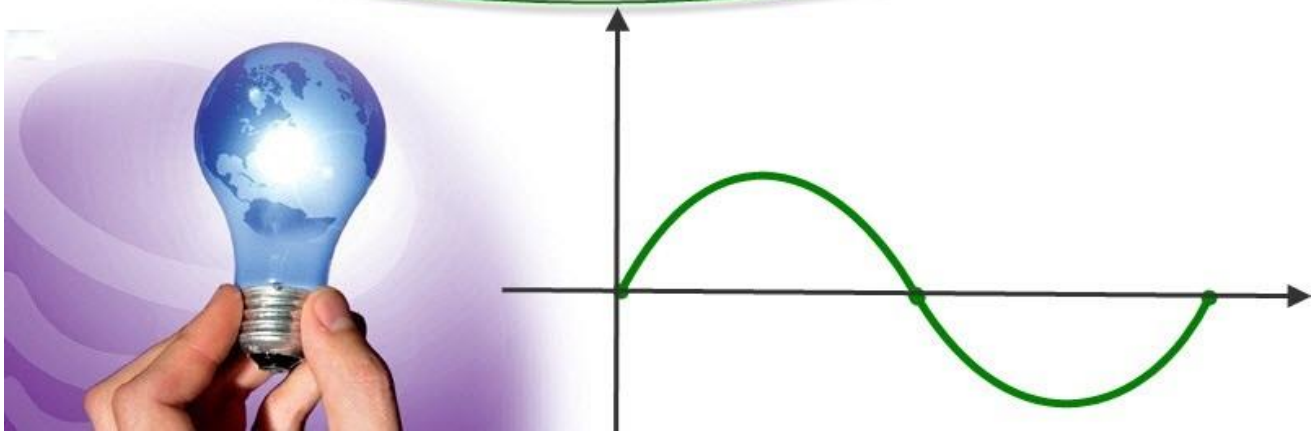
www.wikipower.ir

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



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

موضوع پروژه:

مطالعه جامع اضافه ولتاژهای کلیدزنی خطوط انتقال و تحلیل عوامل مؤثر بر آن‌ها

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۳۲۲)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

فهرست

مقدمه

.....٤

فصل اول: انواع اضافه ولتاژها.....

.....٥

فصل دوم:اضافه ولتاژهای ناشی از وصل

مجدد.....۲۲

فصل سوم:روشهای کاهش اضافه ولتاژهای ناشی از وصل مجدد

اتوماتیک.....۳۹

فصل چهارم: شبیه سازی خط فشارقوی و بررسی تاثیر پارامترهای خط انتقال بر اضافه

ولتاژها.....۵۸

مراجع.....

.....۷۵

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

مقدمه:

فرآیند "هماهنگی عایقی" شبکه‌های انتقال بر اساس استانداردهای بین المللی و با استفاده از شبیه سازی کامپیوتری اضافه ولتاژها انجام می‌شود. مطابق استاندارد IEC 71 در سیستم‌های با ولتاژ نامی بزرگتراز ۳۰۰ کیلوولت اضافه ولتاژهای کلیدزنی نقشی اساسی در طراحی‌های مربوط به هماهنگی عایقی ایفا می‌کنند. بر اساس استاندارد، حداکثر اضافه ولتاژهای کلیدزنی در طول خط می‌بایست از سطح تحمل عایقی کلید زنی (SIWL) مربوط به مقره‌های خط کمتر باشد. اگر بتوان با استفاده از شبیه سازی دقیق چگونگی توزیع این اضافه ولتاژها را نشان داد، می توان با هزینه کمتر و بازدهی بیشتری از روشهای کنترل آنها بهره برد. اضافه ولتاژهای گذرا ناشی ازعوامل مختلفی چون صاعقه، کلیدزنی، اضافه ولتاژهای موقت و غیره است. از میان این اضافه ولتاژها موضوع این پروژه اضافه ولتاژهای کلیدزنی است. مهمترین روش‌های کنترل اضافه ولتاژهای کلید زنی عبارتند از:

۱. استفاده از مقاومت های وصل به صورت موازی با کلیدهای فشارقوی
۲. نصب برقگیر در خط انتقال
۳. استفاده از روش Controlled Switching

WikiPower.ir

در این پروژه ابتدا مبانی اضافه ولتاژهای کلیدزنی و چگونگی کنترل آنها به روشهای اول و دوم مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه شبیه‌سازی یک خط انتقال فشارقوی واقعی در نرم‌افزار EMTP به منظور مطالعات کلیدزنی انجام می‌شود. با استفاده از این مدلسازی، اثر تغییر پارامترهای خط بر اضافه ولتاژهای کلیدزنی بررسی و تحلیل می‌گردد. از جمله این پارامترها می‌توان به تغییرات طول خط، ترنسپوز بودن یا ترنسپوز نبودن خط، چگونگی توزیع زمانی فرمان کلید زنی، نوع هادی، تعداد مدارات خط، تعداد باندل، نوع مدل خط و نوع دکل را نام برد.

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

فصل اول

انواع اضافه ولتاژها

۱.مقدمه:

گسترش شبکه‌های انتقال انرژی و افزایش روزافزون مصرف آن، طرح و احداث خطوط با ظرفیت ۵۰۰۰_۲۰۰۰ مگاوات را ایجاب می‌نماید. افزایش ظرفیت انتقالی خطوط تنها با استفاده از ردیف ولتاژهای بالا متناسب با قدرت و مسافت بالا امکان‌پذیر می‌باشد، به همین علت احداث شبکه‌های سرا سری انتقال انرژی با ردیف ولتاژهای ۱۲۰۰_۷۵۰ کیلوولت به طول چندین هزار کیلومتر، با ظرفیت چند ده‌هزار مگاوات در کشورهای بزرگ عمومیت کامل یافته، مطالعات و تحقیقات مداوم به منظور استفاده از ردیف ولتاژهای بالاتر در دست انجام می‌باشند.

تأمین ایزولاسیون کافی و مطمئن هادیهای تحت ولتاژ در خطوط انتقال انرژی و تجهیزات فشار قوی نظیر ترانسفورماتورها، رآکتورها، کلیدها و غیره در طی کار شبکه و تغییرات روی داده در آن، یکی از مسائل عمده‌ی خطوط انتقال انرژی و استفاده از ردیفهای ولتاژ بالا را تشکیل می‌دهد.

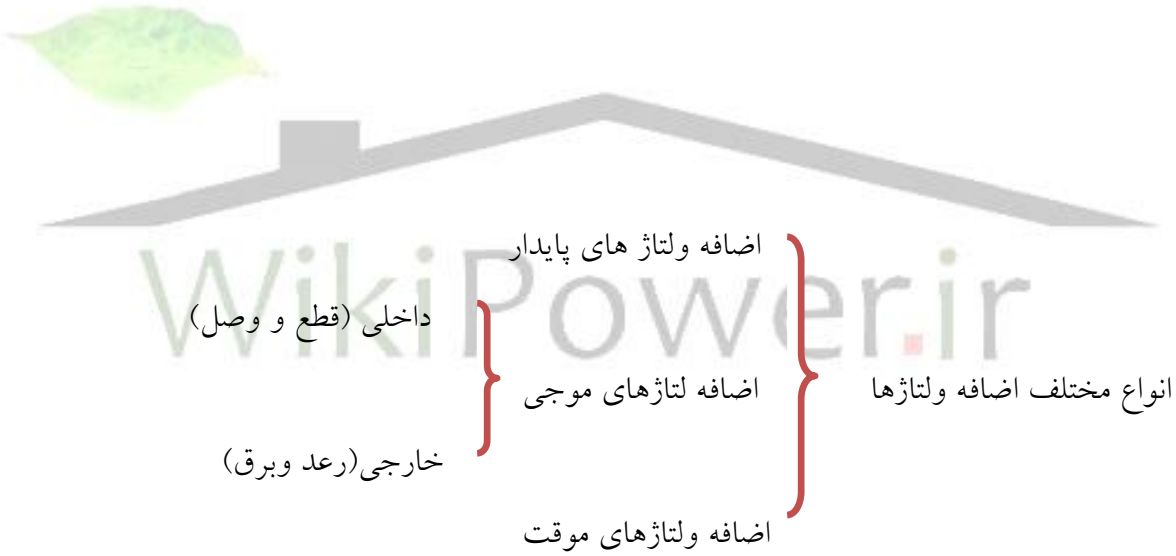
تجاوز ولتاژ شبکه از مقدار اسمی خود و ظهور ولتاژهای لحظه‌ای موجی با دامنه‌ی بالا، بیش از ولتاژ دی‌الکتریک ماده ایزوله، بروز قوس در آن را به صورت اتصالی فاز- فاز و یا فاز- زمین سبب می‌گردد. تجاوز ولتاژ از مقدار اسمی خود، به اضافه ولتاژ در شبکه موسوم می باشد، ظهور اضافه ولتاژها در شبکه اجتناب ناپذیر بوده، احتمال بروز قوس در ایزولاسیون و ماده ایزوله همواره موجود می‌باشد، کاهش درصد بروز قوسها و اتصالها،

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

مستلزم آشنایی کامل با اضافه ولتاژها، انواع مختلف آنان، شرایط ظهور و نحوه‌ی تأثیر در ایزولاسیون شبکه می‌باشد، با آشنایی با نحوه‌ی ظهور اضافه ولتاژها، انتخاب مشخصات مناسب شبکه و تجهیزات موجود در آن امکان‌پذیر می‌گردد.آنچنانکه دامنه‌ی اضافه ولتاژها به حداقل ممکن محدود گردیده، هزینه‌ی ایزولاسیون تا حد امکان تقلیل یابد.در این فصل به مبانی انواع مختلف اضافه ولتاژ ها پرداخته و خصوصیات هر یک بررسی می شود.

۲.انواع مختلف اضافه ولتاژها در شبکه

تجاوز ولتاژ از مقدار اسمی خود، به اضافه ولتاژ در شبکه موسوم می‌باشد کلیه اضافه ولتاژهای ظاهر شده در شبکه برحسب شکل و یا منبع بروز خود تقسیم بندی می‌شوند. تقسیم‌بندی آنان بر حسب شکل موج و نحوه‌ی تغییرات آنان به شرح زیر صورت می‌پذیرد:



۳.اضافه های ولتاژ های پایدار:

تجهیزات روی سیستمهای انتقال نوعاً می توانند ولتاژهایی حدود 5% بیشتر از ولتاژهای نامی را برای دوره های زمانی طولانی (چند دقیقه یا بیشتر) تحمل کنند. مؤسسهٔ استانداردهای ملی آمریکا (ANSI) ، برای سیستم 115 kv ، ماکزیمم ولتاژ 121 kv و برای سیستم 345 kv ، ماکزیمم ولتاژ 362 kv را در نظر می گیرد .

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

این استاندارد ماکزیمم ولتاژ سیستم را به صورت زیر تعریف می کند :

بالاترین ولتاژ سیستمی که تحت شرایط کار نرمال رخ می دهد ، و بالاترین ولتاژ سیستمی که تجهیزات و سایر اجزا برای کار مداوم رضایت بخش و بدون هرگونه ایراد ، در آن طراحی شده اند .

٤. اضافه ولتاژهای موقت :

اضافه ولتاژهای موقت افزایش ولتاژ شبکه و تجاوز آن را از مقدار اسمی فرکانس ۵۰ شامل می‌گردند. افزایش ولتاژ اسمی شبکه تا بیش از مقدار اسمی آن،برای مدت طولانی ادامه نیافته، با توجه به پیش‌بینیهای صورت گرفته در شبکه در فاصله زمانی معین مقدار اسمی خود را باز می‌یابد.

به عنوان مثال در فاصله زمانی برقراری جریان عیب و یا در فاصله زمانی بی‌باری خط ولتاژ شبکه از مقدار اسمی خود تجاوز کرده یا به صورت اضافه ولتاژ موقت ظاهر می‌گردد.

