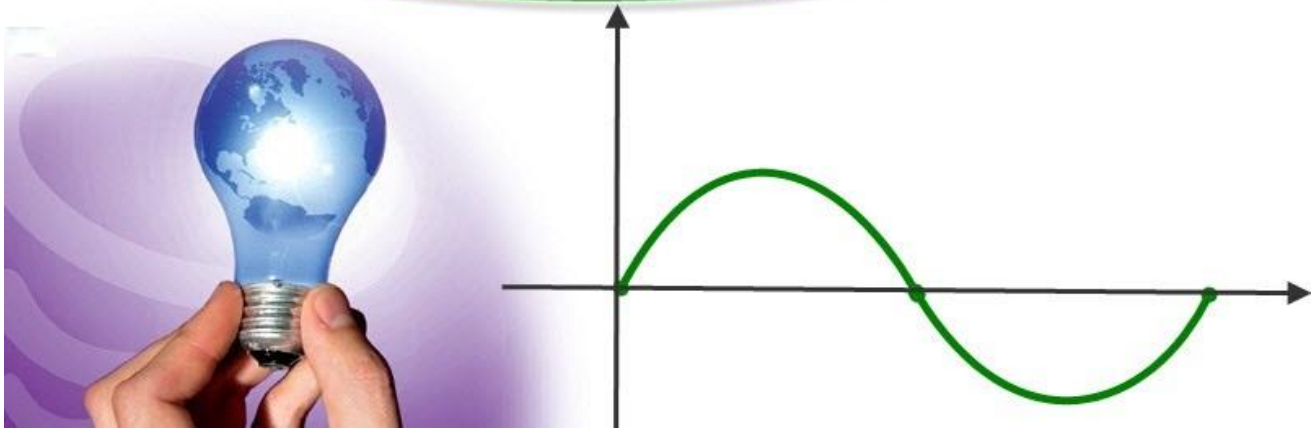
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



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

موضوع پروژه:

جایابی برقگیرهای حفاظتی در شبکه توزیع

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۳۲۸)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

www.wikipower.ir

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

فهرست مطالب

فصل اول

مقدمه ۱

فصل دوم

مقدمه ای بر تئوری امواج سیار برای مطالعه رعد و برق و کلید زنی در سیستم های قدرت ۴

۲-۱- انواع اضافه ولتاژها ۵

۲-۲- اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه (رعد و برق) ۵

۲-۳- اضافه ولتاژهای قطع ووصل ۸

۲-٤- روش کاهش دامنه اضافه ولتاژهای گذرا ۱۱

۲-٥- شکل موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل ۱۱

۲-٦- آنالیز پدیده های انعکاس امواج سیار و امواج عبوری ۱۲

۲-۷- سرعت انتشار امواج سیار ۱۴

۲-۸- روشهای مطالعه امواج سیار ۱۵

فصل سوم

عوامل موثر در انتخاب برقگیر و آشنایی با اضافه ولتاژهای موقتی ۱۷

۳-۱- مقدمه ۱۸

۳-۲- انواع اضافه ولتاژها در یک سیستم قدرت ۱۸

۳-۳- لزوم استفاده از برقگیر ۲۷

۳-٤- انواع برقگیرها برای ایجاد هماهنگی عایقی در سیستم ۲۹

۳-٥- کاربرد برقگیرهای اکسید روی در سیستم توزیع ۳۱

۳-٦- روش و معیارهای لازم برای انتخاب برقکیر مناسب جهت هماهنگی ۳۲

فصل چهارم

حوزه حفاظت برقیگر در خطوط هوایی و کابل ترکیبی ۴۵

٤-۱- مقدمه ۴۶

WikiPower.ir

٤-٢- حفاظت شبکه در مقابل اضافه ولتاژ ۴۶
٤-٣- مفهوم حفاظت ۴۷
٤-٤- تشریح قوانین حفاظتی ۴۷
٤-٥- استفاده از اشکال ۱ ایل ٥ ۴۹
٤-٦- دستوراتی جهت تعیین محل نصب برقگیر ۴۹
٤-٧- شکلهای ۱ الی ٥ ۵۴
٤-٨- شرح علائم اختصاری در شکلها ۶۰

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۱
ضمیمه ها ۶۳
ضمینه۱- تئوری امواج سیار ۶۳
منابع و مآخذ ۶۹

WikiPower.ir

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

فصل اول

مقدمه

WikiPower.ir

با توجه به تو سعه سریع و روز افزون صنعت درجهان معا صر، م سئله تأمین انرژی مورد نیاز از اهمیت خاصی برخوردار می باشد.لذا با افزایش تراکم مصرف در شهرها و مناطق صنعتی م سائل فنی و اقت صادی ب سیاری برای طراحان و بهره برداران سی ستم بوجود می آید. از جمله مسائل فنی، اضافه ولتاژهای نا شی از امواج سیار است که باید بطور دقیق در سیستم شناخته شود و عکس العمل هر یک از عنا صر موجود در شبکه در قبال آنها م شخص گردد. شناخت و آشنایی با ماهیت امواج سیار، به طراحان و سازندگان تجهیزات حفاظتی، این امکان را می دهد که بتوانند جهت حفاظت تجهیزات سیستمهای قدرت در مقابل این اضافه ولتاژها، سطح عایقی مناسبی را طراحی و انتخاب نمایند.

ا ضافه ولتاژهای گذرا می توانند ایزولا سیون تأ سی سات و تجهیزات ف شار قوی را مختل ساخته و باعث قطعی و اتصالی در شبکه شوند. بنابراین مقدار این اضافه ولتاژها، تعیین کننده سطح عایقی تجهیزات شبکه خواهد بود و با ا ستفاده از و سایل حفاظتی از جمله برقگیر می توان تا حد قابل قبولی این اضـــافه ولتاژها را کاهش داد که در نتیجه کاهش در ســـطح عایقی تجهیزات و شبکه را به همراه دارد و از نظر اقتصادی این مسئله حائز اهمیت است.

انواع اضافه ولتاژهای موجود در شبکه را میتوان بدین شرح بیان نمود:

۱-اضافه ولتاژهای داخلی، که به واسطه تغییرات داخلی سیستم و آرایش شبکه ایجاد می شود و عوامل عمده در ایجاد آن عبارتند از: کلید زنی در خطوط، قطع ناگهانی بار، اتصـــال فاز به زمین، رزونانس، فرورزونانس و ....

۲-اضـــافه ولتاژهای خارجی، که ناشـــی از تخلیه جوی بر خطوط انتقال و تجهیزات شـــبکه می باشد.

در ردیف ولتاژهای بالای ۳۰۰ کیلو ولت، اضـــافه ولتاژهای ناشـــی از قطع و وصـــل خطوط، بیش از ا ضافه ولتاژهای گذرای رعد و برق، شرایط کار خطوط انتقال انرژی را مختل ساخته و ایزولا سیون خط و تجهیزات ف شار قوی را تهدید می کند. همچنین، ا ضافه ولتاژهای نا شی از رعد و برق برای ســـطوح ولتاژ زیر ۳۰۰ کیلو ولت، باید به طور دقیق مورد بررســـی قرار گرفته و برای تعیین سطوح عایقی، تنها این اضافه ولتاژهاست که تعیین کننده و مهم می باشد.

اضافه ولتاژهای صاعقه و کلید زنی در فصل دوم از این پایان نامه بررسی شده است و تئوری امواج سیار در ضمیمه ۱ توضیح داده شده است،البته به علت وسیع بودن تئوری امواج سیار مراجعی نیز در پایان جهت مطالعه علاقمندان ارائه شده است.

همچنین شناخت اضافه ولتاژهای ناشی از اتصال کوتاه و قطع ناگهانی بار که به اضافه ولتاژهای موقت معروفند برای انتخاب ولتاژ و مشخصات برقگیرها لازم است و از آنجاییکه زمان اضافه ولتاژهای موقت طولانی است و چندین سیکل دوام دارند لذا سیستم عایقی شبکه باید بتواند این اضافه ولتاژها را تحمل نموده و ولتاژ برقگیرها در فصل سوم بررسی اجمالی انجام گرفته است. به منظور حفاظت سیستم دربرابر این اضافه ولتاژهالازم است عملکرد انواع برقگیرها در حالات گذاری شبکه مورد بررسی قرار گرفته و با انتخاب مناسب برقگیر و وسایل حفاظتی دیگر، عملاً به شبکه ای پایدار و قابل اطمینان دست یافت.

در این پایان نامه که به بررسی عملکرد و شعاع حفاظتی برقگیرها در شبکه های توزیع می پردازد، توصیه های شرکتهای سازنده برقگیرها مورد توجه قرار گرفته و در فصل چهارم، توصیه های شرکت سازنده برقگیر Stretcher آورده شده است.

جهت مطالعه و انتخاب دقیق برقگیرها و سهولت در بررسی حالات گذرا و مقایسه عملکرد برقگیرها در حالتهای مختلف، از برنامه های کامپیوتری استفاده می شود که یکی از مهمترین و کارآمدترین آنها نرم افزارATP (EMTP) می باشد. این نرم افزار قادر است حالات گذرای ایجاد شده در شبکه را به طور دقیق تحلیل نماید.

در این پایان نامه مسئله مهم پیدا کردن مدلی مناسب جهت جایابی بهینه برقگیرها می باشد که در فصل پنجم از طریق شبیه سازی، مدلی بدین منظور بدست آمده است. در فصل ششم با پیاده کردن مدل بدست آمده در یک شبکه توزیع نمونه که شبکه توزیع شهرستان بهشهر می باشد به تحلیل مدل بدست آمده پرداخته شده است.

در فصل هفتم، نتایج حاصل از این پروژه و پیشنهاداتی جهت پیشبرد مطالعات بعدی در این زمینه ارائه شده است.

همچنین در پایان پروژه ضمایمی، جهت راهنمایی علاقمندان در زمینه های مطرح شده در پروژه ارائه شده است.

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

فصل دوم

WikiPower.ir

مقدمه ای بر تئوری امواج سیار برای مطالعه

رعد و برق و کلید زنی سیستم های قدرت

۲-۱- انواع اضافه ولتاژها:[۵]

- اضافه ولتاژهای موجی

-اضافه ولتاژهای موقت

اضافه ولتاژهای موجی به صورت موج اضافه ولتاژ در شبکه ظاهر گشته با سرعتی نزدیک به سرعت نور در طول هادی منتشر می گردند. موج در طی انتشار خود در طول هادی تغییر شکل داده دامنه آن با سرعت ثابت برحسب کیلو ولت بر میکروثانیه افزایش می یابد. این اضافه ولتاژها، با سرعت افزایش دامنه، فرکانس و زمان پیشانی خود مشخص می گردند. این امواج از طریق دو منبع گوناگون در شبکه ظاهر می گردند.

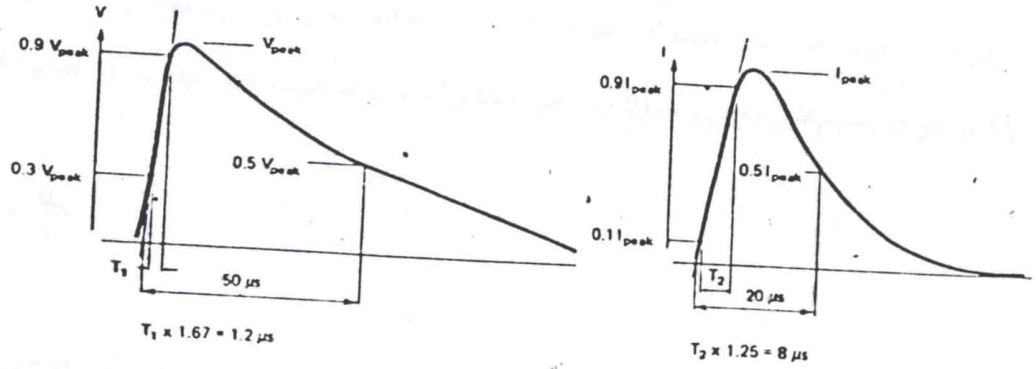
۲-۲- اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه (رعد و برق) [۱۲]

- منشاء این نوع از اضافه ولتاژها خارج از سیستم است و در اثر برخورد صاعقه به هادی خطوط انتقال هوایی و یا به سیم گارد، روی خطوط انتقال سوار شده و با سرعتی نزدیک به سرعت نور از طریق خطوط انتقال به سایر شبکه هدایت می شوند و به پست های فشار قوی می رسند، دامنه و شدت جریان و شکل امواج صاعقه مشابه و یکسان نیستند.

در طراحی سیستم های قدرت، دامنه و زمان رسیدن موج به مقدار حداکثر از مشخصات مهم برای تعیین و طراحی عایقهای سیستم می باشد. چون منبع ظهور این اضافه ولتاژها عوامل خارج از شبکه می باشند به آنها اضافه ولتاژهای خارجی نیز گفته می شود.

این اضافه ولتاژها در پی تخلیه جوی الکتریکی بر قسمتهای مختلف شبکه، بارهای الکتریکی انباشته در ابرها و در فضا، از طریق کانال یونیزه تشکیل شده در فضا بصورت قوس مرئی رعد و برق، در قسمتهای مختلف شبکه تخلیه گشته، اصطلاحاً به تخلیه جوی الکتریکی موسوم می باشد. تخلیه بارهای الکتریکی جوی موجبات افزایش ولتاژ را بطور لحظه ای در محل تخلیه فراهم ساخته، ولتاژ موجی با سرعت نوردرطول هادیهای فاز منتشرگشته، اضافه ولتاژهای موجی تخلیه جوی را درشبکه پدید می آورد.

اضافه ولتاژهای موجی رعد و برق حداکثر سرعت افزایش را در میان انواع مختلف اضافه ولتاژهای موجی دارا می باشند، سرعت افزایش آنها در حدود ۵۰۰ الی ۵۰۰۰ کیلو ولت بر میکرو ثانیه متغیر می باشد. به منظور برآورد ولتاژ استقامت عایقها و فواصل هوایی ایزولاسیون در قبال ولتاژهای موجی تخلیه جوی از ولتاژ موجی تخلیه جوی استاندارد استفاده می شود.



شکل ۱-۲-۱- ولتاژ موجی تخلیه جوی استاندارد.

لحظه بروز صاعقه بستگی به میزان افزایش بارها و شدت میدان الکتریکی در فاصله بین ابرها و ابرها با زمین خواهد داشت. یکی از عوامل موثر در تخلیه جوی بر خطوط انتقال انرژی و سیمهای فاز، همچنین برقراری جریان پیشرو از سمت سیمهای فاز، شدت میدان ناشی از ولتاژ خطی می باشد، به عنوان مثال چنانچه شدت میدان الکتریکی حاصل در سطح هادیهای خط ۴۰۰ کیلوولت، معادل ۱۰ کیلو ولت بر سانتیمتر باشد وجود شدت میدان ۳ کیلوولت بر سانتیمتر در مجاورت برج در سطح زمین و افزایش آن متناسب با نسبت $\frac{h}{R}$ برج، شدت میدان الکتریکی قابل ملاحظه ای را در اطراف هادی موجب گردیده، شرایط تخلیه بر خط را فراهم ساخته در نتیجه درصد تخلیه را افزایش می دهد.

با توجه به مراتب فوق درصد تخلیه جوی برخطوط انتقال انرژی شامل سیمهای فاز، سیمهای زمین و بدنه برجها بطور قابل توجه بیش از در صد تخلیه بر بناها، ساختمانهای بلند، تأسیسات و موانع طبیعی مجاور خط می باشد. شدت میدان الکتریکی ناشی از ولتاژ خط نیز درصد تخلیه برخط را افزایش می دهد. طول مدت تخلیه بارهای الکتریکی مثبت و یا منفی،

فاصله زمانی پیشانی موج را بوجود می آورد و دامنه آن مقدار حداکثر دامنه موجی را نشان می دهد.

جریان موجی تخلیه با توجه به امپدانس مسیر انتشار آن، ولتاژ موجی تخلیه را پدید می آورد.

امپدانس مسیر انتشار موج را امپدانس موجی خط تشکیل می دهد. چنانچه دامنه جریان موجی در یک نقطه دلخواه برابر I باشد. همزمان با تخلیه بارها و بلافاصله پس از شروع آن جریان موجی از دو طرف نقطه تخلیه در طول خط منتشر می گردد. دامنه موج منتشر شده در هر طرف $\frac{1}{2}$ و سرعت انتشار آن برابر و معادل سرعت نور است. در اینصورت با توجه به امپدانس موجی سیم های فاز Z_0 و یا امپدانس موجی سیم های زمین Z_g، ولتاژ موجی منتشر شده در هر طرف خط عبارت خواهد بود از:

$$V = \frac{iZ_0}{2} \qquad (۱-۲)$$

به هنگام تخلیه مستقیم بر برجها، امپدانس مسیر جریان تخلیه موجی را امپدانس موجی Zb تشکیل می دهد با توجه به مراتب فوق تخلیه بارهای الکتریکی از ابر بر خط بصورت جریان موجی و انتشار و جابجایی بارها در طول هادی بصورت ولتاژ موجی ظاهر می گردد.

۲-۲-۱- بررسی تخلیه جوی در شبکه های توزیع: [۵]

ظهرو اضافه ولتاژهای تخلیه جوی در شبکه های توزیع تا حدودی متفاوت از خطوط انتقال انرژی می با شد این تفاوت از گستردگی شبکه های توزیع نسبت به خطوط انتقال، نوع پایه ها، فوا صل محدود ایزولا سیون، ارتفاع ناچیز خطوط و عدم سیم زمین نتیجه می گردد و همچنین اختلاف زیاد در سطوح عایقی، پو شش حفاظتی، مقاومت پایه ها، طرحهای حفاظتی، کیفیت تجهیزات و اتصالات در خطوط توزیع استفاده شده است.

تخلیه جوی در شبکه های توزیع مشابه خطوط انتقال انرژی با قطعی ها و صدمات و خسارات فراوان بر تجهیزات همراه می با شد. تأثیر ولتاژهای تخلیه جوی در شبکه های توزیع با توجه به گستردگی قابل ملاحظه شبکه، نوع پایه ها و سایر مشخصات فیزیکی این خطوط نتیجه می گردد. نوع پایه ها در خطوط توزیع از نوعی بتونی و چوبی می باشد و با توجه به

متفاوت بودن امپدانس موجی پایه ها درصد بروز قوس در پایه های بتونی قابل ملاحظه می باشد بر طبق مطالعاتی که صورت گرفته است، درصد قطعی های ناشی از شکستگی و انهدام مقره ها تحت تأثیر تخلیه جوی در خطوط پایه بتونی نسبت به خطوط پایه چوبی قابل ملاحظه می باشد. زیر امپدانس موجی پایه های بتونی به مراتب کمتر از امپدانس موجی پایه های چوبی بوده، درصد بروز قوس های فاز- پایه بتونی در محل مقره ها بیشتر و لذا شکستگی مقره ها نیز بیشتر خواهد بود.

خطوط توزیع تا ۳۳ کیلو ولت فاقد سیم زمین بوده، لذا تخلیه جوی مستقیم بر هادیهای فاز صورت می گیرد: با توجه به بالا بودن دامنه ولتاژ تخلیه جوی و فاصله ایزولاسیون ناچیز بین فازها و فازها با بدنه پایه ولتاژ تخلیه قوس بین فازها و فازها با پایه ها را سبب می گردد. در خطوط پایه چوبی به علت امپدانس موجی بالای پایه ها نسبت به پایه های بتونی، درصد بروز قوس بین فازها بیش از بروز قوس در فاصله فازها با زمین خواهد بود. (پایه های بتونی مجهز به میله فلزی یا آرماتور بوده بعلاوه هدایت الکتریکی بتون چند برابر هدایت الکتریکی چوب می باشد.) هنگامیکه پایه ها از نوع فولادی و یا اسکلت فلزی پیش بینی گردند مشابه آنچه که در خطوط انتقال انرژی موجود است، در صد قوس های فاز زمین تحت تأثیر ولتاژهای تخلیه جوی یا احتمالاً قوس برگشتی افزایش یافته و درصد اتصالیهای فاز- زمین به سرعت فزونی می یابند، چنانچه در خطوط انتقال انرژی۹۰ درصد اتصالیها از نوع فاز- زمین می باشند.

تخلیه جوی مستقیم بر هادیهای فاز و در خطوط توزیع، علاوه بر بروز قوس در فواصل هوایی ایزولاسیون و قطع خط، ولتاژ موجی تخلیه جوی در طول هادیهای فاز را ظاهر و منتشر می سازد. در خطوط انتقال انرژی این ولتاژ در پی بروز قوس برگشتی در هادیهای فاز ظاهر گشته در طی انتشار در طول ۲ الی ۳ کیلومتر در دو انتهای خطوط با دامنه بالا به ایستگاهها وارد گردیده ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی را تهدید می نمایند. در خطوط توزیع، طول خطوط کم بوده، بعلاوه استهلاک موج تحت تأثیر پدیده کرونا روی نخواهد داد. ولتاژ شروع کرونا برای هادیهای فاز خطوط انتقال انرژی بر ۳۰ KV/Cm بالغ گردیده و استهلاک موج و تغییر شکل آن تحت پدیده کرونا مشاهده می گردد. به همین علت ولتاژهای موجی حاصل از تخلیه جوی ظاهر شده در هادیهای فاز تهدید عمده خطرناک جهت ایزولاسیون داخلی

تجهیزات فشار قوی شبکه های توزیع نظیر ترانسفورماتورها و سرکابلها، ترانسفورماتورهای ولتاژ و خازنهای اصلاح ضریب قدرت محسوب می گردند.

۲-۳- اضافه ولتاژهای قطع و وصل: [۵]

این اضافه ولتاژها که پدیده های گذرای الکترومغناطیسی هستند بین کنتاکتهای یک کلید هنگام عملکرد و ایجاد قوس مجدد بوجود می آیند. این اضافه ولتاژها در اثر قطع ترانسفورماتور بی بار یا راکتور موازی، قطع خطوط طولانی باردار، وصل خطوط بی بار و قطع جریانهای اتصال کوتاه می توانند بوجود آیند. چون این اضافه ولتاژها از عوامل و تجهیزات داخلی شبکه ناشی می شوند لذا به اضافه ولتاژهای داخلی موسوم می باشند. اضافه ولتاژ های موجی قطع و وصل در پی قطع و وصل کلیدها و رژیم گذاری ظاهر شده در آنها نتیجه گردیده، لذا اضافه ولتاژهای گذرا نیز نامیده می شوند. بدین ترتیب منبع بروز این اضافه ولتاژها، رژیمهای موجی قطع و وصل را تحت تأثیر قرار می دهند. این اضافع ولتاژ ممکن است مستقیماً از شرایط قطع و وصل کلید و رژیم گذاری ظاهر شده در آن ناشی نشده، بلکه از تغییر شکل حاصل در شبکه بدنبال قطع و وصل ناشی گردد.

اضافه ولتاژهای قطع و وصل را می توان به طرق مختلف منجمله استفاده از مقاومتها در وسایل قطع و وصل سنکرون (به گونه ای که عمل قطع و یا وصل در نقطه مناسبی از منحنی ولتاژ انجام گیرد تا اضافه ولتاژها محدود گردند) و همچنین استفاده از برقگیرها، محدود نمود.

در سیستم هایی که از وسایل محدود کننده استفاده نمی شود دامنه این اضافه ولتاژها بین ۴ الی ۴/۵ پریونیت و در صورت استفاده از تکنیکهای محدود کننده مثل مقاومت قطع و وصل در کلیدها بین ۲ الی ۲/۵ پریونیت و در صورت استفاده از تکنیکهای پیشرفته تر مانند استفاده از مقاومتهای چند مرحله ای در کلیدهای قدرت بین ۱/۵ تا۲ پریونیت خواهد بود.

۲-۳-۱- شرایط بروز اضافه ولتاژهای گذرا:

ولتاژ استقرار گذرای حاصل از قطع و وصل کلید به صورت موج در طول مدار منتشر شده، ولتاژ موجی قطع و وصل را بوجود می آورد. لذا دامنه و نوسانات اضافه ولتاژهای موجی قطع و وصل تابع مشخصات ولتاژ استقرار ظاهر شده در کلید خواهد بود. مشخصات ولتاژ

ا ستقرار گذرا با توجه به پدیده های گوناگون نا شی از نوع مدار، نوع کلید و لحظه قطع و و صل آن تحت تأثیر قرار گرفته، تغییر می نماید، بطوریکه پاره ای از پدیده های موثر در ظهور ا ضافه ولتاژهای موجی از نوع کلید و پاره ای دیگر از نوع جریان و تجهیزات مورد قطع و و صل نا شی می گردند:

الف- شرایط قطع و وصل جریان در محفظه قطع کلیدها، از طریق خصوصیات زیر، شکل و دامنه اضافه ولتاژهای گذرا را به طور قابل توجه تحت تأثیر قرار می دهند:

-فاصله زمانی برقراری قوس و سرعت خفه گشتن آن در محفظه قطع کلید.
- وجود یا عدم وجود مقاومت موازی در کلید.
-کنترل و یا عدم کنترل لحظه وصل کلید.
-وجود و یا عدم وجود ترتیب معین جهت وصل جریانها در سه فاز کلید.
-

ب- نوع تجهیزات مورد قطع و وصل نیز در ظهور اضافه ولتاژهای موجی و دامنه آنها موثر می با شند. دامنه ا ضافه ولتاژها با توجه به خصو صیات تجهیزات مورد قطع و و صل و نحوه قطع جر یان در کلید، معین می گردد. به عنوان مثال، تجهیزات با جر یانهای خازنی خالص نظیر، خطوط انتقال انرژی بی بار و یا مجموعه خازنهای نصب شده سری و یا موزی در خطوط انتقال، شکل و دامنه ا ضافه ولتازهای قطع و و صل را صرفنظر از نوع کلید تحت تأثیر قرار می دهند و همچنین تجهیزات الکتریکی یا جر یانهای اندوکتیو ومغناطیس کننده ناچیز نظیر راکتور ها و ترانسفورماتورها، در ردیف عوامل اضافه ولتاژهای گذرا تقسیم بندی می گردند.

اضافه ولتاژهای گذرا را می توان ناشی از:

بروز عیب در خطوط انتقال انرژی، و صل جریانهای خازنی خالص، قطع کلیدها در شرایط بی باری خط، پد یده قوس مجدد در قطع جر یانهای القایی، بروز رزونانس و فروروزونانس در خط، کار د ستگاههای و صل مجدد اتوماتیک و قطع جریانهای اتصال کوتاه در ترانسفورماتورها دانست.

