزمون محدوده کاری دستگاه خود را تنظیم نمایید

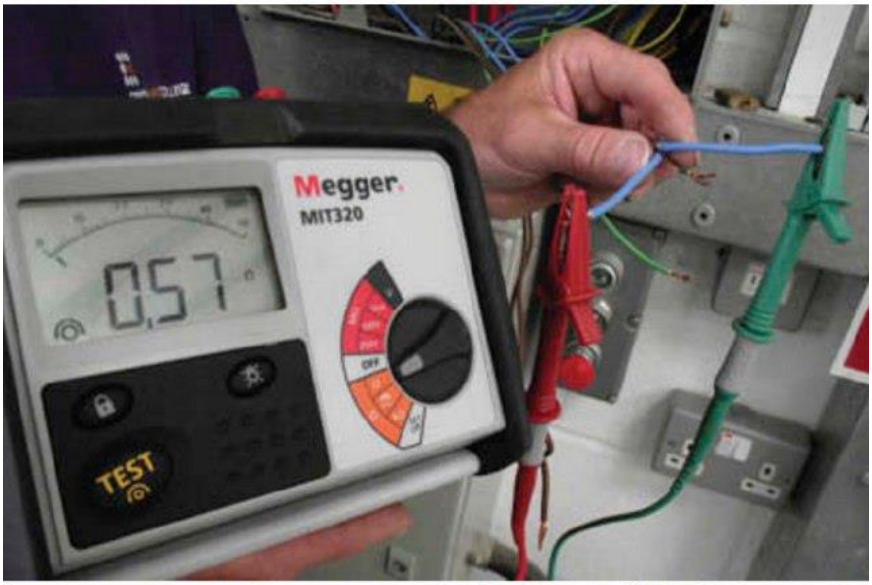
گام ۱ بعد از امتحان سالم بودن دستگاه اندازه گیری ،سرهای های حلقه را باز کرده و مقاومت دو سر باقیمانده را مطابق شکل اندازه گیری کنید .این مقادیری است که در جدول نتایج آزمون وارد خواهید کرد



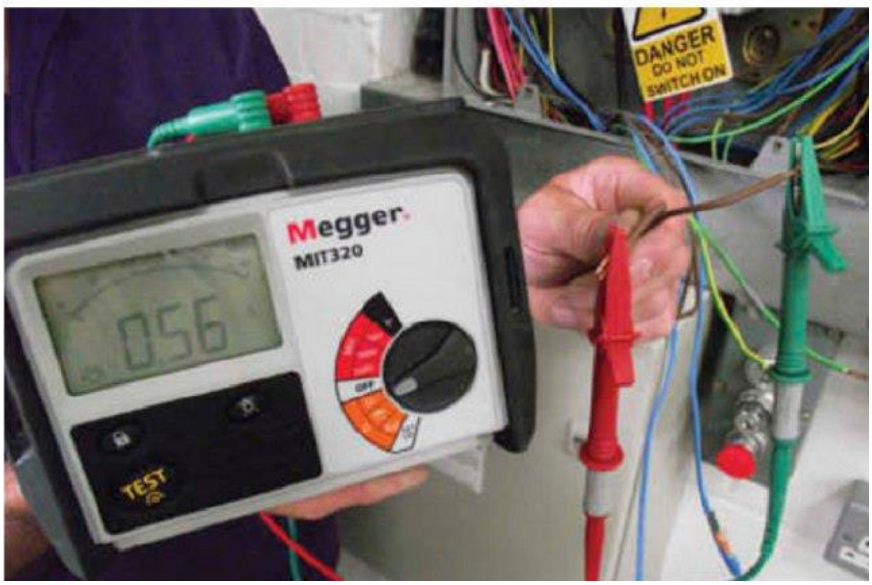
در شکل بالایی مقاومت سرهای مربوط به هادی CPC اندازه گیری شده است(r_2)

در شکل وسطی مقاومت سرهای مربوط به هادی‌خنثی(نول) اندازه گیری شده است(r_n)

در شکل مقاومت پایینی سرهای مربوط به هادی فاز اندازه گیری شده است(r_1)

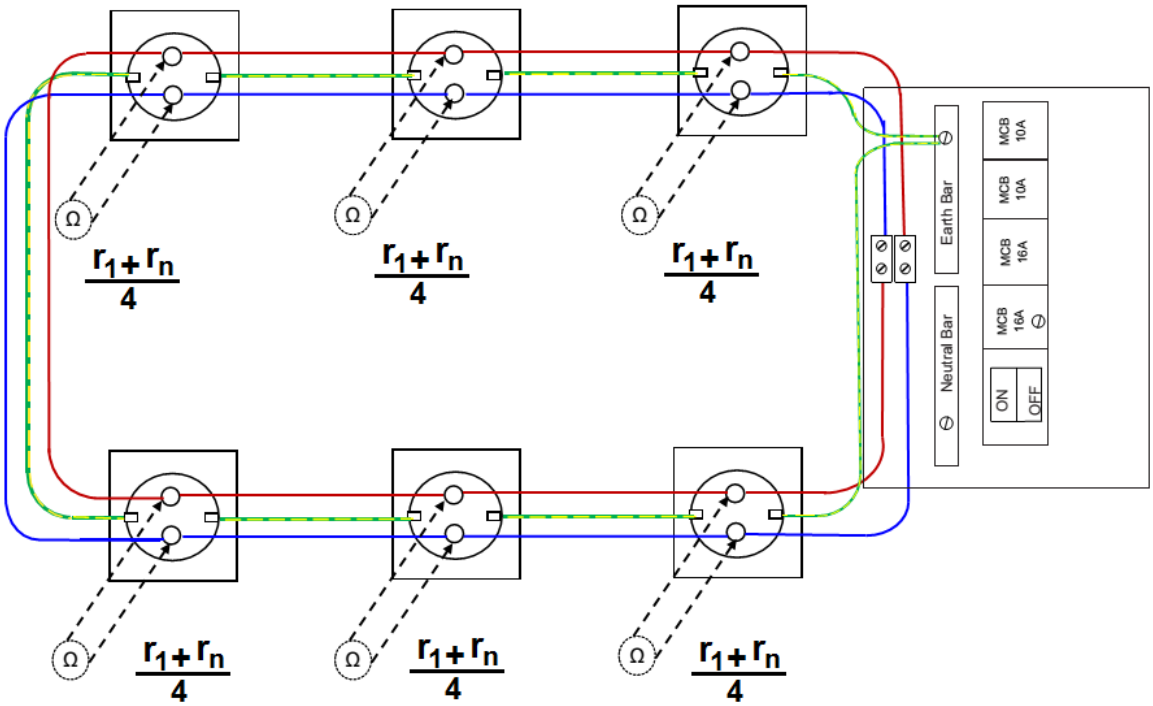


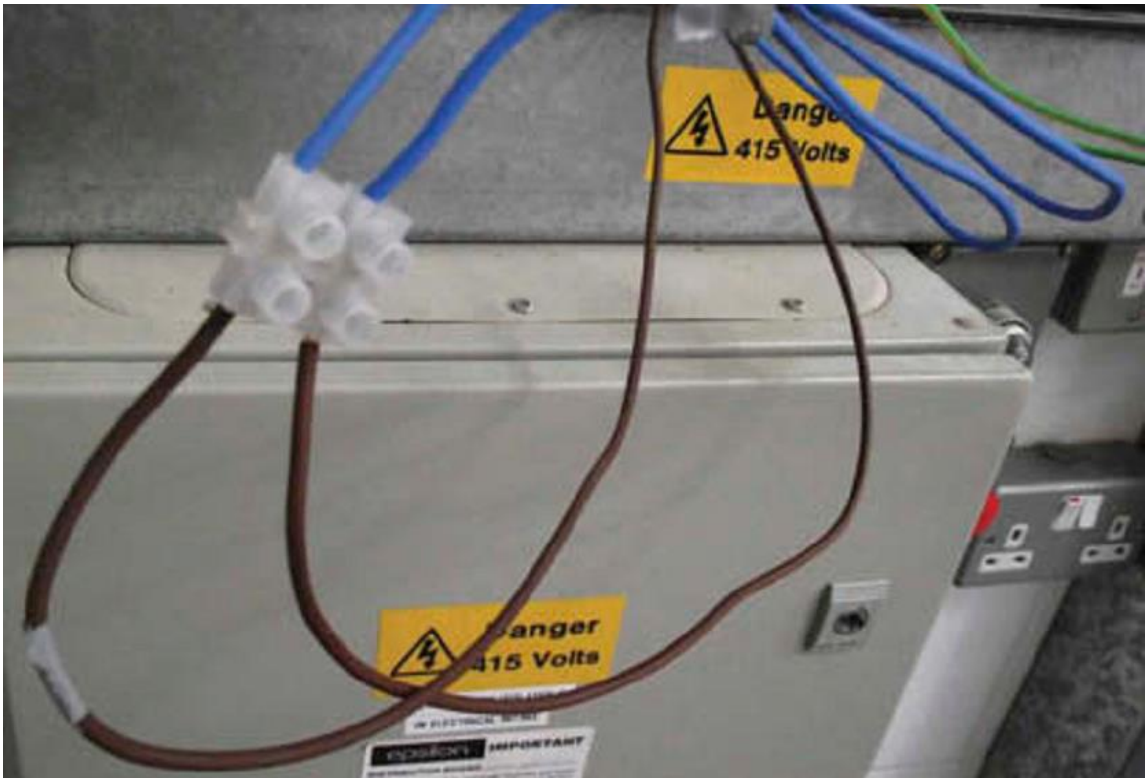
در جدول نتایج آزمونها در این دستورالعمل هرسطر برای یک مدار در نظر گرفته شده است در انتهای این آزمون در ستون مربوط مقادیر r_1و r_2وr_n برای آزمون پیوستگی درج می شود.



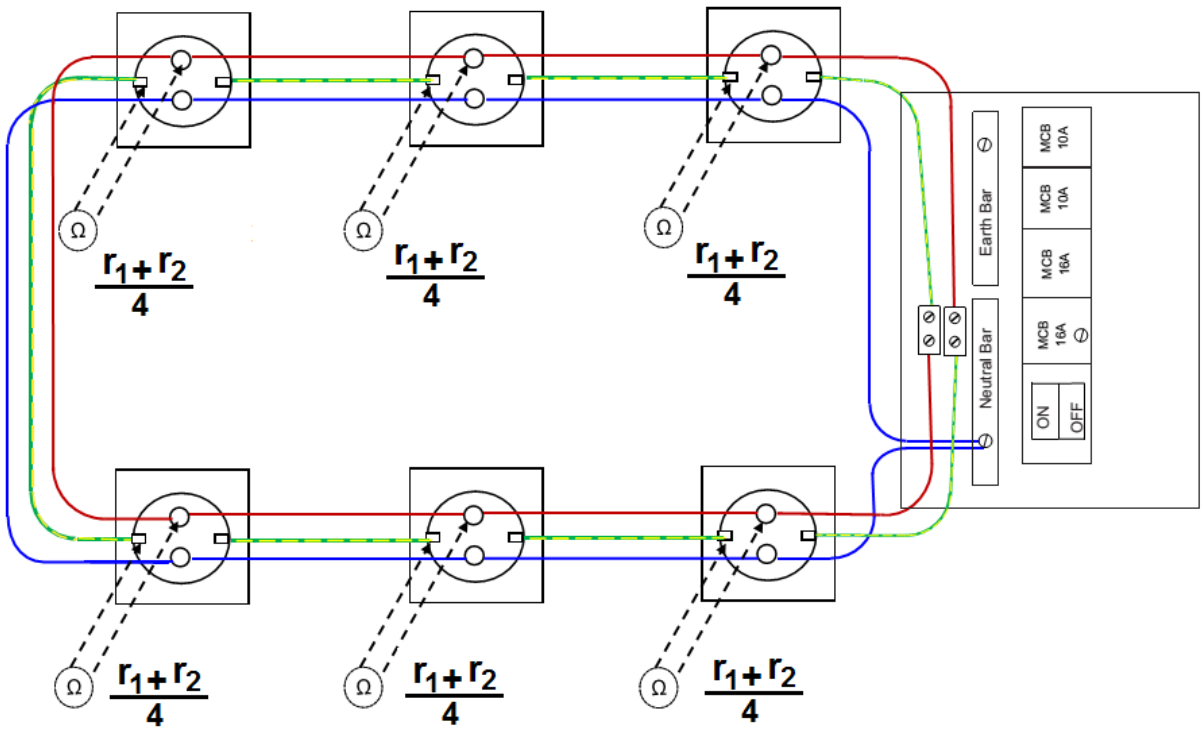
پیوستگی مدار حلقوی نهایی (Ω)		
r_1 (line)	r_n (neutral)	r_2 (cpc)

