انواع برقگیرهای فشار قوی و کاربرد آن در صنعت برق

تنظیم: محمد رضا پزشکیان
سایت : www.pezeshkian.ir
ایمیل : info@pezeshkian.ir

مقدمه

به منظور حفاظت از شبکه در مقابل اضافه ولتاژها و تخلیه آنها به زمین از برقگیر استفاده می شود اضافه ولتاژهایی که در شبکه ایجاد می شود یا ناشی از عوامل خارجی بوده نظیر صاعقه و یا ناشی از اختلالات داخلی سیستم نظیر کلید زنی ، اتصال کوتاه ، قطع ناگهانی بار ، عدم تنظیم ریگالوتوری ولتاژ و غیره می باشد
از وسایل حفاظتی محدود کننده ضربه برای حفاظت تجهیزات سیستمهای قدرت در برابر اضافه ولتاژها استفاده می شود یك وسیله حفاظتی محدود کننده ضربه باید اضافه ولتاژهای گذرا یا اضافه ولتاژهای که باعث تخریب تجهیزات شبکه می شوند را محدود و به زمین هدایت کنند و بتواند این کار را بدون اینکه آسیبی ببیند به دفعات تکرار کند. برقگیرها نسبت به سایر وسایل حفاظتی بهترین حفاظت را انجام می دهند و بیشترین مقدار حذف امواج گزرا را فراهم می کند. برقیگرها به صورت موازی با وسیله تحت حفاظت یا بین فاز و زمین قرار می گیرند انرژی موج اضافه ولتاژ به وسیله برقگیر به زمین منتقل می شوند.
پدیده تخلیه جوی و اضافه ولتاژهای ناشی از آن در ردیف عوامل اصلی تهویه ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی محسوب می شود . بخشی از پیش بینیها در هنگام طرح ایستگاه ها و انتخاب تجهیزات فشار قوی در شبکه های تولید و انتقال انرژی به منظور مقابله با این نوع اضافه ولتاژ ها و جلو گیری از صدمه به تجهیزات با ایزولاسیون داخلی در قبال آن می باشد .
بخش دیگر استفاده از برق گیر مناسب در خطوط انتقال و توزیع و پست های فشار قوی است

برقگیر های فشار قوی به منظور محافظت ایزو لاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی در قبال اضافه ولتاژهای تخلیه جوی و کلید زنی به کار برده می شود بدون اینکه موجبات اختلال در بهره برداری و تامین انرژی را فراهم نماید

خصوصیات تجهیزات حفاظتی در مقابل اضافه ولتاژها

- در مقابل ولتاژهای نامی از از خود عکس العمل نشان ندهند
- در مقابل اضافه ولتاژها عکس العمل سریع داشته باشند
- بعد از تخلیه اضافه ولتاژها به زمین سریعآ بتوانند به حالت قبل از تخلیه برگردند
- قابلیت عبور جریان های زیاد را داشته باشند
- از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند

سطح عایقی مبنا

- سطح عایقی مبنا : قدرت تحمل عایقی تجهیزات در مقابل اضافه ولتاژها می باشد که معمولآ برای تجهیزات دو نوع سطح عایقی تعریف می شود
- سطح عایقی داخلی : نظیر عایق روغنی ، کاغذ آغشته به روغن ، SF6
- سطح عایقی خارجی : نظیر مقره ها و عایق بیرونی تجهیزات

روشهای حفاظت شبکه در مقابل اضافه ولتاژها

- روش شیلدینگ جهت حفاظت خطوط انتقال : در این روش که همان سیستم گارد است رشته ای فولادی است که دارای فلش کمتری بوده و مستقیماً به دکل های فلزی زمین شده ارتباط دارد
- استفاده از چهار میله نوک تیز مخروطی شکل که معمولاً در چهار نقطه پست های انرژی نصب می شود
- استفاده از برقگیر ها در محل های مناسب شبکه

انواع برقگیر

- برقگیر نوع میله ای یا شاخه ای (جرقه ای)
- برقگیر سوپاپی (برقگیر با مقاومت غیر خطی)
- برقگیر اکسید روی
- برقگیر لوله ای
- برقگیر قوس طولانی

