دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان :

علل اختلال و نحوه انتخاب برقگیر جهت حفاظت شبکه در مقابل اضافه ولتاژ

استاد راهنما : جناب آقای دکتر جلیل زاده

نگارش : مهدی علوی

اسفند ۹۵

فهرست مطالب

فصل ۱ : بررسی انواع اضافه ولتاژها در سیستمهای قدرت و علل پیدایش آنها ۱

۱ ۱ مقدمه ۲

۱ ۲ انواع مختلف اضافه ولتاژها در شبکه ۲

۱ ۳ اضافه ولتاژهای صاعقه ۳

۱ ۴ مشخصه اضافه ولتاژهای صاعقه ۳

۱ ۵ اضافه ولتاژهای کلید زنی (قطع و وصل) ۴

۱ ۵ ۱ موج استاندارد قطع و وصل یا کلید زنی ۵

۱ ۵ ۲ علل بروز اضافه ولتاژهای کلید زنی ۶

۱ ۵ ۳ اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی جریان‌های سلفی و خازنی ۶

۱ ۵ ۴ اضافه ولتاژهای کلید زنی ناشی از تغییرات ناگهانی بار ۶

۱ ۶ اضافه ولتاژهای موقت ۷

۱ ۶ ۱ خطاهای زمین ۷

۱ ۶ ۲ تغییرات ناگهانی بار ۹

۱ ۶ ۳ اثر فرانتی ۱۰

۱ ۶ ۴ تشدید در شبکه ۱۱

۱ ۶ ۵ تشدید در خطوط موازی ۱۲

فصل ۲- نحوه تعیین پارامترهای برقگیر جهت حفاظت از شبکه در مقابل اضافه ولتاژها ۱۴

۲ ۱ مقدمه ۱۵

۲ ۲ برقگیرهای اکسید روی ۱۵

۲ ۳ ساختمان مقاومتهای غیر خطی ۱۶

۲ ۴ منحنی – ولت – آمپر غیر خطی مقاومتها ۱۶

۲ ۵ پایداری حرارتی، اختلال حرارتی ۱۷

۲ ۶ تعاریف و مشخصات برقگیرهای اکسید روی ۱۹

۲ ۶ ۱ ولتاژ نامی (U_r) ۱۹

۲ ۶ ۲ مقدار حقیقی ولتاژ بهره برداری ۲۰

۲ ۶ ۳ حداکثر ولتاژ کار دائم (U_c) ۲۰

۲ ۶ ۴ فرکانس نامی ۲۰

۲ ۶ ۵ ولتاژ تخلیه (Ures) ۲۰
۲ ۶ ۶ مشخصه حفاظتی برقگیر ۲۱
۲ ۶ ۷ نسبت حفاظتی ۲۱
۲ ۶ ۸ حاشیه حفاظت ۲۱
۲ ۶ ۹ جریان مبنای برقگیر (I_{ref}) ۲۲
۲ ۶ ۱۰ ولتاژ مرجع (U_{ref}) ۲۲
۲ ۶ ۱۱ جریان دائم برقگیر (I_C) ۲۲
۲ ۶ ۱۲ جریان تخلیه نامی برقگیر (I_n) ۲۲
۲ ۶ ۱۳ قابلیت تحمل انرژی ۲۲
۲ ۶ ۱۴ کلاس تخلیه برقگیر ۲۳
۲ ۷ انتخاب برقگیرها ۲۳
۲ ۷ ۱ کلاس تخلیه ۲۴
۲ ۷ ۲ انتخاب ولتاژ نامی و ولتاژ کار دائم برقگیر ۲۴
فصل ۳- بررسی علل ایجاد اختلال در برقگیر ۲۶
۳ ۱ مقدمه ۲۷
۳ ۲ اشکالات مربوط به طراحی و ساخت برقگیر ۲۷
۳ ۳ پایین بودن کیفیت قرص‌های وریستور ۳۰
۳ ۴ پیرشدن قرص‌های اکسید روی تحت ولتاژ نامی در طول زمان ۳۱
۳ ۵ نوع متالیزاسیون مورد استفاده روی قاعده قرص های اکسید روی ۳۲
۳ ۶ عدم کیفیت لازم عایق سطحی روی وریستورها ۳۴
۳ ۷ اشکالات مربوط به انتخاب نوع برقگیر و محل آن در شبکه ۳۵
۳ ۷ ۱ پایین بودن ظرفیت برقگیر مورد انتخاب نسبت به قدرت صاعقه های موجود در محل ۳۵
۳ ۷ ۲ پایین بودن ولتاژ آستانه برقگیر انتخاب شده نسبت به سطح TOV ۳۶
۳ ۸ اشکالات ناشی از نحوه نگهداری و بهره‌برداری از برقگیر ۳۷
۳ ۸ ۱ وجود تخلیه جزئی در داخل محفظه برقگیر ۳۷
۳ ۸ ۲ آلودگی سطح خارجی محفظه برقگیر ۳۷
۳ ۸ ۳ اکسید شدن و خرابی اتصالات خارجی برقگیر ۳۸
فصل ۴- شناسایی پدیده فرورزونانس و شبیه سازی ۳۹
۴ ۱ مقدمه ۴۰
۴ ۲ شناسایی پدیده فرورزونانس ۴۱

