لیست گزارشات

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
پژوهشگاه نیرو

عنوان گزارش : برقگیرهای فشار متوسط

عنوان پروژه: "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

کد پروژه: PTRVT02

کارفرما: سازمان توانیر

پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
گروه پژوهشی خط و پست
آبان‌ماه ۱۳۸۲

پیشگفتار

گزارشات حاضر براساس موافقتنامه ۱۰۱-۸۰-۲۷۳ مورخ ۸۰/۷/۲۲ با موضوع "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی" که مابین شرکت توانیر و پژوهشگاه نیرو منعقد شده است تهیه گردیده است. این گزارشات براساس استانداردهای موجود در زمینه شبکه و تجهیزات توزیع فشار متوسط و فشار ضعیف تدوین شده است. فهرست کلیه گزارشات در جدول صفحه بعد قید شده است.

لیست گزارشات مربوط به پروژه "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

رئوس کلی / گزارشات	شبکه‌های توزیع نیروی برق فشار متوسط و ضعیف	تابلوهای فشار ضعیف و متوسط برق	پستهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت هوایی و زمینی	انشعابات برق مشترکین
۱	- طراحی خطوط توزیع هوایی	- تابلوهای فشار ضعیف و متوسط	- پستهای هوایی توزیع	- مقررات عمومی و خصوصی انشعابات برق مشترکین
۲	- هادیهای خطوط هوایی توزیع		- کلیات پستهای توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای اکتیو
۳	- یراق‌آلات خطوط هوایی		- تاسیسات پستهای ۲۰ و۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای راکتیو
۴	- حریم خطوط هوایی		- معماری و ساختمان پستهای توزیع زمینی	- کنتورهای استاتیکی
۵	- کراس‌آرم‌ها و سرتیرهای خطوط توزیع هوایی		- سیستم زمین پستهای توزیع	- فیوزهای فشارضعیف
۶	- تیرهای فلزی، بتونی و چوبی		- ترانسفورماتورهای توزیع	- کلیدهای اتوماتیک
۷	- مقره‌های توزیع		- کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کنتاکتورهای نوع ضعیف
۸			- سکسیونرهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کلیدهای قابل قطع زیربار
۹			- کابلهای فشار متوسط و ضعیف	- ترانسفورماتورهای ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۰			- کات‌اوت‌های فشار متوسط	- ترانسفورماتورهای جریان ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۱			- برقگیرهای فشار متوسط	- یراق‌آلات کابلهای شبکه‌های توزیع

بخش اول
اصول طراحی و مهندسی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف ۱

۲-دامنه کاربرد ۱

۳-اصطلاحات و تعاریف ۱

۳-۱-ولتاژ نامی‌برق گیر(RATED VOLTAGE OF ON ARRESTER) (UR) ۱

۳-۲-ولتاژ کار دائم (CONTINUOUS OPERATING VOLTAGE) (UC) ۱

۳-۳-جریان تخلیه نامی(NOMINAL DISCHARGE CURRENT) (IN) ۱

۳-۴-ولتاژ پسماند (RESIDUAL VOLTAGE) (U_{RES}) ۱

۳-۵-جدا کننده برقگیر (ARRESTER DISCONNECTOR) ۲

۳-۶-کلاس فشار شکن ۲

۳-۷-شرایط محیطی ۲

۳-۸-اضافه ولتاژ موقت (TEMPORARY OVER VOLTAGE) (TOV) ۲

۳-۹-جریان دائمی برقگیر ۳

۳-۱۰-جریان ضربه صاعقه ۳

۳-۱۱-جریان ضربه شدید برقگیر ۳

۴-نیازها و خواسته‌ها ۳

۴-۱-اضافه ولتاژهای سیستم توزیع ۵

۴-۱-۱-اضافه ولتاژ در اثر صاعقه ۵

۴-۱-۲-اضافه ولتاژ موقت با فرکانس قدرت ۵

۴-۲-کاربرد کلی ۵

۵-شاخص ها و پارامترهای مشخص کننده طراحی ۶

۵-۱-ولتاژ نامی‌برقگیر ۶

۵-۲-جریان تخلیه برقگیر ۸

۵-۳-ولتاژ پسماند ۹

۵-۴-سطوح حفاظتی..... ۹
۵-۵-کلاس فشار شکن ۱۰
۵-۶-قدرت عایقی بدنه برقگیر (INSULATION WITHSTAND OF ARRESTER) ۱۰
۵-۷-هماهنگی عایقی برقگیر ۱۱
۵-۸-قابلیت جذب انرژی ۱۲
۵-۹-فاصله مجاز برقگیر ۱۳
۵-۱۰-کنتور برق‌گیر ۱۳
۵-۱۱-شرایط محیطی ۱۴
۵-۱۲-نحوه اتصال برقگیربه سیستم زمین..... ۱۵
۶-روند طراحی برقگیر ۱۵
۶-۱-ولتاژ کار دائم..... ۱۵
۶-۲-فرکانس نامی..... ۱۵
۶-۳-روش زمین شدن نقطه صفر و نحوه اتصال برقگیر به سیستم ۱۶
۶-۴-حداکثر مقدار اضافه ولتاژ و مدت زمان آن ۱۶
۶-۵-سطح عایقی تجهیزات ۱۶
۶-۶-سطح اتصال کوتاه سیستم ۱۶
۶-۷-ولتاژ پسماند برقگیر ۱۶
۶-۸-جریان نامی‌تخلیه و کلاس برقگیر ۱۶
۶-۹-کلاس فشارشکن ۱۷
۷-مثالی از روند طراحی یک برقگیر ۱۷

82461010

فهرست جداول

جدول (۱): ولتاژهای پسماند برای برقگیرهای A ۵۰۰ و A ۲۵۰۰ و A ۵۰۰۰ در هر ولتاژ نامی ۹

جدول (۲): ولتاژهای پسماند برای برقگیرهای A۱۰۰۰۰و A ۲۰۰۰۰ در هر ولتاژ نامی ۹

جدول (۳): کلاسهای فشار شکن برقگیر ۱۰

جدول (۴): حداقل فاصله قسمتهای برقدار تا سایر نقاط ۱۱

فهرست مطالب

۱- هدف

هدف از این استاندادر ارائه معیارها طراحی برای انتخاب برقگیرها در شبکه های توزیع ۲۰ Kv و ۳۳kv می‌باشد، به طوری که مشخصات آن به طور بهینه تعیین شود.

۲- دامنه کاربرد

این استاندادر تنها در ارتباط با برق گیرهای نوع اکسید روی (Zno) بدون فاصله هوایی ۲۰kv و ۳۳ kv می‌باشد.

۳- اصطلاحات و تعاریف

۳-۱- ولتاژ نامی‌برق گیر(Rated voltage of on arrester) (Ur)

ماکزیمم r.m.s ولتاژ فرکانس قدرت قابل اعمال به برقگیر طی حداکثر زمان ۱۰ ثانیه در صورتی که برقگیر از قبل توسط عبور جریان ضربه تحریک شده باشد.

۳-۲- ولتاژ کار دائم (Continuous operating voltage) (Uc)

ماکزیمم ولتاژ مجاز r.m.s فرکانس قدرت که می‌تواند بطور دائم بین ترمینالهای برقگیر اعمال شود و تخلیه صورت نگیرد ولتاژ کار دائم دارد.

۳-۳- جریان تخلیه نامی(Nominal discharge current) (In)

پیک جریان ضربه صاعقه که برای کلاس بندی برقگیرها بکار می‌رود جریان تخلیه نامی‌نام داشته و اصلی ترین پارامتر برای مشخصه حفاظتی و توانایی جذب انرژی در برقگیر می‌باشد.

۳-۴- ولتاژ پسماند (Residual Voltage) (U_{res})

مقدار پیک ولتاژی که در هنگام عبور جریان ضربه از برقگیر روی ترمینالهای آن ظاهر می‌شود.

۳-۵- جدا کننده برقگیر (Arrester disconnector)

قطعه‌ای است که برای جدا کردن برقگیر از شبکه در هنگام خراب شدن برقگیر، برای جلوگیری از ایجاد اتصالی در شبکه بکار می‌رود. همچنین با نگاه کردن به جدا کننده برقگیر می‌توان از سالم بودن یا خراب بودن آن آگاه شد.

۳-۶- کلاس فشار شکن

عددی است که توانایی ایستادگی برقگیر را در برابر جریان های خطا بدون اینکه شکاف و یا آسیبی جدی در محفظه برقگیر ایجاد شود را نشان می‌دهد.

۳-۷- شرایط محیطی

۱. درجه حرارت محیط
۲. شدت اشعه نور خورشید
۳. ارتفاع از سطح دریا
۴. میزان رطوبت
۵. میزان آلودگی هوا
۶. شتاب زمین لرزه
۷. سرعت باد
۸. ضخامت یخ و برف

۳-۸- اضافه ولتاژ موقت (Temporary over Voltage) (Tov)

اضافه ولتاژهایی که با فرکانس قدرت بوده و بیش از چند سیکل تداوم داشته باشند TOV نامیده می‌شوند.

۳-۹- جریان دائمی برقگیر

مقدار دائمی جریانی است که زمانی که برقگیر تحت ولتاژ دائمی کارکرد قراردارد از خود عبور می‌دهد.

۳-۱۰-جریان ضربه صاعقه

جریان ضربه صاعقه بصورت ۸/۲۰ μsec تعریف می‌شود. که دستگاه اندازه‌گیری پیشانی موج را بین ۷ تا ۹ μsec و دنباله موج را بین ۱۸ تا ۲۵ μsec اندازه‌گیری می‌نمایند.

۳-۱۱-جریان ضربه شدید برقگیر

مقدار پیک جریان تخلیه با شکل موج ۴/۱۰ μsec که توانایی برقگیر را هنگام اصابت مستقیم صاعقه بررسی می‌کند.

فهرست مطالب

۴- نیازها و خواسته‌ها

برق‌گیرها به منظور حفاظت در مقابل اضافه ولتاژهای گذرا و تخلیه اضافه ولتاژهای موجی ظاهر شده در هادیهای خطوط و پست های فشار قوی بکار می‌روند. اضافه ولتاژهای موجی، استقامت عایقی تأسیسات و تجهیزات فشار قوی را مختل نموده و بروز قوس و اتصالی را در شبکه ظاهر می‌سازد. برق گیرها به شکل موازی با وسیله تحت حفاظت خود قرار می‌گیرند.

نحوه عملکرد یک برقگیرجهت حفاظت تجهیزات به این صورت است که انرژی موج توسط برق‌گیر به زمین منتقل شده و بلافاصله پس از برقراری جریان موجی در فاصله زمانی چند میکرو ثانیه و کاهش دامنه ولتاژ موجی تا یک مقدار مشخص (سطح حفاظتی برق‌گیر)، مسیر جریان تخلیه در برق‌گیر قطع شده و از ادامه برقراری جریان و تبدیل آن به جریان اتصالی فرکانس قدرت جلوگیری می‌شود. بدین روش و با استفاده از سطح حفاظتی برق گیر، می‌توان استقامت عایقی تجهیزات را با ملحوظ نمودن یک حاشیه ایمنی و در نظر گرفتن اثر سایر عوامل (نظیر فاصله میان برقگیر و تجهیزات) تعیین نموده و مطمئن شد که اظافه ولتاژهای ظاهر شده در ترمینال تجهیزات، تحت هیچ شرایطی از حد استقامت عایقی آنها فراتر نخواهد رفت.

برقگیر شاخکی از انواع برقگیر می‌باشد این نوع برقگیر بصورت دو الکترود نوک تیز که در فاصله معینی از هم قرار گرفته‌اند می‌باشد. عملکرد شاخک های برقگیر این گونه است که با بروز اضافه جریان، ولتاژ در دو سر این شاخک بدلیل یونیزاسیون هوای بین دو شاخک هدایت الکتریکی آغاز گشته و جریان از طریق مقاومت اهمی‌قوس الکتریکی رابط بین دو شاخک تخلیه می‌گردد و بدین ترتیب دامنه امواج اضافه ولتاژ گذرا کاهش می‌یابد. پس از گذشت موج اضافه ولتاژ بدلیل اینکه هوای اطراف دو شاخک همچنان یونیزه باقی می‌ماند احتمال بروز اتصالی فاز به زمین فراهم خواهد شد و باید قوس ایجاد شده بطریقی حذف گردد. نوع دیگر، برقگیرهای سوپاپی می‌باشد. در برقگیرهای شاخک دار زمان جرقه به شیب پیشانی موج عبوری و همچنین قله آن بستگی داشته و برای پیشانی‌های کم زمان زیادی جهت ایجاد جرقه باید سپری شود و بدین لحاظ برقگیرهای سوپاپی که از سری شدن یک سری مقاومت های غیر خطی و فواصل هوایی ایجاد شده‌اند ساخته شده است. این فواصل هوایی جهت به صفر رسانده جریان برقگیر در حالت عادی می‌باشد ولی بدلیل وجود این فواصل هوایی منحنی ولت- زمان این برقگیرها شبیه برقگیر شاخکی بوده بنابراین مشکل بیان شده در برقگیرهای شاخک دار در این نوع برقگیرها هم موجود می‌باشد.

نوع دیگر برقگیرها اکسید فلزی بدون فاصله هوایی (metal-oxid surge arresters without gap) می‌باشد. این نوع از تعدادی مقاومت غیر خطی که با یکدیگر سری یا موازی شده اند تشکیل شده اند. مشخصه شدیداً غیر خطی این مقاومت‌ها اجازه عملکرد آنها را بدون وجود فاصله هوایی بین آنها فراهم می‌سازد این مقاومت‌ها برای ولتاژهای زیاد طبق منحنی غیر خطی آن دارای مقاومت کم و برای ولتاژهای کم مقاومت زیاد دارد.

این نوع برقگیرها دارای جریان نشتی می‌باشند ولی با طراحی درست می‌توان جریان نشتی آنها را در حد قابل قبول کاهش داد و چون عبور جریان از آنها با قوس همراه نیست بنابراین کمترین تأخیری در هدایت و عبور جریان از خود نشان نمی‌دهند. این نوع برقگیر پس از عبور موج اضافه ولتاژ بدون تأخیر زمانی به حالت اولیه خود باز می‌گردد.

82461010

۴-۱- اضافه ولتاژهای سیستم توزیع

بطور کلی اضافه ولتاژهای موجود در سیستم های توزیع را می‌توان به دو نوع زیر تقسیم نمود

۴-۱-۱- اضافه ولتاژ در اثر صاعقه

برخورد صاعقه با خط انتقال باعث ایجاد اضافه ولتاژ در خط می‌شود که باید بطور کامل بررسی شود.

۴-۱-۲- اضافه ولتاژ موقت با فرکانس قدرت

اضافه ولتاژهایی را که بیش از ۵ سیکل تداوم یابد، اضافه ولتاژهای موقت می‌گویند. معمولاً پدیده هایی نظیر اتصال زمین، قطع ناگهانی بار و رزونانس یا فرورزونانس باعث بوجود آمدن چنین اضافه ولتاژهایی می‌شوند. این نوع اضافه ولتاژها دارای فرکانسی در حدود فرکانس سیستم قدرت هستند.

۴-۲- کاربرد کلی

هر یک از تجهیزات الکتریکی تحت تأثیر اثرات مخرب امواج گذرای اضافه ولتاژ قرار دارد را می‌توان توسط برقگیر محافظت کرد ولی استفاده از برقگیر در تجهیزات زیر بیشتر موسوم می‌باشد:

۱. ترانس های قدرت
۲. ترانس های توزیع
۳. خازنها
۴. کلیدها
۵. رگولاتورهای ولتاژ
۶. محل نصب اتصال کابل به خطوط هوایی
۷. راکتورهای شنت
۸. پایانه های خطوط انتقال
۹. موتورهای الکتریکی

82461010

فهرست مطالب

۵- شاخص ها و پارامترهای مشخص کننده طراحی

۵-۱- ولتاژ نامی‌برقگیر

مهمترین پارامتر مشخصه برقگیر ولتاژ نامی‌آن است. در برقگیرهای غیر اکسید فلزی ولتاژ نامی برقگیر همان ولتاژ کار دائم آن می‌باشد اما بر خلاف اکثر دستگاهها و تجهیزات الکتریکی ولتاژ نامی‌برقگیرهای اکسید فلزی الزاماً ولتاژ نامی‌سیستمی‌که برای نصب در آن انتخاب می‌شود نیست بدلیل پایداری برقگیر در هنگام کار عادی شبکه انتخاب ولتاژ نامی‌برقگیر مستلزم شناخت ماکزیمم ولتاژ شبکه و مدت زمان استقرار آن خواهد بود. مسلماً هنگامی‌که شبکه در شرایط کار عادی قرار دارد ولتاژ هر فاز مقدار مشخص و ثابت خواهد بود اما بروز یکی از حالات:

الف- اتصال کوتاه فاز به زمین

ب- قطع ناگهانی بارهای سنگین

ج- فوق تحریک شدن ژنراتورها

د- افزایش tap در ترانسفورماتورها

ه- رزونانس در شبکه

ولتاژ سیستمی‌شبکه افزایش می‌یابد این افزایش ولتاژ موقتی است و به آن TOV (Temporary over Voltage) می‌گوییم. تعیین میزان اضافه ولتاژ یا Tov و زمان دوام هر کدام، یکی از مهمترین مشخصه های مورد نیاز در طراحی و انتخاب ولتاژ نامی‌برقگیر است.

میزان Tov در هر یک از حالات ب، ج، و د مربوط به سیستم رگولاسیون ولتاژ است و به آن Tov عدم رگولاسیون می‌گوییم. این مقادیر معمولاً جزئی است و نهایتاً مقدار درصد اضافه ولتاژ می‌تواند حد بالایی برای آن باشد به همین دلیل نیز تجهیزات الکتریکی که برای ردیف ولتاژ خاصی بکار می‌روند به میزان ۲۰٪ اضافه ولتاژ را تحمل می‌نمایند. مثلاً ترانسفورماتور ۲۰ کیلو ولت برای ۲۴ کیلوولت طراحی می‌شود و استفاده طولانی آن در ولتاژ باعث آسیب آن نخواهد شد. موردی که در اضافه ولتاژ بسیار حائز اهمیت است اضافه ولتاژ در اثر اتصال کوتاه تک‌فاز به زمین است.

مقدار ولتاژ فازهای سالم در هنگام اتصال کوتاه تک‌فاز به زمین از حالت عادی بیشتر خواهند بود و حتی اگر امپدانس زمین شبکه مقداری منفی شود (خازنی بودن امپدانس زمین) ولتاژ فاز-زمین از ولتاژ فاز به فاز هم بیشتر خواهد بود.

چون در هر نقطه اتصالی، امپدانس اتصال به زمین و قوس با توجه به شرایط مقاومت اتصال گوناگون می‌باشد در نتیجه مقاومت اتصال کوتاه دقیقاً مشخص نیست و چون این مقدار در میزان اضافه ولتاژ اثر می‌گذارد بنابراین باید بدترین شرایط را بدست آورد و مقداری را در نظر می‌گیریم که بیشترین اضافه ولتاژ را تولید می‌کند.

در این حالت ضریبی بنام درصد اضافه ولتاژ تعریف شده که عبارت از نسبت ولتاژ فاز به زمین فاز سالم به ولتاژ فاز به فاز است.

طبق استاندارد IEC 99-5 ضریبی بنام K وجود دارد که در هنگام وقوع یک خطا در ولتاژ فاز سالم ضرب می‌شود تا مقدار اضافه ولتاژ فاز سالم مشخص شود. روش محاسبه K در پیوست A از استاندارد IEC 99-5 موجود می‌باشد.

مساله ای که در این جا مطرح است زمان برقراری اتصال کوتاه است در طول زمان اتصالی ولتاژ KEa به برقگیر تحمیل می‌شود و اگر این مقدار مساوی ولتاژ نامی‌برقگیر بوده اما زمان آن طولانی می‌باشد ممکن است برقگیر نتواند آن را تحمل کند زیرا ولتاژ نامی‌برقگیرهای اکسید فلزی حداکثر به مدت ۱۰ ثانیه می‌تواند به برقگیر اعمال شود و بیش از آن مجاز نمی‌باشد توجه شود که ولتاژ کار دائمی‌برقگیرهای اکسید فلزی متفاوت با ولتاژ نامی‌آنها می‌باشد برای جلوگیری از اشکال احتمالی فوق، راه حلهای متعددی موجود است که به دو راه اشاره می‌شود تأکید می‌شود که این مورد تنها برای برقگیرهای اکسید فلزی هستند.

در روش اول طبق استاندارد IEC 60099-5 سازنده هر برقگیر موظف است منحنی ولتاژ فرکانس قدرت بر حسب زمان قابل تحمل را ارائه دهد این منحنی نشان می‌دهد که برقگیر ولتاژ فرکانس قدرت را تا چه زمانی تحمل می‌تواند کند.

با توجه به منحنی ولتاژ قابل تحمل نسبت به زمان و با توجه به زمان اتصال کوتاه یک Tr بدست می‌آید. برای محاسبه ولتاژ نامی‌برقگیر با استفاده از مقدار Tr بدست آمده از رابطه زیر Ur بدست می‌آید.

$$Ur = KEa / Tr$$

Tr : ضریب استقامت در مقابل TOV

اگر حاصل فوق مقدار استانداردی نباشد نزدیک ترین مقدار استاندارد که از آن بزرگتر باشد را مورد استفاده قرار می‌دهیم. بیشترین ولتاژ r.m.s استاندارد تجهیزات طبق استاندارد IEC 600 71-1 بر حسب KV بشرح زیر می‌باشد.

(۳۶ و ۲۴ و ۱۷/۵ و ۱۲ و ۷/۲ و ۳/۶)

روش دوم که طبق استاندارد IEC 60099-5 می‌باشد رابطه Ur را بصورت زیر بیان می‌ننماید.

$$Ur = KEa\left(\frac{T}{10}\right)^{0.02}$$

رابطه فوق برای حالتی که اطلاعات برقگیر در دسترس نیست استفاده می‌شود که در اینجا T زمان برقراری اتصال کوتاه بر حسب ثانیه است برای T=10 مقدار ولتاژ نامی‌با KEa برابر است.

قابل ذکر است در تعیین ولتاژ نامی برقگیر، ولتاژ نامی حاصل از اعمال بزرگترین ضریب اضافه ولتاژ موقت مورد توجه قرار خواهد گرفت.

۵-۲- جریان تخلیه برقگیر

یکی دیگر از پارامترهای مهم و اساسی در برقگیر جریان قابل تحمل برقگیر است این پارامتر که به عنوان جریان تخلیه معروف است توانایی برقگیر را در تخلیه جریان ضربه نشان می‌دهد. از آنجا که فرم جریانهای گذرا در خط تقریباً شناخته شده است برای تعیین رفتار برقگیر در تخلیه این جریانها ذکر ماکزیمم جریان تخلیه به میزان کافی، توانایی برقگیر را مشخص کند بهمین دلیل برقگیرها را بر اساس جریان تخلیه نامی آنها طبقه بندی می‌نمایند.

کلاس بندی برقگیرهای مورد استفاده در خطوط توزیع و انتقال انرژی الکتریکی بر اساس میزان جریان تخلیه موضوعی است که سالها قبل به توافق مهندسان و طراحان برق رسیده است و با اندک تفاوتهایی که در تمام استانداردها آورده شده است.

بصورت کلی برقگیرها در کلاسهای ۱۵۰۰A و ۲۵۰۰A و ۱۰۰۰۰ A و ۲۰۰۰۰ A طبقه بندی می‌شوند علاوه بر این ممکن است بر اساس بالا بودن احتمال وقوع اضافه ولتاژها در شبکه، برقگیرها به دو زیر مجموعه دیگر هم تقسیم بندی شوند این زیر مجموعه‌ها سنگین‌کار و سبک‌کار هستند که برای برقگیرهای ۱۰۰۰۰A بکار می‌روند. این تقسیم بندی برای برقگیرهای ۵۰۰۰A به عنوان سری A و B مرسوم است. برقگیرها ۱۵۰۰A و ۵۰۰۰A در خطوط توزیع ۵۰۰۰A و ۱۰۰۰۰A در خطوط فوق توزیع مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵-۳- ولتاژ پسماند

با ظهور اضافه ولتاژگذرا در خط، برقگیر عمل نموده و با عبور جریان ضربه‌ای، ولتاژ را محدود می‌کند ولتاژ پسماند مقدار پیک ولتاژی است که در هنگام عبور جریان ضربه تخلیه از برقگیر روی ترمینالهای آن ظاهر می‌شود. برای انتخاب برقگیرها با توجه به جداول (۲و۱) عمل می‌شود که در استاندارد IEC 60099-4 موجود است. همچنین شکل موج جریان ضربه بصورت $8/20\,\mu$scc می‌باشد.