برقگیر شاخه ای

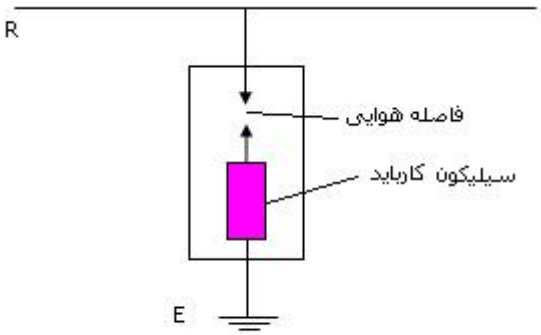
- این نوع برقگیر ها به صورت دو الکترود یا دو شاخك هستند که متناسب با ولتاژ در فاصله معين بين هادي وزمين قرار مي گيرند و در صورت بورز اضافه ولتاژ بين آن قوس الكتريكي برقرار مي شود . اين قوس باعث اتصال كوتاه گرديده از اضافه ولتاژ جلوگيري مي نمايد .البته باعث اختلال در امر برق رساني نيز مي گردد .در شبكه با قدرت كم، با شكل دادن به اين شاخكها ، پس از مدت نسبتا كوتاهي قوس خاموش مي شود و چون جريان اتصال كوتاه كم بوده ، خسارات ناشي از اتصال كوتاه وجود ندارد در صورت بروز اضافه ولتاژ، فاصله هوایی بین الکترود ها قوس الکتریکی برقرار می شود و به این ترتیباز اعمال اضافه ولتاژ به تجهیزلت جلوگیری می شود . از معایب اصلی برقگیر میله ای عدم توانای در خاموش نمودن جرقه است و هنگامیکه بر اثر صاعقه جرقه زده شد . این جرقه باقی خواهد ماند تا زمانیکه تجهیز بی برق شود

- درنتیجه پس از هر بار جرقه ، بایستی شبکه بی برق و مجددا برقدار شود . بطور کلی معایب این نوع برقگیر ها در برابرتنها مزیت آنها یعنی ارزان بودنشان بخاطر سادگی ساختار آن ، خیلی زیاد بوده . شامل موارد زیر می باشد .
- تداوم عبور جریان به زمین حتی پس از اضافه ولتاژ درنتیجه باعث عمل کردن وسایل حفاظتی و ایجاد وقفه در سیستم می شود.

- افت شدید ولتاژ فاز بخاطر اتصال کوتاه شدن فاز در لحظه عبور جریان از جرقه گیر
- ایجاد موج بریده شده که می تواند سیم پیچی دستگاه ها (اتوترانسفورماتور) را تهدید نماید .
- تحت تاثیر قرار گرفتن عملکرد آن با شکل موج اضافه ولتاژ و همچنین شرایط محیطی (فشار ، آلودگی ، رطوبت ،...)

برقگیر سوپاپی

- تا چندی قبل روش متداول حفاظت در مقابل صاعقه استفاده از برقگیرهای سیلیکون کارباید بود.
- این برقگیرها ار ترکیب یک سری فواصل هوایی با مقاومت ساخته می شوند و بر خلاف جرقه گیرها پس از عملکرد آنها شبکه قدرت قابلیت بازگشت به حالت اولیه را خواهد داشت . زیرا مقاومت مذکور جریان تخلیه را کاهش داده و به لحاظ هم فاز بودن تقریبی جریان و ولتاژ پس از به صفر رسیدن شکل موج ولتاژ نامی سیستم ، جریان مجدداً برقدار نمی شود
- مقاومت های این نوع برقگیرها از نوع غیر خطی هستند زیرا از یک طرف باید آن قدر کوچک شوند که توسط فواصل هوایی قابل قطع باشند و از طرف دیگر در ولتاژهای ضربه ای بصورتی باشند که در اثر تخلیه جریان های ضربه ای زیاد افت ولتاژ دو سر آنها از سطح حفاظتی تجهیزات کمتر شود . معمولاً این مقاومت ها از نیمه هادی سیلیکون کارباید ساخته می شوند که دارای خاصیت مذکور می باشند