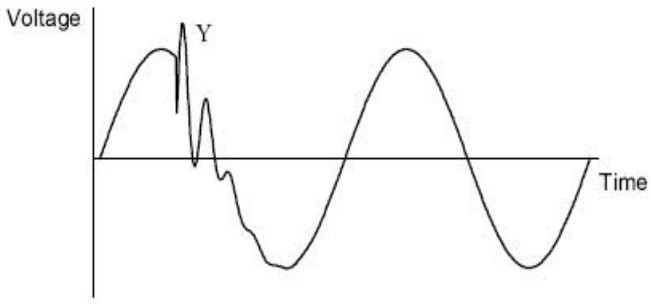
به علت کوتاهی فاصله زمانی و موقتی بودن اضافه ولتاژ، افزایش ولتاژ به ترتیب فوق اصطلاحاً «اضافه ولتاژ موقت» موسوم می‌باشد.

اضافه ولتاژهای موقت تا رفع علت اصلی بروز آنان و یا به کار افتادن تجهیزات اتوماتیک کنترل ولتاژ ادامه می‌یابند. اضافه ولتاژهای موقت معمولاً در پی تغییر شکل شبکه ظاهر می‌گردند، تغییر شکل شبکه به عللی چون بروز عیب، قطع و وصل خطوط جدا گشتن بارهای اکتیو و راکتیو عمده، وارد و خارج گشتن ترانسفورماتورها، رآکتورها، مانور غلط در شبکه، تنظیم نابجای دستگاههای کنترل ولتاژ ترانسفورماتورها و ژنراتورها و غیره، همچنین بروز برخی پدیده‌ها در شرایط خاص نظیر پدیده‌های رزنانس و فرورزنانس روی می‌دهند .

به طور خلاصه این اضافه ولتاژها به علل کلی زیر روی می‌دهند:

١. بروز عیوب مختلف در شبکه
٢. قطع و وصل کلیدها و تغییر بارهای آکتیو و راکتیو در شبکه.
٣. بروز رزنانس و فرو رزنانس در شبکه.
٤. قطع فازها.
٥. بروز نوسانات power Swing.
٦. اضافه ولتاژ بی باری خط (اثر فرانتی)

به عنوان مثال یک اتصال کوتاه بین فاز با زمین می تواند با عث ایجاد اضافه ولتاژ در در فاز سالم گردد، ضمنا یکی دیگر از عوا مل ایجاد این نوع اضافه ولتاژها وصل مجدد ترانسفورماتور های قدرت در شبکه های برق رسانی می باشد. شکل ۱ نمونه ای از این حالت گذرا را نشان می دهد که در نقطه Y اتفاق افتاده است.



شکل ۱- اضافه ولتاژ موقت

فرورزونانس یک رزونانس غیر خطی است که تاثیرگذار درصحت عملکرد سیستم می باشد و باعث ایجاد هارمونیک ها و اضافه ولتاژ ها می شود. دلیل وقوع این پدیده وجود دو پاسخ حالت ماندگار شبکه برای یک مجموعه پارامترهای شبکه معین است. عواملی ما نند شارژ و دشارژ ترانس و کلیدزنی ناقص باعث ایجاد آن می شود. در حالت فرورزونانس، فرکانس شکل موج های مدار با منبع تغذیه یکسان نبوده و در برخی موارد غیرپریودیک است.

با بروز عیب و اتصالی در شبکه و خطوط انتقال انرژی، مقادیر ولتاژها و جریانهای بار در سه فاز تغییر کرده، شرایط عادی کار شبکه را مختل می‌سازد. مقادیر جدید ولتاژها و جریانها در سه فاز وضعیت شبکه را پس از بروز عیب تشکیل می‌دهد. تأثیر بروز عیب در ایجاد عدم تعادل در ولتاژها و جریانهای سه فاز با توجه به محل عیب تعیین می‌گردد. هرقدر محل عیب از محل مصرف کننده‌ها دورتر باشد، تأثیر عدم تعادل و تغییر مشخصات شبکه ناشی از بروز عیب نامحسوس‌تر خواهد بود. اضافه ولتاژهای موقت ناشی از بروز عیب در شرایط بهره‌برداری عادی شبکه تأثیر کرده لازم است مورد مطالعه قرار گیرند.

بروز هرگونه عیب در شبکه با به کار افتادن رله‌های محافظتی و قطع کلیدهای مناسب و تعیین شده همراه می‌باشد. فاصله‌ی زمانی قطع کلیدها از لحظه‌ی بروز عیب با توجه به شرایط پایداری شبکه تعیین شده در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ بالا از حدود چند سیکل تجاوز نمی‌نماید. ظهور اضافه ولتاژهای موقت و عدم تعادل ظاهر شده تنها در فاصله‌ی زمانی برقراری جریان عیب برای مدت چند سیکل ادامه می‌یابد. اگر چه مقدار اضافه ولتاژها در این فاصله‌ی زمانی کوتاه شرایط بروز قوس و اتصالی را در ایزولاسیون شبکه و سیم پیچی ترانسفورماتورها موجب نمی‌گردد با این همه فشار الکتریکی قابل توجه را بر ایزولاسیون آنها وارد می‌سازد.

اضافه ولتاژهای موقت ناشی از بروز عیب به طور غیرمستقیم ایزولاسیون شبکه را تهدید کرده شرایط مناسب جهت بروز قوس و اتصالی مجدد را فراهم می‌سازد. بدین معنی که اضافه ولتاژهای موقت شرایط کار کلیدها و قطع جریان را توسط آنان تحت تأثیر قرار می‌دهند. قطع کلیدها به فاصله‌ی چند سیکل پس از بروز عیب در شرایطی روی می‌دهند که رژیم گذرا و ولتاژ استقرار حاصل در کلید تحت تأثیر اضافه ولتاژهای مومقت و عدم تعادل ناشی از آن واقع می‌باشند.

ظهور اضافه ولتاژهای موقت کار برق‌گیرهای فشار قوی را مختل می‌سازد. این پدیده در هنگامی مشاهده می‌گردد که بروز عیب همزمان با برقراری شرایط تخلیه در برق‌گیر روی دهد، و یا متقابلاً شرایط تخلیه در برق‌گیر در طول مدت برقراری جریان عیب (در فاصله‌ی بروز عیب و قطع کلید) و ظهور اضافه ولتاژهای موقت فراهم گردد. بدین ترتیب با توجه به تأثیر اضافه ولتاژهای موقت ناشی از بروز عیب در مقدار دامنه‌ی اضافه ولتاژهای گذرا، نحوه‌ی افزایش ولتاژ فرکانس ۵۰ را در فازهای سالم در پی بروز عیب در شبکه و خطوط انتقال انرژی در انتهای این فصل بررسی می‌نماییم .

۵.اضافه ولتاژهای موجی:

این اضافه ولتاژها به صورت «موج اضافه ولتاژ» در شبکه ظاهر گشته، با سرعتی نزدیک به سرعت نور در طول هادیها منتشر می‌گردند، موج در طی انتشار خود در طول هادی تغییر شکل داده،دامنه‌ی آن با سرعت ثابت برحسب کیلووات بر میکروثانیه افزایش می‌یابد ، اضافه ولتاژهای موجی از طریق دو منبع گوناگون در شبکه ظاهر می‌گردند :

اضافه ولتاژهای رعد و برق – اضافه ولتاژهای قطع و وصل

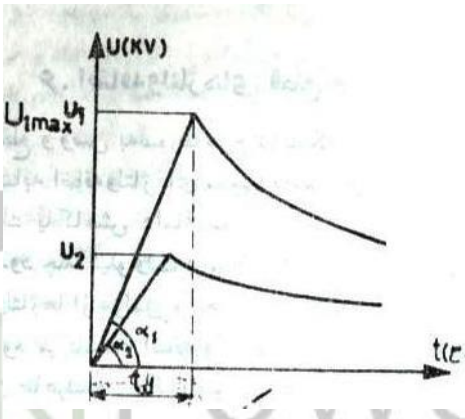
الف. اضافه ولتاژهای رعد و برق

منبع ظهور این اضافه ولتاژها تخلیه جوی بر خطوط انتقال انرژی ایستگاهها و تجهیزات موجود در شبکه بوده، به اضافه ولتاژهای رعد و برق موسوم می‌باشند، چون منبع بروز این اضافه ولتاژها، عامل خارج از شبکه می‌باشد، اضافه ولتاژهای خارجی نامیده می‌شوند.

اضـــافه ولتاژهای موجی رعد و برق در پی تخلیه جوی الکتریکی بر قســـمتهای مختلف شـــبکه، بارهای الکتریکی انبا شته در ابرها و در فضا، از طریق کانال یونیزه تشکیل شده در فضا، به صورت قوس مرئی رعد و برق، در قسمتهای مختلف شبکه تخلیه گشته، اصطلاحاً به تخلیه جوی الکتریکی موسوم می‌باشد.

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

تغییرات ولتاژ حاصل از تخلیه جوی الکتریکی بر طبق منحنی شکل ۲ بوده ولتاژ تا مقدار حداکثر خود U_{max}در فاصله زمانی T_d موسوم به زمان پیشانی موج افزایش یافته سپس با شیب محدود کاهش می‌یابد، نسبت U_{max}/T_d به عنوان: « سرعت افزایش» در زمان پیشانی موج موسوم بوده برحسب کیلووات بر میکروثانیه بیان می گردد، سرعت افزایش موج نسبت منحنی موج را در فاصله زمانی پیشانی آن مشخص می سازد، کلیه اضافه ولتاژهای موجی با سرعت افزایش دامنه‌ی خود در فاصله زمانی پیشانی موج نشان داده می‌شود.



شکل ۲-شکل تغییرات تخلیه جوی الکتریکی

اضافه ولتاژهای موجی رعد و برق حداکثر سرعت افزایش را در میان انواع مختلف اضافه ولتاژهای موجی دارا می‌باشند، سرعت افزایش آنان در حدود ۵۰۰۰_۵۰۰ کیلووات بر میکروثانیه متغیر می‌باشد.

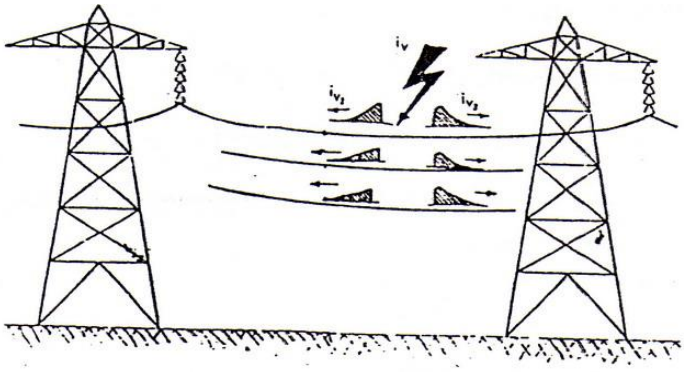
انواع برخورد صاعقه:

می توان انواع برخورد را به دو نوع مستقیم و غیر مستقیم تقسیم بندی کرد:

۱-برخورد مستقیم

در این نوع اصابت ، صاعقه مستقیماً به هادی برخورد می کند.این برخورد منجر به تزریق چندین کیلو آمپر به خط می شود ، که این موج جریان ممکن است سبب ذوب هادی ها در هر طرف نقطهٔ برخورد شود. در این برخورد اضافه ولتاژی در حد چندین میلیون ولت تولیدمی شود که هیچ خطی نمی تواند آن را تحمل کند.

دامنهٔ جریان موج های صاعقه ای که به هادی اصابت می کنند ، بطور بسیار قابل ملاحظه ای به هندسهٔ برج و اثر حفاظتی سیمهای زمین وابسته می باشد. دکل های بلند با فاصله بین هادی های عریض ، و زاویهٔ حفاظت قابل ملاحظهٔ سیم های زمین ، منجر به جریان اصابت صاعقهٔ بیشتری در برخورد مستقیم به هادی خط انتقال می گردد.