۲-۳-۲- اضافه ولتاژ ناشی از قطع و وصل خطوط:

در شرایطی که خطوط بدون بار قطع و وصل شوند، اضافه ولتاژی با فرکانس زیاد بصورت ضربه ای (ایمپالسی) برخط وارد می گردد و بر مقره های خط اعمال می گردد. این اضافه ولتاژها

اصــولاً در خطوط با ولتاژهای بالای ۳۰۰ کیلو ولت قابل توجه می باشــند و باید در طراحی مقره های تجهیزات در نظر گرفته شود.

۲-۳-۳- اضافه ولتاژهای ناشی از اتصال کوتاه:

در شبکه های تا ولتاژ زیر ۲۴۵ کیلو ولت در شرایط اتصالی ممکن است اضافه ولتاژهایی موقتی در فازهای ســالم بوجود آید اما در ولتاژهای بالای۳۰۰ کیلو ولت،، حفاظت اضــافه ولتاژ عملاً با در نظر گرفتن ا ضافه ولتاژ کلید زنی انجام می شود و در شرایطی که اتصالی یک فاز به زمین اتفاق بیفتد امکان دارد این اضافه ولتاژها نیز مسئله ساز باشند.

۲-۳-۳-۱- اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی جریانهای خازنی و سلفی: [۵]

در ولتازهای زیر ۶۳ کیلو ولت، کلید زنی جریانهای اندوکتیو و یا خازنی ســبب افزایش ولتاز در شبکه شده و نیز باعث آسیب رساندن به تجهیزات الکتریکی فشار قوی نصب شده در سیستم شده و یا اینکه ممکن ا ست به تجهیزات نیروگاه آ سیب بر ساند. هنگامیکه این ا ضافه ولتاژها به کلید برسند و کلید در حال قطع جریان باشد زیاد خواهد بود. زیرا داخل پل دژنکتور بلافاصله از حالت یونیزه خارج شده و اگر بخواهد جریان در پیک خود ناگهان قطع گردد به آن، جریان بریده گویند.

به هر جهت اضافه ولتاژهای فوق ممکن است به دلایل زیر به تجهیزات شبکه وارد شوند:

- قطع جریان راه اندازی موتور
- قطع جریان اندوکتیو مانند قطع جریان مغناطیس کننده ترانسها و راکتورها.
- قطع و وصل کوره های احیاء مستقیم همراه با ترانس آنها در حالت برش جریان.
- قطع و وصل کابلهای بدون بار و خازنها.
- قطع جریان توسط فیوزهای فشار قوی.

در ولتازهای ۷۲/۵ تا ۲۴۵ کیلو ولت قطع جریان خازنی از کلید زنی خطوط بدون بار و خازنها و کابلهای بدون بار عملاً خطرناکتر بوده و نمی توان از کلیدهای با مکانیزم معمولی جهت اینکار استفاده کرد.

۲-۳-۴- اضافه ولتاژهای ناشی از قطع ناگهانی بار:

ا ضافه ولتاژ نا شی از قطع ناگهانی بار و تغییر ناگهانی بار دارای فرکانس برابر فرکانس شبکه بوده و این اضافه ولتاژ عملاً بسیار مهم می باشد، بویژه برای ولتاژهای بالای۳۰۰ کیلوولت باید با استفاده از سیستم وصل مجدد مناسب این اضافه ولتاژها را محدود نمود.

۲-۳-۵- اضافه ولتاژهای گذرا ناشی از بروز تشدید در خط:

بطور کلی مداری شامل سلف و خازن اعم از سری و یا موازی را در حال تشدید گویند که جریان و ولتاژ اعمالی در آن هم فاز باشند یعنی ضریب قدرت در مدار برابر واحد باشد. رزونانس و فرورزونانس در مدارهای الکتریکی با توجه به مشخصات اندوکتیو و خاصیت خازنی آنها درشرایط خاص روی می دهد.

فرو رزونانس اصطلاحی است که برای توصیف پدیده رزونانس در مداری که در آن حداقل یک عنصر غیر خطی اندوکتیو وجود داشته باشد، اطلاق می گردد. بنابراین رزونانسی که در مدار سری شامل عنصر خطی کاپاستیو و عنصر غیر خطی اندوکتیو روی می دهد به فرورزونانس و یا رزونانس جهشی موسوم است. این پدیده دارای عوارض نامطلوبی است و در موارد متعدد تحت شرایط مختلف در سیستم های قدرت الکتریکی(سیستم توزیع، انتقال، ترانسفورماتورهای ولتاژ)رخ می دهد. این پدیده با یک اغتشاش (معمولاً کلید زنی) شروع می شود و در نتیجه ولتاژ در ترانسفورماتور افزایش یافته و شکل موج آن اعوجاج پیدا می کند و در نتیجه، جریان عبوری از آن در نقاطی که ولتاژ تغییر جهت می دهد، دارای پیک های تندی می گردد که نشاندهنده اشباع هسته عنصر غیر خطی راکتور یا ترانسفورماتورها می باشد.

۲-۴- روش کاهش دامنه اضافه ولتاژهای گذرا: [۵]

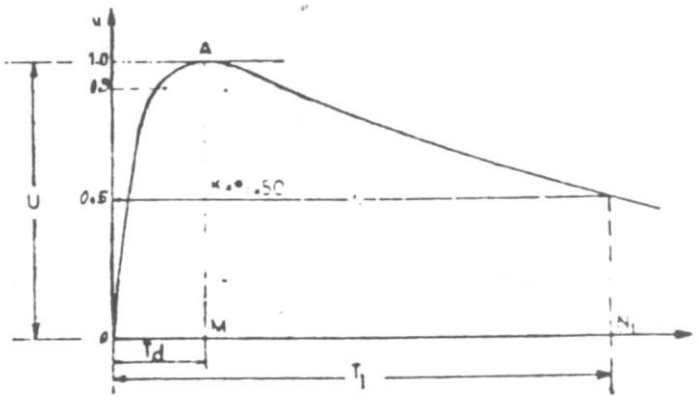
بهترین روش جهت کاهش دامنه اضافه ولتاژهای گذرا و جلوگیری از اتصالیهای تکفاز به زمین در انتهای خطوط و در هنگام برقرار کردن آنها، استفاده از برقگیرها می باشد و برقگیرها به منظور تخلیه موجهای اضافه ولتاژ گذرای کلید زنی و اضافه ولتاژهای تخلیه جوی بکار برده می شوند.

وجود برقگیرها جهت تخلیه اضـــافه ولتاژهای گذرا موثر واقع گردیده و از وقوع قوس در طول شـــاخکهای برقگیر جلوگیری می گردد. معمولاً در ابتدای خطوط و ورود آنها به پســـت، برقگیرها قبل از سکسیونر و کلید خط نصب شده و مستقیماً به خط متصل می باشند.

۲-۵-شکل موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل: [۵]

موجهای ا ضافه ولتاژ قطع و و صل با توجه به شرایط قطع و و صل کلیدها، حالت گذرای حاصل در مدت قطع و یا وصل آنها به مدت چندین میلی ثانیه، شرایط انتشار موج از محل نصب کلید به سمت دو طرف آن در طول شبکه تعیین می گردند. خ صو صیات موجها شامل شکل، دامنه و فرکانس برحسب مشخصات شبکه، و نوع کلید مورد قطع و وصل تغییر می نماید. دامنه موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل به مشخصات شبکه، مشخصات کلید، و نوع دستگاههای مورد قطع و وصل بستگی دارد. مهمترین عامل در افزایش دامنه موجها ولتاژ اسمی شبکه می باشد. در ولتاژهای پایین دامنه این موجها محدود بوده، از حدود ایزولا سیون پیش بینی شده شبکه تجاوز نمی نماید. در ولتاژهای U< ۲۳۰KV دامنه اضـــافه ولتازهای قطع و وصـــل و احتمال بروز آنان بســـیار محدود بوده بطوریکه هیچ گونه پیش بینی خاص را جهت کاهش آنان ایجاد نمی نماید. در ولتاژهای بالاتر از ۳۰۰ کیلو ولت دامنه و درصـــد بروز این موجها بطور قابل توجه افزایش یافته بطوریکه خطر موجهای فوق بیش از موجهای ا ضافه ولتاژ رعد و برق ایزولا سیون شبکه را تهدید می نماید.

به منظور تعیین توانایی سیستم ایزولا سیون شبکه و سایر تجهیزات در قبال موجهای ا ضافه ولتاژگذاری قطع و وصل، موج ا ستاندارد با شکل مشخص به عنوان موج ولتاژ ا ستاندارد قطع و وصل تعیین گردیده است و توسط زمان پیشانی خود T_1 و زمان دوم موج T_2 مشخص می گردد. حدود مقادیر T_1 وt_2 در ا ستانداردهای مختلف تعیین گردیده اند. در ا ستاندارد آمریکا و IEC مقدار معمول آن به ترتیب در حدود ۲۵۰ و ۲۵۰۰ میکرو ثانیه مشخص گردیده است.



شکل (۲-۳) - موج استاندارد کلید زنی

۲-۶-آنالیز پدیده های انعکاس امواج سیار و امواج عبوری : [۳] و [۲] و [۱۴] و [۱۶]

اگر خط انتقال با امپدانس موجی Z_c به امپدانس مخالف با Z_c منتهی شود در اینصورت در نقطه اتصـــال که تغییر محیط و امپدانس وجود دارد موج تابش تماماً عبور نکرده و در نتیجه پدیده انعکاس اتفاق می افتد فرض می کنیم i_f , e_f ولتاژ و جریان لحظه ای موج رســیده به انتهای خط باشـــند و ولتاژ و جریان لحظه ای انعکاس یافته از انتهای خط را با i_f , e_f نشـــان می دهیم در اینصورت ولتاژ و جریان در نقطه اتصال برابر خواهد بود با:

$$I = i_f + i_r \quad (۳-۲)$$

$$e = e_f + e_r \quad (۳-۲)$$

ولیکن می دانیم که:

$$i_f = \frac{-e_f}{z_c} \quad (۴-۲) \qquad i_r = \frac{-e_r}{z_c} \quad (۵-۲)$$

روابط (۲-۴)و (۲-۵) را در رابطه (۲-۳) قرار می دهیم:

$$i = \frac{e_f}{z_c} - \frac{e_r}{z_c} \rightarrow e_f - e_r \quad (۶-۲)$$

E_r را از رابطه (۲-۶) حساب کرده و در رابطه (۲-۲) قرار می دهیم و نتیجه می شود که:

$$e + Zc_i = 2e_f \quad (۷-۲)$$

برای محا سبه موج انعکاس یافتهe_f,e_rرا از رابطه(۲-۶) بد ست آورده در رابطه (۲-۲) قرار می دهیم:

$$e_r = \frac{1}{2}(-Z_c i + e) \quad (۲-۸)$$

اگر امپدانس انتهای خط را با Z_R نشان دهیم در اینصورت:

$$e = Z_R . i \quad (۲-۹)$$

مقدار e را از رابطه (۲-۶) در رابطه (۲-۷) قرار می دهیم و I را از آنجا محاسبه می کنیم:

$$i(Z_c + Z_R) = 2e_f \rightarrow i = \frac{2e_f}{Z_c + Z_R} \quad (۲-۱۰)$$

و e و I را از رابطه های (۲-۹) و (۲-۱۰) در رابطه (۲-۸)قرار می دهیم:

$$e_r = \frac{1}{2}(-Z_c . \frac{2e_f}{Z_C + Z_R} + Z_R \frac{2e_f}{Z_C + Z_R}) = \frac{e_f (Z_R + Z_C)}{Z_R + Z_C}$$

$$\rightarrow e_r = \frac{(Z_R - Z_C)}{Z_R + Z_C} . e_f \quad (۲-۱۱)$$

نسبت $\frac{e_r}{e_f}$ را ضریب انعکاس موج نامیده و با K_r نشان می دهیم پس:

$$K_{r(e)} = \frac{(Z_R - Z_C)}{Z_R + Z_C} \quad (۲-۱۲)$$

طرفین دو رابطه (۲-۵) و (۲-۴) را بر هم تقسیم می کنیم، نتیجه می شود که:

$$\frac{i_r}{i_f} = -\frac{e_r}{e_r} \quad (۲-۱۳)$$

رابطه (۲-۱۳) به این معنی است که ضریب انعکاس برای موج جریان برابر است با ضریب انعکاس موج ولتاژ با علامت منفی یعنی :

$$K_r(i) = \frac{(Z_R - Z_C)}{Z_R + Z_C} \quad (۲-۱۴)$$

۲-۶-۱- محاسبه موج عبوری از نقطه اتصال و ضریب موج عبوری:

با توجه به اینکه ولتاژ در دو طرف نقطه اتصال برابر است، ولتاژ عبور کرده از نقطه اتصال برابر است با مجموع ولتاژ رسیده به نقطه اتصال و ولتاژ انعکاس یافته یعنی:

$$e_T = e_f + e_r \quad (۱۵-۲)$$

مقدار e_r را از رابطه (۲-۱۱) در رابطه (۲-۱۵) قرار می دهیم:

$$e_T = e_f + \frac{Z_R - Z_C}{Z_R + Z_C}.e_f \rightarrow e_T = \frac{2Z_R}{Z_R + Z_C}.e_f \quad (۱۶-۲)$$

که نسبت $\frac{e_r}{e_f}$ را ضریب عبوری نامیده و با KT نمایش می دهیم پس:

$$K_T(e) = \frac{2Z_R}{Z_R + Z_C} \quad (۱۷-۲)$$

برای بدست آوردن ضریب عبوری موج جریان می توان نوشت:

$$i_T = i_f + i_r \quad (۱۸-۲)$$

مقادیر i_f , i_r را از روابط (۲-۴) و (۲-۵) در رابطه (۲-۱۸) قرار می دهیم و بجای e_rمقدار محاسبه شده از رابطه (۲-۱۱) را قرار می دهیم، نتیجه می شود که:

$$i_T = \frac{ef\left(\frac{2Z_C}{Z_C + Z_R}\right)}{Z_C}$$

و اما چون $e_f = i_f.z_c$ در نتیجه داری:

$$i_T = \frac{2Z_c}{Z_R + Z_c}.i_f$$

در نتیجه ضریب عبوری موج جریان برابر خواهد بود با:

$$K_T(i) = \frac{2Z_e}{Z_R + Z_C} \quad (۱۹-۲)$$

موجی که پس از انعکاس به محل ایجاد خود بر می گردد دوباره منعکس می شود بطوریکه اگر امپدانس محل ایجاد موج (امپدانس منبع) را با Zs نمایش دهیم، ضریب انعکاس برای ابتدای خط برابر خواهد بود با:

$$K_S = \frac{Z_s - Z_C}{Z_S + Z_C} \quad (۲۰-۲)$$

از روابط ضرایب انعکاس نتایج زیر بدست می آید:

۱-اگر امپدانس موجی خط با امپدانس انتهای خط برابر باشد در اینصورت ضریب انعکاس صفر بوده و موج منعکسه ای وجود نخواهد داشت.

۲-اگر انتهای خط اتصال کوتاه با شد امپدانس انتهای خط صفر بوده و ضریب انعکاس برای ولتاژ (۱-) و برای جریان برابر (۱) خواهد بود.

۳-اگر انتهای خط باز با شد، امپدانس انتهای خط بینهایت بوده و ضریب انعکاس برای ولتاژ برابر (۱+) و برای جریان برابر (۱-) خواهد بود.

۲-۷- سرعت انتشار امواج سیار : [۳] و [۲] و [۱۴] و [۱۶]

سرعت انتشار امواج الکترومغناطیس در هوا برابر با سرعت نور یعنی $۲/۹۹۹\times۱۰^{۱۰}$ cm/Sec است اما در خطوط انتقال، سرعت انتقال و انتشار امواج سیار بستگی به پارامترهای خط (C,L) داشته که از رابطه ذیل محاسبه می گردند.

$$V=\frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (۲۱-۲)$$

این سرعت برای خطوط مختلف چیزی در حدود سرعت نور می باشد که می توان با قراردادن مقادیر L و c طبق روابط (ضمیمه -۲۹) و (ضمیمه-۳۱) از رابطه فوق به این نتیجه رسید:

$$V=\frac{1}{\sqrt{\frac{10^{11}}{18Log_e\ 2h/r}\times 2\times10^{-9}Log_e\ 2h/r}}=3\times10^{10} \quad (۲۲-۲)$$

و سرعت امواج سیار در کابلهای برابر است با:

$$V=\frac{3\times10^{10}}{\sqrt{K}} \quad [cm/Sec] \quad (۲۳-۲)$$

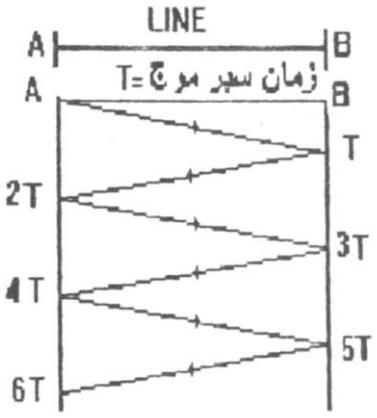
K ضریب نفوذ پذیری الکتریکی عایق کابل از آنجا که ضریب نفوذ الکتریکی مواد بکار رفته در کابلها تغییر می کند، سرعت گسترش امواج سیار در کابلها در حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{2}$ سرعت نور است و همانطوریکه ملاحظه می شود با جذر ضریب نفوذ الکتریکی نسبت عکس دارد.

۲-۸- روشهای مطالعه امواج سیار: [۳] و[۲] [۱۴]

دو روش جهت مطالعه امواج ســـیار متداول اســـت یکی روش دیاگرام لتیس یا نرده ای و دیگری روش برژرون می باشد که در اینجا به توضیح روش دیاگرام لتیس یا نرده ای بسنده می شود.

۲-۸-۱- بررسی امواج سیار با استفاده از دیاگرام لتیس:

دیاگرام لتیس یک و سیله منا سب و ساده ای ا ست که می توان تو سط ان ولتاژ و جریان شین های مختلف شبکه را در هر لحظه بدست آورد و از روی آن منحنی تغییرات ولتاژ و جریان را بر ح سب زمان برای هر گونه تغییر و ضعیتی در شبکه ر سم نمود. این دیاگرام مطابق شکل (۲-۳) از محورهای افقی و قائم و خطوط مورب تشـــکیل یافته به طوریکه محور افقی نمایانگر طول خط و یا خطوط انتقال نیرو و محورهای قائم نما یانگر زمان حرکت موج ســـیار در طول خطوط بوده و خطهای شیبدار، نمایانگر خود موج سیار می با شند. شیب این خطوط به شکلی است که فا صله بین دو نقطه را در زمان سیر موج خط طی می نماید و به عبارت دیگر شیب هر یک از این خطوط مورب ما بین دو محور قائم متنا سب با عکس سرعت سیر موج بر روی آن خط می باشد.



شکل (۲-۳) - نمایش دیاگرام لتیس

با مراجعه به شکل (۲-۳) وقتی که یک ولتاژ پله ای در نقطه A در ابتدای خط نشانده می شود این ولتاژ بصورت موج با سرعتی برابر $\frac{1}{\sqrt{IC}}$ بر روی خط انتقال حرکت کرده تا به نقطه B در انتهای دیگر خط پس از گذشـــت زمان τ برســـد. در نقطه B، بســـته به امپدانس و یا امپدانس

موجی المان یا خطوط متصـــل به طرف دیگر خط، قســـمتی از موج رســـیده به B عبور کرده و قسمتی از آن منعکس می شود. حال موج منعکس هم مجدداً با همان سرعت از نقطه B در روی خط به طرف A در ابتدای خط حرکت می کند که پس از τ ثانیه در لحظه 2τ به A می رســـد و باز مجدداً با توجه به امپدانس و یا امپدانس موجی المان و یا خطوط متصـــل به طرف دیگر خط، قســـمتی از موج ولتاژ عبور کرده و قســـمتی از آن متناســـب با ضـــریب انعکاس خط در نقطه A مجدداً به داخل خط بر می گردد و به همین ترتیب می توان این روش محاســـباتی را برای هر چند مدت زمانی ادامه داد.

برای امواج ولتاژی هم که در نقاط B,A عبور کرده و به ق سمتهای دیگر شبکه منتقل می شـــوند می توان به همین ترتیب در زمانهای مختلف عمل کرده و مقادیر موج های عبور کرده و انعکاس یافته را محا سبه نمود. در این روش ولتاژ هر نقطه از شبکه در هر لحظه برابر ا ست با مجموع موج های ولتاژی که به آن نقطه تا آن لحظه رســـیده اند و برای نقاطی که در آنها تغییر شرایط محیط ایجاد شده ولتاژ برابر با مجموع موج تابش و موج انعکاس می باشد.

شـــرایط کار اولیه شـــبکه در میزان اضـــافه ولتاژهای بوجود آمده ناشـــی از پدیده گذاری تعیین کننده و مهم می با شند و هرچه و ضعیت شبکه به حالت بی باری نزدیکتر با شد در این اضافه ولتاژها بیشتر خواهد بود.

تمامی اطلاعات و فرمولهایی که در این فصل و ضمیمه جهت معرفی امواج سیار بکار رفته اند تنها به منظور آشنایی با تئوری این امواج بوده و جهت بررسی کامل و توضیحات بیشتر می توان به مراجع این مطلب که در ضمیمه آورده شده است مراجعه نمود.

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

فصل سوم

عوامل موثر در انتخاب برقگیر و

آشنایی با اضافه ولتاژهای موقتی

WikiPower.ir

۳-۱- مقدمه:

شکست الکتریکی در عایقها از متداولترین خطاهایی است که موجب اختلال در کار عادی سیستم های قدرت می شود. در سیستم های قدرت فقط ولتاژهای عادی کار مطرح نیستند، بلکه اضافه ولتاژهای غیر قابل اجتنابی نیز بوجود می آیند که عایقهای سیستم را تحت تأثیر قرار می دهند.

انتخاب استقامت عایقی تجهیزات در سیستم های قدرت با توجه به مشخصات وسایل حفاظتی طراحی سیستم های قدرت است. بنابراین باید با تدابیر خاصی اضافه ولتاژهای ایجاد شده در سیستم را در محدوده ای که از نظر فنی و اقتصادی توجیه پذیر باشد، محدود نمود و استقامت عایقی مناسبی را با پذیرش حد مشخصی از احتمال بروز خطا انتخاب کرد.

برای ایجاد هماهنگی عایقی در سیستم باید انواع اضافه ولتاژهایی که احتمال وقوع دارند پیش بینی شوند و با توجه به مشخصات سیستم اندازه آنها را محاسبه کرد و یا حدس زد. سپس با توجه به سطح استقامت عایقی انتخاب شده برای تجهیزات که در استانداردهای مختلف توصیه شده است (منجمله IEC) به کمک استفاده از وسایل حفاظتی مختلف نظیر برقگیرها، مقاومت های قطع و وصل در کلید های قدرت و غیره، اضافه ولتاژهای پدید آمده در سیستم را در حد معینی پایین تر از سطح استقامت عایقی نگه داشت و سطح حفاظتی برای آن ایجاد نمود.

در اینجا ضمن معرفی مختصر انواع اضافه ولتاژهایی که در سیستم رخ می دهد و همچنین انواع برقگیرهای موجود و مشخصه عملکرد و آنها، با توجه به سطوح استقامت عایقی استاندارد، روش و معیارهای لازم برای ایجاد هماهنگی عایقی و نیز فاکتورهای مهم در انتخاب برقگیرهایی که دارای مقاومت غیر خطی هستند بررسی می شوند.

۳-۲- انواع اضافه ولتاژها در یک سیستم قدرت: [۱۵]

همانطور که در فصل اول توضیح داده شد اضافه ولتاژها بر دو نوع داخلی و خارجی می باشند که اضافه ولتاژهای داخلی شامل اضافه ولتاژهای موجی کلید زنی و نیز اضافه ولتاژهای موقتی می باشد و اضافه ولتاژهای خارجی نیز شامل برخورد صاعقه به خطوط می باشد. به علت

توضیح اضافه ولتاژهای موجی صاعقه و کلید زنی در فصل اول در این فصل بطور خلاصه به آن اشاره می شود و به اضافه ولتاژهای موقتی نیز پرداخته خواهد شد.

۳-۲-۱- اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه:

منشاء این نوع از اضافه ولتاژها خارج از سیستم است و در اثر برخورد صاعقه به هادی فازهای خطوط انتقال هوایی و یا به سیم گارد روی خط انتقال سوار شده و با سرعت نور از طریق خطوط انتقال به سایر نقاط شبکه هدایت می شوند و به پستهای فشار قوی می رسند. دامنه و شدت جریان و شکل موج تمام صاعقه ها مشابه و یکسان نیستند.درطراحی سیستم های قدرت مقدار دامنه و زمان رسیدن موج به مقدار حداکثر از مشخصات مهم برای تعیین و طراحی عایقهای سیستم می باشد. برای طراحی سیستم های عایقی و همچنین آزمایش عایقها در استاندارد IEC60 شکل موج استاندارد $1.2/50\ \mu$ Sec تعیین شده است.

۳-۲-۲- اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی: [۱۵] و [۱]

این اضافه ولتاژها که پدیده های گذاری الکترومغناطیسی هستند بین کنتاکتهای یک کلید هنگام عملکرد و ایجاد قوس مجدد بوجود می آیند. این اضافه ولتاژها در اثر قطع ترانسفورماتور بی بار یا راکتور موازی، قطع خطوط طولانی باز، وصل خطوط بی بار و نیز قطع جریانهایی اتصال کوتاه می توانند بوجود آیند.

اضافه ولتاژهای کلید زنی را می توان به طرق مختلف، منجمله استفاده از مقاومتها در وسایل قطع و وصل سنکرون (بگونه ای که قطع یا وصل در نقطه مناسبی از منحنی ولتاژ انجام گیرد تا اضافه ولتاژها محدود گردند) و همچنین استفاده از برقگیرها محدود نمود. در سیستم هایی که از وسایل محدود کننده استفاده نمی شود دامنه این اضافه ولتاژها بین ۲/۵ تا۴ پرتونیت می باشد و در صورت استفاده از تکنیکهای محدود کننده مثل مقاومت قطع و وصل در کلیدها بین ۲تا۲/۵ پریونیت و در صورت استفاده از تکنیکهای پیشرفته تر مانند استفاده از مقاومتهای چند مرحله ای در کلیدهای قدرت بین ۱/۵ تا۲ پریونیت خواهد بود.