- برقگیر سیلیکون کارباید یک مقاومت با مشخصه غیر خطی V-I به صورت سری با فاصله هوایی می باشد . وقتی اضافه ولتاژ از حد ولتاژ جرقه در دو سر فصله هوایی افزایش امپدانس مسیر جرقه از افزایش شدید جریان جلوگیری می کند فاصله هوایی جرقه که به آن فاصله جرقه اکتو گفته می شود ، طوری طراحی می گردد که بعد از چند بار جرقه زدن در اثر اضافه ولتاژ ، جرقه مسدود گردد
- برقگیرهای سیلیکون کارباید به هیچ عنوان نباید تحت اضافه ولتاژهای با فرکانس قدرت عمل کنند زیرا باعث ایجاد اتصال کوتاه به زمین و عبور انرژی زیاد از خود شده و از بین می روند
- برقگیرهای sic سطح اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه و کلید زنی را به حد مشخصی کاهش می دهند که این حد بستگی به ولتاژ نامی برقگیر دارد
- اضافه ولتاژ کلید زنی با انرژی بالا که جریان تخلیه زیادی را برای مدت طولانی اعمال می کند ممکن است باعث سوختن الکترود های برقگیر شود و لذا این مسئله باعث محدودیت در کاربرد این نوع برقگیر می شود و همچنین باعث می شود که سطح استقامت عایقی بالاتری برای تجهیزات انتخاب شود تا در اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی عمل نکند
- در برقگیرهای جدید Sic برای کاهش تلفات برقگیر (افزایش طول عمر و قدرت تحمل انرژی) و برای خاموش کردن جرقه در فاصله هوایی پس از حذف موج و در نتیجه قطع جریان ، از روشهای مغناطیسی استفاده می شود

- برقگیر Sic با خاموش کننده مغناطیسی سه برابر بیشتر از نوع معمولی آنها قابلیت تحمل انرژی را دارا می باشد ، زیرا تلفات جریان متعاقب موج به حداقل مقدار خود می رسد این نوع برقگیرها در شبکه های با ولتاژ بالا کاربرد دارند

برقگیر اکسید فلزی

- نوع جدیدی برقگیر دارای بلوک های با مقاومت الکتریکی غیر خطی و ازجنس اکسید فلزات می باشند . این بلوکها به MOV مشهور می باشند . از آنجا که حدود ۹۵/ از مواد تشکیل دهنده بلوک های MOV را اکسید روی ZNO تشکیل می دهد ، به آنها برقگیر های ZNO نیز گفته می شود . اجزا تشکیل دهنده برقگیر ZNO شامل اکسید روی و مقادیر کمی از اکسید دیگر فلزات از قبیل بیسموت ، کبالت ، آنتیموان ، و اکسید منگنز می باشد ذرات بسیار ریز اکسید روی و اکسید فلزات دیگر پس از فشرده شدن به صورت دیسک در اندازه های معین شکل می گیرند . سپس این دیسکها در درجه حرارت بالا پخته به صورت سری در محفظه استوانه ای شکل قرار گرفته وبرقگیر ZNO را تشکیل می دهند .

