

نکات اجرایی تأسیسات برقی ساختمان

سازمان نظام مهندسی ساختمان تهران

سکوفه ترکاشوند

بهار ۱۳۹۱



فهرست

۲	فهرست شکل ها و جداول
۳	مقدمه
۴	هم بند کردن
۷	لوله کشی
۹	کابل کشی و سیم کشی
۱۳	روشنایی
۱۴	سیستم اعلام حریق
۱۷	سیستم پیام رسانی (صوتی)
۱۸	سیستم آنتن مرکزی تلویزیون
۱۸	سیستم های جریان ضعیف دیگر
۱۹	سیستم تلفن
۲۱	چاه زمین
۲۵	نیروی برق ایمنی
۲۶	تابلوها
۲۹	ژنراتورها
۳۲	آزمایش تأسیسات الکتریکی
۳۲	۱- پیش از انجام آزمایش
۳۲	۲- بازرسی ظاهری
۳۳	۳- بازرسی دوره ای
۳۴	۴- ترتیب انجام آزمایشات
۳۵	۵- آزمایشات پیوستگی
۵۸	۶- ویژگیهای تجهیزات آزمایش
۶۳	۷- آزمایشات و بازرسیهای دوره ای
۶۵	۸- گواهی اتمام
۶۵	مراجع





فهرست شکل‌ها

شکل ۱- مدار همبندی	۶
شکل ۲- آزمایش پیوستگی های حفاظتی با استفاده از هادی خنثی به عنوان سیم برگشت	۳۶
شکل ۳- خطر قطع سیم خنثی مدار به جای فاز.....	۳۸
شکل ۴- آزمایش قطب بندی (پلار تیه)	۳۹
شکل ۵- آزمایش عایق نسبت به زمین	۴۲
شکل ۶- آزمایشات عایقی بین فاز	۴۲
شکل ۷- آزمایش عایقی دیوارها و کفها در محیطهای عایق	۴۴
شکل ۸- اندازه گیری مقاومت الکتروود زمین با دستگاه مخصوص	۴۶
شکل ۹- اثر هم پوشانی محدوده مقاومتها	۴۸
شکل ۱۰- اصول آزمایش اندازه گیری مقاومت حلقه خطای زمین	۵۴
شکل ۱۱- اتصالات دستگاه آزمایش RCD	۵۶
شکل ۱۲- دستگاه آزمایش RCD	۵۷

فهرست جداول

جدول ۱ - حداقل فواصل زمانی بازرسیهای دوره ای	۳۳
جدول ۲- تقدم و تاخر انجام آزمایش در تاسیسات جدید	۳۴
جدول ۳ - ضریب تصحیح حرارت	۳۷
جدول ۴ - ضریب تصحیح عایق	۳۷
جدول ۵ - اندازه گیری مقاومت عایقی در ولتاژهای بالا.....	۴۱
جدول ۶- حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین با فیوز	۵۰
جدول ۷- حداکثر امپدانس حلقه اتصال با کلید مینیا توری	۵۱
جدول ۸- حداکثر امپدانس هادیهای مدار حفاظتی پریزها	۵۲
جدول ۹- حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین برای تجهیزات ثابت	۵۳
جدول ۱۰- آزمایشات تاسیسات در حال کار.....	۶۴





مقدمه

از آغاز اجرایی شدن ماده ۳۳ در شهر تهران همواره این دغدغه وجود داشته است که نقشه های کنترل شده فاز ۲ به نحو صحیحی اجرا نخواهند شد. در سازوکار در نظر گرفته شده وجود ناظران در ۴ رشته به عنوان بازوان کنترلی نظام مهندسی این اطمینان را ایجاد می نمود که چنین نگرانی بی مورد خواهد بود، اما در عمل کاستی هایی از جانب مجریان و ناظران نگرانی های اولیه را محقق نمود.

برای جلوگیری از این تخلفات، از ابتدای سال ۱۳۸۹ از سوی سازمان روند نظارت مضاعف در نظر گرفته شد، تا کیفیت ساخت و ساز تضمین گردد. در این مدت تجارب باارزشی بدست آمده است که در این مقاله سعی می شود بدان ها اشاره شود.

چارچوب مقاله عبارت از تشریح معمول ترین اشکالات اجرایی و مواد مورد استناد در آئین نامه های مربوطه به اضافه پیشنهاداتی برای رفع آن خواهد بود.





هم‌بند کردن

• قسمت های اصلی فلزی ساختمان، مانند اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن (در صورت امکان)

• هادی حفاظتی کلیه وسایل و دستگاه های نصب ثابت و هادی های حفاظتی پریزها

در سرویس های بهداشتی می بایست برای هم ولتاژ کردن هم بندی اضافی انجام شود همین هم بندی موارد زیر را شامل می شود:

• وان یا زیر دوشی فلزی

• لوله های آب سرد و گرم

• بدنه های هادی وسائل نصب ثابت

• لوله های فلزی فاضلاب

• لوله های گاز، حرارت مرکزی یا هر نوع لوله دیگر

• هادی های حفاظتی مدارهای پریز و روشنایی

در آشپزخانه باید برای هم ولتاژ کردن هم بندی اضافه انجام شود، این هم بندی باید موارد زیر را شامل شود:

• یخچال، اجاق گاز، قفسه بندی فلزی، ظرفشویی (سینک)، هر نوع وسایل برقی، لوله های

آب سرد و گرم، لوله های فاضلاب، لوله های حرارت مرکزی، اجزای فلزی ساختمان از

جمله ستون ها، هادی های حفاظتی مدارهای پریز و روشنایی.

مهندس ناظر برق از زمانی که اسکلت ساختمان اجرا می شود باید وارد عملیات نظارت شود.

در پروژه می بایست هم بندی اصلی و اضافی زیر نظر متخصص مربوطه به قرار زیر انجام گردد:





الف: هم‌بندی اصلی برای هم‌ولتاژ کردن

یک هادی هم‌بندی اصلی باید کلیه قسمت‌های زیر را از نظر الکتریکی به یکدیگر وصل کند.

- هادی حفاظتی اصلی
- هادی اتصال به زمین
- لول‌های اصلی فلزی آب
- لوله‌های اصلی گاز
- لوله‌های قائم (رایزرها) تأسیسات از هر نوع
- قسمت‌های فلزی اصلی ساختمان مانند اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن.

ب: هم‌بندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن

هم‌بندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن باید کلیه قسمت‌های ... را که به‌طور هم‌زمان در دسترسند در برگیرد از جمله:

- کلیه نرده‌ها و پلکان و قسمت‌های فلزی استخر
- کلیه بدنه‌های هادی دستگاه‌ها و لوازم و غیره که به‌صورت ثابت نصب شده باشند.
- قسمت‌های هادی بیگانه از هر نوع



همولتاژ کردن

B - ترمینال اصلی اتصال زمین

M - بدنه هادی

C - قسمت هادی بیگانه

P - لوله اصلی فلزی آب

T - الکتروود زمین

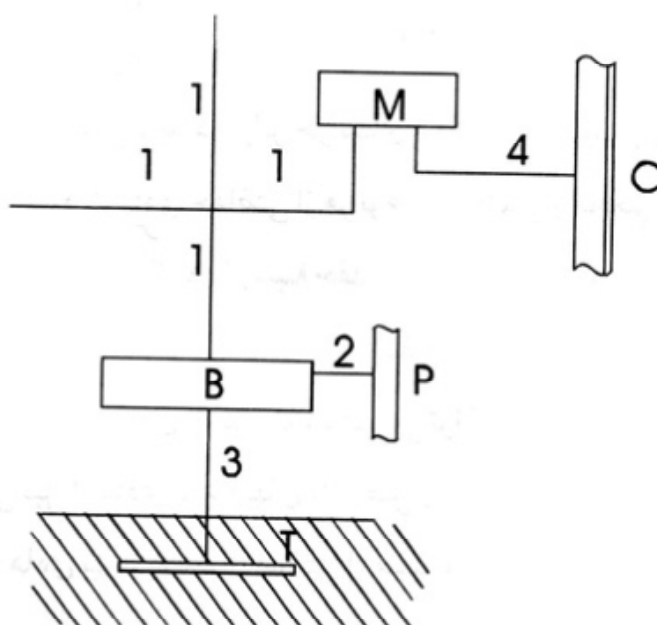
۱ - هادی حفاظتی

۲ - هادی همبندی اصلی

همولتاژ کردن

۳ - هادی زمین

۴ - هادی همبند اضافی



شکل ۱- مدار همبندی

- مواد کاهنده مقاومت نسبت به نمک و ذغال ارجح می باشد.
- مقاومت مجاز سیستم اتصال زمین فشار ضعیف حداکثر ۲ اهم می باشد.
- قسمت های فلزی اصلی ساختمان مانند اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن باید به چاه ارت متصل گردد.



لوله کشی

- از لوله خرطومی استفاده نشود چون خطر زخم شدن سیستم ها وجود دارد.
- برای جلوگیری از خطر برق گرفتگی به هنگام نصب اشیاء روی دیوار باید در نظم اجرای لوله ها دقت شود در مسیرهایی که جهت لوله ها تغییر می کند افقی و عمودی بودن آن ها رعایت شود.
- بعد از اجرای لوله های کف ماهیچه کشی انجام گردد که از شکستن لوله ها جلوگیری شود.
- لوله ها به صورت موقت مسدود شده باشند که از بسته شدن لوله ها جلوگیری شود.
- تعمیرات یا نشست آب در کف حمام و آشپزخانه لوله ها را دچار آسیب می کند به همین دلیل لوله ها در کف حمام، دستشویی و آشپزخانه اجرا نشود.
- حریم بین لوله های تأسیسات یا لوله های برق که ۱۵ سانتی متر می باشد رعایت شود.
- از سه راهی و زانویی استفاده نشود چون خطر زخم شدن سیم ها وجود دارد.
- جعبه تقسیم ها و لوله های برق در دسترس باشند.
- زاویه خم لوله به گونه ای نباشد که سیم یا کابل واقع در آن صدمه ببیند.
- در داخل قوطی ها ۱۵cm سیم رزرو در نظر گرفته شود.
- کلیه لوله کشی و سیم کشی ها از کلید به کلید (پریز به پریز) می باشد.
- در مواردی که لوله های برق از درز انبساط ساختمان عبور می کند می بایست از لوله فولادی خرطومی قابل انبساط و انقباض استفاده شود.





- از داخل لوله های رزرو یک طناب پلاستیکی عبور داده تا در زمان نیاز کابل به راحتی از آن عبور نماید.
- کلیه سیم کشی های (روشنایی، پریش، جریان ضعیف) به صورت توکار در داخل لوله های پی، وی، سی سخت متوسط با مدارهای جداگانه انجام گردد.





کابل کشی و سیم کشی

- برای کابل ها در هر طبقه دریچه بازدید اجرا شود به این دلیل که ردگیری و تعویض مدارها در آینده بدون اشکال انجام پذیرد که این امر در مقررات ملی مبحث ۱۳ بند ۴-۱-۴ ذکر شده است.
- کابل هایی که محل عبور آنها قدرت و فشار ضعیف بر روی سینی می باشد دقت شود که بین آنها دیواره ی جدا کننده باشد که این امر در مقررات ملی ۱۳-۶-۲-۱۲ ذکر شده است.
- رایزر برق و رایزر مکانیک از هم تفکیک شده باشند.
- از داکت آسانسور برای برق استفاده نشود بر طبق مقررات ملی بند ۱۵-۲-۳-۳-۵
- ارتفاع پریشها در آشپزخانه بررسی شود که برای لباسشویی ۷۰cm، برای اجاق گاز ۳۰cm و برای هود ۱۸۰cm در نظر گرفته شده باشد (جایگذاری شده باشد). ارتفاع ۳۰ سانتی متری پریش اجاق گاز جهت عدم مجاورت پریش با فر اجاق است.
- کلید و پریش به کار رفته در آشپزخانه در اطراف شیر گاز حداقل ۱۰ cm از شیر گاز بالاتر باشد.
- فاصله پریشها از هم حداکثر ۳ متر باشد البته به جز در نظر گرفتن فضای پنجره ها و درها که این امر در مقررات ملی ۱۳-۹-۱-۱-۲ ذکر شده است.
- پریشها در یک اتاق از یک مدار تغذیه شوند که این امر در مقررات ملی ۱۳-۹-۰-۶ ذکر شده است و بدین وسیله خطرات استفاده افراد به اطلاع به هنگام قطع یک مدار کاهش می یابد.





- سیم های افشان یا قلع اندود شده باشند یا در آنها از سر سیم استفاده شود. این کار باعث می شود که رشته سیم ها به طور کامل زیر پیچ قرار گیرند و از قطعی آنها جلوگیری شود که این امر در مقررات ملی ۱۳-۶-۲-۱۴ ذکر شده است.
- پیچیدن سیم ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق بندی محل اتصال با نوار چسب الکتریکی طبق مقررات ملی ۱۳-۶-۲-۱۶ ممنوع می باشد بررسی شود که این کار انجام نشده باشد.
- سیستم ارت در روشنایی، پریش و کولر طبق مقررات ملی ۱۳-۹-۰-۷ الزامی می باشد.
- عمق کانال کابل فشار ضعیف در محوطه ۷۰ سانتیمتر می باشد.
- عرض کانال حفاری شده باید ۵۰ سانتی متر بوده و به ازاء دو رشته کابل اضافه ۱۰ سانتی متر به عرض کانال اضافه شود.
- قبل از انجام کابل کشی نسبت به تسطیح کانال و پاکسازی نخاله ها اقدام شود.
- از پیچ و تاب و نوسان کابل در کانال جلوگیری شود.
- در صورتی که دو کابل هم ولتاژ در داخل یک معبر برده شود حداقل فاصله بین آن ها ۱۰ سانتی متر و در صورتی که هم ولتاژ نباشد ۳۰ سانتی متر می باشد.
- در هنگام کابل کشی ابتدا ۱۰ سانتی متر کف کانال ماسه بادی و بعد از خوابانیدن کابل ۱۰ سانتی متر روی آن ماسه بادی و بعد در هر متر ۱۰ عدد آجر و سپس روی آن نوار هشدار دهنده و در آخر کانال را از خاک سرند شده مازاد مسیر پر می کنیم.