جدول (۱): ولتاژهای پسماند برای برقگیرهای ۵۰۰ A و ۲۵۰۰ A و ۵۰۰۰ A در هر ولتاژ نامی

ولتاژ نامی Ur KV(rms)	۵۰۰۰ A KV(PEAK)/ur صاعقه	۲۵۰۰ A KV(PEAK)/ur صاعقه	۱۵۰۰ A KV(PEAK)/ur صاعقه
۳-۲۹	۲/۴-۳/۶	۳/۶	-
۳۰-۱۳۲	۲/۴-۳/۶	۳/۶	-

جدول (۲): ولتاژهای پسماند برای برقگیرهای ۱۰۰۰۰A و ۲۰۰۰۰A در هر ولتاژ نامی

ولتاژ نامی Ur kv (rms)	۲۰۰۰۰A Kv(peak)/ur صاعقه	۱۰۰۰۰A Kv(peak)/ur صاعقه
۳-۲۹	-	۲/۳-۳/۶
۳۰-۱۳۲	۲/۳-۲/۸	۲/۳-۳/۳

۵-۴- سطوح حفاظتی

استاندارد IEC 60071 مقادیر نامی‌استقامت عایقی جهت تجهیزات را ارائه می‌کند که در سطح ولتاژ ۳۳KV و ۲۰ KV فقط شامل سطح استقامت در برابر موج صاعقه می‌باشد. برای توضیحات بیشتر به بند ۵-۷ مراجعه شود.

82461010

۵-۵- کلاس فشار شکن

کلاس فشار شکن معمولاً بر حسب KA است و طبق استاندارد IEC 60099-5 در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۳): کلاسهای فشار شکن برقگیر

کلاس فشار شکن	کلاس برقگیر	حداقل جریان اتصال کوتاه
A	۱۰۰۰۰A سبک یا سنگین کار	۴۰۰۰۰
B	۱۰۰۰۰A سبک یا سنگین کار	۲۰۰۰۰
C	۱۰۰۰۰A سبک یا سنگین کار	۱۰۰۰۰
D	۵۰۰۰A سری A یا B	۶۰۰۰
E	۵۰۰۰Aسری A یا B	۵۰۰۰

۵-۶- قدرت عایقی بدنه برقگیر (Insulation Withstand of arrester)

قدرت عایقی بدنه برقگیر هر جزء یک سیستم قدرت بایستی توانایی تحمل فشارهای الکتریکی را داشته باشد این فشارها ولتاژ فرکانس قدرت شبکه یا اضافه ولتاژهای گذرا در سیستم می‌باشد. از آنجا که برقگیر خود یک المان حفاظتی است تأمین قدرت عایقی برای بدنه آن جزو ضروریترین موارد در انتخاب برقگیر است جهت تعیین مشخصه عایقی طبق استاندارد IEC 60099-4 بدنه برقگیر بایستی بتواند ولتاژهای زیر را تحمل کند.

الف- ۱/۳ برابر سطح حفاظتی برقگیر در قبال صاعقه (LPL(Lightning impulse protection level که سطح حفاظتی برقگیر در قبال صاعقه ماکزیمم ولتاژ پسماند برای جریان تخلیه نامی‌می‌باشد.

ب- ولتاژ فرکانس قدرت بمدت یک دقیقه برای برقگیرهای ۱۵۰۰A، ۲۵۰۰A و ۵۰۰۰A و برقگیرهای مخصوص صاعقه زیاد (۸۸LPL٪).

علاوه بر قدرت عایقی بدنه بین قسمتهای برقگیر و اجراء زمین شده حداقل فاصله هوایی لازم است این فاصله هوایی که به clearance معروف است برای ردیف ولتاژهای توزیع طبق استاندارد ANSI/IEEE در جدول شماره (۴) آورده شده‌اند.

82461010

جدول (۴): حداقل فاصله قسمتهای برقدار تا سایر نقاط

حداقل فاصله هوایی توصیه شده بر حسب میلیمتر		BIL بدنه برقگیر KV	ولتاژ کار دائم موثر KV
بین فازها	تا زمین		
۵۱	۴۵	۴۵	۳
۸۳	۷۰	۶۰	۶
۱۲۱	۱۰۲	۷۵	۹
۱۲۱	۱۰۲	۷۵	۱۰
۱۴۰	۱۲۱	۸۵	۱۲
۱۶۵	۱۴۰	۹۵	۱۵
۲۲۹	۲۰۳	۱۲۵	۱۸
۲۲۹	۲۰۳	۱۲۵	۲۱
۲۷۹	۲۴۱	۱۵۰	۲۴
۲۷۹	۲۴۱	۱۵۰	۲۷
۲۷۹	۲۴۱	۱۵۰	۳۰

BIL(Basic Insulation Level): حداکثر مقدار ولتاژ به فرم μsec ۱/۲/۵۰ که دستگاه می‌تواند تحمل کند.

۵-۷- هماهنگی عایقی برقگیر

امواج ضربه ای که دستگاه یا عایق الکتریکی می‌تواند تحمل کند سطح عایقی یا قدرت عایقی آن دستگاه را مشخص می‌کند وقوع شکست یا تخلیه الکتریکی علاوه بر میزان فشار الکتریکی به میزان زمان بستگی دارد. تعیین سطح عایقی برای یک عایق تنها برای اشکال خاص و زمانهای خاص، استقامت عایق را مشخص می‌نماید. بدین ترتیب که سطح عایق برای موج ضربه بفرم μsec ۵۰ /۱/۲ و μsec ۳۰/۱۰۰ تا حدود زیاد معرف رفتار عایق در برابر سایر شکل موجها و فشارهای الکتریکی خواهد بود. بطور کلی سطح عایقی را می‌توان در منحنی ولت بر حسب ثانیه عایق مشاهده کرد. این منحنی ولتاژ وقوع شکست رابه ازاء زمان پیشانی یا زمان وقوع نشان می‌دهد.

82461010

حال دو مقدار CWW و BIL تعریف می‌کنیم.

CWW (Chopped wave withstans): حداکثرحداکثر ولتاژ ضربه صاعقه μsec ۱/۲/۵۰ که در پیشانی یا پشت موج بریده می‌گردد.

BIL (Basic Insulation Level) : حداکثر ولتاژ بفرم μsec ۱/۲/۵۰ که دستگاه میتواند حمل کند

به ازای هر یک از مقادیر فوق مقادیر متناظری برای برقگیر تعریف می‌شود این مقادیر بصورت زیر می‌باشند:

FOW (Front of wave): ولتاژ بروز قوس (شروع هدایت) حین پیشانی موج (زمان بروز قوس sec ۰/۵)

LPL(Lightning protection level): ولتاژ بروز قوس حین ضربه صاعقه بفرم μsec ۱/۲/۵۰ (زمان بروز قوس μ sec ۸)

ولتاژهای فوق الذکر در هنگام اعمال ضربه های گوناگون ممکن است تعیین گردند از جمله ضربه‌های μ sec ۳۰/۸۰ و μ sec ۳۰/۱۰۰ و μ sec ۲۵۰/۲۵۰۰ ولتاژ بروز قوس در فاصله زمان μ sec ۵۰ تا μ sec ۳۰۰ و یا μ sec ۱۰۰ دز این موارد پذیرفته می‌شود.

در برقیگیرهای اکسید فلزی بدون فاصله هوایی ولتاژ بروز قوس مفهومی‌ندارد بلکه مشخصه صاف ولتاژ- جریان وجود دارد، در این حالت ولتاژ پسماند برقگیر حین ضربه‌ها با پیک جریان ماکزیمم مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. حال شرایط فوق باید برقرار باشد.

$$\frac{CWW}{FOW} \rangle 1.2$$

$$\frac{BIL}{LPL} \rangle 1.2$$

در هنگام طراحی ممکن است به حالتی برسیم که برقگیر انتخابی موجود نتواند سطح حفاظتی مناسبی را فراهم آورند در این حالت باید از دستگاهی با سطح ایزولاسیون بالاتر و یا برقگیرهای موازی جهت تقسیم جریان استفاده کرد.

۵-۸- قابلیت جذب انرژی

به ماکزیمم مقدار مجاز انرژی بر حسب کیلوژول که برقگیر قادر است حین اعمال یک موج ضربه با یک دوره زمانی مشخص جذب کند ظرفیت جذب انرژی برقگیر اطلاق می‌گردد.

طبق استاندارد IEC 60099-5 برقگیرهای اکسید فلزی باید قادر به جذب انرژی ناشی از اضافه ولتاژ گذرا در سیستم باشند البته در شبکه های توزیع این انرژی به لحاظ تقسیم جریان در کل شبکه توزیع می‌شود و پارامتر مهمی‌نمی‌باشد طبق استاندارد IEC 60099-5، W از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$W = \left[2u_f - NU_{PL}\ (1 + \ln\ (2u_f / U_{PL})\ \right] \frac{U_{PL} \cdot T_1}{z}$$

که:

Ln(لگاریتم طبیعی)

U_{PL}: سطح ولتاژ حفاظتی برقگیر در برابر ایمپالس صاعقه

u_f: ولتاژ عایقی خط در اثر جرقه با پلاریته منفی

Z: امپدانس ضربه خط

T1: زمان بین ضربه جریان اولی و ضربه جریان بعدی که در حدود 3×10^{-4} ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

N: تعداد خطوط متصل شده به برقگیر

۵-۹- فاصله مجاز برقگیر

ولتاژهای موجی تخلیه جوی از طریق خطوط انتقال انرژی و هادی‌های متصل به شینه‌های اصلی به پست وارد گردیده و در شینه های آن منتشر می‌شوند. در مدت برقراری شرایط تخلیه جوی در برقگیر، دامنه ولتاژهای تخلیه در محل برق‌گیر تا تجهیزات فزونی می‌یابد. هرچه شیب موج ورودی تندتر و فاصله برقگیر تا تجهیزات مورد حفاظت بیشتر باشد ولتاژ ظاهر شده در ترمینالهای بزرگتر خواهد بود.

۵-۱۰- کنتور برق‌گیر

این نوع کنتورها از نوع الکترومکانیکی بوده و می‌بایستی توانایی تحمل جریان تخلیه برقگیر را داشته باشد. قسمتهای داخلی آن نباید تحت تأثیر شرایط محیطی پست قرار گیرد. این کنتورها باید در مسیر سیم زمین برقگیر به نحوی نصب شود که امپدانس این سیم تغییر چندانی ننماید. در زمان تعمیر این کنتورها از یک سیم ارتباطی جهت جدا نمودن آنها و جهت از کار نیافتادن برقگیراستفاده می‌گردد.

وسیله دیگری که در یافتن طول عمر مفید برقگیر از آن استفاده می‌شود نشان دهنده جریان نشتی می‌باشد. این نشان دهنده باید طوری نصب شود که از روی زمین براحتی خوانده‌شود. مقدار جریان نشتی مجاز برق‌گیر در زمان کارکرد عادی باید به شکل واضح در روی این دستگاه نوشته شود.

۵-۱۱-شرایط محیطی

(الف) وزش باد

بادهای قوی بار افقی روی برقگیرها را افزایش می‌دهند. در این راستا عموماً باد با سرعت کمتر از ۱۰۰km/h مسئله‌ای را ایجاد نمی‌نماید. بدیهی است متناظر با سرعت باد بر حسب km/h فشار $p_w\ (N/m^2)$ ایجاد می‌گردد که باید مورد توجه قرار گیرد.

(ب) زلزله

برای مناطقی که پدیده زمین لرزه و فعالیت‌های لرزشی و ارتعاشی زمین در حد بالایی است، قدرت استقامت برقگیر مبتنی بر این فعالیت لرزشی می‌بایستی مورد مطالعه قرار گیرد و علاوه بر مشورت با شرکت مشاوره‌ای درج اطلاعات زمین لرزه در درخواست فنی لازم است شرایط زیر جهت سرویس عادی برای برقگیرهای Zno تعریف می‌شود:

- درجه حرارت هوا $-40^{\circ}C \le t \le 40^{\circ}C$
- برقگیر در معرض تشعشعات خورشیدی قرار دارد
- ارتفاع از سطح دریا $H \le 1000\,m$
- فرکانس شبکه $48HZ \le f \le 62\,HZ$

اما همان‌طور که می‌دانیم شرایط محیطی پست‌های محل نصب تجهیزات ممکن است متفاوت از شرایط استاندارد باشد، لذا استقامت عایق خارجی این تجهیزات باید با توجه به شرایط محیطی محل نصب تعیین گرددو نهایتاً کفایت استقامت عایقی در محل نصب با توجه به اضافه ولتاژهای محاسبه شده بررسی شود.

عوامل مؤثر محیطی در استقامت عایقی هوا دانسیته هوا و میزان رطوبت آن می‌باشد. مقدار ولتاژ شکست در شرایط محیطی مورد نظر برابر است با حاصلضرب ولتاژ شکست در شرایط استاندارد در ضریب تصحیح $K = \frac{Kd}{Kh}$ که Kd وKh به ترتیب ضرایب تصحیح مربوط به هوا و رطوبت می‌باشد.

82461010

شرایط محیطی محل نصب برقگیر باید مطابق با شرایط ارائه شده توسط سازنده باشد همچنین سطح آلودگی نیز باید مشخص شود.

۵-۱۲-نحوه اتصال برقگیربه سیستم زمین

برقگیرها باید از کوتاه‌ترین راه ممکن به سیستم زمین پست وصل گردند و سیستم زمین جداگانه‌ای برای آنها نیاز نخواهد بود. همچنین با توجه به جریانهای اتصال کوتاه سطح مقطع سیم اتصال به زمین انتخاب می‌گردد.

فهرست مطالب

۶- روند طراحی برقگیر

همانطور که گفته شد برق‌گیرها عناصر مهمی‌در شبکه قدرت بوده و وظیفه حفاظت از سایر تجهیزات پست به عهده آنان می‌باشد. به همین دلیل باید مطمئن شد که برقگیر تحت کلیه شرایط موجود در سیستم پایدار باقی می‌ماند و این به نوبه خود احتیاج به شناخت کافی از رفتار سیستم بخصوص تحت شرایط بروز اضافه ولتاژ موقت دارد. انتخاب یک برقگیر با توجه به سطح حفاظتی مطلوب، قابلیت تحمل اضافه ولتاژ و ظرفیت جذب انرژی برقگیر صورت می‌گیرد. هر چه برقگیر توانایی تحمل اضافه ولتاژهای موقت شدیدتری (از لحاظ دامنه و مدت زمان استمرار آن) را داشته باشد، امکان سالم ماندن برقگیر بیشتر خواهد شد. ولی در عین حال سطح حفاظتی آن افزایش خواهد یافت. از طرف دیگر وجود برقگیری با ظرفیت جذب انرژی بالاتر احتمال خطا و خرابی برقگیر را کاهش می‌دهد ولی مستلزم صرف هزینه بیشتری است. انتخاب نهایی برقگیر و مشخصات آن شامل مراحل زیر می‌گردد:

۶-۱- ولتاژ کار دائم

بالاترین ولتاژ سیستم طبق استاندارد مربوط برای سیستم ۲۰ کیلوولت برابر ۲۴ کیلوولت و برای سیستم با ولتاژی نامی۳۳ کیلوولت ۳۶ کیلوولت باید انتخاب شود.

۶-۲- فرکانس نامی

فرکانس نامی‌سیستم باید منطبق بر فرکانس کاری برقگیر مورد نظر باشد.

۶-۳- روش زمین شدن نقطه صفر و نحوه اتصال برقگیر به سیستم

در این مرحله باید با توجه به مشخصات سیستم زمین حداکثر ولتاژ خطا روی برقگیر توسط نحوه اتصال برقگیر مشخص گردد.

۶-۴- حداکثر مقدار اضافه ولتاژ و مدت زمان آن

مقدار این اضافه ولتاژ بستگی به نحوه زمین شدن و حفاظت زمین به کاربرده شده در صورت اتصال کوتاه یک فاز می‌باشد معمولاً جهت هماهنگی با استاندارد مربوط به برقگیر مدت زمان ۱۰ ثانیه باید انتخاب می‌گردد.

۶-۵- سطح عایقی تجهیزات

سطح عایقی تجهیزات طبق استاندارد IEC 60071-1 برای سطوح ولتاژ ۲۰ kv و۳۳ kv ارائه شده است.

۶-۶- سطح اتصال کوتاه سیستم

سطح اتصال کوتاه سیستم باید مشخص باشد تا برقگیر انتخابی بتواند قابلیت تحمل این جریان اتصال کوتاه را داشته باشد.

۶-۷- ولتاژ پسماند برقگیر

ولتاژ پسماند باید در محدوده ارائه شده توسط جدولهای (۱) و (۲) با توجه به کلاس برقگیر باشد و همچنین شرط $\frac{BIL}{LPL} > 1.2$ را نیز برآورده کند.

۶-۸- جریان نامی‌تخلیه و کلاس برقگیر

تعیین کلاس برقگیر توسط جریان نامی‌تخلیه صورت می‌گیرد و آن هم به عوامل زیر بستگی دارد:

- اهمیت تجهیزات و تأسیسات

- احتمال عبور جریانهای گزاف صاعقه
- اندازه و ولتاژ صاعقه

بطورکلی با توجه به موارد فوق یک روند واضحی جهت تعیین نوع کلاس برقگیر مطرح می‌شود. برای پستهای توزیع ۲۰و۳۳ کیلوولت برقگیر با ۱۰ کیلوآمپری توصیه می‌شود. برای خطوط هوایی توزیع برقگیر، با کلاس ۱۰ کیلوآمپری توصیه می‌شود. برای ترانسهای ۲۰KV و ۳۳KV کلاس ۱۰ کیلوآمپری یا ۱۵ کیلوآمپری با توجه به موارد فوق توصیه می‌شود.

۶-۹- کلاس فشارشکن

برطبق جدول بند ۵-۵ انتخاب می‌شود.

فهرست مطالب

۷- مثالی از روند طراحی یک برقگیر

هدف طراحی یک برقگیر برای ترانس توزیع یک خط ۲۰ کیلوولت در محیطی با آلودگی متوسط و سطح اتصال کوتاه ۶KA و ترانس توزیع بطور مؤثر زمین شده است. فرکانس سیستم ۵۰ هرتز و حداکثر خطای فاز به زمین برابر ۲۴ کیلوولت و حداکثر مدت زمان آن ۱۰ ثانیه است. BIL تجهیزات برابر ۱۲۵ کیلوولت می‌باشد و نحوه اتصال برقگیر بصورت فاز به زمین خواهد بود. با توجه به ولتاژ نامی‌سیستم طبق جدول (۲) یکی از کلاسهای ۵۰۰۰A و یا ۱۰۰۰۰A آمپر میتواند مدنظر باشد با توجه به مهم بودن تجهیزات خط و همچنین احتمال آماری برخورد صاعقه به خط یکی از کلاسهای فوق انتخاب می‌شود با توجه به BIL تجهیزات و با فرض بالا بودن احتمال پیدایش صاعقه در منطقه کلاس برقگیر ۱۰۰۰۰قبول می‌باشد.

با توجه به ولتاژ نامی‌و کلاس برقگیر و با توجه به جدول (۲و۱) ولتاژ پسماند برقگیر انتخابی طبق استاندارد برای صاعقه باید بین ۳/۶-۲/۳ کیلوولت بر واحد ولتاژ نامی‌می‌باشد.

همچنین درجه حرارت محیط نصب برقگیر و ارتفاع از سطح دریای محل و میزان رطوبت باید مطابق با مندرجات و مشخصات برقگیر مورد نظر انتخاب شود.

بخش دوم
معیارها و ویژگیهای فنی

فهرست مطالب

لیست گزارشات

۱-هدف و دامنه کاربرد ۱
۲-استانداردها و آئین‌نامه‌ها ۱
۳-مقررات ایمنی ۲
۴-واحدهای اندازه‌گیری ۲
۵-زبان ۲
۶-شرایط اقلیمی ۲
۷-حفاظت در برابر زلزله ۲
۸-حفاظت در برابر خوردگی ۳
۹-هماهنگی فنی ۳
۱۰-تضمین کیفیت ۳
۱۱-نصب و راه‌اندازی ۳
۱۲-اتصالات ۴
۱۳-محفظه ۴
۱۴-عملکرد در برابر آلودگی ۴
۱۵-جدا کننده ۵
۱۶-شمارنده موج ضربه ۵

۱۷-پلاک شناسایی برقگیر.....۵
۱۸-مدارک ۶
۱۹-راهنمای تکمیل جدول شماره یک برقگیر.....۹
۲۰-راهنمای ارزیابی جدول شماره دو برقگیر ۱۶

فهرست جداول

جدول ۱: مشخصات نامی ارسال توسط خریدار به فروشنده ۷
جدول ۲: خصوصیات فنی داده‌های ضمانت شده برای برقگیرها ۱۴

فهرست مطالب

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از این مشخصات پوشاندن حداقل نیازهای مربوط به سفارش خرید و یا فروش برقگیر و ذکر مشخصات و مراحل هر یک از موارد فوق است.

این مشخصات برای برقگیرهای با مقاومت غیر خطی اکسید فلز از نوع فاقد فاصله هوایی برای محدود نمودن موجهای ولتاژ در سیستم‌های برق متناوب با ولتاژهای نامی ۲۰ و ۳۳ کیلوولت کاربرد دارد. این برقگیرها برای نصب بیرونی مورد استفاده می‌باشند و می‌توانند در پایانه خطوط انتقال، برروی و یا در نزدیکی ترانسفورماتورهای قدرت، بانک‌های خازنی موازی و تنظیم کننده‌های ولتاژ نصب گردند.

فروشنده می‌باید هرگونه استثناء و مغایرت در پیشنهاد خود نسبت به این مشخصات و استانداردهای تعیین شده را به روشنی و بطور مشخص بیان نماید. فرض بر این خواهد بود که پیشنهادات منطبق با این مشخصات و استانداردهای ذکر شده می‌باشند، مگر آن که موارد استثناء بطریق یاد شده قید گردیده باشد.

در صورت بروز هر گونه ناهمخوانی میان بخش‌ها و جملات این مشخصات و ملحقات آن فروشنده می‌باید اصلاح این موارد را از خریدار درخواست نماید.

فروشنده می‌باید تمام اطلاعات فنی مورد نیاز در مرحله استعلام را ارائه نماید. تمام برگه‌های اطلاعات فنی (جدول ۲) می‌باید بطور کامل پر شود. هر قلم پر نشده از این اطلاعات فنی به معنی پذیرفته بودن مشخصات مورد درخواست مربوط به آن قلم توسط فروشنده تلقی خواهد شد.

فروشنده می‌باید کارنامه فروش مربوط به کلیه اقلام را ارائه نماید. برقگیرهائی که در ردیف نخستین ساخت باشد مورد قبول نخواهند بود. همچنین پیشنهادهای ناقص یا مشروط ارزیابی نخواهد شد.

فهرست مطالب

۲- استانداردها و آئین‌نامه‌ها

برقگیر می‌بایست بر طبق آخرین نسخه منتشره استانداردهای IEC 60099-4 و یا بقیه استانداردهای مجاز طراحی، ساخته و آزمایش شوند، مگر در مواردی که در این مشخصات طور دیگری مشخص شده باشد.

در صورتیکه خریدار دریابد که وسیله‌ای با استانداردها یا آئین‌نامه‌های مشخص شده مطابقت ندارد، هرگونه تغییر، جابجایی یا تعویض این وسایل به منظور برآوردن نیازهای آئین‌نامه‌ها و استانداردها با هزینه فروشنده انجام می‌پذیرد.

فروشنده می‌باید در پیشنهاد خود به وضوح و بطور مشخص هرگونه استثناء نسبت به استانداردها و آئین‌نامه‌های تعیین شده را قید نماید.

هر گونه ناهمخوانی و عدم تجانس استانداردها، آئین‌نامه‌ها و مقررات، منوط به مشاوره و توافق بین فروشنده و خریدار خواهد بود.

فهرست مطالب

۳- مقررات ایمنی

وسیله می‌باید پاسخگوی نیازمندیهای مقررات ایمنی برق باشند. فروشنده باید در پیشنهاد خود مقرراتی را که از طرف وی در این رابطه مورد استفاده قرار گرفته است ذکر نماید.

۴- واحدهای اندازه‌گیری

دستگاههایی که در اندازه‌گیری، ساخت و تنظیم مدارک مربوط به وسیله و اجزاء آن استفاده می‌شود باید همگی مطابق استانداردهای SI (متریک) باشند، مگر در مواردیکه مغایرت آن در این مشخصات فنی مشخص شده باشد.