شکل ۳ – اصابت صاعقه بر یک فاز خط انتقال

در این برخورد ها جریان صاعقه تقریبا به دو قسمت مساوی تقسیم و در دو طرف هادی ها توزیع می گردد .

با عبور جریان از امپدانس موجی خط انتقال ، یک اضافه ولتاژ ایجاد می گردد که مقدار آن برابراست با :

$$V_t = Z_t * I/۲ \quad (۱)$$

V_t : اضافه ولتاژ فازی به کیلوولت

I : جریان صاعقه به کیلوآمپر

Z_t : امپدانس موجی خط انتقال به اهم

۲–اصابت غیر مستقیم:

این نوع برخورد به سه طریق زیر رخ می دهد.

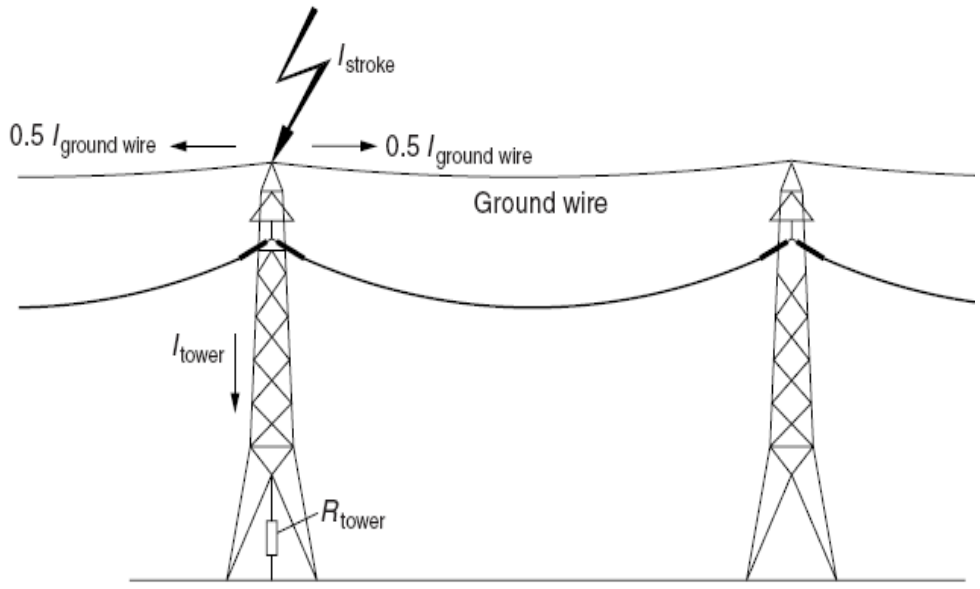
۱– برخورد صاعقه به سر دکل

۲– برخورد صاعقه به سیم گارد

۳– برخورد صاعقه به نزدیکی هادی

برخورد صاعقه به سر دکل:

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



شکل ٤ –برخورد صاعقه به سر دکل

در این حالت جریان صاعقه در سه جهت متفاوت حرکت خواهد کرد که در شکل فوق مشخص است در نتیجه در هادی های خطوط ولتاژی القا خواهد شد.

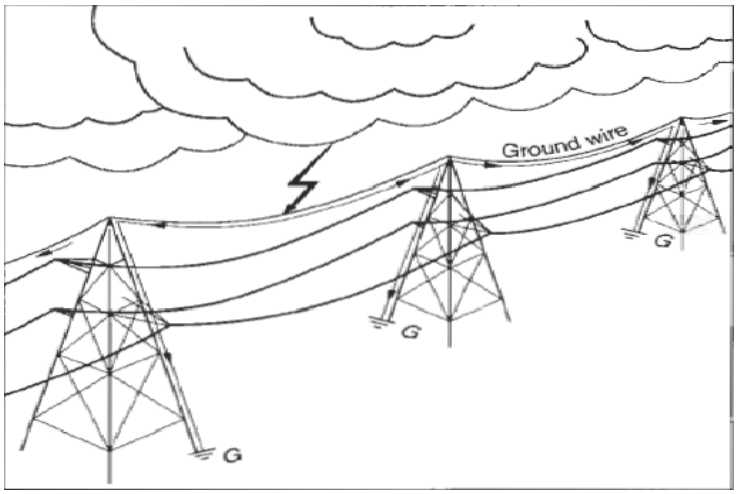
که اگر اختلاف بین این ولتاژ با ولتاژ هادی خط بیشـــتر از میزان ولتاژی باشـــد که زنجیر مقره برای آن طراحی شده است موجب Back Flashover می شود.

شکل ٥ –BACK FLASH OVER

برخورد صاعقه به سیم گارد :

همان طور که در شکل مشاهده می شود اگر صاعقه به سیم گارد برخورد کند جریان صاعقه در دو جهت حرکت خواهد کرد و موجب القای ولتاژ در هادی های خطوط انتقال می شود .

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



شکل ٦-اصابت صاعقه به سیم گارد

برخورد صاعقه به نزدیکی هادی :

وقتی ابر های باردار که عموماً ق سمت پایین آنها بار منفی و ق سمت بالای آنها بار مثبت ا ست به هادی های خطوط انتقال نزدیک می شوند بار مخالف آنها برروی هادی ها و بر روی زمین جمع می شود. حال اگر این ابر بار خود را در نزدیکی هادی مثلاً زمین و یا بر روی یک درخت تخلیه کند ، این بارها تمایل دارند به ســـرعت به حالت اولیه خود برگردند. این امر موجب ایجاد اضـــافه ولتاژ در خط می گردد. در اینجا باید توجه داشته باشیم که ابر با بار شدید در کل طول خط وجود ندارد و بارها آزادی حرکت کامل دارند.

ب. اضافه ولتاژهای کلیدزنی:

منبع ظهور این ا ضافه ولتاژها، قطع و و صل کلیدها و رژیمهای گذرای حا صل در آنان می‌با شد، چون منبع ظهور این ا ضافه ولتاژها عوامل داخلی شبکه نظیر کلیدها، ترانسفورماتورها و غیره می‌با شند، لذا به اضافه ولتاژهای داخلی موسوم می‌باشند.

اضافه ولتاژهای کلیدزنی می توانند به علل زیر بوجود آیند:

١- قطع مدارات خازنی

٢- قطع بارهای سلفی

٣- باردار کردن خطوط انتقال

٤- وصل مجدد خطوط

٥- قطع و رفع اتصال کوتاه

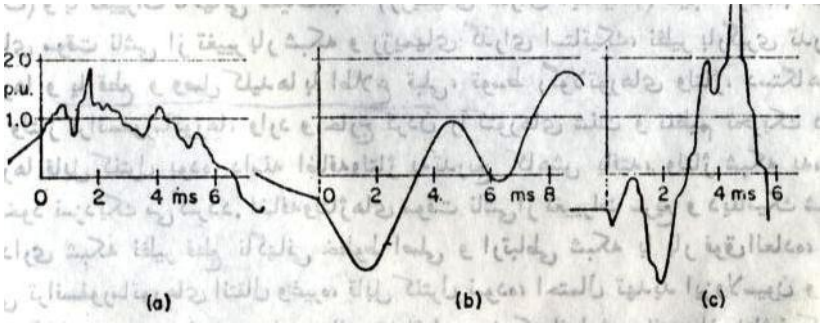
این اضافه ولتاژها رابطهٔ مستقیمی با ولتاژ سیستم دارند ، بطوریکه هرچه ولتاژ شبکه بیشتر باشد ، این ولتاژها هم افزایش می یابند. به همین علت ، معمولاً در شبکه های 230 kv به بالا این امواج مورد توجه قرار می گیرند.

در هنگام قطع و وصل کلیدها و وارد و خارج کردن تجهیزات و دستگاههای فشار قوی نظیر ترانسفورماتورها، خازن‌ها، رآکتورها یا جداکردن قسمتهای مختلف شبکه از یکدیگر، ولتاژ شبکه به طور موقت و برای کوتاه مدت از مقدار اسمی و تعیین شده‌ی خود تجاوز کرده و ایزولاسیون شبکه را در نقاط مختلف آن تحت تأثیر قرار داد، شرایط بروز قوس در آنانرا فراهم می‌سازد، هرگونه افزایش و تجاوز ولتاژ از مقدار اسمی به منزله‌ی اضافه ولتاژ محسوب گردیده لازم است از بروز آن در شبکه جلوگیری شود.

اضافه ولتاژهای ناشی از قطع و وصل کلیدها به اضافه ولتاژهای قطع و وصل موسوم می‌باشند. در ولتاژهای $U_n<220$ kv دامنه اضافه ولتاژهای قطع و وصل محدود بوده، احتمال بروز قوس در آنان تحت تأثیر این اضافه ولتاژها ناچیز می‌باشد. در ولتاژهای بالا $U_n>400_750$ kv دامنه و درصد بروز اضافه ولتاژهای قطع و وصل به طور قابل توجه افزایش می‌یابند، آنچنانکه طرح سیستم ایزولاسیون تجهیزات شبکه و خطوط انتقال انرژی تنها با انجام پیش‌بینی‌های خاص جهت کاهش دامنه اضافه ولتاژها امکان‌پذیر می‌گردد.

موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل با توجه به شرایط قطع و وصل کلیدها، رژیم گذرای حاصل در مدت قطع و یا وصل آنان به مدت چندین میلی ثانیه، شرایط انتشار موج از محل نصب کلید به سمت دو طرف آن در طول شبکه تعیین می‌گردند خصوصیات موجها شامل شکل، دامنه و فرکانس برحسب مشخصات شبکه، نوع کلید مورد قطع و وصل تغییر می‌نمایند. فاصله زمانی ادامه موج بستگی به طول مدت برقراری رژیم گذرا، زمان برقراری قوس و قطع جریان توسط کلید دارد، با توجه به مراتب فوق انواع مختلف این موجها بسیار متنوع می‌باشند، در شکل ٦ منحنیهای گوناگون موجها با مشخصات متفاوت نشان داده شده‌اند.

موجها به اشکال یک جهتی، نوسانی، و یا کاملاً نامنظم ظاهر می‌گردند.

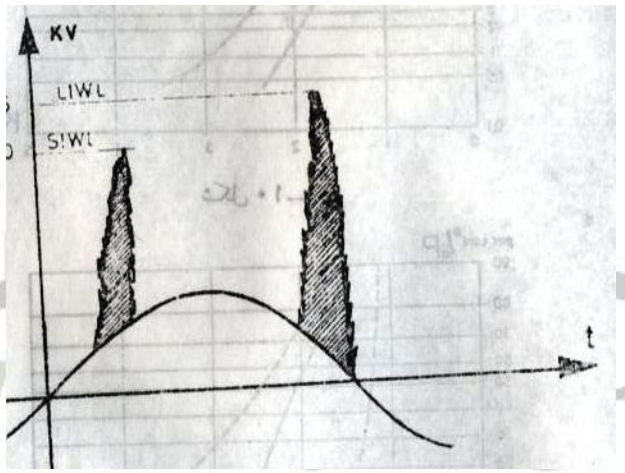


شکل ٦- منحنیهای گوناگون موجها

ولتاژهای حاصل در شبکه توسط ضریب دامنه ودرصد احتمال خود مشخص می‌گردند.