• در عرض معابر که در معرض عوامل زنگ زدگی و خوردگی و یا نیاز به استحکام مکانیکی بالا می باشیم از لوله فولادی گالوانیزه داغ استفاده گردد، در این حالت درصد سطح مقطع اشغال شده برای یک رشته کابل باید ۵۵٪ قطر لوله باشد.

• ارتفاع نصب کلید و پریزها و ... از کف تمام شده به قرار زیر می باشد:

۱- ارتفاع نصب کلید ۱۱۰ سانتی متر

۲- ارتفاع نصب پریزها بطور عمومی حداقل ۳۰ سانتی متر

۳- ارتفاع نصب پریزهای پارکینگ، آشپزخانه و سرویس های بهداشتی ۱۱۰ سانتی متر

۴- ارتفاع نصب آیفون ۱۵۰ سانتی متر

۵- ارتفاع نصب کلید کولر ۱۴۰ سانتی متر

۶- ارتفاع نصب چراغ های دیواری حداقل ۲۲۰ سانتی متر

۷- ارتفاع نصب تابلوهای برق توکار یا روکار از محور افقی آن ۱۶۰ سانتی متر

۸- ارتفاع نصب جعبه تقسیم های توکار یا روکار ۲۲۰ سانتی متر

هچنین نکات ذیل رعایت گردند:

۱- کلیه سیم ها از نوع افشان NYAF می باشد.

۲- می بایست حتما سر سیم لحیم شود و یا از سیم مسی استفاده شود.

۳- چراغ های فلورسنت می بایست حتما مجهز به خازن ۹ میکرو فاراد باشد.

۴- تأمین برق هود آشپزخانه (فن و روشنایی هود) از طریق انشعاب از پریز برق اجاق گاز

(H=30cm) خواهد بود که پریز مربوطه در ارتفاع ۷۰ سانتی متری و انشعاب جهت هود

در ارتفاع ۱۷۰ سانتی متری از کف تمام شده خواهد بود.





۵- پیمانکار موظف است کلیه نقشه های برقی را با نقشه های تأسیسات و معماری مطابقت داده و کلیه اجناس مصرفی را پیش از تهیه و نصب به تأیید کارفرما و دستگاه نظارت برساند.

۶- ارتباط الکتریکی کلیدهای تبدیل به طریقه استاندارد (فاز در کلید و ارتباط دو کنتاكت مشترک تبدیل به هم و نول در سر پیچ) انجام می گیرد.

۷- طبق مقررات ملی ۱۳-۹-۰-۳ مدار روشنایی و پریز از هم باید از هم تفکیک شده باشند. امکان اتصالی و قطعی در پریزها زیاد است ممکن است این قطعی روشنایی را نیز قطع کند.





روشنایی

- ۱- طبق مقررات ملی ۱۳-۹-۵-۱-۲ برای مکان های زیر باید روشنایی ایمنی که شدت آن از ۱۰ لوکس کمتر نباشد پیش بینی شود. راهروها و راه های خروجی - پله ها- آسانسورها و سراسراهای آسانسور در طبقات محوطه هایی که در مسیر راه های خروج قرار دارند.
- ۲- برای چراغ های استخر و سونا از ترانس 12v ولت استفاده شود برای جلوگیری از برق گرفتگی یک صفحه بریر در ترانس کاهنده باید موجود باشد تا احتمال اتصال سیم پیچ ۲۲۰ به ۱۲ ولت را از بین ببرد.
- ۳- روشنایی چاه آسانسور اجرا گردد. طبق مقررات ملی ۱۵-۲-۳-۳-۶ دو عدد چراغ در فاصله نیم متر از بالاترین و پایین ترین نقطه چاه و مابقی چراغ ها به فواصل حداکثر ۷ متر با حفاظ و قابلیت روشن و خاموش شدن از موتورخانه و چاهک باید نصب شوند.





سیستم اعلام حریق

نصب آشکار سازهای دود در ساختمان های مسکونی ۵ طبقه و بیشتر (از کف زمین) ساختمان های اداری، تجاری، خدمات عمومی، بیمارستان ها، درمانگاه ها و مراکز اجتماع در تمامی اتاق خواب ها و مناطق مجاور به آنها الزامی می باشد. در پلکان ها، آسانسور و چاه آسانسور نیز همچنین و شستی در مجاورت پله و جعبه آتش نشانی جایگذاری می گردد که در مقررات ملی ۱۳-۸-۰-۷ ذکر شده است.

آشکارسازهای دود علاوه بر باتری باید با استفاده از سیم های برق به انشعاب برق ساختمان نیز متصل باشد. آشکارسازهای دود باید به یکدیگر متصل بوده و زنگ هشدار آن ها در داخل اتاق های خواب قابل شنیدن باشد

در مورد نوع سیم به کار رفته در مدارات اعلام حریق در مقررات ملی ایران صراحتی وجود ندارد ولی بعضی از استانداردهای جهانی مانند BS، کابل shield را لازم دانسته اند. توصیه می شود در انتهای لوله وارده به آشکارساز و سایر تجهیزات اعلام حریق از جعبه تقسیم استفاده گردد.

۱- محل قرار گرفتن تابلوی اعلام حریق باید به گونه ای باشد که به هنگام حریق مأموران آتش نشانی بدون در خطر قرار گرفتن آن را رؤیت نمایند. بنابراین مجاورت درهای ورودی برای این محل توصیه می گردد.

۲- استفاده از لوله فولادی برای سیستم اعلام حریق مطابق مقررات ضرورتی ندارد.





۳- مراکز سیستم اعلام حریق باید از نوع تحت مراقبت دائم باشد، به گونه ای که عمل یکی از

دکتورها سبب بر هم خوردن تعادل مدار و در نتیجه اعلام حریق در آن مدار شود.

قطعی یا بروز اتصالی در هر مدار باید به نحوی مطلوب ثبت و اعلام شود. بروز خرابی، از هر

نوع، در یک مدار (زون) نباید سبب از کار افتادن سایر مدارها یا کل سیستم شود.

هر مرکز باید به وسائل تأمین نیروی ایمنی مخصوص به خود (باطری) با کلیه لوازم و

متعلقات مربوط، مانند دستگاه شارژ کننده و غیره، مجهز باشد تا سیستم در همه احوال

آماده به کار باشد.

۴- مرکز سیستم اعلام حریق باید در محلی که خارج از دسترس عموم است نصب شود و به

طور شبانه روزی تحت مراقبت افراد کارآموده باشد.

۵- کلیه مدارهای سیستم اعلام حریق باید مستقل از سایر سیستم ها کشیده شود و فقط در

مواردی که بین مرکز اعلام حریق و ایستگاه آتش نشانی ارتباط وجود دارد، می توان از

مدارهای سیستم تلفن برای این منظور استفاده کرد. کلیه مقررات شرکت تلفن در این مورد

باید رعایت شود.

۶- در ساختمان هایی که به سیستم اعلام حریق مجهز می شوند، علاوه بر محل های نصب

انواع دکتورها بر حسب ضرورت، در محل های زیر نیز باید دکتور مناسب (دودی یا

حرارتی) نصب شود:

الف) اتاق های ترانسفورماتور، اتاق های تابلوها (اتاق های برق)

ب) اتاق های مربوط به تأسیسات مکانیکی

ج) موتورخانه آسانسور و چاه آسانسور (مبحث ۱۵- آسانسورها و پله های برقی دیده می شود)





د) کریدورها و راه پله ها

ه) اتاق مرکز تلفن و سیستم های جریان ضعیف

۷- وسائل صوتی اعلام حریق (آژیر، بوق، زنگ و نظایر آن) باید از انواعی باشند و نیز محل نصب آنها در فضاهای عمومی ساختمان باید به نحوی انتخاب شود که هنگام بروز حریق، صدای آنها به سهولت در دورترین نقاط ساختمان قابل شنیدن باشد.





سیستم پیام رسانی (صوتی)

- ۱- دستگاه های مرکز تقویت و پخش سیستم پیام رسانی باید از نوع با ولتاژ زیاد (۵۰-۷۰-۱۰۰-۱۴۰ ولت) یا امپدانس زیاد باشد. قدرت اسمی سینوسی سیستم باید حداقل معادل جمع قدرت های بلندگوها، با احتساب نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای تطبیق آنها باشد. هر مدار خروجی باید مجهز به وسیله حفاظت مخصوص به خود باشد، به نحوی که خرابی در یک مدار سبب از کار افتادگی کل سیستم نشود. انجام کلیه اتصالات باید با به کارگیری اتصال های مخصوص برای هر مورد (فیش، ادیو، دین و غیره) انجام شود.
- ۲- هادی های مدارهای میکروفن باید مخصوص این کار (مجهز به پرده یا زره و نظایر آن) باشد و همراه با هیچ مدار دیگری، مانند مدار بلندگو، به داخل یک لوله هدایت نشود.
- ۳- مدارهای تغذیه کننده بلندگوها باید مستقل از سیستم های دیگر، به داخل لوله های فولادی هدایت شوند، مگر آنکه هادی های دارای پرده فلزی زمین شده باشند که در این صورت استفاده از لوله پلاستیکی مجاز خواهد بود.
- ۴- کلیه اتصالات مربوط به ترانسفورماتورهای تطبیق بلندگوها باید یا لحیم کاری یا با استفاده از لحیم کاری و اتصال های مخصوص اجرا شود. استفاده از اتصالات پیچی، جز در مواردی که اجزای سیستم مجهز به این گونه اتصالاتی های باشند، ممنوع است.
- ۵- در ساختمان هایی که به سیستم پیام رسانی مجهز می شوند، علاوه بر محل های نصب انواع بلندگو بر حسب ضرورت، در محل های زیر نیز باید بلندگو نصب شود:
الف) کابین آسانسور؛ ب) سرسرای انتظار آسانسور ج) راهروها و راه پله ها





سیستم آنتن مرکزی تلویزیون

- ۱- مرکز تقویت و تغییر فرکانس سیستم آنتن مرکزی باید کلیه کانال های موجود در منطقه نصب را شامل شود و حداقل قدرت تقویت آن معادل حداکثر افت در کل سیستم توزیع شبکه محلی باشد.
- ۲- کلیه لوازم و وسائل به کار رفته در سیستم آنتن مرکزی باید از انواع مخصوص این کار باشد و از وسائل متفرقه و نامربوط در آن استفاده نشود.
- ۳- کابل های سیستم توزیع آنتن باید از نوع هم محور با امپدانس مشخصه ۷۵ اهم باشد و سطح مقطع آن با توجه به مشخصات سیستم و افت آن انتخاب شود.
- ۴- مدارهای سیستم آنتن مرکزی باید به صورت مستقل از دیگر سیستم ها، در لوله های مخصوص آن هدایت شوند.
- ۵- محل آنتن مرکزی روی پشت بام در بلندترین محل ممکن نصب گردد.
- ۶- مقاومت انتهایی آنتن گذاشته شود، علت آن این است که برگشت موجی که منتقل می شود اتفاق نیفتد تا کیفیت تصویر مطلوب باشد.

۷- سیستم های جریان ضعیف دیگر

- ۸- سیستم های چند رسانه ای، شبکه های رایانه ای، سیستم های حفاظتی و دزدگیر، تلویزیون مدار بسته، ساعت مرکزی، کنترل و ابزار دقیق و سیستم های BMS (سیستم مدیریت ساختمان)





سیستم تلفن

- ۱- در ساختمان هایی که مراکز اختصاصی تلفن دارند، لازم است اتاق مرکز و در صورت نیاز اتاق های سایر تجهیزات مربوط به سیستم تلفن در محلی مناسب، از نظر ارتباط با شبکه تلفن شهری و مدارهای داخلی ساختمان، پیش بینی شود و از آن جز برای نصب تجهیزات مربوط به تلفن، و در صورت داشتن فضای کافی برای دیگر تجهیزات جریان ضعیف، برای هیچ منظور دیگری استفاده نشود. ابعاد اتاق و راهروهای اطراف کابینت ها و میزهای مربوط باید برای انجام کلیه عملیات سرویس و تعمیرات کافی باشد.
- ۲- در ساختمان های فاقد مرکز تلفن اختصاصی، محل جعبه تقسیم ترمینال اصلی که خطوط ورودی به آن وصل می شود باید به نحوی انتخاب شود که انجام ارتباط بین این جعبه و خطوط شبکه شهری و جعبه های تقسیم طبقات به سهولت انجام شود.
- ۳- جعبه تقسیم های ترمینال طبقات یا مناطق توزیع باید با توجه به توسعه های بعدی پیش بینی شوند و برای اتصالات اضافی محل کافی داشته، به ترمینال زمین مجهز باشند.
- ۴- ارتباط بین جعبه تقسیم های ترمینال طبقات و جعبه تقسیم های نیمه اصلی یا جعبه تقسیم مرکز تلفن باید با کابل حفاظت شده در لوله ها یا مجاری کابل، انجام شود.
- ۵- کابل های مورد استفاده در سیستم های تلفن باید نوعی پرده فلزی (فویل، زره یا نظایر آن) داشته، شامل یک رشته هادی مخصوص اتصال زمین باشد. مقررات ملی ۱۳-۸-۰-۸
- ۶- اتصالات بین جعبه تقسیم های ترمینال و محل دستگاه تلفن (پریز تلفن) باید مشتمل بر سه رشته هادی (شامل زمین) باشد.





یادآوری ۱- در ساختمان های فاقد مرکز تلفن و اگر از نظر مقررات شرکت مخابرات بلامانع باشد، می توان به دو رشته هادی اکتفا کرد.

