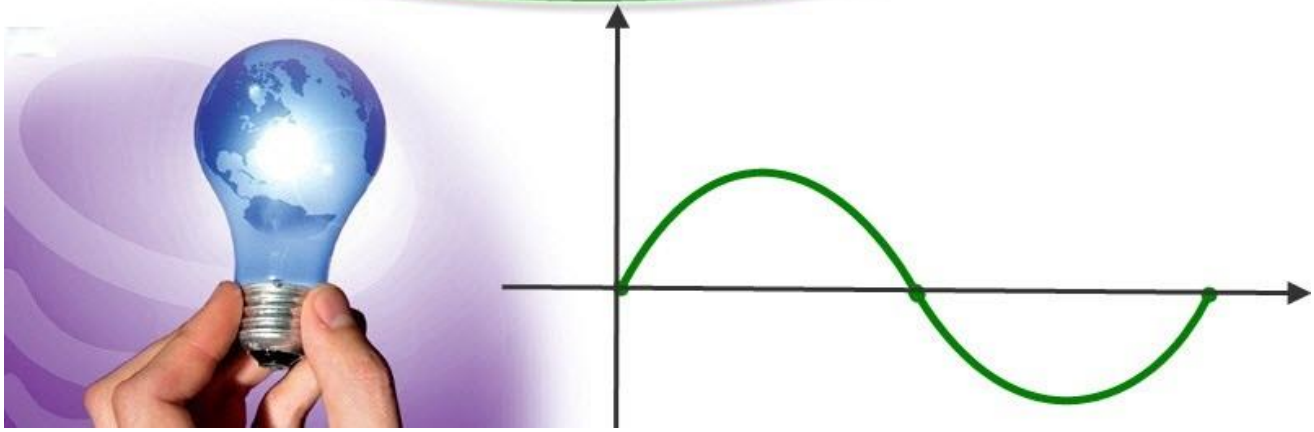
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

# شناخت و اصول کار برقگیرها

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
( شماره پروژه = ۳۶۷ )
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

مقدمه

هر یک از ما در طول شبانه روز با بسیاری از وسایل برقی در ارتباطیم. اما ما در این بخش بیشتر با حفاظت ایمنی در برابر خطرات طبیعی مانند صاعقه آشنا می شویم. مطالعه و تحقیق این شناخت را در اختیار انسان قرار می دهد تا قطره ای به دانش اقیانوس او اضافه شود و با استفاده از در جهت رفاه و بهبود و آسایش خود استفاده کند.

مطالب این تحقیق اطلاعات پایه ای و مقدماتی در زمینهٔ تعاریف و اصول کار برقگیرها در اختیار خواننده قرار می دهد و خاص دانشجویان رشته برق می باشد.

مطالب این تحقیق از ساده ترین و در عین حال پرکاربردترین مفاهیم انتخاب شده است. این تحقیق در پنج فصل تهیه و تنظیم شده است. فصل اول بیشتر به تعاریف برقگیرها اشاره دارد. فصل دوم به شرح حفاظت و ایمنی می پردازد. فصل سوم درباره انتخاب مشخصات مناسب برقگیرهاست. فصل چهارم آزمایشات به روی برقگیرها و آخرین فصل، فصل پنجم به نصب برقگیرها اشاره می کند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست:

پیشگفتار

مقدمه

فصل اول

تعریف سیستم برقگیر

برقگیر یا رسانای آذرخش

فصل دوم

ایمنی حفاظت

ضرورت استفاده از برقگیرها

اساس کار دستگاه LCM

سیستم های حفاظت صاعقه

بررسی برقگیرهای اکسید فلزی

سیستم های حفاظتی جایگزین

فصل سوم

انتخاب مشخصات مناسب برقگیرها

تعاریف لازم به منظور مشخصات مناسب برقگیرها

امتحان مناسب برقگیر به منظور اضافه ولتاژهای موقت

فصل چهارم

آزمایشات به روی برقگیرها

آزمایشات ایزولاسیون خارجی برقگیرها

آزمایشات آلودگی برقگیرها ، آزمایش با بخار نمک

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

روش انجام آزمایش ها با لایه سطحی

فصل پنجم

آزمایش رطوبت غیرکامل ستون مقره یا برقگیر

نصب برقگیرها در خطوط انتقال انرژی

منظور از نصب برقگیرها در شبکه های فشار قوی

خصوصیات نصب برقگیرها در خطوط

برقگیرها به صورت بشقاب مقره

نصب برقگیرها در خطوط انتقال انرژی

نصب برقگیرها در خطوط ویژه

WikiPower.ir

## سیستم برقگیر میله ای

سیستم برقگیر میله ای از روشهای سنتی برای مقابله با صاعقه است که از زمان فرانکلین مورد استفاده بوده و بر اساس هدایت بار الکتریکی صاعقه به زمین عمل می‌نماید. صاعقه یکی از پدیده های قدرتمند ومخرب دنیای طبیعی است که سطح ولتاژ آن تا ۱۰۰ میلیون ولت در هر ضربه می‌رسد. ضربات صاعقه به تجهیزات شبکه های قدرت یکی از عوامل جدی خطر و آسیب برای شرکتهای برق و مصرف کنندگان می‌باشد. در بعضی از مناطق آمریکا بخصوص مناطق جنوب شرقی ، صاعقه یک پدیده تقریباً روزانه است ، اما تابحال امکان پیش بینی و کنترل این پدیده وجود نداشته است. در سالهای اخیر فناوری پیش بینی و رهیابی توسعه یافته و شبکه ملی آشکار سازی صاعقه NLDN هنوز برای رهیابی صاعقه بیش از پیش تأکید دارد زیرا این امر می‌تواند در شبکه های حمل و نقل هوایی ، دریایی و فضانوردی بسیار موثر واقع گردد.

WikiPower.ir

## برق‌گیر یا رسانای آذرخش

برق‌گیری یا رسانای آذرخش، ساختمان‌های بلند را از یورش آذرخش (صاعقه) مصون می‌دارد. یک رسانای آذرخش ازیک نوار مسی کلفت تشکیل شده است که نوک‌های فلزی تیزی دارند و در بالای بلندترین قسمت ساختمان کار گذاشته می‌شود. این نوار را به تیغه فلزی بزرگی که در اعماق مرطوب زمین زیر ساختمان مدفون گشته است متصل می‌کنند.

این رسانا مسیری را برای شارش بار الکتریکی از بالای ساختمان به زمین فراهم می‌کند.

نشست تدریجی بار مثبت از نوکها (تخلیه الکتریکی از نوک‌های تیز بهتر انجام می‌شود) بسوی ابرها و شارش الکترونها از برق‌گیر به زمین، از انباشته شدن انبوه بار روی بلندترین بخشهای ساختمان جلوگیری می‌کند. اگر این تخلیه الکتریکی از نوکها و از طریق برق‌گیری صورت نگیرد تخلیه ناگهانی بار «آذرخش»

صورت خواهد گرفت. شارش ناگهانی و بسیار عظیم بار که آذرخش روی می‌دهد آن قدر انرژی دارد که می‌تواند خسارتهای جدی به ساختمان وارد کند.

ایمنی از اصول مهم خلقت و راز دوام و بقای جهان طبیعت است . حفاظت موجودات زنده کره زمین از پرتوهای لایه ازن ، دفاع فیزیکی پوست بدن و مقابله شیمیایی گلبولهای سفید خون در مقابل میکروبهای مضر ، از نمونه های پدیده ، ایمنی و حفاظت در آفرینش هستند . انسان متمدن امروز این قانون طبیعی را در مهار نیروها و مصنوعات ماشینی خود تجربه نموده است . هر واحد صنعتی و شبکه برقی ، که استفاده از سیستم ایمنی و حفاظت را نادیده گرفته باشد ، دیر یا زود از میدان رقابتهای صنعتی دنیا ، عقب مانده و از دور خارج می شود . لذا با پیشرفت صنعت و پیچیدگی روز افزون تجهیزات و سیستم ها ، وجود قوانین و مقررات و همچنین تجهیزات لازم جهت رعایت موارد ایمنی و حفاظت ، از اهمیت بیشتری برخوردار میشود . امروزه انرژی الکتریکی جای خود را به عنوان یک انرژی برتر تثبیت کرده است ، و با پیشرفت صنایع و کارخانجات و مصرف کننده ها ، لزوم افزایش توان انتقالی بیش از پیش شده است و این خود مستلزم صرف هزینه ها و تجهیزات لازم و کارآمد جهت ارائه خدمات انتقال انرژی به صورت دائم و مستمر و بدون خطر و با کیفیت مطلوب می باشد . و این مهم بدون حفاظت و مراقبت از تجهیزات و امکانات پرهزینه مورد بهره برداری در صنعت برق حاصل نمی شود . بیشتر تجهیزات به کار رفته در صنعت برق بویژه پستها ، دارای هزینه بسیار بالایی هستند ، لذا آسیب دیدگی این تجهیزات ازیکطرف موجب تحمیل هزینه های سنگین بر صنعت برق می شود و از طرف دیگر تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده ها را دچار اشکال می کند . اضافه ولتاژهایی نظیر اضافه ولتاژ ناشی از رعد و برق ، کلید زنی و اضافه ولتاژهای موقت که از بوجود آمدن آنها در سیستم به طور کامل نمی توان جلوگیری کرد موجب بروز مشکلاتی می شوند . این گونه مشکلات در نقاطی از شبکه ، که سطح عایقی تجهیزات کمتر از مقدار اضافه ولتاژ باشد به وجود می آید . حال اگر از سطح عایقی بالا برای تجهیزات و سیستم استفاده کنیم ، مشکلاتی از جمله سرمایه گذاری زیاد ، افزایش حجم تجهیزات و غیره را به دنبال

خواهد داشت . لذا برای کاهش سطح عایقی تجهیزات و کم کردن هزینه ، بایستی اضافه ولتاژها را کنترل و به زمین هدایت نمود . این کار با استفاده از تجهیزاتی همچون برقگیرها محقق می شود . از طرف دیگر نصب برقگیرها در شبکه ها نیاز به آشنایی کامل با انواع برقگیرها ، بررسی و تحلیل اصول کار و ساختمان آنها ، عوامل موثر در بروز اشکال در این تجهیزات و نحوه انتخاب و محل نصب آنها می باشد . با پیشرفت تکنولوژی ساخت مقاومتهای وابسته به جریان ، بتدریج مقاومتهایی ساخته شده که در ولتاژ نامی جریان اندکی از خود عبور می دهند . با ساخت این مقاومتها گام بزرگی در جهت کنترل اضافه ولتاژهای شبکه اعم از تخلیه جوی ، ولتاژهای موقت و کلید زنی برداشته شد . این تجهیزات هر چند وظیفه حفاظت شبکه در مقابل اضافه ولتاژها را دارند ولی بروز اشکال در این تجهیزات علاوه بر هزینه بالا جهت تهیه و نصب آنها ، همواره شبکه های توزیع و انتقال کشور را ساعت ها به حال خاموشی فرو برده اند که در پاره ای از موارد خسارت وارده از این ناحیه خیلی بیشتر از هزینه نصب و نگهداری این ادوات می باشد . طرز کار و ساختمان برقگیرهای فشار قوی در طی دو دهه اخیر با دگرگونی و تحول کامل روبرو شده است . نوع ابداع شده خصوصیات کاملاً متفاوت از نوعهای گذشته را دارا می باشد . در حال حاضر ساخت نوع قدیم منسوخ گشته ، کلیه کارخانجات سازنده به تدریج و در طی دو دهه ، از سال ۱۹۸۰ خط تولید خود را به نوع جدید تغییر داده اند .

ساخت و استفاده از برقگیرهای نوع جدید در حالی معمول گشته است که بسیاری از خصوصیات و پدیده های این نوع برقگیرها به طور دقیق و روشن شناخته نبوده ، دستورالعمل های انجام آزمایشات و انتخاب آنها در استانداردهای مختلف کاملاً قطعی نمی باشد .

### ضرورت استفاد ه از برقگیرها

معمولاً وقتی درباره یک سیستم برق رسانی می اندیشیم ، اجزای چشمگیر آن ، از قبیل نیروگاههای بزرگ ، ترانسفورماتورها ، خطهای فشار قوی و غیره به ذهنمان می آیند . در عین حال که این اجزاء قسمت اصلی

یک سیستم برق رسانی را تشکیل می دهند ، بسیار اجزای ضروری و جالب نیز در سیستم وجود دارند . از جمله سیستم حفاظت و ایمنی ، که وجود آنها در یک سیستم لازم و ضروری می باشد .

اساس کار دستگاه LCM آنالیز هارمونیک سوم موجود در جریان نشتی پیوسته برقگیر است.برخلاف سیستم های اندازه‌گیری موجود که بر اساس آنالیز هارمونیکها است ، LCM به هارمونیکهای موجود در ولتاژ سیستم حساس نیست ، زیرا با استفاده از یک پروب میدان الکتریکی که بر روی فلنج انتهایی برقگیر تحت آزمایش بسته می‌شود هارمونیکهای موجود در ولتاژ سیستم بوسیله پروب میدان جدا شده و خنثی می‌شوند. بنابراین نتایج اندازه گیری کاملاً مستقل از هارمونیکهای موجود در ولتاژ سیستم است. رابطه بین هارمونیک سوم جریان و اندازه مولفه مقاومتی جریان با اندازه گیری های انجام شده روی انواع مختلف وریستورهای ZnO به اثبات رسیده است. با لحاظ کردن این رابطه در روش اندازه گیری LCM مستقیماً به صورت مولفه مقاومتی جریان نشتی برقگیر نشان داده می‌شود.

تاثیرات جریان نشتی خارجی ( از روی بدنه برقگیر ناشی از وجود آلودگی روی آن)حذف شده و خطای قابل ملاحظه ای بر روی مقدار متوسط جریان نشتی اندازه گیری شده ایجاد نخواهد شد.

سیستم های حفاظت صاعقه به دو گروه تقسیم بندی می‌شوند :

۱ـ جمع آوری ضربه های صاعقه.

۲ـ پیش بینی ضربه های صاعقه.

میله های برقگیر فرانکلین به عنوان جمع کننده محسوب می‌شوند بدین صورت که ضربه های صاعقه را در مجاورت خود جذب می‌نمایند. سیستم انتقال بار CTS یک سیستم جلوگیری کننده است و مانع از پیشروی جرقه های صاعقه می‌گردد.

بعبارتی دیگر ارزیابی مکانیزم عملکرد سیستم DAS نشان می‌دهد که این سیستم بطور ساده همان نظریه رد شده فرانکلین برای میله های برقگیر است که با خنثی نمودن بار الکتریکی ابرهای صاعقه ای از تشکیل

صاعقه جلوگیری می‌نمود. اگر چه این میله ها احتمال ضربه ها را کاهش می‌دهندااما این اثر غیرقابل پیش بینی است برای اینکه بتوان نتایج سیستم های CTS , DAS را در حفاظت صاعقه ارزیابی نموده و در مورد وسعت محدوده قابل حفاظت تصمیم گیری نمود لازم است که درباره اثرات فن آوری این دو سیستم اندازه گیری های سازمان یافته و علمی‌انجام دهیم.

بعضی از مشتریهای استفاده کننده از فن آوری CT راضی هستند به طوری که در جنوب شرق آمریکا مشکلات متعددی در خصوص رعد و برق هست و کاربرهای این سیستم . استفاده از آن را مورد تاکید قرار داده اند. شرکت برق Auburndale دارای ژنراتورهای بوده و در منطقه ای قرار گرفته که میزان صاعقه در آن بالاست ودستگاهها بایستی ۴تا۶ صاعقه سنگین را در روز تحمل نمایندکه در بعضی موارد به خاموشی های ۱۲ تا ۲۴ ساعته منجر شده است. پس از استفاده از سیستم DAS برای مهار کردن (محدودسازی ) جریانهای صاعقه در سال ۲۰۰۰ فقط یکبار در طول طوفانها و صاعقه خاموشی داشته اند و مهندسین اتاق کنترل از این موضوع متعجب شده اند که صدمه ای به دستگاهها وارد نشده است. آنها مصمم هستند که دستگاههای بعدی را نیز به سیتم DAS مجهز نمایند تا تعداد ضربه های صاعقه را از ۶ به یک کاهش دهند .چنین تجربه مشابهی نیز در Lexington که منطقه پر صاعقه ای است نیز اتفاق افتاده است.

در آنجا نیز با استفاده از سیستم DAS هزینه های سنگین صدمه دیدن تجهیزات بواسطه صاعقه را کاهش داده اند و از کاربرد این سیستم راضی هستند. در گزارش Ayers امده است که قبل از استفاده از این سیستم صدمات ناشی از صاعقه در طول یک دوره پنج ساله بین ۱/۲۵ تا ۱/۵ میلیون دلار بوده حال آنکه پس از استفاده از سیستم DAS این رقم به ۵۰۰۰ دلار کاهش یافته است.

اما کارایی فناوری انتقال بار صاعقه ،بحث انگیز بوده ونظر منتقدین بر این است که این سیستم مانع از وقوع صاعقه نمی‌شود ضمن اینکه هزینه نصب آن نیز گران است این اختلاف نظرها ادامه داشته تا اینکه در سالهای اخیر انجمن IEEE تصمیم گرفت که یک استاندارد برای سیستمهای انتقال بار صاعقه ارائه نماید.

به طور خلاصه این سیستمها در مقابل ضربه های صاعقه نمی‌توانند به طور کامل عمل حفاظت را انجام دهند زیرا روش معینی برای اندازه گیری یا اثبات درستی کار این دستگاه ها وجود ندارد. البته خبرهای دریافت شده از مشتریهای کاربرد این تجهیزات هنوز جالب است. منتهی خود مهندسین برق سیستمهای قدرت هستندکه باید از دستگاههای خود در مقابل صاعقه حفاظت و مراقبت بنمایندااگر چه این کار با اطمینان کامل، دست نیافتنی است، لذا آنها باید تلاش کنند تا ضربه های صاعقه تا حد امکان کاهش یابد که در این راه سیستم DAS یا CTS می‌تواند به آنها کمک کند.

بررسی برقگیرهای اکسید فلزی در حالت بهره برداری عادی

عملکرد صحیح برقگیرها برای داشتن قابلیت اطمینان بالا در سیستم های انتقال فشار قوی و توزیع بسیار حائز اهمیت است.