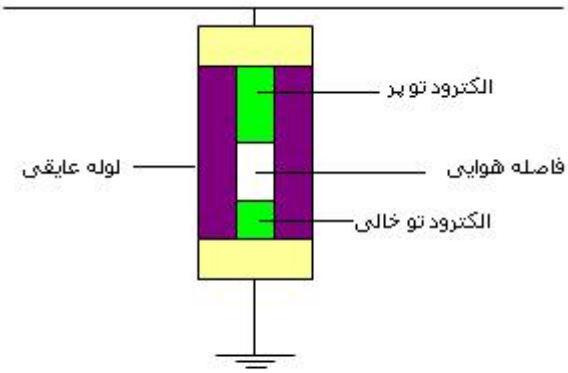
- بلوك ZNO داراي يك مشخصه ولتاژ – جريان كاملا غير خطي مي باشند و داراي قابليت بالا براي جذب انرژي موج هستند . دنباله جريانه دراين نوع برقگيرها وجود ندارد ، يعني جريان با كاهش اضافه ولتاژ ضربه اي كاهش مي يابد و با ولتاژ متناوب (ولتاژ سيستم) ادامه پيدا نمي كند از اين رو برقگيرها در عمل كمتر از برقگير ها ي با فاصله هواي گرم مي شوند و تكرارعمل آنها كمتر مشكل ايجاد مي نمايد .
- از ديگر مزاياي اين نوع برقگير ها ، سرعت عملكرد در پيشاني موج است . به اين معني كه تاخيري كه در برق گيرهاي با فاصله هواي وجود دارد . دراين نوع برقگير ها خيلي كمتر است.
- يكي از مشكلات برقگيرهاي ZNO ، جريان نشتي در فركانس قدرت مي باشد . اين جريان در حد ميلي آمپر است. ولي ممكن است با تكرار عملكرد برقگير ، لايه عايق بين دانه هاي اكسيد روي سوخته شود و باعث افزايش جريان

نشتي گردد . مساله ديگر ، تغيير مقاومت براثر درجه حرارت است اين تغيير در جريان هاي كم بيشتر محسوس است ولي بهر حال با كاهش مقاومت تحت ولتاژ نامي شبكه براثر درجه حرارت ، احتمال گرم شدن و كاهش مقاومت و افزايش درجه حرارت وجود دارد

- با اين وجود اين مشكلات ، اما به خاطر مزاياي زياد برقگيرها ZNO نسبت به انواع ديگر برقگيرها ، استفاده از اين برقگيرها متداول شده است و به تدريج جايگزين برقگيرها ديگر مي گردند . بعضي از مزاياي برقگيرها ZNO عبارتند از
- ١- كارائي بهتر نسبت به ساير برقگيرها (بهتر از ساير برقگيرها ، اضافه ولتاژ را كنترل مي كند)
- ٢- پراكندگي كم ولتاژ پسماند و همچنين داراي ولتاژ پسماند خيلي كم
- ٣- داراي تاخيرزماني خيلي كم
- ٤- برگشت طبيعي به وضعيت اوليه يا مدار باز
- ٥- داراي مشخصه ولت – جريان خطي تر از برق گير sic
- ٦- داراي سطح حفاظتي خيلي خوب
- ٧-داراي جريان نشتي پايين در شرايط كار نامي سيستم (حداقل تلف توان در شرايط كار عادي
- ار مهمترين عيب هاي برقگير هاي zno ، قيمت زياد آنها نسبت به ديگر برقگير هاست و ديگر اينكه برقگير هاي zno در سيستم هاي داراي ولتاژ قابل ملاحظه ، بيشتر از برق گيرهاي sic در معرض خطر و آسيب ديدگي قرار مي گيرند .
- به طور خلاصه مزايا اين برقگير نسبت به برفگيرهای هم رده آن را می توان چنين بيان كرد
- حجم و ابعاد كوچكتر
- ساخت راحتتر
- جريان نشتی كمتر
- سرعت عملكرد بيشتر
- به دليل مزايای فوق در رده ولتاژهای بالا از اين نوع برقگير استفاده می گردد

برقگير لوله ای

- اين نوع برقگير شامل يک فاصله هوايی برای جرقه زدن در فضا و يک فاصله ديگر در درون يک محفظه مخصوص كه با هم به صورت سری قرار دارند می باشد .
- اين نوع برقگير ها به منظور كوتاه كردن زمان عبور جريان هدايت شونده (پرهيز از وقوع اتصال كوتاه) تهيه شده اند .
در برقگيرهای لوله ای جريان هدايت شونده پس از يک يا چند پريود در اثر گازی كه خود برقگير توليد می كند از بين می رود و از اين جهت می توان آن را برقگر جرقه خاموش كن نيزناميد
- برقگير لوله ای از يک لوله عايق از جنس فيبر لاستيک سخت تشكيل شده و در داخل آن يک الكترود فلزی تو پر و يک الكترود فلزی تو خالی قرار دارد