ضریب دامنه مقدار حداکثر اضافه ولتاژها را نسبت به مقدار ولتاژ فاز به زمین در شرایط عادی کار شبکه نشان می‌دهد. درشکل ۷ موج اضافه ولتاژ نسبت به ولتاژ سینوسی شبکه با هاشور مشخص گردیده است. دامنه این موج با U_A و حداکثر ولتاژ سینوسی با $\sqrt{2}$ Uph نشان داده شده است. ضریب موج اضافه ولتاژ عبارت است از:

$$k = \frac{U_A}{U_{phmax}} = \frac{U_A}{\sqrt{2}\mathrm{Uph}}$$



شکل ۹- موج اضافه ولتاژ نسبت به ولتاژ سینوسی شبکه

به عنوان مثال ضریب موج اضافه ولتاژ برای موج با دامنه‌ی ۹۰۰ کیلو ولت در شبکه با ولتاژ اسمی ٤۰۰ کیلو ولت خواهد بود:

$$Uph = \frac{U_{line}}{\sqrt{3}} = {}^{400}/_{\sqrt{3}} = 230$$
$$U_{phmax} = 230 * \sqrt{2} = 300kv$$
$$K = \frac{Ua}{U_{phmax}} = {}^{900}/_{300} = 3$$

معمولاً مقدار ولتاژ ماگزیمم فاز در شرایط عادی کار شبکه به عنوان ولتاژ مبنا یا ولتاژ واحد در نظر گرفته شده، اصطلاحاً Per unit (P.U) خوانده می شود. این مقدار واحد به طور خلاصه با P.U. نشان داده می شود. در این صورت ضریب اضافه ولتاژ K ، برحسب مقدار واحد یا P.U. بیان می‌گردد.

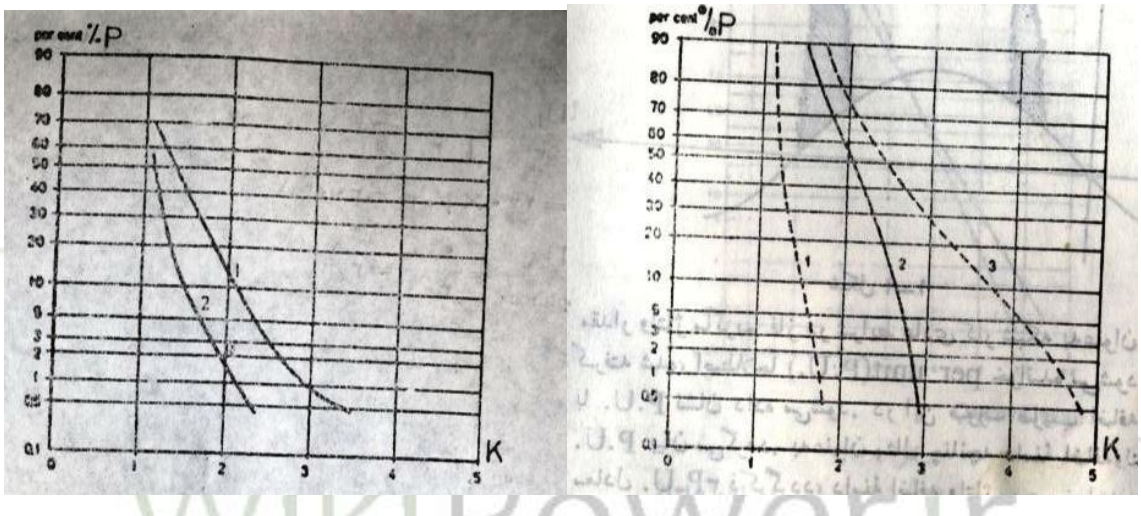
ظهور موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل و مقدار دامنه‌ی آنان کاملاً اتفاقی است. بطوری که قطع و وصل کلیدها در شبکه ممکن است در پاره‌ای شرایط خاص با ظهور موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل توأم گردد، و یا با ظهور این موجها همراه نباشد. دامنه‌ی موجها نیز در شرایط یکسان متفاوت بوده، کاملاً اتفاقی است. به همین علت درصد بروز موجها و دامنه‌ی آنان بصورت احتمال بیان می‌گردد.

احتمال بروز موجها یکی از مهمترین کمیات مشخص کردن درصد آنان در شبکه می‌باشد. افزایش سطح ایزولا سیون شبکه بطوری که در قبال کلیه‌ی موجهای ا ضافه ولتاژ قطع و و صل با دامنه‌ی ب سیار بالا و احتمال محدود مقاومت نماید، بسیار پرهزینه بوده سطح ایزولاسیون را تا مقدار غیر قابل قبول افزایش می‌دهد، به همین علت معمولاً موجها تا دامنه‌ی معین و احتمال ا ستاندارد م شخص، در نظر گرفته شده، سطح ایزولاسیون شبکه نسبت به آنان تعیین می‌گردد.

به عنوان مثال برای موجها با دامنه‌ی بالا که درصد ناچیز بوده، به مقدار یک بار در صد سال محدود می‌گردد، لزومی به انجام پیش بینیهای خاص به منظور کاهش دامنه‌ی آنان نخواهد بود. بدین ترتیب احتمال بروز اضافه ولتاژهای قطع و وصل در تعیین سطح ایزولاسیون مناسب شبکه حائز اهمیت فراوان می‌باشد. برای تعیین دامنه و درصد احتمال موجها مدل شبکه درآزمایشگاه ساخته می‌گردد. مطالعات لازم به منظور تعیین دامنه‌ی موجهای قطع و وصل قبل از طرح شبکه، بر روی مدل آن به طریق تجربی و یا از طریق توسط دستگاه موسوم به: «دستگاه تجزیه و تحلیل شبکه» مورد آزمایش قرار می‌گیرد، که اصطلاحاً به Transient Network Analyserموسوم بوده، به طور خلاصه با T.N.A نشان داده می‌شود. بررسیها و مطالعات لازم برروی مدل شبکه شامل تعیین دامنه‌ی اضافه ولتاژها و منحنی درصد احتمال آنان بر حسب مشخصات اولیه‌ی شبکه من جمله: طول، تعداد خطوط، قدرت رآکتور شنت، درجه‌ی تعادل خط، قدرت اتصال کوتاه شبکه و ولتاژ آن می‌باشند. چنانچه دامنه‌ی موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل با درصد احتمال استاندارد از سطح مورد محافظت ارائه شده توسط سیستم ایزولاسیون شبکه تجاوز نماید، راه حلهای مناسب جهت کاهش دامنه‌ی موجها مورد بررسی قرار گرفته، تعیین می‌گردند. بطوری که سطح سیستم ایزولاسیون شبکه در حد مجاز واقع گردیده، دامنه‌ی موجها از مقدار مورد نظر تجاوز ننمایند.

در شکل ۱۰منحنیهای ۱ و ۲ به ترتیب ضرایب اضافه ولتاژها را برای طرف خط و طرف تغذیه‌ی کلید مشخص می‌سازند. این منحنیها به طریق تجربی اندازه گیری و رسم شده‌اند.

در شکل ۱۱ منحنی ۱ ضریب اضافه ولتاژ ناشی از وصل مجدد خطوط ۲۲۰-۱۱۰ کیلو ولت، منحنی ۲ ضریب فوق را برای وصل مجدد خطوط ۳۴۰ کیلو ولت و منحنی ۳ دامنه‌ی اضافه ولتاژ ها حاصل از وصا مجدد اتوماتیک خط را در پی مطالعات لازم بر روی مدل شبکه توسط T.N.A نشان می‌دهند، در حالی که منحنیهای ۱ و ۲ دامنه‌ی موجها را به طریق تجربی و با اندازه گیری مستقیم انان در خطوط احداث شده مشخص می‌نمایند.



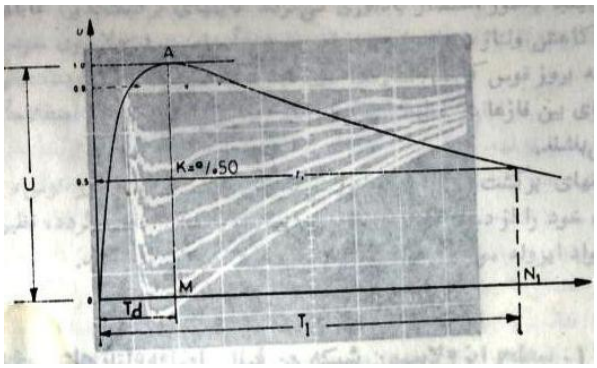
شکل ۱۰ – ضرایب اضافه ولتاژها به طریق تجربی

شکل ۱۱– ضریب اضافه ولتاژبا T.N.A

چنانکه ملاحظه می‌شود، شکل کلی منحنی احتمال اضافه ولتاژها مشابه بوده، در کلیه آنان احتمال موجها با افزایش ضریب دامنه‌ی موجها کاهش می‌یابد. با این همه شکل اضافه ولتاژ ها بر حسب شرایط قطع و وصل کلید و مشخصات شبکه با یکدیگر متفاوت می‌باشند .

به منظور تعیین توانایی سیستم ایزولاسیون شبکه و سایر تجهیزات فشار قوی در قبال موجهای اضافه ولتاژ گذرای قطع و وصل موج استاندارد با شکل مشخص به عنوان موج ولتاژ استاندارد قطع و وصل تعیین گردیده است. منحنی این موج در شکل ۱۲ نشان داده شده است.موج توسط زمان پیشانی خود T_1 و زمان دم موج T_2 مشخص می‌گردد حدود مقادیر T_1 و T_2 در استانداردهای مختلف تعیین گردیده اند. در استاندارد امریکا(ANSI) و IEC مقدار معمول آن به ترتیب در حدود ۲۵۰ و ۲۵۰۰ میکروثانیه مشخص

گردیده است، به طور کلی زمان پیشانی و زمان دم موجها در آزمایشات برآورد ایزولاسیون ولتاژ دی الکتریک تجهیزات و فواصل ایزولاسیون ، بستگی به نوع موج ظاهر شده دارد .



شکل ۱۲- عنوان موج ولتاژ استاندارد قطع و وصل

زمانهای پیشانی و دم موج به شرح زیر یافته می شوند. ابتدا خط مماس بر بالاترین نقطه‌ی منحنی رسم شده از نقطه تماس A خط عمود بر محور زمان رسم می‌گردد. فاصله‌ی OM زمان پیشانی موج را تشکیل می‌دهد، برای تعیین زمان دم موج از نقطه وسط خط AM، نقطه K ، امتداد خط چین KN موازی محور زمان رسم شده، فاصله‌ی $ON_1=T_2$ فاصله دم موج را بوجود می‌آورد.

فاصله AM دامنه‌ی موج را به وجود می‌آورد،با U نشان داده می‌شود: AM = U (KV) در هنگام انجام آزمایشات لازم با موج استاندارد قطع و وصل فواصل T_1 و T_2 ثابت بوده و دامنه‌ی موج بتدریج افزایش داده می‌شود. با افزایش دامنه‌ی موج، احتمال بروز قوس در ماده ایزوله افزایش می‌یابد .

تاثیر اضافه ولتاژ های موقت بر اضافه ولتاژهای گذرا :

همچنان که گفته شد اضافه ولتاژ های موقت در پی تغییر شکل شبکه و قطع و وصل کلید ها حاصل می گردند واین اضافه ولتاژها مستقیما" با نحوه کار کلید ها ارتباطی ندارند بلکه به علت تغییر مشخصات و شرایط کار شبکه به دنبال قطع و وصل کلید ها روی می دهند اما اضافه ولتاژ های گذرا مستقیما" از نحوه کار کلید ها و رژیم گذرای حاصل درآنان در طی مدت قطع و وصل کلید ناشی میگردند .

قطع و وصل اتو ماتیک کلید ها معمولا" در پی بروز عیب در شبکه روی میدهندلذا اضافه ولتاژ های موقت وگذرا با هم شکل می گیرند به عنوان مثال هنگامی که عیب فاز به زمین در یک نقطه از خط روی می دهد ولتاژ های فازهای سالم با ضریب مشخص افزایش می یابند.این افزایش اضافه ولتاژ های موقت خط رابه دنبال دارد .قطع کلید خط در شرایطی صورت می پذیرد که ولتاژ های فاز های سالم تحت تاثیر اضافه

ولتاژ های موقت تا مقدار قابل توجه افزایش می یابند . ضریب اضافه ولتاژ گذرا در این فاز ها بیش از ضریب اضافه ولتاژ فاز معیوب میباشد.