۵- زبان

زبان مورد استفاده برای برچسب‌زنی، علامتگذاری شماره‌زنی و تنظیم مدارک فنی،انگلیسی خواهد بود. برای نامه‌نگاری‌های غیر فنی و سایر مکاتبات، استفاده از زبان فارسی یا انگلیسی جایز است.

۶- شرایط اقلیمی

خود وسیله و اجزاء تشکیل دهنده آنها به همراه مواد بکار رفته در ساختمان آنها می‌باید برای استفاده در یک محیط فرساینده، با شرایط مشخص شده در جدول شماره ۱، مناسب باشند.

فهرست مطالب

۷- حفاظت در برابر زلزله

برقگیر باید در برابر زمین لرزه‌هایی با مشخصات ارائه شده در جدول شماره ۱ بخوبی مقاومت نماید.

فهرست مطالب

۸- حفاظت در برابر خوردگی

هر بخش از برقگیر می‌باید از مواد مقاوم در برابر خوردگی ساخته شود. رنگ‌آمیزی بعنوان روش حفاظت در برابر خوردگی پذیرفته نخواهد بود.

۹- هماهنگی فنی

فروشنده می‌باید در طراحی و ساخت کلیه اجزاء و موادی که توسط او در برقگیر استفاده می‌شود هماهنگی کاملی را اعمال نماید.

۱۰- تضمین کیفیت

فروشنده باید در پیشنهاد خود معیارهای بکار رفته‌اش برای تضمین کیفیت در طراحی و ساخت برقگیر و ملحقات آن تشریح نماید.

فهرست مطالب

۱۱- نصب و راه‌اندازی

فروشنده باید برای هر نوع و اندازه برقگیر روش نصب، نظارت، انجام آزمون و راه‌اندازی را بشرح زیر ارائه نماید.

الف- دستورالعمل‌های نصب

ب- جداول بازرسی

ج- برگه‌های آزمون‌های نوعی، معمولی و نمونه‌ای

د- دستورالعمل‌های برقدار کردن و راه‌اندازی، حاوی ضوابط ایمنی

دستورالعمل‌ها و روش‌ها باید بگونه‌ای باشند که هرگاه برقگیری براساس آن نصب گردید و آزمون‌های مربوطه را گذراند، بتوان نتیجه‌گیری کرد که عمل نصب موافق استانداردها،آئین‌نامه‌ها و تجارب مقبول مهندسی و استانداردهای سازنده انجام گرفته و لذا برقگیر نصب شده می‌تواند با ایمنی بکار گرفته شود.

فهرست مطالب

۱۲- اتصالات

برقگیر باید مجهز به ترمینال‌ها و گیره‌های گالوانیزه جهت اتصال آن به طرف فشارقوی و زمین از طریق هادی‌های مسی و آلومینیومی با اندازه‌های ذیل باشد.

- هادی‌های رشته‌ای با مقطع ۳۵ تا ۷۰ میلیمتر مربع بدون هیچ وسیله اضافی
- هادی‌های رشته‌ای با مقطع بالای ۷۰ میلیمتر با استفاده از اتصال دهنده (بعد از جدا کردن گیره مربوطه)
- هادی‌های مسطح یا تخت (بعد از جدا کردن گیره مربوطه)

در صورت نیاز، پوشش لاستیکی مصنوعی با قدرت استقامت بالا جهت ترمینال‌های فشارقوی می‌بایست تامین گردد.

۱۳- محفظه

محفظه برقگیر باید از عایق چینی یا پلیمری ساخته شود، عایق باید مطابق با استانداردهای مربوطه طراحی، ساخته و آزمایش شود. عایق باید مناسب استفاده در ارتفاع و دمای محیط و شرایط بازگذاری مشخص شده، باشد. عایق‌ها می‌بایست دارای ساختار همگن و فارغ از لایه‌بندی، حفره، یا دیگر عوارض موثر بر استقامت الکتریکی و مکانیکی آن باشند.

عایق محفظه باید به نحو احسن صیقل داده شده و بدون تخلخل باشد و جلای قهوه‌ای رنگ داشته باشد. چینی هر عایق نگهدارنده می‌بایست در حد معقول عاری از اعوجاج، غیر قابل نفوذ در مقابل رطوبت و دارای لعاب سخت یکنواخت، صاف و فارغ از نواقصی از قبیل لکه، خال، عارصه سطحی و پلیسه‌هائی باشد که در هر حال عملکرد عایق محفظه تحت شرایط کار مورد نظر را دچار اخلال نکند. هر عایق باید نام یا علامت تجاری تهیه کننده، شماره سریال و نوع آن را برخود داشته باشد. علامتگذاری می‌بایست خوانا و قابل تشخیص باشد.

فهرست مطالب

۱۴- عملکرد در برابر آلودگی

به منظور آن که عملکرد برقگیر تحت اثرات نامطلوب میزان آلودگی مشخص شده قرار نگیرد تدابیری باید اتخاذ شده باشد.

فهرست مطالب

۱۵- جدا کننده

در صورت نیاز و به منظور حصول اطمینان از قطع حتمی رابط زمین و عبور جریان، جدا کننده‌های که مجهز به نشان دهنده قابل رؤیت باشد، می‌بایست فراهم گردد.

جداکننده به هیچ‌وجه نباید هنگام عمل برقگیر بکار افتد، و تنها وقتی عمل نماید که در معرض یک جریان غیر عادی متناوب پیوسته با فرکانس شبکه قرار گیرد.

۱۶- شمارنده موج ضربه

در صورت لزوم، شمارنده (کنتور) می‌بایست مهیا گردد. شمارنده‌های موج ضربه می‌بایست داری اجزاء ساکن (ایستا) با شمارنده الکترو مکانیکی و بدون نیاز به منبع تغذیه کمکی، مناسب کار دائم باشند.

شمارنده می‌بایست مقاوم و دارای توانایی ایستادگی مکرر و بدون خرابی در مقابل ماکزیمم جریان تخلیه برقگیر باشد. قسمت‌های داخلی می‌بایست از شرایط جوی محل کار متاثر نگردند، یا باید از محفظه مقاوم در برابر هوا استفاده شود که باید طوری طراحی شود که امکان مشاهده ثبات را بدون در معرض جو قراردادن اجزاء داخلی، فراهم سازد.

شمارنده می‌بایست سر راه رابط زمین اصلی برقگیر به طریقی اتصال داده شود که امپدانس موجی آن بطور عمده عوش نشود. اتصالات با پیچ چنان باشند که بتوان بدون خارج کردن برقگیر از وظیفه‌اش شمارنده را اتصال کوتاه و جدا کرد. پایه برقگیر باید نسبت به زمین عایق باشد و توسط کابل عایق‌دار به شمارنده متصل گردد.

ترمینال خروجی شمارنده باید توسط هادی مسی لخت، اتصال مستقیم به زمین داشته باشد. کابل عایق‌دار و اتصالات لخت می‌بایست استقامت مکانیکی و حرارت کافی برای کاری که بعهده دارند داشته باشند.

فهرست مطالب

۱۷- پلاک شناسایی برقگیر

برقگیر بایست به پلاک شناسایی از جنس فولاد ضد زنگ، یا دیگر مواد معادل که ضد شرایط جوی و خوردگی باشند مجهز گردد، و پلاک شناسائی باید در مکانی قابل مشاهده نصب شود مندرجات پلاک می‌بایست بصورت حکاکی، یا دیگر روش‌های تایید شده ایجاد شود.

اطلاعات موجود در پلاک شناسائی باید شامل موارد زیر باشد:

- ولتاژ کار دائم
- ولتاژ نامی
- فرکانس نامی
- جریان نامی تخلیه
- جریان نامی برای تخلیه فشار برحسب کیلوآمپر موثر
- نام کارخانه سازنده یا علامت تجارتی آن، نوع و معرفی کلی برقگیر
- سال ساخت
- شماره ردیف
- حداکثر دمای محیط
- ارتفاع از سطح دریا

۱۸- مدارک

فهرست مطالب

پیشنهاد دهنده باید مدارک فنی زیر را به همراه پیشنهاد خود ارائه نماید:

- شرح خلاصه استثنائات بر مشخصات فنی مناقصه
- کاتالوگ و دستورالعملها نصب و بهره‌برداری
- نقشهٔ نما
- کارنامه فروش
- منحنی مشخصه ولتاژ با فرکانس شبکه نسبت به زمان
- منحنی مشخصه جریان جدا کننده نسبت به زمان (در صورت نیاز)
- تکمیل و ارسال جدول شماره دو

مدارک فنی زیر باید در مرحله بازبینی طرح، توسط فروشنده ارائه گردد:

- نقشه‌های تفصیلی‌نما مربوط به برقگیر، شمارنده برقگیر و متعلقات نصب با جزئیات
- پلاک مشخصات
- گزارش آزمونها جاری و پذیرشی
- دستورالعمل نصب و بهره‌برداری

مشخصات نامی ارسالی خریدار به فروشنده:

این مشخصات در جدول ذیل موجود است.

جدول شماره یک برقگیر

جدول ۱: مشخصات نامی ارسال شده توسط خریدار به فروشنده

۱-	داده‌های سیستم		۲۰Kv	۳۳Kv
۱-۱	بالاترین ولتاژ سیستم	کیلوولت (موثر)	۲۴	۳۶
۱-۲	فرکانس	هرتز	۵۰	۵۰
۱-۳	روش زمین شدن نقطه صفر		بطور غیر موثر زمین شده	
۱-۴	بیشترین زمان اتصال	ثانیه	۱۰	
۱-۵	حداکثر مقدار اضافه ولتاژ موقت و مدت زمان آن		برابر بالاترین ولتاژ سیستم و برای ۱۰ ثانیه	
۱-۶	سطح عایقی تجهیزات مورد حفاظت	کیلوولت (پیک)	۱۲۵	۱۷۰
۱-۷	جریان اتصال کوتاه سیستم در محل	کیلوآمپر	ماکزیمم ۱۶	ماکزیمم ۱۶
۲-	شرایط کار			
۲-۱	درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۵۵+ تا ۴۰-	۵۵+ تا ۴۰-
۲-۲	شدت اشعه خورشید	وات بر متر مربع	قوی	قوی
۲-۳	ارتفاع از سطح دریا	متر	۱۰۰۰/۱۵۰۰/۲۰۰۰/۲۵۰۰	۱۰۰۰
۲-۴	رطوبت	درصد	۱۰ تا ۱۰۰	۱۰ تا ۱۰۰
۲-۵	میزان طبیعی آلودگی		سبک/ متوسط/ شدید/ خیلی شدید	
۲-۶	شرایط مکانیکی:			
۲-۷	شتاب لرزه زمین	متر بر مجذور ثانیه	۰/۳ ضربدر شتاب ثقل زمین	
۲-۸	سرعت باد:			
۲-۸-۱	حداکثر سرعت باد	متر ثانیه	۴۵	۴۵
۲-۸-۲	در شرایط یخ	متر بر ثانیه	۲۵	۲۵
۲-۹	ضخامت بار یخ	میلیمتر	۰-۲۰	۰-۲۰
۲-۱۰	نیروی وارده بر ترمینال فشارقوی	نیوتن	۶۰ برای نصب روی بازوی نگهدارنده و ۵۰۰ برای نصب روی پایه	
۲-۱۱	دیگر شرایط غیر عادی کار			
۳-	وظایف برقگیر		۲۰ کیلوولت	۳۳ کیلوولت
۳-۱	کلاس (بیرونی / درونی)		بیرونی	بیرونی
۳-۲	نحوه اتصال به سیستم		فاز به زمین	فاز به زمین

ادامه جدول ۱:

۳-۳	نوع تجهیزاتی که حفاظت می‌شوند			ترانسفورماتور توزیع/ ترانسفورماتور قدرت/ کلید خانه/ خازنها/ ناظم‌های ولتاژ
۴-۳	فاصله حفاظتی			
۴-	مشخصه‌های برقگیر			
۱-۴	ولتاژ کار دائم	کیلوولت (مقدار موثر)	۱۸	۲۷
۲-۴	ولتاژ نامی	کیلوولت (مقدار موثر)	۲۴	۳۶
۳-۴	ولتاژ پس مانده به ازای جریان ضربه‌ای تخلیه نامی صاعقه (با شکل موج ۸/۲۰ μsec)	کیلوولت (پیک)	۷۸/۶۷	۱۱۶/۱۰۰
۴-۴	جریان نامی تخلیه	کیلوآمپر	۵/۱۰	۵/۱۰
۱-۴-۴	قابلیت تحمل جریان اتصال کوتاه (جریان تخلیه فشار)	کیلوآمپر	۲۰	۲۰
۵-۴	فاصله خزشی محفظه چینی:			
۱-۵-۴	طول فاصله خزشی	میلیمتر بر کیلوولت فاز به فاز		۱۶/۲۰/۲۵/۳۱
۲-۵-۴	شکل فاصل خزشی			
۵-	تجهیزات و متعلقات اضافی			
۱-۵	نوع نصب (برروی پایه یا توسط نگهدارنده)			
۲-۵	نصب بازوی نگهدارنده برروی بازوی صلیبی چوبی یا فلزی			
۳-۵	طرح کمربند محکم کننده براساس استانداردهای مربوطه			
۴-۵	زاویه انحراف استواری	درجه		
۵-۵	وسیله جدا کننده	دارد/ندارد		
۶-۵	شمارنده موج ضربه‌ای	دارد/ندارد		
۷-۵	پایه عایق شده	بله/خیر		
۸-۵	مساحت سطح مقطع سیم‌های اتصال دهنده	میلیمتر مربع		

فهرست مطالب

۱۹- راهنمای تکمیل جدول شماره یک برقگیر

الف- توضیح در مورد ردیف‌های ۱-۴ و ۱-۵ و ۴-۱ و ۴-۲:

در شبکه‌های توزیع به علت وقوع اتصال کوتاه تک‌فاز و رزونانس و همچنین فرورزونانس اضافه ولتاژ در شبکه ایجاد می‌شود اما از اثرات رزونانس و فرورزونانس صرفنظر می‌شود و عامل مهمتر یعنی اتصال کوتاه تک‌فاز بیشتر بررسی می‌شود.

چون در هنگام اتصال کوتاه فاز به زمین ولتاژ فازهای سالم نسبت به زمین بالا می‌رود، این اضافه ولتاژ به صورت موقت و بسته به زمان برطرف شدن خطا، روی برقگیر می‌افتد و سبب بالا رفتن جریان در داخل مقاومت غیر خطی و درجه حرارت آن می‌گردد، در صورت عدم تناسب برقگیر با شرایط اضافه ولتاژ موقت و مدت آن، این امر موجب بروز اتصال کوتاه در داخل برقگیر شده و باعث سوختن مقاومت‌ها می‌گردد. مقدار اضافه ولتاژ موقت یاد شده بالا بستگی به نحوه زمین شدن نقطه صفر زمین شبکه دارد، که برای شبکه‌های توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت که نقطه صفر شبکه از طریق ترانسفورماتور زمین کننده، زمین شده است، این مقدار حداکثر به ولتاژ فازبه‌فاز سیستم یعنی ۲۴ و ۳۶ کیلوولت می‌رسد که این مقادیر در جدول آمده است. زمان اتصال کوتاه فاز به زمین در برابر جدول برابر ۱۰ ثانیه انتخاب شده که ضمن هماهنگی با استاندارد برقگیر، بدلیل اینکه در این شبکه‌ها حفاظت خطای زمین تعبیه شده است مقدار مناسبی می‌باشد و توصیه می‌گردد. توضیح اینکه در شبکه‌های با نقطه صفر زمین شده توسط ترانسفورماتور زمین و تعبیه حفاظت خطای زمین در پست‌های فوق توزیع مادر (مشابه شبکه‌های معمول و استاندارد ایران) مقدار زمان ذکر شده در جدول یک (۱۰ ثانیه) مناسب است و لازم به ذکر است که زمان مزبور طولانی‌تر نیست چون در مواقعی که بعلت مقاومت بالای قوس، جریان عبوری ناچیز است زمان عملکرد رله زیاد بوده و شاید حتی عمل هم نکند. بنابراین ولتاژ فازهای سالم نیز افزایش چندانی نخواهد داشت و عملاً آسیبی به برقگیر نخواهد رسید.

در شبکه‌هایی که نقطه صفر شبکه از طریق ترانسفورماتور زمین کننده، زمین شده و یا حفاظت اتصال زمین پیش‌بینی نشده، در صورتی که زمان طولانی‌تری برای اتصال زمین متحمل باشد، این زمان باید به جای ۱۰ ثانیه در جدول ذکر گردد. و همچنین در جدول یک مقادیر ولتاژ نامی و ولتاژ کار دائم قید نمی‌گردد بلکه مقادیر مذکور با توجه به منحنی استقامت اضافه ولتاژهای موقتی، توسط سازنده یا خریدار مشخص می‌گردد. برای زمانهای بیش از ۲ ساعت مقدا ولتاژ کار U_c دائم برابر اضافه ولتاژ موقتی در نظر گرفته می‌شود که که برابر ولتاژ فاز به فاز است و ولتاژ نامی توسط سازنده برمبنای ولتاژ کار دائم

مشخص خواهد شد.

ب- توضیح در مورد ردیف ۲-۱: درجه حرارت محیط از ۴۰- تا ۵۵+ درجه سانتیگراد محدوده تغییر دما در سطح ایران است و برای هر سفارش باید حداقل و حداکثر دمای منطقه مربوطه در جدول قید گردد.

ج- توضیح در مورد ردیف۲-۳: مقادیر ارتفاع مذکور براساس زمره‌بندی پذیرفته شده در استاندارد و باید برحسب ارتفاع محل نصب، ذکر گردد:

۱۰۰۰ متر: برای ارتفاع محل نصب تا ۱۰۰۰ متر.

۱۵۰۰ متر: برای ارتفاع محل نصب بیش از ۱۰۰۰ متر تا ۱۵۰۰ متر

۲۰۰۰ متر: برای ارتفاع محل نصب بیش از ۱۵۰۰ متر تا ۲۰۰۰ متر

۲۵۰۰: برای ارتفاع محل نصب بیش از ۲۰۰۰ متر تا ۲۵۰۰ متر

د- توضیح در مورد ردیف۲-۵: سطح آلودگی با توجه به منطقه مورد نظر انتخاب می‌گردد.

هـ- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۱ : هر نوع شرایط کارکرد غیر معمول دیگر که ممکن است به توجه خاص نیاز داشته باشد در این قسمت باید ذکر گردد که عمدتاً شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- آلودگی شدید بوسیله دود، ترشح نمک و یا موارد مشابه

۲- قرارداشتن در معرض رطوبت، ترشح آب و یا بخار آب شدید

۳- شستشوی برقگیر برقدار

۴- ذرات، گازها و بخارات قابل انفجار

۵- شرایط مکانیکی غیرعادی مانند نیروی زیاد بر ترمینالها، ارتعاش و تکان شدید.

۶- حمل و نقل و انبار کردن غیر عادی

در استان‌های جنوبی ایران (استان هرمزگان و خوزستان)، شرایط محیطی نامناسب و غیر معمول از قبیل آنچه در بالا ذکر شد و وجود رطوبت، آلودگی، درجه حرارت زیاد، موجب بالا رفتن جریان نشتی برقگیرها شده و همراه با کاهش عمر آنها گهگاه سبب انفجار آنها می‌شود. برای جلوگیری از این امر می‌توان توصیه‌های زیر را بکار بست.

۱- افزایش طول خزش در عایق نگهدارنده

۲- انتخاب ولتاژ نامی بالاتر ضمن حفظ سطح حفاظتی برقگیر

۳- شستشوی دوره‌ای برقگیرهای مناطق آلوده

ضمناً علاوه بر توصیه‌های بالا، تشریح شرایط کار ناهنجار به سازندگان کمک خواهد کرد تا طرح مناسب را برای کار در مناطق فوق‌الذکر پیشنهاد نمایند.

و- توضیح در مورد ردیف۳-۴: تاثیر اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه بر تجهیزات به فاصله برقگیر از تجهیزات بستگی دارد.

در جهت دستیابی به حفاظت مناسب باید موارد ذیل حتی‌الامکان رعایت گردد:

- فاصله ترمینال فشارقوی برقگیر و تجهیزات مورد حفاظت (طول سیم) کوتاه باشد.
- ترمینال زمین برقگیر و ترمینال زمین تجهیزات مورد حفاظت توسط کوتاهترین رابط به یکدیگر وصل و به زمین متصل گردند. در مورد برقگیر مورد استفاده در محل اتصال کابل به خط هوائی، ترمینال زمین برقگیر به حفاظ فلزی کابل وصل گردد.
- کلیه سیم‌های رابط فشارقوی و همچنین زمین تا حد ممکن مستقیم باشد و از پیچ و خم غیر ضروری در آنها اجتناب گردد.
- در خطوط با کنسول چوبی و یا پایه‌های چوبی که سیمهای فاز با زمین عایق‌بندی قویتری دارند و امکان برخورد امواج صاعقه با دامنه و شیب زیاد به تجهیزات بیشتر است، باید پایه مقره‌های سوزنی نزدیک به محل نصب برقگیر، حداقل در ۶ پایه چوبی بهم ربط داده شده و زمین شوند.
- در مورد برقگیرهای محل اتصال کابل به خطوط هوائی در صورتیکه طول کابل به حدود ۲۰ متر محدود باشد نیازی به نصب برقگیر اضافی برای تجهیزات متصل به انتهای دیگر کابل نیست و برای مواردی که طول کابل بیشتر از این مقدار باشد لزوم نصب برقگیر اضافی به اهمیت تجهیزات بستگی دارد. مثلاً نصب چنین برقگیری برای ترانسفورماتور قدرت مصلحت‌آمیز است.

در پست‌های فوق توزیع، نصب برقگیر در محل اتصال کابل به فیدرهای خروجی خط هوائی و همچنین در طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور قدرت به منظور حفاظت تمامی تجهیزات ۲۰ کیلوولت کفایت می‌کند. برای توضیحات بیشتر به جلد چهارم، معیارهای طراحی، طرح پستهای استاندارد ۶۳/۲۰ کیلوولت مراجعه گردد.

ز- توضیح در مورد ردیف ۴-۳: با توجه به ضریب برد حفاظتی برقگیر (Protective margin) که طبق رابطه

$$\left[1 - \frac{\text{سطح عایقی تجهیزات}}{\text{سطح حفاظتی برقگیر}}\right] \times ۱۰۰$$

تعریف می‌شود و حداقل مقدار آن برای موج صاعقه بوسیله استانداردها به میزان ۲۰٪ تصریح شده است. ضمن در نظر داشتن موارد مذکور در توضیحات ردیف ۴-۳ مقادیر زیر رای حداکثر ولتاژ پس مانده برقگیرها بدست می‌آید که انتخاب آنها با توجه به مشخصات اکثر سازندگان موجه است:

- حداکثر ولتاژ پس مانده برای برقگیرهای کلاس ۱ با جریان ۵۰۰۰ آمپر و ولتاژ ۲۴ کیلوولت برابر است با ۷۸ کیلوولت و برای این برقگیرها با ولتاژ ۳۶ کیلوولت برابر است با ۱۱۶ کیلوولت.
- حداکثر ولتاژ پس مانده برای برقگیرهای کلاس ۲ با ولتاژ ۲۴ کیلوولت برابر ۶۷ کیلوولت و برای برقگیرهای ۳۶ کیلوولتی برابر ۱۰۰ کیلوولت است.

ح- توضیح در مورد ردیف‌های ۴-۴ و ۴-۵: انتخاب جریان نامی تخلیه و انتخاب کلاس تخلیه خط جریان تخلیه نامی با توجه به عوامل زیر انتخاب می‌گردد.

۱- اهمیت تاسیسات

۲- احتمال عبور جریان‌های گزاف صاعقه (میزان پیدایش رعد و برق در منطقه)

۳- اندازه ولتاژ

۴- درجه عایقی خط: با بالا رفتن درجه عایقی خط احتمال بروز جریان‌های صاعقه با دامنه بالا در محل برقگیر بیشتر خواهد بود لذا جریان‌های صاعقه منتقل شونده به تاسیسات برای خطوط با پایه‌های چوبی و با کنسول زمین نشده بالاتر است تا جریان‌های خطوط با پایه‌های آهنی یا بتون مسلح و یا چوبی با کنسول زمین شده.