- الکترود تو خالی مستقیم به دکل یا سیم زمین متصل می شود ولی بین الکترود تو پر و فاز شبکه یک فاصله هوایی وجود دارد . هر گاه اضافه ولتاژی بین فاز و برقگیر قرار بگیرد فاصله هوایی و فاصله بین الکترود ها توسط جرقه اتصال کوتاه می شود و در اثر این جرقه شبکه اتصال زمین می شود و جریان زیادی از برقگیر می گذرد که سبب بخار شدن قسمتی از سطح داخلی لوله می شود این گاز فشار داخلی لوله را با وجود اینکه سوراخ لوله الکترود انتهایی به خارج راه دارد بحدی بالا می رود که با سرعت زیاد از سوراخ خارج می شود
- جریان سریع گاز الکترون های موجود بین دو الکترود را با خود به خارج حمل می کند جرقه را خنک کرده و در ضمن طول قوس را بحدی زیاد می کند که پیوستگی قوس از بین می رود و قوس می شکند
- و به این ترتیب پس از یک یا چند پریود ، به علت اینکه حامل های بارهای الکتریکی در مسیر قوس موجود نیستند جرقه خاموش شده مجدداً روشن نمی شود و برای همیشه خاموش می ماند و جریان اتصال کوتاه قطع می گردد.
- از برقگیرهای لوله ای بیشتر در شبکه های با ولتاژ ۱۰ تا ۳۰ کیلو ولت استفاده می شود
- از معایب این برقگیر می توان به ناتوانی در محدود کردن دامنه جریان هدایت شده و همچنین بالا بودن ولتاز جرقه این نوع برقگیر اشاره کرد

مشخصات فنی برقگیر ها

- ولتاژ نامی : حداکثر مقدار موثر ولتاژی است که در صورت اعمال در سر برقگیر باعث عملکرد برقگیر نخواهد شد
- ولتاژ عملکرد : حداقل مقدار موثر ولتاژی است که در صورت اعمال در سر برقگیر باعث عملکرد برقگیر خواهد شد
- جریان تخلیه نامی : حداکثر جریانی است که برقگیر در حین تخلیه می تواند تحمل کند
- فرکانس نامی : همان فرکانس شبکه ای است که برقگیر در آن نصب شده که معمولاً ۵۰ تا ۶۰ هرتز است
- کلاس تخلیه طولانی برقگیر : حداکثر زمانی که طول می کشد تا جریان تخلیه را به زمین عبور و تخلیه نماید
- کلاس دریچه اطمینان : در صورتی که جریان تخلیه از حد نامی بیشتر باشد و یا مدت زمان عبور جریان تخلیه زیاد باشد در داخل برقگیر گاز جمع شده و باعث ترکیدن برقگیر خواهد شد جهت جلوگیری از این عمل با نصب این دریچه گازه ها از این دریچه خارج شده و از ترکیدن برقگیر جلوگیری خواهد شد
- ولتاژ باقی مانده : در حین تخلیه جریانی از برقگیر عبور می کند این جریان اگر در امپدانس مسیر ضرب شود ولتاژی بدست می آید که در سر برقگیر قرار می

گیرد که BIL (سطح عایقی مبنا) بر مبنای این ولتاژ ضربدر ۲۰% بدست می آید

- به طور خلاصه پارامترهای مهم برای انتخاب برقگیر مناسب جهت حفاظت عایقی را می توان به صورت زیر عنوان نمود
- ماکزیمم ولتاژ کار دائم (MCOV)
- ولتاژ نامی(Ur)
- جریان تخلیه نامی (۸,۲۰ µsec)
- ماکزیمم جریان ضربه قابل تحمل (٤,۱۰ µsec)
- قابلیت تحمل جذب انرژیW

ولتاژاستاندارد برای برقگیرها

- ۱۰,۵-۱۲-۱۹-۱۸-۲۱-۲۷-۲۷-۳۰-۳۳-۳۶
- ۳۹-۴۲-۵۱-۵۴-۶۰-۷۵-۸۴-۹۶-۱۰۲-۱۰۸
- ۱۲۰-۱۲۶-۱۳۸-۱۵۰-۱۷۴-۱۸۰-۱۹۸