۷- اتصال به دستگاه تلفن می تواند به یکی از دو روش زیر انجام شود:

الف) در محل جعبه سیم کشی تلفن، جعبه انتهایی تلفن

ب) در محل جعبه سیم کشی تلفن، پریرز محصول تلفن (با حداقل سه کنتاکت) نصب و اتصال تلفن به آن از طریق سه یا چند شاخه مناسب انجام شود.

یادآوری ۲- در ساختمان های فاقد مرکز تلفن خصوصی در صورت وجود شرایط ذکر شده در یادآوری ۱ می توان از پریرز دو کنتاکته استفاده کرد.

یادآوری ۳- پریرزهای دو، سه یا چند کنتاکته تلفن باید مخصوص این سیستم باشد، به گونه ای که وصل اشتباهی دو شاخه های برق به آنها یا دو، سه یا چند شاخه های تلفن به پریرزهای برق امکان پذیر نباشد.

۸- هادی های اتصال زمین سیم ها و کابل های تلفن باید از طریق یک هادی حفاظتی، ترمینال زمین جعبه اصلی تلفن یا مرکز تلفن را به الکتروود زمین ساختمان متصل کنند.

۹- پیمانکار یا مالک می بایست پیش از اجرا و نصب جعبه تقسیم اصلی تلفن MTB و کابل ورودی با شرکت مخابرات هماهنگی لازم را انجام دهد.

۱۰- قطر کابل تلفن طبق مقررات ملی ۱۳-۸-۰-۸ حداقل ۰,۶ میلی متر می باشد.





چاه زمین

۱- وجود الکتروود زمین اساسی که متداولترین روش احداث آن چاه زمین است بر طبق بند ۱۳-۴-۳-۱ ج مبحث سیزدهم مقررات ملی برای مشترکان با کنتورهای بیش از $60A$ سه فاز یا مجموعه ای از کنتورها با مجموع جریان بیش از $60A$ در هر فاز ضروری است. در بند پ- ۱-۹-۵ همین مبحث، روش سنتی قرار دادن صفحه مسی داخل زغال و پر کردن چاه با لایه های نمک و زغال شرح داده شده است که از ۲ جهت مشکلات اساسی ایجاد می نماید:

۱- خوردگی صفحه مسی به علت وجود نمک

۲- شسته شدن نمک و بالا رفتن مقاومت چاه

به همین منظور در این دستورالعمل استفاده از مواد کاهنده مقاومت همانند خاک های معدنی بنتونیت توصیه شده است.

۱-۲- مطابق بند پ- ۱-۴-۷-۱ مبحث ۱۳ استفاده از آرماتورهای فونداسیون برای هم بندی اصلی ساختمان به سیستم زمین الکتریکی ضروری است. هم بندی فوق علاوه بر اثر هم پتانسیل سازی، تأثیر قابل ملاحظه ای در کاهش مقاومت زمین دارد.

۱-۳- از نکات بسیار مهم پس از احداث چاه زمین، آزمایش مقدار مقاومت الکتریکی زمین در دوره های تناوب مشخص است. به منظور آشنائی مهندسان با نحوه انجام این آزمایش، روش مورد لزوم مطابق استاندارد BS ۷۶۷۱ شرح داده شده است.

۲- دستورالعمل احداث چاه زمین





- ۱-۲- محل مناسب چاه زمین مکانی است که امکان آبیاری آن وجود داشته باشد، بنابراین عدم صدمه به سازه ساختمان در انتخاب محل چاه زمین می باید مد نظر قرار داد شود.
- ۲-۲- عمق نصب صفحه زمین نقطه ای است که نم طبیعی به طور دائم وجود داشته باشد ولی در هر حال عمق لبه بالائی صفحه از ۱/۵ متر نباید کمتر باشد.
- ۳-۲- ابعاد صفحه زمین حداقل 50×50 سانتی متر با ضخامت ۲ میلی متر است.
- ۴-۲- در اطراف صفحه زمین حداقل ۲۰ سانتی متر ماده کاهنده مقاومت باید ریخته شود، بنابراین قطر چاه حداقل ۹۰ سانتی متر است.
- ۵-۲- هادی های زمین، مسی، چند مفتولی و به مقطع حداقل ۳۵ میلیمتر مربع هستند.
- ۶-۲- اتصال های هادی زمین به صفحه زمین به یکی از دو روش زیر انجام می شود:
- ۱-۶-۲- در انتهای هادی ها یک کابل شوی مسی (پرسی یا پیچی) نصب می شود. کابل شو به کمک دو عدد پیچ و مهره مسی به صفحه مسی اتصال می یابد. استفاده از پیچ و مهره گالوانیزه ممنوع می باشد.
- ۲-۶-۲- اتصال هادی ها به کابل شو و کابل شو به صفحه با جوش اکسیژن (لحیم سخت) انجام می گیرد. جوشکاری در کل سطح تماس باید صورت گیرد. اتصال لحیم نرم (سرب یا قلع) مجاز نیست.
- ۷-۲- مقدار مناسب ماده کاهنده مقاومت بنتونیت به صورت دوغاب به نسبت 300 Kg بنتونیت و ۱ متر مکعب آب است. روی بنتونیت با خاک دستی سرنده شده پوشانده می شود.
- ۸-۲- وجود شینه زمین در مجاورت چاه زمین یا داخل تابلوی اصلی (مطابق جزئیات پیوست) ضروری است.





۹-۲- برای انجام اندازه گیری مقاومت، امکان باز کردن هادی های اتصال زمین از شینه اتصال زمین باید وجود داشته باشد.

۱۰-۲- به شینه زمین علاوه بر چاه زمین، سیم های لخت مسی از اسکلت فلزی ساختمان، آرماتور داخل بتن، هادی حفاظتی اصلی و هادی خنثی، لوله اصلی فلزی آب، فاضلاب، کانال های تأسیساتی و بدنه دیزل ژنراتور متصل می شود.

۱۱-۲- مقاومت کل زمین نباید از ۲ اهم تجاوز کند. هر ساله این مقدار باید در گرم ترین ماه سال اندازه گیری گردد.

۱۲-۲- در صورتی که یک چاه زمین مقاومت لازم را ایجاد نکند از چند الکتروود به صورت موازی باید استفاده نمود. فاصله این چاه ها حداقل سه برابر بزرگترین بعد صفحه باید باشد (۱۰ متر فاصله توصیه می گردد)

۱۳-۲- چاه های زمین با سیم لخت مسی حداقل ۳۵ میلیمتر مربع به یکدیگر متصل می گردد.

۱۴-۲- هیچیک از هادی ها از نوع افشان نبوده و در انواع چند مفتولی ضخامت هر مفتول کمتر از ۱/۸ میلی متر نباشد.

۱۵-۲- هادی زمین نباید هیچ گونه زدگی و خوردگی داشته باشد و آن را باید کاملاً در وسط چاه قرار داد و همچنین در معرض کشش نباشد.

۱۶-۲- دریچه بازدید در بالای چاه به منظور بررسی وضعیت چاه در نظر گرفته شود.





۳- از چاه زمین برای فاضلاب استفاده نگردد که این امر در مقررات ملی ۱۳ پ ۱-۹-۵ یادآوری شده است و علت آن این است مواد اسیدی روغنی، کف جوهر نمک مس را تخریب می کند و الکترولیتی را پائین می آورد.

۴- آزمایش مقاومت زمین (حداکثر ۲ اهم) انجام شود، نتیجه این آزمایش در کارگاه نگهداری شود و هر سال یک بار این آزمایش می بایست انجام گردد که این امر بر طبق مقررات ملی ۱۳ پ ۱-۹-۴ می باشد.

۵- فاصله هر دو چاه از همدیگر حداقل می بایست معادل دو برابر ارتفاع یکی از چاه های ارت باشد.





نیروی برق ایمنی

۱- در مواردی که قطع نیروی برق ممکن است برای افراد خطر ایجاد کند، لازم است نیروی برق ایمنی در محل خود تأمین شود. نیروی ایمنی می تواند مکمل نیروی اضطراری یا مستقل از آن باشد. انتخاب وسائل و دستگاه هایی که باید از منابع ایمن تغذیه شوند بستگی به نوع کار آنها خواهد داشت. منابع ایمن ممکن است جزئی از خود وسیله یا دستگاه باشد و با آن یک واحد تشکیل دهد، مانند چراغ های ایمنی باطری سر خود.

۲- برای موارد زیر لازم است نیروی برق ایمنی تأمین شود:

الف) سالن ها و تالارهای با بیش از ۲۰ نفر ظرفیت، بالای درهای خروجی و در راهروهای خروجی منتهی به فضای آزاد

ب) روشنایی چراغ های مخصوص عمل و کلیه لوازم مخصوص استمرار حیات و نظایر آن

ج) در کلیه مواردی که به هر علت ناشی از قطع برق، ممکن است ایمنی افراد به خطر افتند.





تابلوها

- ۱- تابلو می بایستی مطابق با آخرین اصلاحیه استاندارد IEC 439 و نشریه ۱-۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی ساخته شود.
- ۲- ضخامت ورق تابلوهای دیواری ۱/۵ میلی متر می باشد.
- ۳- بدنه تابلوها ابتدا باید چربی گیری و زنگ زدایی و فسفات‌کاری شده و سپس سه لایه رنگ کوره ای بر روی آنها قرار گیرد.
- ۴- بدنه فلزی کلیه تابلوها توسط رنگ پودری الکترو استاتیک رنگ آمیزی گردند.
- ۵- درجه حفاظت تابلو در برابر نفوذ گرد و غبار و پاشش آب IP 42.
- ۶- ترتیب رنگ بندی شینه کشی های افقی و عمودی و سطوح مختلف تابلو باید به رنگ قرمز، زرد، آبی و به صورت استاندارد بوده و ظرفیت آنها ۱/۵ برابر جریان نامی انتخاب گردد.
- ۷- کلیه سیم کشی ها با رنگ استاندارد و شماره سیم بوده و درون کانال پلاستیکی (ترانکینگ) اجرا شود.
- ۸- کلیه تجهیزات کد گذاری شده و دارای لیبل باشد.
- آدرس فیدرهای خروجی بر روی کلید مربوطه در داخل تابلو نوشته شود.
- ۹- صفحه گلند و گلند کابل در محل ورود و خروج کابل در تابلوهای روکار دیواری یا ایستاده تعبیه شود.
- ۱۰- روی درب تابلوها باید دارای علامت احتیاط باشد.
- ۱۱- درب تابلوها باید دارای قسمت نقشه راهنما باشد.





۱۲- درب تابلوها باید دارای نوار لاستیکی بوده و با استفاده از شینه مسی به شینه ارت متصل شود.

۱۳- کلیه پیچ و مهره ها گالوانیزه باشد.

۱۴- لوله های تابلوها از نوع سه تکه باشد.

۱۵- قبل از ساخت تابلوهای نقشه جانمایی لوازم تابلویی با قید ابعاد و اندازه تابلوها جهت بررسی دستگاه نظارت ارسال و پس از تأیید ساخته شود.

۱۶- لوازم تابلویی داخل تابلوهای برق از کالاهای با کیفیت مرغوب و مورد تأیید دستگاه نظارت تهیه و نصب گردند.

۱۷- ساختمان تابلوها باید طوری باشد که دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو برای تعمیر و تعویض بدون تداخل با کار قسمت های دیگر امکان پذیر باشد.

۱۸- در داخل هر تابلو باید صورت و نقشه کاملی از مدارهای تابلو با قاب مناسب نصب شود.

۱۹- هر مدار خروجی باید روی کلید دارای شماره مدار، اندازه و قدرت کلید باشد.

۲۰- تابلوها باید بطور قرینه نسبت به اطراف خود نصب شوند.

۲۱- در نظر گرفتن میله ترمینال برای سیم زمین تجهیزات الزامی است.

۲۲- مشخصات مدار باید به صورت واضح و خوانا مشخص شود.

۲۳- تمام سیم های نول باید مجهز به ترمیال مجزا باشد.

۲۴- برطبق مقررات ملی ۱۳-۵-۱-۲-۱ ورودی تابلو باید به کلید قطع کننده مجهز باشد.

۲۵- اجرای تابلوی خازن که برای صرفه جویی در مصرف برق می باشد توصیه می شود.

۲۶- در تابلوهای برق در مقطع شینه اتصال زمین معادل با مقطع شینه نول می باشد.





۲۷- تابلوی مجزا در هر طبقه موجود باشد.

۲۸- برطبق مقررات ملی ۱۳-۹-۱-۱-۲ رعایت حداقل فاصله تابلو در آشپزخانه با شیر آب و اجاق گاز ۱,۵ متر الزامیست.

۲۹- برطبق مقررات ملی ۱۳-۹-۱-۱-۲ نصب تابلو در فضای در بسته ممنوع می باشد.

۳۰- حداقل فاصله کنتور برق ۶۰ سانتی متر تا تأسیسات آب و ۱۳۰ سانتی متر تا تأسیسات گاز رعایت گردد.

۳۱- برطبق مقررات ملی ۱۳-۹-۱-۱-۲ حداقل ۱,۵ متر فضای آزاد در جلوی تابلو برق در نظر گرفته شود.

۳۲- برطبق مقررات ملی ۱۳-۴-۲-۴-۲ حریم تابلو ها در اتاق برق حفظ گردد.

۳۳- از کلیدهای خودکار مینیاتوری به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل) چراغ ها استفاده نشود؛ زیرا عمر مکانیکی این کلید ها محدود است و از آنها برای حفاظت استفاده می شود.
مقررات ملی ۱۳-۵-۲-۵-۵

۳۴- برطبق مقررات ملی ۱۳-۵-۱-۲-۱ ورودی تابلو باید دارای قطع کننده باشد و جریان نامی این کلید باید حداقل برابر جریان نامی کل تابلو یا مصرف کل تابلو باشد.