۳-۲-۳- اضافه ولتاژهای موقت با فرکانس قدرت [۱۵] و [۱] و [۵]

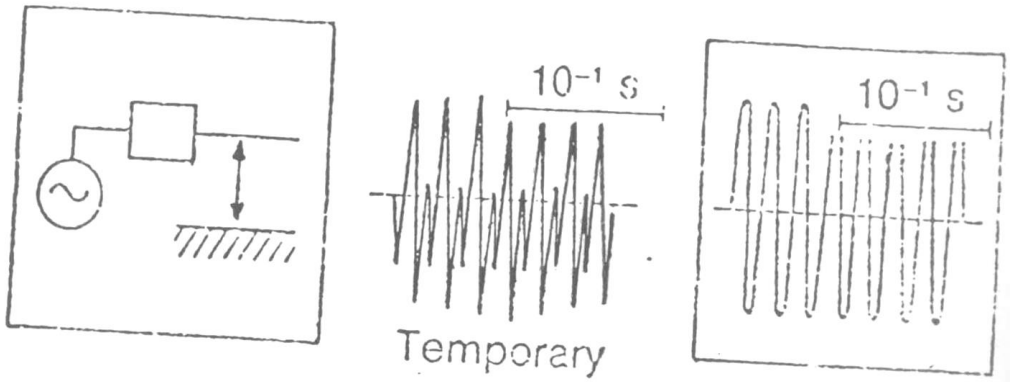
اضافه ولتاژهایی را که بیش از ۵ سیکل تداوم یابند، اضافه ولتاژهای موقت گویند این نوع اضافه ولتاژها دارای فرکانس در حدود فرکانس سیستم قدرت هستند و دامنه آنها معمولاً از ۲ پریونیت کمتر است. در سیستم هایی که خوب طراحی شده با شند دامنه این اضافه ولتاژها کمتر از ۱/۵ پریونیت و زمان تداوم آنها حداکثر۱ثانیه است. این نوع اضافه ولتاژها در تعیین مشخصه برقگیرها و در نتیجه تعیین سطح حفاظتی در مقابل امواج ضربه ای تأثیر به سزایی دارند. چون عامل بروز این اضافه ولتاژها تغییرات روی داده در شبکه و تجهیزات موجود در آن می باشد لذا در ردیف اضافه ولتاژهای داخلی تقسیم بندی می گردند.

اضافه ولتاژهای موقت معمولاً در پی تغییر شکل شبکه ظاهر می گردند، تغییر شکل شبکه به علل زیر روی می دهد: بروز عیب، قطع و وصل خطوط، جدا کردن بارهای اکتیو و راکتیو عمده، وارد و خارج گشتن ترانسفورماتورها، راکتورها، مانور غلط در شبکه، تنظیم نابجای دستگاههای کنترل ولتاژ ترانسفورماتورها و ژنراتورها و غیره، همچنین بروز برخی پدیده ها در شرایط خاص نظیر پدیده های رزونانس، فرورزونانس موجبات ظهور اضافه ولتاژهای موقت را فراهم می سازند.

این نوع اضافه ولتاژها معمولاً برحسب حداکثر مقدار آن و مدت زمان ولتاژ بیان می شود و شناخت این نوع اضافه ولتاژها برای دو مورد زیر مورد نیاز می باشد:

۱- شناخت مشخصات اضافه ولتاژ سبب انتخاب ولتاژ و مشخصات دقیق برقگیر می شود.

۲- با تکرار اضافه ولتاژ با پلاریته مخالف حتی با پیک کمتر نیز ممکن است برعایق صدمه وارد گردد و بنابراین لازم است که قسمت داخلی تجهیزات نیز مانند قسمت خارج تجهیزات برای پایداری در مقابل اضافه ولتاژهای فوق طراحی شوند.



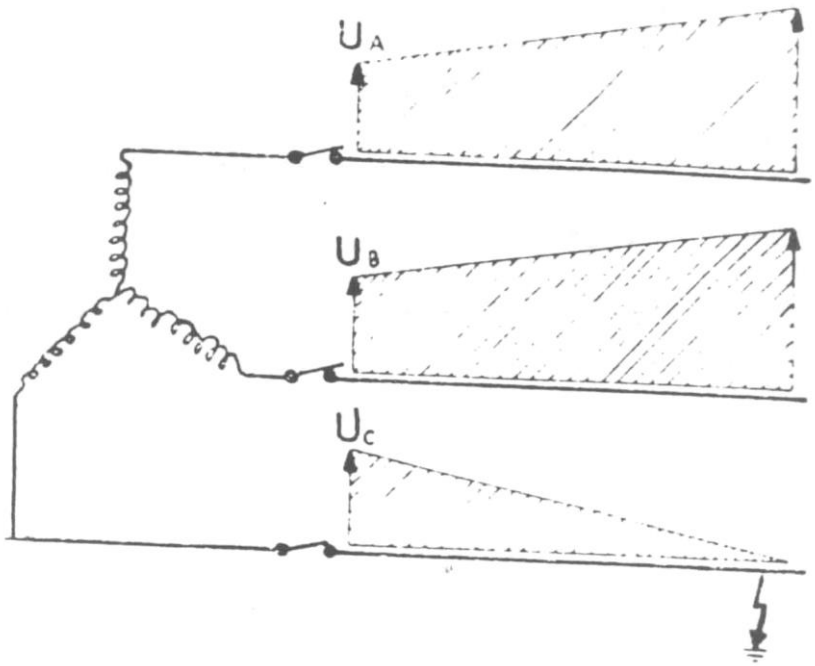
شکل (۳-۱) - شکل موج ناشی از اضافه ولتاژ موقت

۳-۲-۳-۱- اضافه ولتاژهای موقت ناشی از بروز عیب:

با بروز عیب و اتصالی در شبکه و خطوط انتقال انرژی، مقادیر ولتاژها و جریانها در سه فاز و ضعیت شبکه را پس از بروز عیب تشکیل می دهند. تأثیر بروز عیب در ایجاد عدم تعادل در ولتاژها و جریانهای سه فاز با توجه به محل عیب تعیین می گردد. برای نمونه وضعیت بردارهای ولتاژ سه فاز با بروز عیب در طول خط برای ترانسفورماتورها با نقطه صفر زمین شده به ازای عیوب مختلف نشان داده شده است.

الف- اتصال فاز به زمین: این اتصال در شکل الف نشان داده شده است:

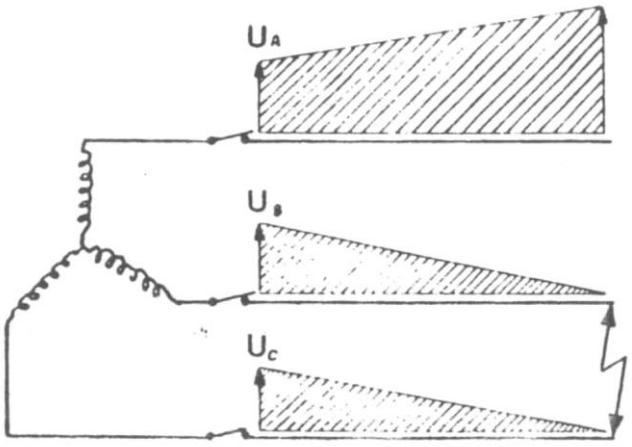
عیب در نقطه F از خط در فاز C روی داده اســـت، با بروز عیب جریان در این فاز تا مقدار جریان اتصالی افزایش یافته متقابلاً ولتاژ این فاز در محل عیب صفر می گردد. چون نقطه صفر طرف تغذیه زمین شده و ولتاژ آن ثابت و معادل صفر می باشد؛ نقطه O در محل عیب نیز ثابت بوده ولتاژ آن صفر می باشد و مقدار ولتاژ در فازهای A وb تغییری نمی کند.



شکل (۳-۲) - شکل اتصالی فاز به زمین

ب- اتصالی فاز- فاز:

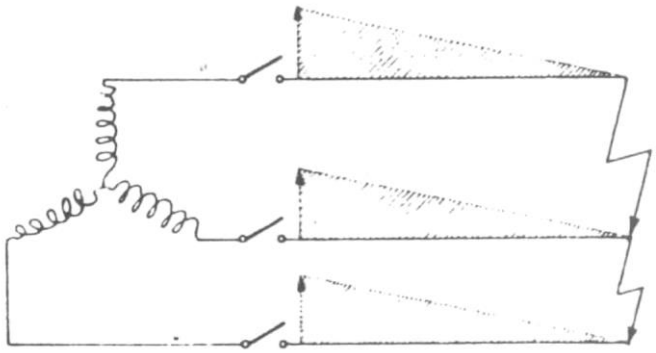
عیب در نقطه F از خط و در دو فاز B و C با یکدیگر روی داده اســت. با بروز عیب جریان در این دو فاز تا مقدار قابل توجه افزایش یافته متقابلاً ولتاژ در دو فاز صفر می گردد.



شکل (۳-۳) - شکل اتصالی فاز به فاز

ج- اتصالی سه فاز با هم:

در این نوع اتصالی جریان در هر سه فاز تا مقدار قابل توجهی افزایش یافته، ولتاژها در سه فاز صفر می گردند. شرایط حاصل از این اتصالی جریانهای متعادل را در سه فاز عرضه ساخته، افت ولتاژ برابر و مشابه را در هر سه فاز موجب گردیده ولتاژ را در محل عیب معادل صفر می سازد چون در این نوع اتصالی جریان در هر سه فاز به طور مشابه و متقارن افزایش می یابد لذا به اتصالی متعادل و متقارن موسوم می باشد.



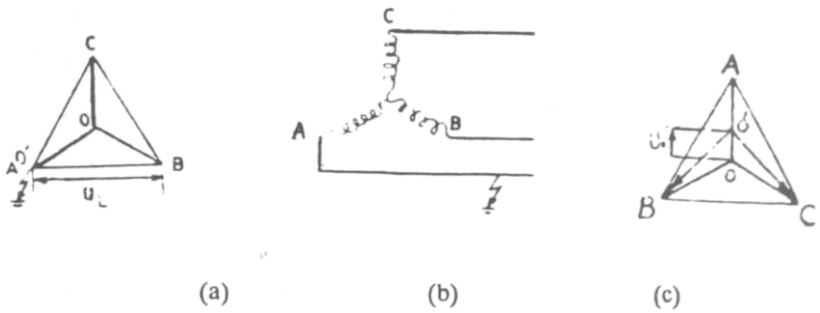
شکل (۳-۴) - شکل اتصالی سه فاز با هم

۳-۲-۳-۱-۱- تاثیر نقطه صفر شبکه در شکل موجهای اضافه ولتاژ :

الف- نقطه صفر ایزوله

در این حالت شبکه توسط ترانسفورماتور با اتصال ستاره و یا مثلث تغذیه می گردد، نقطه صفر اتصال ستاره از زمین ایزوله می باشد، شکل (a-۳-۵) در این شرایط ولتاژ نقطه صفر متغیر بوده و به درجه تعادل ولتاژها در سه فاز بستگی خواهد داشت. در هنگام تعادل ولتاژها، مجموع آنها ولتاژ نقطه صفر را تشکیل می دهد که در شرایط عادی صفر خواهد بود. با بروز عدم تعادل در ولتاژ های سه فاز، ولتاژ حاصل از مجموع آنها در نقطه صفر سیم پیچها ظاهر می گردد. با بروز اتصالی فاز به زمین در هر یک از فازهای مجاور ترانسفورماتور، ولتاژ آن فاز صفر شده نقطه صفر به انتهای سیم پیچی که در آن عیب روی داده منتقل می گردد. شکل (b و c-۳-۵) بطوریکه نقطه نول ترانسفورماتور (o) تحت ولتاژ U_{ph} واقع می گردد. در این نوع شبکه با نقطه صفر ایزوله در صورت بروز اتصالی فاز به زمین، مدار جریان زمین از طریق زمین و سیم پیچی بسته نشده، جریان اتصالی فاز زمین برقرار نمی گردد. تنها جریان خازنی با توجه به

خاصـــیت خازنی ســـیم پیچها در جهت فلش خط چینها برقرار می گردد که مقدار آن بســـیار محدود می باشد.



شکل (۳-۵) - شکل موج اضافه ولتاژ در حالت نقطهٔ صفر ایزوله

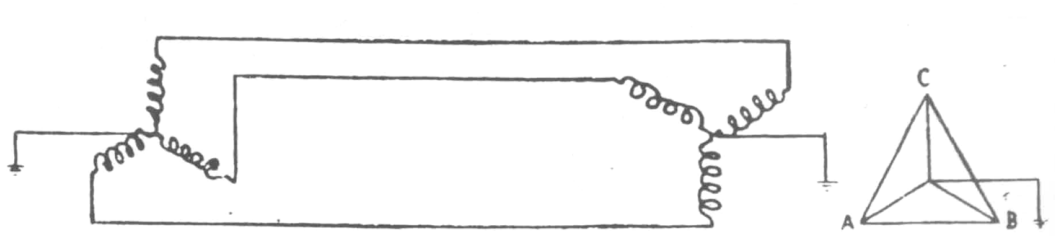
با بروز اتصالی فاز به زمین در این نوع شبکه ها ولتاژ فازهای سالم نسبت به زمین تا ولتاژ خط UL یعنی $\sqrt{3}$ مرتبه افزایش می یابد، چون ولتاژ نقطه صفر در این نوع ات صال ثابت نبوده همراه با تغییرات ولتاژ و بروز عدم تعادل در فازها تغییر می نماید. لذا به شـــبکه با نقطه صـــفر ایزوله یا شبکه با ولتاژ صفر شناور موسوم باشد.

افزایش ولتاژ نقطه صفر در این نوع شبکه ها موجب می گردد تا ولتاژ فازهای سالم در هنگام بروز عیوب گوناگون فاز به زمین به مقدار $\sqrt{3}$ مرتبه و ولتاژ نقطه صـــفر تا مقدار U_{ph} افزایش یابند. با توجه به افزایش ولتاژ فازها و ولتاژ نقطه صفر لازم ا ست در این نوع شبکه ها پیش بینی کافی در مورد ســطح ایزولاســیون نقطه صــفر ســیم پیچها در ترانســفورماتورها و راکتورها به عمل آورد.

ب- نقطه صفر زمین شده:

یکی از اشکالات عمده در شبکه های با نقطه صفر ایزوله، تغییرات ولتاژ نقطه صفر در پی ظهور هر گونه عدم تعادل در ولتاژهای سه فاز می با شد. بر طبق شکل(۳a-۶) با بروز هر گونه عیب فاز به زمین در این نوع شـــبکه ها، مدار جریان عیب از طریق زمین و ســـیم پیچهای ترانسفورماتور بطور کامل بسته شده موجب می گردد تا جریان عیب با مقدار قابل توجه برقرار گردد در حالی که ولتاژ نقطه صفر سیم پیچها به علت اتصال به زمین همواره هم ولتاژ با زمین و معادل صفر بوده و هیچگونه تغییری نمی یابد.

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

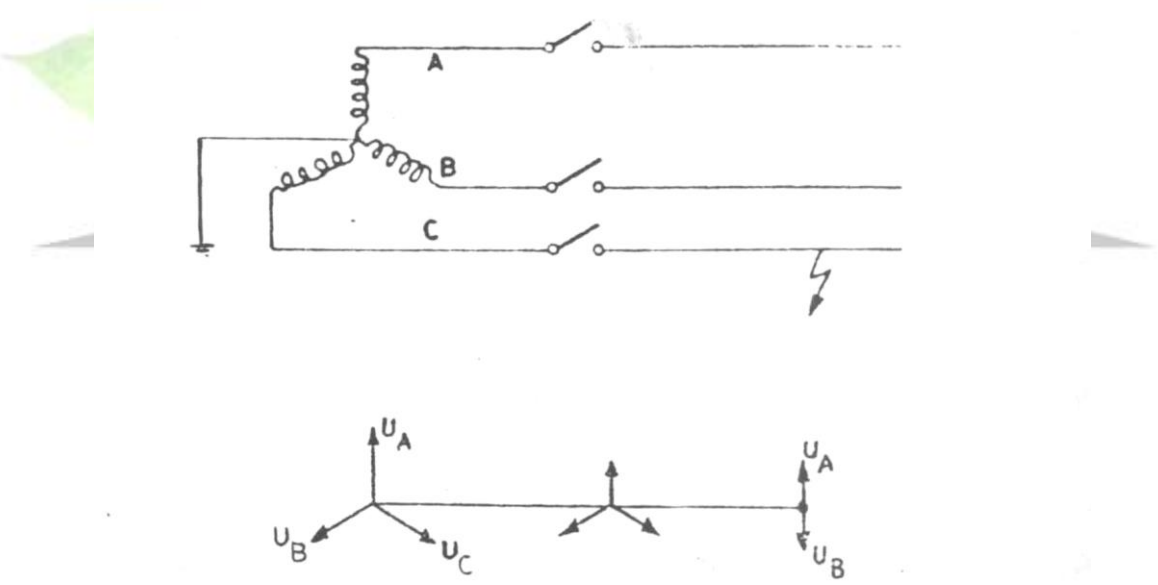


(a) (b)

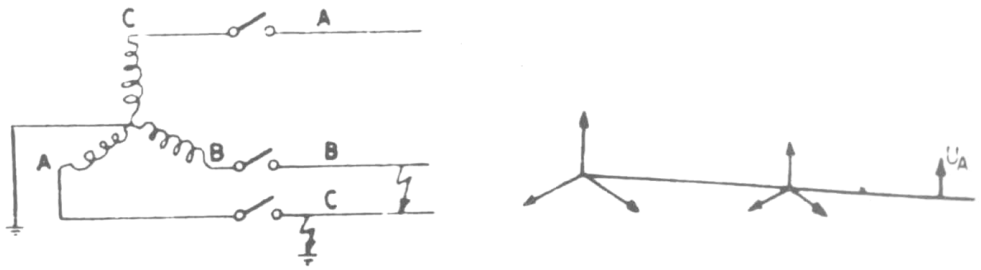
شکل (۳-۶) - نقطه صفر زمین شده

در شـــکل (b-۳-۶) دیاگرام برداری قبل از بروز عیب و در شـــکل (c-۳-۶) پس از وقوع عیب فاز به زمین ارائه گردیده است.

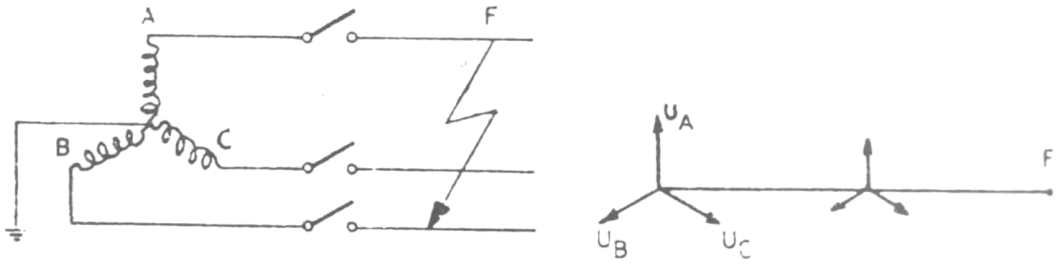
همانطور که ملاحظه می شود در این نوع شبکه ها مقدار ولتاژ فاز به زمین فازهای دیگر تغییری نمی نمایند.



شکل (c-۳-۶)



شکل (۶-۳-d)



شکل (۶-۳-e)

در شکلهای (۶-۳-e,d) دیاگرام برداری برای اتصالیهای فاز به فاز نشان داده شده اند. چنانچه عیب در طول خط و در فاصله زیادتر از ترانسفورماتور و منبع تغذیه روی دهد، ولتاژ در محل بروز عیب و در طول خط شرایط نشان داده شده در اشکال بالا را دارا می گردد. بر طبق این شکلها شرایط عدم تعادل در ولتاژهای سه فاز به تدریج در طول خط مستهلک گردیده، در محل ترانسفورماتور شرایط متعادل را دارا می گردند.

۳-۲-۳-۱-۲- تاثیر اضافه ولتاژهای موقت ناشی از بروز عیب در شبکه:

تأثیر بروز عیب در ایجاد عدم تعادل در ولتاژها و جریانهای سه فاز با توجه به محل عیب تعیین می گردد. هر قدر محل عیب از مصرف کننده دورتر باشد، تأثیر عدم تعادل و تغییر مشخصات شبکه ناشی از بروز عیب نامحسوس تر خواهد بود بروز هر گونه عیب در شبکه با بکار افتادن رله های حفاظتی و قطع کلیدهای مناسب و تعیین شده همراه می باشد. فاصله زمانی قطع کلیدها از لحظه بروز عیب با توجه به شرایط پایداری شبکه تعیین شده در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ بالا از حدود چند سیکل تجاوز نمی نماید. ظهور اضافه ولتاژهای موقت و

شـــبکه ممکن اســـت با برنامه قبلی و یا در صـــورت بروز عیب در خط روی دهد. قطع کلیدها با برنامه قبلی با پیش بینی های لازم همراه می با شد. بطوری که از افزایش موقت ولتاژ جلوگیری گردد. برای این کار بار خط به تدریج کاهش داده شـــده، ســـپس کلید آن قطع می گردد. بعلاوه ولتاژ موقت ظاهر شده از طریق د ستگاه تنظیم ولتاژ زیر بار تراﻧ سفورماتور کنترل می گردد. آنچه حائز اهمیت بوده و لازم ا ست مورد مطالعه قرار گیرد ظهور ا ضافه ولتاژ موقت در پی قطع ناگهانی خطوط و بروز عیب در آنان می باشـــد. قطع ناگهانی خطوط پربار و اصـــلی شـــبکه و یا خطوط ارتباط بین شبکه مو سوم به خطوط به هم پیو سته و یا خط رابط معمولاً از هر دو انتها و بطور همزمان روی می دهد. قطع ناگهانی این خطوط با قطع لحظه ای بار خط همراه بود، اضـــافه ولتاژهای موقت با دامنه بالا را سبب می گردد. این ا ضافه ولتاژها از طریق د ستگاههای تنظیم ولتاژ اتوماتیک و کنترل جریان تحریک ژنراتورها محدود می گردند.

۳-۲-۳-۳- بروز رزونانس و فرو رزونانس:

رزونانس و فرو رزونانس در مدارهای الکتریکی با توجه به مشخصات اندوکتیو و خا صیت خازنی آنها در شـــرایط خاص روی می دهند. مدار ســـیم پیچ ســـوم ترانســـفورماتور با توجه به خا صیت اندوکتیو راکتور و خا صیت خازنی کابل ارتباطی شرایط منا سب جهت بروز پدیده فوق را فراهم می سازد. در پی بروز رزونانس در مدار و ظهور ا ضافه ولتاژهای موقت، شرایط ا شباع هســـته مغناطیســـی مدار و اندوکتانس L ظاهر گردیده، پدید رزونانس را به فرورزونانس تبدیل می ســـازد. این پدیده در کلیه مدارهای شـــامل هســـته مغناطیســـی، نظیر ســـیم پیچی ترانســـفورماتورها، راکتورها ترانســـفورماتورهای ولتاژ همراه با خاصـــیت خازنی پراکنده آنها و خاصـــیت خازنی کابلها روی می دهد. در خطوط انتقال انرژی ظهور اضـــافه ولتاژهای موقت و اشباع هسته مغناطیسی ترانسفورماتورها با قدرت و ولتاژ بالا در پی آن یکی از علل اصلی بروز پدیده را تشکیل می دهد.

بطور کلی بر طبق تجربیات و آزمایشـــات به عمل آمده احتمال بروز این پدیده در موارد زیر می باشد:

۱-شـــرایط بی باری و یا پر باری ترانســـفور ماتور ها، مدار و هســـته مغناطیســـی ترانســـفورماتورها را جهت بروز پدیده فوق آماده می ســـازد، در این شـــرایط منحنی

مغناطیسی هسته ترانسفورماتورها در مرحله غیر خطی خود واقع می گردد، در حالی که نقطه کار عادی ترانسفورماتور در مرحله منحنی خطی آن واقع بوده، افزایش ولتاژ از مقدار عادی سبب اشباع هسته مغناطیسی ترانسفورماتور می گردد.

۲-ایزوله بودن مدار رزونانس از زمین شرایط بروز پدیده فرو رزونانس را افزایش می دهد. به همین علت در شبکه های فشار قوی با قطع اتصال نقطه صفر به زمین و یا باز بودن آن، پدیده فرورزونانس ظاهر می گردد.

۳- ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی با اتصال زمین شده در طرف اولیه و اتصال ستاره زمین شده، اتصال مثلث باز در طرف ثانویه، شرایط بروز پدیده فرورزونانس را از هر جهت فراهم می سازد.

۴- پدیده فرو رزونانس نسبت به ظهور اضافه ولتاژهای موقت در مدار فوق العاده حساس بوده، با ظهور این اضافه ولتاژها و جابجایی نقطه کار ترانسفورماتور بر روی منحنی مغناطیسی آن و انتقال به فاصله غیر خطی، شرایط مناسب جهت بروز پدیده فرو رزونانس فراهم می گردند.

۵-افزایش ظرفیت خازنی بین فازها و فازها با زمین، شرایط مناسب بروز پدیده فرو رزونانس را در مدار فراهم می سازد، به عنوان مثال، وجود کابلها با طول قابل توجه در مدارها با ولتاژ متوسط، بر احتمال بروز پدیده فرورزونانس می افزایند.

این حالت علت اصلی بروز پدیده در شبکه های توزیع با ولتاژ ۱۰ تا ۳۰ کیلو ولت می باشد. سیم پیچ سوم ترانسفورماتورها با اتصال مثلث، بصورت ایزوله از زمین و جود راکتور در آن به خصوص هنگامی که راکتور آن با هسته مغناطیسی پیش بینی شده، اتصال راکتور به ترانسفورماتور از طریق کابل با طول قابل توجه صورت گرفته باشد، کلیه شرایط ذکر شده را دارا بوده، مدار سیم پیچ سوم را جهت بروز پدیده فرورزونانس آماده می سازد، وجود ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی که بطور معمول پیش بینی می گردند، بر احتمال بروز پدیده در هنگام قطع و وصل کلیدها در طرف فشار قوی ترانسفورماتورها و اضافه ولتاژهای موقت ناشی از آن، شرایط بروز پدیده فرورزونانس را در سیم پیچی سوم ترانسفورماتور ها می افزایند. قطع و وصل کلیدها در طرف فشار قوی ترانسفورماتورها واضافه ولتاژهای موقت ناشی از آن، شرایط بروز پدیده فرو رزونانس را در سیم پیچی سوم ترانسفورماتورها فراهم می سازد.

بروز رزونانس در ولتاژ اصـــلی فرکانس ۵۰ و یا هارمونیهای آن با فرکانســـهای ۵۰×۲ و ۵۰×۳ و غیره امکان پذیر می با شد. به همین علت ا ضافه ولتاژهای نا شی از پدیده فرورزونانس از نوع ا ضافه ولتاژهای موقت، با فرکانس تغذیه و هارمونیومهای دوم و یا سوم آن (۱۵۰و۱۰۰)هرتز می باشند.

ا ضافه ولتاژهای موقتی نا شی از فرو رزونانس در ولتاژهای فاز به زمین و فاز به ظاهر می گردند.