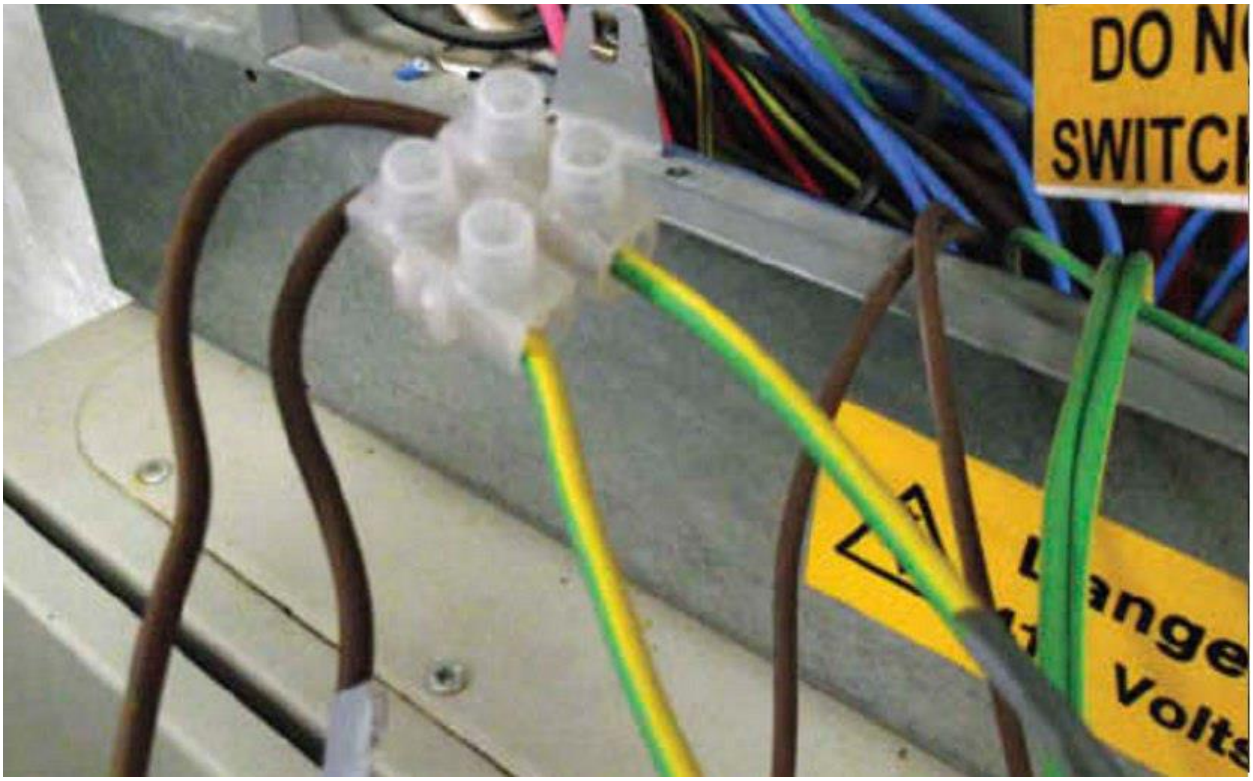
گام ۲ توسط یک ترمینال بصورت ضربدری هادی فاز و هادی خنثی(نول) حلقه از دو طرف بصورت ضربدری بهم وصل می شوند. در صورت برابر بودن مقاطع سیم ها چون $r_1=r_n$ خواهد شد مقدار مقاومت از هر پریز نصف مقاومت اندازه گیری در گام اول خواهد شد. البته نیاز نیست در همه پریز ها اندازه گیری تکرار شود





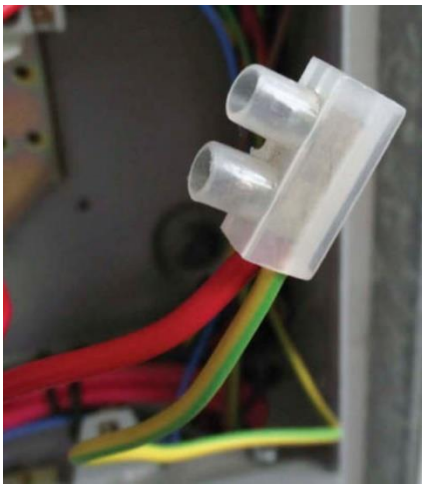
گام ۳ مجددا توسط یک ترمینال بصورت ضربدری هادی فاز و هادی cpc حلقه را از دو طرف بصورت ضربدری بهم وصل می شوند. در صورت برابر بودن مقاطع سیم ها چون $r_1=r_2$ خواهد شد مقدار مقاومت از هر



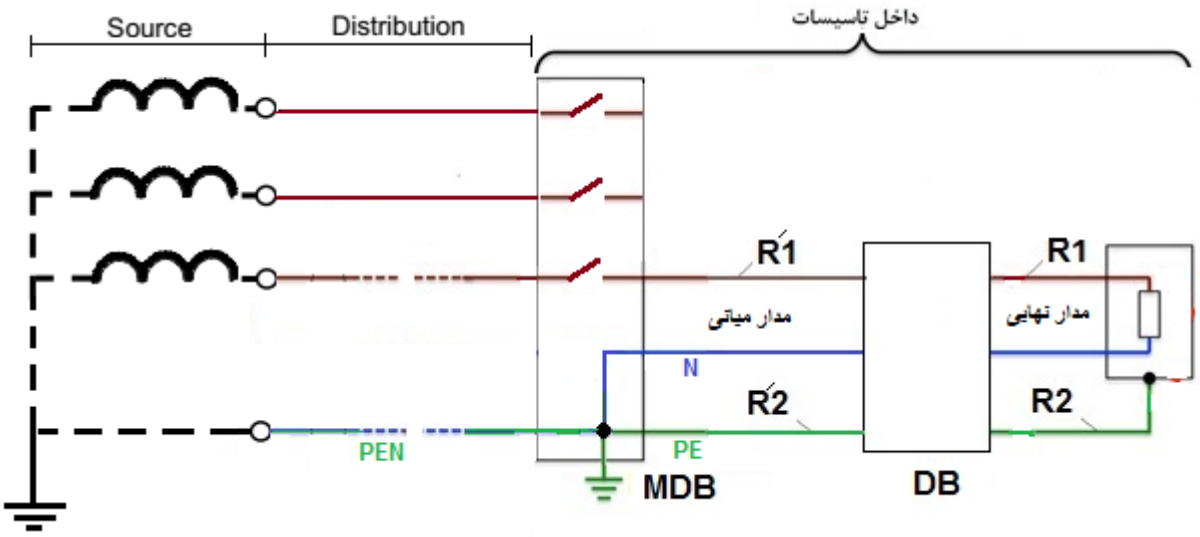


پریز نصف مقاومت اندازه گیری در گام اول خواهد شد.(دو گام اخیر برای اطمینان و تایید اندازه گیری های گام اول انجام می شود)

تبصره : مواردی که تاکنون در این بخش گفته شد جهت کنترل پیوستگی مدار نهایی بوده است. جهت بازرسی و کنترل مدار میانی، لازم است آزمونهای فوق تکرار و در چک لیست تابلو مربوط درج گردد.



بدیهی است برای انجام این آزمون لازم است پس از جداسازی ایمن، در تابلوی اصلی MDB، سر هادی فاز و هادی حفاظتی مدار ، مطابق شکل مقابل متصل شده و اندازه گیری در ورودی تابلوی DB انجام شود. نتیجه اندازه گیری $(R'_1+ R'_2)$خواهد بود.



آزمون مقاومت عایقی

مقاومت عایقی تاسیسات با توجه به نوع عایق و با گذشت زمان کاسته می شود . انواع نوارچسب‌های الکتریکی علاوه بر آنکه حفاظت مکانیکی ندارند ،به مرور باعث سستی اتصالات و بروز جریان نشتی می شوند .همچنین ممکن است عایق هادی های مدار تحت تأثیر ضربه و فشار مکانیکی باشند . این موضوع باعث آسیب به عایق آن‌ها و درنتیجه کاهش مقاومت عایقی می شود.

هرچندپایین بودن مقاومت عایقی می‌تواند نشانه آسیب دیدن ، باشد . اما علاوه بر آن ضعف عایقی در یک دوره زمانی طولانی بهره برداری ساختمان که مدارها در معرض رطوبت ، کشش و تنش هستند نیزرخ می‌دهد و در ساختمان‌های نوساز هم تماس هادی برقدار با گچ مرطوب ممکن است باعث کاهش مقاومت عایقی شود . وجود رطوبت در دیوار برای کلید و پریزها نیز باعث ضعف عایقی خواهد شد .

دستگاهی که آزمون عایقی را انجام می‌دهد اغلب میگر نامیده می‌شود هرچند میگر یک شرکت سازنده تجهیزات اندازه‌گیری است اما این اصطلاح در بازار برای این وسیله متداول شده است ، در اکثر موارد مقدار ولتاژ اعمالی 500Vبرای تست عایقی در ساختمان باعث مقاومت عایقی در حدود 1M Ω خواهد شد که در (جدول ۱)نشان داده شده است.

جدول ۱ -۱حداقل مقاومت عایقی قابل‌قبول

	مدارهای SELV و PELV	مدارهای با ولتاژ نامی تا 500ولت	مدارهای با ولتاژ نامی بیش از500 ولت
ولتاژ لازم برای آزمون	**250V dc**	**500V dc**	**1000V dc**
حداقل مقاومت عایقی قابل‌قبول	**0.5M Ω**	**1M Ω**	**1M Ω**

- چون این آزمون بدون برق انجام می‌شود قبل از شروع لازم است از کلیداصلی تابلو توزیع واحد "جداسازی ایمنی" صورت گیرد .
- همه ساکنان ساختمان، از انجام تست مطلع شوند .
- اطمینان حاصل کنید که تمام وسایل حفاظتی در جای خود و در وضعیت روشن هستند .
- تمام لامپ‌هایی که در دسترس هستند از سرپیچ بازشوند .
- اگر لامپ‌هایی قابل‌دسترسی نیستند و یا اگر چراغی با کنترل فعال می‌شود ، کلید کنترل را بازکنید.

این امر در مدارهایی که از کلیدهای دیمردار استفاده می‌شود باید کلید دیمردار از مدار جداشده و یا مدار بصورت کلید یک پل یکسره شود.

- قطع هرگونه لوازم جانبی که دارای نشانگر چراغ هشدار هستند ، ضروری است که چراغ نشانگر قطع شود.
- چشمی‌های PIR (حضور افراد) باید برداشته و یا از مدار خارج شود .
- تمام وسایل برقی ثابت مانند اجاق‌گاز، سماور و قوری برقی و تقویت‌کننده آنتن مرکزی، و .....از پریز برق جدا شوند.

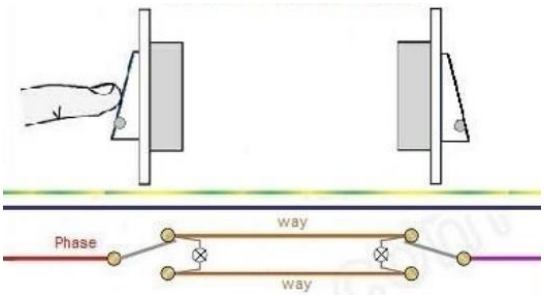
- پریز ریش‌تراش قطع‌شده و یا از مدار برق جدا شود.
- تمام تجهیزات قابل‌حمل (سیار) از پریز برق جدا شوند.
- برقگیر حفاظتی (SPD) از مدار خارج شوند

در حین این آزمون ولتاژ 500 V ، باید مراقبت زیادی صورت گیرد. تمام تجهیزات برقی که به شبکه برق وصل مانده‌اند ، می‌توانند باعث آسیب دیدگی و یا موجب خواندن حداقلی مقدار قرائت‌شده دستگاه در حین آزمون می شوند. هنگامی‌که تمام اقدامات احتیاطی در نظر گرفته شد. می‌توان به شرح مراحل زیر تست را ادامه داد :

موارد اجرایی مهم در تست عایقی :

۱-تجهیزات کنترل در لامپ‌های تخلیه باعث خوانش مقدار بسیار کم (در آزمایش)خواهند شد. برای این منظورجدا کردن اتصالات یا قطع کردن کلید مدار لازم است .البته جدایی اتصالات، مطلوب‌تر است. پس‌ازآنکه آزمون بین هادی‌های برق‌دار به اتمام رسید، کلید کنترل چراغ باید قبل از انجام آزمون بین هادی برق‌دار و CPC (مدار هادی حفاظتی)وصل شود. این کار برای اطمینان از اینکه تمام بخش های هادی‌های برق‌دار ، مورد نظرتحت آزمایش مقاومت عایقی با زمین قراردادند ، ضروری است.

۲-در مورد مدارهای کلیدتبدیل که دو مسیر برای عبور جریان بین ترمینال‌های غیرمشترک دو کلید به وجود می‌آید در هنگام آزمون باوجود باز کردن لامپ از سرپیچ باید آن مدار در حالت روشن مورد آزمون قرار گیرد اگر کلیدهای مدار تبدیل درست نصب‌شده باشند وضعیت کلیدها در حالت روشن بودن مدار بدان صورت خواهد بود که هر دو کلید به سمت بالا یا



هر دو کلید به سمت پایین باشند و در این هر دو وضعیت مدار باید مورد آزمون قرار گیرد.

۳-کلیدهایی که دیمردارند دارای قطعات الکترونیکی بوده و اگر ولتاژ 500V به آن‌ها اعمال شود می‌توانند آسیب ببینند. مهم است که تا جایی که امکان دارد کلیدهای دیمری برداشته و فاز رفت و فاز بازگشتی برای تست به هم متصل شود.

۴-نشانگر لامپ نئون در کلیدها ، به‌عنوان یک‌بار، گاهی توسط دستگاه آزمون شناخته‌می شود و دستگاه مقدار عایقی بسیار کمی را نشان خواهد داد ، لازم است برای همه کلیدهای خاموش ، این قسمت جانبی قطع شود.

۵-آشکارساز مادون‌قرمز غیرفعال(PIR) باعث خوانش مقدار اندازه‌گیری بسیار کمی خواهد شد و ممکن است توسط ولتاژ آزمون آسیب ببیند. درهرصورت آن را از مدار خارج و آن را یکسره کنید وآزمون انجام‌شده شامل هادی‌های برقدار(فاز و نول) با زمین و مدار PIR باشد. و همین امر برای پریز برق ریش‌تراش صادق است.

۶-پریز ریش‌تراش می‌تواند مشکل ایجاد کند برای مقابله با آن سیم فاز یا نول را قطع کنید.