ژنراتورها

ژنراتورها برای تأمین برق اضطراری در مواقعی که شبکه توزیع برق از کار می افتد مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور کسب اطمینان از این که دو منبع تأمین توان الکتریکی (یعنی شبکه توزیع و ژنراتور) به طور همزمان وارد مدار نمی شوند، باید دقت زیادی صورت گیرد. اتصال همزمان شبکه توزیع برق و ژنراتور به مدار مصرف کننده می تواند بسیار خطرناک باشد که این وضعیت معمولاً در هنگام عملکرد نامطلوب کلیدهای انتقال و استفاده نامناسب از ژنراتورها رخ می دهد.

۱- در موارد زیر، برای تأمین مصارف اضطراری و ایمنی، باید نیروی برق به کمک مولدهایی که معمولاً نیروی محرک آنها موتورهای دیزل است، در محل تولید شود:

الف) ساختمان های مسکونی با بیش از چهار طبقه از کف زمین و مجهز به آسانسور؛

ب) ساختمان های عمومی که نوع فعالیت آنها به نحوی است که قطع برق ممکن است خطر یا خسارت جبران ناپذیری بیافریند؛
ساختمان های عمومی دارای شرایط (الف)؛

ج) بیمارستان ها و مراکز بهداشتی با توجه به نوع فعالیت آنها؛

د) سردخانه های بزرگ؛

ه) مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آنها ممکن است موجب خسارت جبران ناپذیر شود؛

و) هر نوع ساختمان یا مجموعه یا مرکز دیگری که به تشخیص مقامات ذیصلاح باید دارای نیروگاه اضطراری باشد.





۲- برآورد نیروی اضطراری لازم باید با توجه به مصارف ضروری، جریان های راه اندازی و دیگر ملاحظات فنی مربوط به عمل آید. با توجه به نوع ساختمان یا مجموعه، در مرکز نیروی مورد نیاز، ممکن است از یک یا چند مولد استفاده شود. واحدها ممکن است با راه اندازی دستی، خودکار، یا وقفه کوتاه یا بی وقفه باشند.

۳- در انتخاب محل و ظرفیت و نوع واحدها و ابعاد نیروگاه، علاوه بر ملاحظات فنی نظیر استقرار در نزدیکی مرکز بار، افت ولتاژ، شرایط راه اندازی، نحوه ایجاد ارتباط با سیستم تغذیه نیروی اصلی، انتخاب سرعت، افت توان مولد اولیه، تأمین هوا برای مصرف مولد و خنک کردن آن و غیره، مراتب زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرند:

الف) نیروگاه در محلی ساخته و نصب شود که از نظر لرزش، سر و صدا و دود هیچ نوع اثر سویی بر فعالیت های محل و اطراف آن نداشته باشد؛

ب) حمل و نقل و نصب و بهره برداری از واحدها بدون اشکال انجام پذیر باشد؛

ج) فونداسیون واحدها مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه گیرهایی مناسب محل استقرار باشد و آسیبی به پی های بنا نرساند؛

د) صدا خفه کن (اگزوز) با توجه به محل نصب انتخاب شود. برای مثال، برای ساختمان یا محله مسکونی از صدا خفه کن مخصوص مناطق مسکونی استفاده شود؛

ه) دودکش یا دودکش های نیروگاه باید از لبه بام ساختمان محل استقرار آن بلندتر باشد و از نقطه خروج دود به فضای آزاد، مخروطی فرضی با محور قائم، که رأس آن در این نقطه و قاعده آن در جهت بالا و زاویه رأس آن ۹۰ درجه است، تا فاصله افقی ۵۰ متری هیچ





ساختمان مسکونی، اداری یا عمومی را قطع نکند. در غیر این صورت ارتفاع دودکش ها را باید تا حصول شرط فوق بلندتر در نظر گرفت.

و) مخزن سوخت باید طبق مقررات و ضوابط شرکت نفت و دیگر مقررات ایمنی مقامات مربوط و با حجم کافی پیش بینی شود. در انتخاب محل مخزن سوخت لازم است به راه های ارتباطی تانکر سوخت رسانی و لوله هایی که از آن به نیروگاه می رود، توجه مخصوص شود.

ز) جرثقیل سرویس، مناسب با نوع نیروگاه و واحدها پیش بینی و نصب شود.

۴- ژنراتورها باید قابلیت تأمین برق مورد نیاز تمامی بارهای متصل را داشته باشد.

۵- در نظر گرفتن الکتروود اتصال زمین برای ژنراتورهای ثابت الزامی است.

۶- ژنراتورها باید قابلیت تأمین برق مورد نیاز تمامی بارهای متصل را داشته باشد.

۷- ژنراتورهای ضد باران نباید در داخل ساختمان محبوس شوند.

۸- مشکلی که در بند ۱۳-۴-۴-۱ دیده میشود این است که دیزل ژنراتور برای ساختمان های

کوچک عملی به نظر نمی رسد و بهتر است به ویژگی Block out کفایت شود.





آزمایش تأسیسات الکتریکی

کلیه تأسیسات برقی پس از تکمیل و پیش از برقرار شدن باید مطابق الزامات این بخش بازرسی و آزمایش شده تا تطابق آن با مقررات ملی ساختمان محرز گردد.

۱- پیش از انجام آزمایش

- شخص مسئول بازرسی می باید کلیه نقشه ها و جداول بار را دقیقاً مطالعه کرده باشد.
- احتیاطات ایمنی در نظر گرفته شود.
- دستگاههای آزمایش و اندازه گیری استانداردهای موردنیاز (مانند BS 5458, BS473) را دارا باشند و ناظر از تنظیم و وقت آنها مطمئن باشد.
- سیمهای رابط دستگاه آزمایش سالم بوده و هیچ زدگی و بریدگی در آنها وجود نداشته باشد.
- ناظر از خطرات آزمایشات مانند باردار شدن کابلها به هنگام آزمایش عایقی آگاه باشد.
- ناظر تجهیزاتی را که در برابر ولتاژ آزمایش مقاومت کافی ندارند بشناسد.

۲- بازرسی ظاهری

- موارد زیر در آن مرحله از بازرسی باید موردنظر قرار گیرند:
- دستگاهها و تجهیزات تابلوها از نظر ظاهری معیوب نیستند و به درستی انتخاب شده اند.
 - مابین این سیمها تمایز رنگ وجود دارد.
 - حفاظت مکانیکی برای سیمها و کابلها وجود دارد.





- اتصال هادیها به یکدیگر و ترمینال تابلو به درستی انجام شده است.
- اتصال سرپیچها، پریزها و غیره سالم است.
- کلیدهای تک قطبی و هادی فاز را قطع می کند.
- مسدود کننده آتش در داکتها وجود دارد.
- حفاظت مناسب در قسمت‌های برقرار در خطر تماس مستقیم وجود دارد.
- فیوز، کلیدها و ترمینالها برچسب خورده اند.

۳- بازرسی دوره ای

بازرسی دوره ای باتوجه به کاربری ساختمان یا سامانه مربوطه، حداقل در فواصل زمانی زیر الزامی است:

ساختمانهای مسکونی	۱۰ سال	اماکن مذهبی	۵ سال	پمپ بنزین	۱ سال
ساختمانهای تجاری	۵ سال	مجتمع های تفریحی	۱ سال	اماکن عمومی	۵ سال
ساختمانهای آموزشی	۵ سال	مزارع و دامداریها	۳ سال	کشتیها	۱ سال
بیمارستانها	۵ سال	کاروانها	۳ سال	تجهیزات نصب موقت	۳ ماه
ساختمانهای صنعتی	۳ سال	روش های اضطراری	۳ سال		
سینما و تئاتر	۱ سال	سیستمهای اعلام حریق	۱ سال		

جدول ۱ - حداقل فواصل زمانی بازرسیهای دوره ای





۴- ترتیب انجام آزمایشات

در تقدم و تاخر می باید توجه زیادی مبذول شود. به عنوان مثال آزمایش پیوستگی می باید قبل از تعیین مقاومت عایقی انجام شود، تا در صورت قطع هادی حفاظتی اگر مقاومت عایقی خیلی کم باشد ولتاژ فشار قوی به کار رفته برای آزمایش عایقی روی بدنه فلزی قرار می گیرد که بسیار خطرناک است. بعضی از آزمایشات قبل از اتصال برق شهر انجام می شوند در حالی که بعضی دیگر تا قبل از برقرار شدن امکان پذیر نیستند.

جدول زیر تقدم و تاخر صحیح آزمایشات را جهت حداقل رساندن احتمال حوادث ناخواسته نشان می دهد.

قبل از اتصال برق شهر	
۱	پیوستگی های حفاظتی
۲	پیوستگی هم بندی اصلی و اضافه
۳	پیوستگی مدار برق
۴	مقاومت عایقی
۵	پلاریته (قطب بندی)
۶	مقاومت الکترو زمین
بعد از اتصال برق شهر	
۷	تائید مجدد پلاریته
۸	امپدانس حلقه اتصال زمین
۹	عملکرد صحیح کلیدهای مجهز به رله نشت جریان
۱۰	عملکرد صحیح کلیدها و مجزاکننده ها

جدول ۲- تقدم و تاخر انجام آزمایش در تاسیسات جدید





۵- آزمایشات پیوستگی

۵-۱- پیوستگی های حفاظتی

قبل از وصل برق شبکه به ساختمان، هادیهای هم بندی و حفاظتی را از ترمینال اصلی زمین قطع کرده تا آزمایش انجام شود. به هنگام آزمایشات دوره ای که برق شبکه به ساختمان متصل است قطع هادیها از ترمینال زمین می تواند خطرناک باشد زیرا در صورت بروز خطا، ولتاژ هادیهای حفاظتی افزایش زیادی می یابد.

دو روش برای اندازه گیری مقاومت هادی حفاظتی وجود دارند:

۵-۱-۱- استفاده از هادی خنثی به عنوان سیم برگشت.

در این روش از یک دستگاه اهم تر مقاومت کم استفاده می شود. ابتدا اتصالی موقتی در تابلوی توزیع بین هادیهای حفاظتی و صفر (نول) برقرار می کنیم. این اتصال پس از آزمایش حتماً باید برداشته شود. سپس در نقطه موردنظر دو سر دستگاه سنجش را به هادیهای حفاظتی و نول متصل می نمائیم. بدین ترتیب جمع مقاومت هادیهای حفاظتی و نول از نقطه اندازه گیری تا تابلو بدست می آید.

در صورتی در دو هادی دارای طول و جنس یکسان باشند می توان بدست آورد:

$$R_p = R_x \frac{A_n}{A_n + A_p} \quad R_p = \text{مقاومت های حفاظتی}$$

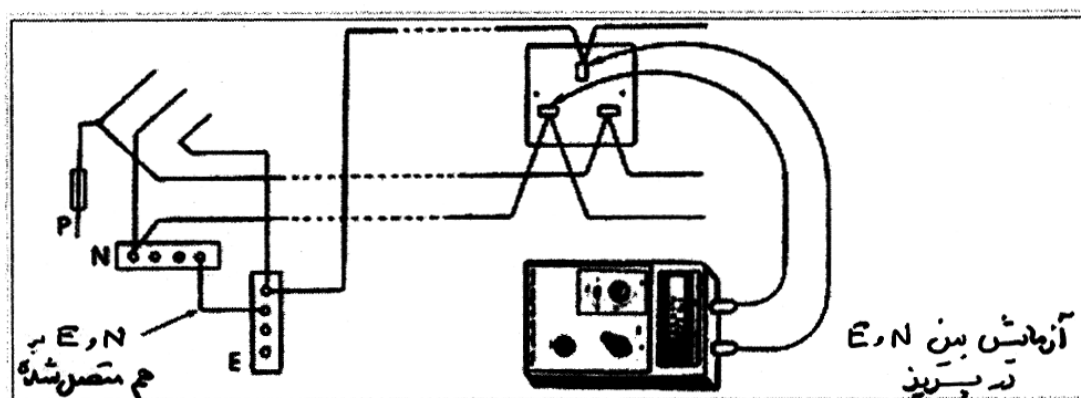
مقدار مقاومت اندازه گیری شده R

A_n سطح مقطع هادی خنثی



۵-۱-۲- جایی که اجسام آهنی قسمتی یا تمام هاید حفاظتی را تشکیل می دهد.

در تاسیسات متداول در ایران این روش کاربردی ندارد. بدین جهت از شرح آزمایشات خاص آن صرفنظر شده است.



شکل ۲- آزمایش پیوستگی های حفاظتی با استفاده از هادی خنثی به عنوان سیم برگشت

۵-۱-۳- استفاده از سیم برگشت طویل

در این روش سیمی طویل از نقطه ترمینال زمین تا محل آزمایش کشیده می شود. قبل از شروع باید دو سر این سیم را به دستگاه اندازه گیری مقاومت وصل و مقدار آنرا یادداشت نمود. سپس یک سر سیم را به ترمینال زمین اصلی و سردیگر را به ترمینال دستگاه آزمایش وصل کرد. سیم دیگر دستگاه تست به هادی حفاظتی در نقطه موردنظر وصل می شود. مقدار اندازه گیری شده مجموع

مقاومت هادی حفاظتی و سیم طویل دستگاه است. $R_p = R - R_L$

مقاومت سیم طویل R_L ، مقاومت قرائت شده R ، مقاومت هادی حفاظتی R_p



نتایج بدست آمده از هریک از روشهای فوق برای درجه حرارتهای مختلف می باید تصحیح نمود (مطابق جدول زیر)

ضریب تصحیح	درجه حرارت هنگام آزمایش	ضریب تصحیح	درجه حرارت هنگام آزمایش
۱	۲۰	۱/۰۶	۵
۰/۹۸	۲۵	۱/۰۴	۱۰
۰/۹۶	۳۰	۱/۰۲	۱۵

جدول ۳ - ضریب تصحیح حرارت

همچنین جنس عایق در هدایت گرما موثر است. مطابق جدول ۲ این ضریب نیز باید در اندازه گیریها تاثیر بگذارد.