۳-۳- لزوم استفاده از برقگیر: [۵]

شناخت و آشنایی با ماهیت اضافه ولتاژها و امواج سیار، به سازندگان و طراحان تجهیزات حفاظتی این امکان را می دهد که بتوان جهت حفاظت ســیســـتم های قدرت در مقابل این نوع اضافه ولتاژها سطح عایقی مناسبی را طراحی و بطور صحیح و مناسب انتخاب نمایند.

اضافه ولتاژهای گذرا، ایزولاسیون تأسیسات و تجهیزات فشار قوی را مختل ساخته وبروز قوس و ات صال در شبکه را باعث شده، قطع کلید و از کار افتادن شبکه را موجب می گردد. بنابراین مقادیر ا ضافه ولتاژها م شخص کننده سطح عایقی تجهیزات شبکه خواهد بود که با ا ستفاده از و سایل حفاظتی منا سب تا حد قابل قبولی کاهش می یابد. زیرا پایین آوردن سطح عایقی تجهیزات شبکه ها از نظر اقتصادی دارای اهمیت زیادی می باشد.

عکس العمل ایزولاسیون شبکه در قبال انواع مختلف اضافه ولتاژها متفاوت می باشد. در ردیف ولتاژهای بالای ۳۰۰ کیلو ولت اضـــافه ولتاژهای ناشـــی از قطع و وصـــل بیش از اضـــافه ولتاژهای گذرای رعد و برق، شرایط کار خطوط انتقال انرژی را مختل ساخته و ایزولاسیون خط و تجهیزات ف شار قوی را تهدید می کند و لذا در این ردیف ولتاژها مبنای سطح عایقی ا ضافه ولتاژهای نا شی از قطع و و صل می با شد. مقابله با ا ضافه ولتاژهای گذرای قطع و و صل مستلزم جلوگیری از بروز قوس مجدد در محفظه قطع کلیدهای فشار قوی می با شد که با نصب مقاومت و خازن موازی با محفظه کلیدها و با انتخاب فشـــار مناســـب گاز، متناســـب با جریان قطع کلید، میتوان شیب افزایش ولتاژ استقرار و احتمال وقوع قوس مجدد در کلید را کاهش داد. در ردیف ا ضافه ولتاژهای زیر ۳۰۰ کیلو ولت سطح ایزولا سیون برا ساس ا ضافه ولتاژهای نا شی از صاعقه تعیین می گردد. برخورد صاعقه به خطوط انتقال انرژی از نظر سازنده های پ ست و نوع خاص

ایزولا سیون آنها حائز اهمیت فراوانی ا ست. به منظور مقابله با ا ضافه ولتاژهای نا شی از صاعقه پیشگیریهایی صورت می گیرد که شامل موارد زیر است:

الف- نصب سیم گارد در خطوط انتقال نیرو.

ب- کم کردن مقاومت زمین برجها و سازه های پست.

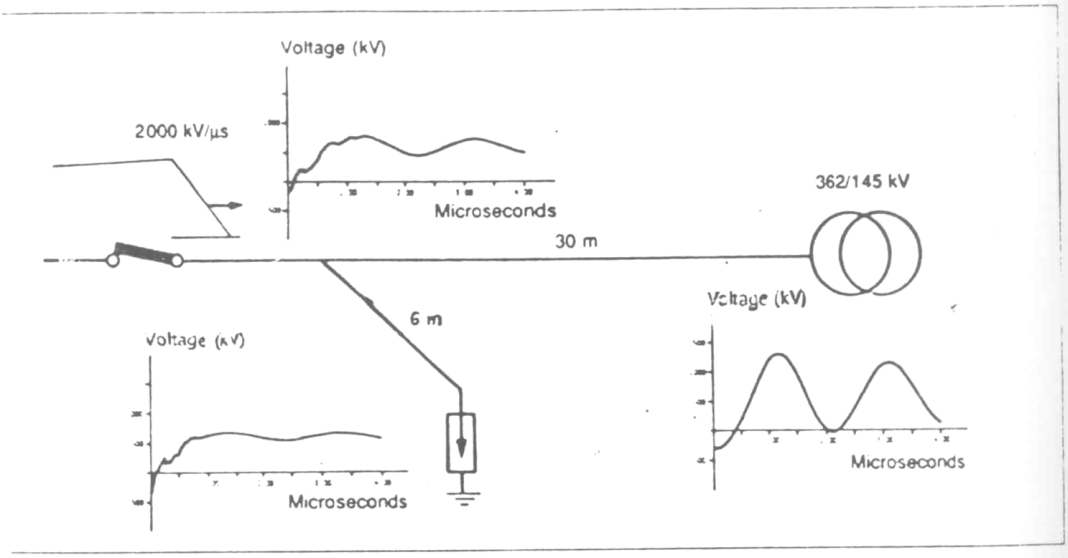
پ- نصب برقگیر

ت- ایجاد شبکه دارای زمین موثر

ث- انتخاب سطح عایقی مناسب (LIWL) برای تجهیزات پست

شناخت اضافه ولتاژهای موقت سبب انتخاب ولتاژ و مشخصات دقیق برقگیرها می شود. از آنجائیکه زمان ا ضافه ولتاژهای موقتی طولانی ا ست و چند سیکل دوام دارد، لذا سیـ ستم عایقی تجهیزات شبکه باید بتواند این ولتاژها را تحمل کنند و برقگیرها نباید برای این ا ضافه ولتاژها عملکردی داشته باشند. با نصب راکتور و زمین کردن مستقیم نقطه صفر مقدار ضریب اتـ صال زمین و ا ضافه ولتاژهای موقت کاهش می یابد و در نتیجه سطوح عایقی کمتری را برای سیـ ستم می توان در نظر گرفت. همچنین در خطوط بی بار طولانی به دلیل شرایط خازنی خط، ولتاژ انتهای خط افزایش می یابد که با کاهش طول خط، اضافه ولتاژ موقت کاهش خواهد یافت.

جهت جلوگیری از ورود امواج سیار با دامنه زیاد که برای تجهیزات پست، خصوصاً ترانسفورماتورها خطرناک می باشد، از برقگیر استفاده می شود. لذا برای کاهش صدمات ناشی از امواج سیار لازم ا ست، نـ سبت به برر سی عملکرد انواع برقگیرها در حالت گذرای شبکه پرداخته شود و با انتخاب مناسب برقگیر و تخلیه اضافه ولتاژهای گذرا در خطوط انتقال و ایستگاههای فشار قوی عملاً شبکه ای پایدار خواهیم داشت. در شکل زیر اثر برقگیر با برخورد امواج ناشی از صاعقه به شبکه نشان داده شده است.



شکل (۳-۷) - اثر برقگیر در اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه

۳-۴- انواع برقگیرها برای ایجاد هماهنگی عایقی در سیستم: [۱۵]

۴-۳-۱- فواصل هوایی:

عایقها را می توان تو سط الکترودهای دارای فوا صل هوایی حفاظت نمود که بسیار ارزان قیمت هستند ولی این عیب را نیز دارند که در صورت عملکرد تحت ضربه، جرقه همراه با افت شدید ولتاژ ضربه ای ایجاد می شود و تخلیه جریان به زمین حتی بعد از رفع ولتاژ ضربه، تحت ولتاژ نامی از بین نمی رود و و سیله حفاظتی دیگری باید برای از میان بردا شتن اتصال فاز به زمین عمل کند و در اینصـــورت به ازای هر بار عملکرد، حداقل برای مدت کوتاهی با قطعی برق روبرو خواهیم بود، در ضمن، بریده شدن موج ولتاژ ضربه باعث ایجاد اثرات نامطلوبی روی سیم پیچ د ستگاههایی نظیر ترانسفورماتورها می شود. لذا هنگامی که از فوا صل هوایی برای ایجاد هماهنگی عایقی ا ستفاده می شود باید تنظیم فوا صل هوایی به نحوی صورت گیرد که عملکرد مکرر و زیادی هنگام عملیات کلید زنی و یا عملیات دیگر در سیستم واقع نشود. لذا با توجه به استقامت عایقی تجهیزات، سطح حفاظتی باید به گونه ای انتخاب شود که عملاً بر رعایت فاصله لازم نسبت به سطح ا ستقامت عایقی باعث عملکردهای مکرر نگردد. ضمناً ا ستفاده از فوا صل هوایی باعث می شود که سطح حفاظتی تحت تأثیر عوامل محیطی مثل درجه حرارت، فـ شار، رطوبت و شکل موج با شد. علاوه بر این فواصل هوایی در مقابل اضافه ولتاژهایی با پیشانی تند

عکس العمل منا سبی را ن شان نمی دهند. بهرحال در این نوع هماهنگی عایقی، سطوح عایقی انتخاب شده معمولاً بی شتر از سطوح عایقی ا ست که می توان به کمک برقگیرهای معمولی یا اک سید فلزی بد ست آورد. برقگیرهای فا صله هوایی بلافا صله پس از برخورد صاعقه و عمل کردن می توانند تجهیزات سیستم نظیر ترانسفورماتورها را که در همسایگی آنها قرار دارند را در معرض خطر قرار دهند و حتی می توانند اغتشاش در عایق این تجهیزات را افزایش دهند.

۳-۴-۲-برقگیرهای معمولی:

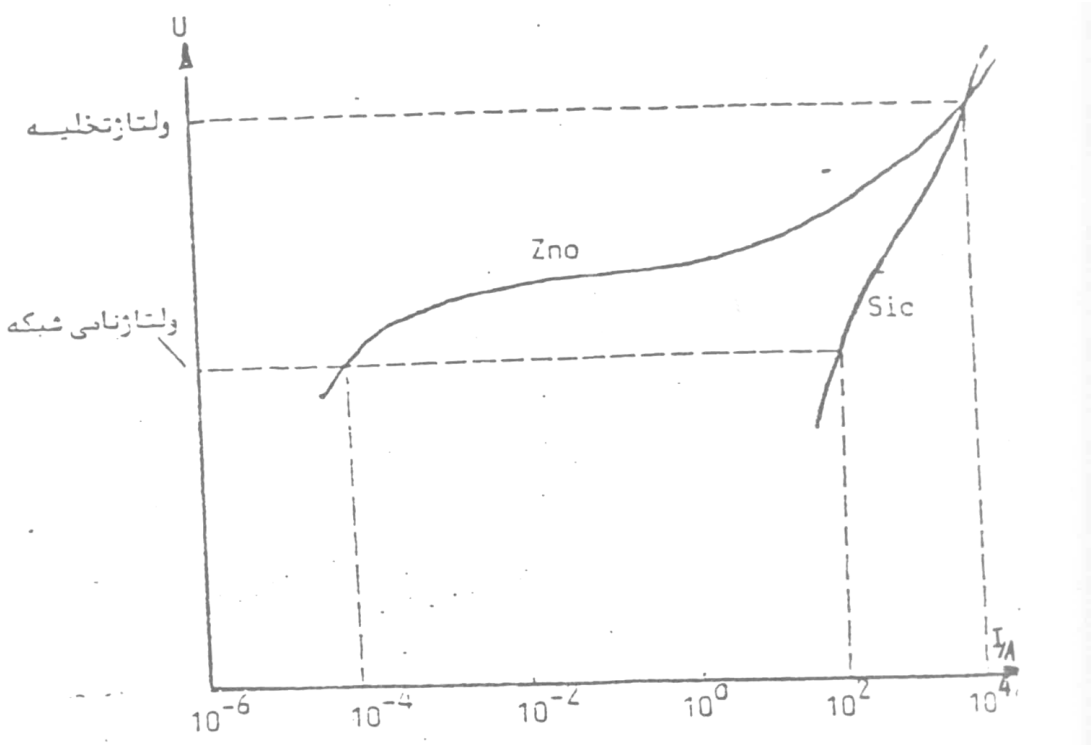
این نوع برقگیر از ترکیب سری فواصل هوایی با مقاومت ساخته می شود و برخلاف فواصل هوایی پس از عملکرد، قابلیت بازگشت به حالت اولیه را دارند. زیرا مقاومت مزبور جریان تخلیه را کاهش داده و به لحاظ همفاز بودن تقریبی جریان و ولتاژ پس از صفر ر سیدن شکل موج ولتاژ، جریان مجدداً برقرار نمی شود. مقاومتها از نوع غیر خطی هستند زیرا از یک طرف باید آنقدر بزرگ با شند که جریان تخلیه به زمین در ولتاژ نامی آنقدر کم شود تا تو سط هوایی قطع شود و از طرف دیگر در ولتاژهای ضربه ای بصورتی باشند که در اثر تخلیه جریانهای ضربه ای زیاد، افت ولتاژ دو سر آنها (ولتاژ باقیمانده) از سطح حفاظتی تجهیزات کمتر شود. معمولاً این مقاومتها از سیلکون کار باید ساخته می شود.

برقگیرهای معمولی به هیچ عنوان نباید تحت اضافه ولتاژهایی با فرکانس قدرت عمل کنند زیرا باعث اتصال کوتاه و تخلیه انرژی زیادی در خود شده و از بین می روند. برقگیرهای معمولی ا ضافه ولتاژهای نا شی از صاعقه و کلید زنی را در حد م شخ صی کاهش می دهند که بستگی به ولتاژ نامی برقگیر دارد.

اضافه ولتاژهای کلید زنی با انرژی بالا که جریان تخلیه زیادی را برای مدت طولانی اعمال می کنند ممکن ا ست باعث سوختن الکترودهای برقگیر شود و لذا این مساله باعث محدودیت در کاربرد برقگیرهای معمولی است در چنین حالاتی باید برقگیرهایی با ولتاژ نامی بالاتری انتخاب شوند تا در ا ضافه ولتاژهای نا شی از کلید زنی عمل نکنند و همین باعث می شود که سطوح استقامت عایقی بالاتری برای تجهیزات انتخاب شود.

۳-۴-۳- برقگیرهای اکسید روی:

در این نوع برقگیر، المانهای مقاومتی از اکسید روی که با اکسید فلزات دیگر ترکیب شده ساخته می شوند. با مقایسه مشخصه ولتاژ- جریان بلوکهای ZnO-SiC مشخص می شود که تحت ولتاژ نامی شبکه جریان عبوری از بلوک مقاومتهای ZnO کمتر از ۱ میلی آمپر است در حالیکه این مقدار برا المان SiC به مراتب بیشتر است.



شکل (۳-۸) - مقایسه مشخصه ولتاژ - بلوکهای Sic و Zno

این برقگیرها می توانند ا ضافه ولتاژهایی با فرکانس قدرت را برای مدت م شخص تحمل کنند و با در نظر گرفتن این ویژگی حتی در سیستم های زمین نشده (که هنگام اتصال کوتاه یک فاز به زمین، ولتاژ فازهای دیگر می توانند تا ۳√ برابر افزایش یابند) می توان سطح عایقی کمتری را بدست آورد. توانایی جذب انرژی برقگیرهای معمولی بوسیله فواصل هوایی محدود می شود ولی برقگیرهای اکسید روی بدون فاصله هوایی بوده و می توانند سطح حفاظتی کمتری را نسبت به برقگیرهای معمولی ایجاد کنند.

۳-۵- کاربرد برقگیرهای اکسید روی در سیستم توزیع: [۲۶]

برای بکار بردن منا سب یک برقگیر اکسید روی در سیستم توزیع، ماکزیمم ولتاژ کار مداوم برقگیر بایستی مساوی یا بزرگتر از ماکزیمم ولتاژ کار عادی سیستم قدرت باشد. اگر در

کل سیستم توززیع نقطه صفر بطور مناسب زمین شده و طول سیم زمین هم کم باشد، ممکن است اضافه ولتاژهایی به اندازه ۱/۶۸ پریونیت در فازهای سالم روی دهد.

اگر سیکل کار نامی و ماکزیمم ولتاژ کار مداوم برقگیر افزایش یابد، تناسب عایقی سیستم بایستی برای اطمینان از حاشیه حفاظتی مورد نیاز مجدداً مطالعه شود.

۳-۵-۱- مزایای برقگیرها نسبت به یکدیگر : [۵]

مزیتهای برقگیر اکسید روی از برقگیر سیلیکن کار باید بیشتر است. (غیر خطی بودن مشخصه ولتاژ جریان اکسید روی، حذف فواصل هوایی و ولتاژ جرقه فاصله هوایی). مقاومتهای غیر خطی اکسید روی بایستی به طور مداوم تحت ولتاژ بوده و ناگزیر باید پایداری حرارتی قابل توجهی داشته باشند. ماکزیمم ولتاژ کار مداوم و قابلیتهای اضافه ولتاژ موقتی برای یک کاربرد بخصوص، پارامترهای مهمی هستند. برای مثال در موقعیت های ویژه ای که ممکن است اضافه ولتاژهای موقتی ناشی از فرورزونانس رخ دهد، اتلاف انرژی برقگیر ممکن است قابل توجه باشد.

مزایای برقگیرهای اکسید روی نسبت به برقگیرهای سیلیکن کار باید:

۱-بهبود قابلیت اطمینان: فواصل هوایی سری حذف شده، در نتیجه تعداد زیادی از قسمتها و هر چیزی که می تواند سبب بد عمل کردن برقگیر شود، حذف شده است. برقگیرهای اکسید روی ذاتاً شکل ساده دارند. این نوع برقگیرها از یک دسته المان که در یک محفظه چینی قرار دارند تشکیل شده اند، این اصل سادگی در ساختمان مستقیماً به بهبود یافتن قابلیت اطمینان تفسیر شده است.

۲-بهبود یافتن حفاظت: حذف فواصل باعث حذف ناپایداری در سطوح حفاظتی که بوسیله جرقه اضافی غیر قابل پیش بینی بود، شده است. المانهای اکسید روی مشخصات حفاظتی فوق العاده ثابتی دارند و خیلی سریع عمل می کنند.

۳-بهبود قابلیت انرژی: المانهای اکسید روی خیلی متراکم هستند (تقریباً $5/5\ g/cm^3$) و گرمای ویژه بالایی دارند ($3\ J/cm^{30}\ c$) به این خاطر آنها می توانند مقادیر نسبتاً زیادی انرژی جذب کرده بدون اینکه افزایش درجه حرارت پیدا کنند. در برقگیرهای نوع پست، قابلیت تخلیه انرژی آنها، دو برابر نوع سیلیکن کار باید در همان سطح می باشد. بعلاوه المانهای اکسید روی قادرند به طور موازی عمل کنند بطوریکه وسایلی با قابلیت انرژی واقعاً نامحدودی ممکن است از آنها حاصل شود.

۴-بهبود عملکرد در برابر آلودگی: برقگیرهای با فاصله هوایی تحت شرایط آلودگی مستعد شکست هستند. زیرا جرقه های اضافی در فواصل هوایی حتی بعضی اوقات در ولتاژهای عادی سیستم رخ می دهد. با برداشتن فواصل هوایی غیر قابل اطمینان، قابلیت برقگیرهای اکسید روی تحت شرایط آلودگی بهبود

یافته ا ست. با احتمال عمل کردن المانهای اکسید روی بصورت موازی چنانچه که در بند ۳ بالا تو ضیح داده شد، سازندگان به سمت وسایلی با جذب انرژی بالا که سابقاً امکان نداشت متمایل شده اند.

۳-۶- روش و معیارهای لازم برای انتخاب برقگیر مناسب جهت هماهنگی عایقی: [۱۵]

۳-۶-۱- تعیین حداکثر ولتاژ فاز- زمین با فرکانس قدرت در محل برقگیر:

با ضرب کردن بالاترین ولتاژ سیستم، در ضریب زمین کردن سیستم، در نقطه ای که برقگیر نصب می شود حداکثر ولتاژ فاز زمین با فرکانس قدرت تعیین می شود. تجربه نشان می دهد که برای کاربرد برقگیر ضریب زمین کردن را می توان به دو گروه تقسیم کرد:

۳-۶-۱-۱- برای سیستم های به طور موثر زمین شده ضریب زمین کردن از ۸۰ در صد تجاوز نمی کند. برای تمام سیستم هایی که نسبت راکتانس توالی صفر به راکتانس توالی مثبت ($0 \leq x\frac{x0}{x1} \leq 3$) است و نسبت مقاومت توالی صفر به راکتانس توالی مثبت $0 \leq x\frac{R0}{x1} \leq 1$ است، سیستم بطور موثر زمین شده و مقدار بدست آمده برای ضرب کردن، در محل برقگیر از ۸۰ درصد تجاوز نمی کند.

۳-۶-۱-۲- برای سیستم های با نقطه صفر زمین شده بطور غیر موثر یا نقطه صفر نشده و یا زمین شده از طریق سیم پیچ خاموش کننده جرقه، ضریب زمین کردن از ۸۰ در صد تجاوز می کند.

در سیستم های که نقطه صفر آنها توسط مقاومت یا راکتانس زمین شده و یا سیستم هایی که بعضی از نقاط صفر یا تمام آنها زمین نشده است، ضریب زمین شدن از ۸۰ در صد تجاوز می کند.

در چنین سیستم هایی ضریب زمین کردن تا ۱۰۰ در صد در محل برقگیر می رسد. در صورتیکه نسبت $\frac{x0}{x1}$ منفی باشد، ضریب زمین کردن حتی از ۱۰۰ در صد هم تجاوز خواهد کرد. برای سیستم هایی با نقطه صفر های زمین نشده اگر نسبت $\frac{x0}{x1}$ بین صفر و (۲۰-) باشد $-20 \leq \frac{x0}{x1} \leq 0$ احتمال وقوع رزونانس وجود دارد. اگرچه برای سیستم هایی با نقطه صفر زمین نشده نسبت $\frac{x0}{x1}$ اغلب کمتر از ۲۰- است و لذا ایجاد رزونانس غیر محتمل است. در صورتیکه اضافه ولتاژهای با فرکانس قدرت که در اثر قطع ناگهانی بار، سرعت گرفتن ماشینهای

دوار و پدیده رزونانس بوجود می آیند بیشتر از اضافه ولتاژ ناشی از اتصال فاز به زمین باشند، باید اثر آنها را در تعیین حداکثر ولتاژ فاز زمین و با فرکانس قدرت در نظر گرفت.

۳-۶-۲- تخمین اندازه جریان تخلیه برقگیر و شکل موج آن:

اندازه و شکل موج جریان تخلیه را باید عمدتاً براساس درجه حفاظتی تأمین شده توسط سیم گارد در مقابل مبرخورد مستقیم صاعقه به خطوط هوایی، پستها و غیره تخمین زد. چنین تأسیساتی ممکن است توسط سیم گارد بطور موثر یا غیر موثر حفاظت شده باشند.

تأسیساتی دارای حفاظت موثر هستند که سیم گارد، پست و تمام خطوط متصل به آن را در مقابل برخورد مستقیم صاعقه حفاظت کند. خطوط هوایی ممکن است در تمامی طول خود و یا از چند اسپن مانده به پست دارای حفاظت سیم گارد باشند. در صورتی حفاظت سیم گارد، موثر خوانده می شود که احتمال خطای سیم گارد یا قوس برگشتی از سیم گارد یا پایه زمین شده تجهیزات به هادی فازها چنان کوچک باشد که ریسک آن قابل قبول باشد. تجربیات عملی برخی کشورها نشان داده که استفاده از سیم گارد در ولتاژهای پایین تر از ۱۰۰ کیلو ولت چندان موثر نیست و سیم گارد چنین سیستم هایی بصورت غیر موثر عمل می کند. برای ولتاژهای بالاتر جهت حفاظت موثر، زاویه حفاظت سیم گارد نباید از ۳۰ تجاوز نماید و مقاومت زمین هر برج نیز نباید از ۱۰ اهم بیشتر شود. در چنین وضعیتی جریان تخلیه برقگیر از ۴۰۰۰ آمپر در ۱۱۰ کیلو ولت به ۱۰۰۰۰ آمپر در ۴۰۰ کیلو ولت تغییر می کند. جریانهای تخلیه فوق برای شکل موجهای ۸/۲۰ میکرو ثانیه که روی برقگیرها تست می شوند داده شده است.

-نرخ رشد جریان تخلیه، بستگی به نرخ رشد ولتاژ دارد. حداکثر نرخ ولتاژ در خط ورودی پست که دارای حفاظت موثر سیم گارد می باشد ۵۰۰ کیلو ولت بر میکرو ثانیه تخمین زده می شود.

برای تأسیسات یا سرکابلهای اتصال خط هوایی- کابل که فاقد حفاظت موثر سیم گارد هستند نرخ رشد ولتاژ حدوداً ۱۰۰۰ کیلو ولت بر میکرو ثانیه می باشد. تجربه نشان می دهد که برای چنین سیستم هایی درجه حفاظتی مناسب با هماهنگی ولتاژ باقیمانده برقگیر در جریانهای تخلیه از ۵۰۰۰ آمپر تا ۲۰۰۰۰ آمپر (شکل موج ۸/۲۰ میکروثانیه) بستگی به عوامل زیر دارد:

۱- اهمیت تأسیسات
۲- احتمال ایجاد جریانهای بالاتر
۳- ابعاد و ولتاژ تأسیسات
۴- سطح عایقی خط انتقال

وقتی تیرهای خط انتقال چوبی یا سیمانی بوده و کراس آرمها کاملاً نسبت به زمین عایق بوده و زمین نشده باشند، آنگاه برقگیرهایی که به چنین خطوطی با ولتاژ پایین تر متصل باشند احتمال بروز جریانهای ضربه ای بسیار بالاتری نسبت به خطوطی که با ولتاژ بالاتر اما با کراس آرمهای زمین شده هستند وجود دارد، مگر اینکه صاعقه آنچنان در نزدیکی برقگیر روی دهد که امپدانس و عایق خط تأثیری روی ضربه نداشته باشد.

۳-۶-۳- تعیین سطح استقامت عایقی تجهیزات:

طبق استاندارد برای هر وسیله چند سطح عایقی به شرح زیر تعریف می شود:

۱-سطح استقامت در مقابل ولتاژهای صاعقه **L.I.W.L**

۲-سطح استقامت در مقابل ولتاژهای کلیدزنی: **S.L.W.L**

۳-سطح استقامت در مقابل اضافه ولتاژهای با فرکانس قدرت: **P.F.W.L**

استاندارد IEC71 سطوح عایقی استاندارد را به منظور یکنواختی در انتخاب و تنوع زدایی در طرح سیستم های عایقی پیشنهاد نموده است. که طراح باید سطوح عایقی را از میان مقادیر استاندارد شده انتخاب نماید. سطوح عایقی برای بالاترین ولتاژ سیستم U_m در محدوده ۵۲ تا ۲۴۵ کیلو ولت شامل سطح استقامت در مقابل ولتاژ صاعقه و سطح عایقی اضافه ولتاژ با فرکانس قدرت می باشد. در این محدوده از ولتاژ سطح اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی پایین تر از سطح عایقی ولتاژ صاعقه است برای سیستم با ولتاژهای ۶۳ کیلو ولت و بالاترین ولتاژ U_m= 72/5 KV مقادیر سطح عایقی صاعقه و سطح عایقی اضافه ولتاژ با فرکانس قدرت به ترتیب برابر ۳۲۵ کیلو ولت و ۱۴۰ کیلو ولت می باشد و از اینرو مقادیر فوق در طراحی هماهنگی عایقی مورد استفاده قرار می گیرند.