۷-در مورد مداری مثل کولر آبی اتصالات فیشی مربوط به پمپ و دور تند و کند موتور را باز کنید

۸-درجاهایی که مطمئن نیستید همه‌چیز از مدارها جداشده ، آزمون را با ولتاژ کمتر یعنی 250V انجام دهید و اگر مقاومت مناسبی نشان داده شد ، کار را ادامه دهید.

مراحل تست عایقی مدارهای تابلو توزیع واحد یک ساختمان

گام ۱ دستگاه تست عایقی را روی ولتاژ موردنیاز تنظیم کنید برای اغلب مدارهای فشار ضعیف این مقدار 500V dc است. برخی از این دستگاه‌ها برای مقدار MΩ تنظیم دارند و برخی هم خود محدوده یابی می‌کنند. جایی که نیاز به تنظیم باشد، 200 MΩ یا بالاتر ، مناسب‌ترین مقدار را استفاده کنید.

گام ۲ همیشه بررسی کنید که دستگاه به‌درستی کار می‌کند ، فیش‌ها برای آزمایش از هم جدا باشند دکمه Test را بزنید مقدار خوانده‌شده بالاترین مقداری که دستگاه اندازه‌گیری می‌کند

گام ۳ در این مرحله فیش‌ها را به هم وصل کنید و دوباره‌دکمه Test را بزنید مقدار خوانده‌شده باید صفر MΩ باشد این مقدار کمترین عددی است که دستگاه می‌تواند بخواند. این کار ثابت می‌کند که دستگاه درست‌کار می‌کند و آزمایش با اشکالی همراه نیست.

گام ۴ هنگامی که آزمایش برای کل تأسیسات باشد ، خط اصلی واحد قطع وکلید اصلی نیز در وضعیت قطع بوده و سایر وسایل حفاظتی که این قطعات MCB و یا RCD است باید در وضعیت "روشن " قرار گرفته باشند.این آزمون بین هادی‌های برق‌دار (خط فاز و نول) در خروجی کلید اصلی انجام می شود. ضمنا عملکرد کلید زنی تبدیل‌ها و صلیبی مطابق بند۲ موارد اجرایی که پیش از این آمد مورد آزمون قرار می گیرد، در همه کلیدها اطمینان حاصل شود ، سیم (فاز) و برگشتی آن ازکلیدها تا سرپیچ با سیم نول به‌درستی شناسایی وآزمون انجام شود.این آزمون باید برای هر مدار در تابلو توزیع واحد نیز انجام شود در این حالت آزمون در خروجی MCB هر مدار ، بین فاز و نول آن انجام می شود .

شکل - آزمون بین دو هادی برق‌دار(فاز و نول)

گام ۵ در این مرحله ، باز برای هر مدار ، و آزمایش بین هادی‌های برق‌دار (فاز ونول) وهادی حفاظتی مدار صورت می‌گیرد این کار با به هم پیوستن هادی‌های برق‌دار انجام می شود و یا می‌توان دوبار آن را بین هر هادی به‌صورت جداگانه انجام داد یعنی بین فاز و هادی حفاظتی مدار و یا نول و هادی حفاظتی انجام شود. مهم این است در صورت وجود کلید تبدیل یا صلیبی دوباره عملکرد کلیدزنی در هر کلید تبدیل یا صلیبی بررسی .بگونه ای که تمام سیم های مدار تبدیل و صلیبی مورد آزمایش قرار گیرد.

حین انجام آزمون ، باید مقادیر اندازه‌گیری شده را در برگه نتایج وارد کنید. همانطور که ملاحظه شد در جدول ۱ حداقل مقاومت عایقی $1M\ \Omega$ برای کل تاسیسات را قابل‌قبول نشان می‌دهد که این مقداربرای تأسیسات ویلایی قدیمی کفایت می‌کند و تاسیسات همواره باید مورد کنترل باشند تا وضعیت عایقی از حالت موجود بدتر نشود مقادیر کل کمتر از $2M\ \Omega$ برای تاسیسات نو ساز متداول شهری نیز نگران کننده محسوب می شود.و بهتر است مطابق آنچه در مراحل آمد هر مدار مجزا اندازه گیری شود تا اگر عیبی وجود دارد بتوان محل آن را مشخص کرد.

آزمون (تست) مقاومت عایقی سه فاز :

هنگام انجام آزمون مقاومت عایقی در تاسیسات سه فاز تمامی اقدامات احتیاطی و روال کار همانند ، یک تاسیسات یا مدار تک فاز صورت می پذیرد .

برای تاسیسات برقی بزرگ ، با تقسیم تاسیسات به بخشهای کوچکتر و انجام آزمونهای مستقل می توان کار را انجام داد . و از تابلو اصلی تا تابلو توزیع واحدها یک آزمون عایقی تکفاز دیگر انجام داد ، مدار مشترکین سه فاز وتاسیسات آنها باید مورد آزمون قرار گیرد. برای همین باید روی کلید اصلی ساختمان جداسازی ایمن قبل از شروع آزمون انجام شود و تمام وسایل حفاظتی بعدی تا قبل از اولین تابلوی برق در وضعیت وصل قرار گیرند.

نکته : عایق هادی ها در بخش های مختلف با هم موازی هستند. لذا وقتی همه تاسیسات بطور یکجا مورد آزمون قرار می گیرند علیرغم سالم بودن مدارها مقاومت خوانده شده کم خواهد شد که مطلوب نیست.

مثال : در یک تابلو توزیع واحد که دارای شش مدار است مقاومت عایقی اندازه گیری شده بین هادی فاز و زمین

مدار ۱ : $140M\Omega$ مدار ۲ : $70M\Omega$ مدار ۳ : $10M\Omega$

مدار ۴ : $8M\Omega$ مدار ۵ : $200M\Omega$ مدار ۶ : $45M\Omega$

حال یک محاسبه انجام می دهیم و مقدار مقاومت عایقی کل را بررسی می کنیم.

$$\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_5}+\frac{1}{R_6}=\frac{1}{R_t}=\mathrm{R}$$

$$\frac{1}{140}+\frac{1}{70}+\frac{1}{10}+\frac{1}{8}+\frac{1}{200}+\frac{1}{45}=0.27(R_t)$$

نتیجه ، مقدار مقاومت عایقی کل بیش از $1M\Omega$ است که مقدار رضایت بخشی است.

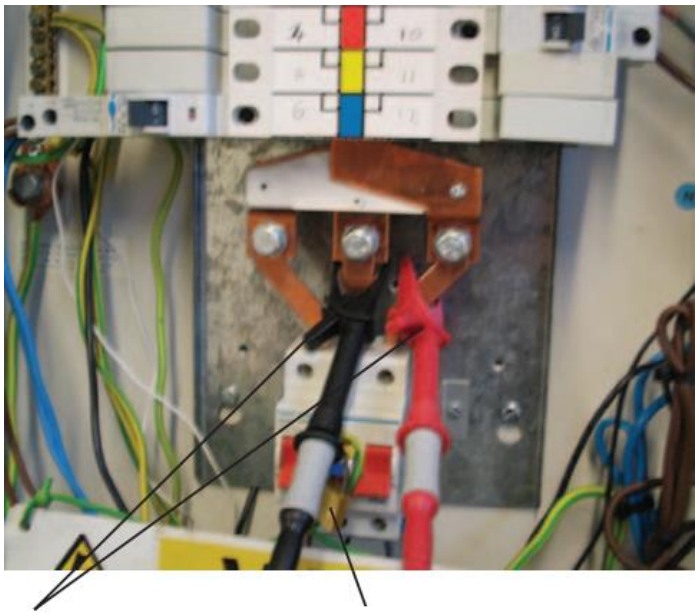
$$\frac{1}{0.27}=3.65M\Omega$$

با ماشین حساب

$$140x^{-1}+70x^{-1}+10x^{-1}+8x^{-1}+200x^{-1}+45x^{-1}=x^{-1}=3.65$$

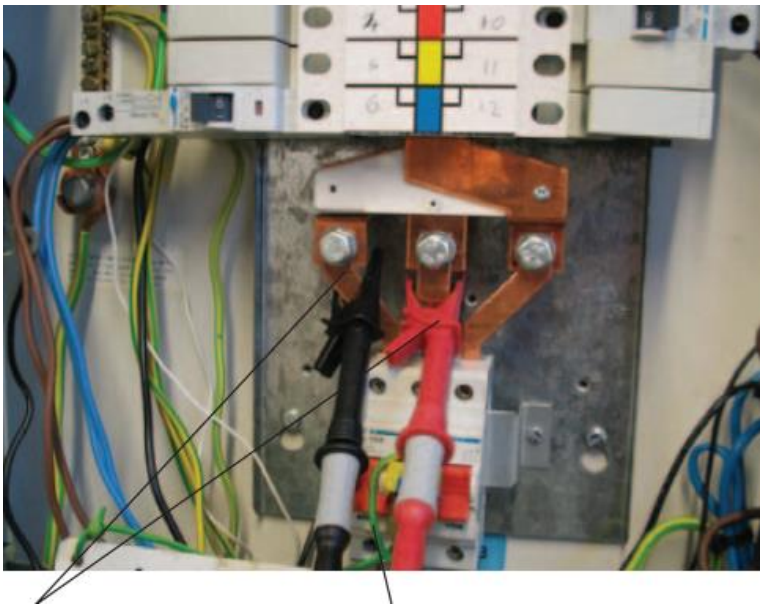
گام ۱ جداسازی ایمن را انجام داده و دستگاه را روی ولتاژ 500V و DC قرار دهید

گام ۲ آزمون اندازه گیری را بین تمام فازها مطابق شکل های زیر انجام دهید.



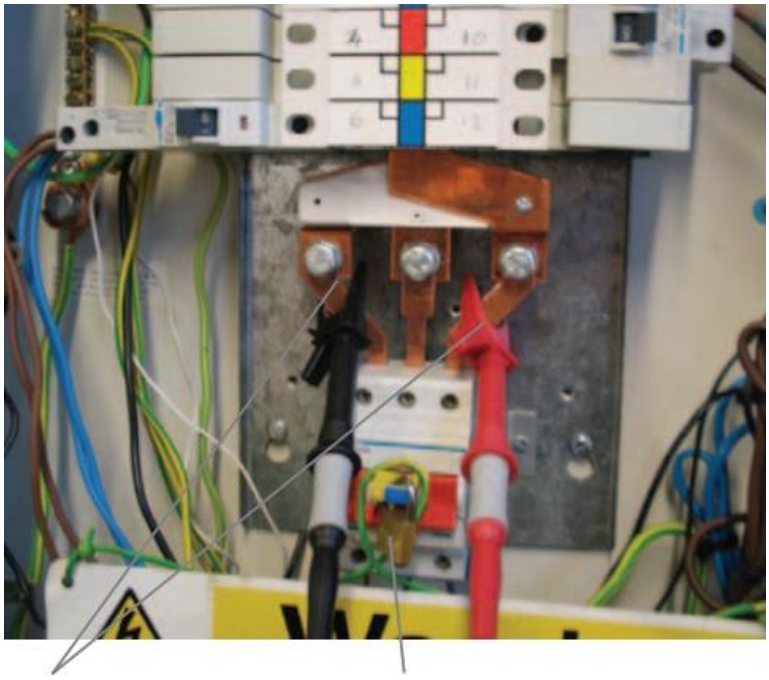
جداسازی با قفل

فاز L3 و L2



جداسازی با قفل

فاز L2 و L1

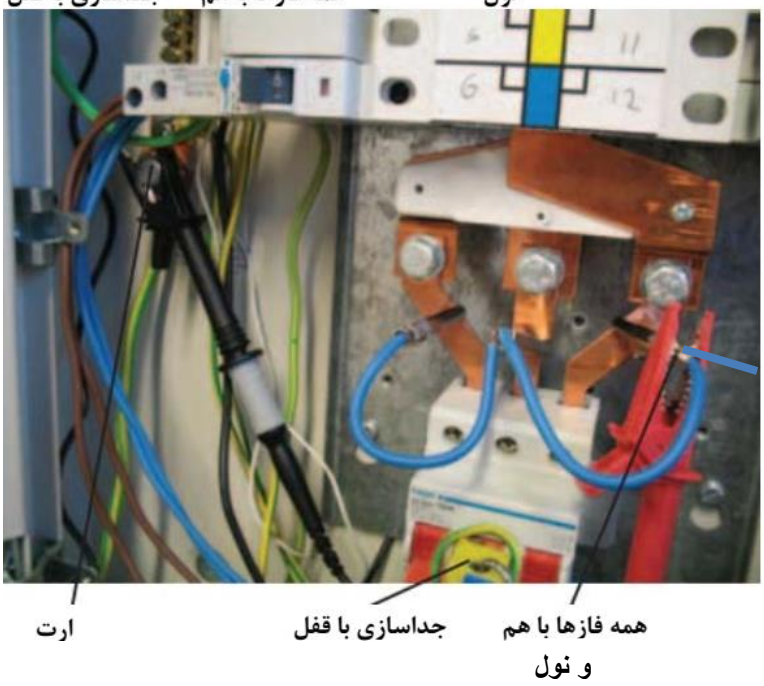


جداسازی با قفل

فاز L3 و L1

گام ۳ در ادامه با استفاده از دو سیم با سرهای گیره سوسماری همه فازها را بهم اتصال داده و بعد آزمون را بین همه فازها و نول (هادی خنثی) با استفاده از فیش های مربوط انجام دهید.اگر سیم و گیره های سوسماری را نداشته باشید مجبورید تک تک فازها و نول را اندازه گیری کنید.

گام ۴ آزمون بالا را این بار بین هادی‌های برقدار (Live یعنی سه هادی فاز +نول) و هادی زمین(PE) انجام دهید. برای این منظورفقط اتصال دهنده شینه PE و شینهN را باز کنید، در تاسیسات برق سه فاز حداقل مقدار مقاومت کل قابل قبول مانند مقاومت عایقی در تکفاز 1MΩ می باشد. اما باز مقدار کمتر از 2MΩ نگران کننده است و باید مدارهای سه فاز مجزا بررسی شوند.