در شکل ۱۳ عیب در لحظه t_0 در فاز Cروی داده و ولتاژ سینوسی فاز A ,B به منحنی سینوسی خط پر با دامنه U_f تغییر یافته واضافه ولتاژ موقت فاز فوق را موجب میشود .در لحظه t_1 کلید خط قطع می گردد .با قطع این کلید اضافه ولتاژ گذرا با دامنه U_t

ظاهر می گردد که دامنه اضافه ولتاژ گذرا تحت تاثیر اضافه ولتاژ موقت افزایش می یابد در حالی که در فاز معیوب C دامنه اضافه ولتاژ گذرا محدود بود .

U_f : دامنه اضافه ولتاژ موقت

U_t : دامنه اضافه ولتاژ گذرا

U_{phmax} : حداکثر ولتاژ فاز به زمین

K_f : دامنه اضافه ولتاژ موقت

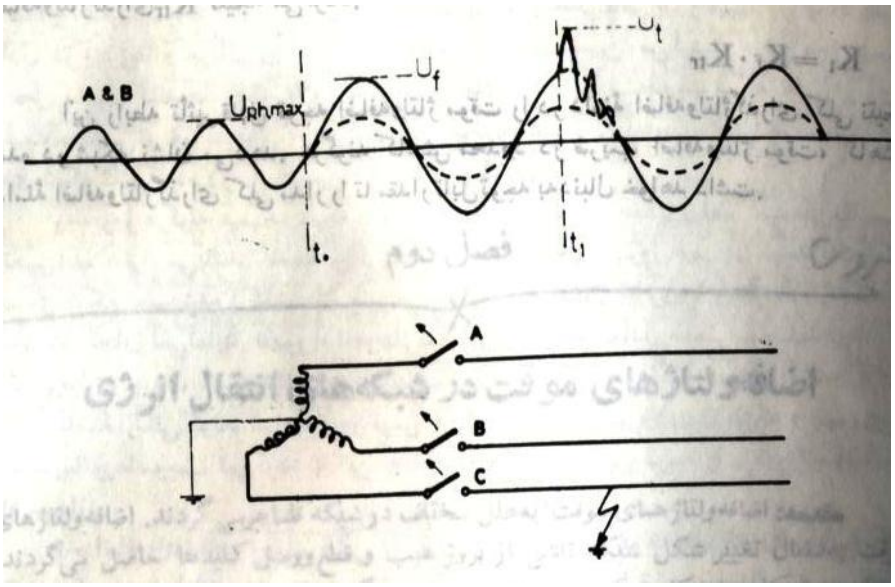
K_t : ضریب اضافه ولتاژ کلی

K_{tr} : نسبت دامنه اضافه ولتاژ گذرا به دامنه اضافه ولتاژ موقت

$$K_f = \frac{U_f}{U_{phmax}} \qquad K_{tr} = \frac{U_t}{U_f} \qquad K_t = \frac{U_t}{U_{phmax}}$$

$$K_t = \frac{U_t}{U_{phmax}} = \frac{U_t}{U_f} * \frac{U_f}{U_{phmax}} = K_{tr} * K_f$$

این رابطه تاثیر قابل توجه اضافه ولتاژ موقت را در دامنه اضافه ولتاژ گذرا نشان می دهد که هر گونه کاهش در اضافه ولتاژ موقت کاهش در اضافه ولتاژ گذرا را به دنبال دارد .



شکل۱۳-تاثیر اضافه ولتاژ موقت بر دامنه اضافه ولتاژ گذرا

٦.سطح ایزولاسیون شبکه در قبال اضافه ولتاژ های مختلف :

عکس العمل ایزولاسیون شبکه در قبال انواع مختلف اضافه ولتاژ ها گوناگون می‌باشد. اضافه ولتاژ های حاصل در شبکه از نظر خصوصیات خود به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- اضافه ولتاژ های رعد و برق با فرکانس چندین مگا هرتز و زمان پیشلنی بسیار کوتاه در حدود چند میکروثانیه. سرعت افزایش دامنه این موجها به حدود چند صد کیلو ولت بر میکرو ثانیه بالغ می‌گردد.

۲- اضافه ولتاژ های قطع و وصل گذرا با فرکانس چندین کیلو هرتز و زمان پیشانی کوتاه در حدود چند میلی ثانیه. سرعت افزایش این موجها به حدود چند صد کیلو ولت بر میلی ثانیه تغییر مینماید.

۳- اضافه ولتاژ های موقت با فرکانس ۵۰ و یا نزدیک به آن

ایزولاسیون شبکه در قبال سه نوع اضافه ولتاژ های فوق دارای عکس العملهای متفاوت می‌باشد. به عنوان مثال یک ردیف رنجیره مقره که در قبال ولتاژ سینوسی فرکانس ۵۰ فاز-زمین تا ۲٤٥ کیلو ولت مقاومت کرده، در خط با ولتاژ اسمی ٤۰۰ کیلو ولت به کار می‌رود، موجهای اضافه واتاژ رعد وبرق تا دامنه‌ی ۹۰۰ کیلو ولت و اضافه ولتاژ های قطع و وصل تا دامنه‌ی ٦٥۰ کیلو ولترا تحمل می‌نماید. چنانکه مشاهده می‌شود، ولتاژ دی التریک زنجیره مقره به طول معین به ازای اضافه ولتاژ ها با خصوصیات مختلف کاملاً متفاوت می‌باشد. همچنان که مشاهده گردید زنجیر مقره با ولتاژ دی الکتریک ۲٤٥ کیلو ولت (برای ولتاژ

فرکانس ۵۰)، موج اضافه ولتاژ قطع و وصل با دامنه‌ی ۶۵۰ کیلو ولت با زمان پیشیانی چندین میلی ثانیه را تحمل می نماید. علت اصلی آن زمان کوتاه پیشانی موج می‌باشد.

با توجه به عکس العملهای متفاوت ایزولاسیون شبکه در قبال موجها با زمانهای پیشانی گوناگون، حدود ولتاژ های دی الکتریک برای دو نوع موجهای اضافه ولتاژ رعد و برق و قطع وصل در هر یک از ولتاژ های اسمی استاندارد تعیین و پیشنهاد گردیده است.

ولتاژ های دی الکتریک به سطح ایزولاسیون شبکه موسوم می‌باشند. بر طبق آن در هر ردیف ولتاژ اسمی، سطح ایزولاسیون استاندارد پیشنهاد گردیده است. این سطح سه ولتاژ دی الکتریک مختلف را شامل می‌گردد. این سه ولتاژ حداکثر مقاومت الکتریک ایزولاسیون شبکه را به ازای اضافه ولتاژهای رعد و برق، اضافه ولتاژ های قطع و وصل و ولتاژ فرکانس ۵۰ درصد نشان می‌دهند. که عبارتند از:

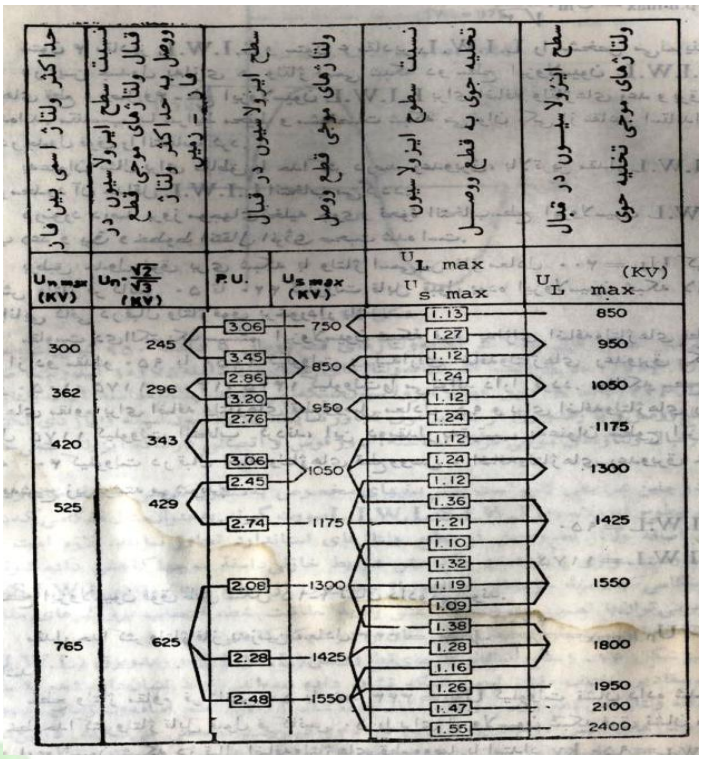
۱- سطح ولتاژ دی الکتریک مقاوم در مقابل اضافه ولتاژهای رعد و برق که اصطلاحاً به Lightning Impulse withstand Level موسوم بوده با L.I.W.L نشان داده می‌شود.

۲- سطح ولتاژ دی الکتریک در قبال اضافه ولتاژ های قطع و وصل که اصطلاحاً به Switching Impulse Withstand Level موسوم بوده، با S.I.W.L نشان داده می‌شود.

۳-حداکثر فرکانس ۵۰ قابل تحمل ایزولاسیون تجهیزات برای مدت یک دقیقه. ولتاژ های دی الکتریک استاندارد مربوط به مقادیر فوق برای استاندارد I.E.C در جدول ۱ داده شده اند. بر طبق این جدول ستون ۱ حداکثر ولتاژ استاندارد فرکانس ۵۰ یا U_{max} اشاره شده در بند ۳، ستون ۲ حداکثر ولتاژ فاز به زمین آن را مشخص می‌سازد. سطح ایزولاسیون شبکه در قبال اضافه ولتاژها با فرکانس ۵۰ که در حدود ۵٪ بیش از ولتاژ اسمی شبکه انتخاب می‌شود.

ستون ٤ مقادیرS.I.W.L و ستون ٦ مقادیر L.I.W.L را مشخص می‌نماید. در این جدول به ازای هر ولتاژ ا سمی شبکه دو سطح ایزولا سیون S.I.W.L برای ولتاژ های قطع و و صل و ٤ سطح ایزولا سیون L.I.W.L برای اضافه ولتاژهای رعد و برق تعیین گردیده‌اند. متناسب با شرایط محیط و مشخصات شبکه می توان یکی از مقادیر استاندارد داده شده در جدول فوق را انتخاب کرد.

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



جدول۱-مقادیر استاندارد سطوح ولتاژ

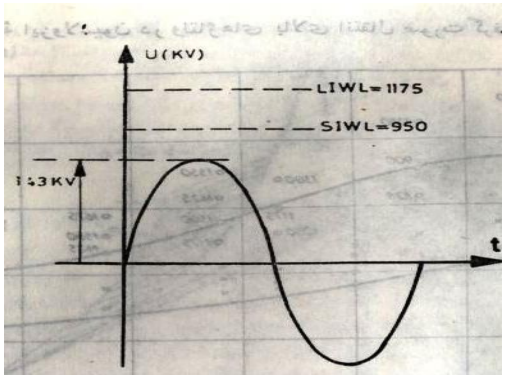
به عنوان مثال برای مناطق با حداکثر درصد رعد و برق، بالاترین مقدار L.I.W.L و با مقدار محدود آن حداقل L.I.W.L انتخاب می‌گردد.

بر طبق جدول فوق برای شبکه با ولتاژ ا سمی بین فاز معادل U_l=400 کیلوولت، افزایش ولتاژ فرکانس ۵۰ تا ٤۲۰ کیلو بایت قابل قبول بوده ایزولاسیون شبکه لازم است از توانایی کافی در قبال ولتاژ فوق برخوردار باشد.

مقاومت دی الکتریک سیستم ایزو لاسیون شبکه‌ی فوق به ازای اضافه ولتاژ های قطع و وصل یکی از دو مقدار ۹۵۰ یا ۱۰۵۰ کیلوولت و به ازای اضافه ولتاژ های رعد و برق یکی از ٤ مقدار ۱۰۵۰، ۱۱۷۵، ۱۳۰۰، ۱٤۲۵ کیلو ولت را می‌تواند دارار گردد. چنانکه سطح اضافه ولتاژ های مقاوم برای اضافه ولتاژ های قطع و وصل معادل ۹۵۰ و برای اضافه ولتاژ های رعد و برق معادل ۱۱۷۵ کیلوولت انتخاب گردند، این دو مقدار به ترتیب به عنوان سطوح ایزولا سیون شبکه ٤۰۰ کیلو ولت در قبال ا ضافه ولتاژ های قطع و وصل و اضافه ولتاژهای رعد و برق خوانده میشوند.