باتوجه به موارد فوق رعایت نکات ذیل توصیه می‌گرد:

- در پست‌های فوق توزیع (طرف ۲۰ یا ۳۳ کیلوولت ترانسفورماتورهای فوق توزیع و برروی خازن‌های جبرانی)، برقگیر با جریان تخلیه نامی ۱۰ کیلوآمپر و کلاس تخلیه خط ۲ نصب شود.
- در محل اتصال کابل به خط هوائی، برقگیر ۱۰ کیلو آمپری با کلاس تخلیه خط یک منصوب شود.

- برای ترانسفورماتورهای توزیع (طرف ۲۰ یا ۳۳ کیلوولت) با در نظر گرفتن موارد یک تا ۵ فوق برقگیر ۱۰ کیلو آمپری با کلاس تخلیه خط یک و یا برقگیر ۵ کیلوآمپری نصب شود.
- متذکر می‌گردد که برقگیر ۵ کیلوآمپری را براساس استاندارد IEC 60099-4 تقریباً می‌توان معادل برقگیرهای "DISTRIBUTION NORMAL DUTY" از استاندارد ANSI و برقگیر ۱۰ کیلوآمپری با کلاس یک را می‌توان تقریباً معادل "DISTRIBUTION HEAVY DUTY " در نظر گرفت.

ط- توضیح در مورد ردیف۴-۵-۱: مقدار طول خزش برابر با:

۱۶ میلیمتر بر کیلوولت برای آلودگی سبک هوا

۲۰ میلیمتر بر کیلوولت برای آلودگی متوسط هوا

۲۵ میلیمتر بر کیاوولت برای آلودگی شدید هوا

۳۱ میلیمتر بر کیلوولت برای آلودگی خیلی شدید هوا

انتخاب و در جدول درج گردد.

ی- توضیح در مورد ردیف۴-۵-۲: شکل ایجاد کننده طول خزش عایق بدنه برقگیر بسته به شرایط محل کاربرد برقگیر و نوع‌آلودگی مشخص می‌گردد.

ل- توضیح در مورد ردیف ۵-۳: کمربند محکم کننده عموماً در دو طرح مطابق با ANSI/NEMA یا DIN ساخته می‌شود. در این استاندارد به طرح NEMA بعلت شبیه‌تر بودن به شیوه‌های نصب رایج تاسی شده است. طرح‌های منطبق با DIN باید خوراننده‌ای مطابق NEMA برای اتصال به کمربند نگهدارنده داشته باشند.

م- توضیح در مورد ردیف ۵-۵: برای برقگیرهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع هوائی استفاده از وسیله جدا کننده توصیه می‌شود.

ن- توضیح در مورد ردیف ۵-۶: شمارنده برقگیر جهت اطلاع فرد از میزان و کیفیت امواج ضربه در شبکه و یا در انجام بررسی‌های فنی پس از وقوع حادثه در شبکه می‌تواند مفید باشد.

ص- توضیح در مورد ردیف۵-۷: عایق شدن پایه نسبت به زمین فقط برای برقگیر شمارنده‌دار باید درخواست گردد.

جدول ۲: خصوصیات فنی داده‌های ضمانت شده برای برقگیرها

			۲۰ کیلوولت	۳۳ کیلوولت
۱- اطلاعات کلی				
۱-۱	نام کارخانه سازنده و کشور مربوطه			
۱-۲	نوع و علامت مشخصه			
۲- مشخصه‌های برقگیرها				
۲-۱	ولتاژ کار دائم	کیلوولت (مقدار موثر)		
۲-۲	ولتاژ نامی	کیلوولت (مقدار موثر)		
۲-۳	ولتاژ پس‌ماند در جریان ضربه پرنشیب	کیلوولت (پیک)		
۲-۴	ولتاژ پس‌ماند در جریان ضربه‌ای صاعقه به ازای:			
۲-۴-۱	نصف جریان تخلیه نامی	کیلوولت (پیک)		
۲-۴-۲	جریان تخلیه نامی	کیلوولت (پیک)		
۲-۴-۳	دو برابر جریان تخلیه نامی	کیلوولت (پیک)		
۲-۵	ولتاژ پس‌ماند در جریان ضربه ناشی از کلیدزنی به ازای:			
۲-۵-۱	جریان ۱۲۵ آمپر	کیلوولت (پیک)		
۲-۵-۲	جریان ۵۰۰ آمپر	کیلوولت (پیک)		
۲-۶	جریان تخلیه نامی	کیلوآمپر		
۲-۷	جریان هارمونی سوم			
۲-۸	کلاس فشارشکن			
۲-۹	جریان فشارشکن	کیلوآمپر (مقدار موثر)		
۲-۱۰	جریان مرجع در درجه حرارت محیط	میلی‌آمپر		
۲-۱۱	ولتاژ مرجع در درجه حرارت محیط	کیلوولت (مقدار موثر)		
۲-۱۲	جریان دائم در درجه حرارت محیط متشکل از:			
۲-۱۲-۱	مولفه خازنی جریان	میلی‌آمپر		
۲-۱۲-۲	مولفه اهمی جریان	میلی‌آمپر		
۲-۱۲-۳	کل جریان	میلی‌آمپر		

ادامه جدول ۲

۲-۱۳	حداکثر میزان تخلیه جزئی درونی در ۱/۰۵ برابر ولتاژ کار دائم بر طبق استاندارد IEC60099-4	پیکو کولمب
۲-۱۴	منحنی مشخصه ولتاژ با فرکانس شبکه نسبت به زمان	
۲-۱۵	منحنی مشخصه جریان جداکننده نسبت به زمان	
۲-۱۶	استقامت در برابر جریان ضربه‌ای طویل‌المدت با دامنه کم:	
۲-۱۶-۱	مقدار قله جریان	آمپر (پیک)
۲-۱۷	استقامت در برابر جریان ضربه‌ای با دامنه زیاد	کیلوآمپر (پیک)
۲-۱۸	مشخصات نصب، فاصله آزاد	
۲-۱۹	امکانات نصب	
۲-۲۰	نوع ترمینال برقگیر و اندازه ممکن هادی	میلیمتر مربع
۲-۲۱	حداکثر مجاز طول سیم بین برقگیر و شمارنده آن و بین شمارنده و زمین	متر/متر
۲-۲۲	قابلیت جذب انرژی برقگیر	
۲-۲۳	قابلیت تحمل اضافه ولتاژ موقت در ضریب U_R برای یک ثانیه در شرایط:	
۲-۲۳-۱	بدون بار قبلی	
۲-۲۳-۲	با بارقبلی مطابق استاندارد IEC 60099-4	
۲-۲۴	همچون ردیف ۲-۲۳ ولی برای ۱۰ ثانیه:	
۲-۲۴-۱	بدون بار قبلی	
۲-۲۴-۲	با بارقبلی مطابق استاندارد	
۲-۲۵	ابعاد برقگیر	میلیمتر/میلیمتر/میلیمتر
۲-۲۶	وزن کل	کیلوگرم
۲-۲۷	نوع گاز پرکننده برقگیر	
۲-۲۷-۱	فشار نسبی	
۲-۲۸	جریان و شکل موج در آزمایش جاری ولتاژ پس مانده	

ادامه جدول ۳

۳- عایق بیرونی		
۳-۱	نوع و علامت مشخصه کابل	
۳-۲	کارخانه سازنده	
۳-۳	سطح عایقی	
۳-۳-۱	ولتاژ استقامت با فرکانس شبکه در شرایط (تر/خشک)	کیلوولت (مقدار موثر)
۳-۳-۲	ولتاژ استقامت در مقابل صاعقه	کیلوولت (پیک)
۳-۴	طول خزش	میلیمتر بر کیلوولت
۳-۵	جزئیات قوس‌های عایق	
۳-۶	فاصله جرقه‌زنی مستقیم در حالت خشک	میلیمتر
۳-۷	قابل شستشو در حین کار	بله / خیر
۳-۸	استقامت خمش	نیوتن
۳-۹	رنگ چینی مقره	

فهرست مطالب

۲۰- راهنمای ارزیابی جدول شماره دو برقگیر

ارتباط با جدول شماره ۲ برقگیر که توسط پیمانکاران و یا سازندگان تکمیل و ارائه می‌گردند، توضیحات ذیل جهت ارزیابی پیشنهاد فنی سازنده باید مد نظر قرار گیرد.

الف- توضیح در مورد ردیف ۲-۱ ولتاژ کار دائم: مقادیر باید مساوی و یا بزرگتر از مقادیر مورد درخواست در جدول یک باشند. مقادیر بالاتر ارجح می‌باشند.

ب- توضیح در مورد ردیف ۲-۲ ولتاژ کار نامی: مقادیر باید با مقادیر مورد درخواست در جدول یک مساوی باشند، مقادیر بیشتر با شرط قبول بودن ولتاژهای پسماند مورد قبول می‌باشند.

پ- توضیح در مورد ردیف‌های ۲-۳ الی ۲-۵ ولتاژهای پس مانده: مقادیر ولتاژهای پس مانده می‌بایست حداکثر در محدوده‌های توصیه شده در استاندارد IEC60099-4 قرار گیرد. مقادیر کمتر ارجح می‌باشند.

ت- توضیح در مورد ردیف ۲-۶ جریان نامی تخلیه: مطابق جدول یک برحسب مورد می‌تواند ۵ یا ۱۰ کیلوآمپر باشد. مقادیر کمتر غیر قابل قبول و مقادیر بیشتر قابل قبول و ارجح می‌باشند.

ث- توضیح در مورد ردیف‌های ۲-۱۰ الی ۲-۱۲: این مقادیر جنبه اطلاعی دارند و توسط سازندگان ارائه می‌گردند.

ج- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۳: میزان تخلیه جزئی نباید از ۵۰ پیکو کولمب تجاوز نماید.

چ- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۴ منحنی مشخصه ولتاژ با فرکانس شبکه نسبت به زمان: از این منحنی برای بدست آوردن مدت تحمل حرارتی برقگیر در اثر اضافه ولتاژهای موقتی استفاده می‌گردد.

ح- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۵ منحنی مشخصه جریان جداکننده نسبت به زمان: این منحنی توسط سازنده ارائه می‌گردد و برای جریان‌های چند آمپر تا کیلو آمپر رسم می‌گردد و زمان جدا شدن با ازدیاد جریان کم می‌شود. قابلیت قطع اتصال کوتاه در زمان در داخل برقگیر باید برروی منحنی مشخص گردد.

خ- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۶ استقامت در برابر جریان ضربه‌ای طولانی با دامنه کم:

- برقگیر ۱۰ کیلوآمپر با کلاس تخلیه طولانی ۱ و۲: در مورد این برقگیر جریان خاصی در استاندارد قید نشده است و عملاً مقدار آن طی آزمونی بدست می‌آید که مقادیر پارامترهای مداری آن در استاندارد مشخص شده است. جریان مزبور به ساخت اجزاء برقگیر بستگی دارد.
- برقگیر ۵ کیلوآمپر: مقدار جریان به ازای یک میلی‌ثانیه برابر ۷۵ آمپر است.

د- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۷ استقامت جریان ضربه با دامنه زیاد:

- برای برقگیر ۱۰ کیلوآمپری حداقل مقدار این جریان برابر ۱۰۰ کیلوآمپر است.
- برای برقگیر ۵ کیلوآمپری حداقل مقدار این جریان برابر ۶۵ کیلوآمپر است.

ذ- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۸: مقادیر مربوط به فواصل آزاد و نحوه نصب باید توسط سازنده ارائه گردد.

ر- توضیح در مورد ردیف ۲-۱۹: امکانات نصب باید شامل نوع نصب درخواست شده در جدول یک باشد.

ز- توضیح در مورد ردیف ۲-۲۰: نوع ترمینال برقگیر و اندازه هادی آن باید نیازهای قید شده در متن مشخصات فنی را برآورد.

س- توضیح در مورد ردیف ۲-۲۱: طول مجاز سیم رابط بین برقگیر و شمارنده آن و بین شمارنده و زمین توسط سازنده مشخص گردد. به هر حال در حین نصب باید کمترین طول ممکن را برای انجام اتصالات طرف فشارقوی و اتصالات زمین بکار برد.

ش- توضیح در مورد ردیف ۲-۲۲: قابلیت جذب انرژی برقگیر: بستگی به مشخصات قرصهای اکسید فلزی داشته و توسط سازنده ارائه می‌گردد. بطور کلی مقادیر بالاتر بیانگر تحمل بیشتر برقگیر در برابر اثرات حرارتی تخلیه جریان می‌باشد.

ص- توضیح در مورد ردیف ۲-۲۳: قابلیت اضافه ولتاژ موقت در ضریب U_R:
در حالت با بار قبلی مطابق استاندارد در ۱۰ ثانیه باید حداقل برابر یک باشد و مقادیر بیشتر ارجحیت دارد.
مقادیر در سایر حالات مذکور در این بند جنبه اطلاعی دارد و به هر حال مقادیر در یک ثانیه بیش از ۱۰ ثانیه و در حالت بدون بار قبلی نیز بیش از حالت با بارقبلی می‌باشد.
ض- توضیح در مورد ردیف ۳-۳-۱ و مقادیر ولتاژهای استقامت عایق بیرونی برقگیر در ارتفاع تا ۱۰۰۰ مترمطابق روش زیر بدست می‌آید.

- حداکثر ولتاژ استقامت با فرکانس شبکه: این کمیت برای برقگیرهای ۵۰۰۰ آمپری از ضرب ولتاژ پس مانده ناشی از جریان ضربه‌ای صاعقه در ضریب ۰/۸۸ بدست می‌آید و برای برقگیرهای ۱۰۰۰۰ آمپری با ضرب ولتاژ پس‌مانده ناشی از جریان ضربه قطع و وصل کلید در ضریب ۱/۰۶ بدست می‌آید. عایق بدنه برقگیر باید بتواند مقادیر فوق‌الذکر را به مدت یک دقیقه تحمل نماید.

ط- توضیح در مورد ردیف ۳-۴: حداقل طول خزش باید با مقادیر درخواستی در جدول یک برابر باشد، مقادیر بالاتر ارجح است.
ظ- توضیح در مورد ردیف ۳-۶: مقدار فاصله جرقه‌زنی توسط سازنده مشخص می‌شود.
ع- توضیح در مورد ردیف ۳-۷: قابلیت برقگیر برای شسته شدن در حین کار، به نظر خریدار و نحوه بهره‌برداری بستگی دارد.
غ- توضیح در مورد ردیف ۳-۸: تحمل خمش حداقل با مقادیر درخواستی در جدول یک برابر باشد و مقادیر بالاتر ارجح است.

بخش سوم
آزمونها

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف ۱
۲-دامنه کاربرد ۱
۳-روند آزمون کلی ۱
۳-۱-تجهیزات اندازه گیری و دقت آنها ۱
۳-۲-اندازه‌گیریهای ولتاژ مرجع ۱
۳-۳-نمونه‌های آزمون ۱
۴-آزمونهای نوعی ۲
۴-۱-کلیات ۲
۴-۲-آزمونهای ایستادگی عایقی محفظه برقگیر ۳
۴-۲-۱-کلیات ۳
۴-۲-۲-آزمونهای محفظه تک واحدی ۳
۴-۲-۳-آزمونهای نصب کامل محفظه برقگیر ۴
۴-۲-۴-شرایط هوای اطراف برقگیر ۴
۴-۲-۵-روند آزمون تر ۴
۴-۲-۶-آزمون ولتاژ ضربه صاعقه ۴
۴-۲-۷-آزمون ولتاژ فرکانس قدرت ۴
۴-۳-آزمون‌های ولتاژ پسماند ۵
۴-۳-۱-آزمون ولتاژ پسماند ضربه جریان شیبدار ۶
۴-۳-۲-آزمون ولتاژ پسماند ضربه صاعقه ۶
۴-۴-آزمون ایستادگی در مقابل ضربه جریان طولانی مدت ۶
۴-۴-۱-کلیات ۶
۴-۴-۲-نیازمندیهای آزمون تخلیه خط برای برقگیرهای ۱۰۰۰۰A و ۲۰۰۰۰A ۷
۴-۴-۳-نیازهای جریان طولانی مدت برای برقگیرهای ۲۵۰۰A و ۵۰۰۰A ۸

۴-۵-آزمونهای عملکرد ۸
۴-۵-۱-کلیات ۸
۴-۵-۲-روند تسریع کهنگی ۹
۴-۵-۲-۱-روند آزمون ۱۰
۴-۵-۲-۲-تعیین افزایش دهی ولتاژهای عملکرد پیوسته نامی ۱۰
۴-۵-۳-رفتار تلفات حرارتی نمونه آزمون ۱۱
۴-۵-۳-۱-کلیات ۱۱
۴-۵-۳-۲-نیازهای بخش برقگیر ۱۱
۴-۵-۴-آزمون سیکل عملکرد ضربه جریان بالا ۱۲
۴-۵-۴-۱-شرطی سازی ۱۲
۴-۵-۴-۲-توضیحات آزمون سیکل عملکرد ضربه جریان بالا ۱۲
۴-۵-۵-بررسی پایداری حرارتی در آزمون وظیفه عملکرد ۱۴
۴-۶-آزمونهای جدا کننده‌های برقگیر ۱۴
۴-۶-۱-کلیات ۱۴
۴-۶-۲-آزمونهای ضربه جریان و ایستادگی در برابر آزمون وظیفه عملکرد ۱۵
۴-۶-۲-۱-آزمون ضربه جریان مدت طولانی ۱۵
۴-۶-۲-۲-آزمون وظیفه عملکرد ۱۵
۴-۶-۳-عملکرد جداکننده ۱۵
۴-۶-۳-۱-آزمون منحنی جریان بر حسب زمان ۱۵
۴-۶-۳-۲-ارزیابی عملکرد قطع کننده‌ها ۱۶
۵-آزمونهای جاری ۱۶
۶-آزمونهای پذیرش ۱۸
۶-۱-آزمونهای پذیرش استاندارد ۱۸
۶-۲-آزمون پایداری حرارتی خاص ۱۸
۷-مراجع ۲۰

فهرست جداول

جدول (۱): پارامترهای آزمون تخلیه خط روی برقگیرهای ۱۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ آمپر ۷
جدول (۲) : نیازهای آزمون ضربه جریان بالا طولانی مدت روی برقگیرهای ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ آمپر ۸
جدول (۳): نیازهای ضربه جریانهای بالا..... ۱۳

فهرست مطالب

۱- هدف

هدف از این استاندارد ارائه روند آزمونهای برق‌گیر خطوط توزیع می‌باشد.

۲- دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این استاندارد برای برق‌گیرهای اکسید فلزی بدون شکاف جرقه ۲۰ کیلوولت و ۳۳ کیلوولت می‌باشد.

۳- روند آزمون کلی

۳-۱- تجهیزات اندازه گیری و دقت آنها

تجهیزات اندازه‌گیری باید نیازهای مربوط به استاندارد IEC60060-3 را برآورده سازد. همه آزمونها باید با ولتاژهای فرکانس قدرت انجام شوند و تغییرات فرکانس آن باید بین ۴۸ تا ۶۲ هرتز باشد و شکل موج آزمون باید بطور کاملاً نزدیک به شکل موج سینوسی باشد.

۳-۲- اندازه‌گیریهای ولتاژ مرجع

ولتاژ مرجع برابر rms ولتاژی است که برقگیر نیاز دارد تا جریان مرجع از آن بگذرد. ولتاژ مرجع یک برقگیر در زمان عبور جریان مرجع از برقگیر اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری باید در بازه دمای $20 \pm 15\ ^{\circ}C$ انجام شود و همچنین باید دمای محیط ثبت شود.

۳-۳- نمونه‌های آزمون

به جز آزمونهای مشخص شده همه آزمونها باید بطور یکسان روی برقگیرها، اجزاء برق‌گیر و واحد برقگیر انجام شود. اجزاء برقگیر باید نو، تمیز و بطور کامل نصب شده و مرتب شده باشند بطوریکه امکان شبیه سازی خیلی نزدیک به وضعیت سرویس را ایجاد کند.

هنگامیکه آزمون روی اجزاء برقگیر انجام می‌شود لازم است که تمامی تلرانسها که توسط سازنده مشخص شده است، در آزمون در نظر گرفته شود.

نمونه‌ها باید مطابق با آزمون صحت عملکرد و آزمون دشارژ خط و با ولتاژ مرجعی که تغییرات آن توسط سازنده معین شده است، انجام شود. همچنین برای برقگیرهای چند ستونه باید بیشترین جریان مورد توجه قرار گیرد.

برای اجرای آزمون موارد زیر باید در نظر گرفته شود.

الف- نسبت بین ولتاژ نامی برقگیر کامل به ولتاژ نامی ناحیه مورد آزمون برقگیر به عنوان n تعریف می‌شود- اندازه عناصر مقاومتی که در نمونه‌های آزمون بکار می‌رود نباید از کوچکترین مقدار همه عناصر مقاومتی که بطور کامل در برقگیر به کار رفته تقسیم بر n بزرگتر باشد.

ب- ولتاژ مرجع ناحیه آزمون باید برابر با مقدار KU_r/n برابر باشد که K در این جا نسبت بین حداقل ولتاژ مرجع به ولتاژ نامی آن می‌باشد. در موقعی که U_{ref}) $\frac{KU_r}{n}$ باشد برای انجام یک نمونه آزمون فاکتور n باید مطابق با آن کاهش پیدا کند.

ج- برای برقگیرهای چند ستونه جریان توزیع بین ستونها باید در جریان ضربه اندازه‌گیری شود (برای آزمون توزیع جریان) و بیشترین جریان نباید از مقدار مشخص شده توسط سازنده بیشتر باشد.

فهرست مطالب

۴- آزمونهای نوعی

۴-۱- کلیات

آزمونهای برقگیر شامل مراحل زیر است:

۱- آزمون ایستادگی عایقی

این آزمونها صحت عایقی محفظه برقگیر را در برابر فشارهای ولتاژی تحت شرایط خشک و مرطوب تائید می‌کند.

۲- آزمون ولتاژ پسماند

این آزمونها سطح حفاظتی برقگیرها را تایید و اثبات می‌کند.

۳- آزمون ایستادگی جریان ضربه طولانی مدت

این آزمونها توانایی عناصر مقاومتی را در برابر ایستادگی دی الکتریک و فشارهای انرژی بدون سوراخ شدگی و قوس الکتریکی تایید می‌کند.

۴- آزمون صحت عملکرد

این آزمونها پایداری حرارتی را تحت وضعیتهای تعریف شده نشان میدهد.

۵- آزمون تخلیه فشار

برای برقگیرهای مجهز به عناصر تخلیه فشار این آزمونها توانایی محفظه برقگیر را در برابر جریانهای اتصال کوتاه بدون اینکه محفظه برقگیر تحت وضعیتهای آزمون ویژه از هم فروبپاشد را نشان میدهد.

۶- آزمونهای قطع کننده‌های برقگیر

برای برقگیرهای مجهز به قطع‌کننده این آزمونها عملکرد صحیح قطع کننده را نشان میدهند.

۷- آزمون آلودگی مصنوعی برای محفظه چینی برقگیرهای چند قسمته

این آزمون برای بررسی ولتاژهای گذرا و غیر خطی و همچنین بدلیل آلودگی سطحی لایه‌های محفظه برقگیر انجام می‌گیرد.

۸- آزمون تخلیه جزئی

این آزمون تخلیه جزئی داخلی را اندازه‌گیری می‌کند.

۹- آزمون نشتی درزگیر

این آزمون یکپارچگی درزگیر را مشخص می‌کند.

۱۰- آزمون توزیع جریان برای برقگیرهای چند ستونه

این آزمون جریان عبوری از هر ستون موازی شده مقاومتها را که هیچ اتصال الکتریکی بین ستونها نیست را اندازه‌گیری می‌کند.

۴-۲-آزمونهای ایستادگی عایقی محفظه برقگیر

۴-۲-۱- کلیات

آزمون ایستادگی، حداکثر ولتاژ قابل تحمل عایق خارجی محفظه برقگیر را نشان می‌دهد. آزمونها در ولتاژهای مشخص شده طبق روند ارائه شده در ادامه مطالب باید اجرا شود. سطح خارجی بخشهای عایقی باید بدقت تمیز شوند و بخشهای داخلی تاثیر چندانی در انجام این آزمونها ندارند.

۴-۲-۲- آزمونهای محفظه تک واحدی

این آزمونها باید روی بزرگترین محفظه برق‌گیر قابل اجرا باشند اگر این آزمون بیشترین فشار را روی واحد طول نداشت باید آزمونهای اضافی دیگری که روی واحد محفظه بیشترین فشار ولتاژ را ایجاد

می‌کنند انجام شوند. برای اینکه که یک توزیع خطی و یکنواخت ولتاژ در طول برقگیر ایجاد شود بخشهای داخلی ممکن است به وسیله ترکیب معادلی جایگزین شوند.