Insulation Resistance (MΩ)	
Live - Live 15	Live - Earth 16

اخطار! در صورتی که برخلاف مبحث۱۳ هادی PEN به شینه N اتصال داده شده باشد ولتاژ عایقی بین الکترود زمین و PEN اعمال خواهد شد.

گام ۵ همه ارتباطاتی که در فرآیند آزمون از آنها استفاده کردید را جدا کنید و مقادیر اندازه گیری را در جدول نتایج ثبت کنید توجه داشته باشید مطابق جدول بالا از سه گام قبل یک عدد را به عنوان معادل در ستون اول و از گام چهارم هم یک عدد در جدول مربوط وارد می شود.

آزمون قطبیت (به روش پیوستگی و بدون برق) (Polarity Test):

این آزمون در موارد زیر انجام می شود :

۱-وسایل حفاظتی که هادی فاز به آنها متصل است و در حال حفاظت از مدارو دستگاهها هستند مطابق بند ۱۳-۶-۲-۱ ورودی فیوز در کلید های خودکار مینیاتوری و یا قطب ته پایه فیوز پیچی باید به طرف تغذیه مدار (فاز) وصل شده باشد

۲- کلیدهای مدار ، که آنها باید در مسیر هادی فاز قرار گیرند . چرا که مطابق بند ۱۳-۸-۲-۳ مبحث ۱۳ کلیدهای کنترل مدارها (از جمله چراغ ها) باید هادی فاز را قطع و وصل نمایند . قطع و وصل هادی خنثی برای کنترل مدار ممنوع است

۳-هادی فاز مطابق تبصره۲ بند ۱۳-۸-۱-۲ مبحث ۱۳ باید در سرپیچ های پیچی لامپ ها به قسمت انتهایی داخل سرپیچ وصل گردد

۴-اتصال درست سیم فاز در پریزها بررسی شود مطابق تبصره بند ۱۳-۸-۳-۲ مبحث ۱۳ هادی فاز در پریزهای تکفاز باید به ترمینال سمت راست پریز وصل شود

آزمون قطبیت هم در زمان قبل از وصل انشعاب برق منازل و هم پس از وصل انشعاب صورت می گیرد در صورتی که قبل از وصل انشعاب نیاز به انجام این آزمون باشد که در بسیاری از موارد همین اتفاق می افتد آن را می توان در

همان زمان با آزمون پیوستگیCPC و به شیوه آن به انجام رساند.

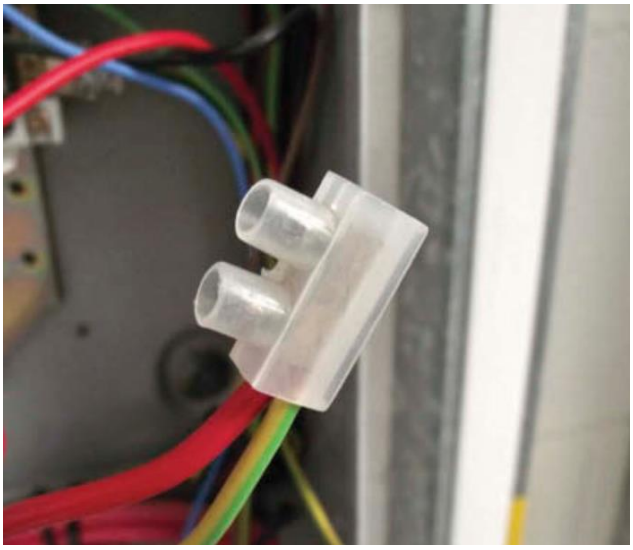
- برای انجام این کار حداقل یک دستگاه مولتی متر یا مولتی فانکشن تستر لازم است

-اطمینان حاصل شود در مدارمورد آزمایش ،جدا سازی صورت گرفته است

- باید پریزها و کلیدهایی که از یک مدار روشنایی یا یک مدار پریز تغذیه می شوند شناسایی شوند.

یاد آوردی ! اگر شما در حال کار بر روی یک تابلو واحد و یا یک تابلو توزیع اصلی هستید باید از برق، جدا سازی شده باشد

الف)انجام آزمون برای پریز های مدارهای اصلی



گام ۱ در نقطه شروع مدار یک ارتباط بین هادی فاز و CPC در تابلو واحد ایجاد می کنیم این کار توسط یک ترمینال بلوکی یا گیره سوسماری می تواند صورت گیرد مطابق شکل (۱) ، در این مرحله شناسایی هادی ها انجام شود (هادی فاز به خروجی MCB متصل است)

گام ۲ در نقطه انتهایی مدار، اگر وسیله ای به پریزها متصل است آن را جدا و پریز را باز نموده و پس از کنترل چشمی فیش های دستگاه را به روزنه راست و کنتاکت هادی حفاظتی متصل شود.

گام ۳ همچنین اگر از آزمون پیوستگی به یاد داشته باشید برای R1+R2 باید مقاومت فیش ها صفر شده باشد ،حال فیش های دستگاه را به هادی فاز و زمین پریز وصل کنید مقدار بسیار کمی را باید بخوانید و این مقدار مقاومت R1+R2 خواهد بود.

گام ۴ فیش ها و ارتباطی را که در تابلو توزیع واحد ایجادشده جدا کنید و مجدد اندازه گیری را انجام دهید این بار باید مقدار بالایی خوانده شود مطابق شکل زیر ، این ثابت می کند که آزمون در مدار درست انجام شده است.

الف)انجام آزمون برای مدارهای روشنایی

گام ۱ در نقطه شروع مدار یک ارتباط ساده مانند قبل بین هادی فاز و CPC در تابلو ایجاد می کنیم باز بررسی کنید خروجی MCB واقعا به عنوان فاز است

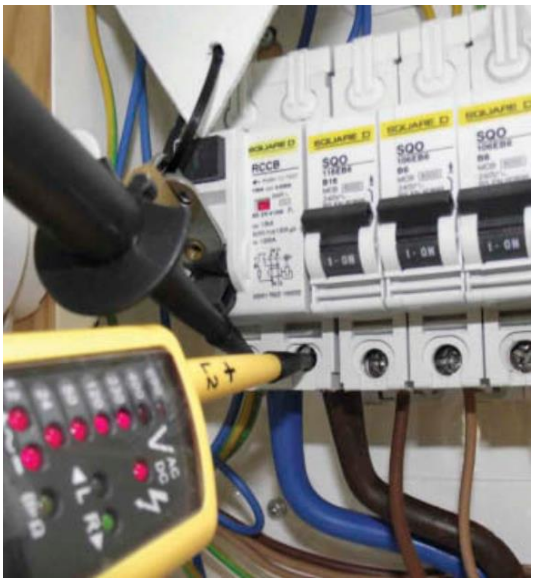
گام ۲ در محل بصورت چشمی بررسی شود که هادی زمین از کلید تا چراغ برده شده است و آن کلید حتما در مسیر هادی فاز قرار دارد

گام ۳ حال کلید وصل شود (بطور معمول کلید به سمت بالا باشد روشن است). از داخل چراغ ، فیش دستگاه را به کنتاکت فاز (اتصال انتهایی سرپیچ) و هادی PE چراغ وصل شود. مقدار خوانده شده عدد بسیار کوچکی است و این مقدار مقاومت R1+R2 خواهد بود. حال کلید در حالت قطع قرار گرفته این بار مقدار خوانده شده با توجه به آنکه در رنج بالای مقاومت قرار دارد باید بسیار زیاد باشد .

برای تمام چراغهای سرپیچی این آزمون باید انجام شود.برای کلیه سرپیچ هایی که از یک کلید کنترل می شوند باید این آزمون انجام شود.

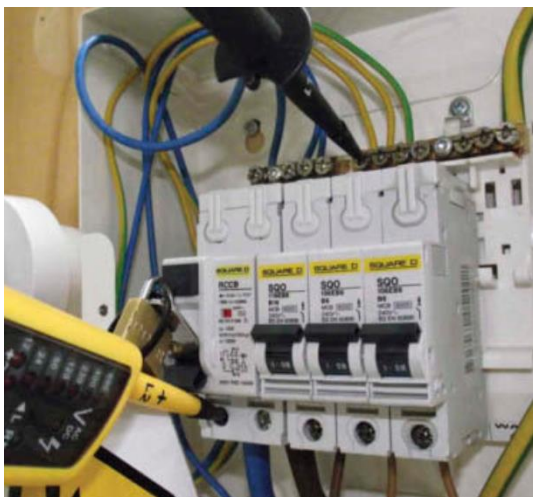
آزمون قطبیت برقدار (Live Polarity Test)

همانطور که قبلا گفته شد این آزمون پس از وصل انشعاب برق صورت می گیرد این کار توسط یک نشانگر ولتاژ (voltage indicator) انجام می پذیرد مشخص‌است این آزمون به قطبیت مدارهای داخلی پریزها و نقاط روشنایی نمی پردازد ضمن این بررسی ، برقدار بودن و بدون برق بودن هادی ها با نشانگر و قطبیت مربوط به فاز در مسیر وسایل حفاظتی تابلو توزیع نیز بصورت چشمی بررسی می شود مراحل آن بصورت زیر است:



گام ۱ آزمون بین هادی خط(فاز) و خنثی(نول) در ورودی کلید اصلی صورت می گیرد نشانگر ولتاژ باید مقدار ولتاژ در حد مجاز را نشان دهد(مطابق شکل بالا)

گام ۲ آزمون بین هادی خط(فاز) و ترمینال هادی حفاظتی (PE) صورت می گیرد نشانگر ولتاژ باید مقدار ولتاژ در حد مجاز را نشان دهد(مطابق شکل وسط)



گام ۳ آزمون بین ترمینال هادی حفاظتی (زمین) و ترمینال خنثی(نول) صورت می گیرد نشانگر ولتاژ نباید مقدار اختلاف پتانسیلی را نشان دهد(مطابق شکل سوم)

آن هادی که در گام ۱ و ۲ تکراری است هادی فاز خواهد بود و باید کلیدهای MCB در مسیر آن قرار داشته باشند.

نکته: فازمتر وسیله مناسبی در تست و تحویل نیست و نباید از آن بهره جست . این آزمون به این منظور طرح شده است.

آزمون عملکردی کلید جریان باقیمانده(RCD)

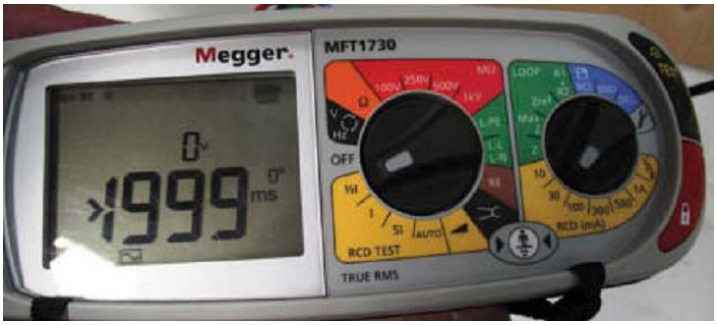
به یاد داشته باشید که این آزمون در حالت برقداربودن مدار انجام می شود و باید در این وضعیت بسیار مراقب باشید.

این آزمون را در خروجی کلیدهای جریان باقیمانده(RCD) می توان انجام داد . دستگاههای آزمون دوشاخه هایی دارند که از طریق وصل آن به پریز نیز می توان آزمون را انجام داد. فرض می کنیم دستگاه آزمون را به پریز برق وصل کرده اید. و دستگاه روشن است. در ابتدای آزمون ، با توجه به نوع کلید و جریان عامل(I)، انتخاب را برای مثال روی 30mA قرار دهید.

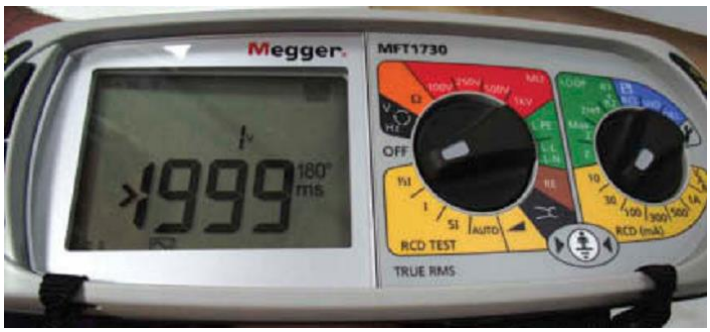
گام ۱ دستگاه باید روی x0.5 یعنی 50% جریان قطع تنظیم شود

گام ۲ با فشردن دکمه دستگاه ، اندازه گیری شروع شده ، RCD نباید قطع کند و معمولا زمان

≈2s 1999msروی صفحه آن ظاهر می شود



گام ۳ دستگاه آزمون یک دکمه انتخاب دارد که آن را قادر می سازد ، از طرف دیگر شکل موج 0 تا 180 درجه نیز آزمایش اجرا شود. این انتخاب را انجام داده و آزمایش تکرار شود در این حالت نیز مجددRCD نباید قطع کند.



اگر در آزمایش روی 50% ،کلید RCD قطع کند این احتمال وجود دارد که جریان نشتی کوچکی به زمین در مدار و یا سیستم وجود دارد. تمام MCBهای مدارهای تابلو را قطع نموده و آزمایش را در سمت مصرف RCD انجام دهید(به جای دوشاخه از فیش های دیگر استفاده کنید) در صورتی که مجدد RCD قطع کند RCD ایراد دارد و باید جایگزین شود.