دو سطح ایزولاسیون فوق طبق شکل ۱٤ نشان داده می‌شوند.

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



شکل ١٤- سطوح ایزولاسیون

سطح ولتاژ مقاوم فرکتنس ۵۰ با خط U_{50}=343 کیلو ولت نشان داده شده است. این خط حداکثر ولتاژ قابل قبول فرکانس ۵۰ را برای ایزولا سیون شبکه فوق نشان می‌دهد. سطح ایزولا سیون شبکه در قبال ا ضافه ولتاژ های قطع و و صل با امتداد $U_{S.I.W.L}$=950 kv و سطح ایزولا سیون شبکه در قبال ا ضافه ولتاژ های موجی تخلیه جوی با امتداد $U_{L.I.W.L}$=950 kv مشخص گردیده است. بر طبق شکل فوق حداکثر ولتاژ های قطع و و صل با دامنه ۹۵۰ کیلوولت، ضریب دامنه : k=2/76 P.U ، و حداکثر ا ضافه ولتاژ های رعد و برق با دامنه ۱۱۷۵ کیلو ولت، ضریب دامنه k=3/43 P.U ، قابل قبول ایزولاسیون شبکه می‌با شند، چنانچه دامنه ا ضافه ولتاژهای موج قطع و و صل و یا رعد و برق از مقادیر فوق تجاوز نمایند، ایزولاسیون شبکه ولتاژ در دی الکتریک کافی در قبال ولتاژ های موجی عرضه نساخته، بروز قوس و اتصالی در ماده ایزوله حتمی خواهد بود.

در چنین شرایطی لازم است پیش بینیهای مخصوص به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژها تا حدود سطوح S.I.W.L و L.I.W.L صورت گیرند. به عنوان مثال هنگامی که دامنه‌ی موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل از سطح ولتاژ های استاندارد تجاوز نمایند، لازم است تا با نصب مقاومت موازی با کلید، و یا کاهش شرایط خازنی دامنه‌ی موجها کاهش داده شود، و یا در هنگامی که دامنه‌ی موجهای اضافه ولتاژ رعد و برق از سطح ولتاژ مقاوم S.I.W.L تجاوز می‌نمایند می‌توان با نصب سیم زمین، کاهش زاویه‌ی حفاظت خط، انتخاب برق گیرهای مناسب و غیره دامنه‌ی این موجها و احتمال ظهور آنان را در شبکه کاهش داد.

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

فصل دوم

اضافه ولتاژهای گذرا ناشی از کار دستگاههای وصل مجدد اتوماتیک سه‌فاز و تک فاز خط

۱.مقدمه:

ظهور ا ضافه ولتاژهای تخلیه جوی و ا ضافه ولتاژهای گذرا و تقویت آنها در پی انت شار و انعکاس در طول خطوط انتقال انرژی شـرایط خطرناک جهت ایزولاسـیون خطوط و تجهیزات فشـار قوی را فراهم می سازد. راه مقابله با ظهور این اضافه ولتاژها و جلوگیری از انتشار آنها در طول شبکه، عبارت از تخلیه موجها به زمین از طریق بروز قوس در زنجیر مقره، شـاخکهای برق گیر و برق گیرهای فشـار قوی می‌باشد، به همین منظور پیش‌بینی‌های لازم در خطوط انتقال انرژی به صورت نصب شاخکهای برق گیر و یا کاهش طول زنجیر مقره به عمل آمده ا ست. بروز قوس تخلیه به ترتیب فوق، متقابلاً ات صالیهای فاز به زمین را موجب گردیده، شرایط ایزولاسیون خط را مختل می‌سازد. چون تخلیه موجها در فاصله زمانی بسیار کوتاه چند میلی ثانیه روی می‌دهند. لذا می‌توان نسبت به و صل مجدد کلید خط، بلافا صله پس از قطع آن اقدام کرد، این عمل تو سط د ستگاه و صل مجدد اتوماتیک خط امکان‌پذیر می‌گردد، به طوری که وصل مجدد اتوماتیک خط طریق عمده مقابله با اضافه ولتاژهای تخلیه جوی را تشکیل می‌دهد.

قطع و وصل سریع کلیدها به ترتیب فوق توسط دستگاههای وصل مجدد اتوماتیک اضافه ولتاژهای گذرا با دامنه بالا را موجب می گردد. در این ف صل ا ضافه ولتاژهای نا شی از و صل مجدد اتوماتیک کلیدها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۲.دستگاه وصل مجدد اتوماتیک خطوط:

برای اینکه قطع و وصـل کلید از نظر مصـرف کننده‌ها محسـوس نباشـدو کار دسـتگاهها و تجهیزات الکتریکی با وقفه ای روبرو نگردد، پس از بروز قوس و قطع کلید، کلید مجدداً بطور اتوماتیک وصـل

میگردد. و صل مجدد کلید بطور د ستی نمیتواند صورت پذیرد، در اینصورت فا صله زمانی قطع و و صل کلید قابل نبوده و از نظر مصرف کننده ها و موتورهای در حال کار قابل تحمل نمی‌باشد. لذا وصل مجدد کلید بطور اتوماتیک صورت می پذیرد. دستگاهی که فرمان وصل مجدد کلید را میدهد،موسوم به دستگاه وصـــل مجدد اتوماتیک می باشـــد. این عمل امکان میدهد تا کلید در حداقل فاصـــله زمانی پس از قطع، و صل گردد. بطوریکه قطع برق برای م صرف کننده‌ها مح سوس نبوده و تنها ب صورت چ شمک ب سیار جرئی در نور لامپها مشاهده گردد. فاصله زمانی بین قطع و وصل مجدد کلید قابل تنظیم بوده و بین چند میلی ثانیه تا چند ثانیه تغییر می‌نماید. این تأخیر زمانی اصـــطلاحاً بزمان مرده موســـوم میباشـــد (Dead Time). خطوط توزیع با ولتاژ ۳۰-۶/۳ کیلو و لت کمتر در معرض بروز ر عد و برق و تخلیه جوی می‌باشـــند، در این خطوط بعلت فاصـــله کم بین فازها احتمال بروز عیوب گذرا بعلت قرار گرفتن جســـم خارجی نظیر شاخه درخت و یا پرندگان و غیره بیشتر می‌باشد، لذا تأخیر زمانی دستگاه وصل مجدد بین ۳۰ ثانیه تا چند دقیقه تغییر می‌نماید در حالیکه در خطوط ف شار قوی با ولتاژ ۱۳۲ کیلوولت علت ا صلی عیوب گذرا تخلیه الکتریکی و بروز صاعقه می‌باشد.

دســـتگاه وصـــل مجدد اتوماتیک برای اولین بار در ســـال ۱۹۲۲ در آمریکا بر روی خطوط فشـــار ضـــعیف هوائی بکار برده شد و د ستگاه و صل مجدد سریع برای اولین بار در سال ۱۹۳۵ در شرکت آمریکائی AEP بر روی خطوط انتقال انرژی ۶۰ کیلو ولت مورد بهره برداری قرار گرفت.

۳-مشخصات دستگاههای وصل مجدد سریع:

با توجه به نقش خطوط فشار قوی با ولتاژهای بالا ۵۰۰-۲۳۰- کیلوولت در حفظ پایداری شبکه و Interconnection شبکه‌ها، لزوم استفاده از دستگاههای وصل مجدد سریع(High speed Auto Reclosing)روشن میگردد.

تأخیر زمانی یا فاصله زمانی بین قطع اتوماتیک کلید و وصل مجدد آن نمیتوان از یک مقدار معین کمتر شود. وصل مجدد کلید تنها وقتی امکان دارد که هوای یونیزه ناشی از بروز قوس در محل قوس پس از قطع کلید و خفه شدن قوس جابجا شده و از حالت یونیزه خارج شده باشد. در غیر اینصورت با وصل مجدد کلید قوس مجدداً از طریق هوای یونیزه برقرار میگردد. خارج شدن هوای محل قوس از حالت یونیزاسیون موسوم به دیونیزاسیون هوا می‌باشد، دیونیزه شدن هوا بستگی بمدت قوس، مقدار جریان قوس

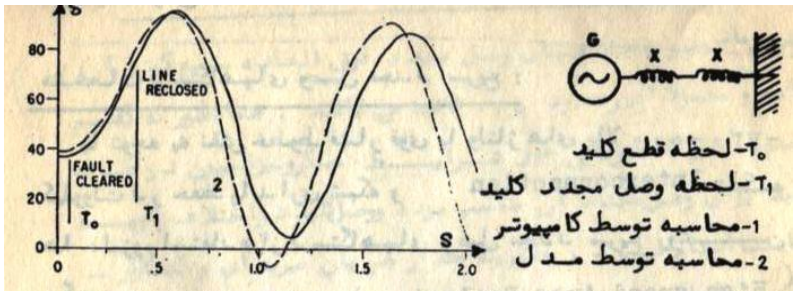
(جریان عیب)، شرایط جوی، فاصله بین فازها ولتاژ خط و خاصیت خازنی بین کندوکتورها دارد. مهمترین آنان برای یک خط معین مدت قوس و جریان قوس می‌باشد که معادل با مدت عیب و جریان عیب میباشد. شرایط جوی اثر قابل توجهی در دیونیزاسیون هوا پس از بروز قوس دارد، در هوای بارانی و یا طوفانی، هوای یونیزه محل قوس سریعتر با هوای پاک اطراف خود جابجا میشود. مدت باقی بودن قوس در شبکه یعنی مدت عیب مهمترین عامل در زمان دیونیزاسیون قوس می‌باشد. هر قدر مدت قوس بیشتر باشد، هوای بیشتری یونیزه شده ودیونیزاسیون قوس را مشکلتر می کند. با بروز تخلیه جوی بر خطوط انتقال انرژی و یا انجام قطع و وصل در شبکه موجهای اضافه ولتاژ گذرا با سرعت نزدیک به سرعت نور در طول شبکه منتشر شده، قوس فاز به زمین را به صورت اتصالی تک فاز ظاهر می‌سازد. بروز قوس به صورت عیب تک فاز به زمین بلافاصله توسط سیستم محافظتی خط تشخیص داده شده، خط معیوب از شبکه جدا می‌گردد. به علت دیونیزاسیون سریع قوس در هوا، کلید خط می‌تواند به فاصله کوتاه پس از قطع مجدداً وصل گردد. فاصله زمانی بین قطع و وصل مجدد اتوماتیک کلید در حدود ۰/۵ – ۰/۱ ثانیه به طول می‌انجامد، آن چنانکه محل بروز قوس به طور کامل دیونیزه گشته، هوا خاصیت ایزولاسیون خود را بازیافته باشد.

تاخیر زمانی در دستگاههای وصل مجدد فوق‌العاده سریع کمتر از ۰/۸ ثانیه و معمولاً در حدود ۰/۵ ثانیه می‌با شد. همانطور که گفتیم معمولاً در فاصله زمانی فوق شرایط سنکرونیزاسیون دو طرف کلید برای وصل مجدد آن مناسب بوده و وصل کلید در اختلاف زاویه مناسب انجام میشود. بطوریکه مقدار جریان ضربه‌ای و گشتاور الکترومغناطیسی وارد بر محور ژنراتور در حد قابل قبول واقع میگردند.

از آنچه گفته شد، روشن میگردد که در این خطوط بروز عیب و قطع کلید، لازم است به منظور حفظ شرایط پایداری شبکه و از بین نرفتن حالت سنکرونیزم کلید با حداقل تأخیر زمانی پس از قطع توسط دستگاه وصل مجدد سریع وصل گردد.