۴-۲-۳- آزمونهای نصب کامل محفظه برقگیر

طبق اهمیت و شرایط موجود انجام می‌شود.

۴-۲-۴- شرایط هوای اطراف برقگیر

ولتاژ اعمالی در هنگام انجام آزمون ایستادگی بوسیله حاصلضرب ولتاژ ایستادگی ویژه در فاکتور تصحیح با توجه به چگالی و مرطوبیت معین می‌شود. تصحیح اعمال ضریب مرطوبیت نباید برای آزمونهای تر اعمال شود.

۴-۲-۵- روند آزمون تر

عایق خارجی برقگیرهای بیرونی باید مورد آزمون استقامت عایقی در شرایط وجود رطوبت طبق روند گفته شده در استاندارد IEC 60060-1 قرار گیرد.

۴-۲-۶- آزمون ولتاژ ضربه صاعقه

برقگیر باید مطابق استاندارد IEC 60060-1 مورد آزمون خشک ولتاژ ضربه صاعقه قرار گیرد. پانزده ضربه پی در پی در آزمون ولتاژ به برقگیر اعمال می‌شود و برقگیری مورد قبول آزمون است اگر هیچ تخلیه مخرب داخلی در آن صورت نگیرد و تعداد تخلیه‌های مخرب خارجی در هر سری ۱۵ ضربه‌ای بیش از دو تخریب نباشد.

اگر فاصله قوس زنی خشک و یا مجموع فواصل قوس زنی جزئی بزرگتر از ولتاژ آزمون تقسیم بر ۵۰۰KV/m باشد نیازی به انجام آزمون فوق نیست.

۴-۲-۷- آزمون ولتاژ فرکانس قدرت

محفظه برقگیرهای بیرونی باید در وضعیتهای مرطوب و محفظه برقگیرهای درونی باید در وضعیتهای خشک مورد آزمون قرار گیرند.

محفظه‌های برقگیرهای ۵۰۰۰،۲۵۰۰ و ۱۵۰۰ آمپر و برقگیرهای صاعقه قوی باید در مقدار پیک ولتاژ فرکانس قدرت برابر با سطح ضربه صاعقه ضرب در ۰/۸۸ که در مدت زمان یک دقیقه می‌باشد ایستادگی نمایند.

۴-۳-آزمون‌های ولتاژ پسماند

هدف از آزمون ولتاژ پسماند بدست آوردن اطلاعات لازم جهت کسب ولتاژ پسماند ماکزیمم مطابق با روند گفته شده در استاندارد می‌باشد.

این روند شامل محاسبات نسبت ولتاژها در جریان‌های ضربه ویژه و بررسی سطوح ولتاژی در آزمونهای جاری می‌باشد.

ولتاژ دومی می‌تواند به عنوان ولتاژ مرجع باشد و یا بعنوان ولتاژ پسماند در یک جریان ضربه صاعقه مناسب که ۰/۰۱ تا ۲ برابر جریان تخلیه نامی باشد معرفی شود که می‌تواند مطابق با روند انتخابی آزمون جاری سازنده باشد.

بیشترین ولتاژ پسماند در جریان ضربه صاعقه بکار رفته در آزمونهای جاری باید مشخص شده و توسط سازنده این اطلاعات منتشر شود ماکزیمم ولتاژ پسماند از طراحی برای همه جریانهای مشخص شده و همه شکل موجها توسط حاصلضرب ولتاژ پسماند اندازه‌گیری شده بخشهای آزمون در نسبت اعلان شده ولتاژ پسماند ماکزیمم روند جاری آزمون به ولتاژ پسماند اندازه‌گیری شده برای جریان همان بخش بدست می‌آید.

برای برقگیرهای با ولتاژ نامی زیر ۳۶ کیلوولت سازنده باید ولتاژ مرجع را برای آزمون جاری انتخاب و آنرا بررسی کند.

بیشترین ولتاژ مرجع بعداً باید مشخص شود و ولتاژهای پسماند اندازه‌گیری شده در بخشهای آزمون باید در نسبت ولتاژ پسماند ماکزیمم برقگیر به ولتاژ مرجع اندازه‌گیری شده در بخشهای آزمون ضرب شود تا ماکزیمم ولتاژ پسماند برای همه جریانهای مشخص شده و همه شکل موجها بدست آید.

همه آزمونهای ولتاژ پسماند باید روی سه نمونه از برقگیرهای کامل یا بخشهای برقگیر انجام شود. زمان بین تخلیه‌ها باید به اندازه کافی باشد تا اینکه نمونه‌ها به دمای هوای اطراف خود برسند برای برقگیرهای چند ستونه آزمون ممکن است تنها روی یک ستون از بخشها انجام شود. ولتاژ پسماند اندازه‌گیری شده برای کل جریان برقگیر کامل که بر تعداد ستونهای برقگیر تقسیم می‌شود اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۳-۱- آزمون ولتاژ پسماند ضربه جریان شیبدار

یک ضربه جریان شیب دار مطابق با بند ۱۶-۲ استاندارد IEC 60060-4 با مقدار پیک برابر با جریان تخلیه نامی برقگیر با تلرانس ٪۵ ± به هر سه نمونه باید اعمال شود و همه ولتاژهای پیک باید ثبت شوند. بیشترین مقدار به عنوان ولتاژ پسماند جریان شیب‌دار در برقگیر تعریف می‌شود

۴-۳-۲- آزمون ولتاژ پسماند ضربه صاعقه

یک جریان ضربه صاعقه مطابق با بند ۱۷-۲ استاندارد IEC 60099-4 باید به هر سه نمونه اعمال شود و مقادیر پیک هر سه باید تقریباً ۱/۰۵ و ۱ یا ۲ برابر جریان تخلیه نامی برقگیر باشد.

زمان پیش موج باید مابین ۷ الی ۹ میکروثانیه باشد در حالی که زمان رسیدن به ۵۰٪ مقدار پیک (که آن زیاد اهمیتی ندارد) ممکن است دارای تلرانسهایی باشد. ولتاژ پسماند مطابق بند ۳-۵ استاندارد IEC 60099-4 مشخص می‌شود. مقادیر ماکزیمم ولتاژهای مشخص شده پسماند باید در منحنی‌های ولتاژ پسماند بر حسب جریان تخلیه کشیده و رسم شوند. ولتاژ پسماند قرائت شده در یک چنین منحنی مطابق با جریان تخلیه نامی، سطح حفاظتی ضربه صاعقه برقگیر نامیده می‌شود.

۴-۴- آزمون ایستادگی در مقابل ضربه جریان طولانی مدت

۴-۴-۱- کلیات

هر آزمون ایستادگی در مقابل ضربه جریان طولانی مدت باید مطابق بندهای ۳-۶ و ۱-۷ استاندارد IEC 60099-4 روی سه نمونه جدید برقگیرها و بخش‌های برقگیر و عناصر مقاومتی انجام گیرد که آنها تحت آزمونهای قبلی قرار نگرفته‌اند. مقاومتهای اکسید فلزی غیر خطی ممکن است در معرض هوای آزاد قرار گیرند که در زمان آزمونها این دما باید بین $20^{\circ}C \pm 15^{\circ}C$ باشد. ولتاژ نامی نمونه‌های آزمون باید حداقل ۳kV و حداکثر ۶kV باشد.

هر آزمون ضربه جریان طولانی مدت باید شامل ۱۸ عملیات تخلیه باشد که به ۶ گروه سه تایی تقسیم می‌شود. فواصل بین عملیات باید بین ۵۰ تا ۶۰ ثانیه باشد و فاصله بین هر گروه عملیاتی باید به گونه‌ای باشد که نمونه‌ها تا دمای هوای اطراف خود سرد شوند. در ادامه آزمون ایستادگی در برابر جریان طولانی مدت بعد از اینکه نمونه‌ها تا دمای هوای اطراف سرد شدند آزمون ولتاژ پسماند قبل از اینکه آزمون جریان طولانی مدت دوباره تکرار شود انجام می‌گیرد برای مقایسه با مقادیر بدست آمده بعد از آزمون مقادیر نباید بیش از ۵٪ تغییر کرده باشند.

۴-۴-۲- نیازمندیهای آزمون تخلیه خط برای برقگیرهای ۱۰۰۰۰A و ۲۰۰۰۰A

این آزمون شامل اعمال ضربه‌های جریان به نمونه‌های آزمون شبیه‌سازی تخلیه می‌باشد اگر چه خط پیش از شارژ توسط پارامترهای داده شده در جدول (۱) تعریف می‌شود. اما انرژی W که به نمونه آزمون تزریق می‌شود و از پارامترهای جدول (۱) می‌باشد توسط فرمول زیر مشخص می‌گردد :

$$W = U_{res} \cdot \left(U_L - U_{res}\right) / Z.T$$

در اینجا U_{res} حداقل ولتاژ پسماند ضربه کلید زنی می‌باشد که روی سه نمونه آزمون برای کمترین مقدار جریان اندازه‌گیری شده است.

جدول (۱): پارامترهای آزمون تخلیه خط روی برقگیرهای ۱۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ آمپر

شارژ ولتاژ U_L kV	پیک زمان واقعی T μS	امپدانس موجی روی خط Z بر حسب Ω	کلاس تخلیه خط	کلاسهای برقگیر
$۳/۲U_r$	۲۰۰۰	$۴/۹U_r$	۱	۱۰۰۰۰A
$۳/۲U_r$	۲۰۰۰	$۲/۴U_r$	۲	۱۰۰۰۰A
$۲/۸U_r$	۲۴۰۰	$۱/۳U_r$	۳	۱۰۰۰۰A
$۲/۶U_r$	۲۸۰۰	$۰/۸U_r$	۴	۲۰۰۰۰A
$۲/۴U_r$	۳۲۰۰	$۰/۵U_r$	۵	۲۰۰۰۰A

آزمون انجام شده باید در هر مرحله رضایت بخش باشد و نیازهای زیر را برآورده سازد :

۱- پیک زمان واقعی ضربه جریان باید بین ۲۰ تا ۱۰۰ درصد مقدار مشخص شده در جدول فوق باشد.

۲- کل زمان واقعی ضربه جریان نباید بیش از ۱۵۰ درصد پیک مدت واقعی باشد.

۳- نوسانات و یا جهش اولیه نباید از ۱۰ درصد مقدار پیک جریان بیشتر باشد. اگر نوسانات اتفاق بیافتد یک منحنی میانگین باید برای مشخص کردن مقدار پیک کشیده شود.

۴- انرژی برای هر ضربه روی هر نمونه آزمایش شده باید بین ۹۰ درصد و ۱۱۰ درصد مقدار محاسبه شده در بالا برای ضربه اول و باید بین ۱۰۰ درصد و ۱۱۰ درصد این مقدار برای ضربه‌های بعدی باشد.

۴-۴-۳- نیازهای جریان طولانی مدت برای برقگیرهای ۲۵۰۰A و ۵۰۰۰A

مولد به کار رفته در این آزمون باید مطابق با نیازهای زیر یک ضربه جریان ایجاد کند.

۱) پیک مدت واقعی باید بین ۱۰۰ درصد و ۱۲۰ درصد مقدار مشخص شده در جدول (۲) باشد.

۲) کل مدت واقعی نباید بیش از ۱۵۰ درصد پیک مدت واقعی باشد.

۳) نوسانات و جهشهای اولیه نباید بیش از ۱۰درصد مقدار پیک جریان باشد. اگر نوساناتی موجود باشد یک منحنی میانگین برای تعیین مقدار پیک باید رسم گردد.

۴) جریان باید بین ۹۰ درصد و ۱۱۰ درصد مقدار مشخص شده در جدول (۲) برای اولین ضربه باشد و برای ضربه‌های بعدی باید بین ۱۰۰ درصد و ۱۱۰ درصد این مقدار باشد.

جدول (۲) : نیازهای آزمون ضربه جریان بالای طولانی مدت روی برقگیرهای ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ آمپر

پیک مدت واقعی T (μs)	پیک جریان A	کلاس برقگیر
۱۰۰۰	۷۵	۵۰۰۰A
۵۰۰	۵۰	۲۵۰۰A

۴-۵- آزمونهای عملکرد

۴-۵-۱- کلیات

آزمونهائی وجود دارند که وضعیتهای کار برقگیر را شبیه سازی می‌کنند. بوسیله عمل برقگیر در یک تعداد مشخص شده از ضربه‌ها در ترکیب با انرژی تامین شده بوسیله منبع تغذیه با ولتاژ مشخص و فرکانس مشخص این شبیه سازی انجام می‌شود.

ولتاژ اندازه‌گیری باید در محدوده ۱ ± درصد مقدار نامی باشد و مقدار پیک آن نباید بیش از ۱ درصد مقدار نامی از بی باری تا بار کامل باشد نسبت پیک ولتاژ به مقدار موثر نباید از مقدار $\sqrt{2}$ به اندازه ۲ درصد بیشتر منحرف شود. در مدت آزمون مربوطه ولتاژ فرکانس توان نباید از مقدار مشخص شده و بیش از ۱ ± درصد منحرف شود.

شرایط اصلی برای عبور از این آزمونها این است که برقگیر بتواند در هنگام اعمال ولتاژ فرکانس قدرت سرد شود یعنی دمای آن افزایش نیابد.

در ایـن مورد نیاز است که بخشهای برقگیر در هر دو حالت ماندگار و گذرا توانایی تلف حرارتی معادل یا کمتر از کل برقگیر را داشته باشد.

ترتیب آزمون بصورت زیر است :

- اندازه‌گیری‌های اولیه
- اعمال ضربه‌ها
- اندازه‌گیری و آزمایش

در ایـن آزمون باید روی سه نمونه از برقگیرهای کامل مطابق با استاندارد بطوریکه دمای هوای اطراف آن بـه انـدازه $۲۰^{\circ}C \pm ۱۵^{\circ}C$ باشـد باید انجام گیرد و ولتاژ نامی نمونه‌های برقگیر باید حداقل ۳kV و حداکثر بیش از ۱۲kV نباشد.

پارامتر بحرانی برقگیر برای موفقیت در قبول آزمون سیکل عملکرد تلف توان مقاومتی می‌باشد. آزمون سیکل عملکرد باید روی مقاومت‌های جدید با بالا بردن ولتاژهای آزمون U_c و U_r که همان تلفات توان را به عنوان مقاومتهای کهنه شده در هنگام عملکرد پیوسته و تحت ولتاژ نامی دارد اجرا شود. این افزایش ولـتاژهای تسـت بـاید توسـط رونـد تسـریع کهنگـی شـرح داده شـده در بخـش 7.5.2.4 اسـتاندارد IEC 60099-4 مشخص شود.

ولـتاژهای آزمـون فـرکانس قـدرت بـاید به بخش‌های برقگیر اعمال شود که این ولتاژ باید در عملکرد پیوسـته بـه آن اعمـال شـود و ولتاژ نامی اعمال شده به هر برقگیر باید برابر ولتاژ نامی اعمال شده به کل برقگیر تقسیم بر تعداد بخشهای مشابه برقگیر باشد.

این ولتاژها که U_{sc} و U_{sr} نامیده می‌شوند برابر با $\frac{U_c}{N}$ و $\frac{U_r}{N}$ هستند و باید مطابق با بند ۲-۲-۵-۷ استاندارد IEC 60099-4 باشند.

۴-۵-۲- روند تسریع کهنگی

این روند آزمون برای تعیین مقدارهای ولتاژ U_c و U_r که در آزمونهای سیکل عملکرد به کار می‌روند روی مقاومت‌های جدید اجرا می‌شوند.

۴-۵-۲-۱- روند آزمون

سه نمونه مقاومت باید تحت ولتاژی معادل با ماکزیمم ولتاژ عملکرد پیوسته برای مثال به مدت ۱۰۰۰ ساعت باشند در این مدت دما باید کنترل شود تا دمای سطح مقاومت در حدود $115^{\circ}C \pm 4^{\circ}C$ نگهداشته شود.

در مدت انجام این عمل مقاومت باید در محفظه‌ای سربسته باشد و حجم محفظه باید حداقل دو برابر حجم مقاومت باشد و چگالی متوسط محفظه نباید کمتر از چگالی متوسط برقگیر باشد.

ولتاژ مناسب برای این روند باید مطابق با ماکزیمم ولتاژ عملکرد پیوسته باشد (U_{ct}) که در آن مقاومتها باید تاثیرات غیر معتدل ولتاژ روی برقگیر را تحمل کنند این ولتاژ توسط فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$U_{ct} = U_c(1 + 0.05L)$$

در اینجا L طول کلی برقگیر برحسب متر می‌باشد.

روند کهنه سازی شرح داده شده در فوق باید روی نمونه‌های معمولی عناصر مقاومت با یک ولتاژ مرجع مورد قبول بخشهای استاندارد IEC 60099-4 اجرا شود. ولتاژ فرکانس قدرت باید برای آزمون وظیفه عملکرد برای تمامی شرایط گفته شده اعمال شود.

۴-۵-۲-۲- افزایش ولتاژهای عملکرد پیوسته نامی

سه نمونه آزمایش باید تا دمای $115^{\circ}C \pm 4^{\circ}C$ گرم شوند و تلفات توان مقاومت P_{1ct} در ولتاژ U_{ct} به مدت ۲ ساعت بعد از اعمال ولتاژ باید اندازه‌گیری شود.

تلفات توان مقاومت P_{2ct} باید بعد از ۱۰۰۰ ساعت کهنگی تحت همان وضعیت بدون از دست دادن متوسط انرژی نمونه‌های آزمون اندازه‌گیری شود.

هردوی اندازه‌گیریها باید در محدوده گفته شده دما و تغییرات $1^{\circ}C \pm$ انجام شود. اگر P_{2ct} مساوی یا کوچکتر از P_{1ct} باشد، U_{SC} و U_{Sr} بدون تغییر به کار می‌روند.

اگر P_{2ct} بزرگتر از P_{1ct} باشد نسبت P_{2ct}/P_{1ct} برای هر نمونه مشخص می‌شود. بیشترین مقدار این نسبت برای سه نمونه K_{ct} نامیده می‌شود. روی سه مقاومت جدید در دمای محیط تلفات توان P_{1c} و P_{1r} در ولتاژهای U_{SC} و U_{Sr} به ترتیب اندازه‌گیری می‌شود. اگر بعد از آن ولتاژها مطابق با تلفات توان P_{2c} و P_{2r} افزایش یابد، U_C و U_r بزرگترین افزایش ولتاژ بدست آمده از سه نمونه می‌باشند.

زمـان انـدازه‌گـیری زمـان بـاید بقـدری سـریع باشـد کـه از افـزایش تلف توان تلفاتی ناشی از حرارت جلوگیری کند.

۴-۵-۳- رفتار تلفات حرارتی نمونه آزمون

۴-۵-۳-۱- کلیات

در آزمونهای سیکل عملکرد رفتار نمونه آزمون به توانائی نمونه برای دفع حرارت به حد زیادی بستگی دارد برای مثال می‌توان نحوه سرد شدن بعد از قرار گیری تحت تخلیه الکتریکی را نام برد.

در نتـیجه نمونـه‌هـای آزمـون بـاید توانایـی دفـع حـرارت در حالتهای ماندگار و گذرا را داشته باشد و ظرفیت حرارتی معادل با برقگیر کامل مطابق با اطلاعات صحیح بدست آمده از آزمون باشد.

۴-۵-۳-۲- نیازهای یک بخش برقگیر برای آزمون

مـوارد زیـر یـک مدل حرارتی را از یک بخش برقگیر مشخص می‌کند و هنگامیکه تعادل حرارتی مورد درخواست باشد مطابق روند زیر عمل خواهد شد :

۱- مـدل بـاید نمـایش الکتریکی و حرارتی یک بخش برش داده شده‌ای از قسمت فعال برقگیر را دارا باشد.

۲- محفظه باید نیازهای زیر را برآورده سازد:

- قطر داخلی محفظه باید همان قطر برقگیر با تلرانس ۵ ± درصد باشد.
- جـرم کلـی محفظـه نـباید بـیش از ۱۰ درصـد از جرم میانگین آن بخش برقگیر که مدل می‌شود باشد.
- محفظـه بـاید به اندازه کافی بلند باشد تا بخش برقگیر و بخشی از عایق را که در دو طرف برقگیر تعبـیه شـده در خـود جـای دهـد و نیازهای حرارتی شرح داده شده در استاندارد IEC 60099-4 بخش ضمیمه B را برآورده سازد.

۳- ماکزیمم سایز هادی بکار رفته برای اتصالات الکتریکی درون نمونه دارای سه سیم مسی با قطر ۳ میلیمتر باشد.

۴-۵-۴- آزمون سیکل عملکرد ضربه جریان بالا

این آزمون روی برقگیرهای کلاس ۱ تخلیه خط و کلاسهای برقگیر ۱۰۰۰۰A، ۵۰۰۰A، ۲۵۰۰A و ۱۵۰۰A اعمال می‌شود و همچنین بر روی برقگیرهای سیکل صاعقه بالا مطابق ضمیمه C استاندارد IEC 60099-4 اشاره شده انجام می‌گیرد.

قبل از اجرای آزمون به عنوان بخش اول آزمون سیکل وظیفه، ولتاژ پسماند ضربه صاعقه در جریان تخلیه نامی برای هر سه نمونه‌های آزمون در دمای اطراف مشخص می‌شود.

۴-۵-۴-۱- شرطی سازی

نمونه‌ها در معرض بیست ضربه جریان صاعقه مطابق بخش ۱۷-۲ استاندارد IEC 60099-4 قرار می‌گیرند که ضربه جریان صاعقه یک مقدار پیک، معادل با جریان تخلیه نامی برقگیر دارد. ضربه‌ها در حالی به نمونه آزمونها اعمال می‌شوند که نمونه آزمون به اندازه ۱/۲ برابر ولتاژ عملکرد پیوسته قرار می‌گیرد. بیست ضربه اعمال شده در چهار گروه پنج تایی اعمال می‌شود فاصله بین ضربه‌ها باید ۵۰ تا ۶۰ ثانیه باشد و فاصله بین گروهها باید ۲۵ دقیقه الی ۳۰ دقیقه باشد. پلاریته ضربه جریان باید مانند همان پلاریته‌ای باشد که ولتاژ فرکانس قدرت در مدت همان نیم سیکل اعمال می‌شود و باید ۱۵ ± ۶۰ درجه الکتریکی قبل از پیک ولتاژ فرکانس قدرت باشد.

این آزمون شرطی سازی باید روی عناصر مقاومت در هوای باز و بین دمای ۱۵ ± ۲۰ درجه سانتیگراد اجرا شود و مقدار پیک اندازه‌گیری شده ضربه جریان باید در محدوده ۹۰ درصد تا ۱۱۰ درصد مقدار پیک مشخص شده باشد که در جدول ۳ موجود است و نمونه‌ها باید برای استفاده در آزمونهای سیکل وظیفه نگهداری شوند.

۴-۵-۴-۲- توضیحات آزمون سیکل عملکرد ضربه جریان بالا

در آغاز آزمون سیکل عملکرد دمای تمامی بخشها باید بین $20^{\circ}C \pm 15^{\circ}C$ باشد. در این بخش دو ضربه جریان به مقدار پیک مطابق جدول (۳) اعمال می‌شود. برای برقگیرهای مخصوص صاعقه بالا سه ضربه ۳۰/۸۰ با مقدار پیک ۴۰ کیلوآمپر اعمال می‌شود.

جدول (۳): نیازهای ضربه جریانهای بالا

پیک جریان ۴/۱۰ kA	کلاس برقگیر
۱۰۰	۱۰۰۰۰A
۶۵	۵۰۰۰A
۲۵	۲۵۰۰A
۱۰	۱۵۰۰A

مابین دو ضربه بخش برقگیر باید توسط یک گرم‌کن گرم شود بطوریکه دما در هنگام اجرای ضربه دوم حول و حوش $60^{\circ}C \pm 30^{\circ}C$ باشد. یک دمای بالاتر نیز باید در نظر گرفته شود که بدلیل آلودگی زیاد یا وضعیتهای سرویس غیر نرمال لازم است بنابراین این دمای زیاد برای آزمون بکار می‌رود اگر بین سازنده و خریدار توافق در این زمینه صورت گرفته باشد.

تلرانسهای تنظیم تجهیزات باید به مقداری باشد که مقادیر اندازه‌گیری شده ضربه‌های جریان در محدوده‌های زیر باشند :

الف- از ۹۰ درصد تا ۱۱۰ درصد مقدار پیک مشخص شده

ب- از ۳/۵ میکروثانیه تا ۴/۵ میکروثانیه برای زمان پیش موج

پ- از ۹ میکروثانیه تا ۱۱ میکروثانیه برای زمان واقعی رسیدن به نصف مقدار پیک

ت- مقدار پیک هر شکل جریان با پلاریته مخالف باید کمتر از ۲۰ درصد مقدار پیک جریان باشد.