اگر RCD قطع نکرد نوبت آن است آزمایش 50% ، زیر هر مدار در حالتی اجرا شود که MCB سایر مدارها خاموش باشند. اگر RCD باز قطع می کند برای این مدار تست عایقی انجام شود ، و احتمال دارد مقاومت عایقی پایین باشد. با این وجود اگرRCD قطع می کند دلیل آن تجمع جریان نشتی از چند مدار دیگر می تواند باشد در این حالت باید مقاومت عایقی همه مدارات دیگر نیز تست شود .

گام ۴ حال در این مرحله آزمایش برای x1 یعنی جریان عامل قطع ، باید تنظیم شود

دکمه آزمایش را فشار دهید ، RCD باید در کمتر از 200 میلی ثانیه قطع کند.

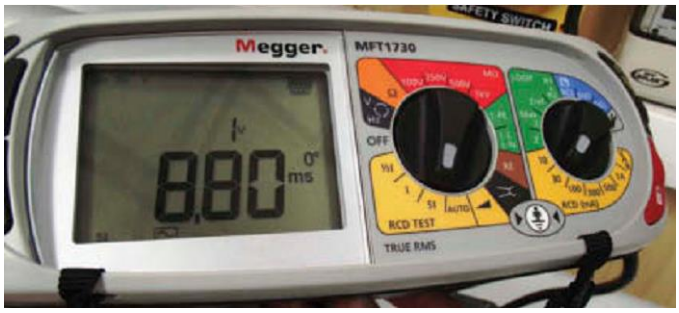
گام ۵ RCD را به حالت اول یعنی روشن برگردانید

گام ۶ اکنون دکمه شکل موج(180^0) را انتخاب کنید و آزمایش را تکرار کنید مجددا RCD باید در کمتر از 200 میلی ثانیه قطع کند.

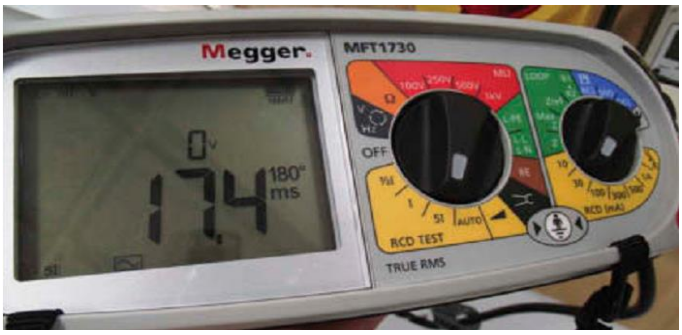
گام ۷ RCD را به حالت اول(روشن) برگردانید،کندترین زمانی که قطع در آن صورت گرفت را در برگه نتایج آزمون وارد کنید.

گام ۸ حال آزمایش جریان را روی x5 یعنی 5 برابر جریان عامل قطع تنظیم کنید.

گام ۹ دکمه آزمایش را، فشار بدهید RCD باید در کمتر از 40 میلی ثانیه قطع کند.

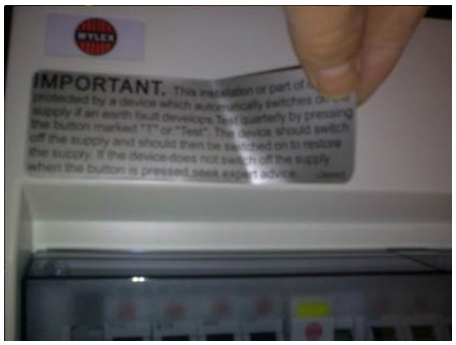


گام ۱۰ دکمه شکل موج(180^0) را انتخاب کنید و آزمایش را تکرار کنید ، مجددا RCD باید در کمتر از 40 میلی ثانیه قطع می کند .



گام ۱۱ اگر دستگاه آزمونگر RCD دارای دکمه جمع بندی و خلاصه گزارش باشد آن دکمه را به منظور تایید آزمون عملکرد مکانیکی و بررسی درستی کار فشار دهید. اعداد اندازه گیری شده یکبار دیگر رویت خواهد شد.

گام ۱۲ پس از تحویل ساختمان و یا پس از هر نوع تعمیر که به مدارات و تابلو توزیع واحد مربوط می شود آزمون کلید RCD باید صورت گیرد و مطابق مقررات باید دکمه آزمون نصب شده روی دستگاه را نادیده گرفت و آزمون مجزایی را اجرا نمود تا صحت کار وسیله یا کلید محرز شود پس از آن دکمه آزمون دستگاه نیز بصورت دوره ای کنترل شود به همین خاطر پس از آزمون معمولا برچسبی به صورت زیر گوشه درب تابلو زده می شود. در صورت نبود، آن را گوشزد کنید.



این تا سیـ سات برقی یا بخ شی از آن ، تو سط لوازمی که کلید قطع به موقع تغذیه خودکار در اثر اتصـــال به زمین دارد حفاظت می شـــود.دکمه آزمون دستگاه با علامتT مشخص شده که با فشردن آن بصورت دوره ای برق باید قطع شده و با برگردان آن به حالت اول دوباره رو شن شود اگر به هر دلیل با این کار، وســـیله قطع نکرد یا دوباره برق وصـــل نشـــد توصـــیه می شـــود با متخصصین در میان بگذارید.

آزمون x5 فقط برای RCD هایی که جریان قطع آنها 30mA بیشتر نیست اعمال می شود.

کلید های RCD از نوع S-Type تاخیری هستند در مورد زمان عملکرد این کلیدها در جریان عامل قطع شان باید کمتر از 200ms برای تاخیر و 200ms برای خطای معمول در نظر می گیرند پس این نوع کلید جریان باقیمانده در کمتر از 400ms عمل خواهد کرد

در مورد آزمون برای کلید جریان باقیمانده RCBO موارد زیر را باید در نظر گرفت:

درآزمون x0.5 برای دو طرف شکل موج کلید عمل نمی کند

در آزمون x1 برای دو طرف شکل موج زمان عملکرد کمتر از 300ms بدست آید

در آزمون x5 برا دو طرف شکل موج زمان عملکرد کمتر از 40ms بدست آید

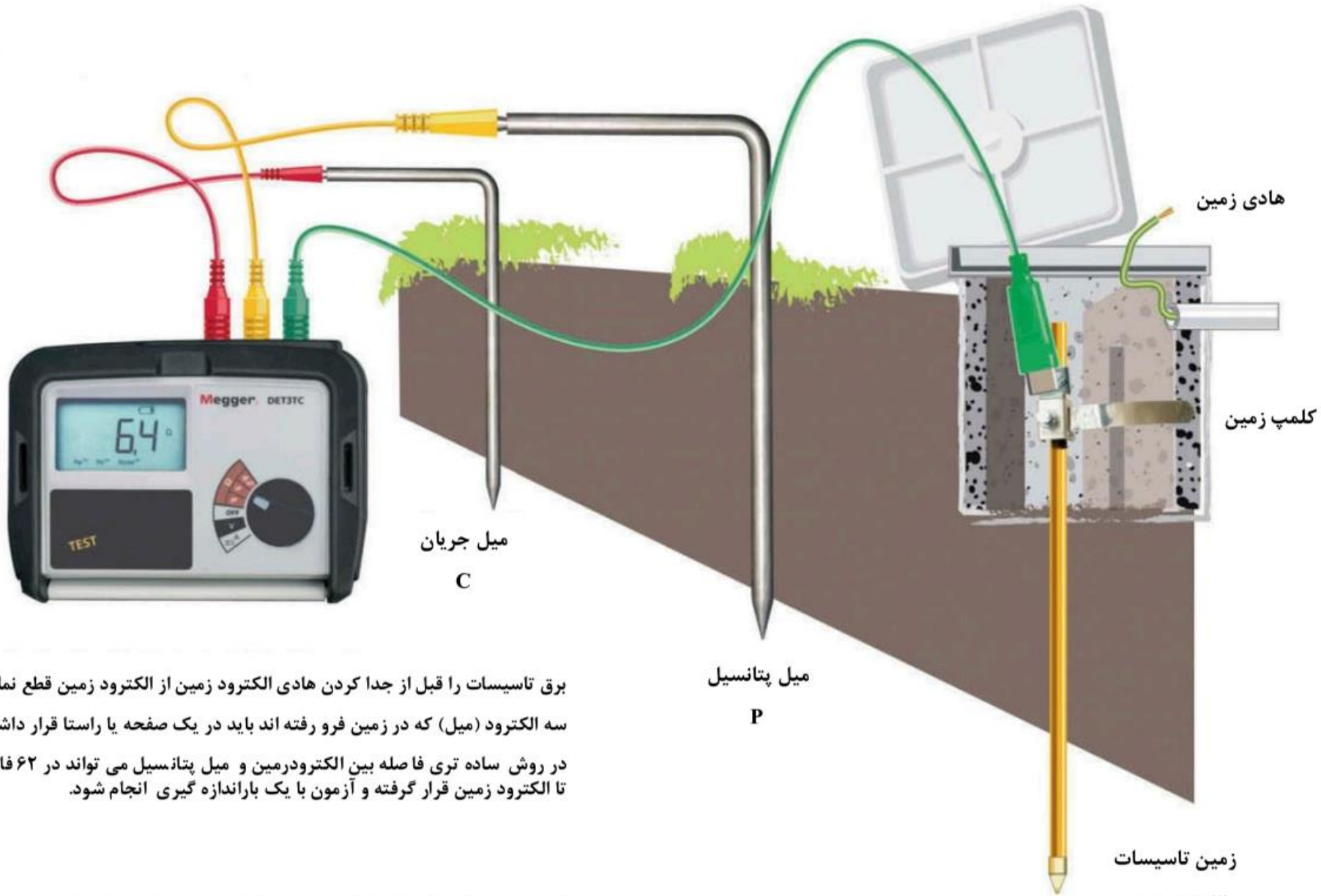
آزمون اندازه گیری مقاومت زمین

گام ۱ الکترود تحت آزمون (E) باید در وضعیتی مطابق شکل صفحه بعد ،که در داخلِ زمین فرو رفته ، به کار گرفته شود. قبل از نصب ، طول الکترود باید اندازه گیری شود. دانستن آن که چقدر از آن در زمین است مفید خواهد بود.

گام ۲ محل میل C در زمین حداقل ۱۰ برابر عمق E و دورتر از آن باشد مثلا اگر E در عمق ۳متر دفن شده فاصله میل C از آن برابر حداقل ۳۰ متر باید باشد

گام ۳ حالا میل پتانسیل(P) باید تقریبا وسط و بین الکترود E ومیل C قرار گیرد.

گام ۴ اکنون فیش های دستگاه باید به آن متصل شوند . برخی از دستگاههای آزمون چهار فیش C1 , P1 , C2 و P2 دارند .و برخی هم معمولا فقط سه فیش E (سبز) , C(قرمز) و P (زرد)دارند. در دستگاههای چهار فیش C1 , P1 بهم وصل شده و E را می سازند وC2 و P2 هم به الکترود های مربوط متصل می شوند.برای دستگاههای سه فیش هم واضح است که E , C و P به الکترودهای خود متصل می شوند.(در زیر نمونه یک دستگاه آزمونگر را می بینید)



برق تاسیسات را قبل از جدا کردن هادی الکترود زمین از الکترود زمین قطع نمایید

سه الکترود (میل) که در زمین فرو رفته اند باید در یک صفحه یا راستا قرار داشته باشند

در روش ساده تری فاصله بین الکترودرمین و میل پتانسیل می تواند در ۶۲ فاصله میل جریان تا الکترود زمین قرار گرفته و آزمون با یک باراندازه گیری انجام شود.

توجه :در هر شرایطی قبل از آزمون هادی الکترود زمین را باید از الکترود زمین در جعبه بازدید جدا کنید.

گام ۵ مقاومت را اندازه گیری کنید و مقدار آن رو یاداشت کنید.(برای مثال 79Ωدر نظر بگیریم)

گام ۶ میل میانی P را ۱۰٪ یعنی(۳ متر) بسمت میل C ببرید.

گام ۷ مقاومت را اندازه گیری کنید و مقدار آن را یاداشت کنید. .(برای مثال 85 Ωدر نظر بگیریم)

گام ۸ میل میانی P را ۱۰٪ یعنی(۳ متر) بسمت میل E ببرید.

گام ۹ مقاومت را اندازه گیری کنید و مقدار آن را یاداشت کنید. .(برای مثال 80Ωدر نظر بگیریم)

حداکثر انحراف مقاومت های اندازه گیری شده از میانگین آنها، نباید بیش از ۵ درصد باشد.

مقادیر را با هم جمع کرده و میانگین را حساب می کنید

79+85+80=244و مقدار میانگین

$$\frac{244}{3} = 81.33\Omega$$

حالااختلاف بین هر کدام از مقادیر را از این مقدار میانگین بدست می آورید

85-81.33=3.67 81.33-80=1.33 81.33-79=2.33

بزرگترین عدد 3.67 می باشد درصد میانگین نسبی باید حساب شود

$$\frac{3.67}{81.33} \times 100 = 4.51\%$$

این مقدار درصد انحراف نامیده می شود. و باید 1.2 برابر آن، از دقت قابل قبول 5% کمتر باشد .