حداقل تأخیر زمانی کلید معادل زمان دیونیزاسیون قوس بوده و نمیتواند از آن کمتر باشد، از طرفی تأخیر زمانی نمیتواند از یک مقدار معین که با توجه بشرایط پایداری شبکه و حفظ Stability تعیین میگردد بیشتر شود. که این زمان حداکثر تأخیر زمانی را تعیین می‌نماید. این زمان موسوم به Critical Time Delay میباشد که حداکثر تأخیر زمانی قابل قبول برای وصل مجدد کلید را تعیین می‌نماید. چنانچه در این فاصله زمانی عمل وصل مجدد کلید انجام شود، شرائط پایداری در شبکه مجدداً برقرار میگردد.

مطابق شکل ۱ پس از قطع کلید،منحنی قدرت تولیدی شبکه تغییر کرده و زاویه بار با توجه به بار شبکه، نوع واحدهای تولیدی و سایر پارامترهای شبکه شروع به نوسان می‌نماید.



شکل ۱-منحنی قدرت تولیدی شبکه

ادامه قطع کلید، شبکه را به سرعت به طرف ناپایداری و شرایط آ سنکرن پیش می‌برد، نو سانات فوق و شـرایط به وجود آمده تا فاصـله معینی پس از قطع کلید قابل کنترل بوده و با وصـل مجدد کلید در این فا صله شرایط شبکه به حال عادی باز می‌گردد، این فا صله زمانی حد ا ستابیلیته را م شخص می‌نماید. معمولاً دستگاههای وصل مجدد سریع در مرحله اول با تأخیر زمانی معادل زمان دیونیزاسیون قوس عمل می‌نمایند. دسـتگاه وصـل مجدد از طریق رله محافظتی تحریک می‌گردد، با به کار افتادن رله محافظتی فرمان قطع کلید و فرمان به کارافتادن دستگاه وصل مجدد داده می‌شود، دستگاه وصل مجدد پس از زمان تنظیم شده برای آن فرمان ووصل کلید را می‌دهد.

٤-تقسیم‌بندی دستگاههای وصل مجدد بر حسب تاخیر زمانی :

بطور کلی دستگاههای وصل مجدد از نظر تاخیر زمانی بشرح زیر تقسیم بندی می‌شوند:

۱- د ستگاههای و صل مجدد بسیار سریع که تاخیر زمانی آنها معادل ٤٠^c یا $DT \leq 0/8S$ می‌با شد. بکار برد دسـتگاه وصـل مجدد با تاخیر زمانی فوق، مسـتلزم قطع همزمان و مطمئن کلیدها در دو انتهای خط با استفاده از ارتباط سیستم های محافظت دو انتهای خط توسط سیگنالهای فرکانس بالا می‌باشد، در صـورت فقدان چنین ارتباطی رله‌های دیسـتانس دو انتهای خط برای عیوب واقع در تمامی طول خط تنظیم می گردند، و Zon اول رله‌ها در حدود ٪110 طول خط را شامل میگردد. در صورتیکه عمل وصل مجدد کلید با موفقیت توام نباشـد، قطع کلیدها در مرحله دوم کار دسـتگاه وصـل مجدد با تاخیر زمانی بی شتری انجام شده و توام با اختلاف زمان در قطع کلیدهای دو انتهای خط می‌با شد. برای اینکار با قطع مجدد کلید و برقراری عیب، تنظیم رله های دیسـتانس برای zon اول بطور اتوماتیک از 110% طول

خط به ۹۰-۸۰ % طول خط کاهش می یابد. بعلت ناچیز بودن تاخیر زمانی، کنترل همزمانی ولتاژها و فرکانس‌های دو انتهای کلید لزومی نخواهد داشت.

این گونه دستگاههای وصل مجدد سریع برای قطع سه فاز و تک فاز کلیدها بکار میروند.

۲- دستگاههای وصل مجدد سریع با تاخیر زمانی 0/8< Dt < 2 ثانیه دستگاه وصل مجدد با تاخیر زمانی فوق هنگامی بکار میرود، که خط مجهز به کانال ارتباط فرکانس بالا جهت قطع همزمان کلیدها نبوده و تنظیم لحظه ای رله های دیستانس دو انتهای خط برای عیوب واقع در سر تاسر طول خط ممکن نباشد. هنگامی که خط بصورت خط مرتبط دو شبکه Interconnection line بکار رفته و ولتاژ و بار خط بالا با شد، لازم ا ست مقادیر ولتاژ فرکانس دو شبکه در هنگام و صل مجدد کلید برر سی شوند و دستگاههای کنترل سنکرونیزاسیون نصب گردند. معمولاً در اینگونه خطوط، شبکه‌های دو انتهای خط از طریق خطوط با ولتاژهای پائین‌تر متصل بوده و لذا با قطع کلیدها شرایط سنکرونیزاسیون حفظ میگردند. در هنگام استفاده از دستگاه وصل مجدد تک فاز ، شرایط نامتعادل شبکه بصورت دو فاز در طول مدت قطع یکی از فازها که نسبتاً طولانی می‌باشد، می بایست در نظر گرفته شده و مقدار مؤلفه معکوس و اثر آن بر روی رله های جریان معکوس برر سی شود، جریان مؤلفه معکوس نا شی از دو فاز بودن شبکه به مقدار حداکثر خود رسیده و ممکن است موجب سوختن سیم‌پیچی‌های رله‌های فوق گردد.

۳- دستگاه وصل مجدد با تاخیر زمانی بین ۲-۳ دقیقه که معمولاً برای دستگاههای وصل مجدد سه فاز و در شبکه‌های توزیع بکار میرود و برای خطوط با ولتاژ بالا و خطوط انتقال کمتر بکار برده میشود.

۵-شرایط کار کلیدها و آمادگی آنها برای وصل مجدد:

استفاده از دستگاههای وصل مجدد سریع می بایست با آمادگی قبلی کلیدهای فشار قوی فوق برای وصل قطع و وصل مکرر بفواصل زمانی بسیار کوتاه (کمتر از ۱ ثانیه) توام با شد. قطع و وصل مکرر و متوالی کلیدها در فاصله تاخیر زمانی که در صورت دائمی بودن عیب برای دو یا سه بار تکرار میگردد، موجب کاهش قدرت قطع کلید و از کار افتادن مکانیزم عمل کننده آن میگردد. بطور کلی لازم است:

۱- سیستم فرمان قطع و وصل کلید و مکانیزم عمل کننده آن که انرژی لازم جهت حرکت کنتاکت متحرک را تامین می‌نماید در فاصله تاخیر زمانی جهت وصل و قطع مجدد کلید آماده گردد.

محفظه قطع کلید در فاصله تاخیر زمانی دستگاه وصل مجدد برای وصل و قطع مجدد کلید آماده شده باشد. بطوریکه در صورت دائمی بودن عیب و فرمان قطع مجدد کلید توانائی قطع جریان عیب را داشته

باشـــد. اشـــکالی که در کلیدهای فشـــار قوی در بین قطع و وصـــل مکرر کلید روی میدهد بروز حالت یونیزاســـیون در محفظه قطع کلید میباشـــد، بطوریکه مواد ایزولاســـیون و خفه کننده و قوس قادر بخفه نمودن قوس نبوده و توانائی لازم برای جابجائی گاز و مواد یونیزه حا صل از قطع و و صل مکرر کلید را دارا نمی باشند. و بدین ترتیب قدرت قطع کلید کاهش می‌یابد این اشکال بخصوص در هنگامی که عیب دائمی بوده و کلید بر روی عیب و صل و مجدداً قطع گردد بسیار حائز اهمیت می‌با شد. همچنین مکانیزم عمل کننده باید بتواند در فا صله تاخیر زمانی انرژی لازم جهت حرکت کنتاکت متحرک را در هنگام قطع و وصل متوالی کلید تامین نماید. بر طبق استانداردهای اروپائی کلید باید بتواند از نظر مکانیزم عمل کننده و توانائی قدرت قطع در مدت تاخیر زمانی ۰/۳ ثانیه (حداقل تاخیر زمانی می‌با شد) مجدداً و صل و قطع گردد. این عمل باید هنگامیکه عیب از نوع دائمی می با شد صورت گیرد بدون اینکه در قدرت قطع کلید تغییری روی دهد کلیدهای با حجم کم روغن وکلید های پنو ماتیک و sf6توانایی قدرت قطع خود را در مدت تاخیر زمانی بمدت ۰,۳ ثانیه در شرایط اتصالی دایم بخوبی حفظ می نماید.

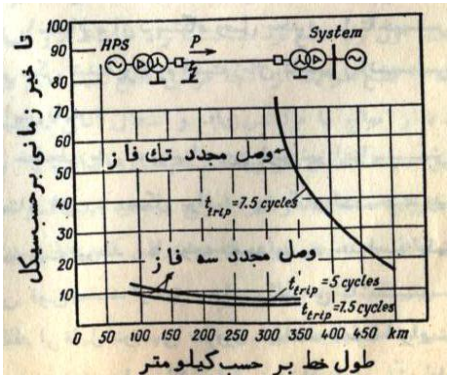
٦-وصل مجدد اتوماتیک تک فاز:

در خطوط (U > 230 Kv) با واتاژهای بالا (EHV , UHV) دستگاه وصل مجدد سه فاز تنها هنگامی قابل بکار بردن میباشد که از نوع سریع و انی باشد، در این نوع خطوط با بروز عیوب گذرا و بکار افتادن رله محافظتی خط و قطع کلید، دو شبکه از یکدیگر جدا شده و مشابه دو شبکه مستقل عمل می‌نمایند، بطوریکه اختلاف فاز و فرکانس دو شبکه افزایش یافته و لازم ا ست کلید خط در حداقل فا صله زمانی توســـط دســـتگاه وصـــل مجدد وصـــل گردد. حداقل تاخیر زمانی معادل زمان معادل زمان لازم برای دیونیزا سیون قوس حا صله در فا صله هولئی بین فازها میبا شد، این زمان بر حـ سب ولتاژ خط بین ٠/٤- ٠/١٥، ثانیه یا ٧-٢٠ ســـیکل تغییر می نماید. تاخیر زمانی فوق هنگامی میتواند بمقدار حداقل خود یعنی زمان دیونیزاســیون قوس برســد که خط بطور همزمان در دو انتها قطع گردد. با افزایش ولتاژ خط بحدود ٤٠٠-٧٥٠ کیلو ولت و قدرت خطوط به حدود ۱۰۰۰ MW -٤٠٠٠MW ا ستفاده از د ستگاه و صل مجدد با تاخیر زمانی فوق بعلل زیر غیر ممکن شده و لازم است تاخیر زمانی دستگاه وصل مجدد افزایش یابد.

١- با افزایش ولتاژ خطوط زمان دیونیزاســیون قوس نیز افزایش می‌یابد، بعنوان مثال از ۱۲ ســیکل برای ۲۲۰ کیلو ولت بحدود ۳۰ سیکل برای ۷۵۰ کیلو ولت میرسد، با توجه به محدودیت حد استابلیته که از زمان دیونیزا سیون قوس به مقدار فوق به مراتب کمتر می‌با شد افزایش حد ا ستابلیته به مقدار قابل

توجهی ضروری می باشد، علت افزایش زمان دیونیزاسیون قوس در ولتاژهای بالا افزایش فوق العاده جریان عیب می‌با شد که بر و سعت و شدت قوی افزوده و هوای بیشتری را در اطراف قوس یونیزه می نماید، لذا عمل دیونیزاسیون هوای فوق را مشکل‌تر می‌نماید. متقابلاً بعلت افزایش فوق العاده فاصله بین فازها طول قوس افزایش یافته و بیش از پیش در معرض تاثیر عوامل جوی نظیر باد و غیره واقع میگردد. بطوریکه عمل خفه شدن قوس با سهولت بیشتری انجام می‌شود، بعنوان مثال فاصله بین فاز و زمین در طول زنجیر مقره در ولتاژ ۷۵۰ کیلو ولت بحدود ۸ متر بالغ میگردد.