۳-۶-۴- انتخاب کلاس برقگیر:

برقگیر ها براساس جریان تخلیه نامی شان طبقه بندی می شوند. جریانهای تخلیه نامی برقگیرهای معمولی طبق استاندارد IEC99-1:1970 عبارتند از ۱/۵ KA و ۲/۵ KA و ۵KA و ۱۰ KA

۳-۶-۴-۱- برقگیرهای با جریان تخلیه نامی ۱۰KA برای پســـتها بکار می روند ولتاژ نامی این برقگیرها از ۳KV به بالاست.

۳-۶-۴-۲-برقگیرهای با جریان تخلیه نامی ۵KA به دو سری B,A تقسیم می شوند:

-برقگیرهای سری **A** برای پستهای فوق توزیع که دارای اهمیت و حساسیت چندانی نیستند بکار می رود ولتاژ نامی آنها بین ۳KV تا ۳۸ KV است و مشخصه عملکرد آنها برای تمامی کشورها مناسب می باشد. سطح حفاظتی این برقگیرها نظیر برقگیرهای ۱۰KA است.

-برقگیرهای سری **B** برای شبکه های توزیع بکار می روند و مشخصه آنها هماهنگ با شبکه های کشـــورهای آمریکا و کانادا اســـت ولتاژ نامی این برقگیرها بین ۳ کیلو ولت تا ۳۹ کیلو ولت اســـت. این برقگیرها نسبت به برقگیرهای سری **A** دارای سطح حفاظتی بالاتری هستند یعنی به ازای اضافه ولتاژهای بالاتری عمل می کنند.

۳-۶-۴-۳-برقگیرهای ۲/۵ کیلو آمپر نیز برای شبکه های توزیع بکار می روند و ولتاژ نامی آنها از ۱۷۵ ولت تا ۳۹ کیلو ولت است. سطح حفاظتی این برقگیرها نظیر برقگیرهای **KA** ۱۰ و **KA**۵ سری **A** است. برقگیرهای ۱/۵ کیلو آمپر فقط برای ولتاژهای پایین تا حد ۶۶۰ ولت بکار می روند.

تجربه نشان داده است که برای ایجاد یک سطح حفاظتی متوسط یا پایین، برقگیرهایی با مقاومت غیر خطی و با جریان تخلیه **KA**۱۰ بهترین سطح حفاظتی را تأمین می کنند و برقگیرهای **KA**۵ سری **A** در مرحله بعدی قرار دارند و برقگیرهای با جریان تخلیه ۲/۵ کیلو آمپر در آخرین مرحله. به عنوان یک قانون کلی بهترین حفاظت با برقگیرهای با برقگیرهای **KA** ۱۰ بدســـت می آید که برای ولتاژهای بالای ۱۰۰ کیلو ولت و یا پستهایی با ولتاژ پایین تر که دارای اهمیت و حساسیت زیادی هستند مناسب است.

عواملی که انتخاب برقگیری با کلاس بالاتر را توجیه می کنند عبارتند از:

۱- شدت امواج صاعقه بطور غیر معمولی بالا باشد.

۲- وجود امواج ناشی از کلید زنی استفاده از برقگیری با جریان تخلیه بالاتر را اجتناب ناپذیر می کند.

۳- تأســـیســـاتی با یک خط هوایی ورودی که دارای اهمیت زیادی بوده اند ایجاد بهترین حفاظت را توجیه می کنند. خصوصاً در مواردیکه حفاظت سیم گارد غیر موثر باشد.

۳-۶-۵- انتخاب ولتاژ نامی برقگیر:

ولتاژ نامی برقگیر برا ساس حداکثر ولتاژ فاز به زمین با فرکانس قدرت انتخاب می شود. ولتاژ نامی برقگیر باید حداقل برابر با حداکثر ولتاژ فاز به زمین انتخاب شـــود تا مطمئن باشـــیم که جریان با فرکانس قدرت در برقگیر جاری نمی شـــود از آنجا که حداکثر ولتاژ فاز به زمین سیستم اغلب بصورت تقریبی معلوم است لذا توصیه می شود که ولتاژ نامی برقگیر معادل و یا

به مقدار کمی بالاتر از حداکثر ولتاژ فاز زمین انتخاب شود. ا ستفاده از برقگیرهای با ولتاژ های نامی خیلی پایین ممکن ا ست باعث افزایش احتمال بروز خطا در برقگیر شود. موارد خاص نیز باید در انتخاب ولتاژ نامی برقگیر مورد توجه قرار گیرند.

۳-۶-۵-۱- ولتاژ غیر عادی سیستم:

انتخاب ولتاژ نامی برقگیر برا ساس بالاترین ولتاژ سیستم Um که در ضریب زمین کردن ضرب می شود بد ست می آید و این انتخاب بر این فرض ا ستوار ا ست که در حالت کار عادی سیستم بالاترین ولتاژ سیستم Um فقط تحت شرایط غیر عادی اتفاق می افتد و احتمال عملکرد برقگیر در شرایطی که ولتاژ سیستم پایین تر از Um است خیلی کم است در صورتیکه ولتاژ غیر عادی در سی ستم به دفعات مکرر رخ دهد آنگاه احتمال عمل کردن برقگیر در حین چنین شرایطی افزایش می یابد و ممکن ا ست لازم شود که از برقگیری با ولتاژ نامی بالاتر از مقدار توصیه شده استفاده شود.

۳-۶-۵-۲- فرکانس غیر عادی سیستم:

در صورتیکه فرکانس سیستم کمتر از ۴۸ هرتز یا بیشتر از ۵۲ هرتز باشد باید ملاحظات ویژه ای در ساخت و کاربرد برقگیر صورت گیرد.

WikiPower.ir

۳-۶-۶-تعیین سطح حفاظتی برقگیر:

برای تعیین سطح حفاظتی برقگیرهای معمولی با مقاومت غیر خطی باید سه ولتاژ زیر با یکدیگر مقایسه شوند و هر کدام که بزرگتر بود به عنوان سطح حفاظتی برقگیر در محا سبات مربوط به هماهنگی عایقی به کار رود.

۳-۶-۶-۲- حداکثر ولتاژ جرقه در آزمایش شکل موج استاندارد و کامل صاعقه $۱/۲/۵۰\mu Sec$ (از جدول VI استاندارد IEC99-1)

۳-۶-۶-۲- حداکثر ولتاژ باقیما نده (تخلیه) در جریان نامی برقگیر از جدول (VI استاندارد IEC99-1) و مطابق بند (۳۳ استاندارد IEC99-1)

البته مقادیر داده شده برای ولتاژهای فوق در استاندارد IEC99-1 حداکثر مجاز برای سازندگان برقگیر ا ست و اغلب برقگیرهای ساخت سازندگان مختلف دارای ولتاژهای کمتری

برای سه مورد فوق هستند و از آنجا که همواره برقگیرهای با سطح حفاظتی پایین تر، حفاظت مطلوبتری را برای تجهیزات فراهم می کنند. برای خطوط هوایی و تأسیساتی که دارای حفاظت موثر سیم گارد هستند با مراجعه به کاتالوگ سازنده سطح حفاظتی برقگیر با روش فوق بدست می آید.

وقتی از برقگیری با جریان تخلیه ۱۰KA ستفاده شود(با شکل موج ۸/۲۰ میکرو ثانیه) هماهنگی در جریان تخلیه نامی نیز معمولاً ضریب ایمنی را تأمین می کند. در حالتی که از برقگیر برای حفاظت خطوط یا تأسیساتی با حفاظت غیر موثر سیم گارد استفاده می شود این امکان وجود دارد که با توجه به ولتاژ باقیمانده برقگیر در جریان تخلیه انتخاب شده برای آن مجبور شویم برقگیری با جریان تخلیه بزرگتری انتخاب کنیم.

۳-۶-۷- هماهنگی سطح حفاظتی برقگیر (LIPL) با سطح عایقی تجهیزات (LIWL):

از آنجا که دامنه و شیب امواج ضربه ای را که در اثر صاعقه وارد یک تأسیسات می شوند هیچگاه نمی توان از پیش تعیین کرد لذا حاشیه ایمنی که به نسبت حفاظتی معروف است در نظر می گیرند.

نسبت سطح استقامت عایقی تجهیزات (LIWL):

از آنجا که دامنه و شیب امواج ضربه ای را که در اثر صاعقه وارد یک تأسیسات می شوند هیچگاه نمی توان از پیش تعیین کرد لذا حاشیه ایمنی که به نسبت حفاظتی معروف است در نظر می گیرند.

نسبت سطح استقامت عایقی تجهیزات (LIWL) به سطح حفاظتی برقگیر (LIPL)را نسبت حفاظتی گویند و طبق استاندارد IEC99-1A:1965 این نسبت باید حداقل ۱/۲ باشد. البته این در صورتی است که زمینهای برقگیرها و تجهیزات مستقیماً به یکدیگر متصل شده باشند. در ضمن کاهش استقامت عایقی هوا در اثر افزایش ارتفاع را نیز باید در نظر گرفت. طبق توصیه IEC برای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، ۱۳ درصد باید به حاشیه ایمنی افزود. علاوه بر رعایت حاشیه ایمنی برای بدست آوردن هماهنگی عایقی باید به نوع تأسیسات نیز توجه نمود. به عنوان مثال هماهنگی عایقی برای تجهیزاتی با حفاظت موثر یا غیر موثر سیم گارد و یا تعداد

متفاوت خطوط هوایی ورودی می تواند تفاوت داشته باشد و در زیر به حالات مهم اشاره می شود:

۳-۶-۷-۱- تجهیزاتی با حفاظت غیر موثر سیم گارد در یک خط هوایی ورودی:

به عنوان مثال می توان از پیستهای فیدر ترانس یا فیدر- دژنکتور ترانس یاد کرد که دارای یک ترانس و یک خط هوایی ورودی که توسط سیم گارد نیز حفاظت نشده اند می باشد. در این حالت برقگیر را باید درست روی ترانسفورماتور نصب کرد و در ضمن حاشیه ایمنی توصیه شده را نیز رعایت نمود.

۳-۶-۷-۲-تجهیزاتی با حفاظت غیر موثر سیم گارد و چندین خط هوایی ورودی:

در چنین پستهایی در حالت کار عادی بیش از یک خط به پست متصل است و نوعاً پستهایی با ولتاژ متوسط از این نوع هستند در چنین گستهایی با ولتاژ فوق توزیع حتی اگر بیش از یک ترانسفورماتور وجود داشته باشد سطح پست نسبتاً محدود است. در این حالت یک دستگاه برقگیر درنزدیکی یاروی ترانسفورماتور نصب می شود ونسبت حفاظتی بین LIWL وLIPLرعایت می گردد. باید در نظر داشت که وقتی چندین خط به پست نصب می شوند،انرژی امواج اضافه ولتاژ ورودی روی خط تقسیم می شود. اگرچه باید حالاتی را که یک یا تعداد بیشتری از خطوط می توانند باز باشند را نیز به حساب آرود.

در چنین پستهایی وقتی یک یا تعداد بیشتری از کلیدها باز هستند ورودی خط مربوطه و یا قسمتهایی از پست ممکن است تحت پوشش برقگیرهایی که روی ترانسفورماتورها یا نزدیک آنها نصب شده اند قرار نگیرند و هیچ حفاظتی در مقابل اضافه ولتاژ نداشته باشند. در چنین حالاتی لازم است که برقگیر دیگری در محل ورودی خطوط نصب شود.

۳-۶-۷-۳- تجهیزاتی با حفاظت موثر سیم گارد و یک خط هوایی ورودی:

در تأسیساتی که دارای حفاظت موثر سیم گارد می باشند اندازه و تیزی موج اضافه ولتاژ ورودی محدود می شود بنابراین می توان فاصله مشخصی را بین برقگیر و تجهیزاتی که مورد

حفاظت برقگیر قرار می گیرند در نظر گرفت در تأسیسات کوچک با یک خط هوایی ورودی باید بصورت زیر عمل شود:

الف- یک سری برقگیر نصب شود که تمام تجهیزات را تحت پوشش حفاظت قرار دهد اما رجحان و اولویت به ترانسفورماتور داده می شود.

ب- حداکثر فا صله مجاز بین برقگیر و تجهیزات باید حـساب شود. بطوریکه ا ضافه ولتاژ غیر مجاز روی آنها رخ ندهد. با توجه به مشخصه موج ورودی به تأسیسات می توان این فاصله را تعیین کرد.

۳-۶-۷-۴- تجهیزاتی با حفاظت موثر سیم گارد و چندین خط هوایی ورودی، ترانسفورماتور و غیره:

محل برقگیرهای ا ستراتژیک و مهم به ق سمتی تعیین می شوند که سطح حفاظتی مورد نیاز برای تمام تجهیزات بدست آید.

WikiPower.ir

۳-۶-۷-۵- حفاظت تجهیزات متصل شده به کابل:

ممکن ا ست خط هوایی م ستقیماً وارد پ ست ن شود بلکه از طریق سر کابل ات صال خط هوایی کابل، به یک کابل با غلاف فلزی زمین شده متصل شده و این کابل وارد تاسیسات پست می شود در این صورت برقگیرهایی در محل تجهیزات و یا در محل سرکابل و یا در هر دو محل ن صب می شوند. در صورتیکه امکان ن صب برقگیر در محل تجهیزات نبا شد باید برقگیر را در محل سرکابل ن صب کرد. محدودیت ف ضا برای ن صب برقگیرها در محل تجهیزات ممکن ا ست باعث ن صب آنها در محل سر کابل شود. در حالیتکه خطوط هوایی فاقد سیم گارد ه ستند، ممکن است نصب برقگیر اضافی در چند اسپن قبل از سرکابل مفید واقع شود. برقگیرهایی که در محل تجهیزات نصـب شـده اند باید با کمترین طول ممکنه به زمین پسـت نصـب شـوند.

برقگیرهای متصل شده در محل سرکابل باید زمین شده و غلاف فلزی کابل به سرکابل متصل شود.

برای جلوگیری از جریانهای گردشی در غلاف فلزی کابلها نباید این غلاف را در سمت تجهیزات زمین کرد. در صورتیکه کابل فاقد غلاف فلزی باشد آنگاه باید برقگیر را در محل سرکابل زمین کرده و تو سط یک هادی که مجاور کابل ک شیده می شود آنرا به زمین پ ست متصل کرد. وقتی که برقگیرها فقط در محل تجهیزات نصب شوند باید بررسی شود که آیا عایق سرکابل حفاظت خواهد شد یا نه و در حالتی که برقگیرها فقط در محل سرکابل نصب می شوند باید بررسی شود که آیا عایق تجهیزات حفاظت می شود یا خیر؟

همانطور که گفته شد حفاظت تجهیزات ب ستگی به فاکتورهایی نظیر سطح ا ستقامت عایقی تجهیزات (liwl)، کلاس برقگیر، ولتاژ نامی برقگیر، طول کابل و اینکه آ یا خط هوایی دارای سیم گارد می باشد یا نه دارد.

۳-۶-۷-۶- تجهیزاتی که عایقبندی سیم پیچ ترانسفورماتور آنها بیش از یک پله از سطح عایقی استاندارد کمتر باشد:

در چنین تأ سیساتی در بی شتر حالات برقگیر باید ا ضافه ولتاژهای نا شی از کلید زنی را نیز به خوبی ا ضافه ولتاژهای صاعقه محدود نماید. البته سطح ا ستقامت عایقی در مقابل امواج کلید زنی (SIWL) با سطح (LIWL) متفاوت ا ست. همچنانکه سطوح حفاظتی برقگیر برای امواج کلید زنی (SIPL) و صاعقه (LIPL) متفاوت هستند. بنابراین هماهنگی عایقی برای امواج کلید زنی باید جداگانه مورد مطالعه قرار گیرد. نتیجه چنین مطالعه ای ممکن ا ست باعث شود که از برقگیری با مشخصات بهتر استفاده شود.

۳-۶-۷-۷- حفاظت ترانسفورماتورهایی با نقطه صفر زمین نشده:

در ترانسفورماتورهایی که دارای اتصال ستاره با نقطه صفر زمین نشده و یا زمین شده از طریق امپدانس بزرگ هستند، امکان دارد ولتاژ ضربه در نقطه صفر آنها در اثر ا ضافه ولتاژهای

ترمینالهای خط آنها بوجود آید. برای خطوطی که از طریق برجهای چوبی زمین نشده، نگهداری می شوند ولتاژ ظاهر شده در نقطه صفر ممکن است بسیار بزرگ باشد. در این حالت تمام نقاط صفر از طریق یک بوشینگ بیرون آورده شده و توسط برقگیر حفاظت می شوند. برای ترانسهایی که عایقبندی سیم پیچ آنها یکنواخت نیست این مسأله می تواند بسیار مخاطره انگیز باشد اگرچه جریان تخلیه شده از طریق برقگیرها که ناشی از اضافه ولتاژهای صاعقه یا کلید زنی می باشد کوچک است (تا ۱۰۰۰ آمپر) ولی باید به مدت زمان طولانی را برای این جریانها در نظر گرفت.

برای حفاظت شبکه صفر چنین ترانسفورماتورهایی، برقگیر را بین ترمینال نقطه صفر و زمین قرار می دهند. انتخاب ولتاژ نامی برقگیر در این حالت باید حداقل μ_m ۰/۷ باشد و این به شرطی است که عایقبندی سیم پیچ های ترانسفورماتور یکنواخت باشد. در صورتیکه عایقبندی یکنواخت نباشد باید اطلاعات لازم را از سازنده کسب کرد. پس از انتخاب اولیه برقگیر باشد سطح حفاظتی برقگیر را (LIPL) با سطح استقامت عایقی ترانسفورماتور (LIWL) مقایسه کرد و در صورتیکه نسبت LIWL به LIPL برابر ۱/۲ باشد، هماهنگی عایقی مناسب تأمین شده

۳-۶-۸- در صورتیکه انتخاب اولیه برقگیر هماهنگی عایقی را تأمین نکرد:

در صورتیکه هماهنگی عایقی مطلوب با رعایت موارد ذکر شده در بند قبلی (۲-۶-۷) برای برقگیر انتخاب شده برآورده نشد لازم می شود که تدابیر دیگری اتخاذ شوند که عبارتند از:

I) انتخاب برقگیری از کلاس بهتر یا ولتاژ پایین تر تا سطح حفاظتی پایین تری را تأمین کند. باید یادآور شد که انتخاب برقگیری با ولتاژ نامی پایین تر از آنچه در بند (۲-۶-۷-۵) توصیه شد باعث افزایش ریسک خط در برقگیر در اثر برخورد امواجی با سطح بالاتر از حد تحمل برقگیر می شود.

II) تغییر محل برقگیر برای کاهش فاصله بین برقگیر و تجهیزات مورد حفاظت.

III) افزایش سطح عایقی تجهیزاتی که باید حفاظت شوند.

IV) بهبود حفاظت سیم گارد.

۳-۶-۹- شرایطی که می توانند باعث تجدید نظر در انتخاب اولیه شوند:

شرایطی که می توانند موجب تجدید نظر در انتخاب اولیه برقگیر طبق بندهای (۲-۶-۷-۴) و (۳-۶-۷-۵) شوند عبارتند از:

۱- فاصله برقگیر از تجهیزات

۲- مقاومت هادی و مقاومت زمین بین برقگیر و تجهیزات

۳- تجهیزاتی با استقامت عایقی پایین

برای بدست آوردن حفاظت مطلوب تجهیزات ممکن است نیاز به بهبود شرایط فوق باشد و یا اینکه برقگیر دیگری با سطح حفاظتی پایین تری انتخاب شود. استفاده از برقگیری با ولتاژ نامی پایین تر از آنچه در بند (۳-۶-۷-۵) توصیه شده باعث می شود که ریسک بروز خطا در برقگیر بالا رود زیرا احتمال عمل کردن برقگیر تحت اضافه ولتاژهایی با فرکانس قدرت که بالاتر از ولتاژ نامی آن باشد وجود دارد.

۳-۶-۹-۱- اثر افزایش فاصله برقگیر از تجهیزات در سطح حفاظتی سیستم

تا جایی که مقدور باشد باید برقگیر در نزدیکی تجهیزات قرار گیرد بویژه وقتی که تأسیسات دارای حفاظت موثر سیم گارد نیستند و پست در انتهای خط قرار گرفته باشد. در این شرایط علاوه بر اینکه احتمال برخورد مستقیم صاعقه به پست (یا در نزدیکی آن) بالاست، هیچ خط دیگری نیز وجود ندارد که ولتاژ موج سیار بتواند بین خطوط تقسیم شود. پس از وارد شدن موج سیار به پست، ولتاژ در محل برقگیر تا مقدار ولتاژ باقیمانده موج بعد از رسیدن به برقگیر با حداکثر دامنه ای برابر ولتاژ باقیانده در ترمینال برقگیر و نرخ رشد موج ورودی اولیه (صاعقه) به مسیر خود ادامه می دهد و در صورتیکه در ادامه مسیر به نقطه باز یا ترانسفورماتور برسد به دامنه دو برابر ولتاژ باقیمانده برقگیر خواهد رسید. بالا رفتن ولتاژ در محل ترانسفورماتور تا زمانی ادامه دارد که در اثر عمل کردن برقگیر امواج حذف ولتاژ با دامنه منفی از برقگیر به هر دو سو منجمله به سمت ترانسفورماتور حرکت کرده و به آن نقطه می رسد. همچنین تجهیزاتی نظیر کلید که قبل از برقگیر قرار گرفته اند تا زمانی که برقگیر عمل کند و موج حذفی با دامنه منفی برقگیر به کلید برسد در معرض دامنه موج ورودی هستند در واقع با فاصله گرفتن تجهیزات از برقگیر مدت زمان ممکن است ولتاژ در محل ترانسفورماتور تا دو

برابر ولتاژ باقیمانده برقگیر و در محل کلید حتی تا پیک موج ورودی برسد در صورتیکه 2T >T0 با شد ولتاژ در محل ترانسفورماتور به دو برابر ولتاژ باقیمانده برقگیر خواهد ر سید. T برابر زمان سیر موج از برقگیر تا ترانسفورمانور و T0 برابر با زمان لازم برای ر سیدن ولتاژ برقگیر به سطح حفاظتی آن است. به کمک روش دیاگرام نرده ای می توان نشان داد که:

$$V_t = V_P + 2ST < 2V_P \quad (۱-۳)$$

V_t: ولتاژ در محل ترانسفورماتور

S: شیب پیشانی موج ورودی و یا نرخ رشد ولتاژ پیشانی موج ورودی است.

V_p: سطح حفاظتی برقگیر

همچنین می توان نشان داد که ولتاژ در سمت کلید از رابطه زیر پیروی می کند:

$$V.C.B = V_p + 2ST' \succ Inco\min g\ wave Peak \quad (۲-۳)$$

V.C.B : ولتاژ در محل کلید

T' : مدت زمان سیر موج از برقگیر تا ترانسفورماتور

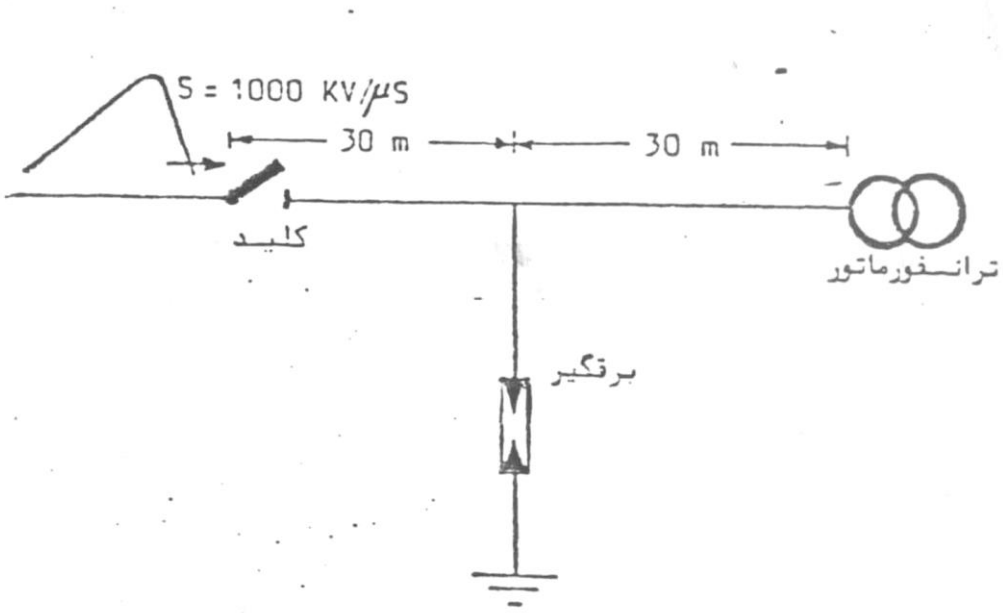
البته روابط بالا با در نظرگرفتن فرضهای زیر صادق هستند:

۱-ترانسفورماتور را بخاطر امپدانس بزرگ با مدار باز تقریب می زنیم.

۲-از ظرفیت خازنی ترانسفورماتور صرفنظر می کنیم.

۳-فرض می کنیم که ولتاژ باقیمانده برقگیر و یا سطح حفاظتی آن مقدار ثابتی باشد.

حال برای تشریح بیشتر مسئله به ذکر یک مثال می پردازیم.



شکل (۳-۹) - دیاگرام تک خطی شبکه

مطابق شکل (۳-۹) یک پست انتهایی را با برقگیری که بین ترانسفورماتور و کلید نصب شده در نظر می گیریم (تیپ فیدر- دژنکتور- ترانس) و فرض می کنیم موجی با پیشانی دارای نرخ رشد و پیک ۶۰۰ KV وارد پست شود. فاصله برقگیر از ترانسفورماتور و کلید ۳۰ متر است. سطح استقامت عایقی تجهیزات ۳۲۵KV و سطح حفاظتی برقگیر ۲۵۰ KV هستند. می خواهیم اندازه ولتاژ را در سه محل کلید، برقگیر و ترانف سور ماتور در اثر ورود موج به پ ست برر سی کنیم. زمان سیر موج از کلید تا برقگیر 'T و فاصله از برقگیر تا ترانسفورماتور را L می نمایم. اگر سرعت سیر موج را برای خط هوایی $300m/\mu Sec$ بگیریم داریم:

$$T'=T=\frac{L}{V}=\frac{30}{300}=0.1\mu Sec \quad (۳-۳)$$

ولتاژ در محل ترانسفور ماتور عبارت خواهد شد از:

$$V_t=V_p+2ST=250+2\times1000\times0.1=450\,KV \quad (۴-۳)$$

چون فاصـــله کلید از برقگیر ۳۰ متر اســـت ولتاژ در محل کلید نیز ۴۵۰ کیلو ولت خواهد شد بنابراین ولتاژ در محل ترانسفورماتور و کلید از ا ستقامت عایقی ۳۲۵KV تجاوز کرده و می تواند باعث صدمه دیدن عایق تجهیزات گردد.