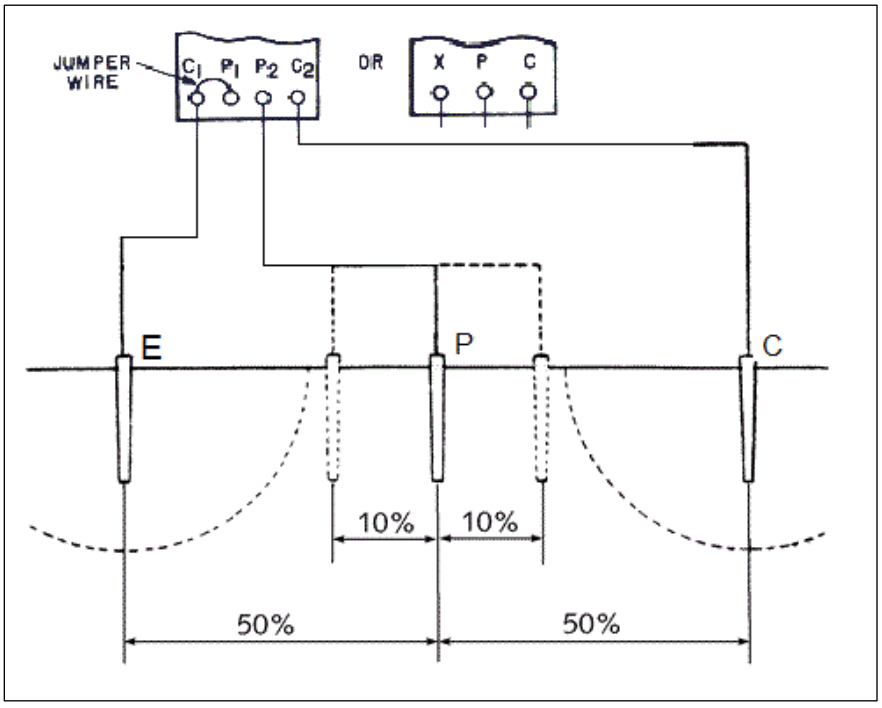
4.51×1.2=5.41%

این از مقدار5% (81.33×0.05=4.06) بیشتر است و قابل قبول نیست حال باید آزمایش را با فاصله بیشتری بین میل C و الکترودها انجام داد و محاسبه را تکرار کرد اگر مقدار در حد مطلوب بود میانگین سه مقدار اندازه گیری شده ، مقاومت درست الکترود زمین خواهد بود

دستگاههای آزمون مقاومت زمین با گرداندن جریان در مسیر الکترود تحت آزمایش (E) و میل جریان (C) و متعاقباً اندازه گیری ولتاژ بین میل پتانسیل (P) و (E) و تقسیم آنها بر هم عمل می کنند پس اگر مقاومت تماسی میل ها بخصوص میل جریان با زمین زیاد باشد این مکانیسم با مشکل مواجه می شود، دستگاههای مرغوب این مشکل را تشخیص داده و هشدار میدهند، دستگاههای حرفه ای حتی مقدار این مقاومتها را نشان هم می دهند،

اما دستگاههای ارزان قیمت موجود در بازار چنین امکانی ندارند. بنابراین اگر با مشکل نوسان عدد قرائت شده مواجه می شوید اول میل جریان را در محل خود محکم کنید و سپس به اندازه مقداری لیوان آب نمک پای آن ریخته و چند دقیقه بعد اقدام به اندازه گیری کنید، به احتمال زیاد مشکل حل می شود. با این حال توصیه اکید این دستورالعمل آن است که از دستگاه قابل قبول که در بخش ۵-۳ دستورالعمل اندازه گیری مقاومت الکترود زمین آمده است برای اندازه گیری استفاده شود .

این دستگاهها به دلیل دیگری هم دچار خطا می شوند و آن ولتاژهای سرگردان در زمین است، بنابراین همیشه قبل از اندازه گیری مقاومت، اول سلکتور دستگاه را روی اندازه گیری ولتاژ قرار دهید، اگر ولتاژی بیش از ۱۰ ولت می خوانید اندازه گیری شما بی اعتبار است، بهتر است راستای اندازه گیری را در جهت مثلا عمود بر وضعیت فعلی تغییر دهید و پس از اطمینان از پایین بودن ولتاژ اقدام به اندازه گیری کنید. تصویر زیر روش آزمونی که در این بخش ارائه شد را نشان می دهد که به روش 50% معروف است این روش اندازه گیری فقط در استاندارد IEC60364-6 اشاره شده است برای اطلاعات فراتر از این بخش دستورالعمل به دستورالعمل مربوط به سیستم زمین مراجعه کنید.



آزمون مقاومت حلقه زمین(LOOP Test)

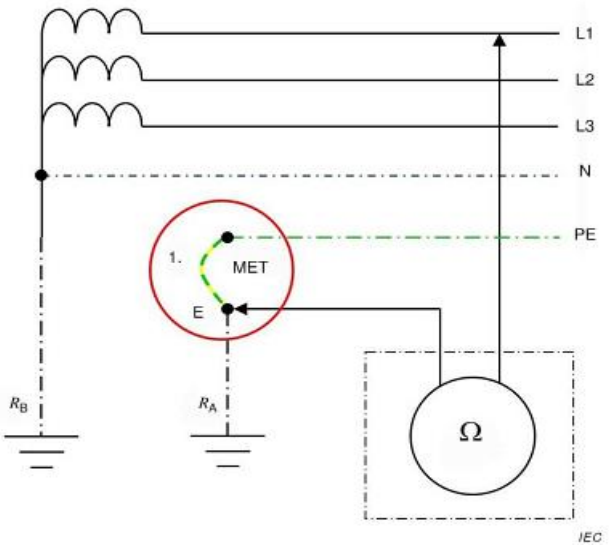
همانطور که قبلا گفته شد بعد از وصل انشعاب از این روش برای "اندازه گیری مقاومت الکترود زمین" در کاربری های خانگی یا الکترودهایی که برای آنها مقادیر دقیق اندک ؛ لازم نیست استفاده می شود.

گام ۱ جداسازی ایمن را انجام داده و تاسیسات را قفل بزنید(در تابلو اصلی ساختمان)

گام ۲ اطمینان حاصل کنید که هادی اتصال زمین به درستی به الکترود زمین وصل شده است

گام ۳ هادی اتصال زمین را از ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین(MET) جدا کنید.

گام ۴ یک فیش از دستگاه آزمونگر امپدانس حلقه خطای زمین را ابتدا به هادی اتصال زمین متصل کنید و سپس فیش دیگر را بر روی هادی فاز "ورودی" کلید قرار دهید و اندازه گیری کنید **(مطابق شکل زیر)**



گام ۵ پس از پایان آزمون از وصل مجدد هادی اتصال زمین به MET اطمینان حاصل نمایید و با هماهنگی بهره بردار ، تاسیسات را به حالت ایمن اولیه برگردانید.

اگر از دستگاهِ با سه فیش استفاده می کنید. قبل از کار، دستورالعمل آن را بخوانید بعد اقدام به تست نمایید

در برخی از دستگاهها لازم است PEوN دستگاه بهم وصل باشند و دربرخی دیگر آنها باید از هم جدا باشند.

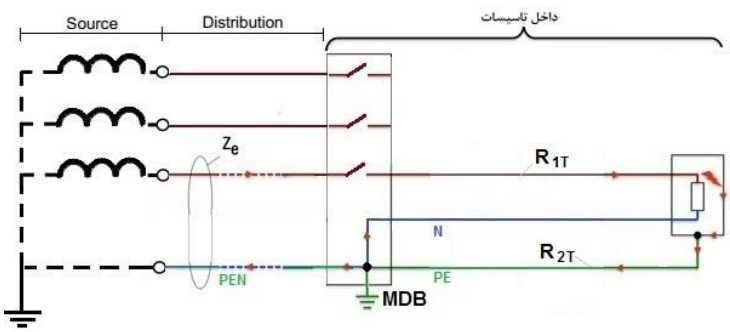
استانداردها و همچنین کتاب "راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان" در سیستم TTحداکثر مقاومت زمین جهت محدود کردن ولتاژ تماس به 50V به شرح جدول زیر ارائه کرده است.

مثال : برای یک RCD با جریان عملکرد 30mA و حداکثر ولتاژ تماس 50 ولت ، مقاومت یا امپدانس زمین مجاز برابر $\frac{50}{0.03}$ =1667Ω خواهد بود.

جریان عملکرد RCD ($I_{\Delta n}$)	مقاومت الکترود زمین به Ω
30mA (0.03A)	1667
100mA (0.1A)	500
300mA (0.3A)	160
500mA (0.5A)	100

امپدانس حلقه اتصال کوتاه

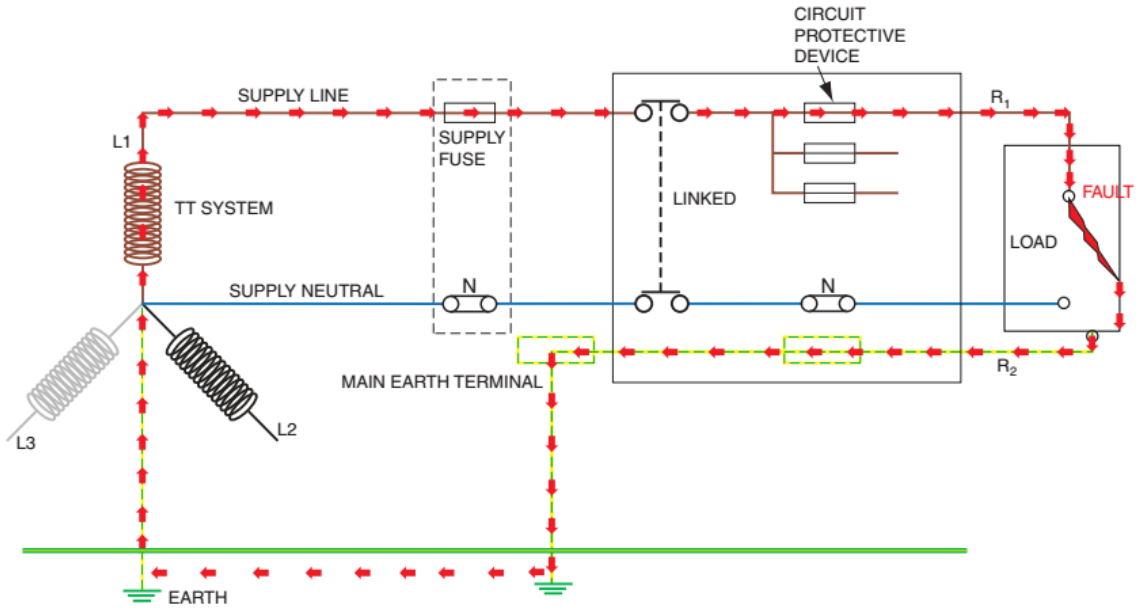
امپدانس حلقه اتصال کوتاه به موضوع اندازه گیری مقاومت الکترود زمین محدود نمی شود. و آن پارامتر مهمی در طراحی تاسیسات برقی و عملکرد وسایل حفاظتی است . در شکلهای صفحه بعد امپد انس حلقه اتصال کوتاه در سیستم های مختلف نمایش داده شده است ، تفاوت های مسیر اتصال کوتاه به روشنی قابل ملاحظه است این امپدانس را با Zs نشان می دهند در همه حالت ها ، از دو جزء R1+R2 داخل تاسیسات و Ze تشکیل شده است مطابق شکل زیر رابطه زیر بر قرار است



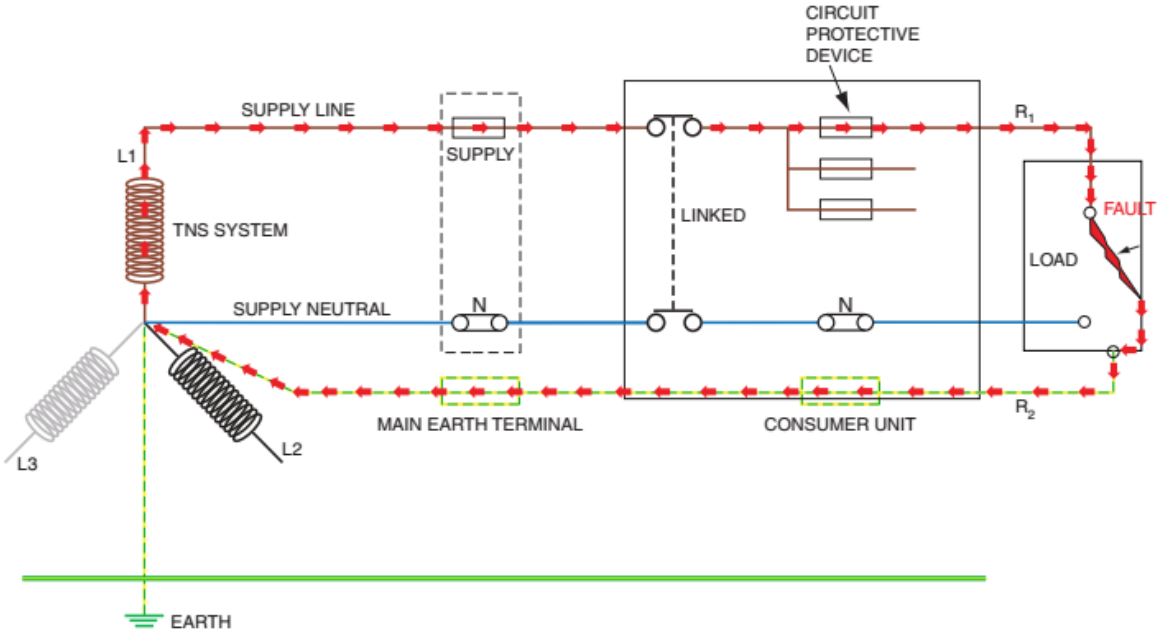
حد مجاز Ze مطابق BS7671	
TT system	21 Ω
TN-S system	0.8 Ω
TN-C-S system	0.35 Ω