ضریب تصحیح		نوع عایق
کابل تک رشته	کابل چندرشته	
۱/۰۴	۱/۲	پی وی سی
۱/۰۴	۱/۲۶	لاستیک ۸۵°C
۱/۰۴	۱/۲۸	ترموستینگ ۹۰°C

جدول ۴ - ضریب تصحیح عایق

پس از اعمال ضرایب فوق الذکر، مقاومت بدست آمده هر نقطه هادی تا ترمینال اصلی زمین باید از ۰/۰۵ اهم کمتر باشد. مقاومت اتصالات هم بندی اصنافی نیز باید در همین محدوده باشد.

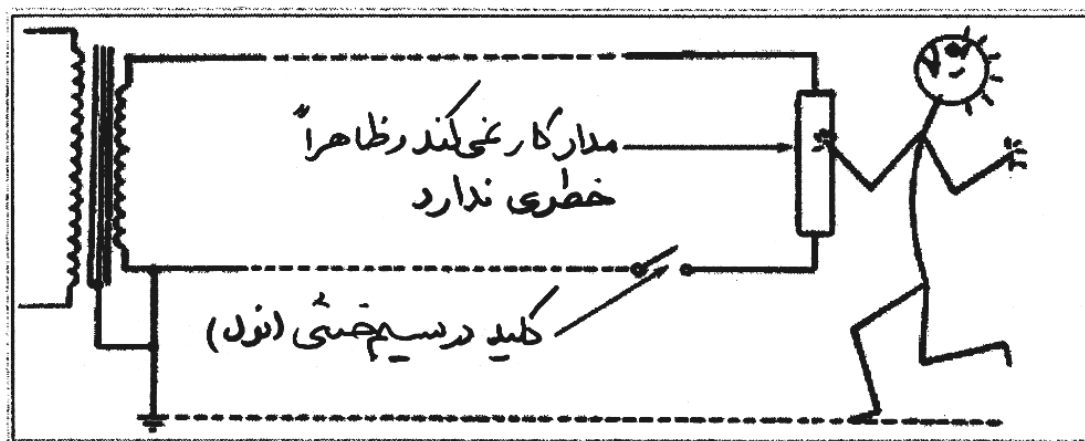
۵-۲- پیوستگی مدارهای حلقوی

از آنجائی که مدارات حلقوی در تاسیسات کشور، استفاده چندانی ندارد از ذکر آزمایشات مربوطه خودداری می گردد.



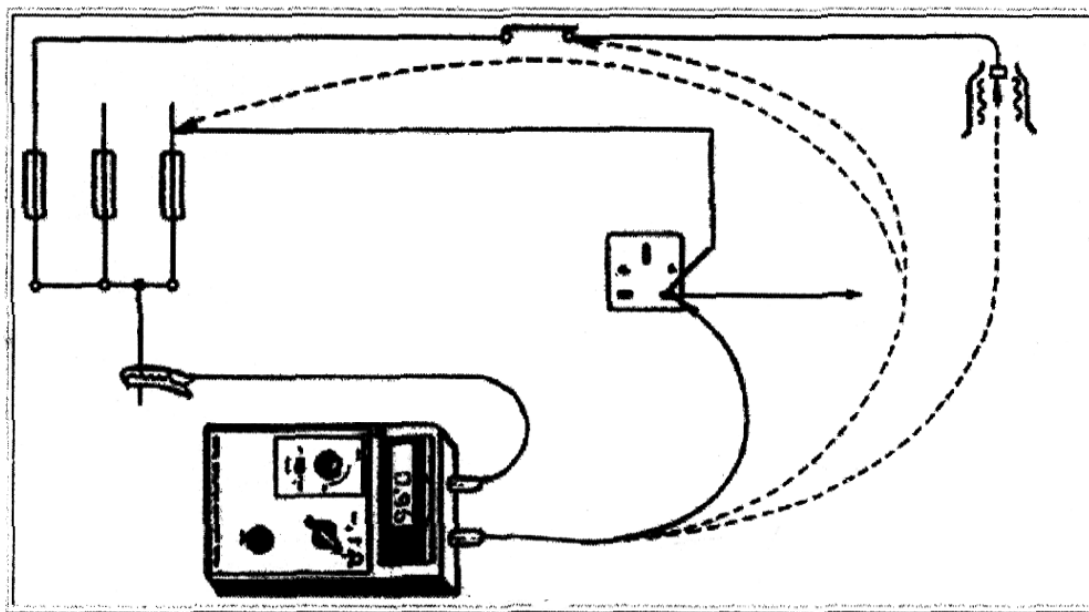
۵-۳- صحت قطب بندی (بلارتیه)

در کلیدها و فیوزها حتماً سیم فاز می باشد مورد استفاده قرار گرفته باشد. به کارگیری سیم نول (خنثی) می تواند خطرات جدی در پی داشته باشد. شکل ۲ این حالت را نشان می دهد.



شکل ۳- خطر قطع سیم خنثی مدار به جای فاز

آزمایش را می توان با یک سیم رابط بلند که یک طرف آن به هادی فاز در تابلوی توزیع و طرف دیگر آن به اهم متر یا دستگاه مخصوص آزمایش پیوستگی وصل شده است انجام داد. اتصال دیگر دستگاه از طریق سیم کوتاه مدت به ترتیب به کلید، کنتاکت وسط سرپیچ، فاز پریز و... وصل می شود. مقاومت کم قرائت شده نشان دهنده صحت قطب بندی است. (شکل ۳)



شکل ۴- آزمایش قطب بندی (پلار تیه)

جهت اجتناب از به کارگیری سیم بلند، می توان اتصالی موقتی بین فاز و شینه حفاظتی در تابلوی توزیع ابتدای تأسیسات ایجاد کرد. اندازه گیری ساده مقاومت بین کنتاکت نامشخص و کنتاکت زمین پریز، فاز را مشخص می سازد. هر کنتاکتی که مقاومت کم داشت همان فاز است، زیرا وصل غلط هادی حفاظتی به یکی از کنتاکتهای اصلی با فرض تمایز رنگ سیمها بسیار غیر محتمل است و با یک بازرسی ساده از وقوع آن جلوگیری می شود.

«نباید فراموش نمود که این اتصال موقت را پس از پایان آزمایش برداشت.»

در آزمایشات دوره ای نیز امتحان پلار تیه ضروری است. در تأسیساتی که قبلاً برقرار شده است، برای انجام آزمایشهای فوق برق شهر را باید قطع نمود.



راه حل دیگر آزمایش قطب بندی مدار برای پریزها استفاده از لامپهای با توان پائین است. دو لامپ بین فاز و سیم خنثی و دیگری بین فاز و سیم زمین قرار داده می شود. اگر هر دو چراغ روشن شد نشاندهنده صحت پلارتیه و پیوستگی هادیهای حفاظتی و فاز است.

باید توجه نمود در صورتی که از حفاظت RCD (رله نشت جریان) در مدار استفاده شده است، حتماً از لامپهای باتوان خیلی کم مانند LED با مقاومت متناسب محدود کننده جریان استفاده نمود. زیرا استفاده از لامپهای کوچک نیز جریان لازم برای به کار افتادن اغلب RCD ها را هنگام آزمایش فاز به زمین فراهم می کند.

۵-۴- آزمایشات عایقی

۵-۴-۱- مقاومت کم بین هادیهای فاز و خنثی یا هادیهای فاز و زمین ایجاد جریان نشتی می کند که باعث خرابی عایق و همچنین اتلاف انرژی و بالا رفتن هزینه برق ساختمان می گردد. مقاومت بین فاز و زمین هیچگاه نباید از 0.5 مگا اهم کمتر باشد.

علاوه بر مورد فوق جریان نشتی دیگری به علت راکتانس عایق وجود دارد که ناشی از عمل عایق به عنوان دی الکتریک خازن است که باعث تلف انرژی نشده و ضرری در پی ندارد. برای جلوگیری از احتساب جریان نشتی فوق از ولتاژ مستقیم به هنگام آزمایش استفاده می کنیم تا اندازه گیری شامل راکتانس نشود.

اندازه گیری مقاومت عایقی در ولتاژهای بالا صورت می گیرد که مقادیر موردنیاز در جدول زیر آمده است:





ولتاژ نامی مدار	ولتاژ آزمایش	حداقل مقاومت عایقی (مگا اهم)
مواد با ولتاژ بسیار کم (تغذیه شده از یک ترانس کاهنده ایمن)	۲۵۰	۰/۲۵
کمتر از ۵۰۰ ولت	۵۰۰	۰/۵
بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ ولت	۱۰۰۰	۱

جدول ۵ - اندازه گیری مقاومت عایقی در ولتاژهای بالا

پیش از شروع آزمایش موارد زیر باید در نظر قرار گیرند.

۱- تجهیزات الکترونیکی که در ولتاژ آزمایش آسیب می بینند قبل از انجام آزمایش باید قطع شوند.

راه اندازه های الکترونیکی چراغهای فلورسنت، کلیدهای دیمر، کنترل کننده های قدرت، تایمرها، رله های نشت جریان از آن جمله اند.

۲- خازنها و چراغهای سیگنال باید از مدار حذف شوند در غیر این صورت مقادیر قرائت شده دقیق نخواهد بود. هرکدام از تجهیزات فوق الذکر از مدار آزمایش خارج شده باشد. باید تحت آزمایش عایقی جداگانه با ولتاژی که باعث صدمه به آن نشود قرار گیرد.

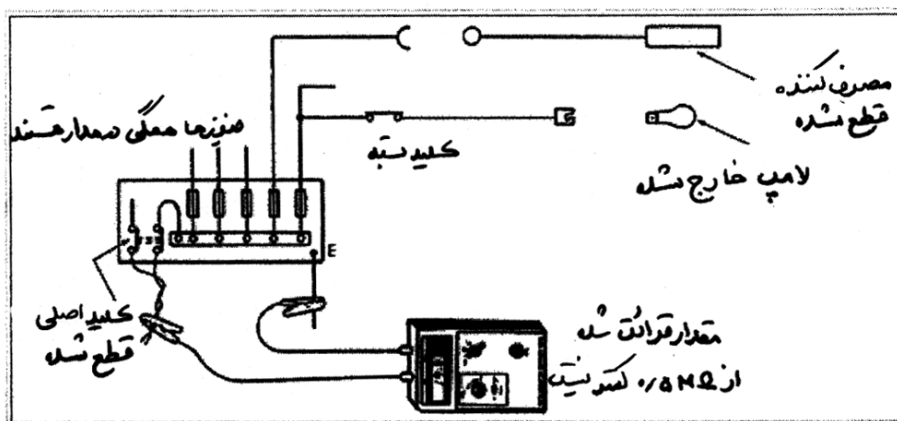
در صورتی که استاندارد صراحت نداشته باشد مقاومت عایقی باید حداقل $0.5M\Omega$ باشد. آزمایش عایقی بین فاز و زمین را باید در حالتی انجام داد که کلید اصلی قطع بوده و سیمهای فاز و خنثی به هم متصل شده باشد. لامپ و سایر تجهیزات مصرف کننده را باید قطع نمود، فیوز در مدار قرار داشته و کلیدهای اتوماتیک و تمام سوئیچهای جریان بسته باشند.



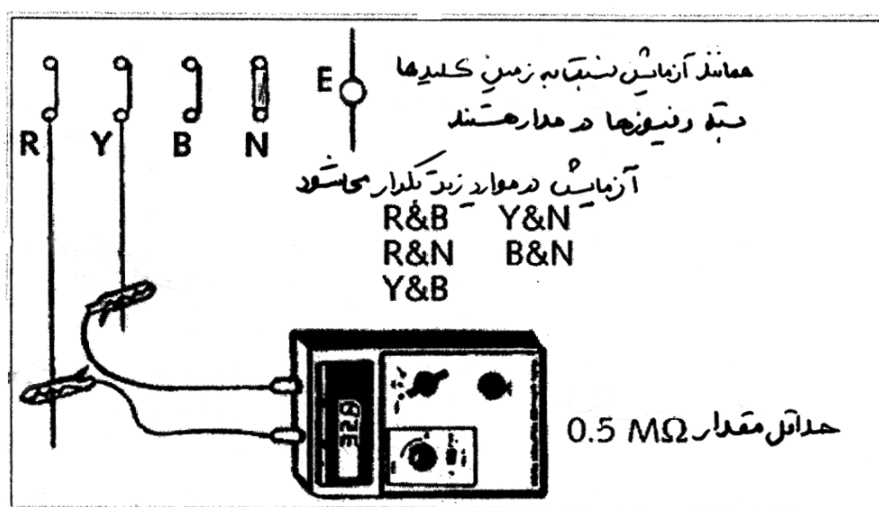


اگر از کلیدهای تبدیل استفاده شده باشد تنها یکی از سیمهای رابط دو کلید آزمایش شود، برای آزمایش سیم دیگر باید هر دو کلید تبدیل زده شود و آزمایش مجدداً انجام گیرد.

در تاسیسات بزرگ که مسیرهای زمین متعددی به موازات هم وجود دارند، مقدار قرائت شده از میزان دائمی کمتر است. در این حالت تاسیسات را باید به قسمتهای کوچکتری تقسیم نمود و آزمایش را در هر یک انجام داد. مقدار حداقل مقاومت عایقی در هر تست باید بدست آید.



شکل ۵- آزمایش عایق نسبت به زمین



شکل ۶- آزمایشات عایقی بین فاز





آزمایش روی مدارات ایمن (safety Extra Low Voltage) – SELV و PELV (Protective Extra Low Voltage) در ولتاژ ۲۵۰ ولت انجام می شود. ولی آزمایش بین مدارات فوق و هادیهای برقدار مدارهای دیگر در ۵۰۰ ولت صورت می گیرد.