در مورد برقگیرهای اکسید فلزی ( Arrester Metal Oxide Surge) وضعیت آنها را با استفاده از دستگاه نشان دهنده جریان نشتی LCM[۱] در حین کار می‌توان وارسی نمود. این وسیله اطلاعات مهمی‌را در مورد قابلیت اطمینان عملکرد برقگیر در اختیار استفاده کننده قرار می‌دهد. از آنجا که LCM در برابر شرایط جوی کاملاً محافظت شده است ، می‌تواند برای اندازه گیری جریان نشتی برای مدت طولانی نیز مورد استفاده قرار گیردو با استفاده از آن یک فرصت مناسب برای بدست آوردن تاثیرات هرگونه شرایط گذرا بر میزان مولفه مقاومتی جریان نشتی به دست آید.

مقادیر اندازه گیری شده یا از روی صفحه نمایش خوانده شده یا با کامپیوتر شخصی ( PC ) برای نسخه برداری یا نمایش گرافیکی فرستاده می‌شود. در حالت مونتورینگ بلند مدت ،مقدار متوسط مولفه جریان مقاومتی در هر دقیقه ، ساعت ، روز ، ماه و سال در حافظه LCM ذخیره می‌شود.

**روش کار**

برقگیر اکسید فلزی بطور پیوسته جریان نشتی کوچکی را عبور می‌دهد .مولفه مقاومتی این جریان نشتی زمانی که تنش های متفاوتی به برقگیر اعمال می‌شود افزایش می‌یابد که این باعث فرسودگی ودر نهایت سبب معیوب شدن برقگیر می‌شود. اندازه گیری مولفه مقاومتی جریان نشتی پیوسته ،روش دقیقی برای چک کردن وضعیت برقگیر در حال کار به دست می‌دهد.

سیستمهای حفاظتی جایگزین بجای روش سنتی میله های برقگیر ، سیستم انتقال بار الکتریکی CTS[۲] وسیستم استهلاک بار الکتریکی DAS[۳] میباشند. اصول کار سیستمهای انتقال بار الکتریکی CTS بر طبق نظر جری کر و کولوبلدر که از صاحبنظران موضوع صاعقه هستند بر این استوار است که یک نقطه تیز با میدان الکترواستاتیکی قوی می‌تواند الکترونهایی از مولوکولهای هوای اطراف را که یونیزه شده اند هدایت نماید. پتانسیل این نقطه بیش از ۱۰ کیلوولت نسبت به نقاط اطراف می‌باشد.

سیستم DAS از هزاران نقطه تیز تشکیل گردیده که بر روی سازه ای نصب می‌شوند و در شرایط ابری و طوفانی نقاط یونی فراوانی در فضا ایجاد نموده و بدین ترتیب احتمال تشکیل مسیرهای جریان بار صاعقه را کاهش می‌دهند. در واقع سیستم DAS بعنوان یک محدودساز میدان الکتریکی عمل می‌نماید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### انتخاب مشخصات مناسب برقگیرها

انتخاب برقگیرها و تعیین مشخصات مناسب آنان با توجه با خصوصیات شبکه و سطح ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی صورت می پذیرد. برقگیرها به منظور محافظت ایزولاسیون داخلی در قبال ولتاژهای موجی تخلیه جوی و قطع و وصل به کار برده می شوند. به همین علت ضروری خواهد بود منحنی ولت- ثانیه یا ولتاژ قابل تحمل ایزولا سیون داخلی تجهیزات فشار قوی در قبال ولتاژهای موجی و بخش ثابت و مشخص منحنی فوق تحت عنوان BIL، همچنین دامنه اضافه ولتاژهای تخلیه جوی و قطع و وصل ظاهر شده در شبکه بدون وجود برقگیر و سایر خصوصیات شبکه از جمله دامنه اضافه ولتاژهای موقت و نسبت های $\frac{X_0}{X_1}$ و $\frac{R_0}{X_0}$ و غیره در دسترس باشند. تعریف ایزولاسیون داخلی و خارجی در تجهیزات فشار قوی و روش رسم منحنی ولت- ثانیه و سطح قابل تحمل BIL و سطح محافظت P.L به طور مشروح در فصل هفتم کتاب: «ایزولاسیون و طرح ایستگاه های فشار قوی» آورده شده است که می توانند مورد مطالعه قرار گیرند.

### تعاریف لازم به منظور انتخاب مشخصات مناسب برقگیرها

طبق آنچه که در فصل قبل بررسی نمودیم برقراری شرایط تخلیه در برقگیرها بر طبق منحنی ولت-آمپر غیرخطی مقاومت ها صورت می پذیرد. بخشی از منحنی فوق به طور مداوم تحت ولتاژ فرکانس ۵۰ واقع بوده، جریان ناچیز فرکانس ۵۰، تحت عنوان جریان نشتی به طور دائم در مقاومت ها برقرار می باشد. در بخش فوق ولتاژ واقع بر برقگیر همواره کمتر از ولتاژ مبنا بوده، $U < U_{ref}$ می باشد. بخش دیگر منحنی به منظور برقراری بارهای تخلیه جوی به زمین به کار می رود. شرایط برقراری جریان در این بخش ها تنها در قبال ولتاژهای تخلیه جوی و قطع و وصل برای فاصله زمانی کوتاه چند میکروثانیه تا چند میلی ثانیه فراهم می شود. در این بخش از منحنی $U < U_{ref}$ می باشد. هنگامی که جریان نشتی فرکانس ۵۰ همواره در فاصله A، و جریان موجی کوتاه مدت همواره در فاصله B شکل ۲-۱ برقرار شوند، کار برقگیر ایده آل بوده، عمر و دوام آن حداکثر خواهد بود. به عبارت دیگر جریان نشتی و تغییرات قابل

ملاحظه آن در قبال اضـــافه ولتاژهای موقت (فرکانس ۵۰) از محدوده A تجاوز ننماید. بخش A یا ناحیه جریان های نشـــتی به عنوان ناحیه جریان های کم اصـــطلاحاً Low Current Region و بخش B به عنوان ناحیه جر یان های موجی اصطلاحاً ناحیه جریان های بالا یا High Current Region نامیده می شود.

در عمل و در طی بهره برداری تفکیک دقیق جریان های برقرار شده در برقگیر در شرایط گوناگون کار شبکه، به شرح فوق، امکان پذیر نمی باشد. به منظور جلوگیری از برقراری جریان های نشتی فرکانس ۵۰ در ناحیه B، منحنی م شخ صه ولت-آمپر مقاومت ها به طور منا سب انتخاب می شود آنچنانکه نقطه کار برقگیر در طی بهره برداری و در قبال ولتاژهای فاز-زمین فرکانس ۵۰ هیچگاه از ناحیه A فراتر نرود. برای این منظور کلیه اضافه ولتاژهای موقت که در طی بهره برداری ظاهر می شوند، برآورده شده، بالاترین مقدار آنان بر نقطه شکست منحنی و یا نقطه Reference منطبق می شود. کارخانجات سازنده در کلیه ردیف ولتاژهای ا سمی، برقگیرها با منحنی های م شخ صه متفات را طبق ا ستاندارد تولید می نمایند، که تفاوت ناچیز بالغ بر ۳-۵kv را با یکدیگر دارا می باشند.نقاط شکست و نقاط Reference منحنی ها نیز تفاوت مشابه را با یکدیگر دارا ی باشند. با توجه به دامنه اضافه ولتاژهای موقت شبکه، منحنی ولت-آمپر منا سب مقاومت ها منطبق با آنان انتخاب می شوند. آنچنانکه پیک ولتاژ سینو سی ا ضافه ولتاژدر مجاور نقطه Reference، به میزان ۲-۳kv کمتر از آن واقع شود.

به منظور تأمین شرط فوق دو تعریف زیر در استاندارد IEC صورت گرفته است:

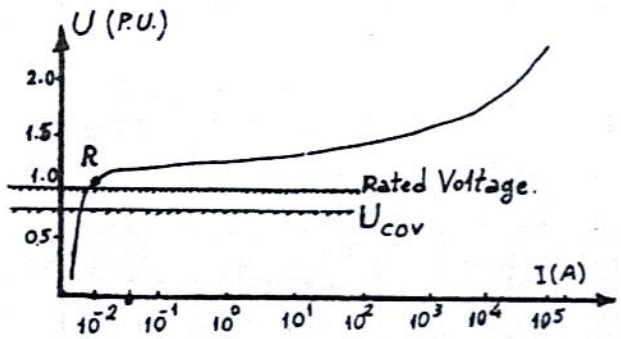
۱- ولتاژ اسمی برقگیر و انتخاب مناسب آن

۲- ولتاژ دائم واقع بر برقگیر و انتخاب مناسب آن

علیرغم پیش بینی های فوق احتمال افزایش ولتاژ فرکانس ۵۰ شبکه به صورت اتفاقی و پیش بینی نشـــده همواره موجود بوده، نقطه کار برقگیر تا بیش از نقطه Reference جابجا می شـــود که با جریان

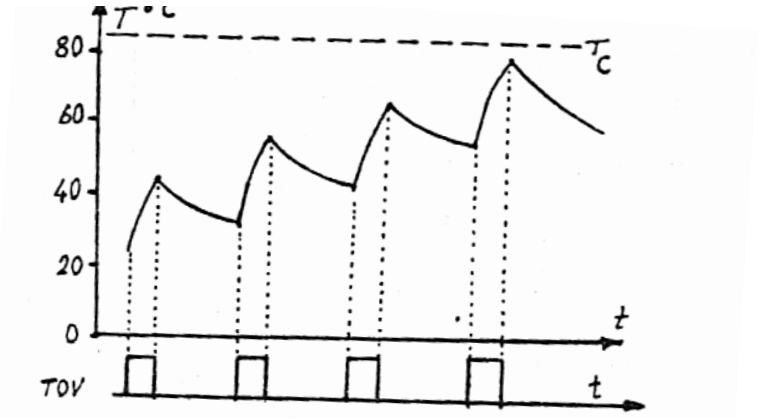
قابل ملاحظه از نوع اکتیو همراه بوده، به علت افت حرارتی بالا، درجه حرارت مقاومت ها را تا مقدار خطرناک فزونی می بخشد. نظیر اضافه ولتاژهای ناشی از پدیده رزنانس و فرو رزنانس.

الف- تعریف ولتاژ اسمی و انتخاب برقگیر با توجه به اضافه ولتاژهای موقت: در استاندارد IEC حداکثر اضافه ولتاژ فرکانس ۵۰ ناشی از عیوب فاز- زمین در فازهای سالم، که به تعداد دفعات پیش بینی شده در استاندارد به فواصل زمانی معین ظاهر شده، در قبال آن درجه حرارت محفظه برقگیر کمتر از مقدار بحرانی خواهد بود، به عنوان ولتاژ اسمی یا rated برقگیر تعریف شده، برقگیرها به منظور تحمل ولتاژهای ناشی از عیوب فاز- زمین ، (تحمل اضافه ولتاژ گذرا در فاز سالم) طراحی و مورد آزمایش قرار می گیرند.




اضافه ولتاژهای موقت فاز- زمین به صورت متوالی و پی در پی، به دنبال عیوب فاز- زمین و کار دستگاه وصل مجدد ظاهر می شوند. با بروز اولین عیب و جابجایی نقطه کار در منحنی مشخصه غیرخطی، درجه حرارت تا حدودی افزایش می یابد، با قطع کلید درجه حرارت مقاومت ها طبق منحنی ۲ شکل ۲- ۲ تقلیل می یابد، با بروز عیب دوم و افزایش مجدد ولتاژ فاز سالم، درجه حرارت مجدداً طبق منحنی ۳ افزایش می یابد، با قطع کلید طبق منحنی ۴ تقلیل می یابد. در صورت کار دستگاه وصل مجدد و باقی بودن عیب، ولتاژ افزایش یافته درجه حرارت تا درجه حرارت $T_3$ افزایش می یابد. چنانکه دیده می شود با جابجایی متوالی نقطه کار برقگیر درجه حرارت مقاومت ها به تدریج افزایش یافته، درجه حرارت حداکثر $T_3$ را دارا شده است. منحنی a برای درجه حرارت $60°C$ محیط و منحنی b برای درجه حرارت $20°C$ محیط رسم شده اند.

منحنی های خط پر درجه حرارت مقاومت ها و منحنی های خط چین درجه حرارت محفظه را مشخص می سازد.



شکل ۲-۲-افزایش تدریجی درجه حرارت ستون مقاومتها در پی عیوب فاز-زمین

چنانکه ملاحظه می شود در منحنی a با درجه حرارت محیط معادل ۶۰°C درجه حرارت محفظه به تدریج افزایش یافته است در حالی که در منحنی های b درجه حرارت افزایش نیافته است.

برقراری جریان های تخلیه جوی همزمان با افزایش درجه حرارت مقاومت ها و ظهور اضافه ولتاژهای موقت کار برقگیرها را بیش از بیش دشوار می سازد. معمولاً پس از بروز عیب ناشی از اضافه ولتاژهای موجی، که با کار برقگیرها همراه می باشد، کلید قطع شده، شبکه با اضافه ولتاژهای موقت برای مدت طولانی بالغ بر ۳۰-۱۵ دقیقه روبرو می شود. برقگیرهای موجود، در فازهای سالم پس از برقراری جریان های تخلیه موجی، تحت اضافه ولتاژها به شرح فوق واقع می شوند. شرایط فوق نقطه کار برقگیر را به ناحیه II، بالاتر از نقطه Reference جابجا می سازد. شرایط فوق درجه حرارت مقاومت ها را بیش از بیش فزونی می بخشد.

به منظور اطمینان از تحمل حرارتی برقگیرها در شرایط عادی بهره برداری به شرح فوق، آزمایشات مشابه تحت شرایط بهره برداری در استانداردها پیش بینی شده اند. در این آزمایشات برقگیر به ترتیب معین تحت جریان های ۲ موجی تخلیه با دامنه بالا قرار گرفته، سپس درجه حرارت مقاومت ها از طریق گرم نمودن افزایش داده شده، مجدداً تحت اضافه ولتاژهای موقت قرار داده می شوند (ولتاژ اسمی به مدت ۱۰ ثانیه) در طول این آزمایشات میزان افزایش درجه حرارت مقاومت ها و پایداری حرارتی آنان برآورد

می شود. آزمایشات به شرح فوق به عنوان سیکل آزمایشات بهره برداری یا اصطلاحاً Operating Duty Cycle موسوم می باشند. آزمایشات سیکل بهره برداری طبق استاندارد IEC در فصل چهارم تشریح شده اند.

در استاندارد IEC مقدار ولتاژ فرکانس ۵۰، به عنوان بالاترین اضافه ولتاژ فرکانس ۵۰ در طی انجام آزمایشات طبق سیکل فوق، آنچنانکه درجه حرارت مقاومت ها مقدار بحرانی را دارا نشود به عنوان ولتاژ اسمی برقگیر موسوم می باشد.

ولتاژ اسمی برقگیر در ردیف مشخصات عمده محسوب گشته، لازم است به طور مناسب، انتخاب و به کارخانه سازنده اعلام شود. برای این منظور حداکثر اضافه ولتاژ موقت فرکانس ۵۰ با توجه به مشخصات شبکه برآورد شده با جدول استاندارد مقادیر ولتاژ اسمی مقایسه شده، مقدار بالاتر و نزدیک تر به آن به عنوان ولتاژ اسمی برقگیر انتخاب می شود. چنانچه بالاترین مقدار اضافه ولتاژهای موقت، با توجه به عیوب فاز-زمین نتیجه شود، که حالت معمول در شبکه های توزیع و انتقال انرژی می باشد، دامنه اضافه ولتاژهای موقت طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$U_{rated} = Kg\frac{U_n}{\sqrt{۳}} \times ۱/۰۵ \qquad (۱-۲)$$

Kg- ضریب زمین، در ردیف توزیع ۱/۳-۱/۴ و در ردیف ۱/۱۵-۱/۱ می باشد.

مقدار ولتاژ به شرح فوق به جدول استاندارد برده شده، مقدار بالاتر و نزدیک به آن، به عنوان ولتاژ اسمی برقگیر انتخاب می شود. همچنانکه اشاره شد پیک ولتاژ اسمی طبق رابطه فوق معادل ولتاژ Reference یا ولتاژ نقطه شکست در منحنی مقاومت های غیرخطی در نظر گرفته می شود، در این صورت:

$$U_{ref} \approx \sqrt{۲}(kg\frac{U_n}{\sqrt{۳}} \times ۱/۰۵)$$

در ردیف انتقال و به ازاء kg= ۱/۱-۱/۱۵ خواهیم داشت:

$$U_{ref} \approx ۰/۹۶U_n$$

در ردیف توزیع و به ازاء ۱/۴-۱/۳= kg خواهیم داشت:

$$U_{ref} \approx (\mathbf{1/13} \div \mathbf{1/22})U_n$$

طبق رابطه فوق ولتاژ Reference برقگیر در حدود **۱/۲÷۱/۲۵** برابر ردیف ولتاژ توزیع می باشد، به عنوان مثال برای ردیف ۲۰kv ولتاژ نقطه شکست منحنی مشخصه برقگیرهای توزیع، ۲۴-۲۵kv خواهد بود.

معمول ترین اضافه ولتاژهای موقت را در شبکه اضافه ولتاژهای موقت ناشی از عیوب فاز- زمین تشکیل می دهند. شرایط دیگر ظهور اضافه ولتاژهای موقت به شرح زیر می باشند:

-قطع کلید در انتهای خطوط و افزایش ولتاژ در انتها و در ایستگاه تغذیه

-قطع کلید در انتهای خطوط و بروز اتصالی فاز- زمین و افزایش ولتاژ در فازهای سالم

-بروز رزنانس و فرو رزنانس به عنوان اضافه ولتاژهای غیرخطی

هنگامی که احتمال بروز پدیده های فوق و افزایش ولتاژ به شرح فوق موجود باشد، لازم است بالاترین مقدار دامنه اضافه ولتاژ موقت به منظور برآورد ولتاژ اسمی به کار رود.

طبق پیش بینی و توصیه استاندارد IEC بالاترین مقدار اضافه ولتاژ موقت به منظور برآورد ولتاژ اسمی برقگیر، به شرح زیر می باشد:

-هنگامی که مدت اضافه ولتاژ عمده ظاهر شده در شبکه $t_{TOV} \leq \mathbf{10}s$ باشد، ولتاژ rated خواهد بود:

$$U_{rated} \geq TOV \qquad (۲-۲)$$

- هنگامی که مدت اضافه ولتاژ ظاهر شده در شبکه $t_{TOV} \leq \mathbf{100}s$ باشد، ولتاژ rated خواهد بود:

$$U_{rated} \geq \mathbf{1/05}TOV \qquad (۳-۲)$$

- هنگامی که مدت اضافه ولتاژ عمده ظاهر شده در شبکه $t < \mathbf{2}h$ باشد، مناسب خواهد بود تا ولتاژ rated با تبادل نظر با سازنده برقگیر انتخاب شود.