حال برای محدود کردن ولتاژ تجهیزات در جدود ۳۲۵ کیلو ولت حداکثر فاصـــله مجاز ترانسفورماتور و کلید را از برقگیر حساب می کنیم. البته این فاصله برای موجی با شیب پشانی $1000KV/\mu Sec$ محاسبه شده است

$$325 = V_P + 2ST = V_P + 2S.\frac{L}{V} = 250 + 2\times 1000\times \frac{L}{300} \rightarrow L_{\max} = 11/25m$$

در صورتیکه فا صله برقگیر از تراز سفورماتور و کلید ۷/۵ متر با شد حداکثر ولتاژ اعمال شده روی تراز سفورماتور و کلید در اثر موجی با شیب پی شانی $1000KV/\mu Sec$ برابر ۳۰۰ کیلو ولت می شود که از سطح استقامت عایقی تجهیزات کمتر است. بنابراین به خوبی مشاهده می گردد که نزدیکی برقگیر به تجهیزات چه اثر مطلوبی را می تواند داشته باشد.

در صورتیکه پست به طور موثر در مقابل برخورد صاعقه توسط سیم گارد حفاظت شده با شد آنگاه می توان نرخ ر شد ولتاژ را برای پی شانی موج صاعقه ورودی $500KV/\mu S$ فرض کرد. و بنابراین می توان فاصـــله برقگیر را از تجهیزات تا ۲۲/۵ متر افزایش داد. در خانمه باید افزود که علاوه بر پدیده بازتاب موج که می تواند باعث ایجاد ولتاژهای بزرگتری روی تجهیزات گردد در صـــورتیکه اثرات ناشـــی از رزونانس حاصـــله از اندوکتانس بین برقگیر و وســـیله تحت حفاظت و کاپاسیتانس وسیله مورد نظر (مثلاً ترانسفورماتور) در نظر گرفته می شوند می توانند باعث بوجود آمدن ولتاژهای باز هم بزرگتری روی تجهیزات گردند. البته بد نیســـت گفته شـــود که در نظر گرفتن شیب پی شانی $1000KV/\mu S$ برای صاعقه در سطح ولتاژ ۶۳ کیلو ولت، اغراق آمیز است چرا که به خاطر زمین شدن دکلهای انتقال اولاً انرژی صاعقه تا حد زیادی قبل از ر سیدن به پست بر اثر قوس برگشتی از طریق پایه ها به زمین تخلیه می شود، ثانیاً مقاومت کم دکلهای نزدیک پست در چنین وضعی نقش حساسی را ایفا می کنند. مقاومتهای خط انتقال در فرکانس بالای صاعقه بالا رفته و از شیب موج اولیه به نحو چ شمگیری می کاهد و از طرفی در اثر پدیده کرونا باز هم از شیب پیشانی صاعقه کا سته می شود. هر چه شیب پیشانی موج کمتر با شد فا صله مجاز برقگیر از تجهیزات بیشتر خواهد شد. مگر اینکه محل برخورد صاعقه بسیار به پست نزدیک با شد (مثلاً یک ا سپن مانده به پست) و احتمال چنین واقعه ای بسیار نادر است.

۳-۶-۹-۲- اثر مقاومت هادی و مقاومت زمین بین برقگیر و تجهیزات:

افت ولتاژ روی هادی بین برقگیر و هادی زمین کننده برقگیر تا زمین که تحت تأثیر جریان تخلیه برقگیر قرار می گیرند و لذا توسط نرخ رشد ضربه جریان متأثر می شوند به افت ولتاژ دو سر برقگیر اضافه می شوند. علاوه بر این هر تفاوتی بین پتانسیل زمین در محل برقگیر و تجهیزات نیز به ولتاژ اعمال شده به عایق تجهیزات اضافه می گردد. با توجه به مسائل فوق بخصوص در پستهایی که احتمال برخورد مستقیم صاعقه در نزدیکی پست وجود دارد باید تا آنجا که مقدور است برقگیر را در نزدیکی وسیله موردحفاظت قرار داد و هادیهای ارتباط دهنده را تا آنجا که ممکن است کوتاه و مستقیم انتخاب کرد و نیز زمین برقگیر و تجهیزات با کمترین مقاومت ممکنه، ترجیحاً ۱ اهم یا کمتر، به یکدیگر متصل شوند.

۳-۶-۹-۳-تجهیزاتی با استقامت عایقی پایین:

حفاظت و سایلی با استقامت عایقی پایین ممکن است نیاز به بررسی های ویژه ای در انتخاب یا طراحی برقگیر داشته باشد و باید مسأله با سازنده در میان گذاشته شود. این مورد اغلب هنگامی مطرح می شود که تجهیزات قدیمی بوده و سطوح عایقی آنها براساس استانداردهای جدید در آزمایشات متداول Time Impulse رعایت نشده باشد.

۳-۶-۱۰-برقگیرها و محل نصب آنها در شبکه های توزیع ۲۰ کیلو ولت:

یکی از مهمترین و ضروری ترین تجهیزات در خطوط توزیع ۲۰ کیلو ولت، برقگیرها می باشند. برقگیرها به منظور تخلیه اضافه ولتاژهای موجی ظاهر شده در خطوط و پست ها بکار برده می شوند. اضافه ولتاژهایی که ممکن است در یک شبکه توزیع ۲۰kv بوجود آید شامل اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه و کلید زنی و موقت با فرکانس ۵۰HZ می باشد. از طرفی برقگیر به گونه ای باید باشد که هنگامی که اضافه ولتاژها را به زمین منتقل می کند پس از عبور موج ضربه فوراً جریان را قطع کند و اجازه عبور جریان شبکه و یا اتصال کوتاه را ندهد و در ولتاژ نامی شبکه همانند یک مقاومت بینهایت بزرگ عمل کند و در ولتاژهای بیش از ولتاژ نامی برقگیر موج ضربه را به زمین هدایت نماید.

در شرکتهای توزیع برق دو نوع برقگیر کاربرد فراوان دارد که عبارتند از:

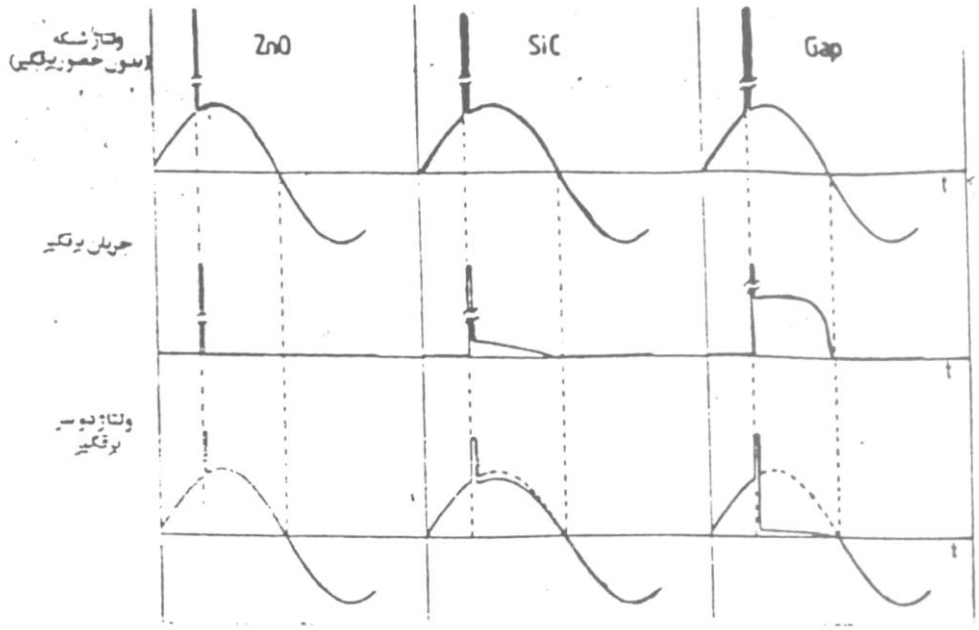
۱-برقگیرهای اکسید روی

۲-برقگیرهای میله ای

شرکتهای برق در حال حاضر طبق استاندارد بین المللی روی هر ترانسفورماتور، سه عدد برقگیر نصب می نمایند. برقگیر به صورت موازی و در نزدیکترین محل به ترانسفورماتورها و سرکابلها نصب می شود و برای سیم زمین آن از سیم مسی ۲۵ یا ۳۵ میلیمتر مربع استفاده می شود و طبق استاندارد روی هر مثره یا بوشینگ ترانسفورماتورها نیز برقگیر میله ای نصب می گردد که اگر احیاناً برقگیر اکسید روی نتوانست به دلایلی عمل کند برقگیر میله لی به عنوان پشتیبان وارد عمل شده و اضافه ولتاژها را به زمین منتقل نماید و تجهیزات و ترانس و یا کابل زمینی را حفاظت نماید و در حال حاضر شرکتهای توزیع برق بهترین حفاظت را از نظر اضافه ولتاژهای گذرا با نصب این دو نوع برقگیر با ولتاژ نامی ۲۴ کیلو ولت و جریان نامی تخلیه ۵KA و ۱۰KA استفاده می گردد.

۳-۶-۱۱- منحنی مشخصه انواع برقگیر در مقابل موج ضربه ای : [۷]

۳-۶-۱۱- منحنی مشخصه انواع برقگیر در مقابل موج ضربه : [۷]



شکل (۳-۱۰)

فصل چهارم:

WikiPower.ir

حوزه حفاظت برقگیر در خطوط هوایی و کابلی و ترکیبی

۴-۱- مقدمه: [۲۳]

وقتی صاعقه به خطوط انتقال برخورد می کند، اضافه ولتاژهای بوجود آمده بصورت امواج سیار انتشار می یابند و باعث اضافه ولتاژهای گذرا در شبکه و تجهیزات سیستم می شود که باید با نصب برقگیرها در محل های مناسب آنها را حفاظت نمود. استفاده از برقگیرهای با کیفیت مناسب و محل نصب صحیح، کلیدی جهت رعایت مفاهیم حفاظت موثر در مقابل اضافه ولتاژها می باشد.

حال جدی ترین پر سشی که پیش می آید این است که برقگیرها را باید در چه مکانی نصب نمود؟

امواج سیار بوجود آمده در اثر برخورد صاعقه دارای پیشانی موج تیزی هستند و اغلب موجب بوجود آمدن نوسانهای ولتاژ شدیدی بین اجزاء سیستم می شوند. به این دلیل برقگیرها دارای محدوده حفاظتی محدودی هستند و برای استفاده از برقگیرها در محدوده حفاظتی شان باید آنها را در محل هایی که با انتخاب صحیح بدست آمده اند نصب نمود.

در این مبحث هدف، ارائه پاسخ به سوالات مطرح در زمینه محل نصب برقگیر می باشد و در بخش دوم این مبحث، قوانین ساده ای در مورد حوزه حفاظت برقگیر برای تعریف محل نصب بهینه آن ارائه شده است که این قوانین در داخل جداولی گرد آوری شده است و نیز شکلهایی که در ادامه آمده، جهت بدست آوردن پارامترهای مورد نیاز استفاده می شود و در ادامه بحث، اطلاعاتی در مورد حوزه عملکرد، اطلاعات اصلی برقگیر و نصب آن و همچنین چند مثال نمونه جهت تشریح قوانین ارائه شده است.

۴-۲- حفاظت شبکه در مقابل اضافه ولتاژ: [۲۳]

تجهیزات الکتریکی سیستم نظیر سوئیچگیر های هوایی و هادیها و کابلها و سوئیچگیرهای کابلی باید در مقابل اضافه ولتاژهای صاعقه از طریق نصب برقگیرها حفاظت شوند.

برقگیرهای میله ای که روی خطوط هوایی و مقره ها نصب می شوند با ولتاژ شکست عایقی پایین تر نسبت به برقگیرهای معمولی دارای حمایت و حفاظت غیر موثرتری در مقابل اضافه ولتاژ هستند. بنابراین نمی توانند جانشین برقگیرهای معمولی شوند. برقگیرهای میله ای می توانند تجهیزات سیستم نظیر ترانسفورماتور را که در همسایگی آن قرار دارند در معرض خطر تجهیزات سیستم نظیر ترانسفورماتور را که در همسایگی آن قرار دارند در معرض خطر قرار دهند و حتی می توانند اضمحلال در عایق آنرا افزایش دهند.

به منظور حفاظت بهینه سیستم در برابر اضافه ولتاژهای روشهای مختلف پیشنهاد شده است که در این بخش به یک نمونه آن که توسط شرکت Stretcher ارائه شده است اشاره می گردد.

هدف از قوانین و مطالبی که در ادامه این بحث می آید، ساده کردن و کاهش زحمت طراحی سیستم حفاظت در مقابله اضافه ولتاژ می باشد. به هنگام کاربرد این قوانین، شبکه ها به اجرائی شامل پستها و خطوط هوایی و کابلی تقسیم می شوند و در نتیجه این اطلاعات مورد نیاز می باشد:

۱-دیاگرام تک خطی پست

۲-اطلاعات بحرانی ترین وضعیت آرایش کلیدها در شبکه (وصل یا قطع بودن کلیدهای بخصوص که بحرانی ترین شرایط را بوجود می آورند).

۳-زمان برقراری وضعیت بحرانی آرایش کلیدها در شبکه

۴-۳- مفهوم حفاظت: [۲۳]

برای نیل به حفاظت بهینه، شبکه ها به قسمتهای مجزایی چون سوئیچگیرهای هوایی، پستهای متصل به خطوط هوائی و سیم های کابل زمینی تقسیم می شوند. برای هر یک از اجزای این شبکه ها محل نصب برقگیر بطور جداگانه تعیین می شود و بر همین اساس جدول۱ الی۵ در ادامه آورده شده است. به هنگام کاربرد این قوانین باید همه وضعیت های بحرانی که

در اثر نحوه آرایش کلیدها بوجود می آیند مورد مطالعه قرار گیرد. مثلاً کاربر باید بداند که ممکن است در بعضی از حالتهای بحرانی آرایش کلید، قسمتی از پست حذف شود و جهت بدست آوردن عدد حفاظتی Ks مورد محاسبه قرار نگیرد. (جدول۲)

قوانین بیان شده شامل موارد زیر است:

۱- قانون سوئیچگیرهای هوایی (جدول۱)
۲- قانون پستهای مرتبط با خطوط هوایی (جدول۲)
۳- قانون کابلهای زمینی ارتباطی بین خطوط هوایی (جدول۳)
۴- قانون مربوط به سیستم های کابل زمینی و پستهای مرتبط با آنها (جداول ۴و۵)

۴-۴- تشریح قوانین حفاظتی:[۲۳]

۴-۴-۱- قانون سوئیچگیرهای هوایی (جدول۱)

اغلب ترانسفورماتورهای شبکه های فشار متوسط در مجاورت خطوط هوایی و در بالای تیرها نصب می شوند و ارتباط بین ترانسها و خطوط هوایی توسط فیوزها و کلیدهای هوایی برقرار می شود و دستیابی به عملکرد قابل اطمینان در اینگونه پستها نسبت به پستهای بزرگتر از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر نبوده و در نتیجه اینگونه پستها نتها از طریق یک عدد برقگیر مورد حفاظت قرار می گیرند.

لازم به ذکر است که تمامی اشکال و قوانین بصورت تکفاز بیان شده است بنابراین بدیهی است که بصورت سه فاز قابل تعمیم خواهد بود.

۴-۴-۲- قانون پستهای مرتبط با خطوط هوایی: (جدول۲)

این پستها حداقل از طریق یک خط هوایی با یک مدار سری با خط هوایی و یا یک کابل رابط تغذیه می شوند و نیز هر یک از این پستها به عناصری جهت تعیین محل نصب برقگیرها تقسیم می شوند که این تقسیم بندی عبارت است از:

۱- خطوط هوایی متصل به این پستها
۲- کابلهای رابط خطوط هوایی
۳- ترانسفورماتورها

۴- کابلهای رابط داخلی (شامل کابلهای رابط بین ترانسفورماتورها)

تقسیم بندی قوانین جدول ۲ بصورت زیر است:

۱- برقگیرهایی که همواره باید نصب شوند که برقگیرهای اصلی نامیده می شوند.

۲- برقگیرهایی که در موارد خاص مورد نیاز هستند که برقگیرهای مشروط نامیده می شوند. برقگیرهای مشروط جهت نصب به عدد حفاظتی K_s و فاصله با برقگیر مجاور و در مورد حفاظت کابل به طور کابل بستگی دارد. در اینجا عدد حفاظتی K_s عبارت است از تعداد همه کابلها و برقگیرهای متصل شده به محل مورد نظر غیر از خودش در صورتی که بین کابلها و برقگیرهای مذکور و محل نصب مورد نظر کابل واسطه ای وجود نداشته باشد. (محل نصب مورد نظر عبارت از محلی است که در آنجا تصمیم به نصب برقگیر گرفته شود)محل نصب مورد نظر با سایر نقاطی که هنوز مورد مطالعه قرار نگرفته اند در ارتباط می باشد بنابراین برای شروع کار باید یک مقدار متوسطی را برای Ks در نظر گرفت و پس از آنکه تمام نقاط شبکه جهت نصب برقگیر مورد بررسی قرار گرفت باید عدد حفاظتی k_s را اصلاح نمود. حال اگر K_s جدید نسبت به k_s مفروض تغییر نمود باید مجدداً محل نصب برقگیرها را مورد مطالعه قرار داد که آیا تعدادی از برقگیرهای انتخابی را حذف نمود و یا تعدادی برقگیر به شبکه اضافه نمود. نکته اینکه در اینجا نیز باید نصب برقگیر در بدترین وضعیت آرایش کلیدها مطالعه شود.

فاصله تا برقگیر بعدی و یا انتهای کابلی که در ابتدای آن برقگیر نصب شده است برابر با طول خط مورد مطالعه در سطح ولتاژ مورد نظر می باشد.

۴-۴-۳- قانون کابلهای رابط بین خطوط هوایی: (جدول۳)

برای حفاظت این نوع کابلها همواره باید در دو انتهای آن برقگیر نصب نمود.

۴-۴-۴- قانون مربوط به پستهای مرتبط با سیستم های کابلی زیر زمینی: (جدول ۴)

در سیستم های کابلی زیر، ۶۰ کیلو ولت، برقگیر پست مبدأ که غالباً دارای سطح حفاظتی بزرگ و بخصوص می باشد با یک پست هوایی در ارتباط است بنابراین یک برقگیر تحت هر شرایطی باید در هر یک از دو پست فوق بصورت مناسبی نصب شود.

۴-۴-۵- قانون مربوط به سیستم های کابلی زیر زمینی : (جدول۵)

فقط سیـ ستم های کابلی که با خطوط هوایی در ارتباط ه ستند باید محافظت شوند. در این م سئله بخ صوص خط هوایی هم با پ ست زمینی و هم با پ ست هوایی مرتبط ا ست و این پستها نیز هر کدام بر طبق قوانین جداول ۲و۴ توسط برقگیرها تجهیز شده اند. همچنین جدول ۵ ن شان می دهد که پ ستهای زیر ۶۰ کیلو ولت در سیـ ستم های کابلی باید تو سط برقگیرها حفاظت شوند و در سطح ولتاژ بالای ۶۰ کیلو ولت برقگیرها بصورت مشروط در سیستم کابلی بکار می روند زیرا، عموماً برقگیرهای نصب شده در پستهای هوایی به اندازه کافی سیستم های کابلی مرتبط با خود را مورد حفاظت قرار می دهند. در این قسـمت مقدار اضـافه ولتاژها بطور موثری به اطلاعات خط هوایی (سیم گارد، مقره ها، سیستم زمین و سطح مقطع برجی و غیره) بستگی دارند. بنابراین در سیستم های حفاظتی مرکب معمولاً استفاده از قوانین یکسان نتیجه خواهد دارد.

۴-۴-۶-حفاظت از کابل غلافدار:

گاهی اوقات غلاف کابل تنها در یک انتهایش زمین می شـود و به عنوان نمونه باید از تلفات اضافی، جریانهای القایی در غلاف کابل دوری کرد. در کلیه شرایط، اضافه ولتاژهای میان، انتها ی آزاد غلاف کابل و سیـ ستم زمین باید تو سط یک د ستگاه حفاظتی از قبیل برقگیرهای میله ای با یک عدد برقگیراضافی محدود شود و گرنه ممکن است بین غلاف کابل و زمین جرقه زده شود.

۴-۵- استفاده از اشکال ۱الی ۵: [۲۳]

بردارهای اشکال ۱ الی ۵ اندازه محدوده های حفاظتی را تعیین نموده است. محور عمودی این بردارها همان فواصل بحرانی و محور افقی آن فاصله مطمئنه یا ($U_i - 1.24 \times U_r$)

تأثیرات ویژه برخورد صاعقه به نوع طراحی خطوط هوایی ب ستگی دارد و به همین دلیل پنج شـکل جداگانه جهت طراحی های مختلف بدسـت آمده اسـت. فاصـله حفاظتی ds برای ماکزیمم ولتاژ عملکرد زیر ۶۰ کیلو ولت از موارد زیر بدست می آید:

۱-شکل ۱: اگر خطوط هوایی بر روی پایه های چوبی، نزدیک به هم باشد.

۲-شـــکل۲: اگر همه خطوط هوایی بر روی پایه های ســـیمانی یا فلزی، نزدیک به هم باشند.

فا صله حفاظتی d_s برای ماکزیمم ولتاژ عملکرد بالای ۶۰ کیلو ولت از شکل ۳ بد ست می آید. و برای سی ستم های با ماکزیمم ولتاژ عملکرد ۴۵ الی ۶۰ کیلو ولت که بر روی تیرهایی که برا ساس ا ستاندارد برای کار در ولتاژهای بالاتر ساخته شده اند نیز از این شکل ا ستفاده می شود.

فا صله حفاظتی d_k در سیسستم کابلی و برای ماکزیمم ولتاژ عملکرد زیر ۶۰ کیلو ولت از موارد زیر بدست می آید:

۱-شکل ۴: اگر خطوط هوایی تغذیه کننده بر روی تیرهای چوبی نصب شده باشند.

۲-شکل ۵: اگر همه خطوط هوایی بر روی تیر سیمانی یا فلزی نصب شده باشد.

در سیستم های کابلی با ماکزیمم ولتاژ کارکرد بالای ۶۰ کیلو ولت برقگیرهای مشروط در نظر گرفته می شوند.

جهت بد ست آوردن k_s و k_k باید تمام و ضعیت های بحرانی آرایش کلیدها در نظر گرفته شود.

WikiPower.ir

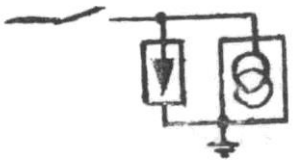
۴-۶- دستوراتی جهت تعیین محل نصب برقگیر: [۲۳]

با توجه به مطالب ارائه شده دستوراتی براساس جداول (۱) الی (۵) ارائه شده است که در زیر به شرح آنها پرداخته می شود.

۴-۶-۱- جدول ۱: سوپیچگیر هوایی:

همواره یک عدد برقگیر جهت حفاظت ترانسفورماتور بکار می رود. هدف در اینجا بدست آوردن فا صله بین برقگیر و ترانسفورماتور ا ست که این فا صله برای پستهای انتهایی از $0.4\ d_s$

کوچکتر بوده و برای پستهای فرعی کمتر از d_s 0.5 می باشد. مقدار d_s را می توان از اشکال ۱ یا ۲ بدست آورد.



شکل (۴-۱) - نمایش یک سوئیچگیر هوایی

۴-۶-۲- جدول ۲،پستهای مرتبط با خطوط هوایی:

پ ستهایی ه ستند که یا م ستقیماً با خطوط هوایی مرتبط ه ستند و یا از طریق کابلهای زمینی با خطوط هوایی مرتبط می با شند. در اینجا Ks برابر ا ست با تعداد همه کابلها و برقگیرها به غیر از خود برقگیر مورد نظر که با محل نصـــب آن در ارتباط می باشـــند. ds را می توان از اشکال ۱ و ۲و۳ بدست آورد.

۴-۶-۲-۱-فیدر هوایی انشعابی از یک خط هوایی:

یک برقگیر مشـــروط در مجاورت کلیدر فیدر به صـــورت دو مورد زیر در نظر گرفته می شود.

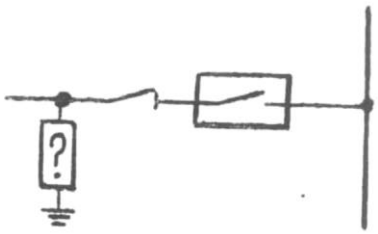
۱-اگر عدد حفاظتی K_s=1,2,3 باشد، همواره یک عدد برقگیر در این محل در نظر گرفته می شود.

۲-اگر عدد حفاظتی $K_S \geq 4$ باشـــد، فقط هنگامی برقگیر در نظر گرفته می شـــود که فاصله بین وسایل حفاظت شده وبرقگیر بعدی یا طول کابل بیشتر از دو مقدار زیر باشد.

۳-برای پستهای بدون کابل باید از d_s 0.5 بیشتر باشد.

۴-برای پستهای دارای کابل باید از d_s 1.0 بیشتر باشد.

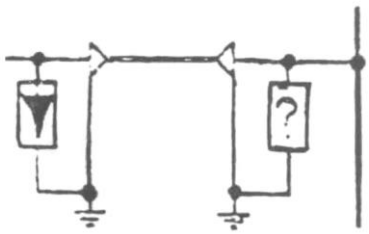
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۴-۲) - نمایش یک فیدر هوایی انشعابی از یک خطوط هوایی

۴-۶-۲-۲-کابل موجود در بین یک خط هوایی:

همیشه یک برقگیر در ابتدای خط هوایی و در محل سرکابل هوایی نصب می شود و فقط وقتی K_s = 1,1,3 باشد باید از یک برقگیر دیگر در انتهای کابل استفاده نمود.