ث- نوسانات کوچک روی ضربه زمانی که کمتر از ۵ درصد مقدار پیک ضربه باشد مجاز است. تحت این وضعیتها برای اندازه‌گیری یک میانگین باید برای مشخص کردن مقدار پیک توافق شود.

به محض امکان و در زمان کمتر از ۱۰۰ میلی ثانیه و بعد از آخرین ضربه جریان بالا یک ولتاژ فرکانس قدرت معادل با ولتاژ نامی افزایش یافته U_r و ولتاژ عملکرد پیوسته افزایش یافته U_c باید برای یک پریود زمانی ۳۰ ثانیه و ۱۰ دقیقه به ترتیب جهت تثبیت پایداری حرارتی و فرار حرارتی اعمال شود.

جریان باید در هر ضربه ثبت گردد و جریانهای ثبت شده از همان نمونه نباید تفاوتهایی که دلالت بر سوراخ شدگی و یا قوس زنی نمونه را دارد نشان بدهد.

جریان در هنگام عملکرد افزایش ولتاژ بطور پیوسته (U_c) باید بطور مداوم و همزمان با اینکه ولتاژ فرکانس قدرت اعمال شده است ثبت گردد و دمای مقاومت غیر خطی یا مولفه مقاومتی جریان یا تلف توان باید در مدت زمان اعمال ولتاژ فرکانس قدرت نمایش داده شود تا پایداری حرارتی یا ناپایداری حرارتی مشخص شود.

اگر پایداری حرارتی بدست آمده باشد اگر ولتاژ پسماند اندازه‌گیری شده بعد و قبل از آزمون بیش از ۵۰ درصد تغییر نکرده باشد و اگر آزمایش روی نمونه‌های آزمون هیچ گونه اثر سوراخ شدگی، قوس یا شکاف در مقاومتهای اکسید فلزی غیر خطی را نشان نداده باشد، آنگاه برق گیر مورد قبول آزمون می‌باشد.

۴-۵-۵- بررسی پایداری حرارتی در آزمون وظیفه عملکرد

بخشهای برقگیری که تحت آزمون وظیفه عملکرد قرار گرفته‌اند اگر پیک جریان نشتی مولفه مقاومتی یا تلفات توان یا دمای مقاومت بطور دائم در مدت زمان کمتر از ۱۵ دقیقه در آنها پس از اعمال ولتاژ کاهش یابد، در این صورت پایداری حرارتی و قبولی آنها در این آزمون تضمین شده‌است.

پیک جریان نشتی مولفه مقاومتی بطور خیلی زیادی روی پایداری ولتاژ اعمال شده تاثیر می‌گذارد و همچنین تغییر دمای محیط هم در آن موثر است به این دلیل ممکن است تشخیص اینکه آیا برقگیر بطور حرارتی پایدار است یا نه در انتهای اعمال ولتاژ U_c مشخص نباشد.

اگر این مورد رخ دهد زمان اعمال ولتاژ U_c باید افزایش یابد تا زمانی که کاهش ماندگار جریان یا تلف توان یا دما بطور واضح تایید شود. اگر یک افزایش جریان یا تلف توان یا دما در مدت زمان ۳ ساعت اعمال ولتاژ مشاهده نگردد، بخش مورد نظر برقگیر پایدار در نظر گرفته خواهد شد.

۴-۶- آزمونهای جدا کننده‌های برقگیر

۴-۶-۱- کلیات

مطابق با بند ۱۲-۵ استاندارد IEC 60099-4 این آزمونها باید روی برقگیرهایی که با جداکننده‌های خود هماهنگ هستند انجام شوند یا روی جداکننده‌ها آنها به تنهایی انجام شود، در صورتی که طراحی بگونه‌ای باشد که تاثیر روی بخشهای مجاور برقگیر در وضعیت نصب طبیعی آن نگذارد.

نمونه آزمون باید مطابق با توصیه‌های منتشر شده سازنده در مورد ماکزیمم اندازه توصیه شده و سختی و کوتاهی طول لید اتصال باشد. در صورت نبود توصیه‌های منتشر شده هادی باید سخت باشد و مس لخت شده آن باید قطری نزدیک به ۵ میلیمتر داشته باشد و همچنین طول میانگین، جهت حرکت آزادانه جداکننده هنگام عملکرد آن باید ۳۰ سانتیمتر باشد.

۴-۶-۲- آزمونهای ضربه جریان و ایستادگی در برابر آزمون وظیفه عملکرد

مطابق با بند ۴-۷ و ۵-۷ استاندارد IEC 60099-4 این آزمونها باید در همان زمانهای انجام آن آزمونها روی برقگیر برای برقگیرهای که درونشان دارای قطع کننده می‌باشد انجام گیرد. در مورد قطع کننده‌های طراحی شده برای نصب روی برقگیر یا برای قراردادن روی خط یا زمین به عنوان یک لوازم فرعی، این آزمونها بطور جداگانه انجام می‌شوند. و سه نمونه جدید برای هر آزمون باید بکار رود.

۴-۶-۲-۱- آزمون ضربه جریان مدت طولانی

این آزمون باید مطابق با بند ۴-۷ استاندارد IEC 60099-4 با پیک جریان و مدت زمان مطابق با بیشترین کلاس برقگیر که جداکننده برای آن کاربرد طراحی شده است انجام گیرد.

۴-۶-۲-۲- آزمون وظیفه عملکرد

این آزمون باید مطابق با بند ۵-۷ استاندارد IEC 60099-4 برای نمونه‌ای از قطع کننده برقگیر نمونه آزمون که بیشترین جریان مرجع را در بین همه برقگیرهای طراحی شده دارد انجام گیرد.

۴-۶-۳- عملکرد جداکننده

۴-۶-۳-۱- آزمون منحنی جریان بر حسب زمان

اطلاعات برای یک منحنی جریان بر حسب زمان از طریق اعمال سه سطح جریان اولیه ۲۰A و ۲۰۰A و ۸۰۰A (r.m.s) با تلرانس ۱۰ ± درصد بدست می‌آیند. این مقادیر جریان از نمونه آزمون قطع کننده با وجود برقگیر یا بدون آن عبور می‌کنند بطوریکه نیازهای بخش ۱-۶-۷ از استاندارد IEC 60099-4 را برآورده سازند.

برای آزمون قطع کننده‌هایی که حرارت داخلی بخشهای دیگر برقگیر روی آنها تاثیر می‌گذارند، مقاومت غیر خطی باید توسط یک سیم مسی لخت به قطر ۰/۰۸ تا ۰/۱۳ میلیمتر بدلیل شروع قوس زنندگی داخلی حذف گردد.

برای آزمونها روی جداکننده‌هایی که از عملکرد برقگیر تاثیر نمی‌گیرند باید مقاومتهای غیر خطی موازی وجود داشته باشد یا بوسیله یک هادی با اندازه کافی جایگزین گردد بطوریکه آن در زمان آزمون

ذوب نگـردد پارامـترهای مـدار آزمـون ابـتدا باید با نمونه آزمون موازی شده با یک اتصال امپدانس جزئی جهت ایجاد مقدار جریان مورد نیاز تنظیم شوند.

کلـید قطـع کنـنده بـاید تنظیم شود تا مدار را در فاصله چند درجه‌ای از پیک ولتاژ خارج کند. بعد از آزمون، پارامترهای مدار تنظیم می‌شوند و اتصال موازی نمونه آزمون برداشته می‌شود. جریان عبوری باید تـا زمانـی کـه قطـع کننده عمل کند در سطح مورد درخواست نگهداشته شود و حداقل پنج نمونه آزمون باید در هر سه سطح جریان آزمایش شوند.

مقـدار r.m.s جـریان عبوری از نمونه و مدت زمان عمل قطع کننده باید برای همه نمونه‌های آزمایش شـونده رسـم گـردد. منحنی مشخصه زمان بر حسب جریان قطع کننده باید به عنوان یک منحنی هموار مدت زمان ماکزیمم عملکرد را نشان دهد.

بـرای قطـع کنـنده‌هائی که زمان تاخیر قابل ملاحظه‌ای در عمل دارند آزمون منحنی جریان بر حسب زمـان بـاید بـر روی نمونـه‌هایی انجام شود که جریان عبوری از آنها و زمان آن جهت تعیین حداقل زمان بـرای هـر سـه سـطح‌هـای جریانـی که بطور هماهنگ موفقیت عمل قطع کننده را نتیجه میدهد، کنترل می‌شود. برای نقاطی که در منحنی زمان – جریان بکار می‌رود موفقیت عمل قطع کننده باید در ۵ آزمون وجـود داشـته باشـد. اگـر یک عدم موفقیت در آزمون بوجود آید ۵ آزمون اضافی با همان سطح جریان و همان مدت زمان باید به موفقیت عملکرد برسند.

۴-۶-۳-۲- ارزیابی عملکرد قطع کننده‌ها

در ایـن آزمـون یـک ولتاژ فرکانس قدرت معادل با ۱/۲ برابر بیشترین ولتاژ نامی برقگیر که برای قطع کنـنده جهـت اسـتفاده طراحـی شـده است بـاید بـه مـدت ۱ دقیقه بدون اینکه جریان عبوری از ۱mA (r.m.s) تجاوز ننماید، اعمال گردد.

۵- آزمونهای جاری

فهرست مطالب

حداقل نیازهای آزمونهای جاری که باید توسط سازنده انجام شود عبارتند از :

الف- اندازه‌گیری ولتاژ مرجع (U_{ref}):

مقادیر اندازه‌گیری شده باید در محدوده رنج مشخص شده توسط سازنده باشد.

ب- آزمون ولتاژ پسماند:

این آزمون بطور ناخواسته برای برقگیرهائی با ولتاژ نامی بالا ۱kV می‌باشد. این آزمون همچنین ممکن است روی برقگیر و یا واحدهای برقگیر نصب شده یا روی یک نمونه شامل یک یا چند عنصر مقاومتی اجرا شود.

سازنده باید یک جریان ضربه صاعقه مناسب در رنج ۰/۰۱ تا ۲ برابر جریان نامی که ولتاژ پسماند آن اندازه‌گیری شده است را مشخص نماید و اگر بطور دقیق اندازه‌گیری نشده باشد، ولتاژ پسماند برقگیر از مجموع ولتاژهای پسماند عناصر برقگیر یا واحدهای برقگیر جداگانه بدست می‌آید. ولتاژ پسماند برای برقگیر کامل نباید از مقدار مشخص شده توسط سازنده بزرگ‌تر باشد.

- نارضایتی از تخلیه‌های جزئی و نویزهای ناشی از تماس برای هر قسمت برقگیر باید توسط راههای حساس مطابق با موارد ذکر شده توسط سازنده بررسی شود.

ت- برای واحدهای برقگیر با محفظه‌های درزگیری شده باید روی هر واحد توسط روش دقیق مطابق با نظرات سازنده عمل بازبینی نشتی صورت پذیرد.

ث- آزمون توزیع جریان برای برقگیرهای چند ستونه.

این آزمون باید روی همه ستونهای موازی برقگیرها اجرا شود. سازنده باید یک جریان ضربه مناسب در رنج ۰/۰۱ تا ۱ برابر جریان تخلیه نامی را مشخص کند که این جریان عبوری از هر ستون باید اندازه‌گیری شود.

بیشترین مقدار جریان نباید از حد بالای مشخص شده توسط سازنده بیشتر باشد. ضربه جریان باید یک پیش موج واقعی بیشتر از ۷ میکروثانیه داشته باشد و زمان رسیدن به مقدار نصف پیک میتواند هر مقدار باشد.

فهرست مطالب

۶- آزمونهای پذیرش

۶-۱- آزمونهای پذیرش استاندارد

زمانی که خریدار آزمونهای پذیرش را در توافق نامه مشخص نمود آزمونهای بعدی باید روی ریشه سوم تعداد برقگیرها تقریباً انجام شود.

الف- اندازه‌گیری ولتاژ فرکانس قدرت روی برقگیر در جریان نامی انجام می‌گیرد. مقدار اندازه‌گیری شده باید در رنج مشخص شده سازنده باشد. برای برقگیرهای چند واحده این مقدار میتواند از ولتاژ مرجع برقگیر منحرف شود.

ب- اندازه‌گیری ولتاژ پسماند ضربه صاعقه روی برقگیر یا اجزاء برقگیر در جریان تخلیه نامی و اگر ممکن باشد در جریان نامی مطابق بند ۳-۷ استاندارد IEC 60099-4 انتخاب می‌شود در این مورد زمان واقعی رسیدن به نصف مقدار پیک اهمیت کمتری دارد و نیازی به مطابقت نیست.

ولتاژ پسماند برقگیر از مجموع ولتاژهای پسماند واحدهای برقگیر جداگانه بدست می‌آید. این ولتاژ پسماند برای برقگیرها نباید از مقدار مشخص شده توسط سازنده بیشتر باشد.

پ- برای آزمون تخلیه جزئی ولتاژ فرکانس قدرت اعمال شده به برقگیر یا واحد برقگیر باید تا مقدار نامی ولتاژ افزایش یابد و بعد از ۱۰ ثانیه به مقدار ۱/۰۵ برابر ولتاژ عملکرد دائم کاهش پیدا می‌کند که در آن ولتاژ سطح تخلیه جزئی باید اندازه‌گیری شود.

همچنین هر گونه تغییر در تعداد و نوع نمونه‌ها باید بین سازنده و خریدار توافق شود.

۶-۲- آزمون پایداری حرارتی خاص

آزمونهای زیر بر اساس توافق حاصل شده خریدار و سازنده و قبل از شروع مونتاژ برقگیر انجام می‌گیرد. این آزمون باید بخش‌هایی که بطور کلی شامل مقاومتهای اکسید فلزی است انجام می‌شود این آزمون شامل بخشی از آزمون وظیفه عملکرد مربوط به نوع برقگیر می‌باشد که در شکل ۳ و۴ بند C2 استاندارد IEC 60099-4 مربوطه نشان داده شده است.

دمای مقاومت اکسید فلزی یا مولفه مقاومتی جریان یا تلفات توان باید در مدت زمان اعمال ولتاژ فرکانس قدرت جهت اثبات پایداری حرارتی نشان داده شود. اگر پایداری حرارتی در همه سه نمونه‌ها ایجاد شود در این صورت آزمون مورد پذیرش می‌باشد.

ولی اگر یک نمونه با شکست مواجه شود توافق برای آزمونهای بعدی باید بین خریدار و سازنده بدست آید.

برای دسترسی سریع‌تر به اطلاعات و نحوه تست عملکرد روی برقگیر ۱۰۰۰۰A کلاس برقگیرهای ۵۰۰۰ و ۲۵۰۰ و ۱۵۰۰ آمپر به جدول شماره یک استاندارد IEC 60099-4 مراجعه شود.

فهرست مطالب

۷- مراجع

1- IEC 99-5 Surge Arresters Part 5

2- IEC 99-4 Metal- Oxide Surge Arresters Without Gaps for a.c. Systems

۳- بررسی پارامترهای موثر در انتخاب برقگیر (وزارت جهاد سازندگی)

۴- استاندارد برقگیر اکسید فلزی برای سیستم‌های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت (سازمان تحقیقات و تکنولوژی استانداردها)

بخش چهارم
آئین‌کار و روشهای اجرایی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف ۱
۲-دامنه کاربرد ۱
۳-کلیات ۱
۴-مراجع و استانداردها ۲
۵-نحوه نگهداری برقگیر ۳
۶-آماده سازی جهت حمل‌ونقل ۳
۷-مرحله نصب ۴
۷-۱-نصب برقگیر در شبکه‌های توزیع ۲۰KV ۴
۷-۱-۱-نصب برقگیر در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر همراه با کلید فیوز کات اوت ۴
۷-۱-۲-نصب برقگیر در محل خروجی نیروگاه در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر ۵
۷-۱-۳-نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی ساده از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی ۷
۷-۱-۴-نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی ۹
مجهز به کلید فیوز کات اوت ۹
۷-۱-۵-نصب برقگیر در محل پست هوایی در وسط خط همراه با کلید فیوز کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتونی ۱۰
۷-۱-۶-نصب برقگیر در محل پست هوایی انتهایی خط همراه با کلید فیوز کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتونی ۱۰
۷-۱-۷-نصب برقگیر در محل پست زمینی مجهز به کلید فیوز کات اوت ۱۳
۸-آرایشهای مختلف نصب ۱۴

۹-پایه نصب برقگیر ۱۴
۹-۱-پایه‌های نصب در سطح ولتاژ ۲۰ KV ۱۴
۱۰-بازدیدهای دوره‌ای و تعمیرات ۱۶
۱۰-۱-موارد بازدید ۱۶
۱۰-۲-آزمایش برقگیر ۱۶
۱۰-۲-۱-اندازه‌گیری جریان نشتی برقگیر ۱۷
پیوست الف: فرم بازرسی برقگیر ۱۸

فهرست اشکال

شکل۱: ترسیمی از جایگاه برقگیر در اتصال دو سیستم هوایی و زمینی (۲۰KV) ۶
شکل ۲ : ترسیمی از نصب برقگیر در محل اتصال سیستم هوایی به سیستم کابل زمینی (۲۰KV) ۶
شکل ۳: ترسیمی از نحوه نصب برقگیر در در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی (۲۰KV)...۸
شکل ۴: ترسیمی از نحوه نصب برقگیر انشعاب زمینی از کرا س آرم جناقی همرا با فیوز کات‌اوت (۲۰KV)..... ۹
شکل۵: ترسیمی از جایگاه نصب برقگیر در پست هوایی (۲۰ KV)..... ۱۱
شکل ۶: ترسیمی از نحوه نصب برقگیر در پست هوایی انتهای خط (۲۰ KV) ۱۲
شکل ۷: ترسیمی از جایگاه برقگیر در محل اتصال سیستم هوایی به پست زمینی (۲۰ KV)..... ۱۳
شکل ۸:: حالات مختلف نصب برقگیر (زوایای نصب ۹۰ و ۱۱۵ درجه)..... ۱۴
شکل ۹: ترسیمی از نما و ابعاد پایه برقگیر در ۲۰ KV..... ۱۵
شکل۱۰: ترسیمی از روش جدید اندازه‌گیری جریان نشتی ۱۷
شکل ۱۱: ترسیم روش سنتی اندازه‌گیری جریان نشتی ۱۷

فهرست مطالب

۱- هدف

منظور از تدوین این استاندارد ارائه اصول و دستورالعملهای اجرایی، نگهداری، نصب و انجام آزمونهای دوره‌ای و فرمهای مربوط به برقگیرهای اکسید روی می‌باشد

۲- دامنه کاربرد

برقگیر مطرح شده در این گزارش شامل برقگیر اکسید روی غیرخطی و بدون ایجاد جرقه درونی برای نصب در سطح ولتاژهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت و نصب در فضای بیرونی بر روی پایه‌های خطوط یا در مجاور ترانسفورماتورهای قدرت، بانک‌های خازنی و تنظیم کننده‌های ولتاژ می‌باشد.

۳- کلیات

شبکه‌های برقرسانی هوایی، اعم از شبکه‌های فشار ضعیف توزیع، ۴۰۰V، تا فشار قوی انتقال ۴۰۰kv، همگی در معرض جریانهای زیاد گذرا ناشی از اتصالات کوتاه خط، و یا حوادث جبری طبیعی، مانند رخداد آذرخش و یا تغییرات ناگهانی همراه با افزایش ولتاژ و جریان در اثر افت ناگهانی بار مصرفی، یا قطع و وصل کلیدهای قدرت که جملگی باعث هجوم جریانهای گذرا بر روی شبکه می‌شوند می‌باشند . این جریانها پاره‌ای اوقات تا ۵ برابر جریان نامی دستگاه بالا می‌روند.

این جریانها حتی در صورت تداوم در حد میکروثانیه، سطوح عایقی تجهیزات مربوطه وخطوط را در هم شکسته و موجب ناکارآمدی کامل شبکه می‌گردند. بدین جهت از برقگیر به عنوان عنصر محافظ شبکه و تجهیزات بهره‌برداری می‌گردد.

در گزارش استاندارد طراحی ومهندسی شبکه‌های توزیع مبحث برقگیر، شرح کاملی از ساختار، مواد و اجزاء تشکیل‌دهنده برقگیرها ارائه گردیده است. همانطوریکه در جلد اول گزارش استاندارد شرح داده شد، برقگیرها جزء عناصر حفاظتی هستند که تجهیزات حساس شبکه از قبیل ترانس‌ها و خطوط را در مقابل اضافه ولتاژ و جریانهای ناخواسته از قبیل اضافه ولتاژ حاصله از وصل مجدد کلیدها مثل دیژنکتور، جریانهای اتصال کوتاه، و ولتاژ و نتیجه جریان بالای حاصله از برخورد آذرخش با خطوط یا در اطراف را حفاظت می نماید. برقگیر انتخاب شده در این گزارش از نوع اکسید روی غیر خطی بدون شکاف می‌باشد، که اساساً در شبکه‌های توزیع بکار گرفته می‌شود.

اساس کار برقگیر بدین ترتیب می‌باشد که برقگیر اساساً یک عنصر عایقی است تا حد یک سطح ولتاژ معین. این سطح ولتاژ بستگی به سطح ولتاژ خط دارد. برقگیر تا سرحد سطح ولتاژ خط حالت عایقی خود را حفظ می‌نمایند. در صورت افزایش سطح ولتاژ ایجاد شده در سرمحل اتصال برقگیر با خط از مقدار معینی، برقگیر از حالت عایقی خارج گشته و جریان حاصله را سریعاً به پایانه دیگر آن که به زمین متصل است روانه می‌دارد. یک برقگیر از یک بدنه جنس چینی مشخصاً پرسیلین ساخته شده و در انتها آن پایانه‌ها برقگیر وجود دارند که بوسیله آن از یک پایانه بوسیله یک خط رابط به فاز شبکه و از پایانه دیگر بوسیله سیم رابط به سیستم شبکه زمین متصل می‌گردد.

برروی بدنه برقگیر، یک نگهدارنده در قسمت انتهایی آن نصب شده است که توسط آن برقگیر نگهداشته می‌شود. برقگیرها در حالت معمولی، بطور تئوری اصولاً نباید جریانی از خود عبور دهند ولی عملاً جریان بسیار کمی از آن عبور می‌کند که به این جریان، جریان نشتی برقگیر اطلاق می‌گردد.

۴- مراجع و استانداردها

فهرست مطالب

برقگیر باید از استانداردهای IEC99-4 پیروی کنند. آزمونهای انجام شده بر روی برقگیر باید از استاندارد IEC پیروی نمایند. در صورت عدم وجود استاندارد IEC در موارد آزمون از استاندارد VDE یا BS با تصویب خریدار میتوان استفاده نمود. تولید کننده باید یک نسخه از گزارش و نتیجه آزمون را هنگام حضور نماینده خریدار در اختیار خریدار قرار دهد.

خریدار باید توجه کند برقگیر را با ملاحظه بر استاندارد اعمال شده بر آن ارزیابی نماید. تولید کنندگان بستگی به کشور تولیدکننده، استانداردهای آن محل را اعمال می‌نمایند.

۱- استاندارد شبکه توزیع نیروی برق – شبکه فشار ضعیف – قسمت دوم

۲- استاندارد برقگیرهای اکسید فلزی برای سیستم‌های با ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت- شهریور ۱۳۷۲

۳- برقگیرها- مجموعه مقالات فنی- برق تهران- چاپ ۱۳۶۷

4- IEEE Transactions on Power Delivery Vol 13 No.4. october 1998
Analytical study on prevention Methods for Distribution Arrester outages Caused by winter Ligthning

5- Maintenamce of surge Arrester By A porrable Arrester Leakage Current Detector

فهرست مطالب

۵- نحوه نگهداری برقگیر

در خصوص نگهداری برقگیرها، موارد زیر باید رعایت گردد:

۱) برقگیرها باید در مقابل ایجاد خوردگی، پوسیدگی و قارچزدگی، بوسیله جلا دهندهها لعاب‌کاری و روکش گردند.

تولید کننده باید قید کند که از کدامین روش برای حفاظت سطح رویه برقگیر استفاده شده است.

۲) برقگیر باید در مقابل عوامل پوسیدگی حفاظت شود. از مواد ضد پوسیدگی باید استفاده شده باشد. از رنگ زدن بجای مواد ضد پوسیدگی نباید استفاده شود.