- برای اضافه ولتاژها که مدت برقراری آنان $t \geq 2h$ باشد، اضافه ولتاژ TOV به عنوان ولتاژ COV در نظر گرفته شده، ولتاژ COV=TOV خواهد بود.

ب- ولتاژ COV و انتخاب برقگیر به منظور مقابله با اضافه ولتاژهای موقت درازمدت: در استاندارد IEC حداکثر ولتاژ فرکانس ۵۰ که برای مدت بیش از ۱۰ ثانیه ظاهر می شود، به عنوان حداکثر ولتاژ کار دائم شبکه تعریف شده با $U_{COV}$ نشان داده می شود. عبارت COV مخفف عبارت زیر می باشد:

$$Continous\ \ Operating\ Voltage = COV$$

عبارت فوق به عنوان «ولتاژ کم دائم» قابل ترجمه می باشد، بر طبق آن ولتاژ COV حداکثر ولتاژ فاز – زمین شبکه می باشد که به طور دائم به برقگیر اعمال می شود. (بیش از ۱۰ ثانیه)، بدون اینکه درجه حرارت المانها افزایش یابد . (مؤلفه اهمی جریان نشتی افزایش یابد) کارخانجات سازنده ولتاژ قابل تحمل فرکانس ۵۰ را که می تواند به طور دائم بیش از ۱۰ ثانیه به برقگیر اعمال شود، بدون اینکه درجه حرارت المانها افزایش یابد را به عنوان ولتاژ COV تعیین نموده، در ردیف مشخصات آن ذکر می نمایند. در هنگام سفارش برقگیر لازم است ولتاژ کار دائم برقگیر برآورد شود، به عبارت دیگر اضافه ولتاژهای دراز ولتاژ فرکانس ۵۰ در هر ردیف به منظور محاسبه ولتاژ COV طبق رابطه زیر به کار می رود:

$$U_{COV} = \frac{U_{nm}}{\sqrt{3}} \times 1/05 \qquad (۴-۲)$$

در شرایط خاص و بر حسب نوع شبکه و موقعیت نصب برقگیر ممکن است ولتاژ قرار گرفته بر روی برقگیر، برای فاصله زمانی بیش از ۱۰ ثانیه از حدود فوق تجاوز ننماید، نظیر برقگیرهای واقع در انتهای خطوط با طول بالا، در ساعات کم باری شبکه، نظیر ساعات نیمه شب.

می توان گفت بالاترین مقدار اضافه ولتاژ دراز مدت شبکه به منظور برآورد ولتاژ COV به کار می رود. در هنگام انتخاب برقگیر ولتاژ COV به شرح رابطه فوق محاسبه شده، ارائه می شود. در کاتالوگ و دفترچه مشخصات کلیه برقگیرها چند مقدار ولتاژ COV برای هر ردیف ولتاژ اسمی ارائه شده است. به عنوان مثال برای ردیف ولتاژ ۶۳kv، که حداکثر ولتاژ کار دائم در ردیف فوق ۷۲/۵kv می باشد، برقگیر

برای چند مقدار ولتاژهای ۶۳ الی ۷۲/۵kv، نظیر ۶۵، ۶۸، ۷۰ و ۷۲/۵ به عنوان ولتاژ COV ساخته شده، در هنگام انتخاب برقگیر در ردیف ولتاژ اسمی ۶۳kv برقگیر متناسب با ولتاژ COV شبکه، در ردیف مقادیر فوق انتخاب می شود.

منحنی های ولتاژ – آمپر غیرخطی برقگیرهای فوق اختلاف محدود ۲-۱ کیلو ولت را با یکدیگر دارا بوده، ولتاژ COV بر حسب ولتاژ Reference در منحنی های ولت- آمپر به شرح زیر می باشد:

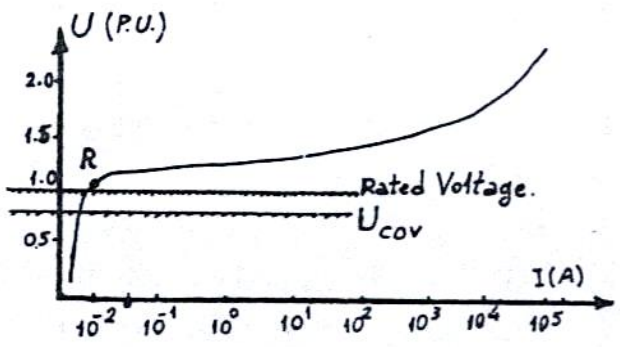
$$U_{COV} = (۰/۶ \div ۰/۷)U_{ref} \qquad (۵-۲)$$

با جابجایی منحنی و تغییر ولتاژ COV، نقطه شکست منحنی یا نقطه Reference آن نیز جابجا شده، ولتاژ Reference مخصوص خود را دارا می شود. بدین ترتیب در هر منحنی ولتاژهای rated و COV مقادیر مشخص و معین را دارا می باشند، از آنجا که مقادیر ولتاژ اسمی یا rated و ولتاژ COV به یکدیگر بستگی نداشته، متفاوت و مستقل از یکدیگر می باشد، لذا در هنگام انتخاب برقگیر و منحنی مناسب آن لازم است هر دوولتاژ اسمی (rated) و ولتاژ COV محاسبه و در نظر گرفته شوند.

ولتاژ COV تحت عنوان: «COV» بر روی پلاک برقگیر در ردیف مشخصات اسمی ذکر می شود. آزمایشات به منظور مناسب بودن مقدار ولتاژ COV در ردیف آزمایشات type test و routin test محسوب می شود. بر طبق استاندارد IEC به منظور انجام آزمایشات فوق، مقاومت ها تا درجه حرارت $۶۰°C$ گرم شده، سپس تحت امپولسهای جریان بالا قرار داده می شوند، بلافاصله پس از آن برای مدت ۱۰ ثانیه تحت ولتاژ اسمی (rated) و برای مدت ۳۰ دقیقه تحت ولتاژ COV قرار داده می شوند. تعداد و مقدار امپولسها به جریان تخلیه و کلاس انرژی برقگیر بستگی داشته، در فصل چهارم به طور مشروح آزمایشات فوق آورده شده اند سیکل آزمایش به شرح فوق که در آن ولتاژ COV اعمال می شود، همان سیکل آزمایش Operating Duty در آزمایش ولتاژ اسمی یا rated می باشد که در انتهای سیکل آزمایشات ولتاژ COV به مدت ۳۰ دقیقه اعمال می شود. در شکل ۲-۹ امتداد ولتاژهای COV و rated در منحنی مشخص ولت- آمپر مقاومت ها نشان داده شده است.

با انجام پیش بینی های فوق و موقعیت منا سب دو امتداد COV و rated نسبت به منحنی ولت-آمپر برقگیر، جریان نشـــتی در قبال حداکثر ولتاژ کار دائم شـــبکه، همواره کمتر از جریان Reference خواهد بود. با توجه به روابط ۲-۱ و ۲-۴ ولتاژ rated به اندازه ضـریب $\frac{U_n}{U_{nm}}.kg$ بیش از ولتاژ COV می باشد. ضریب kg با توجه به وضعیت نقطه نول شبکه و ولتاژ $U_{nm}$ با توجه به شرایط بهره برداری و محل نصـــب برقگیر تعیین می شـــود، لذا نســـبت مشـــخص بین ولتاژهای فوق موجود نبوده، در هنگام انتخاب برقگیر برآورد هر دوولتاژ ضروری است.

همچنانکه خواهیم دید در هنگام مقایســـه کیفی المانها و برقگیر ســـاخت کارخانجات مختلف، تنها توجه به مقدار ولتاژ COV و بالا بودن آن، توانایی بیشـــتر المانها را در قبال جریان های نشـــتی و اضـــافه ولتاژهای موقت درازمدت مشخص نساخته بلکه لازم است ولتاژ Reference، شکل منحنی ولت-آمپر، توانایی مبادله حرارتی بدنه برقگیر و درجه حرارت بحرانی در نظر گرفته شود.




**انتخاب مناســـب برقگیر به منظور مقابله با اضـــافه ولتاژهای موقت در اســـتاندارد آمریکا (استاندارد ANSI/IEEE)**

در اســـتاندارد آمریکا، ولتاژ و جریان Reference تعریف نشـــده، متقابلاً تحمل برقگیرها در قبال اضافه ولتاژهای موقت با دو ولتاژ به شرح زیر تعیین و تعریف می شود.

الف- ولتاژ مناســـب برقگیر به منظور تحمل اضـــافه ولتاژهای موقت یا ولتاژ Duty-Cycle: در استاندارد آمریکا، تحمل حرارتی برقگیر در قبال اضافه ولتاژهای موقت فرکانس ۵۰ با ولتاژ Duty-Cycle

نشان داده شده است، که به عنوان ولتاژ سرویس سیکلیک قابل ترجمه می باشد، این ولتاژ به عوض ولتاژ rated در ا ستاندارد IEC به کار برده می شود. در ا ستاندارد آمریکا، ANSI، به منظور پیش بینی تحمل حرارتی برقگیرها در قبال اضافه ولتاژهای موقت کوتاه مدت (ناشی از اتصالی فاز-زمین) در هر ردیف ولتاژ ا سمی، چندین مقدار ولتاژ تحت عنوان ولتاژ Duty-Cycle تعریف شده ا ست. در ولتاژ فوق افزایش ولتاژ به فوا صل زمانی کوتاه، نا شی از عیوب متوالی و یا کار متوالی د ستگاه و صل مجدد به ازاء عیوب دائم در نظر گرفته شده ا ست. کارخانجات سازنده نسبت به طرح برقگیرها با ولتاژ Duty-Cycle ا ستاندارد اقدام می نمایند. سپس با انجام آزمایشات استاندارد از نوع Type-test، که در طی آن نوع طراحی شده برقگیر تحت ا ضافه ولتاژهای موقت، طبق سیکل مشخص به فوا صل زمانی کوتاه، که متوالیاً به برقگیر اعمال می شوند، قرار گرفته، از تحمل حرارتی برقگیر، در سیکل فوق و همزمان با اعمال ولتاژ فوق، اطمینان حا صل می شود. چون در این ا ستاندارد ولتاژ و جریان Reference تعریف نشده اند، لذا جزئیات طرح المانها و خصوصیات ساختمانی برقگیر مورد نظر نبوده، تنها انطباق اضافه ولتاژ موقت ظاهر شده با مقدار استاندارد Duty-Cycle برقگیر تعیین کننده خواهد بود.

## آزمایشات ایزولاسیون خارجی برقگیر

ســتون مقره برقگیر به عنوان بدنه، ایزولاســیون خارجی برقگیررا در فاصــله فاز- زمین تأمین می نماید. ایزولا سیون خارجی به صورت فوا صل هوایی ایزولا سیون با زنجیر یا ستون مقره در کلیه تجهیزات فشار قوی موجود می باشد. مشخصات ایزولاسیون خارجی، بخش عمده از مشخصات، تجهیزات فشار قوی محسوب گشته، در ا ستانداردهای مختلف آزمایشات متعدد با د ستورالعمل های خاص به منظور اطمینان از مشــخصــات ایزولاســیون خارجی توجیه گردیده اند. در برقگیرها ایزولاســیون خارجی بیش از ســایر تجهیزات فشار قوی از اهمیت برخوردار بوده، بروز اختلال و تشکیل آلودگی در ایزولا سیون خارجی حتی در صــورت عدم بروز قوس عمر و دوام المانها را تحت تأثیر قرار می دهد. به همین علت در این فصــل به ایزولاسیون خارجی برقگیرها و محفظه ایزوله آن پرداخته می شود.

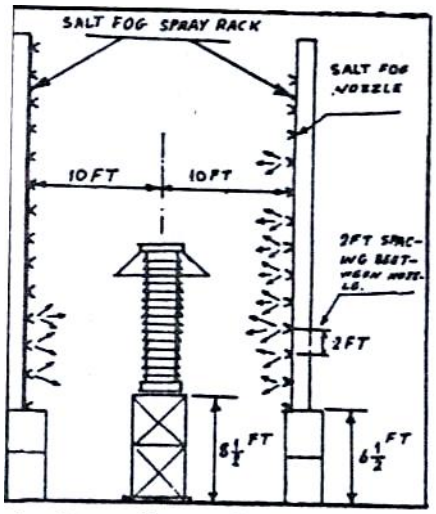
**آزمایشات آلودگی برقگیرها تحت عنوان Salt Fog Test (آزمایش با بخار نمک)**

این آزمایش بر طبق استاندارد IEC-۵۷۰ در مقره های چینی توخالی، به صورت استوانه که به عنوان محفظه تجهیزات فشار قوی به کار برده می شوند، نظیر محفظه قطع کلیدها، برقگیرها، ستون های نگاهدارنده کلیدها و غیره انجام می شود. در این آزمایش تعداد ۴ بدنه برقگیر در اطاق مه به مدت ۲۰ دقیقه تحت ولتاژ MCOV برقگیر قرار داده می شود. بخار از آب نمک با غلظت مشخص نمک معادل ۸۰ gr/lit تهیه می شود. به منظور انجام آزمایش کلیه قطعات و اجزاء نصب شده در داخل بدنه برقگیر از آن خارج می شوند. ولتاژ به طور مرتب و تناوبی افزایش داده شده، سپس کاهش داده می شود. مجدداً افزایش داده شده و کاهش داده می شود. آنچنانکه شرایط بروز قوس در هر ۴ محفظه مورد آزمایش فراهم گشته، قوی روس دهد. پس از بروز قوس در هر ۴ محفظه، محفظه ها توسط آب تحت فشار شسته شده، تمیز می شوند. مدت آزمایش به حدود ۶۰ دقیقه طول می انجامد. که فاصله زمانی معمول انجام آزمایش می باشد.

به منظور بررسی تأثیر برقراری جریان های نشتی در کار مقاومت های غیرخطی و افزایش درجه حرارت آنان، آزمایش فوق همراه با ستون مقاومت غیرخطی تکرار می شود. در این حالت به منظور اندازه گیری درجه حرارت مقاومت ها در طول آزمایش، نوارهای مخصوص نشان دهنده درجه حرارت در مجاور ستون های مقاومت نصب می شوند. پس از انجام آزمایش مجدد در اطاق بخار و اعمال ولتاژ MCOV به مدت ۶۰ دقیقه ستون های مقاومت از داخل محفظه ها خارج شده، حداکثر درجه حرارت آنان با استفاده از نوارهای تعیین کننده درجه حرارت با تغییر رنگ تعیین می شوند. در طول آزمایش سطح تحتانی ستون مقاومت های غیرخطی از حلقه فلزی نشیمنگاه ستون مقره عایق می شود، آنچنانکه جریان های نشتی ستون مقاومت از جریان های سطحی برقرار شده در سطح خارجی مقره جدا شده، به طور جداگانه اندازه گیری شوند. تفکیک جر یان های نشتی مقاومت ها از جریان های برقرار شده در سطح خارجی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقره تنها در طول آزمایش پیش بینی شـــده، در طی بهره برداری و در مقره های ســـاخته شـــده، ســـطح تحتانی ستون مقاومت ها مستقیماً یا از طریق فنر به درپوش و حلقه فلزی تحتانی ستون مقاومت متصل می باشد.



شکل ۵-۳- نحوه قرار گرفتن برقگیر در اتاق بخار

پیک هر دو جریان های نشتی در سطح خارجی و در ستون مقاومت ها یادداشت می شوند، نمونه قرار گرفتن برقگیر مورد آزمایش در اطاق بخار و جهت وارد گشـــتن بخار بر ســـتون مقره در شـــکل ۵-۳ نشـــان داده شـــده اســـت. بر طبق شـــکل ۵-۳ دریچه های خروج مه در دو لوله قائم روبروی هم هر یک به فاصله ۱۰ فوت از ستون مقره و سطح تحتانی ستون مقره در حدود ۲/۶m بالاتر از سطح زمین واقع می باشد.

پـــائین ترین دریچـــه خروج مه در ارتفاع ۰/۶ متر از سطح تحتانی ستون مقره برقگیر طبق شکل ۵-۳ واقع می باشد.

**روش انجام آزمایشات با لایه سطحی یا Slurry Test در استاندارد IEEE آمریکا**

این آزمایشات توسط کمیته «محافظت در قبال ولتاژهای موجی» مربوط به انجمن مهندسین برق و الکترونیک آمریکا (IEEE) ابداع و پیشنهاد گردیده است. به منظور آزمایش، سطح خارجی برقگیر با لایه آلوده، به صورت خمیر یا Slurry پوشانده شده، سپس در شرایط عادی محیط به مدت ۱۵ دقیقه، تحت ولتاژ MCOV فرکانس ۵۰ قرار داده می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در پایان مدت فوق و قطع ولتاژ، سطح برقگیر مجدداً با لایه خمیری توسط Spray پوشانده شده، به مدت ۱۵ دقیقه تحت ولتاژ قرار داده می شود. آزمایش به شرح فوق به تعداد ۲۰ بار تکرار می شود. تعداد کل دقایق اعمال ولتاژ به حدود $۲۰ \times ۱۵ = ۳۰۰$ یا ۵ ساعت به طور می انجامد به همین علت به عنوان 5-Hour Slurry Test موسوم می باشد.