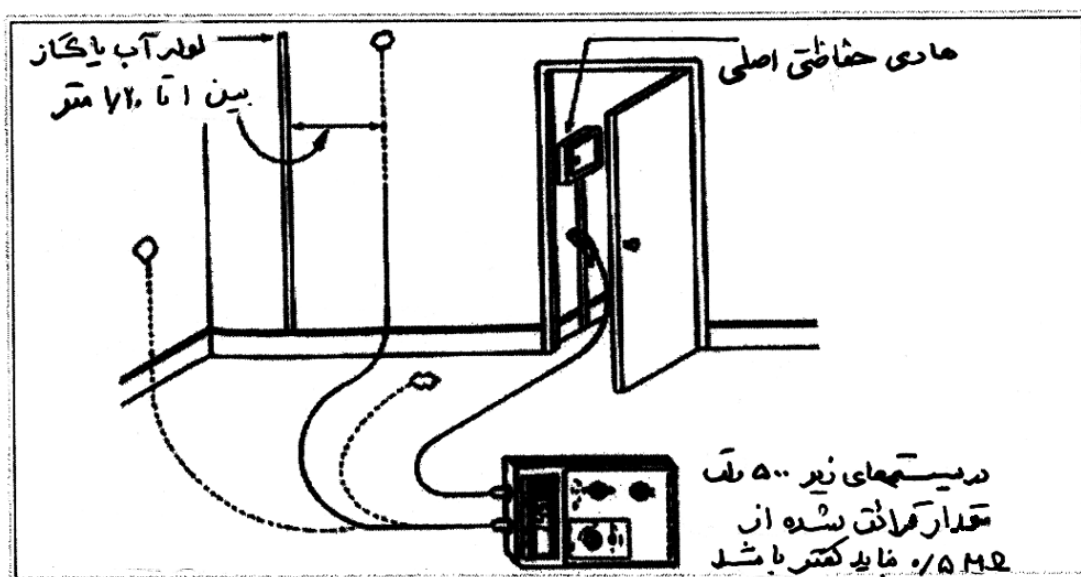
برای آزمایش عایقی نسبت به زمین در مدارهای PELV ولتاژ ۲۵۰ ولت، FELV (Functional Extra Low Voltage) مانند سایر مدارهای فشار ضعیف ۵۰۰ ولت به کار می رود. در این مدارها مقادیر زیر $5M\Omega$ نیازمند بررسی بیشتر هستند.

۵-۵- آزمایشات مکانهای عایق

در تأسیسات قدیمی که شرایط زیر را داشته باشند، آزمایش حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم انجام می گیرد.

- ۱- هیچ هادی حفاظتی وجود ندارد.
- ۲- پریزها فاقد کنتاکت زمین هستند.
- ۳- امکان تماس همزمان با دو قسمت برقدار وجود ندارد.
- ۴- کف و دیوار عایق است. برای اطمینان از این موضوع، مقاومت عایقی کف و دیوار باید اندازه گیری شود.





شکل ۷- آزمایش عایقی دیوارها و کفها در محیطهای عایق

شکل ۶ ترتیب انجام آزمایش را نشان می دهد. الکترودهای مورد استفاده برای تماس با کف و دیوار از انواع خاصی با قابلیت تحمل نیروی زیاد هستند، مقاومت عایقی در حداقل ۳ نقطه، در ولتاژ ۵۰۰ ولت از $0.5 M\Omega$ نباید کمتر باشد.

اگر سطح هادی با مواد عایقی پوشانده شده باشد، آزمایش تحت ولتاژ 2kV انجام می گیرد و جریان نشتی از 1mA نباید تجاوز کند.

۵-۶- آزمایش محافظه تجهیزات الکتریکی

اگر تجهیزات تولید شده با استانداردهای مربوطه همخوانی داشته باشند نیازی به آزمایش مجدد نیست ولی اگر موانع و محافظ به هنگام نصب یا اجرا ساخته شده اند باید آنها را آزمایش نمود. معمول ترین آزمایشات به قرار زیرند:



۱- IP2X، میله ای به قطر ۱۲ میلی متر و طول ۸۰ میلی متر را نمی توان داخل دستگاه کرد. به عبارت دیگر انگشت انسان وارد دستگاه نمی شود.

۲- IP4X – هیچ اتصالی به میله ای به قطر 1mm صورت نمی گیرد.

۵-۷- آزمایش جدائی الکتریکی مدارهای ایمن

در این قسمت آزمایشات لازم برای اطمینان از ایمنی مدارهای SELV، PELV و FELV مورد بحث قرار می گیرند. اولین مرحله آزمایش بررسی دقیق ترانس ایزولاسیون مدار است که با استانداردهای مربوطه تطابق داشته باشد. در دومین گام آزمایش عایقی بین دو ولتاژ بسیار پائین ثانویه و ضعیف اولیه صورت می گیرد. در این آزمایش ولتاژ ۵۰۰ ولت مستقیم به مدت ۱ دقیقه به دستگاه اعمال می شود، مقاومت عایقی از $5M\Omega$ در سیستمهای PELV و SELV و $0.5M\Omega$ در تجهیزات FELV نباید کمتر باشد. در صورت بروز جرقه، آزمایش برای بار دوم به مدت ۱ دقیقه با ولتاژ ۳۷۵۰ ولت مستقیم تکرار می شود. به علت ولتاژ زیاد در این آزمایش احتیاط ویژه باید معمول گردد. اگر ولتاژ دستگاه از ۲۵ ولت متناوب یا ۷۰ ولت مستقیم تجاوز کند، حفاظ و محفظه ها باید از نظر تطابق با درجه حفاظت IP2X امتحان شوند. همچنین آزمایش بین هادیهای برقرار و فویل فلزی که دور عایق پیچیده شده حداقل $0.5M\Omega$ را باید نتیجه دهد.

برای آزمایش عایق نسبت به زمین، سیمهای فاز و خنثی می باید به یکدیگر متصل شده و آنگاه آزمایش انجام شود.



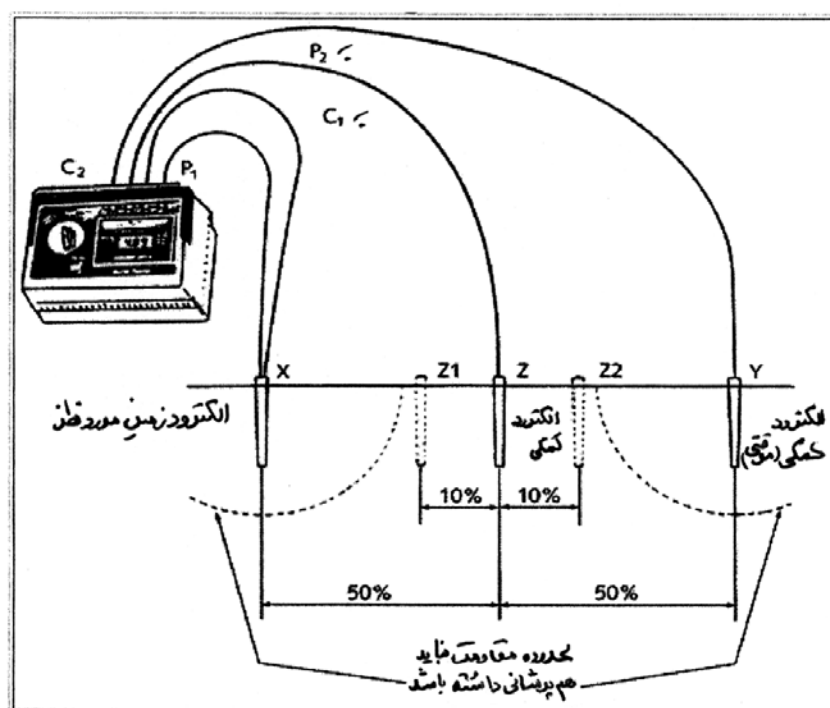
۵-۸- آزمایش زمین

۵-۸-۱- آزمایش الکترودهای زمین

آزمایش الکترودهای زمین از آن جهت صورت می‌گیرد تا مطمئن شویم مقاومت تا آن حد بالا نیست که باعث تجاوز ولتاژ ولتاژ قسمتهای فلزی نسبت به زمین از ۵۰۷ شود.

مطابق مقررات ملی ساختمان ایران ابحت سیزدهم در سیستمهای TN مقدار مقاومت زمین از 2Ω نباید تجاوز کند. روشهای مختلفی برای تعیین مقاومت زمین وجود دارد که در تمامی آنها الکترودهای زمین را باید از مجموعه سیستم زمین ساختمان پیش از شروع آزمایش باید قطع نمود.

معمول ترین روش اندازه گیری، استفاده از دستگاه مخصوص مقاومت زمین است.



شکل ۸- اندازه گیری مقاومت الکترودهای زمین با دستگاه مخصوص



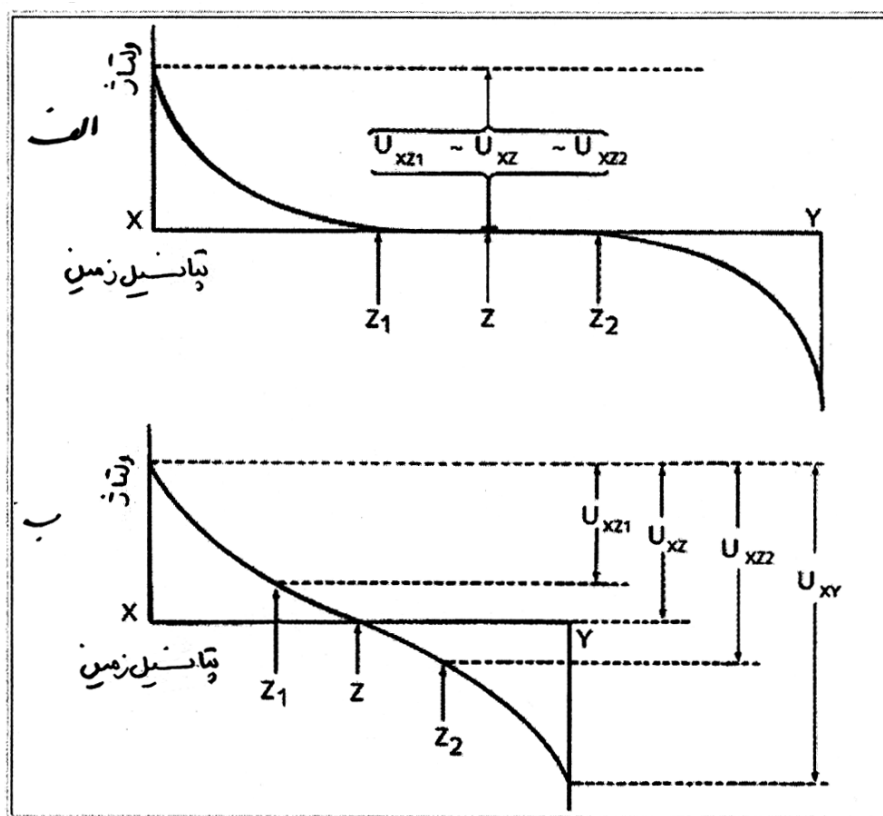
مطابق شکل C_1 و P_1 به الکتروود زمین موردنظر وصل می شود. این دو را با سیمهای مجزا باید به الکتروود زمین متصل نمود مگر آنکه مطمئن باشیم که مقاومت سیم آزمایش قابل صرفنظر کردن است در این صورت تنها از یک سیم استفاده خواهد شد.

ترمینالهای C_p و P_p به الکتروودهای موقتی (کاک) متصل می شوند به طوری که سه الکتروود یک خط مستقیم بسازند. الکتروودهای فوق از یکدیگر و الکتروود زمین باید فاصله کافی داشته باشند. اگر محدوده مقاومت هریک با دیگری هم پوشانی نماید مقدار قرائت شده غلط خواهد بود. معمولاً X تا Y حدوداً ۲۵ متر فاصله دارند اما بسته به مقاومت زمین این مقدار تغییر می کند. برای اطمینان از عدم هم پوشانی محدوده مقاومتها، آزمایشات دوم و سومی که در آن محل الکتروود Z ۱۰ درصد فاصله XY جلوتر یا عقب تر از محل اولیه قرار داده می شود انجام می گردد. اگر سه مقدار قرائت شده در یک حدود باشند مقدار متوسط مقاومت الکتروود موردنظر خواهد بود. در غیر این صورت الکتروودهای Y و Z در مسافت دورتری قرار داده شده و آزمایشات تکرار می گردند.

دستگاه آزمایش برای جلوگیری از پدیده الکتروولیت خروجی متناوب ایجاد می کند. اگر مقاومت الکتروودهای کمکی Y و Z نسبت به زمین بالا باشد باید آنها را در عمق بیشتری در زمین قرار داد یا اطراف آنها را آبیاری نمود.

نکته ای که باید به آن دقت زیاد نموده وصل مجدد هادیهای زمین و هم بندی به الکتروود زمین پس از پایان آزمایش است.





شکل ۹- اثر هم پوشانی محدوده مقاومتها الف- محدوده مقاومتها هم پوشانی ندارد ب- هم پوشانی دارد.

۵-۹- اندازه گیری امپدانس حلقه اتصال زمین و تخمین جریان اتصال کوتاه

۵-۹-۱- مبانی

به هنگام اتصال زمین در شبکه باید جریان کافی ایجاد شود تا وسیله حفاظتی ولتاژ تغذیه را قبل از آنکه شوک خطرناکی به شخص وارد آید قطع کند. برای سیستمهای معمولی ۲۴۰ ولت حداکثر زمانهای قطع زیر وجود دارد:

- مدارات پریز برای وسایل کوچک با بدنه هادی که کاملاً دست انسان آنها را می فشرد، ۰/۴ ثانیه

- تجهیزات ثابت بزرگ، ۵ ثانیه



زمان قطع حداکثر ۵ ثانیه برای فیدرها و تابلوهای فرعی نیز اعمال می شود.