۳) تولیدکننده باید از مجموعهای از مراحل تنظیم شده و منظم، جهت طرح و تولید برقگیر و اجزاء جانبی آن همواره پیروی کند. همگی اجزاء مشابه بتشکیل دهنده باید توسط یک تولید کننده تهیه و از نوع یکسان و مشابه باشند.

۴) برقگیر باید در مقابل زلزله مقاوم و میزان آن درجهبندی و قید شده باشد.

۵) برقگیر باید بوسیله یک برچسب که روی آن نصب شده است همراهی گردد.

۶) تولید کننده باید با اعمال خصوصیات کنترل کیفیت خود، برقگیر را تحت کنترل کیفیت قرار دهد و نحوه آن را اعلام نماید.

۷) نماینده خریدار باید مجاز باشد که برقگیر را از کلیه جهات و خصوصیات قید شده مورد بررسی قرار دهد و هرگونه عدم تطبیق در خصوصیات را رد نماید. برقگیر باید قبل از بارگیری و ارسال مورد بازرسی قرار گیرد. زمان ارسال که معمولاً ۴۵ روز است باید به اطلاع خریدار برسد.[۲]

فهرست مطالب

۶- آماده سازی جهت حمل‌ونقل

در خصوص برقگیرها، نکات ایمنی حمل‌ونقل خشکی به دریایی وبالعکس باید رعایت گردد.

- کلیه تجهیزات جهت حمل‌ونقل دریایی باید آماده شوند و در صورت حمل در محلهای روباز، در تمام طول مسیر بایدحفاظت شوند.
- روی بستهها باید آدرس، نام خریدار، نام سازنده، شماره بستهبندی بر روی محموله درج شده باشند.
- بستهها باید محکم بستهبندی شوند.
- نگهدارندهها و پرکنندهها باید کلیه فضاهای خالی اطراف برقگیرها را پر کرده باشند.

- صندوق‌ها باید با علامت شکستنی علامت گذاری شده باشند.
- کلیه قطعات و اجزاء باید قبل از بسته‌بندی از اضافات، پوسته‌ها، آلودگیها، گردوغبار و رطوبت پاک شده باشند.

فهرست مطالب

۷- مرحله نصب

پس از انتخاب برقگیر و حصول اطمینان از سلامتی و قابل نصب بودن دستگاه و مهیا کردن لوازم جانبی و متعلقات آن، پیچ و مهره و سیمهای جامپر و زمین شامل نوع و طول آن، عملیات نصب را می‌توان شروع کرد. نصب برقگیر بدون توجه به سطح ولتاژ مورد نظر، به دسته‌بندی‌های زیر تقسیم می‌شوند:

۱) نصب برقگیر جهت حفاظت شبکه در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر همراه با فیوز کات‌اوت
۲) نصب برقگیر جهت حفاظت از شبکه در محل خروجی نیروگاه در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر
۳) در محل انشعاب زمینی ساده از شبکه‌های هوایی با آرایش کراس آرم جناقی
۴) در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی مجهز به فیوز کات اوت
۵) در محل پست هوایی در وسط خط همراه فیوز کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتونی
۶) در محل پست هوایی در انتهای خط همراه با کلید کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتونی
۷) در محل پست زمینی مجهز به کلید کات‌اوت

نصب برقگیرها در دو سطح ولتاژ متداول در شبکه‌های توزیع ایران در این گزارش مورد نظر می‌باشد. [۱]

۷-۱- نصب برقگیر در شبکه‌های توزیع ۲۰KV

۷-۱-۱- نصب برقگیر در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر همراه با کلید فیوز کات اوت

الف- تجهیزات مورد نیاز

۱) برقگیر در سطح ولتاژ مربوط به شبکه	۳عدد
۲) گیره انتهای خط	۳عدد

۳) سیم زمینی مسی ۲۵ میلیمتری یا تسمه آهنی گالوانیزه	۲۴۴۰×۳۰×۳۰ میلیمتر
۴) کراس آرم چوبی یا فلزی طبق استاندارد	۱عدد
۵) پیچ و مهره مربعی شکل مربوط به نصب برقگیرها	به تعداد لازم
۶) سیم جامپر طرف فشار قوی برقگیر از جنس هادی مطابق استاندارد	بطول لازم

ب- محل نصب

- فاصله کراس آرم نصب برقگیرها بر روی تیرهای بتونی از سر تیر	۲۱ سانتیمتر
- فاصله کراس آرم نصب برقگیرها بر روی تیرهای چوبی از سر تیر	۲۵ سانتیمتر
- فاصله کراس آرم برقگیر تا کراس آرم فیوز کات اوت	۷۵ سانتیمتر

- جهت اجتناب از برخورد سیمهای جامپر برقگیر و کات‌اوت، برقگیر و کات اوت‌ها باید بصورت قرینه یکدیگر بر روی کراس آرمهای مربوطه به خود نصب گردند. (شکل ۱)
- فاصله برقگیرها در هر حالت باید حداقل ۶۰ سانتیمتر از یکدیگر باشد.

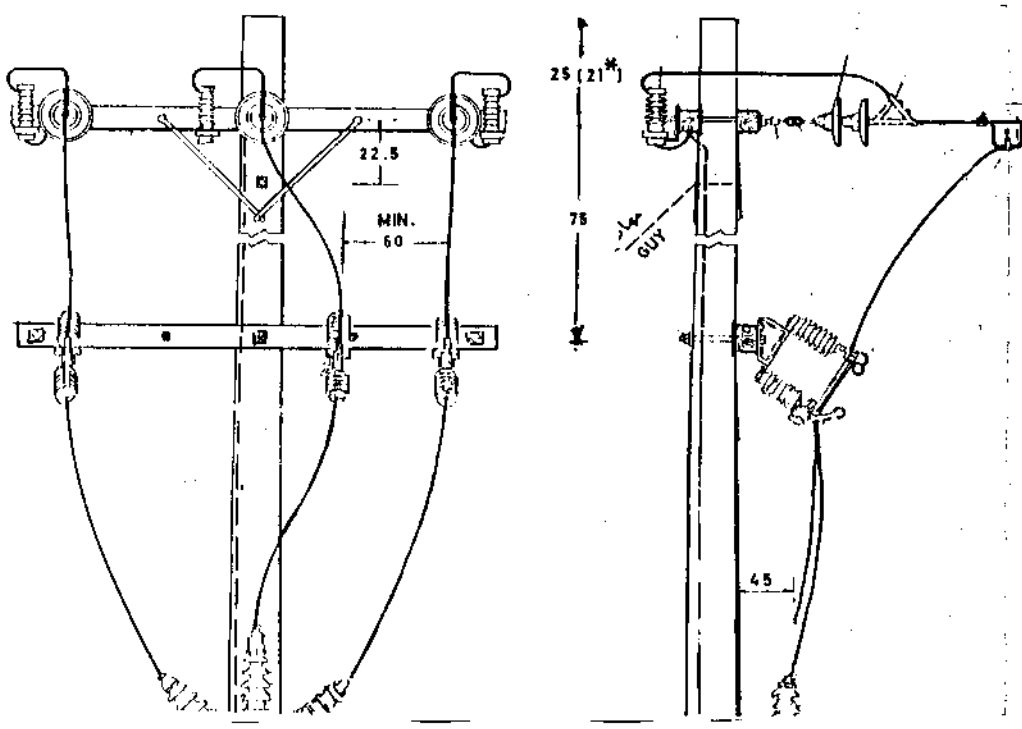
۷-۱-۲- نصب برقگیر در محل خروجی نیروگاه در محل اتصال دو سیستم هوایی و زمینی به یکدیگر

الف - تجهیزات جانبی:

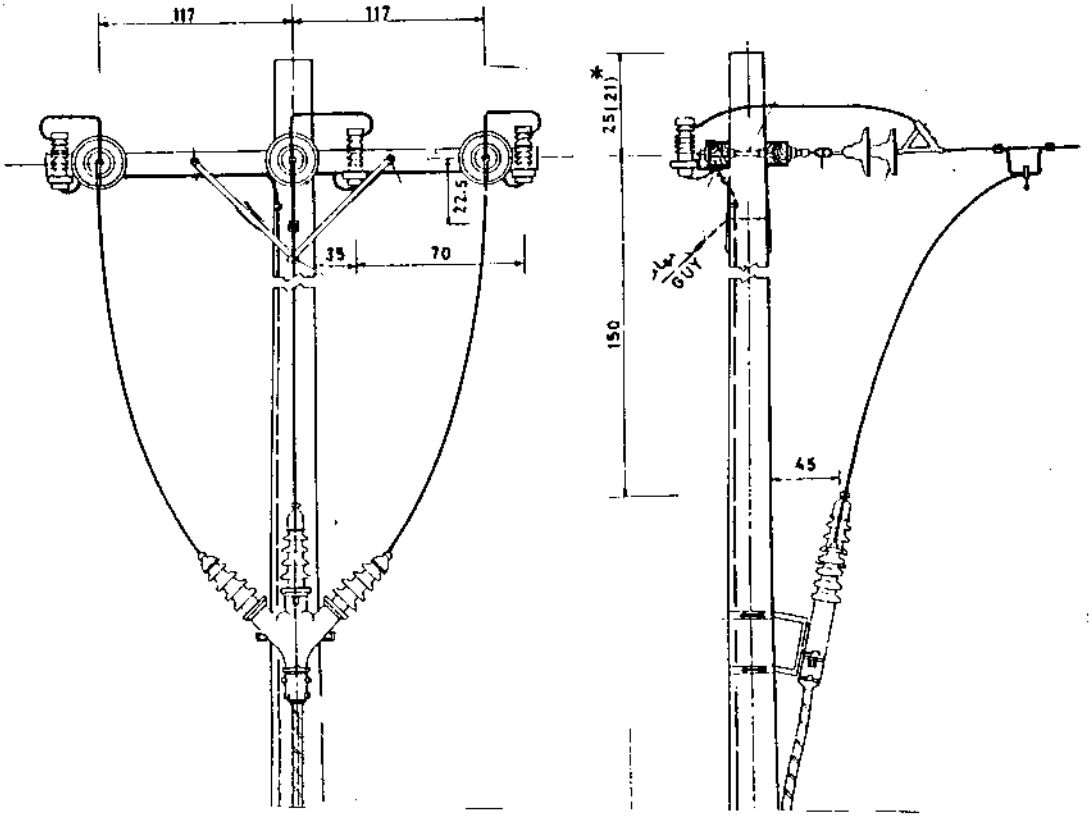
تجهیزات بکار رفته در این حالت مشابه تجهیزات بند ۷-۱-۱ می‌باشد.

ب - محل نصب

- فاصله کراس آرم جایگاه نصب برقگیر بر روی تیرهای بتونی تا سر تیر	۲۱ سانتیمتر
- فاصله کراس آرم جایگاه نصب برقگیر بر روی تیرهای چوبی تا سر تیر	۲۵ سانتیمتر
- فاصله کراس آرم برقگیر تا نوک سر کابل زیر زمینی	۱۵۰ سانتیمتر



شکل۱: ترسیمی از جایگاه برقگیر در اتصال دو سیستم هوایی و زمینی (۲۰kv)



شکل ۲ : ترسیمی از نصب برقگیر در محل اتصال سیستم هوایی به سیستم کابل زمینی (۲۰kv)

۷-۱-۳- نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی ساده از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی

الف - تجهیزات مورد نیاز:

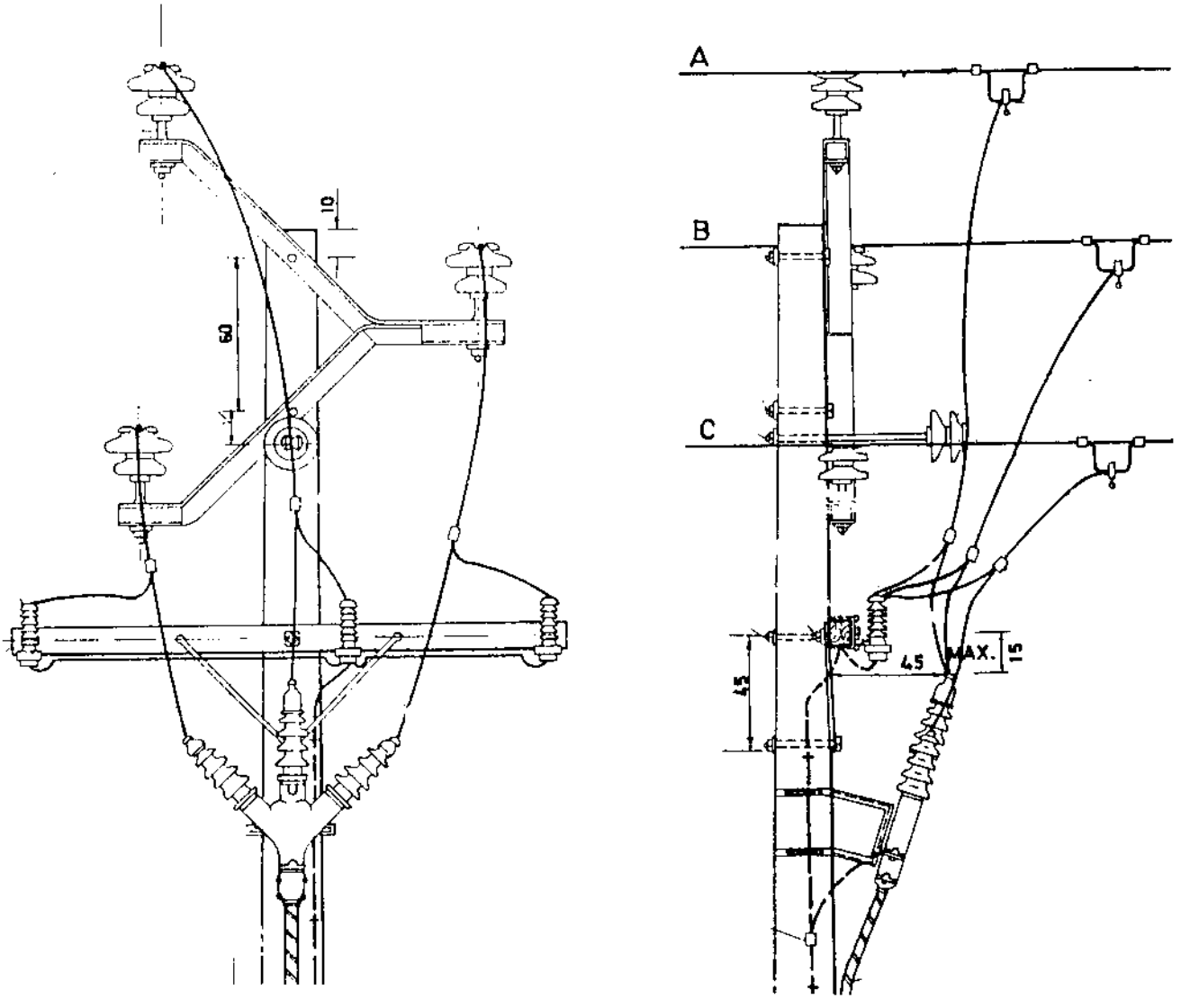
۱) برقگیر در سطح ولتاژ مربوط به شبکه	۳ عدد
۲) گیره‌های هات لاین	۳ عدد
۳) گیره‌های آویز رکابی	۳ عدد
۴) کراس آرم برقگیر از جنس چوبی طبق استاندارد	۱ عدد
۵) بست پیچی شکافدار برای اتصال سیمها	بتعداد لازم
۶) سیم زمین مسی ۲۵ میلیمتری یا تسمه آهن گالوانیزه	بطول لازم
۷) سیم جمپر از جنس هادی طبق استاندارد	بطول لازم
۸) پایه حائل بلند مقره	۱ عدد
۹) پیچ و مهره‌های لازم جهت نصب تسمه و بازوهای کراس آرم	
- به ابعاد ۱۶×۳۵۰	بتعداد لازم
- واشر ۳×۵۰×۵۰	بتعداد لازم

ب - محل نصب:

محل نصب کراس آرم برقگیرها نسبت به محل نصب جناق در نظر گرفته می‌شود.

جناق پایینی کراس آرم جناقی ۷۰ سانتیمتر پایینتر از سر تیر نصب می‌گردد.

فاصله محل نصب کراس آرم برقگیر از محل فوق بین ۸۲/۵-۵۲/۵سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود. این فاصله باید طوری تنظیم شوند که کراس آرم برقگیر حداکثر ۱۵ سانتیمتر در بالای نوک سرکابل زمینی نصب شده بر روی تیر، واقع گردد.



شکل ۳: ترسیمی از نحوه نصب برقگیر در در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی (۲۰kv)

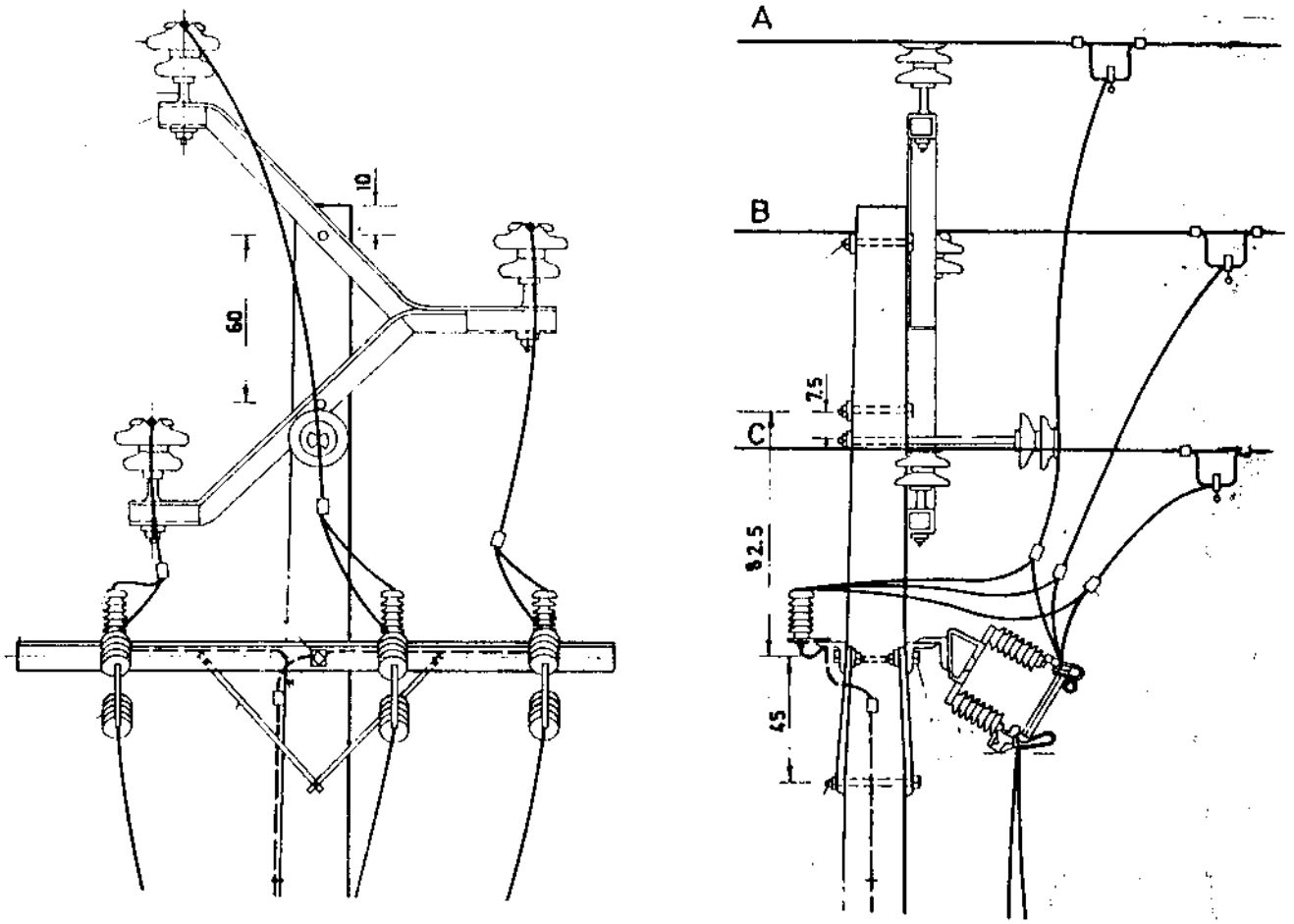
۷-۱-۴- نصب برقگیر در محل انشعاب زمینی از شبکه هوایی با آرایش کراس آرم جناقی مجهز به کلید فیوز کات اوت

الف - تجهیزات مورد نیاز:

تجهیزات مورد نیاز در این حالت مشابه تجهیزات مورد بند ۷-۱-۳ می‌باشد، باستثناء کراس آرم برقگیر که بدلیل مشترک بودن با کلید فیوزهای کات اوت از نوع فلزی مطابق با استاندارد، استفاده می‌شود. پیچ و مهره‌های مورد نیاز باندازه ۱۶×۳۵۰ میلیمتری با دو واشر ۳×۵۰×۵۰ می‌باشد. بازوهای تسمه‌ای کراس آرم طبق استاندارد ذکر شده در نظر گرفته می‌شوند.

محل نصب

محل نصب کراس آرم مشترک برقگیر و کلید فیوز کات اوت به فاصله ۱۲۵/۵ سانتیمتر از سر تیر نصب می‌گردد.[۱]



شکل ۴: ترسیمی از نحوه نصب برقگیر انشعاب زمینی از کرا س آرم جناقی همرا با فیوز کات‌اوت (۲۰KV)

۷-۱-۵- نصب برقگیر در محل پست هوایی در وسط خط همراه با کلید فیوز کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتونی

الف - تجهیزات مورد نیاز:

تجهیزات مورد نیاز این حالت مشابه تجهیزات در بند ۷-۱-۴ می‌باشد باستثناء اینکه نیازی به پایه حائل بلند مقره نمی‌باشد.

ب - محل نصب

برقگیرها بر روی کراس آرم مشترک با کلید فیوزهای کات اوت نصب می‌گردند.