$$Zs = Ze + (R1_T + R2_T)$$

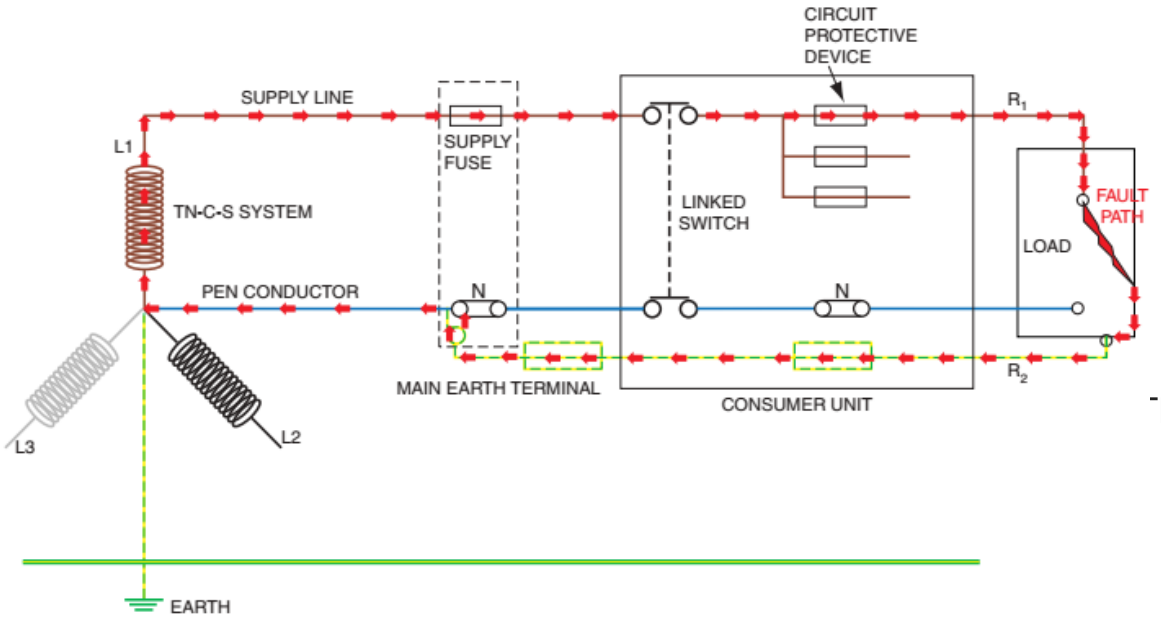
پس یک روش ، اندازه گیری Zs از رابطه بالا می تواند باشد در ادامه روش اندازه گیری Ze ارائه می گردد.



سیستم TT

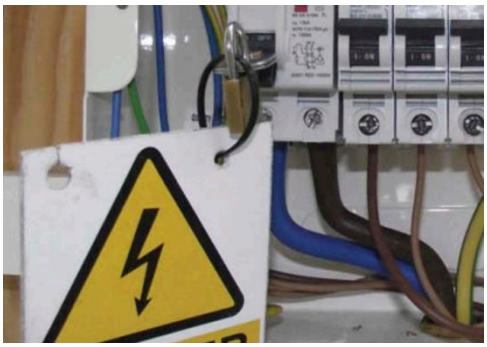


سیستم TN-S



سیستم TN-C-S

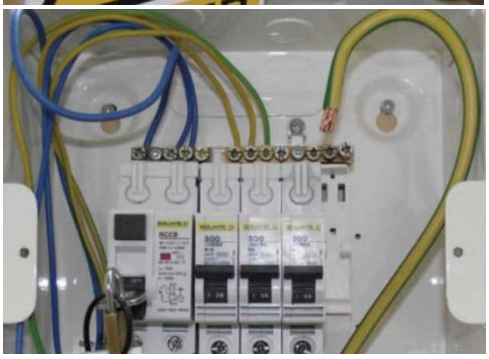
اندازه گیری امپدانس حلقه خارجی (Ze) : با توجه به آنکه R1+R2 کل از انتهای مدارها تا تابلو توزیع اصلی اندازه گیری می شود ، امپدانس حلقه خارجی باید شرح زیر از تابلو توزیع اصلی اندازه گیری شود:



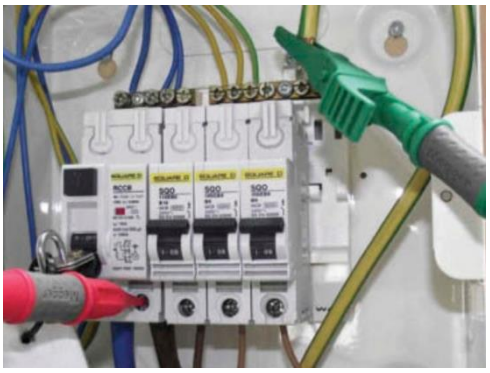
گام ۱ جداسازی ایمن انجام و قفل زده شود.

گام ۲ هادی حفاظتی (PE) ورودی تابلو را از ترمینال زمین آن جداکنید

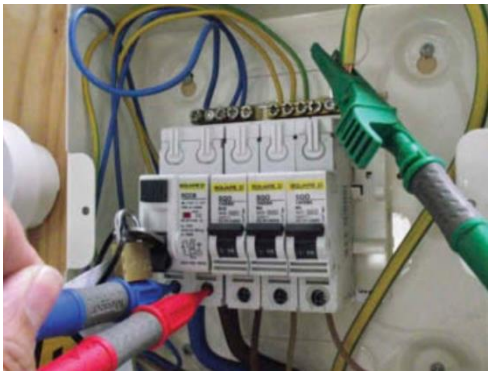
گام ۳ اگر از دستگاه چندکاره(*Multifunction*) استفاده می کنید انتخاب آن را روی LOOP قرار دهید



گام ۴ اگر از دستگاه با دو فیش استفاده می کنید یک فیش را به یکی ازفازهای ورودی تابلو و فیش دیگر را به هادی PE که جدا کرده اید وصل کنید . اگر از دستگاهِ با سه فیش استفاده می کنید. قبل از کار، دستورالعمل آن را بخوانیدو بعد اقدام به تست نمایید. گاهی لازم است فیش N به ترمینال نول ورودی وصل شود و نوع دیگر لازم است فیش نول و ارت بهم وصل شوند



گام ۵ مقدار اندازه گیری شده Ze را جای مناسب برگه نتایج آزمون تاسیسات برقی وارد کنید .



گام ۶ دوباره هادی اتصال زمین متصل شود و همه موارد به حالت اول برگشته و درپوش تابلو را به جای خود برگردانید و سیستم را مجدد فعال شود.

در این آزمون ها هر چند که جداسازی ایمن انجام می شود اما آزمون برقدار است چرا که آزمون را از ورودی کلید انجام می شود. حال خیلی مهم است که دستورالعمل دستگاه را بخوانید بعد برای انجام آزمون اقدام کنید.

از آنجایی که بعد از وصل انشعاب برق مشترکین ، دسترسی به ورودی تابلو اصلی دشوار است می توان اندازه گیری امپدانس حلقه را از روش اندازه گیری مستقیم Zs بدست آورد.

اندازه گیری مستقیم Zs :

برخلاف اندازه گیری قبل در این روش احتیاج به جداسازی ایمن و قفل زدن وجود ندارد و همچنین در اندازه گیری Ze باید هادی حفاظتی از ترمینال مربوط قطع می شد،به این ترتیب همبندی ها در جریان آزمون قرار نمی گرفتند اما در اندازه گیری مستقیم Zs هم هادی حفاظتی (PE) و هم همبندی ها در اندازه گیری حتما باید حضور داشته باشند .

گام ۱ اطمینان حاصل شود که سیستم اتصال زمین و همبندی متصل هستند.

گام ۲ مدار مورد آزمون را از مصرف ، جدا کنید

گام ۳ با دستگاه آزمونگر امپدانس حلقه آزمون در پریز انتهایی هر مدار باید انجام شود

گام ۴ مقدار را ثبت کرده و دستگاه آزمونگر را از مدار برق جدا کنید.

این آزمون از طریق انتهای مدار روشنایی هم می تواند بصورت یکباره و مستقیم انجام شود.

Zs را برای اطمینان از آنکه وسایل حفاظتی مثل MCB در اثر اتصال کوتاه در زمان مطلوب عمل می کند نیز اندازه گیری می کنیم و ضریب تصحیح دما را نیز باید تاثیر دارد اما در عمل ضرورتی ندارد که بخواهیم دما را در محل اندازه بگیریم و یک قانون سرانگشتی وجود دارد که امپدانس حلقه را کمتر از ۸۰ درصد امپدانس مجاز ذکر شده در جداول در نظر می گیرند که در اینصورت به مقداراندازه گیری شده نزدیک تر است در بالا جدولی برای این منظور آمده است که می توان از آن بهره جست.

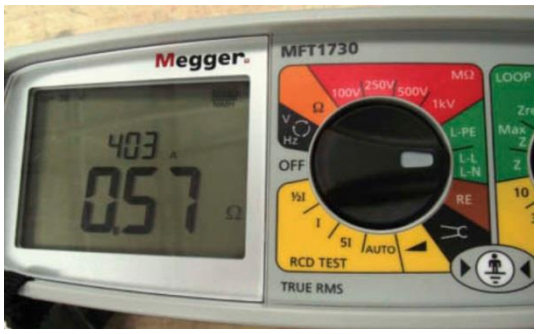
مثلا اگر از جدول Zs برای انشعاب 32 آمپر برابر 1.44 Ω باشد مقدار صحیح برای Zs برابر 1.44x0.8=1.15Ω

خواهد شد که احتمالا در اندازه گیری هم 1.2Ω بدست آمده است.

Values of Loop Impedance for Comparison with Test Readings.

Protection	Disconnection Time		5A	6A	10A	15A	16A	20A	25A	30A	32A	40A	45A	50A	60A	63A	80A	100A	125A	160A
BS 3036 fuse	0.4s	Z_s max	7.6	–	–	2.04	–	1.41	–	0.87	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	5s	Z_s max	14.16	–	–	4.2	–	3.06	–	2.11	–	–	1.27	–	0.89	–	–	0.42	–	–
BS 88 fuse	0.4s	Z_s max	–	6.82	4.09	–	2.16	1.42	1.15	–	0.83	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	5s	Z_s max	–	10.8	5.94	–	3.33	2.32	1.84	–	1.47	1.08	–	0.83	–	0.67	0.45	0.33	0.26	0.2
BS 1361 fuse	0.4s	Z_s max	8.36	–	–	2.62	–	1.36	–	0.92	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	5s	Z_s max	13.12	–	–	4	–	2.24	–	1.47	–	–	0.79	–	0.56	–	0.4	0.29	–	–
BS 1362 fuses	0.4s	Z_s max	(3A) 13.12			(13A) 1.9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	5s	Z_s max	(3A) 18.56			(13A) 3.06	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
BS 3871 MCB Type 1	0.4 & 5s	Z_s max	9.2	7.6	4.6	3.06	2.87	2.3	1.84	1.53	1.44	1.15	1.02	0.92	–	0.73	–	–	–	–
BS 3871 MCB Type 2	0.4 & 5s	Z_s max	5.25	4.37	2.62	1.75	1.64	1.31	1.05	0.87	0.82	0.67	0.58	0.52	–	0.42	–	–	–	–
BS 3871 MCB Type 3	0.4 & 5s	Z_s max	3.68	3	1.84	1.22	1.15	0.92	0.74	0.61	0.57	0.46	0.41	0.37	–	0.29	–	–	–	–
BS EN 60898 CB Type B	0.4 & 5s	Z_s max	(3A) 12.26	6.13	3.68	–	2.3	1.84	1.47	–	1.15	0.92		0.74	–	0.58	0.46	0.37	0.3	–
BS EN 60898 CB Type C	0.4 & 5s	Z_s max		3.06	1.84		1.15	0.92	0.75	–	0.57	0.46		0.37	–	0.288	023	0.18	0.15	–
BS EN 60898 CB Type D	0.4 & 5s	Z_s max		1.54	0.92		0.57	0.46	0.37	–	0.288	0.23		0.18	–	0.14	0.12	0.09	0.07	–

آزمون اتصال کوتاه پیش بینی شده PSC(L-L وL-N) و PFC(L-PE) :



روش آزمون دو سیمه :

گام ۱ دستگاه را روی وضعیت اندازه گیری PSC قرار دهید

گام ۲ فیش های فاز و خنثی(نول) دستگاه را به ترمینال مربوط در "سمت تغذیه" کلید اصلی تابلو وصل کنید

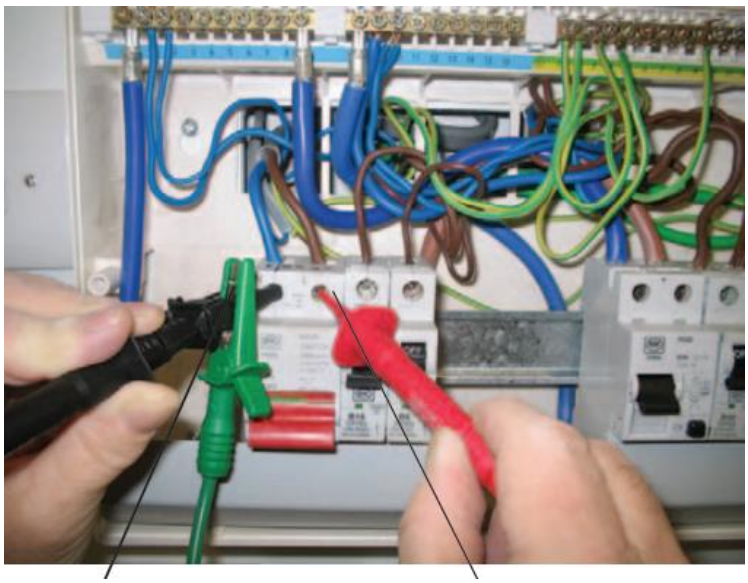
گام ۳ دکمه تست را برنید و مقدار خوانده را ثبت کنید.

روش آزمون سه سیمه :

گام ۱ دستگاه را روی وضعیت اندازه گیری PSC قرار دهید

گام ۲ فیش های فاز به ترمینال مربوط و خنثی(نول) وPE دستگاه با هم به ترمینال نول در "سمت تغذیه" کلید اصلی تابلو وصل شود

گام ۳ دکمه تست را برنید و مقدار خوانده را ثبت کنید.