۴ ۳ فرورزونانس ۴۲
۴ ۳ ۱ فرورزونانس سری یا ولتاژی ۴۲
۴ ۳ ۲ فرورزونانس موازی یا فرورزنانس جریانی ۴۴
۴ ۴ طبقه‌بندی مدلهای فرورزونانس ۴۶
۴ ۴ ۱ مدل پایه ۴۶
۴ ۴ ۲ مدل زیر هارمونیك ۴۷
۴ ۴ ۳ مدل شبه پریودیك ۴۸
۴ ۴ ۴ مدل آشوب گونه ۴۸
۴ ۵ شناسایی فرورزنانس ۴۸
۴ ۶ شبیه سازی صاعقه ۵۰
۴ ۷ شبیه سازی برقگیر ۵۲
۴ ۸ نتیجه گیری و پیشنهادات ۵۳
منابع و مراجع ۵۳

مقدمه

در سیستم های قدرت و شبکه های انتقال و توزیع انرژی الکتریکی، تك‌تك تجهیزات نقش اساسی دارند و بروز هرگونه عیبی در آنها، ایجاد اختلال در شبکه، اتصال کوتاه و قطع برق را به همراه دارد. خاموشی و جایگزینی تجهیزات معیوب هزینه‌های هنگفتی را به شبکه تحمیل می‌نماید.

لذا بررسی و تحلیل بروز عیب در تجهیزات از اهمیت خاصی برخوردار می باشد و در صورت شناخت این عیوب و سعی در جلوگیری از بروز آنها از هدر رفتن سرمایه اقتصادی کشور جلوگیری به عمل می‌آید.

برقگیرها از جمله تجهیزاتی هستند که جهت محدود کردن اضافه ولتاژهای گذرا (صاعقه و کلیدزنی) در شبکه های انتقال و توزیع به کار می‌روند. برقگیرها ضمن اینکه حفاظت تجهیزات در مقابل اضافه ولتاژهای گذرا را بر عهده دارند، باید در مقابل اضافه ولتاژهای موقتی از خود واکنشی نشان ندهند و همچنین با توجه به شرایط محیطی منطقه مورد بهره‌برداری، نظیر رطوبت و آلودگی، عملکرد صحیح و قابل قبولی را ارائه دهند.

هدف پروژه

در این پروژه ابتدا به بررسی انواع اضافه ولتاژهای محتمل در شبکه های قدرت پرداخته می‌شود، سپس برقگیرها به عنوان یکی از تجهیزات مهم برای محدود کردن این اضافه ولتاژها معرفی شده و چگونگی طراحی و تعیین پارامترها و مشخصات برقگیر جهت حفاظت مناسب از شبکه مورد بحث قرار می‌گیرد.