- فاصله کراس آرم از سر تیر چوبی ۹۷ سانتیمتر
- فاصله کراس آرم از سر تیر بتونی ۱۱۰ سانتیمتر
- فاصله از سکوی ترانس بر روی تیر چوبی ۲۷۶ سانتیمتر
- همین فاصله از سکوی ترانس بر روی تیر بتونی ۲۸۵ سانتیمتر

۷-۱-۶- نصب برقگیر در محل پست هوایی انتهایی خط همراه با کلید فیوز کات اوت بر روی تیرهای چوبی یا بتونی

الف - تجهیزات مورد نیاز:

تجهیزات مورد نیاز این حالت مشابه حالت قبلی می‌باشد، باستثناء تغییرات در موارد زیر:

۱) تبدیل کلمپ آویزی فشاری به گیره‌های انتهای خط

۲) حذف بست هات لاین

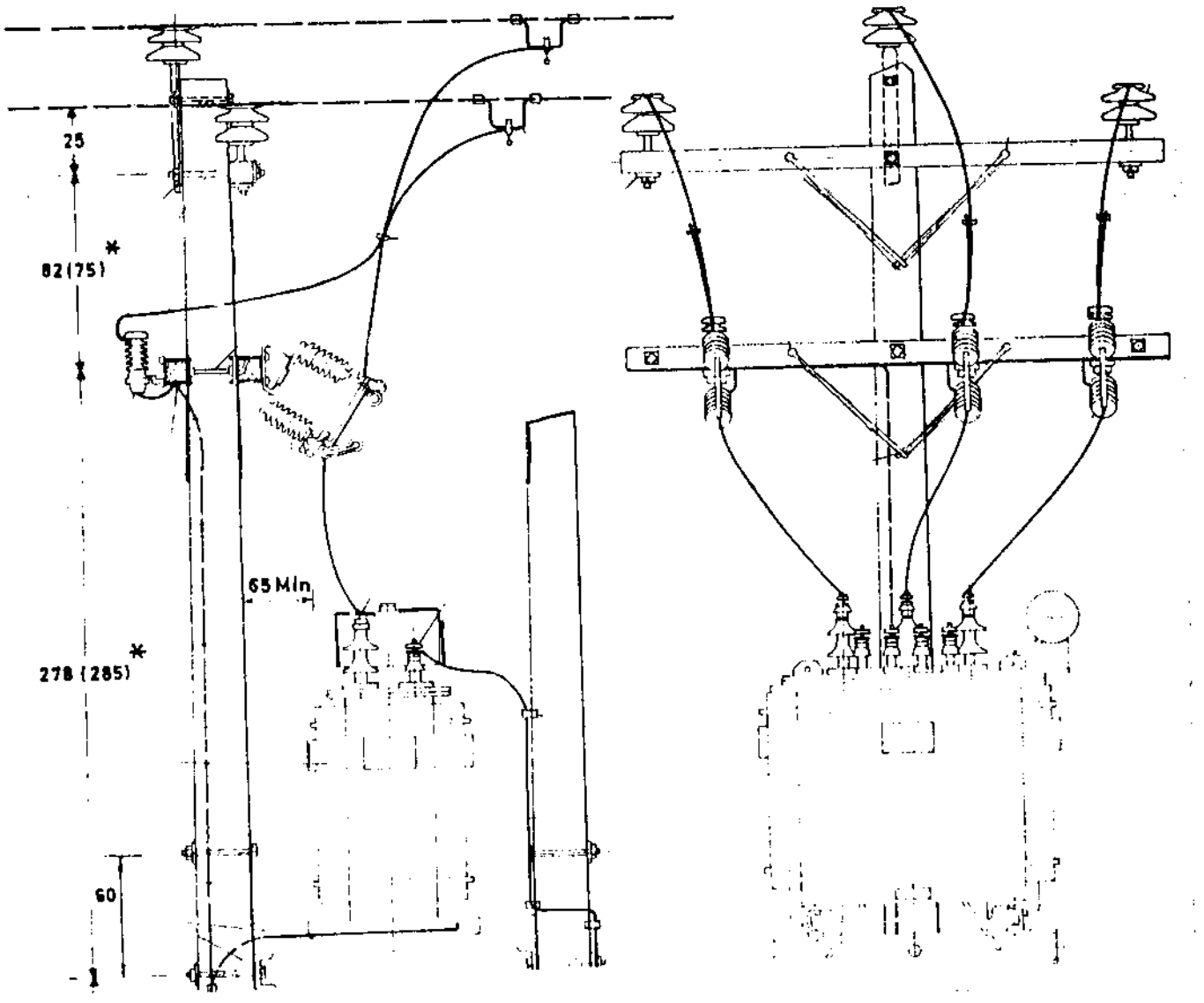
۳) تبدیل کراس آرم فلزی استاندارد به کراس آرم چوبی استاندارد

۴) حذف بستهای پیچی شکافدار برای اتصال سیمهای جمپر

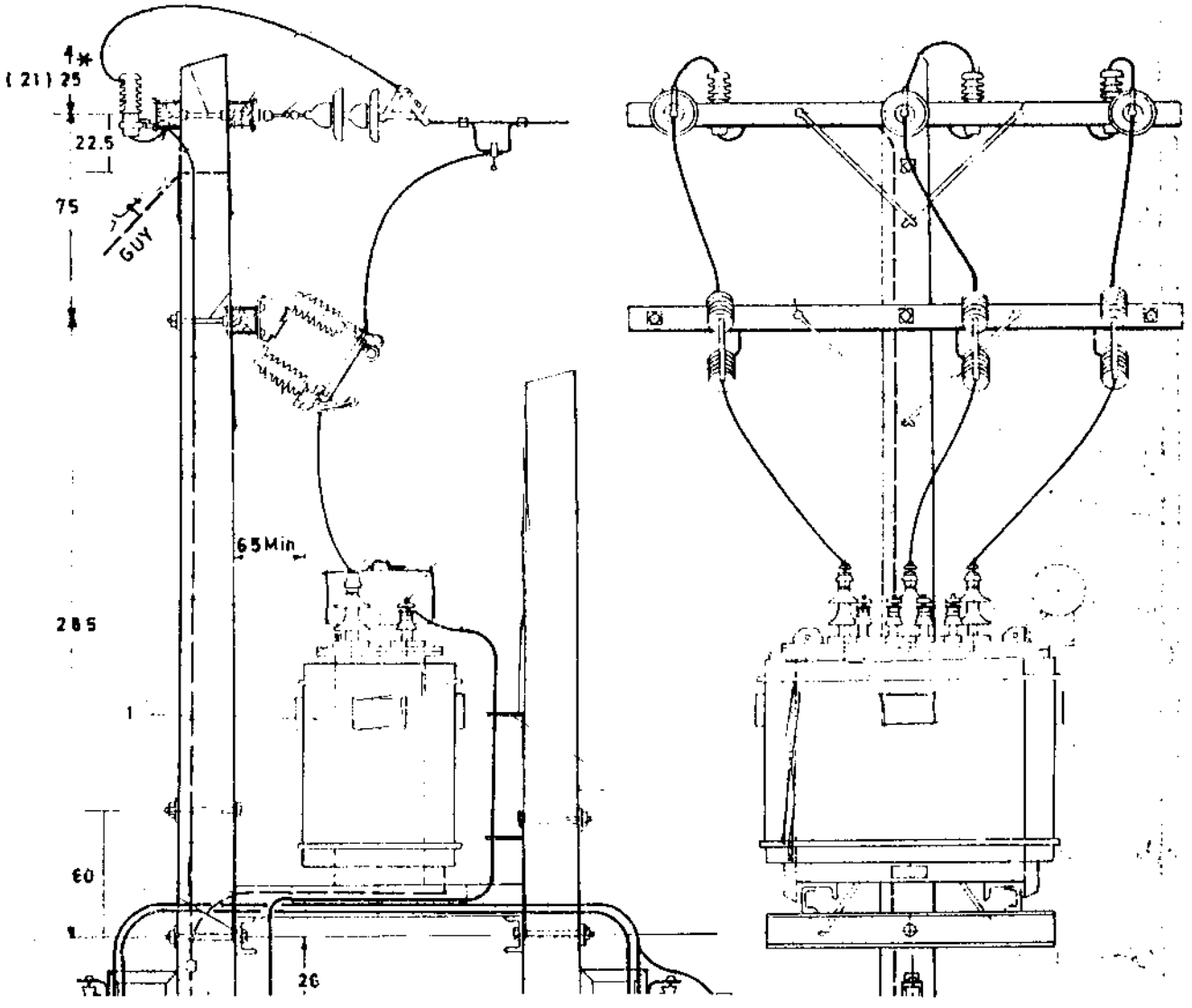
ب - محل نصب:

برقگیرهای انتهای خط، در بالاترین نقطه ممکنه جهت بالابردن میزان جذب میزان انرژی قابل تخلیه از برخورد آذرخشها نصب می‌گردد.

بدین ترتیب کراس آرم برقگیر در پایه یا تیرهای چوبی در فاصله ۲۵ سانتیمتری و بر روی پایه‌های بتونی در فاصله ۲۱ سانتیمتری از سر تیر نصب می‌گردد. این فواصل طوری تنظیم می‌گردد که فاصله کراس آرم برقگیر و کات اوت ۷۵ سانتیمتر بشود.



شکل۵: ترسیمی از جایگاه نصب برقگیر در پست هوایی (۲۰ KV)



شکل ۶: ترسیمی از نحوه نصب برقگیر در پست هوایی انتهای خط (۲۰ KV)

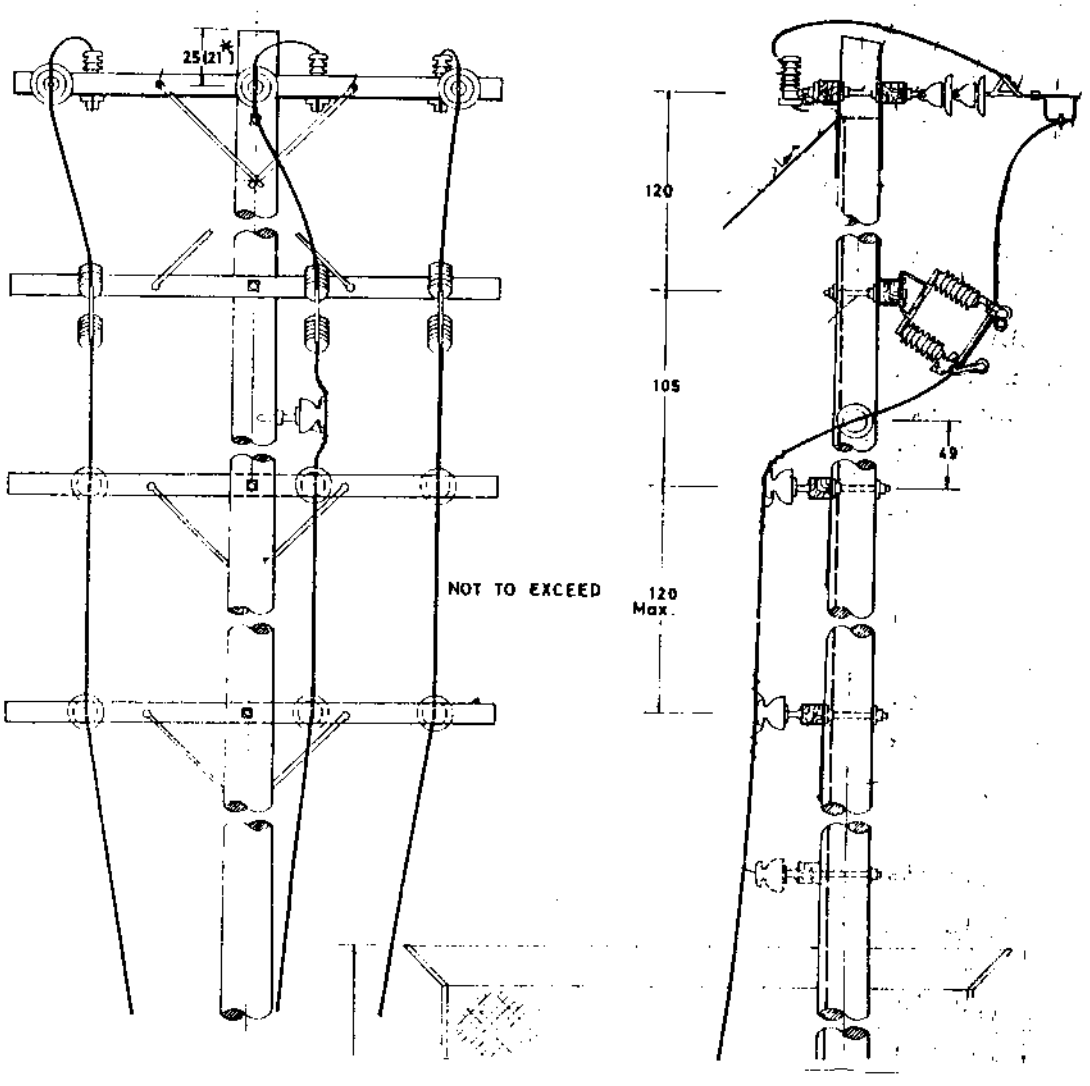
۷-۱-۷- نصب برقگیر در محل پست زمینی مجهز به کلید فیوز کات اوت

الف - تجهیزات مورد نیاز:

تجهیزات مورد نیاز این حالت مشابه تجهیزات بند قبلی (بند ۷-۱-۶) می‌باشند.

ب - محل نصب:

محل نصب برقگیر، مشابه با حالت قبلی می‌باشد.

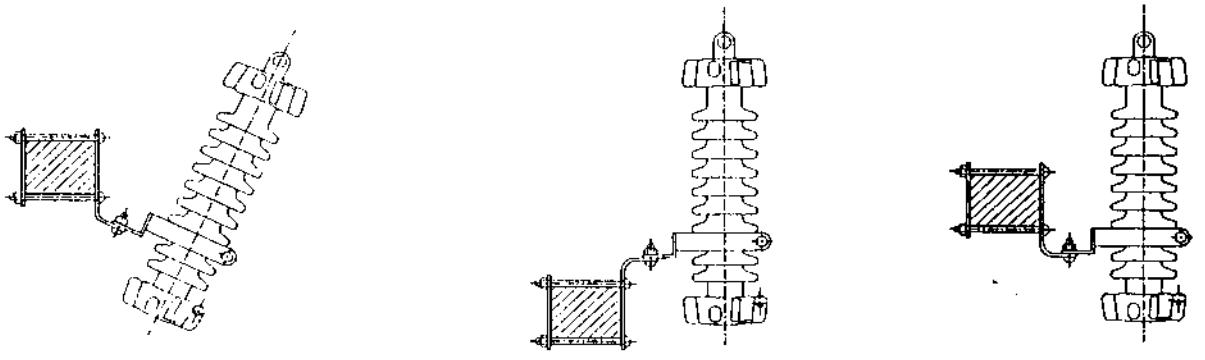


شکل ۷: ترسیمی از جایگاه برقگیر در محل اتصال سیستم هوایی به پست زمینی (۲۰ KV)

فهرست مطالب

۸- آرایشهای مختلف نصب

برقگیرها جهت حفظ حریم الکتریکی با بقیه تجهیزات روی کنسول و شرایط سازه آن، معمولاً به یکی از این سه حالت نشان داده شده در شکل ۸ نصب می‌شوند.



شکل ۸: حالات مختلف نصب برقگیر (زوایای نصب ۹۰ و ۱۱۵ درجه)

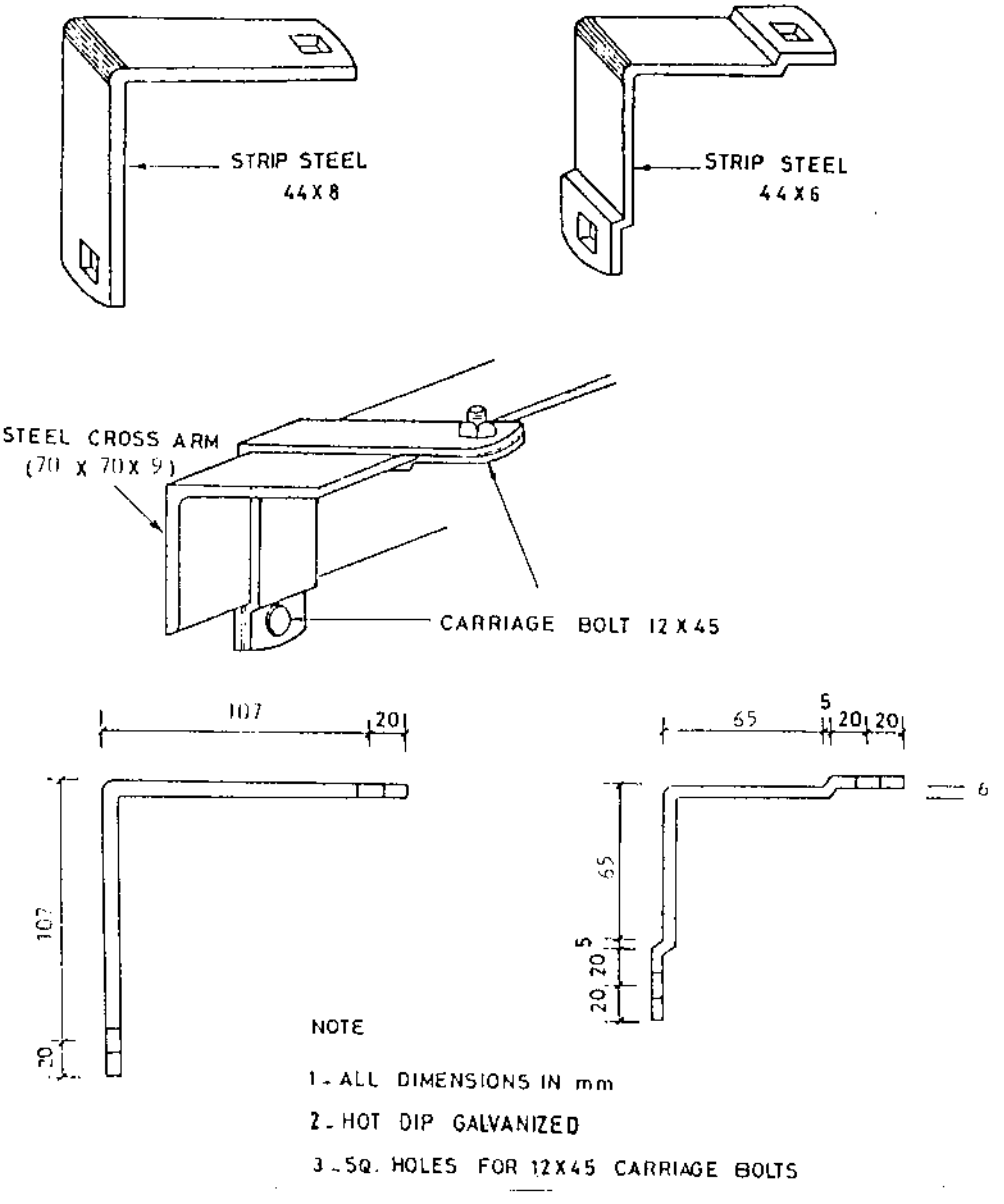
فهرست مطالب

۹- پایه نصب برقگیر

برقگیرها بر پایه‌هایی از جنس گالوانیزه گرم با ابعادی که در شکلهای ۹ و ۱۷ مشخص شده است بر روی کنسول نصب میشوند. ابعاد پایه‌ها برقگیر بستگی به سطح ولتاژ خط دارد.

۹-۱- پایه‌های نصب در سطح ولتاژ ۲۰ kv

ابعاد پایه‌های نصب برقگیر باید با ابعاد کنسول و بعضاً با سطح ولتاژ شبکه متغیر می‌باشد. اشکال زیر خصوصیات مربوطه را بخوبی ترسیم نموده است.



شکل ۹: ترسیمی از نما و ابعاد پایه برقگیر در ۲۰ kv

فهرست مطالب

۱۰- بازدیدهای دوره‌ای و تعمیرات

خطوط شبکه بطور کلی می‌بایست بطور سالانه مورد بازرسی قرار گیرند. برقگیرها بدلیل حساسیت دستگاه در مقابل شرایط متغیر و شدید آب‌وهوایی باید با توجه به خصوصیات آب‌وهوایی منطقه بدین شرح مورد بازرسی قرار گیرند:

۱) بعد از هر مرتبه رخداد آذرخش در منطقه که به خاموشی منجر شده یا نشده باشد.

۲) پس از اتمام دوران فصول شدید آب‌وهوایی، مثل تابستانهای بسیار گرم و شرجی و زمستانهای سرد و برفی و یخبندانی.

۳) مناطقی که در محدوده میزان بالای وقوع آذرخش واقع گردیده و یا بدلیل ضعف در طراحی شبکه منطقه، دچار اتصال کوتاه‌های مکرر می‌شوند، هر شش ماه یکبار یا پس از هر خاموشی باید مورد بازدید قرار بگیرند.

۴) درمناطق بسیار آلوده، خصوصاً با درجه حرارتهای بالا نظیر مناطق پالایشگاهی، پتروشیمی، نفتی جنوبی ایران. هر سه ماه یکبار باید بازدیدها انجام شوند.

البته بطور معمول توصیه می‌گردد که هرشش ماه یکبار از برقگیرها بازدید بعمل آید.

۱۰-۱- موارد بازدید

مواردیکه برقگیر باید مورد بازرسی و بازدید قرار بگیرند بدین شرح می‌باشند:

الف) وجود رسوبات سیاه رنگ، تکه‌های خرده و ریز پراکنده، ترکهای روی بدنه چینی برقگیر

ب) بازدید اطراف پایانه‌ها برقگیر جهت روئت هر گونه جرقه و یا قوسهای الکتریکی و علائم سوختگی

پ) وجود علائمی از سوختگی بر روی کنسول‌ها و تیرها محل استقرار برقگیر

ت) بازدید دقیقتر در خصوص اینکه آیا ظاهراً جرقه و یا قوس الکتریکی رخ داده است، ولی به عایق برقگیر صدمه‌ای وارد نشده است.

مشاهده این نوع علائم موجب آشکار کردن نوع حادثه بر روی برقگیر می‌باشد. (این علائم را قاعدتاً از فاصله زمین هم می‌توان روئت نمود. [۲]

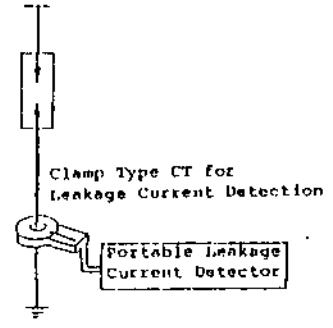
۱۰-۲- آزمایش برقگیر

برقگیر را می‌توان بدو طریق امتحان نمود. هم از طریق مشاهده علائم و اثرات مخرب فیزیکی شامل علائم نامبرده و هم از طریق آزمایش الکتریکی.

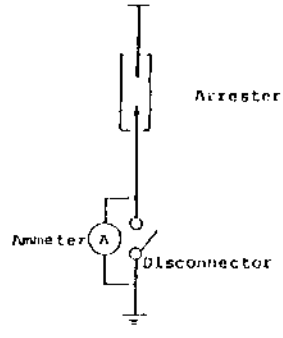
یک برقگیر سالم می‌بایست در هر دو آزمایش قبول شود. یک برقگیر که آزمایش الکتریکی را گذرانده است ولی دارای علائم مخرب می‌باشد و یا برقگیری که هیچ نوع علائم مخرب ندارد ولی آزمون الکتریکی را قبول نشده، به هیچ وجه قابل بهره‌برداری نمی‌باشد.

۱۰-۲-۱- اندازه‌گیری جریان نشتی برقگیر

اندازه‌گیری جریان نشتی برقگیر امر مهمی می‌باشد. بدین منظور دستگاهی وجود دارد که میتواند جریان نشتی را اندازه بگیرد. این دستگاه زمانی کارآمد دارد که سطح ولتاژ موج سوم هارمونیک تولید شده در آن در حد ۱٪ یا کمتر باشد. مزیت این دستگاه این است که احتیاجی به قطع سیم زمین از برقگیر نمی‌باشد. در روشهای قبلی، با قطع کردن سیم زمین و قرار دادن یک جریان‌سنج و کلید بطور سری (نیاز به قطع شدن سیم زمین داشت) جریان نشتی قابل اندازه‌گیری بود. اما این دستگاه با اندازه‌گیری ولتاژ هارمونیک سوم ۱۵۰ HZ، می‌توان میزان جریان نشتی و در نتیجه کیفیت و عمر باقیمانده برقگیر را اندازه‌گیری کند. [۵]



شکل ۱۰: ترسیمی از روش جدید اندازه‌گیری جریان نشتی



شکل ۱۱: ترسیم روش سنتی اندازه‌گیری جریان نشتی

فهرست مطالب

شکل ۱۱: ترسیم روش سنتی اندازه‌گیری جریان نشتی

پیوست الف: فرم بازرسی برقگیر

ردیف	شرح مورد بازرسی	توضیحات
۱	آیا برقگیر طبق استاندارد برق منطقه‌ای نصب شده است؟ فواصل استاندارد برقگیر از ترانس و فازها و فیوز کات‌اوت (در صورت وجود) رعایت و پابرجا می‌باشد؟	
۲	آیا سیمهای اتصال برقگیر به فاز (جامپر) سفت می‌باشد؟ علائم آلودگی یا فرسودگی محسوس ذکر گردد.	
۳	آیا (کلمپ) مشترک سیم‌های جامپر با کات‌اوت سفت هستند. در صورت علائمی از شلی، فرسودگی، کثیفی گزارش گردد.	
۴	آیا مقره رابط نگهدارنده به سیم جامپر (در صورت وجود) سفت و تمیز می‌باشد.	
۵	سیم زمین برقگیر آیا متصل و پابرجا می‌باشد. هر نوع علائم از قبیل، پارگی، سوختگی و یا فرسودگی ثبت گردد.	
۶	پایه‌های برقگیر و محلهای اتصال آن تمیز و عاری از هر نوع آلودگی، گرد و خاک غیر متعارف، سفت و پابرجا می‌باشد. آیا نشانی از جرقه الکتریکی، سوختگی و یا رسوبات سیاه‌رنگ روئیت می‌شود.	
۷	آیاکنسول برقگیر سفت و محکم بدون شکستگی و کجی تراز می‌باشد؟ آیا برروی کنسول نشانهایی از سوختگی و جرقه رویت می‌گردد؟	
۸	آیا بر بدنه برقگیر آلودگی یا چرکی و یا احیاناً نشانهایی از سوختگی و طوق جرقه الکتریکی مشاهده می‌شود؟ رعایت مجاز فاصله خزشی بررسی و ثبت گردد.	
۹	در صورت وجود شماره اندازه ثبت شماره اندازه و تجزیه و تحلیل آن با حوادث اخیر	
۱۰	در صورت استفاده از دستگاه سنجش جریان نشتی ثبت میزان جریان نشتی و تجزیه و تحلیل جریان صورت گیرد.	

لیست گزارشات

82461109