برخلاف باور عمومی، بیشترین زمان قطع وسیله حفاظتی که بالاترین خطر را در بردارد در کمترین جریان اتصال کوتاه اتفاق می افتد.

به طور کلی امپدانس حلقه اتصال زمین نباید از مقدار محاسبه شده زیر بیشتر باشد.

$$Z_s = \Omega \quad \text{امپدانس حلقه زمین}$$

$$Z_s < \frac{U_o}{I_a}$$

$$U_o = V \quad \text{ولتاژ سیستم به زمین}$$

جریانی که باعث قطع وسیله حفاظتی در زمان موردنظر می شود $I_a = A$

مقادیر حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین در جداولی جداگانه برای فیوزها و کلیدهای مینیاتوری در زمانهای قطع ۵ و ۰/۴ ثانیه موجود است. فرض بر آن است که امپدانس خطا بین فاز و زمین صفر است.

لازم به ذکر است که در ولتاژهای غیر از ۲۴۰ ولت امپدانس حلقه از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$Z_s = Z_t \times \frac{U}{240} \quad \text{مقدار راحتی ولتاژ U} \quad Z_t = \text{مقدار امپدانس در جدول}$$

$$Z_s = \text{مقدار قابل قبول امپدانس}$$





حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین (اهم)			جریان خارجی فیوز (A)
فیوز مطابق BS-۳۰۳۶	فیوز مطابق BS ۱۳۶۱	فیوز مطابق BS-۸۸	
۱۰/۰	۱۰/۹	-	۵
-	-	۸/۸۹	۶
-	-	۵/۳۳	۱۰
۲/۶۷	۳/۴۳	-	۱۵
۱/۸۵	۱/۷۸	۱/۸۵	۲۰
۱/۱۴	۱/۲۰	-	۳۰
-	-	۱/۰۹	۳۲
-	-	۰/۸۶	۴۰
۰/۶۲	۰/۶۰	-	۴۵

جدول ۶- حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین برای ولتاژ ۲۴۰ ولت و مدار حفاظت شده با فیوز و زمان قطع ۰/۴ ثانیه





حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین (اهم)					جریان خارجی
مینیا توری	مینیا توری نوع B	مینیا توری نوع ۳ و C	مینیا توری نوع ۲	مینیا توری نوع ۱	کلید مینیا توری (A)
۲/۴۰	-	۴/۸۰	۶/۸۶	۱۲/۰۰	۵
۲/۰۰	۸/۰۰	۴/۰۰	۵/۷۱	۱۰/۰۰	۶
۱/۲۰	۴/۸۰	۲/۴۰	۳/۴۳	۶/۰۰	۱۰
۰/۸۰	-	۱/۶۰	۲/۲۹	۴/۰۰	۱۵
۰/۷۵	۳/۰۰	۱/۵۰	۲/۱۴	۳/۷۵	۱۶
۰/۶۰	۲/۴۰	۱/۲۰	۱/۷۱	۳/۰۰	۲۰
۰/۴۸	۱/۹۲	۰/۹۶	۱/۳۷	۲/۴۰	۲۵
۰/۴۰	-	۰/۸۰	۱/۱۴	۲/۰۰	۳۰
۰/۳۸	۱/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۷	۱/۸۸	۳۲
۰/۳۰	۱/۲۰	۰/۶	۰/۸۶	۱/۵	۴۰

جدول ۷- حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین برای ولتاژ ۲۴۰ ولت و مدار حفاظت شده با کلید مینیا توری و زمان قطع ۰/۴ ثانیه





حداکثر آمپدانس حلقه اتصال زمین (اهم)							جریان	
مینیاتوری	مینیاتوری	مینیاتوری	مینیاتوری	مینیاتوری	فیوز ۳۰۳۶	فیوز ۱۳۶۱	فیوز ۸۸ BS	نامی (A)
نوع D	نوع B	نوع ۳ و C	نوع ۲	نوع ۱	BS	BS		
۰/۵۰	-	۱/۰۰	۱/۴۳	۲/۵۰	۳/۲۵	۳/۲۵	-	۵
۰/۴۲	۱/۶۷	۰/۸۳	۱/۱۹	۲/۰۸	-	-	۲/۴۸	۶
۰/۲۵	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۷۱	۱/۲۵	-	-	۱/۴۸	۱۰
-	-	۰/۳۳	۰/۴۸	۰/۸۳	۰/۹۶	۰/۹۶	-	۱۵
۰/۱۶	۰/۶۳	۰/۳۱	۰/۴۵	۰/۷۸	-	-	۰/۸۴	۱۶
۰/۱۲	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۳۶	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۵۵	۲۰
۰/۱	-	-	-	-	-	-	۰/۴۳	۲۵
-	-	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۳۶	-	۳۰
۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۳۹	-	-	۰/۳۴	۳۲
۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۳۱	-	-	۰/۲۶	۴۰
۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۱۸	-	۴۵

جدول ۸- حداکثر آمپدانس هادیهای مدار حفاظتی پریزها برای زمان قطع ۵ ثانیه





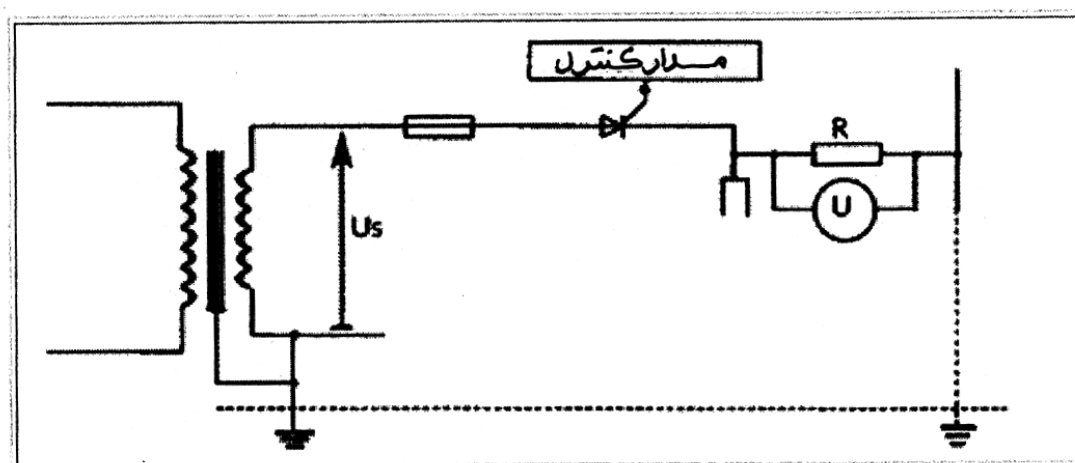
حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین (اهم)			جریان نامی فیوز A
فیوز مطابق BS-3036	فیوز مطابق BS-1361	فیوز مطابق BS-88	
-	۱۷/۱	-	۵
-	-	۱۴/۱	۶
-	-	۷/۷۴	۱۰
۵/۵۸	۵/۲۲	-	۱۵
-	-	۴/۳۶	۱۶
۴/۰۰	۲/۹۳	۳/۰۴	۲۰
۲/۷۶	۱/۹۲	-	۳۰
-	-	۱/۹۲	۳۲
-	-	۱/۴۱	۴۰
۱/۶۶	۱/۰۰	-	۴۵
-	-	۱/۰۹	۵۰

جدول ۹- حداکثر امپدانس حلقه اتصال زمین برای تجهیزات ثابت ۲۴۰ ولت و مدار حفاظت شده با فیوز و زمان قطع ۵ ثانیه

۵-۹-۲- آزمایش

امپدانس حلقه فاز به زمین با اتصال یک مقاومت معمولاً ۱۰ اهم از فاز به هادی حفاظتی مطابق شکل انجام می گیرد. جریان خطا که معمولاً مقداری بیش از ۲۰ آمپر است درون حلقه خطای چرخه امپدانس حلقه با تقسیم ولتاژ تغذیه بر مقدار جریان بدست می آید. بدیهی است مقاومت اضافه شده باید از مقدار محاسبه شده کم شود.





شکل ۱۰- اصول آزمایش اندازه گیری مقاومت حلقه خطای زمین

از آنجائی که جریان حلقه بسیار بالا است مدت زمان انجام آزمایش باید کوتاه و حداکثر به ۲ سیکل (۴۰ میلی ثانیه) محدود شود. کنترل زمان با استفاده از مدارات الکترونیک قدرت انجام می شود.

از پیوستگی مدار حفاظتی قبل از انجام آزمایش باید اطمینان حاصل نمود. دستگاههای آزمایش معمولاً دارای چراغهایی هستند که اتصال صحیح را تایید نموده یا در صورت قطب بندی اشتباه اخطار می دهند.

قبل از شروع آزمایش هادیهای هم بندی اصلی را باید قطع نمود. اما اتصال آنها به زمین باقی مانده تا از مسیرهای موازی بازگشت زمین جلوگیری شود. پس از پایان آزمایش مجدداً هادی هم بندی اصلی باید وصل شود. آزمایشات را در مبداء تاسیسات تابلوهای توزیع و تمامی تجهیزات ثابت و کل پریزها و ۱۰ درصد نقاط انتهائی روشنایی (دورترین نقاط از منبع) و دورترین نقطه مدارهای روشنایی باید انجام داد.



آزمایش را باید حداقل یکبار تکرار نمود. دستگاه آزمایش در صورت تکرار آزمایش داغ می شود و باید از خنک شدن آن قبل از انجام آزمایش جدید مطمئن شد.

اگر در مداری رله نشت جریان (RCD) وجود دارد باید قبل از انجام آزمایش، با اتصال کوتاه تر ترمینالها، آن را از مدار خارج کرد. زیرا در آزمایش حلقه، جریان از فاز کشیده شده و به هادی حفاظتی بازگشت داده می شود. این عمل باعث تریپ رله می شود.

بعضی از دستگاههای آزمایش امپدانس حلقه، جریان آزمایش را به 15mA محدود می کنند تا RCDهای با جریان عملگر 30mA و بیشتر قطع نکنند. اشکال این روش آن است که یکپارچگی سیستم را در تحت شرایط خط آزمایش نمی کند.

نتایج آزمایش امپدانس حلقه خطای زمین باید به دقت با داده های جداول ۶ تا ۹ مقایسه شوند. به منظور اطمینان از این نکته که دمای محیط در محاسبات دخالت داده شده است نتایج هیچگاه نباید از سه چهارم مقادیر جداول تجاوز کند.

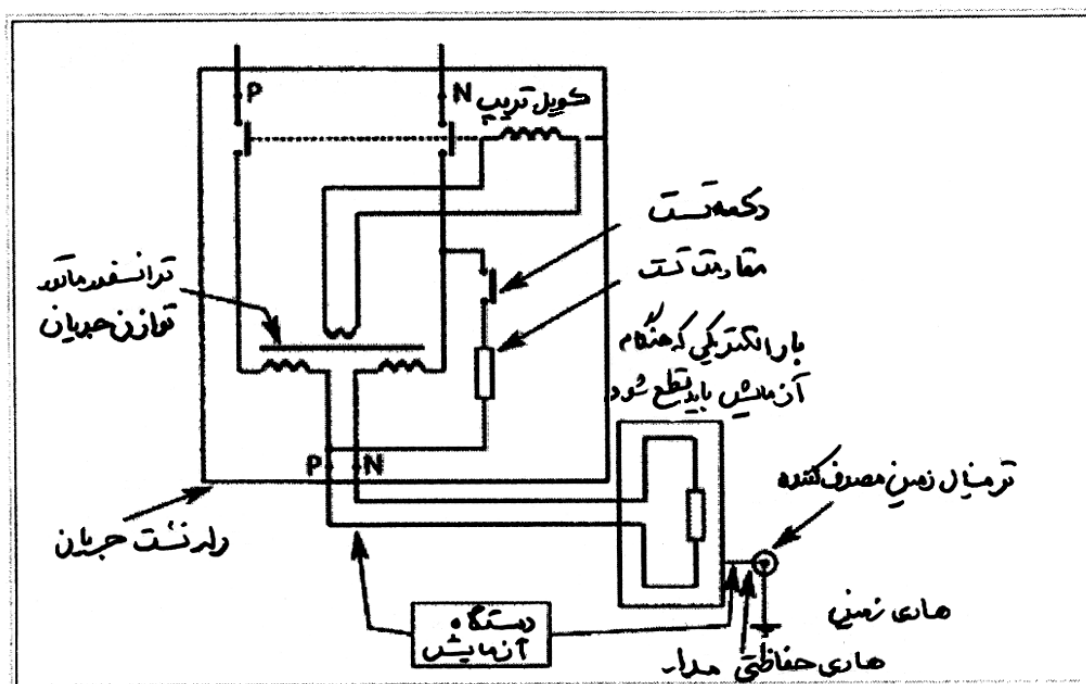
۵-۱۰- آزمایش تجهیزات جریان باقیمانده (نشت جریان) RCD

کلیدهای مجهز به رله نشت جریان باید با استاندارد BS 4293 مطابقت داشته باشند. سیستم آزمایش داخلی این کلیدها نیز باید امتحان گردد. زمان موردنیاز تا عملکرد آن باید اندازه گیری شود.

آزمایش کلیدهای RCD با دستگاه مخصوصی انجام می شود که بین هادیهای حفاظتی و فاز درسمت بار پس از قطع مدار متصل می گردد. جریانی با مقداری دقیق و برای مدت زمانی مشخص



از فاز کشیده شده و از طریق زمین بازگشت داده می شود که باعث به کار افتادن کلید می شود. این مدت زمان دقیقاً اندازه گیری می شود، نمایش داده می شود.



شکل ۱۱- اتصالات دستگاه آزمایش RCD

این زمان بسیار کوتاه است و در اکثر موارد بین ۱۰ تا ۲۰ میلی ثانیه قرار میگیرد گرچه در مواردی زمان بیشتری مورد نیاز است. از نقطه نظر زمان تریپ RCD ها به دو دسته تقسیم می شود.