شکل (۴-۳) - نمایش یک کابل مهتی

۴-۶-۲-۳- ترانسفورماتور:

اگر عدد حفاظتی k_s=1 باشـــد، همواره باید یک عدد برقگیر در محل ترانســـفورماتور نصب شود و اگر عدد حفاظتی $k_s \geq 2$ باشد فقط اگر طول کابل یا فاصله تا برقگیر بعدی از مقادیر زیر بیشتر باشد یک عدد برقگیر در محل ترانسفورماتور نصب می شود.

۱-در پستهای بدون کابل باید از 0.25 d_s بیشتر باشد.

۲-در پستهای دارای کابل و فیدرهای هوایی مستقیم باید از 0.5 d_s بیشتر باشد.

۳-در پستهای بدون فیدرهای هوایی مستقیم یا پستهایی که توسط کابل زیر زمینی با خط هوایی در ارتباط هستند باید از مقدار 1.0 d_s بیشتر باشد.

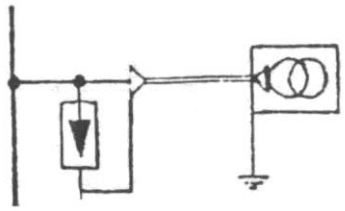
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۶-۲-۴- کابلهای ارتباطی داخلی:

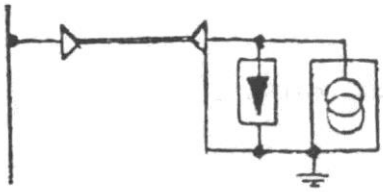
همواره یک عدد برقگیر در یکی از دو انتهای کابل ارتباطی داخلی باید نصب شود. محل نصب خوب برای برقگیر عبارت است از:

۱- در نزدیکی ترانسفورماتور

۲- در انتهای کابلی که دارای حداقل حفاظت می باشد.



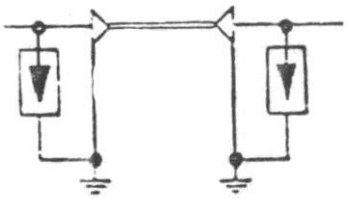
شکل (۴-۵) - نمایش نصب برقگیر در انتهای کابل دارای حداقل حفاظت



شکل (۴-۶) - نمایش نصب برقگیر در مجاورت ترانسفورماتور پست زمینی

۴-۶-۳- جدول۳: کابلهای واسط خطوط هوایی:

همواره باید در دو انتهای کابل واسط برقگیر نصب نمود.

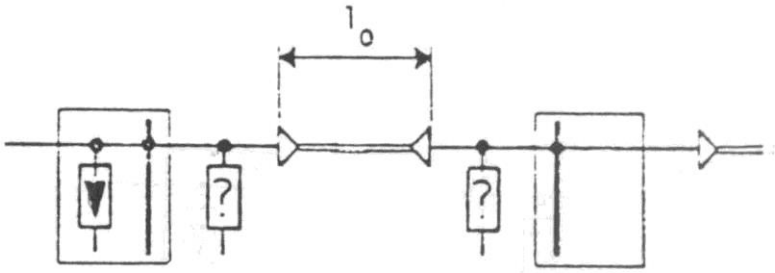


شکل (۴-۷) - نمایش کابل واسط دو خط هوایی

۴-۶-۴- جدول۴: پستها در مدارات کابل زیر زمینی:

مطابق شکل (۴-۸) اگر $L_o \leq 400^m$ با شد، جهت تعیین محل نصب برقگیر باید از قانون کابلهای ارتباطی داخلی در جدول ۲ اســتفاده کرد و برای $L_o \geq 400^m$، یک برقگیر مدار انتقال نصب می شود.

L_o عبارت است از طول کابل ارتباطی از یک برقگیر تا برقگیر بعدی.



شکل (۴-۸) - نمایش پستها در مدارات کابلی زیرزمینی

۴-۶-۵- جدول۵: پستهای واقع شده در سیستم های کالبی زیر زمینی:

د ستورات زیر برای سیستم های با ولتاژ کارکرد زیر ۶۰ کیلو ولت کاربرد دارد و برای ســطح ولتاژهای بالاتر برقگیرهای مخصــوصــی بکار می رود. موارد زیر را می توان مورد بررسی قرار داد:

۱-برقگیرها فقط وقتی مورد نیاز هستند که سیستم کابلی در ارتباط با یک خط هوایی باشد.

۲- در پستهای فرعی هیچ برقگیری مورد نیاز نیست.

۳- برای پ ستهای انتهایی (پ ستهایی که اغلب ب صورت پ ست انتهایی کلید زده می شود) قوانین ۱و۲ بکار می رود و برای پستی که بیشترین فاصله را با خط هوایی بعدی قانون شماره ۱ بدین نحو بکار می رود که:

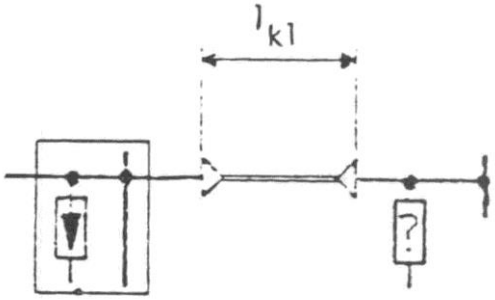
اولین برقگیر باید در پ ست انتهایی ن صب شود و یا حفاظت همه پ ستهای انتهایی تکرار شود، اگر بر طبق قانون ۱ اولین برقگیر نصب شد آنگاه قانون ۲ برای پستهای انتهایی دیگر بکار می رود.

۴-۶-۵-۱- قانون ۱: حفاظت پستهای انتهایی:

فقط هنگامی یک برقگیر مورد نیاز می باشد که فاصله کابل ارتباطی LK_1 با برقگیر بعدی بزرگتر از d_k که از شکلهای ۴یا ۵ بدست می آید باشد. d_k حداکثر فاصله ای است که برقگیر در سیستم کابلی مورد حفاظت قرار می دهد.

$K_K=1$ است اگر سیستم کابلی فقط با یک پست هوایی در ارتباط باشد.

$K_k=2$ اگر سیستم کابلی با حداقل دو پست هوایی در ارتباط باشد.

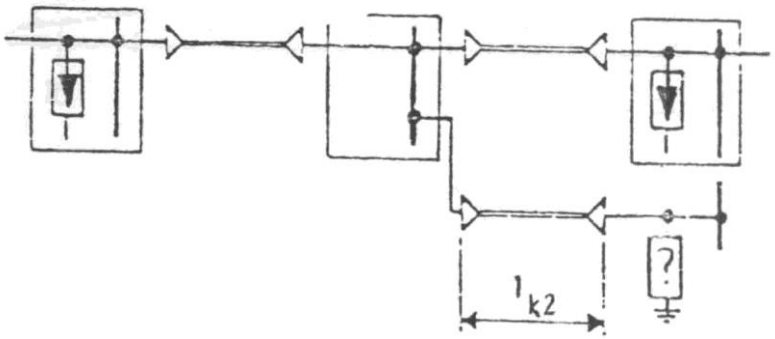


شکل (۴-۹) - نمایش پستهای انتهایی .

۴-۶-۵-۲- قانون ۲: حفاظت پستهای انتهایی

اگر کابل با طور LK_2 تغذیه پ ست انتهایی را انجام دهد در صورتی نیاز به یک برقگیر خواهد داشت که توسط بیش از دو فیدر کابلی تغذیه شده باشد و طول آن از فاصله

حفاظتی d_k بزرگتر با شد و در غیر اینصورت نیازی به برقگیر نمی با شد. d_k را می توان با داشتن ضریب k_k از شکلهای ۴ یا ۵ بدین طریق بدست آورد.



شکل (۴-۱۰) - نمایش پستهای انتهایی

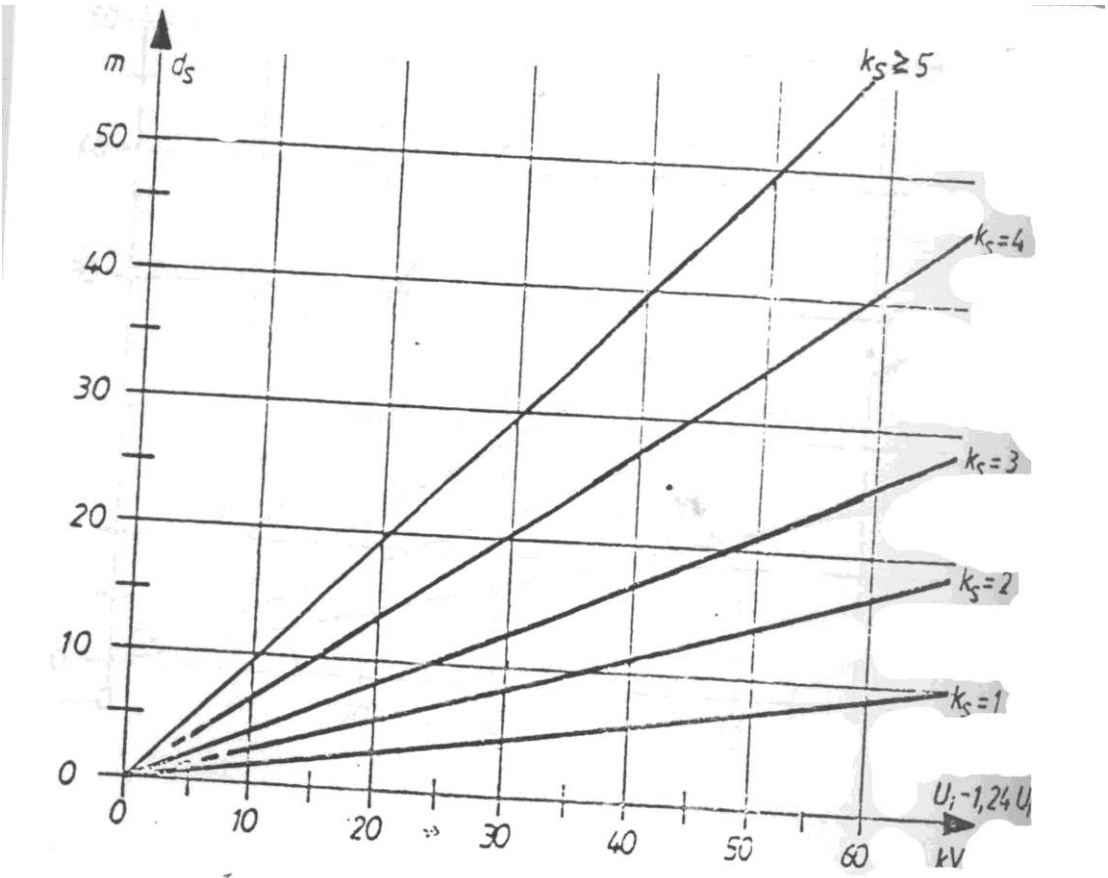
۴-۷- شکلهای ۱الی ۵: [۲۳]

۴-۷-۱- شکل ۱: فا صله حفاظتی d_s برای ماکزیمم سطح ولتاژ کارکرد زیر ۶۰ کیلو ولت در حالتی که سیستم بر روی پایه های چوبی نصب شده باشد.

شکلهای (۴-۷-۱)و (۴-۷-۲) و (۴-۷-۳) جهت بدست آوردن فاصله حفاظتی برقگیر در شبکه هوایی بکار می روند. در این شکلها «K_s»، تعداد عنصر حفاظتی مرتبط با برقگیر مورد نظر می باشد و «U_i» سطح حفاظتی شبکه و «U_r» ولتاژ باقیمانده برقگیر بر اثر عبور جریان صاعقه ۵KA می باشد و

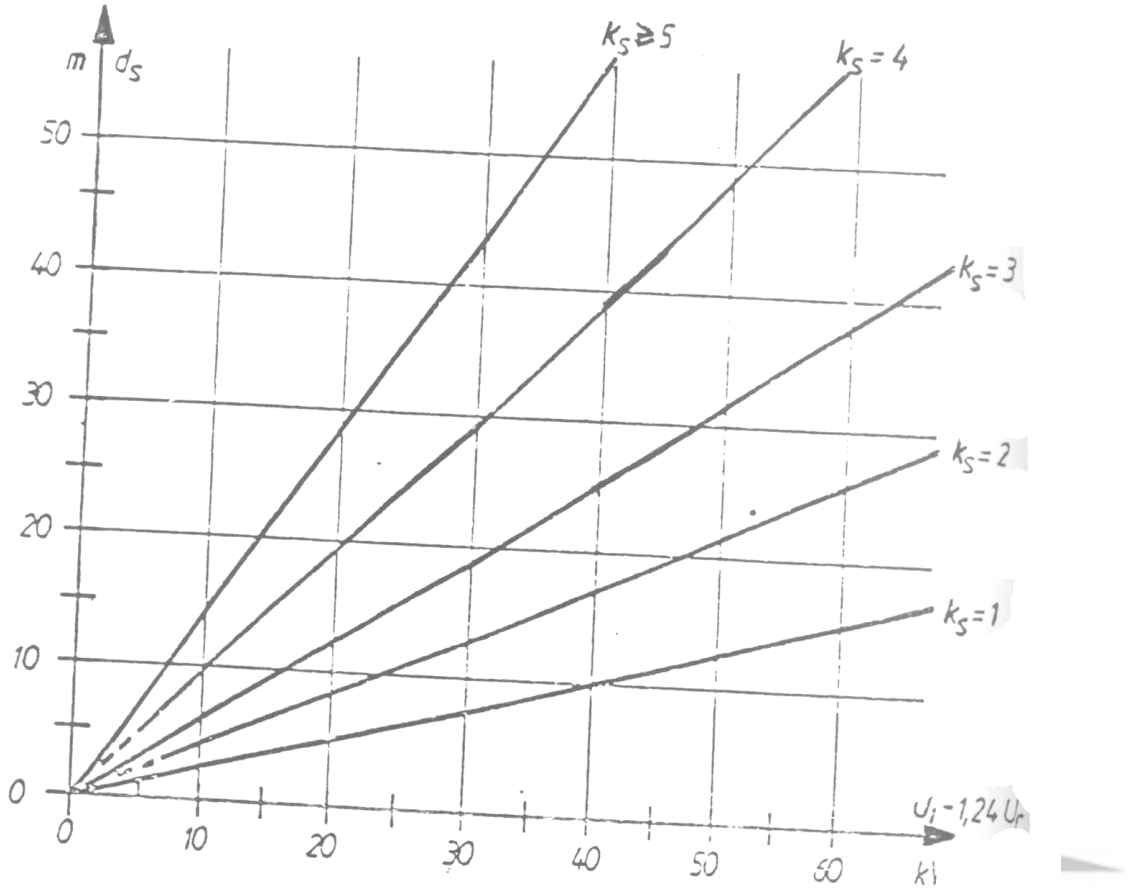
با محاسبه «U_i-1/24U_r» و داشتن «K_s» می توان فاصله حفاظتی d_s را بدست آورد.

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



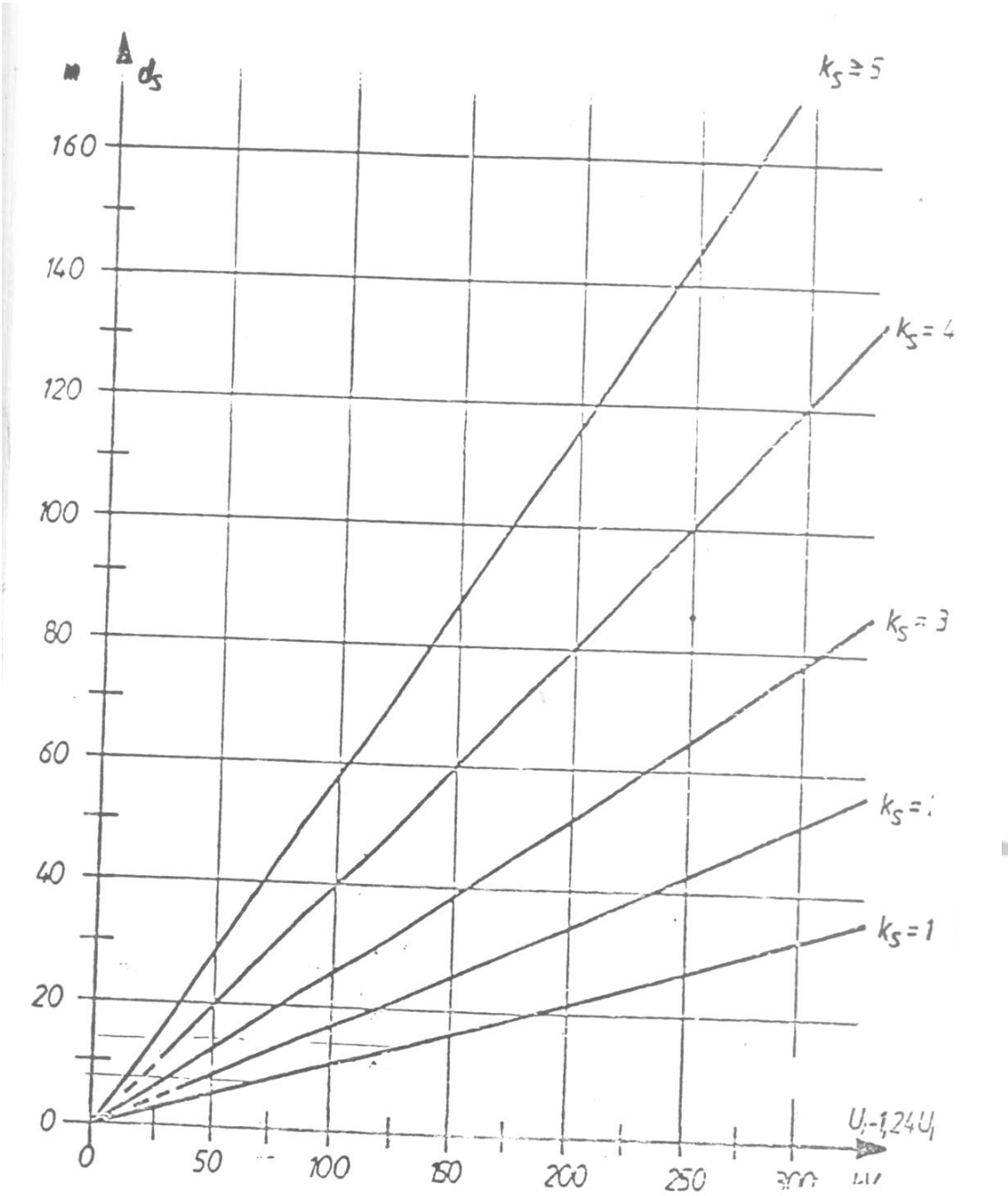
با محاسبهٔ «U_r ۱/۲۴ - U_i» و داشتن «K_s» می‌توان فاصلهٔ حفاظتی d_s را بدست آورد.

۴-۷-۲- شکل ۲: فا صله حفاظتی d_s برای ماکزیمم سطح ولتاژ کارکرد زیر ۶۰ کیلو ولت در حالتی که سیستم بر روی پایه های سیمانی نصب شده باشد.

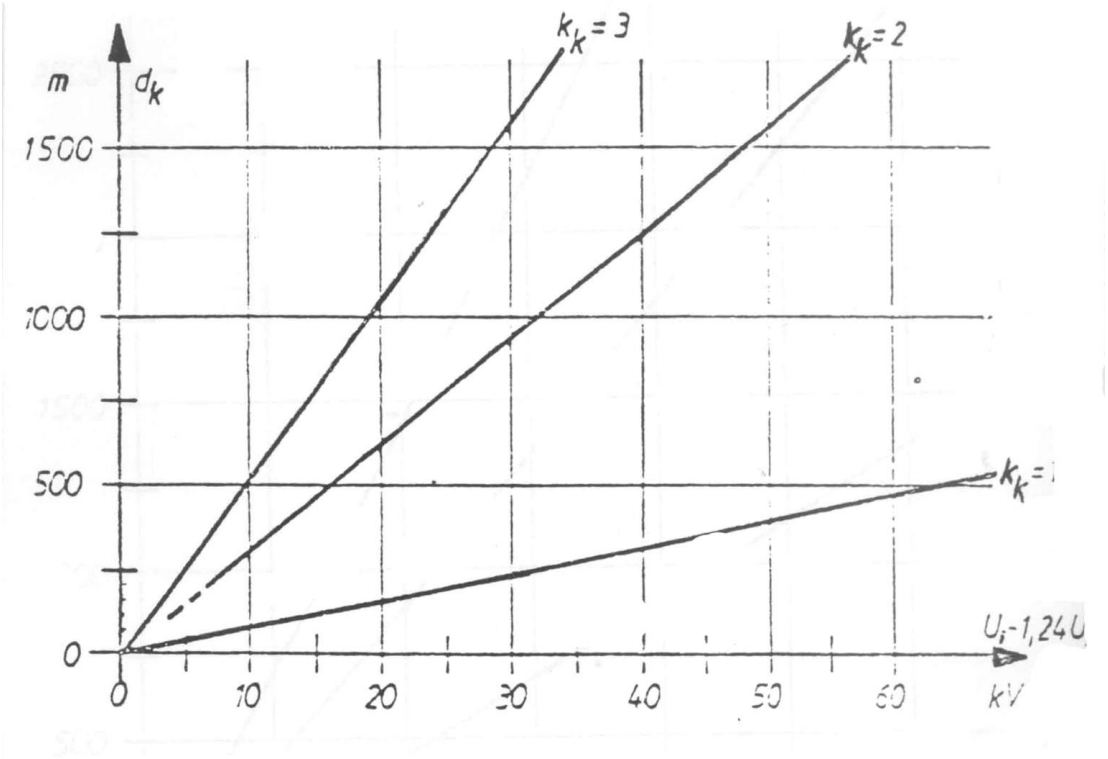


۴-۷-۳-شکل ۳: فاصله حفاظتی d_s برای ماکزیمم سطح ولتاژ کارکرد بالای ۶۰ کیلو ولت در حالتی که سیستم بر روی پایه های سیمانی و فلزی نصب شده باشد.

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



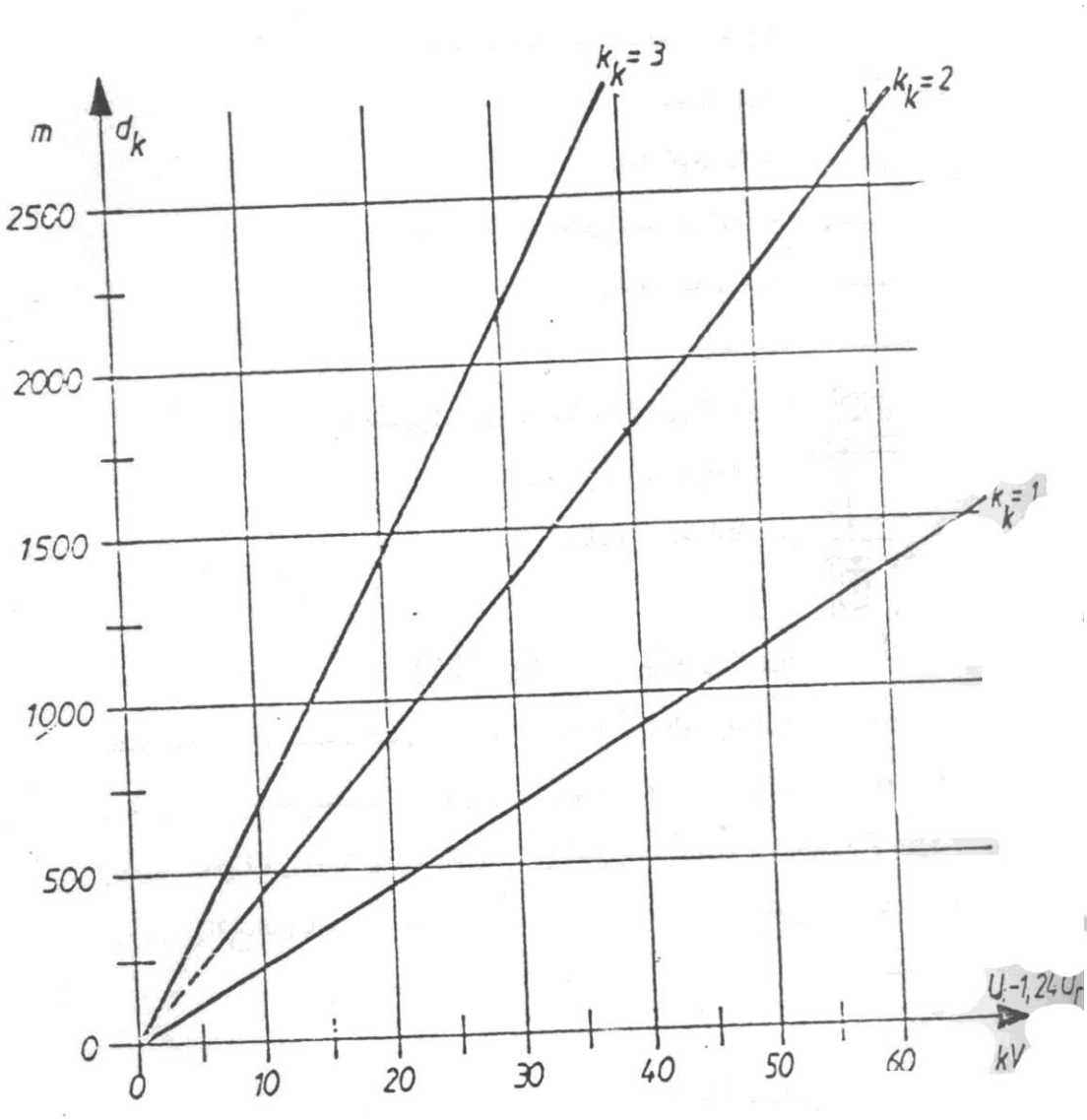
۴-۷-۴- شکل ۴: فا صله حفاظتی dk برای سیستم کابلی و نیز خطوط هوایی متصل به سیستم کابلی که بر روی تیرهای چوبی نصب شده اند.



شکلهای(۴-۷-۴) و (۴-۷-۵) جهت بد ست آوردن فا صله حفاظتی برقگیر در شبکه کابلی بکار می روند. در این شـــکلها «k_s» تعداد عنصـــر حفاظتی مرتبط با برقگیر مورد نظر می با شد و «U_i» سطح حفاظتی شبکه و «U_r» ولتاژ باقیمانده برقگیر بر اثر عبور جریان صاعقه K_a ۵ می باشد و یا محاسبه «U_i-1/24 U_r» و داشتن«K_s» می توان فاصله حفاظتیd_k را بدست آورد.

۴-۷-۵- شـــکل ۵: فاصـــله حفاظتی dk برای ســـیم کابلی و نیز خطوط هوایی متصـــل به سیستم کابلی که بر روی تیرهای سیمانی نصب شده اند.