تست های برقگیر

- تست های نمونه ای : این تست ها روی یک یا چند تا از برقگیرها به صورت تصادفی صورت می پذیرد ، که از این نمونه تست می توان تست ضربه رو مثال زد
- تست های روتین : ان تست ها در کارخانه و در محل نصب انجام می پذیرد . که از این نمونه تست می توان به تست نشتی جریان برقگیر ، ولتاژ باقیمانده ، تست شمارنده اشاره نمود

- محل های نصب برقگیر
- محل های مناسب برای نصب برقگیر در شبکه
- در ابتدای خطوط ورودی و خروجی پست های فشار قوی
- در خروجی ژنراتورها
- طرفین ترانس های قدرت
- روی سیم پیچ سوم ترانس ها
- طرفین بانکهای خازنی و راکتور ها
- روی خطوط توزیع انرژی و کوهستانی و محل هایی با سابقه صاعقه

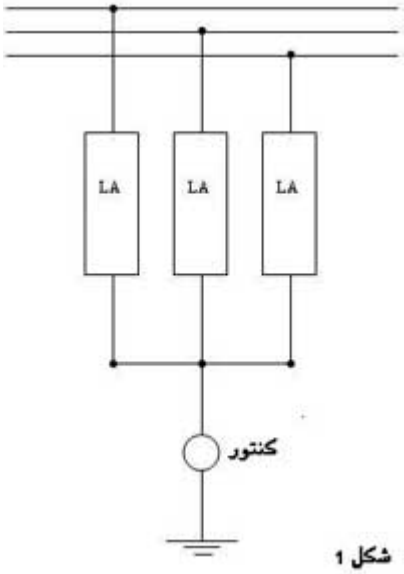
کنتور برقگیر

- شمارنده یا کنتور برقگیر تعداد عملکرد برقگیر را نشان می دهد
- کنتورها به دو منظور مورد استفاده قرار می گیرند
- تخمین باقیمانده عمر برقگیر
- تعین نوع محل عبور خط از نظر تعداد دفعات رعد و برق و اضافه ولتاژها

نحوه اتصال کنتور

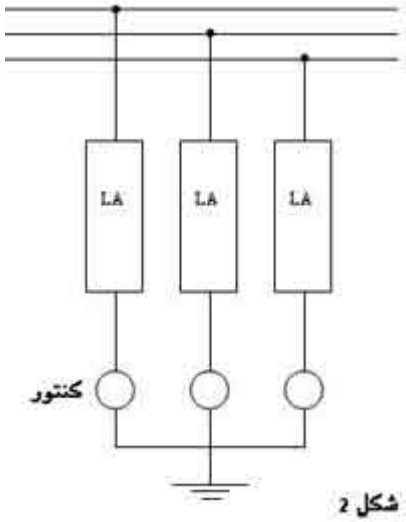
کنتور بر روی برقگیر به دو صورت قرار می گیرید

- یک کنتور برای سه فاز (شکل ۱)



شکل 1

- به ازای هر فاز یک کنتور (شکل ۲)



شکل 2

خصوصیات یک برقگیر خوب

- در ولتاژ نامي شبکه به منظور کاهش تلفات داراي امپدانس بي نهايت باشد (همانند مقره)
- در اضافه ولتاژ ها به منظور محدود سازي سطح ولتاژ داراي امپدانس کم باشد .
- تواناي دفع يا ذخيره انرژي موج اضافه ولتاژ را بدون آنکه خود صدمه ببيند . داشته باشد .
- پس از حذف و عبور اضافه ولتاژ بتواند به شرايط مدار باز (حالت کار عادي) برگردد.

عوامل مهم در آسیب دیدگی برقگیرها

- نفوذ رطوبت و آلودگی
- اضافه ولتاژهای گزرا و موقتی
- عدم انطباق شرایط بهره برداری با مشخصه برقگیر (طراحی غلط)
- عوامل ناشناخته

تنظیم: محمد رضا پزشکیان
سایت : www.pezeshkian.ir
ایمیل : info@pezeshkian.ir