۱- RCD های غیر تاخیری برای مصارف عمومی

این آزمایشات برای RCD های غیر تاخیری که بسیار سریع پاسخ می دهند ضروری است:

الف- نصف جریان عملکرد نامی برای ۲ ثانیه نباید باعث راه اندازی کلید شود.

ب- جریان عملکرد نامی برای کمتر از ۲ ثانیه باید باعث قطع دستگاه گردد.



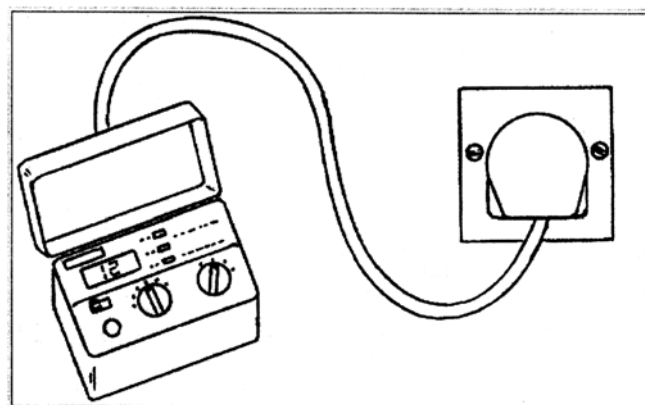
ج- وقتی کلید به عنوان حفاظت تکمیلی در برابر تماس مستقیم به کار می رود، جریان آزمایش 150mA باید باعث عمل دستگاه در 40ms بشود.

۲- RCDهای تاخیری

این نوع RCDها به منظور حفاظت موضعی نسبت به کلیدهای پائین دست ساخته شده اند. نسبت تاخیر ۳ به ۱ بین دو RCD که به صورت سری قرار گرفته اند باید وجود داشته باشد. به عبارت دیگر RCD تاخیری زمان عملکردی حداقل ۳ برابر نوع معمولی باید داشته باشد.

دستگاه آزمایش RCD، وسیله الکترونیکی است که جریان تغذیه خود را از برق شهر تامین می کند. جریان فوق در محدوده چند میلی آمپر است. جریان اضافی که برای تغذیه دستگاه آزمایش لازم است و به جریان آزمایش اضافه می شود می تواند باعث عملی کلید شود. بدین لحاظ، باید مقدار جریان تغذیه از مشخصات تولیدکننده دستگاه بدست آمده و در نتایج آزمایش دخالت داده شود.

دستگاه آزمایش RCD از طریق پریز با اتصالات مخصوص به آن وصل می شود.



شکل ۱۲- دستگاه آزمایش RCD





۶- ویژگیهای تجهیزات آزمایش

۶-۱- ویژگیهای اصلی

دقت ابزار آزمایش باید حداقل با مقادیری که بعد از این می آید تطابق داشته باشد. تنظیم (کالیبره) دستگاه برطبق استانداردهای معتبر مرتباً باید انجام شود. علاوه برآن هرگاه ضربه ای به دستگاه وارد شود، بازرسی آن ضروری است.

ابزاری که به طور مرتب مورد استفاده قرار می گیرد هر سال باید تنظیم (کالیبره) شود و برای تجهیزاتی که مرتب به کار برده نمی شوند، تنظیم هر دو سال یکبار کافی است.

برای اطمینان از تطابق تأسیسات ساختمان، استاندارد BS 7671 ابزار زیر مطابق مشخصات آورده شده موردنیاز است. چهار دستگاه اول کاملاً ضروری هستند هرچند که دستگاه سنجش مقاومت پائین و دستگاه اندازه گیری مقاومت عایقی ممکن است در یک مجموعه وجود داشته باشد. بسیاری از تولیدکننده ها ابزار آزمایش پیوستگی، مقاومت عایقی امپدانس حلقه اتصال زمین و عملکرد RCD را در یک دستگاه می سازند که در وقت صرفه جویی زیادی می نماید. دستگاه آزمایش مقاومت الکتروود زمین از ضرورت زیادی برای ساختمانهای کوچک برخوردار نیست.

تمامی ابزارها باید با استاندارد BS EN 61010 یا BS 5458 مطابقت داشته باشند. بهتراست سیمهای دستگاه آزمایش دارای فیوز باشند تا خطر جرقه زدن در شرایط اتصالی کاهش یابد.

- اهم تر مقاومت کم

مطابقت با استاندارد $BSEN 61557^f$





حداقل دقت $\pm 5\%$

ولتاژ خروجی بین ۴ تا ۲۴ ولت مستقیم یا متناوب

جریان خروجی بیشتر از 200mA

قلم اندازه گیری ۰/۰۱ اهم

- ابزار آزمایش مقاومت عایقی

ولتاژ اعمالی بسته به مدار موردنظر متفاوت است:

۲۵۰ ولت برای مدارهای با ولتاژ بسیار پائین

۵۰۰ ولت برای مدارهای تا ۵۰۰ ولت

۱۰۰۰ ولت برای مدارهای با ولتاژ نامی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ ولت

باید قادر به تحویل جریان 1mA در حداقل مقاومت های مجاز به شرح زیر باشد:

۲۵۰ کیلو اهم برای دستگاه آزمایش ۲۵۰ ولتی

۵۰۰ کیلو اهم برای دستگاه آزمایش ۵۰۰ ولتی

۱ مگا اهم برای دستگاه آزمایش ۱۰۰۰ ولتی

حداقل دقت مورد نیاز $\pm 5\%$





باید توانایی تخلیه ظرفیت خازنی تا ۵ میکرو فاراد را که به هنگام آزمایش بردار شده است داشته باشد.

ممکن است با اهم تر مقاومت کم در یک مجموعه باشد.

- دستگاه اندازه گیری امپدانس حلقه اتصال زمین

تطابق با استاندارد BS EN 61557-2 و BS EN 61557-3

جریان ۲۰ تا ۲۵ آمپر را برای ۲ سیکل تامین کند.

حداقل وقت مورد نیاز $\pm 5\%$

قادر به اندازه گیری تا ۰/۰۱ اهم باشد.

- دستگاه آزمایش جریان باقیمانده (نشتی) RCD

قابلیت انجام آزمایشات آمده در بخش ۵-۱۰ را داشته باشد.

مناسب برای RCD های دارای جریان عملکرد ۶، ۱۰، ۳۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ میلی آمپر باشد. نباید

جریان آزمایش نامی کامل را بیش از ۲ ثانیه اعمال کند.

جریانهای اعمالی از وقت $\pm 10\%$ برخوردار باشند.

قادر به اندازه گیری زمان تا 1ms باشد.

زمان قطع را با دقت $\pm 5\%$ اندازه گیری کند.





- دستگاه آزمایش مقاومت الکتروود زمین

حداقل وقت موردنیاز $\pm 0.5\%$

مجهز به ویژگی امتحان مقاومت الکتروودهای کمکی نسبت به زمین باشد.

قادر به اندازه گیری 0.01% اهم باشد.

۶-۲- دقت و درجه وضوح

در این قسمت به تشریح مفهوم دقت و درجه وضوح ابزار آزمایش می پردازیم:

این واژه نشاندهنده آن است که ابزار آزمایش تا چه میزان نتیجه ای صحیح را نمایش می دهد. به عنوان مثال اگر ولتاژی ۱۰۰ ولت باشد و ولت متر آنرا ۹۷ ولت اندازه گیری کرده باشد خطای ۳- ولت یا 3% - خطای واقعی وجود دارد. اگر خط 3% + باشد مقدار قرائت شده ۱۰۳ ولت خواهد بود. در بیشتر موارد مثبت یا منفی بدون مقدار خط را نمی توان پیش بینی کرد بنابراین اگر ولت متری با خطای $4\% \pm$ مقداری را ۱۰۰ ولت نشان دهد، ولتاژ واقعی می تواند ۱۶ یا ۱۰۴ ولت باشد. علاوه بر خطای خود دستگاه عواملی دیگر نیز بر مقدار اندازه گیری شده اثر گذاشته و از وقت می کاهند. مانند ولتاژ باتری که دمای محیط، دقت اپراتور و موقعیتی که دستگاه قرار داده شده است (فرضاً عمودی یا افقی بودن) دسته دیگر خطاها مربوط به عوامل خارجی است که می تواند از دقت اندازه گیری بکاهد. از جمله این موارد می توان به ظرفیت خازنی دستگاه مورد آزمایش، میادین مغناطیسی خارجی کابلها یا تجهیزات دیگر، اعوجاج ولتاژ به هنگام انجام آزمایش، مقاومت سیمهای ابزار آزمایش، مقاومت تماس سیم با دستگاه، اثرات ترموکوپلی اشاره نمود.





توجه به این نکته حائز اهمیت است که درصد وقت در مقیاس قرائت کامل دستگاه تبیین شده است. بنابراین در ابزاری با محدوده های متغیر (multi range)، دقت مربوطه به مقیاس انتخاب شده بستگی دارد نه به مقدار قرائت شده. فرضاً اگر اهم متری خطای $\pm 0.5\%$ در مقیاس ۱۰۰ اهم داشته باشد و ۸ اهم را نشان می دهد. مقدار واقعی بین دو حد زیر خواهد بود:

$$8 + \frac{100 \times 5}{100} = 8 + 5 = 13 \Omega \qquad 8 - \frac{100 \times 5}{100} = 8 - 5 = 3 \Omega$$

$$8 \pm \frac{8 \times 5}{100} = 8 \pm 0.4 \qquad \text{ولی محاسبه زیر اشتباه است: } 7/6 \text{ تا } 8/4$$

مشخص است که بیشترین دقت در کوچکترین مقیاس ابزارهای چند مقیاسه نتیجه خواهد شد.

۶-۳- درجه وضوح (Resolution)

این واژه به توانایی ابزار در نمایش وقت مورد نیاز مربوط می شود. به عنوان مثال اگر در صدد اندازه گیری امپیرانس حلقه اتصال کوتاه مدار پریز که با کلید مینیاتوری ۳۰ امپری حفاظت می شود باشیم مقدار امپدانس مطابق جدول ۶ نباید از ۱/۱۴ اهم تجاوز کند. اگر ابزار آزمایش دیجیتال سه رقم در پائین ترین محدوده ۹۹/۹۰ اهم استفاده کنیم مقادیر ۱/۱ یا ۱/۲ اهم را بدست می آوریم ولی به مقدار ۱/۱۴ نمی رسیم. اگر همین دستگاه سه رقمه پائین ترین مقیاس آن ۹/۹۹ اهم باشد، قادر به قرائت ۱/۱۴ اهم خواهیم بود. به عبارتی دیگر درجه وضوح دستگاه ۰/۰۱ خواهد بود.





۷- آزمایشات و بازرسیهای دوره ای

آزمایش و بازرسی دوره ای تأسیسات برق ساختمان اهمیت زیادی دارند که معمولاً بدان توجه نمی شود. فواصل زمانی و پیشنهادی برای این بازرسیها در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمایشات باید با آخرین مقادیر مقایسه شده و هر اختلافی مورد توجه قرار گیرد. در صورتی که نتوان توجیه معقولی برای این مغایرت پیدا نمود آزمایش باید تکرار شود. اگر نتایج آزمایش مجدد هم با مقادیر مورد لزوم همخوانی نداشت، کل تأسیسات باید مورد آزمایش قرار گیرد.

بازرسی و آزمایش تأسیسات قدیمی با همان درجه دقت تأسیسات نو باید انجام گیرد. در واقع در تأسیسات مقیاسی به علت خطراتی که برای آزمایش کننده در بردارد دقت بالاتری را می طلبد. از جمله مواردی که خطر آتش سوزی را افزایش می دهد، نصب عایق حرارتی، اضافه کردن کابل و سیم در لوله یا کانالهای برق، گردوغبار و آلودگی که منافذ هوا را مسدود نماید یا خطر انفجار را افزایش دهد، تغییر لامپها با قطعاتی بالاتر، برداشته شدن پوشش جعبه های تقسیم یا حفاظ تجهیزات که باعث ورود حیوانات موذی شود و....

تقدم و تاخر آزمایشات دوره ای اندکی با آزمایشات راه اندازی متفاوت است زیرا در این حالت، تغذیه برق همیشه پیش از آغاز آزمایش برقرار باشد... آزمایشات موردنیاز به ترتیب انجام در جدول ۱۰ آمده است.





۱	پیوستگی هادیهای حفاظتی و هم بندی
۲	قطب بندی (پلاریته)
۳	امپرانس حلقه اتصال زمین
۴	مقاومت عایقی
۵	عملکرد کلیدها و مجزاکنده ها (ایزولاتورها)
۶	عملکرد کلیدهای نشت جریان
	به همراه آزمایشات زیر در صورت لزوم:
۷	پیوستگی هادیهای حلقه
۹	کلیدهای اتوماتیک با عملکرد دستی
۱۰	جداسازی الکتریکی مدارها
۱۱	مقاومت عایقی دیوارها و کفهای عایق

جدول ۱۰- آزمایشات تأسیسات در حال کار





۸- گواهی اتمام

در پایان کار نصب یا تغییرات تأسیسات موجود، مجری تکمیل کار و آمادگی برای آزمایشی را اعلام می‌دارد. سپس مهندس ناظر نسبت به انجام آزمایشات اقدام می‌نماید. نتایج آزمایشات در صورت همخوانی با مقادیر استاندارد بر امضاء و مهر مهندس ناظر و مجری رسیده به همراه کلیه نقشه‌های چون ساخت As Built محاسبات طراحی کاتالوگهای تجهیزات، برنامه بازرسیهای دوره ای آتی، نام، آدرس، شماره تماس طراح، مجریان و ناظر در مجموعه ای توسط ناظر به مالک ساختمان تحویل داده می‌شود.

مراجع

۹- مقررات ملی ساختمان (مباحث ۱۳ و ۱۵)

۱۰- IEE Regulations (16th Edition)