در فصل سوم عوامل کلی که سبب اختلال در عملگرد برقگیر می‌شوند مورد بررسی قرار می‌گیرند. در فصل چهارم با استفاده از نرم افزار **matlab** صاعقه و برقگیر شبیه‌سازی شده و شکل موج اضافه ولتاژهای تولید شده در شبکه در زمان وقوع حادثه محاسبه و ترسیم شده است.

فصل ۱ : بررسی انواع اضافه ولتاژها در سیستمهای قدرت و علل پیدایش آنها

۱ ۱ مقدمه

سطح ایزولاسیون به عنوان یکی از پارامترهای مهم در طراحی شبکه مطرح است و ارتباط مستقیمی با اضافه ولتاژهای موجود در شبکه دارد. افزایش ولتاژ از مقدار نامی خود، به اضافه ولتاژ در شبکه موسوم است.

از آنجائی که ظهور اضافه ولتاژ در شبکه اجتناب ناپذیر است، لذا احتمال بروز قوس در ایزولاسیون و ماده ایزوله در شبکه همراه وجود دارد. کاهش درصد بروز قوس‌ها و اتصالی‌ها مستلزم شناخت کامل اضافه ولتاژها، انواع مختلف آنها، شرایط ایجاد و پدید آمدن آنها و همچنین نحوه تاثیر آنها در ایزولاسیون شبکه است و در صورت برخورداری از چنین شناختی، انتخاب مشخصات مناسب شبکه و تجهیزات موجود در آن امکان پذیر می‌گردد.

۲ ۱ انواع مختلف اضافه ولتاژها در شبکه

کلیه اضافه ولتاژهای ظاهر شده در شبکه بر حسب شکل و یا منبع بروز خود، تقسیم بندی می‌شوند. که می‌توان آنها را به شرح زیر تقسیم بندی نمود:

- اضافه ولتاژهای صاعقه
- اضافه ولتاژهای کلیدزنی
- اضافه ولتاژهای موقتی

بلکه با توجه به عامل بوجود آورنده نیز به دو دسته داخلی و خارجی تقسیم می‌شوند. بر اساس این تقسیم‌بندی اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه به اضافه ولتاژ خارجی و دو نوع دیگر به اضافه ولتاژهای داخلی موسوم است.

۱ ۳ اضافه ولتاژهای صاعقه

در پی تخلیه جوی الکتریکی بر قسمتهای مختلف شبکه، بارهای الکتریکی انباشته در ابرها و فصل از طریق کانال یونیزه تشکیل شده در فضا بصورت قوس مرئی رعد و برق در قسمتهای مختلف شبکه تخلیه گشته، اصطلاحاً به تخلیة جوی الکتریکی موسوم است.

تخلیه بارهای الکتریکی جوی، موجبات افزایش ولتاژ را به طور لحظه‌ای در محل تخلیه فراهم ساخته، ولتاژ موجی با سرعت نور در طول هادی‌های فاز منتشر می‌شود و اضافه ولتاژهای تخلیه جوی را در شبکه پدید می‌آورد.

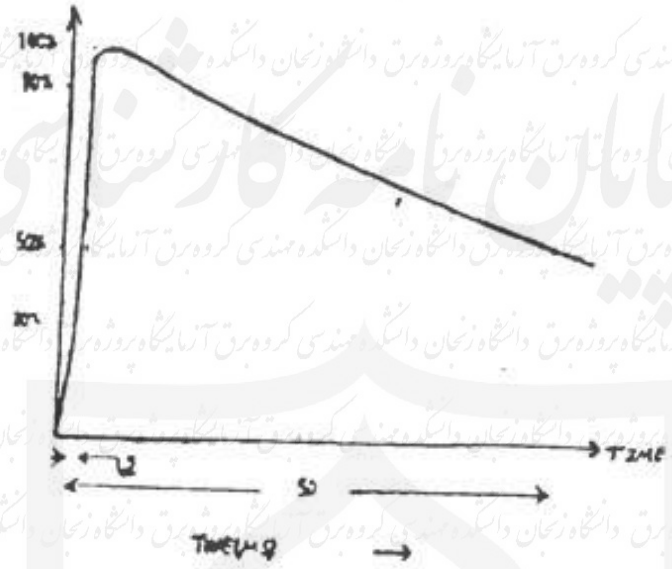
شکل (۱-۱): انواع مختلف اضافه ولتاژها در شبکه[۱]