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

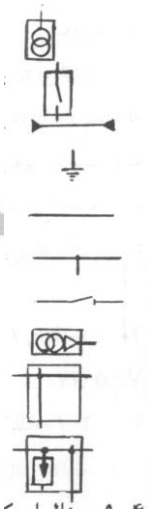


برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۸- شرح علائم اختصاری در شکلها: [۲۳]

: برقگیر: در جدول۱ الی ۵ از اهمیت خا صی برخوردار ا ست و محل ن صب برقگیر از قبل براساس قوانینی که در جدول ۱ الی ۵ آمده پیدا می شود.

برقگیر مشـــروط: منظور برقگیرهای اســـت که در مورد نصـــب آنها باید با اســـتفاده از قوانین ۱الی۵ تصمیم گیری به عمل آید.



: ترانسفورماتور همراه با تانک آب

: دژنکتور یا ایزولاتور یا کلید جدا کننده

: کابل زیر زمینی

: اتصال ترمینال زمین

: خط هوایی یا سیم ارتباطی داخل پست

: باسبار با نقطه اتصال

: سکسیونر

:ترانسفورماتور با تانک آن و اتصال مستقیم سرکابل

: پست کامل بدون وجود برقگیر

: پست کامل همراه با برقگیر

۴-۹- مثالهای کاربردی جایابی برقگیر: [۲۴]

بخش های قبلی این ف صل، قواعدی را جهت حفاظت تجهیزات سی ستم در مقابل ا ضافه ولتاژها ارائه نمودند. حال در بخش حاضـــر مثالهای کاربردی به عنوان مکمل بخش های قبلی بکار می رود. برای اینکه بتوان اطلاعات سی ستم را آنالیز نمود و پارامترهای ضروری و قواعد جایابی برقگیر را بد ست آورد این مثالها بصورت مرحله به مرحله توضیح داده شده اند و نتایج کلی در شکل اصلی آورده شده است.

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

فصل پنجم :

WikiPower.ir

نتیجه گیری

در طراحی یک شبکه الکتریکی،د ستیابی به شبکه ای با قابلیت اطمینان بالا و پایدار،در برابر اضافه ولتاژهای اعمالی از جمله صاعقه،به دو روش زیر امکان پذیر است:

یکی،افزایش اســتقامت الکتریکی تجهیزات،به گونه ای که اضــافه ولتاژ های تحمیلی هیچگونه اختلالی در کار ســیســتم ایجاد نکند،و دیگری،کاهش مقادیر اضــافه ولتاژهای ایجاد شده در سیستم.

افزایش ا ستقامت عایقی تجهیزات در سی ستم توزیع و انتقال ،اگرچه قابلیت اطمینان و پایداری شبکه را افزایش می دهد،لکن،باعث بزرگ شدن طرح و افزایش هزینه اقت صادی نیز می شود.لذا مسئله کاهش اضافه ولتاژها و روشهای آن مطرح می شود.

در این پروژه هدف اصلی بررسی و تحلیل روشی جهت جایابی بهینه برقگیرهای حفاظتی در شبکه های توزیع،و سپس پیاده کردن نتایج بد ست آمده،در یک شبکه توزیع نمونه(شبکه توزیع شهرستان بهشهر) بوده است.

با مطالعه روش ارائه شده تو سط کارخانه سازنده برقگیر سیلیکون کار باید Sprecher ،نتایجی در ف صل چهارم بد ست آمد،همچنین سعی شد رو شی جهت برر سی حوزه حفاظت برقگیر در شــبکه های توزیع هوایی و کابلی و ترکیبی بدســت آید،نتایج بدســت آمده در این بخش عبارت بود از:

۱-حوزه حفاظت برقگیر در خط هوایی معادل ۱۰۰ متر می باشد

۲-حوزه حفاظت برقگیر در کابل معادل ۵۰ متر می باشد

۳-در شبکه های ترکیبی و کابلهای و اصل خطوط هوایی،در هر دو انتهای کابل ملزم به نصب برقگیر می باشیم.

در ادامه سعی شد نتایج بالا در یک شبکه توزیع نمونه بررسی شود،و در این راستا شبکه توزیع شهرستان بهشهر انتخاب شده و شبیه سازی شد و این نتیجه بدست آمد که این شبکه با برقگیرهای موجودش نمی تواند شبکه را در مقابل اصابت صاعقه،حفاظت شده نگه دارد.با بررسیهای انجام شده و جایابی بهینه برقگیرها در شبکه،مشاهده شد که بر اثر اصابت صاعقه در کلیه نقاط و در همه شرایط،سیستم حفاظتی طراحی شده،شبکه را محافظت می نمایند.

در خاتمه به عنوان پیشنهاد چند مورد قابل ذکر است:

اول اینکه از آنجا که اطلاعات مشخصی،در مورد موج جریان صاعقه و شکل آن در ایران،در دسترس نیست،لازم است که با نصب دستگاه های اندازه گیری در نقاط مرتفع مانند قله کوه،در نقاط پر رعد و برق،و نصب یک آنتن یک نسبت به زمین توسط مقره های طولانی عایق شده باشد،مقدار و شکل جریان صاعقه و دیگر مشخصات ممکن را اندازه گیری نمود،تا شبیه سازی و بررسی آزمایشگاهی یک صاعقه امکان پذیر شود.دوم اینکه به علت عدم وجود آماری مدون در مورد قطعیهای حاصله از رعد و برق و دامنه جریان ناشی از صاعقه در ایران،بررسی عملکرد خطوط توزیع،در برابر صاعقه مشکل می نماید.لذا پیشنهاد می شود که قطعی خطوط توزیع و آثار اصابت صاعقه به خطوط توزیع ثبت شده تا بتوان آنالیز بهتری نسبت به قطعی های خطوط توزیع انجام داده و با تجزیه و تحلیل این نتایج،عملکرد خطوط توزیع ایران،بهبود یابد.بدیهی است این مطلب جهت خطوط انتقال نیز صادق است.که می تواند بصورت پروژه در آینده ارائه شود.

ضمیمه ۱

ض-۱- نحوه حرکت موج سیار بر روی خطوط انتقال نیرو: [۳] و [۲]و [۱۴]و[۱۶]

اگر از مقاومت خط انتقال صرفنظر شود می توان آنرا بوسیله خازنهای موازی و سلفهای سری مدل کرد.

مطابق شکل (ض -۱)اگر به ابتدای چنین خطی ناگهان ولتاژی اعمال شود،ابتدا اولین خازن تا ولتاژ لحظه ای اعمال شده شارژ می شود و به علت وجود اولین سلف سری(سلف در

لحظه اول اعمال ولتاژ بصورت یک مدار باز و پس از آن بصورت یک مدار اتصال کوتاه عمل می کند) به همین ترتیب دومین خازن بلافا صله نمی تواند شارژ بشود و شارژ شدن آن به تأخیر می افتد و به همین ترتیب سومین خازن به علت وجود دومین سلف سری با تأخیر شارژ می شود. بنابراین خازن انتهای خط با بیشترین تأخیر شارز می شود (با تأخیر بیشتر جریان به انتهای خط می رسد) اگر ولتاژ اعمال شده به صورت موجی باشد که از صفر شروع و دوباره به صفر برگشته و موجب می شود تا موجی از ولتاژ یا جریان در طول خط به راه بیفتد و این موج خازنهای سر راه خود را شارژ کرده و با تأخیر به انتهای خط می رسد.

ض-۲-معادله موج سیار : [۳] و [۲] و [۱۴] و [۱۶]

برای مطالعه امواج سیار بر روی خطوط انتقال نیرو بدست آوردن معادلات حرکت آن مدل خط انتقال را بصورت گسترده در نظر می گیریم. (شکل ض-۲)

حال اگر در فا صله x از ابتدای خط، طول Δx را در نظر بگیریم مقادیر جریان و ولتاژ را در ابتدا و انتهای این المان مطابق شکل بالا بصورت توابعی از زمان و مکان نشان می دهیم . با اعمال قانون Kvl در حلقه abcd خواهیم داشت:

$$e(x,t)+Ri(x,t)\Delta x+L\frac{\partial i(x,t)}{\partial t}.\Delta x+e(x,t)+\frac{\partial i(x,t)}{\partial t}.\Delta x=0 \quad \text{(ض-۱)}$$

$$\text{بنابراین} \quad \frac{\partial i(x,t)}{\partial t}.\Delta x=-(Ri+L\frac{\partial i}{\partial t})\Delta x$$

به همین ترتیب با اعمال قانون Kcl در گروه a و با توجه به جریان شاخه موازی المان خط خواهیم داشت.

در نتیجه:

$$\frac{\partial i}{\partial t}.\Delta x=-(Ge+C\frac{\partial e}{\partial t}).\Delta x \quad \text{(ض-۲)}$$

طرفین روابط (ض-۱) و (ض-۲) را بر Δx تقسیم نموده و همچنین برای سهولت در محاسبات از مقاومت سری و موازی خط یعنی R و G صرفنظر می نمایم و خط را در محاسبات بدون تلفات فرض می نمائیم اما اثر طبیعی آنرا در استهلام و تغییر شکل موج در نظر داریم:

$$\frac{\partial e}{\partial x}=-L\frac{\partial i}{\partial t} \quad \text{(ض-۳)}$$

$$\frac{\partial i}{\partial x} = -C\frac{\partial e}{\partial t} \quad \text{(ض-۴)}$$

این دو رابطه نشـــان می دهند که هر تغییر زمان در شـــدت جریان در روی خط، تغییر پتانســـیلی را در طول خط به هرماه دارد و هر تغییر زمانی فشـــار الکتریکی بین دو خط تغییر شدت جریان را در طول خط پدید می آورد و تغیرات مکانی موج متنا سب با تغییرات زمانی آن ا ست و مقدار این تغییرات هر چه که ضریب خود القاء و ظرفیت الکتریکی (C,L) بزرگتر با شد بی شتر ا ست. حال برای حذف I از دو طرف معادله (ض-۳) نسبت به x م شتق جزئی گرفته و از دو طرف معادله (ض-۴) نیز نسبت به t مشتق جزئی می گیریم و هواهیم داشت:

$$\frac{\partial^2 e}{\partial x^2} = -L\frac{\partial^2 i}{\partial x.\partial t} \quad \text{(ض-۵)}$$

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x.\partial t} = -C\frac{\partial^2 e}{\partial t^2} \quad \text{(ض-۶)}$$

با قرار دادن مقدار $\frac{\partial^2 i}{\partial x.\partial t}$ در رابطه (ض-۵) نتیجه می شود که:

$$\frac{1}{LC}.\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 e}{\partial t^2} \quad \text{(ض-۷)}$$

معادله (ض-۷) معادله ی موج ب سیار در یک خط بدون تلفات نامیده می شود. فرم کلی حل این معادله دیفرانسیل درجه دوم که معادله یک موج سیار است به شکل زیر می باشد:

$$e = F_1(x - V.t) \quad \text{(ض-۸)}$$

اگر x بر حسب متر و t برحسب ثانیه باشد، دیمانسیون ثابت V، متر بر ثانیه خواهد بود. با قرار دادن رابطه (ض-۸) در (ض-۷) مقدار Vمحا سبه می گردد، نخ ست تغییر متغیر زیر را در نظر می گیریم:

$$U = (x - V.t) \quad \text{(ض-۹)}$$

در نتیجه خواهیم داشت: $e(x,t) = F_1(u)$ (ض-۱۰)

حال از e نسبت به t مشتق می گیریم:

$$\frac{\partial e}{\partial t} = \frac{\partial F_1}{\partial t} = \frac{\partial F_1}{\partial u}.\frac{\partial u}{\partial t} \quad \text{(ض-۱۱)}$$

اما از رابطه (۹-ض) داریم:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -V \qquad \text{(ض-۱۲)}$$

در نتیجه:

$$\frac{\partial e}{\partial t} = -V.\frac{\partial F_1}{\partial u} \qquad \text{(ض-۱۳)}$$

اگر از معادله (ض-۱۳) نسبت به t مشتق بگیریم داریم:

$$\frac{\partial^2 e}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}(\frac{\partial e}{\partial t}) = \frac{\partial}{\partial t}(-V\frac{\partial F_1}{\partial u}) = -V\frac{\partial}{\partial t}(\frac{\partial F_1}{\partial u}) \qquad \text{(ض-۱۴)}$$

در نتیجه:

$$\frac{\partial^2 e}{\partial t^2} = -V\frac{\partial^2 F_1}{\partial u^2}.\frac{\partial u}{\partial t} = V^2.(\frac{\partial^2 F_1}{\partial u^2}) \qquad \text{(ض-۱۵)}$$

حال اگر از e نسبت به x مشتق بگیریم، خواهیم داشت:

$$\frac{\partial e}{\partial x} = \frac{\partial F_1}{\partial x} = \frac{\partial F_1}{\partial u}.\frac{\partial u}{\partial x} \qquad \text{(ض-۱۶)}$$

مقدار $\frac{\partial u}{\partial x}$ بنابر رابطه (ض-۹) برابر یک است در نتیجه (ض-۱۶) بصورت رابطه زیر در می آید:

$$\frac{\partial e}{\partial x} = \frac{\partial F_1}{\partial u} \qquad \text{(ض-۱۷)}$$

از رابطه (ض-۱۷) نسبت به x مشتق دوم می گیریم و خواهیم داشت:

$$\frac{\partial^2 e}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x}(\frac{\partial F_1}{\partial u}) \qquad \text{(ض-۱۸)}$$

$$\frac{\partial^2 e}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 F_1}{\partial u^2} = \frac{d^2 F_1}{du^2} \qquad \text{(ض-۱۹)}$$

و اگر به جای $\frac{\partial^2 e}{\partial t^2} = \frac{d^2 e}{dx^2}$ مقادیر برابر آنها را از روابط (ض-۱۹)و (ض-۱۵) در رابطه (ض-۷-۷) قرار دهیم خواهیم داشت:

$$\frac{1}{L.C}\frac{d^2 F_1}{du^2} = \frac{d^2 F_1}{du^2}.V^2$$

در نتیجه می توان v را از رابطه فوق بدست آورد:

$$V^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow V = \pm\frac{1}{\sqrt{LC}}$$ (ض-۲۰)

مشـــاهده می شـــود که با قرار دادن $V = \pm\frac{1}{\sqrt{LC}}$ در تابع F1(x-v.t) جواب معادله دیفرانسیل بدست می آید و بایستی توجه داشت که V در واقع همان سرعت انتشار حرکت موج بر روی خط می باشد که به مشخصات الکتریکی خط (C,L)بستگی دارد.

ولتاژی که توسط رابطه (ض-۸) بیان شده موج سیاری است که در جهت مثبت X حرکت می کند. در شکل (ض-۳) تابعی از (x-Vt) نشان داده شده است که شبیه شکل موج ولتاژی است که در طول یک خط ناشی از صاعقه حرکت می کند. تابع برای دو مقدار t_1 و t_2 نشان داده شده است. بطوریکه $t_1t_2>1$

همچنین تابعی به صورت $F_2(x + Vt)$ می تواند جواب معادله دیفرانسیل موج ولتاژ بر روی خط باشد که توسط رابطه (ض-۷) نشان داده شده است. با این تفاوت که این موج در جهت خلاف موج قبلی در روی خط منتشر می شود. و دارای سرعت $V = -\frac{1}{\sqrt{LC}}$ می باشد. بنابراین در حالت کلی جواب معادله دیفرانسیل موج به صورت ترکیب خطی از دو موج F_1, F_2 می باشد یعنی:

$$e(x,t) = f_1(x-V_t) + f_2(x+V_t)$$ (ض-۲۱)

این بدین معنی است که در هر لحظه ودر هر نقطه از خط، موج ولتاژ برابر، مجموع دو موج رفت و و یا برگشت در موج ولتاژ هر نقطه می باشند.

محاسبه موج جریان رفت و برگشت:

طبق رابطه (ض-۳) داریم:

$$\frac{\partial e}{\partial x} = -L\frac{\partial i}{\partial t}$$

و نیز طبق رابطه (ض-۱۷) داریم:

$$\frac{\partial e}{\partial x} = \frac{\partial f_1}{\partial u}$$

از مقایسه دو رابطه بالا داریم:

$$\frac{\partial i}{\partial t} = -\frac{1}{L}\frac{\partial f_1}{\partial u} = -\frac{1}{L}f'_1(x-Vt)$$ (ض-۲۲)

بنابراین موج جریان رفت از رابطه (ض-۲۲) بصورت زیر بدست می آید:

$$if = -\frac{1}{L}[-\frac{1}{V} f_1(x-Vt)] = \frac{1}{LV} f_1(x-Vt) \qquad (ض-۲۳)$$

و یا با توجه به $V = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ می توان نوشت:

$$i_f = +\sqrt{\frac{C}{L}} f_1(x-V.t) \qquad (ض-۲۴)$$

به همین ترتیب می توان رابطه ای بصورت زیر نشان داد که نمایانگر موج جریان برگشت باشد.

$$i_f = -\sqrt{\frac{C}{L}} f_2(x+V.t) \qquad (ض-۲۵)$$

که این موج در جهت خلاف موج جریان رونده در روی خط منتشر می شود و دارای سرعت $V = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ می باشد یعنی:

$$i(x,t) = i_f + i_r = \sqrt{\frac{C}{L}} [f_1(x-Vt) - f_2(x+Vt)] \qquad (ض-۲۶)$$

از تقسیم امواج ولتاژ و جریان رفت (e_f , I_f)و نیز از تقسیم امواج ولتاژ و جریان برگشتی (e_r , I_r) برهم خواهیم داشت:

$$\frac{e_f}{i_f} = \sqrt{\frac{L}{C}} = Z_c \qquad (ض-۲۷)$$

$$\frac{e_f}{i_f} = -\sqrt{\frac{L}{C}} = -Z_c \qquad (ض-۲۸)$$

نسبت e به I را امپدانس مشخصه خط می گویند و با Z_c نمایش داده می شود. همانطور که ملاحظه می شود امپدانسی که در هر نقطه از خط، موج ولتاژ و جریان رفت می بیند برابر با امپدانس مشخصه خط (Z_c) می باشد و امپدانسی که در هر نقطه از خط موج جریان و ولتاژ برگشتی می بیند برابر با $-Z_c$ می باشد و به همین دلیل است که مقدار $\sqrt{\frac{L}{C}}$ را امپدانس موجی خط گویند.

ض-۸ محاسبه امپدانس موجی در خطوط هوایی و در کابلها: [۳] و [۲] و [۱۴] و [۱۶]

امپدانس موجی یک خط هوایی طبق رابطه (ض- ۲۷) برابر می باشد با:

$$Zc = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

با محاسبه مقدار امپدانس موجی خط انتقال طبق رابطه فوق لازم است روابط که برای محاسبه L وc خط بکار برده می شود را بدانیم که روابط آن عبارتند از:

اندوکتانس یک خط هوایی (که جریان از طریق زمین بر می گردد) با فرض صفر بودن مقاومت مخصوص زمین برابر است با:

$$L = 2\times10^{-9} Log\frac{2h}{r} \qquad [H/cm] \qquad (ض-۲۹)$$

$$L = 7/41\times10^{-4} Log_{10}\frac{2h}{r} \qquad [H/mile] \qquad (ض-۳۰)$$

و برای ظرفیت خازنی داریم:

$$C = \frac{10^{-11}}{18Log_{e}\frac{2h}{r}} \qquad [F/cm] \qquad (ض-۳۱)$$

$$C = \frac{3/882\times10^{-8}}{Log_{10}\frac{2h}{r}} \qquad [F/mile] \qquad (ض-۳۲)$$

WikiPower.ir

H: ارتفاع هادی از سطح زمین

R: شعاع هادی

در روابطه بیان شده برای اندوکتانس فرض بر این ا ست که به دلیل اثر پو ستی جریان از سطح هادی عبور می کند و در داخل هادی فلو وجود ندارد. با در نظر گرفتن فرض هائیکه برای خط هوایی در نظر گرفته شده اند برای کابلها که جریان از طریق غلاف بر می گردد می توانیم بنویسیم:

(شکل ۱-۸-۱)

$$L = 7/41\times10^{-4}\ Log_{10}\frac{r_2}{r_1} \qquad [H/mile] \qquad (ض-۳۲)$$

$$C = \frac{3/882\times10\times k}{Log_{10}\frac{r_2}{r_1}} \qquad [F/mile] \qquad (ض-۳۴)$$

شکل (ض-۴) مقطع کابل غلافدار

K: ضریب نفوذ الکتریکی

R_2: شعاع داخلی غلاف

R_1 : شعاع هادی کابل

حال اگر روابط ذکر شده برای **L** و **C** را در رابطه امپدانس موجی قرار دهیم خواهیم داشت:

$$Z_c = \frac{\sqrt{4/41\times10^{-4}\,Log_{10}\,2h/r}}{\frac{3/882\times10^{-8}}{Log_{10}2h/r}} = 138Log_{10}\quad 2h/r \quad [\Omega] \qquad (ض-۳۵)$$

برای محاسبه عبارت فوق می توان از منحنی شکل (ض-۵) استفاده کرد:

در صورت عدم داشتن اطلاعات مشخص از وضعیت یک خط انتقال، امپدانس موجی برای مدار تکفاز خط هوایی معمولاً بین ۳۰۰ الی ۵۰۰ اهم و برای دو مدار موازی ۲۰۰ اهم فرض می شـــود. هادیهای باندل دارای امپدانس موجی کوچکتر می باشـــند زیرا چنین خطوطی دارای **L** کمتر و **C** بیشتر نسبت به خطوطی که هادیهای تکی در هر فاز دارند می باشند و برای کابلها نیز می توان رابطه زیر را بکار برد:

$$Z_c = \frac{138}{\sqrt{k}} Log_{10}\frac{r_2}{r_1} \qquad [\Omega] \qquad (ض-۳۶)$$

که یک مقدار متوســـط تقریباً خوب برای این رابطه معمولاً چیزی در حدود ۵۰ اهم می باشد.

منابع و مآخذ:

۱- شاهرخ شاهی،ط. اضافه ولتاژهای قطع و وصل در شبکه های انتقال انرژی با ولتاژ ۷۵۰-۲۲۰ کیلو ولت، چاپ اول، موسسه انتشارات امیر کبیر، تهران،۱۳۶۶

۲-محمدی،م. اصول مهندسی فشار قوی الکتریکی، چاپ دوم، موسسه دهخدا، تهران ۲۵۳۵

۳-ام الهی، م. «بررسی امواج سیار در سیستم های قدرت»، پایان نامه کارشناسی برق گرایش قدرت، دانشگاه شهید عباسپور، تهران، ۱۳۶۶

۴-باقی، م. طالبیان،ر. «بررسی سطح عایقی خطوط انتقال انرژی با استفاده از نرم افزار ATP» پایان نامه کارشناسی برق گرایش قدرت، دانشگاه شهید عباسپور، تهران ،۱۳۷۵

۵-لطفیان خیبری- ح. «بررسی علل آسیب دیدگی برقگیرهای ۲۰ کیلو ولت در شبکه توزیع استان خراسان و ارائه ره حل جهت رفع آنها» پایان نامه کارشناسی برق گرایش قدرت، دانشگاه شهید عباسپور، تهران،۱۳۷۳

۶-کدیور، علیزاده،ر. «تأثیر اجزاء ساختمان ترانسفورماتور بر روی توزیع ولتاژ ضربه و روشهای بهبود آن» پایان نامه کارشناسی برق گرایش قدرت، دانشگاه شهید عباسپور، تهران،۱۳۷۵

۷-شادمان، ع. «تعیین محل نصب تجهیزات حفاظتی روی شبکه توزیع ۲۰ کیلو ولت»، پایان نامه کارشناسی برق گرایش قدرت، دانشگاه شهید عباسپور، تهران، ۱۳۷۴

۸-حاجی نظری، ن. «مطالعه و بررسی جذب قدرت از سیم محافظ خطوط انتقال فشار قوی با استفاده از نرم افزار ATP» پایان نامه کارشناسی برق گرایش قدرت، دانشگاه شهید عباسپور، تهران، ۱۳۷۶

۹-محمدی، م. تکنولوژی فشار قوی الکتریکی، چاپ اول، انتشارات پژوهش، تهران، ۱۳۶۳

۱۰-محسنی، ح. اصول مهندسی فشار قوی الکتریکی، جزوه درسی

۱۱-حسن پور، ر. محاسبات مکانیکی شبکه های توزیع، شرکت توزیع نیروی برق استان مازندران، ساری،۱۳۷۵

۱۲- شاهرخ شاهی،ط. رعد و برق در خطوط انتقال انرژی، چاپ اول، چاپخانه ر شدیه، تهران ۱۳۶۶

۱۳-حیدری، ق. طراحی خطوط انتقال انرژی الکتریکی، چاپ اول، تهران،۱۳۷۶

۱۴-ویلیام دی استیونسن- مبانی بررسی سیستم های قدرت، پروین، پ. شاعری، ع. چاپ اول، تهران،۱۳۷۲

۱۵-هماهنگی عایقی و انتخاب سطح ایزولاسیون، مرکز تحقیقات نیرو، تهران

۱۶-ال آی، الگرد، نظریه سیستم های انرژی الکتریکی، مهدوی طباطبایی، ن. قاسم زاده، س. حسینی، س. چاپ اول، تبریز،۱۳۷۳

۱۷-کیانی،ع. مشخصات الکتریکی کابلهای فشار قوی. امور برق، شماره ۴۲، تهران، ۱۳۶۴

18-B.P.A, ATP Rule Book, Portland Oregon,1987

19-B.P.A, ATP Teory Book, Portland Oregon, 1987

20-Evens,RD-ELECTRICAL Transmission and distribution Refrence book ,1970

21- E.W.J. BUNGEY AND D.MC ALLIISTER-SECOND EDITION BSP-PROFESSIONAL BOOKS 1982, 1990, OXFORD LONDON-ELECTRICAL Cables Hand Book

22- Guide For The Application Of Metal Oxide Surge Arresters IEEE-C62.22-1991-Appendix C

23-Stephanides,H.V-Lacher,W-a Guide on Over Voltage Protection in Electrical Systems- No.55.020.106 E-1982

24-Stephanides,H.V-Lacher,W-a Guide on Over Voltage Protection in Electrical Systems- No.55.020.107 E-1982

25-AEG-KABEL, Power Cables 1-30 KV,Technical Catalog-1981.

26-IEE-Transaction on power delivery,Vol 4,No.1.JUN 1984,P.P. 301-303

27-GREENWOOD, ALLAN- ELECTRICAL TRANSIENTS IN POWER SYSTEMS, Unites States of America,John Wiley &Sons Inc-1971

www.wikipower.ir

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

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY
Borojerd Branch
Electrical Engineering (Distribution) & Technical Department

Title:

Site Finding for Lighting Protectors in Distribution Network

Supervisor:

Mr. Mohammad iman Ghiasi (Eng.)

Written By:

Hossein Khorarani

Spring 2009