در آخرین نوبت ولتاژ MCOV به مدت ۱۵ دقیقه اعمال گشته، سپس ولتاژ اسمی به مدت نیم ساعت اعمال می گردد، آنچنانکه آثار و عوارض ناپایداری حرارتی برقگیر آ شکار شود، پایداری حرارتی به یکی از سه طرق زیر مشخص می شود:

۱- اندازه گیری افت حرارتی برقگیر تحت ولتاژ فرکانس ۵۰ فاز-زمین و مقایسه آن با مقدار مناسب و قابل قبول

۲- اندازه گیری مؤلفه اهمی جریان برقرار شده در مقاومت های توزیع ولتاژ تحت عنوان Grading Current و مقایسه آن با مقدار قابل قبول

۳- اندازه گیری درجه حرارت داخل محفظه توسط ترموکوپل های پیش بینی شده در داخل محفظه

WikiPower.ir

**آزمایش رطوبت غیرکامل ستون مقره برقگیر یا Partial Wetting Test**

در این روش بخشی از ارتفاع ستون مقره با لایه پوشیده شده، سپس تحت آزمایش قرار داده می شود. به همین علت به آزمایش Partial Wetting Test یا رطوبت بخشی از سطح ستون مقره موسوم می باشد. این حالت معمولاً در برقگیرهای نصب شده بر روی ترانسفورماتورها مشاهده می شود. در این برقگیرها تنها بخش تحتانی ستون مقره برقگیرها واقع در مجاور بدنه ترانسفورماتور، نزدیک به زمین، تحت لایه آلوده قرار گرفته، در هنگام آزمایش نیز این بخش از لایه پوشانده می شود. آزمایش فوق به منظور بررسی شرایط کار برقگیر در قبال این نوع آلودگی صورت می پذیرد. حالت دیگر تشکیل لایه که در طی بهره برداری مشاهده می شود، تراکم لایه آلوده در برقگیرهای نصب شده بر روی پایه می باشد که

تحت آلودگی محیط واقع می باشند. بخش پوشیده از لایه سطحی همزمان با اعمال رطوبت و در طی بهره برداری همزمان با افزایش رطوبت محیط تا حدود ۸۰٪، رطوبت جذب نموده، لایه سطحی برخوردار اط هدایت الکتریکی را به وجود می آورد.

در هر دو حالت وجود لایه رطوبتی با هدایت بالا، برقراری جریان های سطحی را به سمت فوقانی یا ناحیه خشک و تراکم آنان را در این ناحیه از طریق ستون مقاومت های غیرخطی سبب می گردد. به عبارت دیگر جریان های سطحی از سطح خارجی ستون مقره به بخش داخلی برقرار می شوند.

شرایط فوق موجب افزایش درجه حرارت المانهای مقاومت غیرخطی واقع در قسمت فوقانی ستون مقامت می گردد. چنانچه میزان آلودگی محیط قابل ملاحظه با شد، پدیده با بروز قوس در سطح خارجی برقگیر همراه خواهد بود. در این آزمایش و آزمایش قبل ستون مقره مورد آزمایش در ارتفاع دو feet بالاتر از سطح زمین نصب می شود. مقاومت اهمی خمیر به عنوان لایه آلوده طبق استاندارد: «ANSI- ۶۱ C» حدود ۴۴۰-۴۲۵ اهم پیش بینی شده است.

## نصب برقگیرها درخطوط انتقال انرژی

### مقدمه

در سال های اخیر نصب برقگیرها در خطوط انتقال انرژی موردتوجه قرار گرفته است. انگیزه نصب برقگیرها در خطوط از خ صو صیات فیزیکی منا سب برقگیرهای نوع MOA نا شی می شود. با وجود این نصب برقگیرها در خطوط همواره از مشکلات متعدد برخوردار است، در حالی که مزایای قابل توجه را عرضه نمی سازد. با توجه به مشکلات بالا، نصب برقگیرها در خطوط در حال حاضر جنبه آزمایشی وتجربی دارد و در برخی خطوط با درصد قابل ملاحظه قطعی ها ناشی از تخلیه جوی به کار برده شده است.

در این فصل تنها به ضرورت نصب برقگیرها در خطوط و مزایای ناشی از آن و مشکلات مربوطه اشاره می شود. در صورت عمومیت نصب آنها در خطوط و ارائه استانداردهای مربوطه، مورد مطالعه کامل قرار خواهد گرفت.

**منظور از نصب برقگیرها در شبکه های فشار قوی**

منظور از نصب برقگیرها در شبکه و ایستگاه های فشار قوی (توزیع و انتقال انرژی) در طی فصل های قبل تا حدودی آشکار ومشخص شد. با وجود این اشاره مختصر به هدف استفاده از برقگیرها، از نظر تأثیر نصب آن در خطوط ضروری است.

برقگیرهای فشار قوی در حال حاضر به منظور محافظت ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی در قبال ولتاژهای موجی به کار برده می شوند. ایزولاسیون تجهیزات فشار قوی به طور کلی به دو نوع تقسیم می شوند. ایزولاسیون نوع خارجی واقع در فضای باز متشکل از فواصل هوایی و ایزولاسیون داخلی واقع در فضای بسته و آب بندی شده، که توسط ترکیبی از مواد ایزوله جامد، مایع و گاز تأمین می شود. بروز هرگونه اختلال و قوس در ایزولاسیون داخلی با انهدام و آسیب کامل به دستگاه فشار قوی و خسارت های فراوان همراه بوده، به همین علت انتخاب سطح ایزولاسیون داخلی در قبال انواع مختلف اضافه ولتاژها، به طور مناسب صورت می پذیرد. آن چنان که احتمال بروز قوس پایین ترین حد ممکن یعنی صفر را دارا شود. نظیر ایزولاسیون داخلی در ترانسفورماتورها، کلیدها، کابل ها، سرکابل ها، ترانسفورماتورهای جریان وولتاژ، بوشینگها و غیره. ایزولاسیون خارجی شامل فواصل هوایی ایزولاسیون واقع در فضای باز، طبق کلیه استانداردها با احتمال ۱۰٪ بروز قوس طرح و پیش بینی می شود.

به همین ترتیب کلیه فواصل هوایی ایزولاسیون با ولتاژ قابل تحمل خود به عنوان ولتاژ ۹۰٪ مشخص می شوند (۱۰٪ احتمال بروز قوس در قبال ولتاژ قابل تحمل ۹۰٪ یا $U_{۹۰\%}$). بروز قوس در ایزولاسیون خارجی یا فواصل هوایی آسیب و صدمه جدی را به تجهیزات فشار قوی وارد ساخته، به طوری که دستگاه فشار قوی بلافاصله پس از بروز قوس و قطع کلید و برداشته شدن ولتاژ، قابل بهره برداری

مجدد خواهد بود. احتمال بروز قوس در ایزولاسیون خارجی به میزان ۱۰٪ در مقایسه با احتمال بروز قوس در ایزولا سیون داخلی به میزان ۰٪=P، امکان می دهد تا در قبال ظهور ا ضافه ولتاژها، شرایط بروز قوس در ایزولا سیون خارجی قبل از ایزولا سیون داخلی فراهم شود و از بروز قوس در ایزولا سیون داخلی محفظه بسته تجهیزات فشار قوی و صدمه و انهدام د ستگاه فشار قوی جلوگیری شود. بدین ترتیب بروز قوس در ایزولاسیون خارجی و فواصل هوایی در قبال اضافه ولتاژهای موجی قبل از قوس در ایزولاسیون داخلی به عنوان محافظت ایزولا سیون داخلی تجهیزات ف شار قوی مح سوب می شود. با وجود این پیش بینی فوق مطمئن نبوده، قوس در ایزولاسیون خارجی، نظیر قوس در شاخک های برقگیر ترانسفورماتورها، اتصالی فاز-زمین را به وجود آورده، با قطع کلید و بی برق شدن ترانسفورماتور و قطع انرژی مصرف کننده ها همراه خواهد بود. روش مطمئن کاهش دامنه اضافه ولتاژهای موجی تا حداقل ممکن کمتر از سطح ایزولا سیون داخلی تجهیزات ف شار قوی با ا ستفاده از بر قگیرهای ف شار قوی ا ست. شرایط کار ومقررات نصب آنها در شبکه های توزیع و انتقال انرژی در طی فصل های پیش مورد مطالعه قرار گرفت.

نصب برقگیرها علاوه بر حفظ دستگاه فشار قوی در قبال اضافه ولتاژهای موجی، موجب کاهش سطح ایزولا سیون داخلی (کاهش سطح BIL) و ابعاد و اندازه د ستگاه ف شار قوی و هزینه آن می شود. چنانکه دیده شد هنگامی که تجهیزات فشار قوی متعدد در مجاور یکدیگر واقع باشند، از یک دستگاه برقگیر به منظور محافظت آنان استفاده می شود. برای تجهیزات با اهمیت بیشتر و هزینه بالاتر از برقگیرهای متعدد استفاده می شود، نظیر برقگیرهای نصب شده در مجاور ترانسفوماتورها در ایستگاه های ف شار قوی و یا در طول خطوط هوایی توزیع در مجاور سرکابل ها و ترانسفوماتورهای توزیع واقع بر روی پایه ها. ایزولا سیون خطوط انتقال انرژی از نوع خارجی بوده و از فوا صل هوایی با زنجیر و یا ستون مقره تشکیل شده است. اختلال وبروز قوس در فواصل هوایی خطوط انتقال انرژی به طور مداوم تحت تأثیر عوامل طبیعی از جمله جابجایی رساناهای فاز (ناشی از نیروی باد)، تخلیه جوی بر بدنه برج ها و سیم زمین، آلودگی ب شقاب های مقره، ا ضافه ولتاژهای قطع و و صل و عوامل اتفاقی دیگر م شاهده می شود.

همچنان که اشاره شد اختلال به شرح بالا با آسیب به تجهیزات فشار قوی (مقره ها، رساناها و بدنه برج) همراه نیست و امکان وصل مجدد کلیدها بلافاصله پس از خفه گشتن قوس وجود دارد. برق دار کردن خط بلافاصله پس از قطع کلید و ناشی از بروز قوس در ایزولاسیون خارجی، به طور دستی و یا اتوماتیک صورت می پذیرد. برق دار کردن اتوماتیک خط با استفاده از رله وصل مجدد در فاصله زمانی کوتاه پس از قطع انجام می شود. فاصله زمانی بالا به منظور خفه شدن قوس و دیونیزاسیون محل قوس و ارائه ولتاژ دی الکتریک کافی در نظر گرفته می شود، که به حدود ۰/۷-۰/۳ ثانیه بالغ می شود. به این ترتیب در خطوط انتقال انرژی در پی بروز قوس در فواصل هوایی ایزولاسیون به عنوان عیوب توأم با قوس یا Arc Fault، کلید خط قطع شده، به فاصله زمانی ۰/۷-۰/۳ ثانیه به طور اتوماتیک توسط رله وصل مجدد اتوماتیک مجدداً وصل می شود و خط مجدداً مورد بهره برداری قرار می گیرد. در فاصله زمانی فوق محل قوس دیونیزه می شود و ولتاژ دی الکتریک کافی را عرضه می کند. در ولتاژهای بالا ( $U_n \geq ۳۰۰kv$ ) اختلال ایزولاسیون در ۹۰٪ موارد در یک فاز به صورت اتصالی تک فاز به زمین رخ داده از طریق قطع و وصل مجدد فازی که در آن عیب روی داده، با آن مقابله می شود. این پیش بینی به وصل مجدد تک فاز در خطوط انتقال انرژی بوده، تأخیر زمانی وصل مجدد تک فاز پیش از تأخیر زمانی وصل مجدد سه فاز و به حدود ۲ برابر آن بالغ می شود.

اختلال و بروز عیب در ایزولاسیون خارجی در خطوط انتقال انرژی به طور روزمره روی می دهد که با استفاده از دستگاه وصل مجدد اتوماتیک سه فاز و تک فاز با قطعی های ناشی از آن مقابله می شود، آن چنان که قطع ووصل خط از نظر مصرف کننده محسوس نبوده، بدون هرگونه قطعی به نظر می رسد. خطوط انتقال انرژی به طول ۳۰-۶۰۰km دور از دسترس، در معرض کلیه عوامل طبیعی و حوادث غیرقابل پیش بینی واقع بوده، تعداد قطعی ها در صورت عدم نصب دستگاه وصل مجدد اتوماتیک قابل ملاحظه بوده، امکان بهره برداری خط غیرممکن خواهد بود. مقابله با قطعی ها و عیوب Arc Fault در خطوط انتقال انرژی، آنچنان که بهره برداری خط بدون قطعی امکان پذیر شود، مستلزم پیش بینی رله

وصل مجدد اتوماتیک و کار موفق آن با درصد بیش از ۹۵٪ است. منظور از کار موفق دستگاه وصل مجدد، وصل موفقیت آمیز کلید خط در ۹۸-۹۵٪ موارد است.

عامل عمده در کاهش در صد موفق و صل مجدد اتوماتیک سه فازخط، ا ضافه ولتاژ ظاهر شده در هنگام و صل کلید ا ست، که به ا ضافه ولتاژ و صل یا Closing Overvoltage مو سوم ا ست، این ا ضافه ولتاژ در فازهای سالم که در آنها عیب رخ نداده، ظاهر شده، موجبات بروز قوس مجدد را بلافا صله پس از و صل مجدد کلید فراهم می سازد و قطع مجدد کلید را سبب می شود. قطع کلید بلافاصله پس از و صل مجدد آن توسط دستگاه وصل مجدد اتوماتیک به منزله قطع دائم خط و کار ناموفق دستگاه وصل مجدد خواهد بود. به منظور افزایش درصد کار موفق دستگاه وصل مجدد اتوماتیک تا بیش از ۹۵٪ که حائز اهمیت فراوان از نظر حفظ پایداری شبکه و تأمین انرژی مصرف کننده محسوب می شود، سه پیش بینی زیر در خطوط موجود صورت می پذیرند.

**۱- پیش بینی و صل مجدد تک فاز به عوض و صل مجدد سه فاز خط:** با پیش بینی وصل مجدد تک فاز از قطع و وصل مجدد فازهای سالم جلوگیری شده، اضافه ولتاژ در فازهای سالم ظاهر نشده، موجبات قطع مجدد کلید را پس از و صل مجدد فراهم نمی سازد. انجام پیش بینی فوق با هزینه ا ضافی مربوط به نصب سه مکانیزم جدا در کلید و رله های حفاظتی مناسب همراه است.

**۲- پیش بینی مقاومت وصل در کلید موسوم به Closing Resistor:** به منظور کاهش دامنه ا ضافه ولتاژهای و صل در فازهای سالم در هنگام و صل مجدد کلید مجهز به مقاومت و صل یا Closing Resistor پیش بینی می شود. انجام پیش بینی فوق با هزینه اضافی تا حدود ۱/۷-۱/۶ هزینه کلید همراه است.

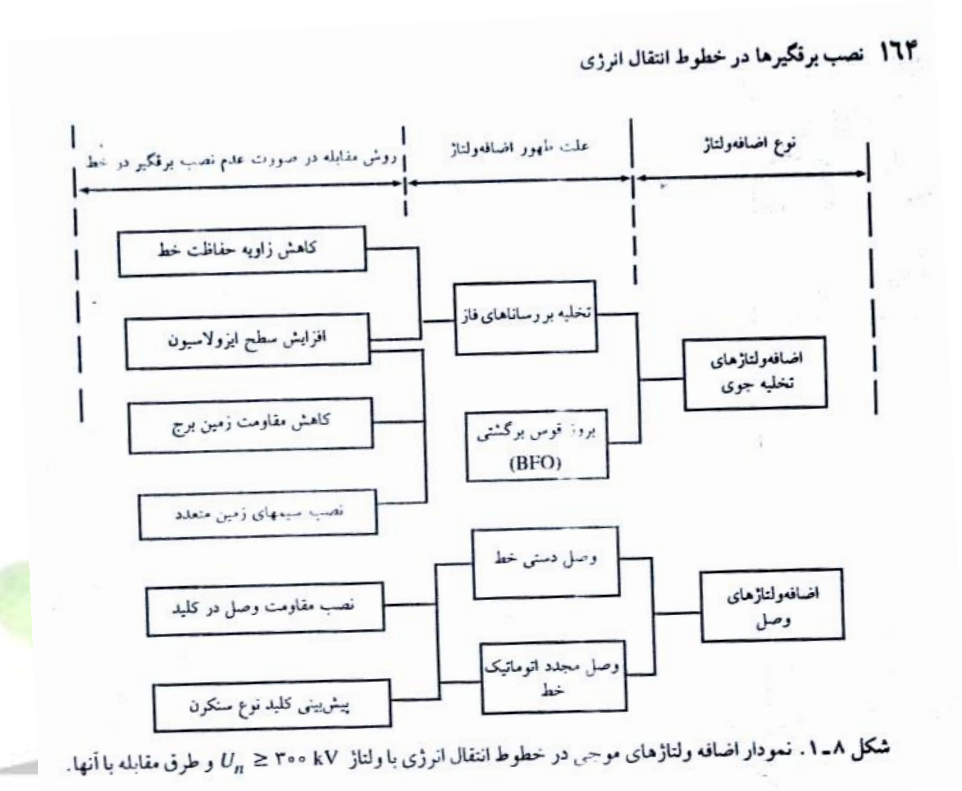
**۳- پیش بینی کلید از نوع سنکرن (Synchronous Closing):** روش دیگر به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژ وصل پیش بینی کلید از نوع سنکرن می باشد، در کلید سنکرن لحظه وصل کلید توسط

رله سنکرن کنترل شده، در لحظه مناسب فرمان وصل توسط رله وصل مجدد صادر می شود. پیش بینی کلید از نوع سنکرن با هزینه بیشتر بالغ بر ۱/۶-۱/۵ برابر هزینه کلید نوع معمولی همراه است.

چنانکه دیده می شود مقابله با قطعی ها در خطوط انتقال انرژی مستلزم صرف هزینه و پیش بینی های اضـافی نظیر رله های وصـل مجدد و کلیدهای مخصـوص خواهد بود. به علاوه قطع و وصـل مداوم کلیدها توسط دستگاه های وصل مجدد اتوماتیک بالغ بر ۲۰-۱۰ باردرماه، با استهلاک سریع آنها همراه بوده و بر هزینه های خط می افزاید.