اضافه ولتاژهای موجی رعد و برق حداکثر سرعت افزایش را در میان انواع مختلف اضافه ولتاژهای موجی دارا می‌باشند. سرعت افزایش آنها در حدود ۵۰۰۰-۵۰۰ کیلوولت بر میکروثانیه متغیر است.

۱ ۴ مشخصه اضافه ولتاژهای صاعقه

اضافه ولتاژهای صاعقه می‌توانند با یك موج صاعقه استاندارد μsec ۲/۵۰ مطابق شکل زیر مدل شوند. به عبارت دیگر این دسته امواج غیر پریودیکی دارای زمان پیشانی حدود یك و نیم میکروثانیه و زمان پشت موج در حدود چند ده میکرو ثانیه هستند.

با توجه به شیب پیشانی این دسته اضافه ولتاژها، تنش بیشتری روی عایق بندی طولی پیچکهای اندوکتیو اعمال می‌کنند و به دلیل زمان کوتاهتر، عموماً تنش قابل برای عایق بندی در مقایسه با امواج کلیدزنی با دامنه یکسان قدری بیشتر خواهد بود. میزان تنش تحمل شده بستگی به نوع عایق خواهد داشت.



شکل (۱-۲): موج استاندارد صاعقه[۱]

۱ ۵ اضافه ولتاژهای کلید زنی (قطع و وصل)

اضافه ولتاژهای قطع و وصل به صورت موج در شبکه ظاهر گردیده و از نظر شکل و تغییرات لحظه‌ای خود، کاملاً مشابه اضافه ولتاژهای موجی تخلیه جوی هستند. تفاوت عمده در زمان پیشانی و زمان استهلاك یا کاهش دامنه موج بوده، سرعت افزایش دامنه ولتاژهای موجی قطع و وصل به حدود چند کیلوولت بر میکروثانیه بالغ می‌گردد.

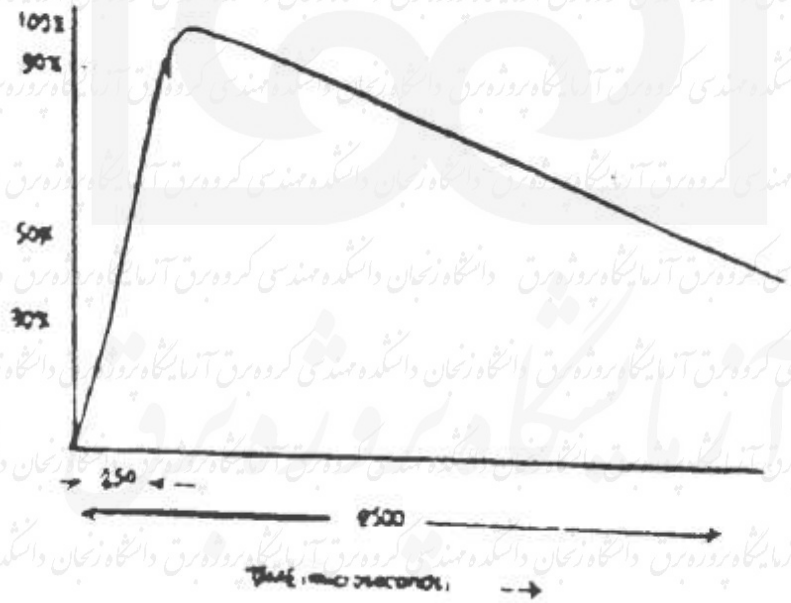
چون این اضافه ولتاژها از عوامل و تجهیزات داخلی شبکه ناشی می‌گردند لذا به اضافه ولتاژهای داخلی موسوم می‌باشند. اضافه ولتاژهای موجی قطع و وصل در پی قطع و وصل کلیدها و لحظات گذرای ظاهر شده در آنان نتیجه شده در آنان نتیجه گردیده، لذا اضافه ولتاژهای گذرا نیز نامیده می‌شوند.