فاز **نول و PE**

روش سه سیمه

تست و تحویل سیستم PV (فتولتائیک) منازل : غیر از نظارت چشمی که مربوط به همه بخش های این سیستم است ، PV دارای آزمون های دیگری نیز می باشد که شامل : ۱-آزمون اتصال کوتاه و مدار باز ۲- تست عایقی می باشد برای انجام دو آزمون اول برچسب و یا datasheet پنل اهمیت بالایی دارد و همین طور دمایِ محیط و میزان تابشِ آفتاب هنگامِ آزمون ، که مبنای انجام این کارهاست

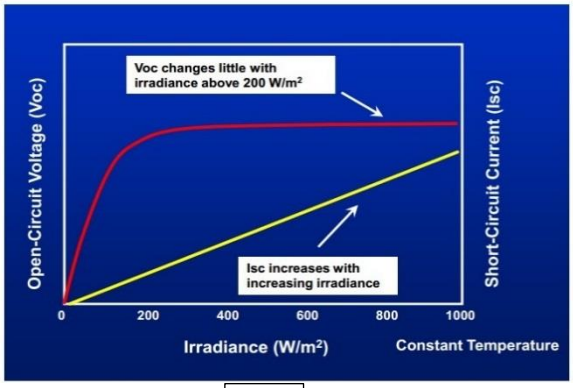
(آزمون اتصال کوتاه و مدار باز):

گام ۱ میزان دمای محیط را با دماسنج برحسب C° و میزان آفتاب را با آفتاب سنج برحسب W/m^2 اندازه گیری نمایید. و در چک لیست مربوط درج کنید فرض کنید 35 C° و $800w/m^2$

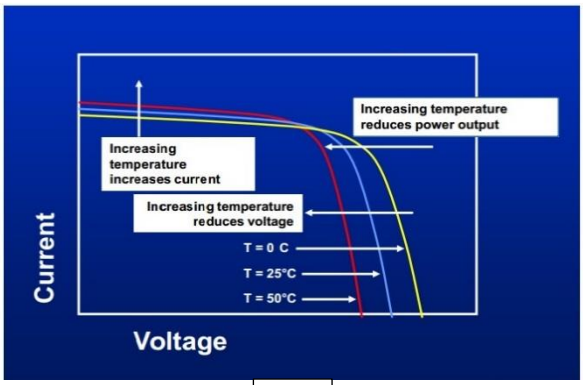
Table 10.1 Panel data sheet

Rated maximum power	180W
Tolerance	–0/+3%
Voltage at Pmax (Vmp)	36.4V
Current at Imp (Imp)	4.95A
Open-circuit voltage (V_{oc})	44.2V
Short-circuit current (I_{sc})	5.13A
Nominal operating temp	45°C
Maximum system voltage	1000V d.c
Maximum series fuse rating	15A
Operating temperature	–40°C to +85°C
Protection class	Module Application Class A
Cell technology type	Mono – SI
Weight (kg)	15.5
Dimensions (mm)	1580 X 808 X 45
Standard test conditions	Cell temp = 25°C AM 1.5 1000W/m²
Temperature coefficient (V_{oc})	–0.172 V / °C
Temperature coefficient (I_{sc})	0.88 mA / °C

گام ۲ حال باید میزان Voc و Isc مورد انتظار را بدست آورید اگر فرض کنیم datasheet panel بصورت مقابل باشد برای اندازه گیری ولتاژ مدار باز باید با توجه به دیتا شیت میزان ولتاژ مدار باز یک پنل Voc=44.2 V باشد که برای ۶ پنل سری فرضی که روی بام داریم می شود 6x44.2=265.2 volts این میزان ولتاژ مربوط به STC یعنی شرایط استاندارد تست که دما 25 درجه است می باشد ما باید ضریب تصحیح دما را اعمال نماییم که با توجه به دیتا شیت برابر 0.172 است با توجه به دمای محیط که 35 درجه است (25-35) یعنی ۱۰ درجه افزایش داریم که : 10x0.172=1.72v را خواهیم داشت که میزان Voc با احتساب این مقدار برابر خواهد شد با مقدار 44.2-1.72=42.82 volt.با احتساب ۶ پنل ولتاژ برابر خواهد بود با 6x42.82=256.92 volts که تفاوت قابل ملاحظه ای نسبت به میزان ولتاژ 265.2 volts دارد .پس میزان ولتاژ مورد انتظار Voc=256.92 v خواهد بود .



الف



ب

مطابق نمودار بالا (الف) ، تاثیر تابش نور بر ولتاژ سیستم های PV است از $200W/m^2$ به بعد ، میزان تابش بر ولتاژ بی تاثیر است و بنابراین از آن صرفنظر می کنیم ، با توجه به نمودار (ب) تاثیر دما در جریان اتصال کوتاه چندان نیست و اما در نمودار دیگر (سمت چپ)میزان تابش آفتاب تاثیر خیلی زیادی در Isc دارد.(بصورت تقریبا خطی) از روی datasheet

String tests	Cell Temperature (2)	35 c^0		
	Irradiance	800 w/m^2		
Calculated values (3)	Voc expected (V) (3)	256.92 V		
	Isc expected (A) (3)	4.14A		
Measured values	Voc actual (V)			
	Isc actual (A)			
Array insulation resistance	Test voltage (V)			
	Pos - Earth (MΩ)			
	Neg - Earth (MΩ)			

این مقدار Isc=5.13A دیده می شود اما این مقدار مربوط به شرایط استاندارد تست (STC) است که میزان آفتاب $1000w/m^2$ می باشد اما با آفتاب سنج میزان تابش نور خورشید در شرایط تست و نگهداری فعلی $800w/m^2$ دیده شود . بنابراین جریان اتصال کوتاه مورد انتظار بصورت تقریبی Isc=5.13x0.80=4.14A خواهد شد. این مقادیر را در چک لیست درج شود

گام ۳ با قطع نزدیک ترین کلید جداکننده به اینورتر در ورودی آن ولتاژ بین ترمینال مثبت و منفی ، مطابق شکل اندازه گیری می شود و Voc در چک لیست درج شود

گام ۴ کلید جداکننده ورودی سمت dc را نیز قطع شودو کانکتور MC4 یک ردیف مطابق شکل زیر جدا شود

گام ۵ کانکتورهای MC4 مثبت و منفی بهم وصل شود

گام ۶ کلید جداکننده ورودی را وصل کرده و توسط یک آمپر متر کلمپی مقدار Isc خوانده و در چک لیست ثبت شود.

ب) آزمون مقاومت عایقی :

در یک تاسیسات جدید برای این آزمون دستگاه را روی ولتاژ 500V و d.c. تنظیم کنید این آزمون بین هادی های مثبت و و همچنین بین هادی منفی و PE به شرح زیر انجام و ثبت می شود:

گام ۱ جداسازی سمت DC

گام ۲ بعد از جداسازی، ارتباط کابل های خروجی دو ترمینال سمت DC بدون برق می شود

گام ۳ فیش های دستگاه مقاومت عایقی را در سمت بدون برق ایزولاتور و PE اتصال دهید

گام ۴ ایزولاتور را در وضعیت روشن قرار دهید و یک بار قطب مثبت و PE را اندازه گیری کنید و یک بار دیگر قطب منفی و PE را اندازه گیری کنید و مقاومت عایقی را در برگه مربوط ثبت کنید

گام ۵ فیش ها را جدا کرده و کابلها را دوباره وصل کنید

برخی برای اندازه گیری قطب مثبت و منفی که به ماژول ها ارتباط دارند را بهم وصل کرده و بصورت حرفه ای اندازه گیری می کنند اما باید به خطرات و احتیاطهای لازم توجه داشت.

مقادیر بدست آمده در این جدول را در برگه نشان داده شده در آزمون قبل و در محل مربوط یاداشت می شود.

گزارش تحویل
نتایج آزمون ها

شماره گواهی تحویل :

پیوستگی	
مقاومت عایقی	
امپدانس حلقه اتصال کوتاه	
RCD	
مقاومت الکترود زمین	

جزییات دستگاهها شامل شماره سریال ونوع آن را برای تست های بالا بنویسید

جزییات مدارها و توضیحات مربوط :

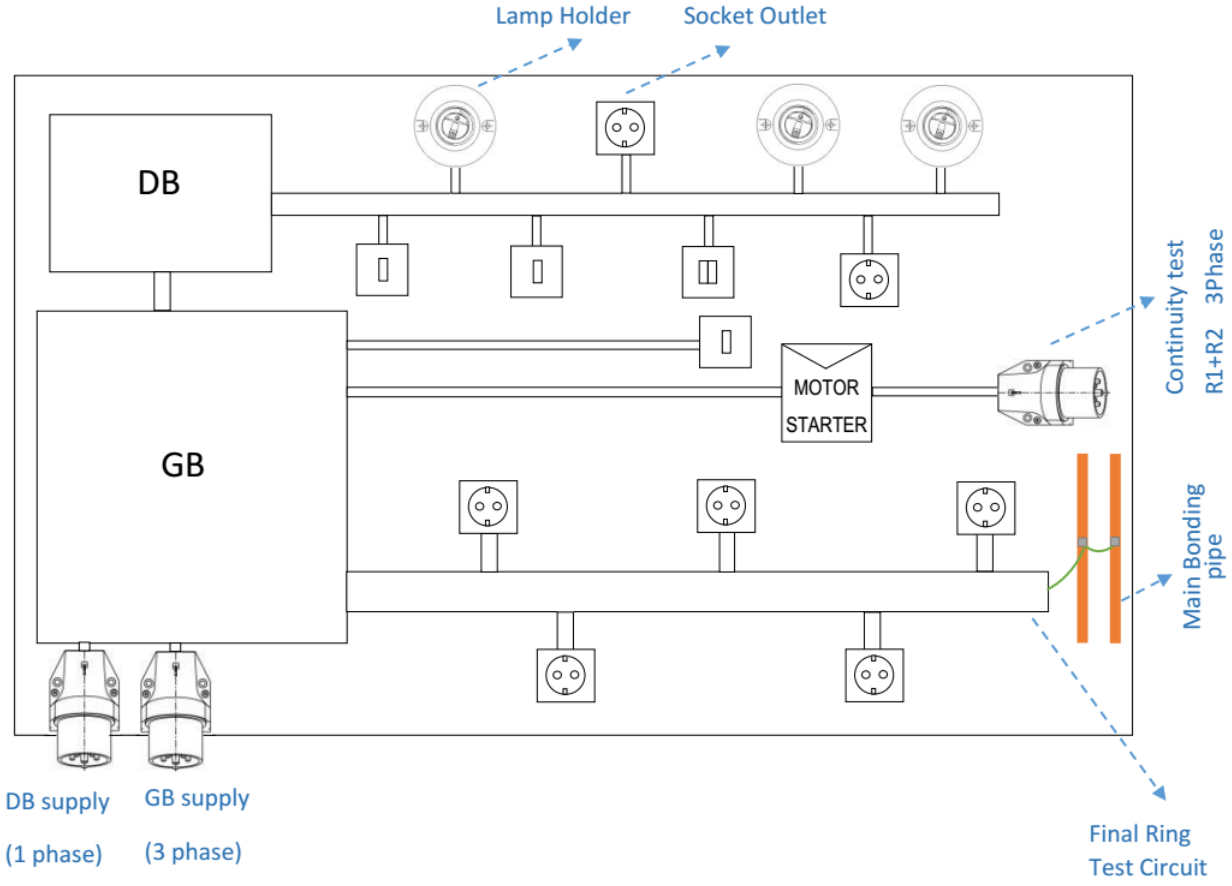
DB
محل نصب
Zs از DB ..... Ω
I_{pf} از DB ..... (kA)
صحت قطبیت در برق وردی با تابلو
(در صورت امکان) توالی فاز

آزمونگر:
نام و نام خانوادگی
تاریخ
امضاء

نتایج آزمون

نکات و الزامات	RCD (ms)			Zs Ω	قطبیت	مقاومت عایقی Insulation Resistance Insulation (MΩ)		پیوستگی Continuity Ω (R1 + R2) or R2		پیوستگی مدار حلقوی Ring final circuit continuity Ω			جزییات هادی مدار			وسایل اضافه جریان				جزییات مدار	
	عملکرد دکمه تست	@ $5I_{\Delta n}$	@ $I_{\Delta n}$			Live - Earth	Live - Live	R2	R1+R2	r2 (cpc)	rn (neutral)	r1 (line)	cpc (mm^2)	Live (mm^2)	روش اندازه گیری	قطع قدرت (kA)	مقدار نامی (A)	نوع	استاندارد	شرح مدار	شماره مدار

* نمونه تابلوی تست وتحویل جهت آموزش و کار سنجش عملی مهندسین پس از پایان دوره یادگیری این دستورالعمل



منابع و مراجع :

1-IEC 60364-Part 6 Eelectrical Installation Verification- 2016

2-BS 7671 Requirements for Electrical Installation, 18th Edition -2018

3- Practical Guide to Inspection Testing and Certifcation Christopher Kitcher 4th Edition

4- Guidance Not-3 Inspection Testing IEE Wiring Regulations

5- ON-SITE GUIDE BS 7671 2018-IEE Wiring Regulations 18th Edition

6- Inspection, Testing and Certification - Brian Scaddan , 17th Edition

7- Electrical Inspection Testing and Certifcation,Michael Drury,2th, C&G2394/2395

8-Testing Electrical Installation , Anthony Hinsley , 7th Edition

9- Electrical Installation Note , G.L.Taylor NEC-2005, McGraw-Hill

10- Design and Verification ,Brian Scaddan, 6th Edition , 2008