در صد عمده اختلال در ایزولاسیون خطوط انتقال انرژی از تخلیه جوی بر خطوط نتیجه می شود. دامنه اضـافه ولتاژها حاصـل از تخلیه جوی بر قسـمت های مختلف خطوط انتقال انرژی و نحوه اختلال و بروز قوس در فواصـل هوایی ایزولاسـیون در طی فصـول قبل مورد مطالعه قرار گرفت. همچنان که شـرح داده شد دامنه اضافه ولتاژها در هنگام تخلیه مستقیم رساناهای فاز قابل ملاحظه است. جریان های تخلیه جوی با دامنه بیش از ۵kA، شـرایط بروز قوس در فواصـل هوایی ایزولاسـیون و کار دسـتگاه های وصـل مجدد را فراهم می سازند. تخلیه بر برجها نیز به صورت قوس های برگشتی موجبات قطع خطوط را فراهم می سازند. آنچنان که نصب سیم های زمین به طور کامل از مانع از بروز قوس نشده، نصب دستگاه وصل مجدد اتوماتیک در هر حال ضروری اند. در جدول ۱-۱ قطع خط ناشی از اضافه ولتاژهای تخلیه جوی و اضافه ولتاژهای قطع ووصل و طرق مقابله با آنها در خطوط معمول نشان داده شده است. چنانچه دامنه اضافه ولتاژهای حاصل از تخلیه جوی مستقیم بر رساناهای فاز تا سطح حداقل ممکن توسط برقگیرهای فشار قوی کاهش یابند، در این صورت برای اضافه ولتاژهای حاصل از تخلیه مستقیم بر رساناهای فاز به زمین تخلیه شده، نیاز به سیم زمین نخواهد بود. چون اضافه ولتاژهای حاصل از کار رله و صل مجدد و وصل اتوماتیک کلید به زمین تخلیه می شوند و به پیش بینی های اضافی در کلید نظیر مقاومت وصل و رله سـنکرن نیاز نخواهد بود، همچنین درصـد موفق کار رله وصـل مجدد به میزان قابل ملاحظه تا حدود ۱۰۰٪ افزایش خواهد یافت . به علاوه نصـب برقگیرها در خطوط نوع مدرن و نوع Compact که پیش

بینی حداقل فاصله ایزولاسیون در آنها ضروری است، شرایط بهره برداری خطوط فوق را بهبود می بخشد و احداث آنها بیش از پیش مفید واقع خواهد شد.



شکل ۸-۱. نمودار اضافه ولتاژهای موجی در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ $U_n \geq 300$ kV و طرق مقابله با آنها.

به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژهای تخلیه جوی ناشی از تخلیه مستقیم بر رساناهای فاز برقگیرها به صورت معلق از رساناهای فاز در مجاور برج های نصب شده، به رساناهای فاز متصل می شوند (شکل ۸-۲). با توجه به مشخصات برقگیرها و سطح محافظت ارائه شده، نصب آنها در کلیه برجها ضروری نیست و تنها در فواصل ۵-۱۰km از یکدیگر کافی خواهند بود.

به طور خلاصه برقگیرها به منظور محافظت ایزولاسیون داخلی در قبال اضافه ولتاژهای موجی تخلیه جوی ساخته و به کار برده می شوند، با نصب در خطوط انتقال انرژی، به صورت معلق از برج و یا رساناهای فاز، مانع از بروز قوس در فواصل هوایی ایزولاسیون تحت تأثیر اضافه ولتاژ تخلیه جوی و یا قطع و وصل می شوند و موجب می گردند تا درصد عیوب توأم با قوس (Arc Fault) و تعداد دفعات کار

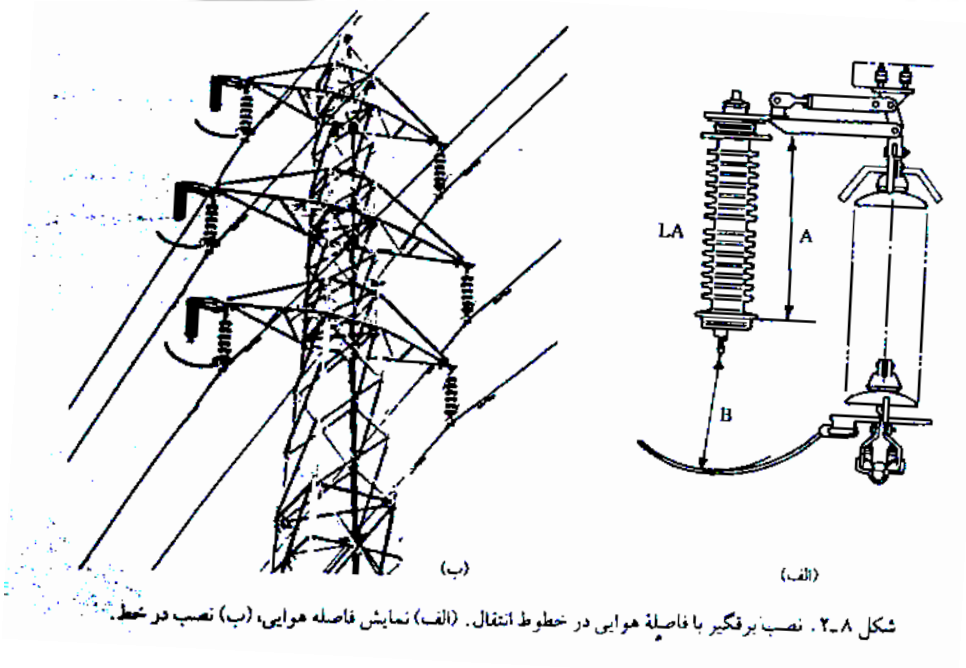
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دستگاه وصل مجدد به میزان قابل ملاحظه کاهش یابد، بدین ترتیب به کلید با مقاومت وصل و یا کلید نوع سنکرن نیاز نباشد. به عبارت دیگر نصب برقگیرها در خطوط با نتایج زیر همراه است:

۱- کاهش قابل ملاحظه درصد کار کلید خطوط (قطع و وصل کلید خطوط)، ناشی از کاهش درصد بروز عیوب توأم با قوس

۲- عدم نیاز به مقاومت وصل (Closing Resistor) و یا عدم نیاز به نصب کلید سنکرن

لازم به یادآوری است عیوب توأم با قوس ناشی از بروز BFO در پی تخلیه بر برجها، و یا نزدیک شدن رساناها به یکدیگر تحت تأثیر نیروی باد، آلودگی محیط و عوامل اتفاقی نظیر پرندگان و غیره همواره وجود داشته است. رله وصل مجدد اتوماتیک به منظور مقابله با عیوب فوق پیش بینی شده، درصد موفق کار آن حائز اهمیت ا ست. با ن صب بر قگیرها ضمن کاهش تعداد دفعات کار د ستگاه و صل مجدد، درصد کار موفق آن به میزان قابل ملاحظه افزایش می یابد آنچنان که بالغ بر ۹۹٪ تعداد دفعات کار دستگاه وصل مجدد موفقیت آمیز خواهد بود.



شکل ۸ـ۲. نصب برقگیر با فاصلهٔ هوایی در خطوط انتقال. (الف) نمایش فاصله هوایی، (ب) نصب در خط.

## خصوصیات نصب برقگیرها در خطوط

برقگیرها به منظور نصب در خطوط لازم است خصوصیات زیر را دارا باشند:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱- نصب برقگیرها بر روی برج مستلزم نصب رسانای ارتباط از رساناهای فاز به برقگیرها به طول چند متر خواهد بود. لذا نصب برقگیرها در مجاور زنجیرهای مقره بر روی رساناای فاز، طبق شکل ۸-۲ و یا به موازات زنجیرهای مقره، طبق شکل ۸-۳ مناسب خواهد بود. برای این منظور لازم است وزن برقگیرها حداقل بوده، بار اضافی مکانیکی را بر رساناهای فاز و یا بدنه برج وارد نسازند.

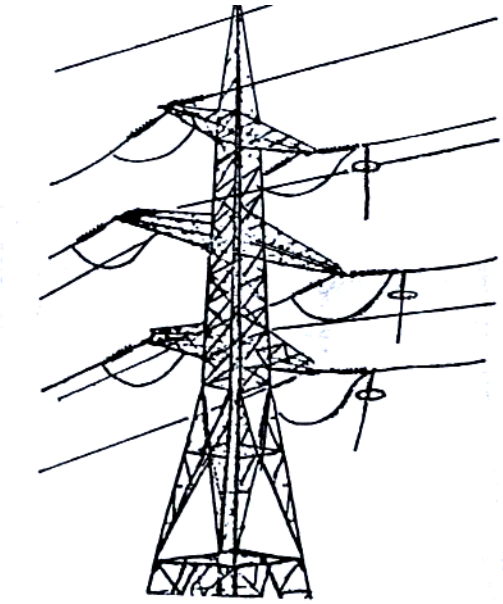
۲- انفجار برقگیر موجبات صدمه به خط از جمله شگستگی مقره ها، قطع رساناهای فاز با سیم های زمین را فراهم نسازد. برای این منظور لازم است بروز عیب و صدمه در برقگیر با هیچ گونه انفجار برقگیر همراه نباشد.

۳- در صورت از کار افتادن برقگیر و از دست رفتن خاصیت غیرخطی المانهای واریستور، امکان تشخیص برقگیر معیوب موجود باشد. در غیر این صورت بروز هرگونه عیب در برقگیر، اتصال فاز-زمین را نشان داده، موجبات قطع خط را فراهم می کند. تشخیص برقگیر معیوب با توجه به تعداد قابل ملاحظه برقگیرها ونصب آنها در سرتاسر طول خط دشوار است و قطع خط را در درازمدت ایجاب می کند.

۴- افزایش اطمینان و طول عمر طولانی برقگیر بخصوص در برقگیرهای مورد نصب در ردیف ولتاژهای $U_n \geq ۳۰۰kv$.

۵- با توجه به بند ۴ تعداد برقگیرهای نصب شده در خط حتی الامکان محدود باشد، اگرچه افزایش هرچه بیشتر تعداد برقگیرها، ولتاژ یکنواخت با دامنه نسبتاً یکسان را در طول خط عرضه می کند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



۶- ایجاد هماهنگی کامل بین منحنی ولت-ثانیه بروز قوس در زنجیر مقره و منحنی ولت-ثانیه تخلیه برقگیر، آنچنان که احتمال بروز قوس در زنجیر مقره و فواصل هوایی ایزولاسیون خط قبل از برقراری تخلیه در برقگیر موجود نباشد.

به منظور نصب برقگیرها در خطوط، برقگیرهای معمول مورد استفاده در ایستگاه های فشار قوی به طورمناسب طراحی و پیش بینی شده اند، آنچنان که خصوصیات مناسب به شرح بندهای بالا را دارا شوند.

الف) به منظور کاهش وزن برقگیر، بدنه برقگیر از جنس پلی مر ساخته شده، بدین ترتیب وزن آن نسبت به برقگیرها با بدنه چینی تا حدود $\frac{۱}{۵}$ کاهش یافته است. در این صورت امکان اتصال برقگیر به رساناهای فاز خطوط انتقال انرژی طبق شکل ۸-۲ موجود است. برقگیرها با بدنه چینی با توجه به وزن بالا در حدود زنجیر مقره از بدنه برج و Cross Arm برج به صورت معلق نصب می شوند.

ب) به منظور افزایش عمر و دوام برقگیر و جلوگیری از تأثیر برقگیر معیوب در قطع خط و ایجاد اتصالی، برخی کارخانجات سازنده فاصله هوایی با ستون مقاومت ها را به طور سری پیش بینی کرده اند،

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که به عنوان برقگیر با فاصله هوایی سری یا Serie Gapped A. موسوم است. در شکل های ۸-۲ (الف) برقگیر از نوع فوق نصب شده در خط نشان داده شده است.

A: بدنه برقگیر از جنس چینی شامل ستون مقاومت های غیرخطی

B: فاصله هوایی سری

پیش بینی فاصله هوایی به شرح فوق برخی اشکال های ناشی از نصب برقگیرها را در خطوط انتقال انرژی به شرح زیر رفع می سازد:

۱- پیش بینی فاصله هوایی موجب می شود تا برقگیر به طور دائم تحت ولتاژ واقع نشده، جریان نشـــتی تحت تأثیر ولتاژ فرکانس ۵۰ واقع بر برقگیر برقرار نشـــود. کاهش عمده عمر و دوام برقگیر از برقراری جریان نشتی Leakage Current تحت تأثیر ولتاژ فرکانس ۵۰ ناشی می شود. جریان فوق تحت تأثیر اضـافه ولتاژ موقت فرکانس ۵۰ در طول ۲۴ سـاعت واقع بوده، در سـاعات بی باری شـبکه (سـاعات شـب) همزمان با افزایش ولتاژ شـبکه (اضـافه ولتاژ موقت فرکانس ۵۰) فزونی می یابد. پیش بینی فاصله هوایی در افزایش عمر و دوام برقگیر فوق العاده مؤثر است.

۲- وجود فاصله هوایی موجب می شود تا در صورت از کار افتادن مقاومت های غیرخطی، جریان اتصالی فاز-زمین در برقگیر معیوب برقرار نشده، قطع خط را موجب نشود. چنانچه المانهای غیرخطی خاصیت خود را از دست داده باشند، در هنگام بروز قوس در فاصله هوایی سری، تحت تأثیر اضافه ولتاژهای تخلیه جوی و یا قطع و وصل، جریان اتصالی فرکانس ۵۰ برقرار می شود و موجبات قطع خط را فراهم می سـازد، در حالی که در شـرایط عادی بهره برداری، در برقگیرهای سـالم، با بروز قوس در فاصله هوایی سری، تحت تأثیر اضافه ولتاژهای موجی، همزمان با تخلیه بارها و بر قراری جریان اتصال فرکانس ۵۰، جریان برقرار شده توسط المانهای غیرخطی کنترل و محدود شده، سپس قطع می شود.

۳- با توجه به اینکه برقگیر به طور مداوم تحت ولتاژ فرکانس ۵۰ واقع نیست، آلودگی محیط در کار برقگیر نقشی نداشته پیش بینی فاصله خزشی کافی در ستون مقره برقگیر مورد نیاز نیست. لذا

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ستون مقره برقگیر با ارتفاع کافی معادل ارتفاع ستون مقاومت ها پیش بینی شده، ارتفاع اضافی به منظور تأمین فاصله خزشی ضرورت نمی یابد. فاصله هوایی سری به طور مناسب پیش بینی می شود آنچنان که تحت تأثیر وزش باد تغییر نکند.

ج) به منظور جلوگیری از انفجار برقگیر های ؟؟؟؟؟ Fiberglass Reinforced Polymer در طول ستون مقاومت ها، در فاصله ستون مقاومت ها و جدار داخلی بدنه چینی با تحمل مکانیکی بالا پیش بینی شده است (شکل ۸-۴). در شکل ۸-۵ استوانه FRP نشان داده شده است. در بدنه استوانه سوراخ های بیضی شکل در نظر گرفته شده است که در صورت برقراری جریان تخلیه معادل جریان عیب فرکانس ۵۰ به میزان ۲۰-۴۰kA، قوس در داخل استوانه فوق ادامه یافته، گاز و حرارت تولید شده از طریق سوراخ ها به محفظه برقگیر وارد فشار را بر جدار داخلی بدنه از جنس Ethylene-Propylen (EP) وارد می سازد. به این ترتیب افزایش ناگهانی فشار ناشی از بروز قوس کنترل و محدود شده، مانع از انفجار برقگیر می شود.

بدنه برقگیر از جنس EP و استوانه FRP واقع در حول ستون مقاومت ها در شکل ۸-۴ نشان داده شده است.

با پیش بینی فوق به نصب شیر اطمینان در دو قسمت فوقانی و تحتانی ستون مقاومتها، مشابه آنچه که در برقگیرهای نوع Station به کار برده می شود، نخواهد بود.

فاصله هوایی سری به طور مناسب پیش بینی می شود، به نحوی که تحت تأثیر وزش باد واقع نشود و تغییر نکند. پیش بینی فاصله هوایی سری مشکلاتی را نیز در کار برقگیر فراهم می سازد. از جمله پاره ای ولتاژهای موجی که دامنه کافی به منظور بروز قوس در فاصله هوایی سری برقگیر را ندارند، توسط برقگیر تخلیه نشده، با دامنه قابل ملاحظه در طول خط منتشر می شوند. اگرچه این اضافه ولتاژها بروز قوس و اتصالی را در طول ستون مقره و فواصل ایزولاسیون خط فراهم نساخته قطع خط را موجب نمی

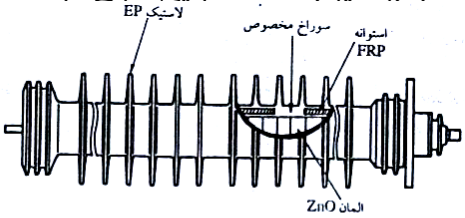
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شوند، ولی در پی انتشار در طول خط به ایستگاه های فشار قوی وارد و توسط برقگیرهای نوع معمول موجود در ایستگاه ها به زمین تخلیه می شوند.

به طور خلاصه برقگیرهای مورد نصب در خطوط انتقال انرژی از نوع با فاصله هوایی سری و یا بدون فاصله هوایی سری اند که در نوع بدون فاصله هوایی ارتفاع ستون مقره برقگیر از ارتفاع مقره در نوع با فاصله هوایی است، در عوض عمر و دوام بیشتر را عرضه می کند.

خصوصیات کار دو برقگیر به منظور مقایسه در جدول ۸-۱ آورده شده است.

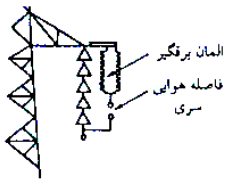
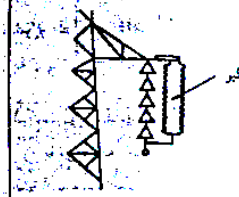
در شکل ۸-۲ (ب) نصب برقگیر با فاصله هوایی سری در خط ۷۷kv در ژاپن نشان داده شده است.




شکل ۸-۴. بدنه و مقطع برقگیر شامل استوانه FRP برجستگیها از جنس پلی‌مر.

شکل ۸-۵. استوانه از جنس FRP واقع در داخل جدار برقگیر از نوع پلی‌مر.