بدین ترتیب منبع بروز این اضافه ولتاژها، رژیم گذرای ظاهر شده در شبکه ها بوده و خصوصیات اضافه ولتاژها بستگی کامل به کمیات، مشخصات الکتریکی شبکه ها و رژیم‌های گذرای آنان خواهد داشت. دامنه موج های اضافه ولتاژ قطع و وصل به مشخصات شبکه، مشخصات کلید، نوع دستگاههای مورد قطع و وصل بستگی دارد. مهمترین عامل در افزایش دامنه موجها، ولتاژ اسمی شبکه است.

در ولتاژهای پایین این موجها محدود بوده و از حدود ایزولاسیون پیش‌بینی شده شبکه تجاوز نمی‌نمایند. دامنه اضافه ولتاژهای گذرای قطع و وصل و احتمال بروز آنها در ولتاژهای اسمی پایین $(U \leq 230kv)$ بسیار محدود بوده، بطوریکه هیچگونه پیش بینی را جهت کاهش آنها ایجاب نمی نماید.

۱ ۵ ۱ موج استاندارد قطع و وصل یا کلید زنی

به منظور تامین توانایی سیستم ایزولاسیون شبکه و سایر تجهیزات فشار قوی در قبال موجهای اضافه ولتاژ گذرای قطع و وصل، موج استاندارد با شکل مشخص به عنوان موج ولتاژ استاندارد قطع و وصل تعیین گردیده است که منحنی آن در شکل زیر آورده شده است.



شکل (۱-۳): موج استاندارد قطع و وصل یا کلیدزنی[۱]

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

۸ ۴ نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه به اینکه برقگیرها ادوات مهم حفاظتی هستند باید در انتخاب آنها نهایت دقت خود را بنماییم تا شبکه در مقابل اضافه ولتاژها به نحو احسن محافظت شود.

باید صاعقه را شبیه سازی کرده و به شبکه اعمال کنیم تا برقگیر را آزمایش کرده و اشکالات احتمالی را رفع کنیم و برای شبیه سازی صاعقه از ضربه کمک می گیریم به این صورت که صاعقه را با ضربه مدل می کنیم.

خازن ها ومقاومت هارا طوری مقدار دهی می کنیم که ضربه شبیه به صاعقه دربیاید

تنظیمات برقگیر را جوری اعمال می کنیم که ولتاژهای بالای ۶۰ کیلو ولت را محدود کند و از آسیب رسیدن به شبکه جلو گیری کند

منابع و مراجع

[۱] شاهرخشاهی، ط " اضافه ولتاژهای قطع و وصل در شبکه‌های انتقال انرژی با ولتاژ ۲۲۰ تا ۷۵۰ کیلو ولت"، چاپ اول، انتشارات سپهر تهران، ۱۳۶۸

[۲] شاهرخشاهی، ط " برقگیرهای فشار قوی بدون فاصله هوایی"، چاپ اول، انتشارات دفینه، بهار ۱۳۷۸

[۳] کتاب عایق ها وفشار قوی دکتر محسنی ایجاد صاعقه

[۴] مشکوه الدینی، م " علل ایجاد اختلال در برقگیرهای اکسید روی"، دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی برق، ۱۳۷۶

[۵] گاراژیان، م. سرلك، ا " بررسی علل آسیب دیدن برقگیرها ۲۰ کیلوولت شرکت تجهیزات انتقال پارس" پایان‌نامه کارشناسی برق گرایش قدرت، دانشکده صنعت آب و برق تهران، زمستان ۱۳۸۱

[۶] حیدری، ق " طراحی الکتریکی خطوط انتقال نیرو"، چاپ اول، انتشارات تابش برق تهران، زمستان ۱۳۷۹