جدول ۸-۱ مقایسهٔ برقگیر MOA با فاصلهٔ هوایی و بدون فاصلهٔ هوایی به منظور نصب در خطوط انتقال انرژی

| مورد مقایسه / نوع برقگیر | برقگیر با فاصلهٔ هوایی سری | برقگیر بدون فاصلهٔ هوایی سری |
|---|---|---|
| روش نصب برقگیر |   |   |
| میزان صدمه به برقگیر | با توجه به اینکه برقگیر تحت ولتاژ دائم فرکانس ۵۰ واقع نمی‌باشد صدمه نمی‌بیند. | ستون مقاومت برقگیر تحت ولتاژ دائم فرکانس ۵۰ واقع‌برده صدمه می‌بیند. |
| مقدار ولتاژ تخلیه | کمتر از ولتاژ تخلیه در برقگیر بدون فاصلهٔ هوایی | بیش از ولتاژ تخلیه برقگیر با فاصلهٔ هوایی |
| تأثیر در بهره‌برداری خط | صدمه به برقگیر موجب قطع خط نمی‌شود | صدمهٔ برقگیر مستلزم قطع خط و تعیین برقگیر معیوب است که با قطع درازمدت خط همراه می‌باشد. |
| سایر موارد | تأخیر زمانی در برقراری شرایط تخلیه به‌علت بروز قوس<br>طول محدود ستون مقره به علت عدم نیاز به فاصلهٔ خزشی | بدون تأخیر زمانی<br>طول بالای ستون مقره برقگیر |

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

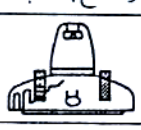
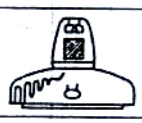
## برقگیرها به صورت بشقاب مقره

در طرح دیگر برای برقگیرهای مورد نصب در خطوط، که توسط کارخانه سازنده ژاپنی ارائه شده است المانهای واریستور در داخل بشقابهای مقره معمولی جدا سازی شده اند. آنچنان که کیفیت الکتریکی و مکانیکی بشقابها هیچ گونه تفاوتی با بشقابهای مقره معمولی از جنس چینی ندارند و به عنوان بشقاب مقره قابل استفاده اند. مهمترین مزیت این طرح سهولت نصب و امکان تعویض آن با بشقابهای مقره موجود بدون هرگونه پیش بینی اضافی است.

به منظور نصب المانهای واریستور در بشقابهای مقره، سه راه مناسب طبق جدول ۸-۲ در نظر گرفته شده اند. محدوده هاشور خورده در بشقابها محل مناسب نصب آنها را به شرح زیر نشان می دهد.

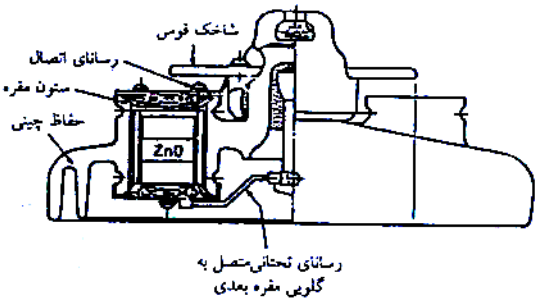
- نصب المانهای واریستور در محل گلویی: در این جانشینی تحمل مکانیکی مقره که به طور عمده توسط گلویی تأمین می شود کاهش یافته، موجب تقلیل کشش مقره می شود (ستون اول جدول).
- نصب المانها در سطح بشقاب (ستوت دوم جدول).
- ساخت بشقابها از جنس المانهای واریستور (خمیر تشکیل دهنده المانهای واریستور از اکسید فلزات به صورت بشقاب پیش بینی می شود). در این حالت تحمل مکانیکی بشقابها به میزان نصف بشقابهای چینی کاهش می یابد و شکستگی بشقابها در طی بهره برداری به سهولت رخ می دهد (ستون آخر جدول).

**جدول ۸-۲** روشهای مختلف جاسازی المانها در بشقاب

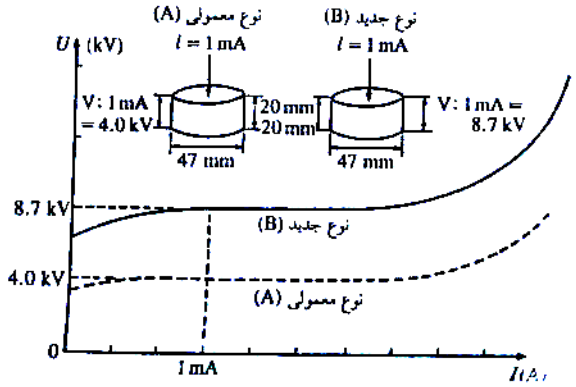
| محل نصب ZnO | در بدنهٔ بشقاب | در سطح بشقاب | در محل گلویی |
|---|---|---|---|
| شکل ظاهری و محل نصب المانهای ZnO در بشقاب | |  |  |

با توجه به خصوصیات نصب المانها در هر حالت، محل نصب المانهای واریستور در سطح بشقابها انتخاب شده است. با توجه به اینکه هر بشقاب مقره معمول ولتاژ فرکانس ۵۰ بالغ بر ۲۰-۳۰kv را تحمل می کند، بنابراین لازم است المانهای واریستور مورد نظر در ارتفاع ناچیز ۵-۱۰cm قادر به تحمل ولتاژ

فوق باشـند. در حالی که سـتون المانهای واریسـتور در ردیف ۲۰kv در حال حاضـر طول ۲۰-۳۰cm را دارد. بنابراین المانهای جدید با قابلیت تحمل ولتاژ بالا مورد نیازند، برای این منظور المانهای جدید واریسـتور با ارتفاع ۲۰mm و قطر ۴۷mm با ولتاژ Reference در حدود ۸/۷kv سـاخته شـده، مورد آزمایش قرار گرفتند. منحنی ولت- آمپر المان موجود و المان جدید طراحی شده با ابعاد یکسان در شکل ۸-۷ نشان داده شده است. در این حالت نصب سه المان از نوع جدید در هر بشقاب به منظور تحمل ولتاژ فرکانس ۵۰ کافی خواهد بود که ارتفاع ۶-۸cm را عرضه می کند.




شکل ۸-۶ . جاسازی المانها در سطح بشقابهای مقره.




شکل ۸-۷. المانهای واریستور نوع جدید و قدیم و مقایسه منحنی ولت-آمپر آنها.

محوطه جداسازی شده در سطح بشقاب در شکل ۸-۶ نشان داده شده است . با توجه به حساسیت فوق العاده المانهای واریسـتور به تغییرات درجه حرارت و آلودگی محیط و با توجه به کیفیت سـطح بشقابهای مقره که به طور مداوم در معرض آلودگی، رطوبت و تشکیل لایه سطحی واقع می باشند، لازم است آب بندی محفظه المان ها در سطح بشقاب با دقت کافی صورت گیرد. بخشی از تحقیقات و مطالعات صورت گرفته مربوط به انتخاب ماده مناسب آب بندی محفظه المانها ست. ماده مناسب لازم است آب بندی کامل بین حلقه فلزی در دو انتهای محفظه و بدنه چینی را امکان پذیر سازد. خصوصیات مورد نظر

در مواد غیرآلی موجود است وترکیب $B_2O_3$ برای منظور فوق به کار می آید. به علاوه حلقه نیز از جنس آلیاژ نیکل- کبالت (Ni-Co) انتخاب شده است. پس از قرار دادن المانهای واریستور در محفظه، ماده آب بندی کننده تحت تأثیر حرارت ۵۰۰ درجه سانتی گراد ارتباط کامل را با لایه چینی و حلقه فلزی تأمین کرده است. دو حلقه بالایی و پایینی توسط دو رسانای مسی ارتباط الکتریکی لازم را با مادگی و نری مقره تأمین می نمایند. علاوه بر تسمه مسی دو شاخک بروز قوس موازی با واریستورها به منظور حفاظت واریستورها در قبال جریان های تخلیه بالا، تحت عنوان Protection Gap پیش بینی شده اند. با پیش بینی فوق احتمال صدمه و آسیب المانها ناشی از تخلیه جریان های بالا (خارج از محل المانها) به حداقل ممکن کاهش می یابد.

ابعاد و اندازه بشقابها در صورت نصب المانهای واریستور در محل جاسازی شده در سطح بشقابها در جدول ۸-۳ نشان داده شده است.

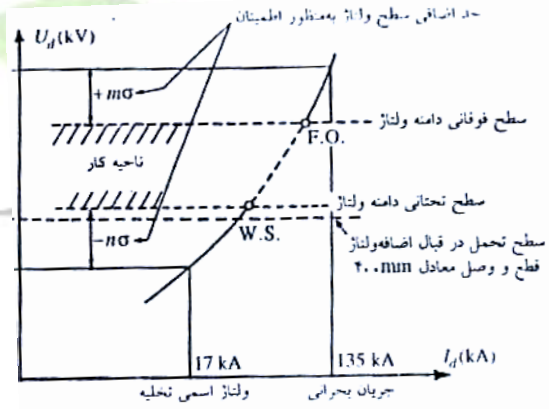
برقگیر مورد اشاره به منظور نصب در رساناهای فاز، در خطوط مجهز به سیم زمین مناسب است. به عبارت دیگر در قبال تخلیه های جانبی بر رساناهای فاز (علیرغم وجود سیم زمین یا « Earth Wire Failure» و ظهور اضافه ولتاژها بر این رساناها عمل می کنند. به عنوان مثال در خط ۶۳kv که برقگیرها در آن نصب شده اند، در قبال تخلیه بر رساناهای فاز علیرغم وجود سیم زمین، جریان موجی بحرانی تخلیه جوی ۲۱kA بوده است. در صورت وجود برقگیر، جریان تخلیه شده از برقگیر در حدود ۱۷kA خواهد بود. با توجه به اینکه جریان ها با دامنه بیش از ۲۱kA موجبات بروز قوس و قطع خط را فراهم می کنند، لذادر قبال جریان ها بیش از مقدار فوق و قابلیت هدایت المانها جریان در برقگیر طبق منحنی ولت-آمپر المانها برقرار می شود. در قبال ولتاژهای موجی مربوط به جریان ها با دامنه بیش از ۱۳۵kA قوس در فاصله شاخکها واقع در دو طرف ستون مقاومت ها روی داده، شرایط تخلیه را در مسیر خارج از ستون واریستورها فراهم می سازد. به این ترتیب از صدمه احتمالی ناشی از جریان های تخلیه بالا جلوگیری می کند. در قبال ولتاژهای موجی قطع و وصل نیز قوس در شاخکها روی نمی دهد. دامنه

ولتاژهای موجی تخلیه جوی در رساناهای فاز که موجبات تخلیه را در برقگیرها فراهم می کنند، در شکل ۸-۸ در منحنی ولت آمپر برقگیر نشان داده شده است.

به منظور جلوگیری از انفجار احتمالی محفظه واریستورها و صدمه به بشقاب مقره، و قطع احتمالی زنجیر مقره، جدار محفظه واریستورها با تحمل ناچیز انتخاب شده تا در صورت از کار افتادن واریستورها و برقراری جریان های عیب فاز- زمین جدار فوق باز شده، مانع از انفجار محفظه و صدمه به بشقاب شود.

جدول ۸-۳ ابعاد و اندازه بشقاب مقره معمول و بشقاب مقره با المانهای واریستور

| | مقره بشقابی چینی با کشش ۱۲ تن | برقگیر بشقابی با کشش ۱۲ تن |
|---|---|---|
| قطر بشقاب (mm) | ۲۵۴ | ۴۲۰ |
| ارتفاع (mm) | ۱۴۶ | ۱۴۶ |
| وزن (kg) | ۵/۷ | ۲۰ |

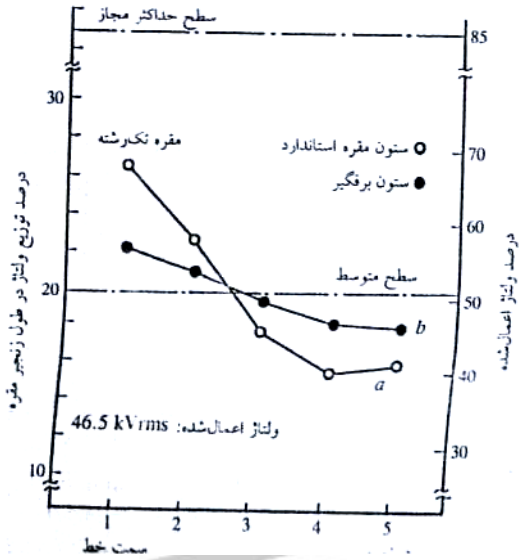



شکل ۸-۸. منحنی ولت-آمپر برقگیرهای نوع بشقابی در ناحیه جریانهای تخلیه موجی و محدوده برقراری جریانها از طریق المانهای واریستور بدون تبدیل به قوس فاز-زمین.

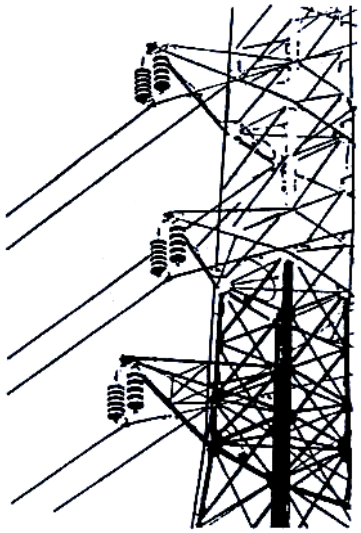
برقگیر به شرح فوق کلیه آزمایش های پیش بینی شده طبق استاندارد IEC را تحمل کرده است. جزئیات آزمایش ها در مقاله مربوطه آورده شده است و توصیه می شود مورد مطالعه قرار گیرد.

آزمایش های اضافی به منظور اطمینان از تأثیر آلودگی محیط (Contaminated Test) که در مقره های بشقابی صورت می پذیرند از جمله آزمایش ها در شرایط مه (Fog Test) و با محلول نمک معادل (ESDD) بالغ بر ۰/۰۱ و $۰/۰۳mg/cm^3$ در بشقابهای مجهز به المانهای واریستور صورت گرفته اند. در این آزمایش ها تعداد بشقابها تغییر یافته و توزیع ولتاژاندازه گیری شده است. به عبارت دیگر مقره های بشقابی به شرح بالا لازم است وظیفه دوگانه را به عنوان بشقاب مقره خط و برقگیر ۶۹kv ارائه کنند.

توزیع ولتاژ در مقره های بشـقابی در شـرایط خشـک به خاصـیت خازنی بشـقابها بسـتگی دارد. بـشقابهای مجهز به المانهای واریستور خا صیت خازنی سه برابر بـشقاب معمولی را دارا بوده اند، لذا نحوه توزیع ولتاژ مناسب تر بوده است که در شکل ۸-۹ دیده می شود، منحنی a برای بشقابهای مقره مولی و منحنی b برای بشقابهای مقره مجهز به المانهای واریستور رسم شده اند.




شکل ۸ـ۹. منحنی توزیع ولتاژ در زنجیر مقره معمولی و زنجیر مقره با المان واریستور.



شکل ۸ـ۱۰. نصب زنجیر مقره مجهز به المانهای واریستور در خط ۶۶ kV.

در پی نصـب این نوع برقگیرها در خطوط، اتصـالی های فاز- زمین به طور کامل روی نداده اند، لذا پیش بینی فوق موجب می شـود در خطوط دو مداره ظرفیت دو خط تا ۱/۸ برابر افزایش یابد (در خطوط

معمول دو مداره به منظور جلوگیری از قطع احتمالی هر یک از دو خط در صورت بروز عیب و قطع ناگهانی خط دیگر، ظرفیت انتقالی دو خط در حدود ۱/۵ برابر ظرفیت هر خط پیش بینی می شود). در شکل ۸-۱۰ نصب بشقابها از نوع فوق در خط و در شکل ۸-۱۱ نمای ظاهری بشقابها نشان داده شده است.

شکل ۸-۱۱. نمای ظاهری بشقابها و زنجیر مقره مجهز به المان واریستور.

### نصب برقگیرها در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ $U_n \geq ۳۰۰kv$

در ردیف ولتاژهای $U_n \geq ۳۰۰kv$ ، اضافه ولتاژهای قطع و وصل تعیین کننده اندازه فواصل هوایی ایزولاسیون، بنابراین تعیین کننده ابعاد و اندازه های خط هستند. لذا کاهش دامنه آنها از اهمیت ویژه برخوردار است. استفاده از برقگیرها در خطوط انتقال انرژی آنچنان که به اضافه ولتاژهای قطع و وصل مشابه اضافه ولتاژهای تخلیه جوی پاسخ دهند مستلزم کاهش دامنه این اضافه ولتاژها تا پایین ترین سطح ممکن است. در این صورت نقش عمده در ابعاد و اندازه های خطوط و ابعاد برج ها در ردیف ولتاژهای $U_n \geq ۳۰۰kv$ ایفا می کنند. در ردیف ولتاژهای انتقال، اندازه فواصل هوایی ایزولاسیون با زنجیر و بدون زنجیر مقره با توجه به دامنه اضافه ولتاژهای قطع ووصل برآورد می شود. به عبارت دیگر اضافه ولتاژ مؤثر در برآورد اندازه فواصل هوایی و ابعاد برجها اضافه ولتاژهای قطع و وصل است که با توجه به ضریب اضافه ولتاژ فوق طبق رابطه زیر برآورد می شود.

$$U_{swit} = k_{res}.k_p\left(\frac{U_n}{\sqrt{3}}.\sqrt{2}\right)\frac{P_0}{P} \qquad (۱-۸)$$

$U_{swit}$= دامنه اضافه ولتاژ موجی قطع ووصل ظاهر شده در رساناهای فاز

$k_{res}$= ضریب اضافی به عنوان ضریب زررو

$k_p$ = ضریب ا ضافه ولتاژ حا صل از و صل مجدد اتوماتیک کلید تو سط رله و صل مجدد بر ح سب P.U.

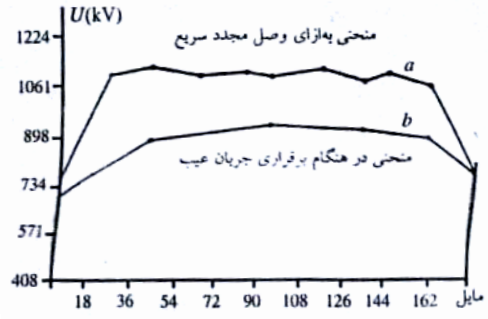
$P_0$= فشار هوا در سطح دریا

P= فشار در محل احداث خط

کاهش ضـــریب $k_p$ به پیش بینی های به عمل آمده در کلید بســـتگی دارد. روش معمول نصـــب مقاومت وصـــل در کلید (Closing Resistor) و یا وصـــل کنترل شـــده کلید موســـوم به کلید ســـنکرن (Synchronous C. Breaker) می باشد. با تأمین حداقل ضریب $k_p$ به شرح فوق، ابعاد و اندازه های خط به میزان مناسب کاهش می یابند.

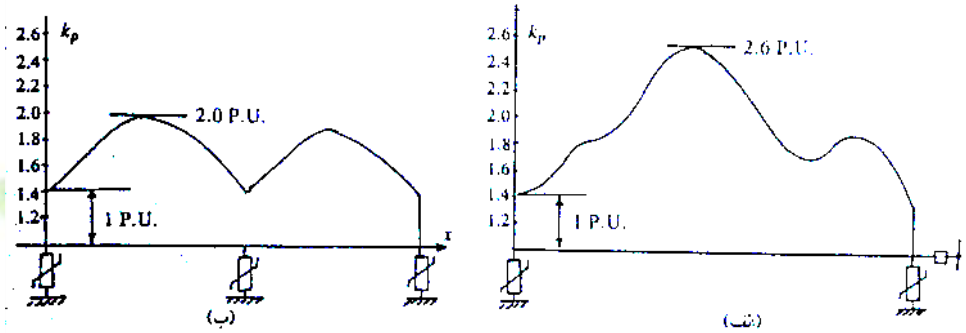
توزیع ا ضافه ولتاژ موجی قطع و و صل در طول خط در پی قطع وو صل مجدد اتوماتیک کلیدها در قبال بروز عیب در طول خط یکسان و یکنواخت نبوده، بر طبق شکل ۸-۱۲ در اواسط خط حداکثر خواهد بود. منحنی a برای و صل مجدد سریع کلید تو سط رله و صل مجدد و منحنی b برای و صل د ستی خط رسم شده اند. به طور کلی پروفیل ولتاژ موجی قطع و وصل در طول خطوط انتقال انرژی در بدترین حالت طبق شکل ۸-۱۳ (الف) رسم می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۸-۱۲. توزیع ولتاژ موجی قطع و وصل در خط ۵۰۰ kV با کلید معمولی برای دو حالت وصل مجدد سریع (منحنی a) و وصل دستی (منحنی b).





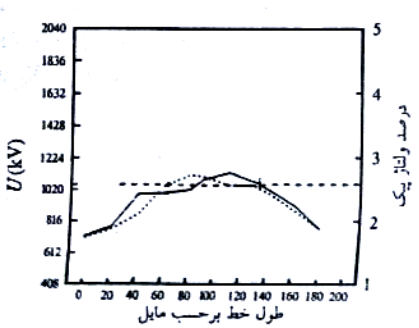

شکل ۸-۱۳. پروفیل ولتاژ موجی قطع و وصل در طول خط، (الف) با دو برقگیر در دو انتها، مشابه کلید خطوط مول، (ب) با دو برقگیر در دو انتها و یک برقگیر در وسط خط.

چنانکه دیده می شود در بخش قابل ملاحظه از طول خط، دامنه اضافه ولتاژ بیش از ۲P.U. وجود داشته است. در صورت نصب یک واحد برقگیر در نقطه وسط خط، مجموعاً سه واحد برقگیر، دامنه اضافه ولتاژ در دو انتها و نقطه وسط خط در ۱P.U. محدود بوده است، در حالی که در فاصله برقگیرها، طبق منحنی شکل ۸-۱۳ (ب) تا ۲P.U. افزایش یافته است. افزایش ولتاژ به شرح فوق موجب می شود تا اندازه فواصل هوایی در فاصله نصب برقگیرها به همین نسبت افزایش یابد.

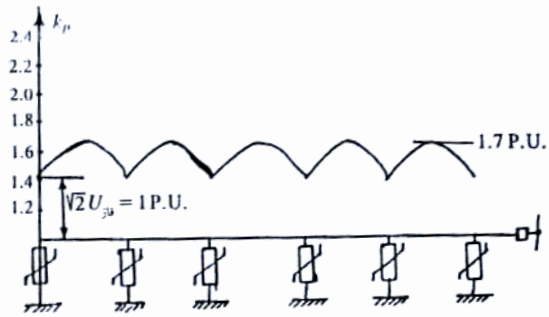
در عمل اندازه فواصل هوایی ایزولاسیون در سرتاسر طول خط یکسان انتخاب شده، برای شکل ۸-۱۳ (الف)، دامنه اضافه ولتاژ معادل P.U. ۲/۶ و برای شکل ۸-۱۳ (ب) معادل ۲P.U. در نظر گرفته شده است. سطح ایزولاسیون خط در قبال ولتاژهای موجی قطع ووصل طبق رابطه (۸-۱) برآورد می شود. در پاره ای موارد سطح ایزولاسیون کمتر از دامنه حداکثر اضافه ولتاژ قطع ووصل طبق شکل ۸-۱۴ انتخاب

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

می شود. در این شکل امتداد SIL سطح ایزولاسیون فاز-زمین خط ۵۰۰kv را طبق رابطه (۸-۱) مشخص می سازد. کاهش بیشتر سطح SIL و دامنه حداکثر ولتاژ موجی قطع و وصل منجر به تقلیل اندازه فواصل هوایی ایزولا سیون خواهد شد. کاهش بیشتر سطح SIL مستلزم نصب برقگیرهای بیشتر در طول خط خواهد بود. به عنوان مثال با نصب ۴ برقگیر اضافی و مجموعاً تعداد شش برقگیر در سرتاسر طول خط، دامنه پروفیل ولتاژ در طول خط طبق شکل ۸-۱۵ کاهش یافته تا مقدار ۱/۷P.U. تلقلیل می یابد. به همین ترتیب با انتخاب تعداد بیشتر برقگیرها و کاهش فاصله بین آنها، تأمین پیک پروفیل ولتاژ معادل ۱/۱۵ P.U. امکان پذیر خواهد بود، در حالی که در حال حاضر پیک پروفیل ولتاژ یا اضافه ولتاژ موجی قطع و وصل در طول خطوط انتقال در حدود ۲P.U. در نظر گرفته می شود. بدین ترتیب نصب برقگیرها در طول خطوط، اندازه فواصل هوایی ایزولا سیون را در خطوط موجود کاهش داده ، هزینه احداث خطوط نیز کاهش می یابد.



شکل ۸-۱۴. سطح ایزولاسیون خط با SIL.



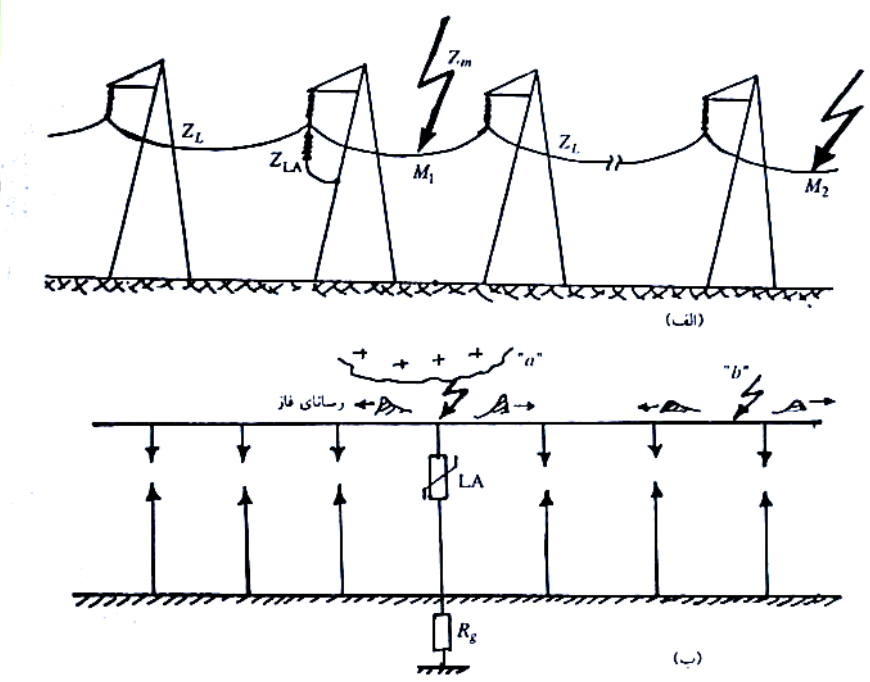
شکل ۸-۱۵. پروفیل ولتاژ موجی قطع و وصل در طول خط با تعداد شش برقگیر به فواصل مساوی در سرتاسر طول خط.

همان گونه که اشاره شد نصب برقگیرها در خطوط انتقال با مشکلات مکانیکی و الکتریکی متعددی همراه ا ست. از نظر مکانیکی وزن و حجم برقگیرها با بدنه چینی مخصوص در ردیف ولتاژهای انتقال قابل ملاحظه است و نصب آنها را در خط غیرممکن می سازد. تنها برقگیرها با بدنه پلی مر مجهز به یک ستون مقاومت های غیرخطی به منظور نصب در خط مناسب خواهند بود.

برآورد توانایی تخلیه برقگیرهای مورد نصب در خطوط انتقال انرژی: چنانکه دیده شد در ردیف ولتاژهای $U_n \geq ۳۰۰kv$ نصب برقگیرها در خطوط به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژهای قطع و وصل و یکنواخت کردن دامنه اضافه ولتاژها صورت می پذیرد، در حالی که برقگیر نصب شده در خط به طور مداوم در معرض ا ضافه ولتاژهای تخلیه جوی واقع بوده، صدمه و از بین رفتن خا صیت خطی مقاومت ها تحت تأثیر این نوع اضافه ولتاژها روی خواهد داد. این نوع اضافه ولتاژها که در پی تخلیه در مجاور برقگیرها ظاهر می شوند، جریان تخلیه قابل ملاحظه تا حدود ۵۰-۱۰۰kA را در برقگیر برقرار خواهند ساخت که موجبات صدمه کامل برقگیرها را فراهم خواهد ساخت. به همین علت توانایی تخلیه برقگیرها و نوع مناسب آنان با توجه به دامنه جریان های موجی تخلیه جوی و تعداد آنها با توجه به سطح اضافه ولتاژهای قطع و وصل [شکل ۸-۱۳ (ب)] تعیین می شود. افزایش توانایی تخلیه برقگیرها مستلزم تعداد بالای ستون مقاومت ها خواهد بود که با فزونی وزن و حجم برقگیر همراه بوده، نصب آنان را در خط غیرممکن می سازد. راه حل مناسب ابداع واریستورها با قطر و مشخصات مشابه و توانایی تخلیه $۸۰۰-۹۰۰A/cm^۲$ ا ست، در این صورت برقگیر با ا ستفاده از یک ستون مقاومت با حجم و قطر محدود چند سانتیمتر به منظور نصب در خط انتقال ساخته خواهد شد.

مشکل عمده احتمال صدمه و آسیب دیدگی واریستورها تحت تأثیر جریان های تخلیه جوی مداوم و ظهور اتصالی فاز- زمین از طریق برقگیر است که رفع آن مستلزم زمان طولانی قطع خط به منظور یافتن برقگیر آسیب دیده و تعویض آن است. مقابله با قطع خط به شرح فوق ایجاب می کند تا احتمال بروز صدمه در برقگیرها به حداقل ممکن کاهش یابد، آنچنان که در قبال تعداد قطعی های قابل قبول

خط به میزان یک بار در ده سال، احتمال صدمه در برقگیرها از یک بار در سی سال تجاوز نکند. به ازای احتمال صدمه به میزان یک بار در سی سال، در قبال جریان های تخلیه جوی ۵۰-۱۰۰kA، جریان تخلیه در برقگیر محاسبه می شود، جریان تخلیه برقرار شده در برقگیر به محل برخورد تخلیه جوی و فاصله آن از محل برقگیر بستگی دارد. خطرناک ترین نقطه تخلیه در خط از نظر برقگیر، محدوده اسپان مجاور آن است، نظیر تخلیه a در شکل ۸-۱۶ که احتمال آن ناچیز می باشد. جریان های دیگر از تخلیه ها در فاصله بین برقگیرها به طول ۴۰-۵۰km، برقرار می شوند، جریان برقرار شده در برقگیرها نا شی از این تخلیه ها محدود است، در عوض احتمال بروز آنها بالا ست (تخلیه b در شکل ۸-۱۶). برای هر دو حالت، احتمال تخلیه ها آن چنان که جریان برقرار شده در برقگیرها از مقدار قابل قبول تجاوز نکند، برآورد می شود.




شکل ۸ـ۱۶ . تخلیه بر خط مجهز به برقگیر. (الف) تخلیه بر اسپان مجاور برقگیر، (ب) تخلیه بر اسپانهای دور از برقگیرها.

اگر تخلیه در نقطه $M_1$ واقع در اسپان مجاور برقگیر روی دهد با توجه به مسیر جریان موجی و امپدانس معادل مسیر، جریان برقرار شده در برقگیر به دست می آید. طبق مدار معادل شکل ۸-۱۷ امپدانس معادل عبارت است از:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\frac{1}{Z_e}=\frac{1}{Z_M}+\frac{1}{Z_{LA}}+\frac{2}{Z_{\text{فاز}}} \qquad (۸-۲)$$

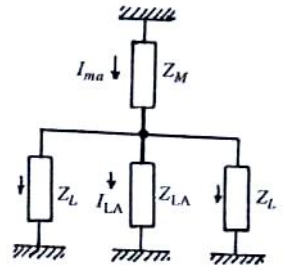
$Z_M$: امپدانس موجی کانال تخلیه جوی

$Z_{LA}$: امپدانس موجی برقگیر

$Z_{\text{فاز}}$: امپدانس موجی رساناهای فاز

جریان تخلیه جوی برقرار شده در رسانای فاز ناشی از تخلیه در نقطه $M_1$ با $I_{Ma}$ نشان داده می شود، در این صورت چنانچه جریان برقرار شده در برقگیر $I_{LA}$ فرض شود، جریان چنین است:

$$I_{Ma}=I_{LA}\frac{Z_{LA}}{Z_e} \qquad (۸-۳)$$



شکل ۸ـ۱۷. مدار معادل شکل ۸ـ۱۶(الف).

با توجه به مقدار $Z_e$ از رابطه (۸-۲)، رابطه (۸-۳) چنین است

$$I_{Ma}=I_{LA}\left(1+\frac{Z_{LA}}{Z_M}+2\frac{Z_{LA}}{Z}\right) \qquad (۸-۴)$$

با استفاده از رابطه (۸-۴) به ازای جریان قابل قبول برقگیر، جریان مجاز تخلیه جوی یا $I_{Ma}$ برآورد می شود. احتمال تخلیه های جوی با جریان $I_{Ma}$ به ا سپان مجاور، احتمال صدمه به برقگیر را م شخص می کند (احتمال تخلیه ها مربوط به جریان $I_{Ma}$ یا $P_{I>I_{Ma}}$ طبق رابطه (۴-۳ الف) برآورد می شود).

تعداد دفعات تخلیه برقگیر با جریان بیش از جریان $I_{Ma}$ که موجب آسیب به برقگیر را فراهم می سازد عبارت است از:

$$n_a=N_aP\ P_{t>I_{Ma}} \qquad (۸-۵)$$

P: احتمال تخلیه ها بر رسانای فاز علیرغم وجود سیم زمین، طبق رابطه (۷-۴ الف)

$N_a$ : تعداد متو سط تخلیه ها در دو ا سپان مجاور محل ن صب برقگیر در سال، که طبق رابطه زیر برآورد می شود.

$$N_a = N_D \frac{l}{۱۰۰} \times \frac{T_d}{۱۰۰}$$

l: فاصله نصب برقگیرها

$N_D$: تعداد تخلیه ها بر ۱۰۰ کیلومتر طول خط به ازای سطح ایزوکرنیک ۱۰۰ (۱۰۰ ساعت تخلیه در سال) که از رابطه زیر برآورد می شود:

$$N_D = ۵H_g + \frac{H_g^۲}{۳۰} + b$$

$H_g$: ارتفاع سیم که در حدود $H_g > ۳۰m$ در نظر گرفته می شود.

b: فاصله بین سیم های زمین

باانجام محاسبات طبق رابطه (۸-۵) تعداد دفعات تخلیه برقگیر که موجبات آسیب به ستون مقاومت ها را فراهم می سازد بر حسب جریان تخلیه ا سمی برقگیر محا سبه و ر سم می شود ( شکل ۸-۱۸). بدین ترتیب امتدادهای ۱ تا ۷ برای ردیف ولتاژهای اسمی مختلف حاصل می شوند.

برای تخلیه های جوی بر رساناهای فاز در فاصله بین دو برقگیر متوالی، در خارج از اسپانهای مجاور برقگیر، تخلیه های b، جریان برقرار شده در برقگیر خواهد بود:

$$I_{LA} = \frac{۲U_B}{Z + ۲Z_{LA}} \qquad (۸-۶)$$

$U_B$: دامنه ولتاژ موجی در محل برقگیر حاصل از انتشار ولتاژ موجی تخلیه در طول خط

این ولتاژ با توجه به دامنه ولتاژ در محل تخلیه طبق رابطه (۱-۱۳) محاسبه می شود:

$$k_B = \frac{U_B}{U_۰} = e^{-a\sqrt{l}}$$

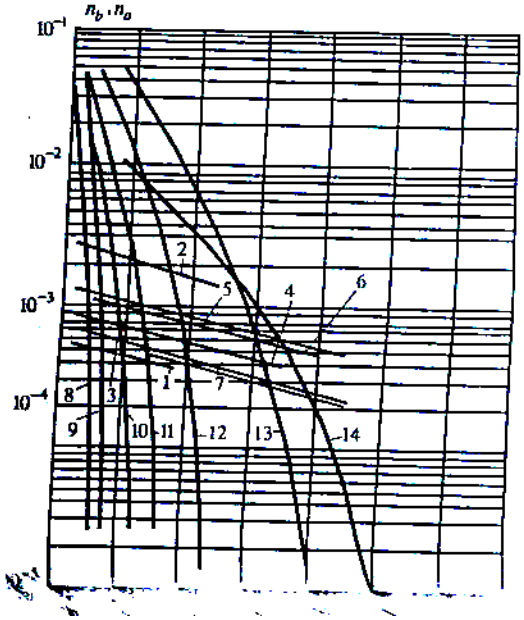
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ضـریب اسـتهلاک موج، a، برای خطوط انتقال انرژی $\alpha = ۰/۰۸(km)^{-۰/۵}$ اسـت، در این صـورت دامنه جریان تخلیه جوی بر حسب جریان برقرار شده در ستون مقاومت ها در برقگیر، خواهد بود.

$$I_{Mb} = I_{LA}\left(۱ + \frac{Z_{LA}}{Z_M} + \frac{۲Z_{LA}}{Z} + \frac{Z}{۲Z_M}\right)e^{a\sqrt{l}} \qquad (۷-۸)$$

تعداد دفعات تخلیه با جریان بیش از جریان $I_{Mb}$ که موجب آسـیب برقگیر می شـود، برای این حالت عبارت است از:

$$n_b = N_b P\ P_{t>I_{Mb}} \qquad (۸-۸)$$




با انجام محاسبات مشابه حالت تخلیه در اسپان مجاور، حالت a، تعداد $n_b$ محاسبه شده، بر حسب جریان تخلیه برقگیر در شـکل ۸-۱۸ رسـم شـده و با منحنی های ۸ تا ۱۴ نشـان داده شـده اند. ردیف ولتاژهای اسمی به کار برده شده در محاسبات در منحنی های رسم شده به شرح زیر است:

حاسبات در منحنیهای رسم‌شده به شرح زیر است:

| ولتاژ اسمی خط $U_n$(kV) | ۱۱۰ | ۲۲۰ | ۳۳۰ | ۵۰۰ | ۷۵۰ | ۱۱۵۰ | ۱۸۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شماره منحنی | ۱ و ۸ | ۲ و ۹ | ۳ و ۱۰ | ۴ و ۱۱ | ۵ و ۱۲ | ۶ و ۱۳ | ۷ و ۱۴ |

چنانکه ملاحظه می کنید با افزایش هر چه بیشـتر جریان تخلیه اسـمی برقگیرها، احتمال آسـیب دیدگی آنها به سـرعت کاهش می یابد. در قبال تخلیه ها در اسـپان های مجاور درصـد آسـیب دیدگی بر

حسب جریان تخلیه اسمی برقگیر به صورت خط افقی کاهش ناچیز را نشان می دهد. در حالی که در قبال تخلیه ها در فاصله دور از برقگیر جریان اسمی تخلیه برقگیر اثر قابل ملاحظه ای دارد و با افزایش آن، تعداد برقگیرهای آسیب دیده به سرعت کاهش می یابد.

**نصب برقگیرها در خطوط ویژه**

همچنان که اشاره گردید استفاده از بر قگیرها در طول خطوط انتقال انرژی علیرغم تأثیر قابل ملاحظه در ابعاد و اندازه های خطوط، کاهش تعداد قطعی ها و کاهش هزینه خط، به علت پاره ای مشکلات، تاکنون جنبه عمومی نیافته و به روش قابل قبول ا ستاندارد تبدیل نگشته ا ست. با این همه در موارد ویژه ، با توجه به مشکلات ظاهر شده در طی بهره برداری و بالا بودن تعداد قطعی ها به عنوان راه حل مناسب و اقتصادی به کار می رود. در این گونه موارد استفاده از برقگیرها به عنوان تنها راه حل مناسب و اقتصادی تشخیص داده شده است. برقگیرهای مورد نیاز نیز متناسب با مشخصات پروژه به طور مناسب طراحی و ابداع شده اند.

یک نمونه از موارد بالا، خط انتقال ۱۳۸kv در ایالت Virginia در کشور آمریکا بوده است. استفاده از برقگیرها پس از احداث خط و بهره برداری درازمدت، با توجه به بالا بودن تعداد قطعی ها و در پی انجام مطالعات لازم، به عنوان راه حل منا سب و اقتصادی تعیین و پیشنهاد شده ا ست. تهیه طرح شامل انجام مطالعات ومشخصات منا سب برقگیرها در سال ۱۹۸۰ آغاز شده ا ست و در سال های ۱۹۸۳ و ۱۹۸۴ برقگیرهای ساخته شده در خط نصب شده اند.

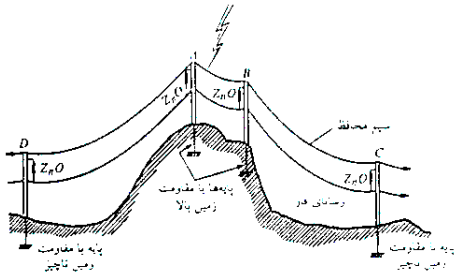
علت عمده قطعی ها در صد بالای قوس برگشتی بوده ا ست که تعداد محدود برجها با مقاومت بالا بالغ بر ۱۰۰-۲۰۰Ω رخ داده اند. در حالی که مقاومت زمین معمول برجها به منظور درصد قابل قبول قوس های برگشتی و قطعی های خط در کلیه خطوط انتقال انرژی به حدود ۱۰Ω بالغ می شود. با توجه به بررسی های انجام شده امکان کاهش مقاومت برجها به طریق ساده و با هزینه مناسب و اقتصادی مقدور نبوده است.

در شکل ۸-۱۹ مقطع بخشی از پروفیل خط مجهز به برجها با مقاومت زمین بالا و در شکل ۸-۲۰ نقشه شبکه نشان داده شده است، در شکل ۸-۲۰ خطوط با درصد بالای قطعی ها مشخص شده اند. بر طبق اندازه گیری های به عمل آمده، در صدبالای قطعی ها در خطوط نا شی از برجها با امپدانس بالا بوده است و محل برجها با رنگ سیاه مشخص شده اند. در جدول ۸-۴ مقاومت برجها و مشخصات خط نیز ارائه شده اند.

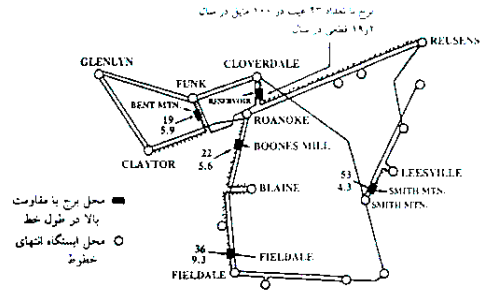
راه حل پیشنهادی عبارت از نصب برقگیر در فاصله برج و رسانای فاز بوده است با نصب برقگیر، از بروز قوس برگشتی جلوگیری شده، انتقال بارهای الکتریکی از بدنه برج به رسانای فاز از طریق برقگیر صورت می پذیرد. به عبارت دیگر برقگیر بارهای الکتریکی را به زمین منتقل نساخته بلکه از بدنه برج به رسانای فاز منتقل می سازد. بدین ترتیب عدم بروز قوس در فاصله ایزولاسیون موجب می شود تا امکان قطع خط فراهم نشود.

ikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۸-۱۹. پروفیل خط مورد نظر در بخشی از خط با درصد بالای قطعیها (درصد بالای فرسهای برگشتی).




شکل ۸-۲۰. خطوط با درصد بالای قطعیها در شبکه مورد نظر و نقاط با مقاومت زمین بالا برای برجها.

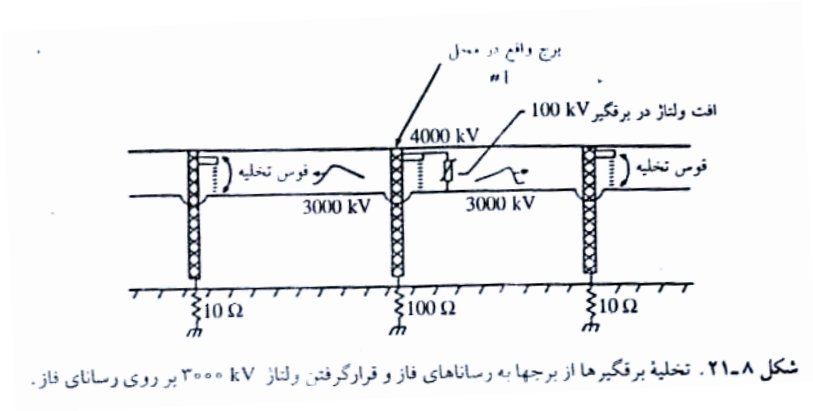
جدول ۸-۴ مشخصات خطوط با درصد بالای قطعیها، میزان درصد قطعیها و پیک جریانهای تخلیه جوّی

| نام خط | طول خط mile | تعداد برجها با مقاومت زمین بالا / مقاومت زمین برجها (Ω) | درصد قطعیها در سال | قطعیها در ۱۰۰ مایل در سال | پیک جریان تخلیه قبل از نصب برقگیر (kA) |
|---|---|---|---|---|---|
| Clayton - Matt | ۳۱ | ۵ / ۴۶ − ۸۰ − ۱۰۰ − ۱۹۴ − ۳۴ | ۵/۹ | ۱۹ | ۲۱ و ۳۳ |
| Smit. Mt - Leesvile | ۸ | ۵ / ۱۰۵ − ۱۳۰ − ۱۲۷ − ۶۵ − ۱۳۹ | ۴/۳ | ۵۳ | ۳۷ |
| Blaine - Fieldale | ۲۶ | ۴ / ۸۱ − ۱۳۹ − ۱۲۹ − ۱۰۱ | ۹/۳ | ۳۶ | ۴۸ |
| Blaine - Roanoke | ۱۸ | ۵ / ۳۵ − ۱۵۵ − ۱۰۰ − ۱۱۱ − ۵۵ | ۵/۶ | ۲۲ | ۴۸-۶۰ |
| Cloverdale - Revsens | ۴۵ | ۴ / ۳۲ − ۲۷ − ۱۸ − ۱۷ | ۱۹/۲ | ۴۳ | ۴۰ |

انتقال بارها از بدنه برج به رساناهای فاز، ولتاژ موجی را در رساناهای فاز ظاهر می سازد، دامنه ولتاژ موجی ظاهر شده در رساناهای فاز در پی انتقال بارها از بدنه برج قابل ملاحظه نبوده، ولتاژ موجی در طول رساناهای فاز منتشر شده موجبات بروز قوس و قطع خط را در برجهای مجاور فراهم می سازد. با توجه به بررسی های انجام شده و محاسبات صورت گرفته در مدل ساخته شده، در قبال ظهور ولتاژ موجی با پیک ۴۰۰۰kv در محل برج با مقاومت بالا، ولتاژ با پیک ۳۰۰۰kv در رسانای فاز در شکل ۸-۲۱ نشان داده شده است. ولتاژ موجی با پیک ۳۰۰۰kv در طول خط منتشر شده، در برجها با مقاومت زمین بالا شرایط تخلیه را فراهم نمی سازد ولی در برجها با مقاومت زمین محدود موجب تخلیه می شود. به همین علت در اولین برجها با مقاومت زمین ناچیز در محدوده ناحیه با مقاومت زمین بالا برقگیر به منظور انتقال بارها از

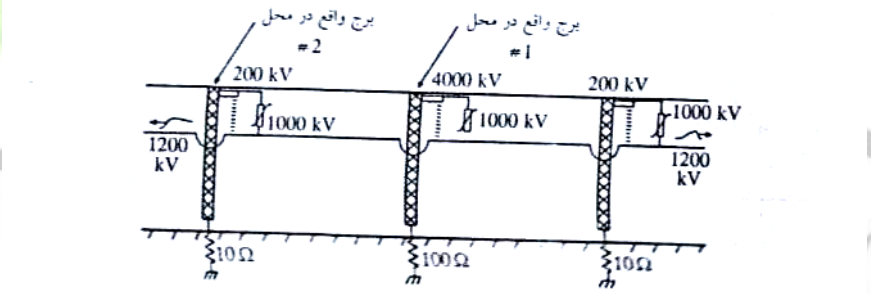
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بدنه برج به رسـانای فاز و در برجها با مقاومت محدود، ۱۰Ω به منظور انتقال بارها از رسـانای فاز به بدنه برج پیش بینی و نصب شده است که در شکل ۸-۲۲ دیده می شود.



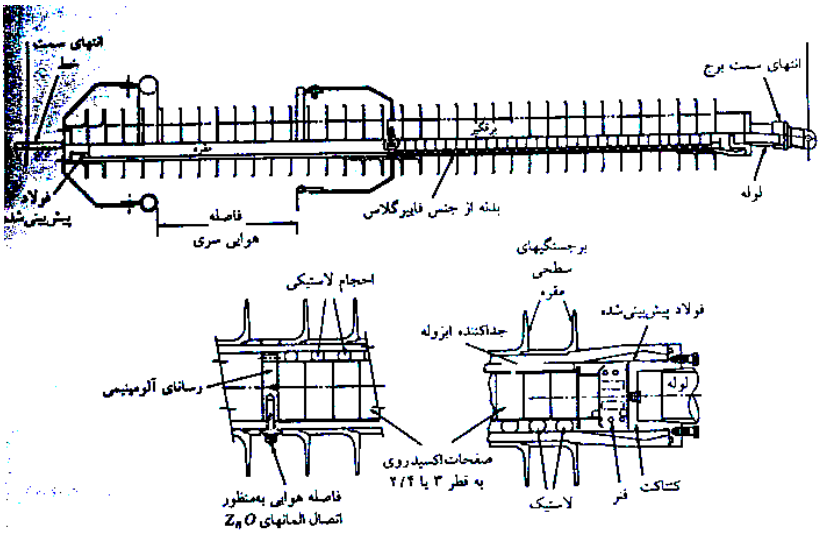
شکل ۸-۲۱. تخلیهٔ برقگیرها از برجها به رساناهای فاز و قرارگرفتن ولتاژ ۳۰۰۰ kV بر روی رسانای فاز.

به منظور مطالعه بیشتر در مورد نصب برقگیرها در پروژه فوق، توصیه می شود به مقاله های ارائه شده در منابع انتهای کتاب مراجعه شود.

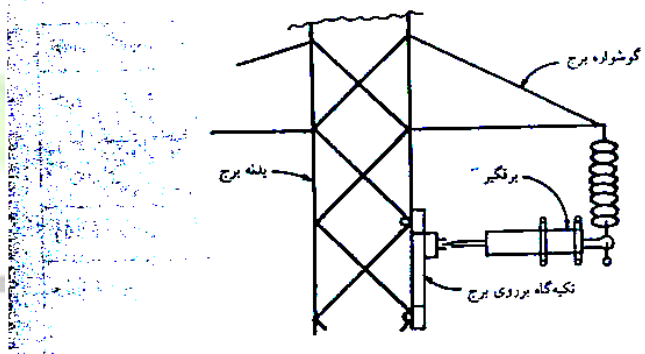


شکل ۸-۲۲. تخلیه برقگیرها از برجها به رساناهای فاز و از رساناهای فاز به برجها درنقاط با مقاومت زمین محدود.

برقگیر طراحی شـده به منظور نصـب در خط فوق شـامل سـتون مقاومت های غیرخطی با فاصـله هوایی سری، به صورت شاخک، بوده است. در شکل ۸-۲۳ ابعاد برقگیر و فاصله هوایی سری آن نشان داده شده اند.




شکل ۸ـ۲۳ . شکل ظاهری برقگیر مورد نظر .

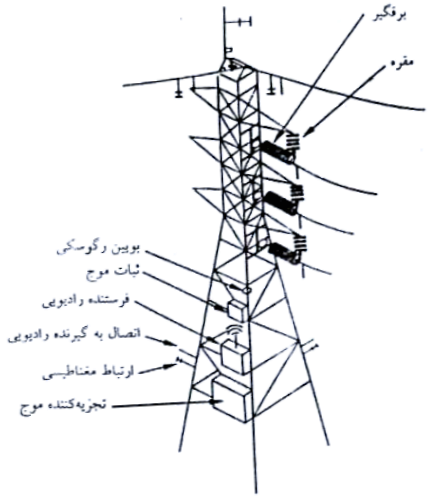



شکل ۸ـ۲۴ . نصب برقگیر در برج با مقاومت زمین ناچیز .

در شکل های ۸-۲۴ و ۸-۲۵ نصب برقگیر در خط نشان داده شده است. به منظور آگاهی و تهیه آمار کافی در مورد تعداد دفعات تخلیه بر برج و تخلیه برقگیر، همچنین مشخصات جریان های تخلیه جوی شامل دامنه و شیب، تجهیزات اندازه گیری الکترونیک و ثبت کننده همراه با ترانسفورماتورهای جریان در بدنه برج، طبق شکل ۸-۲۵ نصب شده اند. وظیفه و ساختار هر یک از تجهیزات فوق در مقاله های اشاره شده آورده شده اند. علاوه بر تجهیزات فوق برج مجهز به فرستنده مناسب بوده، اطلاعات تهیه شده به ایستگاه های مربوطه ارسال می شوند.

مشخصات برقگیرهای ساخته شده در جدول ۸-۵ ارائه شده اند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۸ـ۲۵. نصب تجهیزات کنترل از دور در برجها.

**جدول ۸ـ۵** مشخصات برقگیر پیش‌بینی‌شده با فاصله هوایی به‌منظور نصب در خط

| | |
|---|---|
| تحمل مکانیکی محفظه برقگیر | ۹۰۰۰ کیلوگرم تحمل بار کششی، ۱۲۵۰ بار فشار |
| جریان نشتی در صورت اتصال شاخکهای فاصله هوایی به یکدیگر | جریان نشتی ۱/۸ mA به‌ازای ولتاژ اسمی ۱۲۰ kV و المانها با قطر ۷۶ mm و یا المانها با قطر ۷۶ mm به‌ازای ولتاژ ۱۲۴ kV و المانها با قطر ۶۱ mm |
| ولتاژ تداخلات رادیویی | حداکثر ۵ μV در ولتاژ ۱۳۸ kV |
| ولتاژ تخلیه | به‌ازای جریان تخلیه ۱۰ kA معادل ۳۰۲ kV و با المانها به قطر ۷۶ mm و ۳۱۹ kV با المانها به قطر ۶۱ mm |

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**منابع:**

۱- ایزولاسیون و طرح ایستگاه های فشار قوی، تألیف طهامسبقلی شاهرخشاهی، ۱۳۷۳، تهران.

۲- برقگیرهای فشار قوی بدون فاصله هوایی، تألیف طهامسبقلی شاهرخشاهی، ۱۳۷۸، انتشارات دفینه، تهران.

۳- کاتالوگ فنی شرکت BBC تحت عنوان:

Overvoltage Protection of Medium-Voltage Cables, Publication NO: CH-A144540E.

۴- مقالات کنفرانس برگزار شده توسط IEE، تحت عنوان:

Lightning and Power Systems, Published by IEE, Publication NO: 236, 5-7 June 1984.

۵- رعد و برق و خطوط انتقال انرژی، تألیف طهامسبقلی شاهرخشاهی، ۱۳۶۵.

۶- طرح ایزولاسیون خطوط انتقال انرژی و محیط زیست، تألیف طهامسبقلی شاهرخشاهی، مؤسسه انتشارات ندا، ۱۳۷۳، تهران.

۷- تئوری انتقال انرژی وطرح خطوط مدرن، تألیف طهامسبقلی شاهرخشاهی، انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۱۳۷۸.

**۸- تئوری انتقال و طرح خطوط مدرن ، طهماسبقلی شاهرخشاهی، ۱۳۷۳**

**۹- برقگیرهای فشار قوی بدون فاصله هوایی، طهماسبقلی شاهرخشاهی، ۱۳۷۸**

**۱۰-سایت الکترونیکی جستجوگر google ، تعاریف برقگیرها**