۲- با افزایش ولتاژ و قدرت خط که معرف افزایش قدرت اتصال کوتاه شبکه می‌با شد به نسبت اتصال کوتاه یا Short Circuit Ratio (SCR) افزایش یافته و حد استابیلیته کاهش می یابد. منحنی تغییرات حد استابیلیته یا حداکثر تاخیر زمانی با توجه به حفظ شرایط پایداری شبکه بر حسب طول و سعت شبکه نشان داده شده ا ست. شکل۲ ، بان تربیت با افزیش ولتاژ خط و زمان دیونیزا سیون قوس زمان حد استابیلیته کاهش می‌یابد که تغییرات این دو کمیت در خلاف جهت یکدیگر امکان بکار برد دستگاه وصل مجدد سه فاز و سریع را غیر ممکن میسازد. تنها راه حل استفاده از دستگاه و صل مجدد تک فاز می‌با شد، د ستگاه و صل مجدد تک فاز بر مبنای قطع و و صل فاز معیوب در سیستم سه فاز عمل می‌نماید. تجربه نشان داده ا ست که معمولاً یکی از فازها در معرض برخورد صاعقه و تخلیه الکتریکی قرار گرفته و با اتصالی فاز بزمین روبرو میگردد. در حالیکه دو فاز دیگر سالم بوده و بکار عادی خود ادامه میدهند، لذا در هنگام بروز عیب گذرا فاز معیوب که در آن قوس روی داده مشخص شده و کلید همان فاز قطع و مجدداً توسط دستگاه و صل مجدد تک فاز و صل میگردد. باین ترتیب از قطع هر سه فاز جلوگیری می شود. استفاده از دستگاه و صل مجدد تک فاز مستلزم انجام تغییراتی در سیستم رله های محافظتی خط و مکانیزم عمل کننده کلید میباشد، بطوریکه کلید برای قطع و و صل تک فاز اماده گردد. استفاده از دستگاه و صل مجدد تک فاز امکان میدهد تا زمان حد استابیلیته شبکه همراه با افزایش ولتاژ خط و افزایش نسبت SCR افزایش یابد.



شکل۲- منحنی تغییرات حد استابیلیته

از نتایج عمده و مهم به دست آمده در مورد اضافه ولتاژ های ناشی از کار دستگاههای وصل مجدد تک فاز خط می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- با توجه به اینکه کلیدهای نصب شده در خطوط انتقال انرژی مجهز به مقاومت وصل و کنتاکتهای اصلی و کمکی می‌باشند، اضافه ولتاژهای حاصل در هنگام کار دستگاهها وصل مجدد اتوماتیک یک فاز خط در فاز معیوب، در لحظه وصل کنتاکتهای اصلی کلید حداکثر مقدار را دارا می‌گردند. ولتاژهای موجی در هنگام خارج گشتن مقاومتها از مدار ظاهر می گردند.

۲- کنترل لحظه وصل مجدد کلیدهای دو انتهای فاز معیوب خط نسبت به زاویه باز δ (زاویه اختلاف فاز واتاژها در دو انتهای خط) در کاهش دامنه اضافه ولتاژها فوق العاده مؤثر می‌باشد، لحظه مناسب جهت وصل مجدد کلیدها هنگامی است که زاویه بار خط (δ) مقدار حداقل را دارا می گردد. مقدار کاهش دامنه اضافه ولتاژها بستگی به طول خط مورد قطع و وصل، ترتیب وصل مجدد کلیدها و تعداد خطوط خروجی از شینه ها دارد. اضافه ولتاژهای حاصل از وصل مجدد کلیدهای تک فاز خط تا حدود ۲۸-۲۵٪ در ایزولاسیون خط و ۳۲-۲۲٪ در ایزولاسیون ایستگاهها و کاهش سطح آنها مؤثر واقع می گردند.

۳- هنگامی که لحظه وصل مجدد کلیدها نسبت به زاویه δ کنترل گردند، ایجاد ترتیب در وصل مجدد کلیدهای فاز معیوب دامنه اضافه ولتاژها را به مقدار ناچیز کاهش می‌دهد. در هنگامی که لحظه وصل کلیدها کنترل نمی‌گردند، ایجاد ترتیب مناسب در وصل کلیدها، دامنه اضافه ولتاژها را به طور محسوس کاهش می دهد. ترتیب مناسب عبارت از وصل مجدد کلید طرف مصرف خط در مرحله اول و کلید طرف تغذیه خط در مرحله دوم می باشد. ایجاد ترتیب فوق دامنه اضافه ولتاژ را تا ۱۹-۱۵٪ بر حسب طول خط مورد قطع و وصل کاهش خواهد داد.

٤- وصل مجدد کلیدهای فاز معیوب اضافه ولتاژهای گذرا با دامنه فوق العاده را در خطوط خزوجی و ایستگاههای مورد تغذیه موجب می‌گردد. دامنه اضافه ولتاژها رد ایستگاههای دو انتها با خطوط خروجی طولانی‌تر فزونی می‌یابند. در صورت عدم کنترل لحظه وصل کلیدها (نسبت به زاویه بار δ)، ضریب اضافه ولتاژها تا حدود ۲P.U افزایش می یابند. در حالی که در هنگام کنترل لحظه فوق تا ۱/۵P.U کاهش می‌یابند.

۵- کنترل لحظه وصل مجدد کلیدها نسبت به زاویه باز δ جریان برقرار شده در هنگام وصل کلیدها را که از مقاومتهای موازی عبور می‌نمایند، به مقدار قابل توجه کاهش می دهند. کاهش جریان عبور کرده از مقاومتها موجب می‌گردد، تا پایداری مکانیکی و حرارتی آنها افزایش یابد، آنچنانکه جریان برقرار شده در مقاومتهای موازی تا حدود ۳-۲/۸ و انرژی مصرف شده در آنها تا حدود ۸/۵-۸ مرتبه

ماهش می‌یابند. جریان و انرژی مصرف شده در مقاومتها به شکل مدار و ترتیب وصل مجدد کلیدها نیز بستگی دارد.

٦- با استفاده از کلیدهای مجهز به مقاومت موازی و کنترل لحظه وصل مجدد (نسبت به زاویه δ) همچنین ایجاد ترتیب منا سب در و صل مجدد کلیدها، سطح ا ضافه ولتاژها نا شی از و صل مجدد اتوامتیک کلیدهای واقع در دو انتهای خطوط تا حدود ١/٤-١/٣ کاهش می یابند. در صورت عدم کنترل لحظه وصل مجدد کلیدها، لازم است تا تجهیزات اضافی نظیر رآکتورها و یا برق گیرهای مخصوص در اواسط خط نصب گردند.

۷- در هنگام بروز عیوب دائم و ادامه برقراری قوس فازهای سالم در پایان تأخیر زمانی د ستگاه و صل مجدد قطع می گردند. قطع فازهای سالم با اضافه ولتاژهای گذرا توأم می باشد. دامنه این اضافه ولتاژها با ایجاد ترتیب مناسب در قطع کلیدها به طور فوق العاده کاهش می یابند، ترتیب متناسب قطع کلیدها، عبارت از قطع کلید طرف تغذیه خط در مرحله اول می‌با شد. ایجاد ترتیب فوق موجب می گردد تا در هنگامی که لحظه قطع کلیدها نسبت به زاویه بار δ کنترل نمی‌گردند، دامنه اضافه ولتاژها با توجه به سطح ایزولاسیون خط از ۱/۳-۱/۲ تجاوز ننماید.

۸ .کنترل لحظه قطع کلید فازهای سالم نسبت به زاویه باز δ، امکان می‌دهد تا دامنه اضافه ولتاژها از حدود ۱/۲-۱/۱ تجاوز ننمایند

۷-منحنی قدرت-زاویه بار در هنگام کار دستگاه وصل مجدد۳فاز:

بروز عیب در خط، قطع کلید و وصل مجدد آن توسط دستگاه وصل مجدد نقطه کار ژنراتور و زاویه باز آن را بر روی منحنی قدرت-زاویه بار جابجا می‌نماید. تغییرات نقطه کار ژنراتور در طی مراحل فوق در شکل ۳ نشان داده شده‌اند. ذیلاً مراحل فوق را بررسی می‌نماییم.

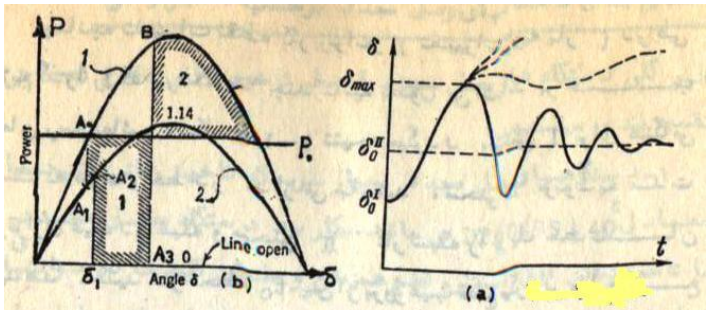
۱- مرحله کار عادی شبکه قبل از بروز عیب. در این مرحله نقطه کار شبکه بر روی منحنی ۱ و امتداد P_0 واقع بوده و نقطه A_0 را مشخص می‌نماید.

۲- بروز عیب و انتقال نقطه کار شبکه به نقطه A_1 بر روی منحنی ۲ (منحنی قدرت-زاویه بار پس از بروز عیب) که مرحله دوم پس از بروز عیب می‌باشد.

۳- در فاصله زمانی پس از بروز عیب تا لحظه قطع کلید نقطه کار A_1 بر روی منحنی ۲ به نقطه کار A_2 منتقل می‌گردد. در این نقطه کلید خط قطع شده و قدرت تولیدی ژنراتور صفر می‌گردد. با صفر شدن قدرت تولیدی ژنراتور نقطه کار A_2 به نقطه δ_1 بر روی منحنی δ منتقل شده و به علت نیروی محرکه موجود برروی محور ژنراتور زاویه بار δ_1 افزایش یافته و نقطه کار ژنراتور به نقطه A_3 منتقل

می‌گردد. نقطه A_3 لحظه وصل مجدد کلید را مشخص می‌نماید، و فاصله زمانی $A_3 - \delta_1$ تأخیر زمانی دستگاه وصل مجدد را نشان می‌دهد.

٤- چنانچه وصـــل مجدد کلید با موفقیت انجام شـــود، ژنراتور قدرت تولیدی خود را قبل از بروز عیب تولید کرده و لذا منحنی قدرت زاویه بار آن به منحنی ۱ انتقال یافته و نقطه کار جدید ژنراتور نقطه B بر روی این منحنی خواهد بود.

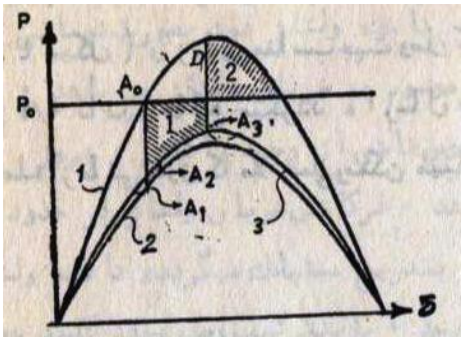


شکل۳- منحنی قدرت-زاویه بار در وصل مجدد سه فاز

۸-منحنی قدرت زاویه بار در هنگام کار دستگاه وصل مجدد تک فاز:

بروز عیب تک فاز خط، و وصـــل مجدد ان نقطه کار ژنراتور و زاویه بار آنرا بر روی منحنی های مختلف قدرت زاویه بار خط جابجا می‌نماید. تغییرات نقطه کار ژنراتور در طی مراحل فوق در شکل ٤ نشان داده شده اند.

منحنی های ۱ و ۲ و نقاط کار A_0 و A_1 رژیم کار ژنراتور را قبل و بعد از بروز عیب مشـــخص می‌نمایند. در فا صله زمانی پس از بروز عیب تا لحظه قطع کلید نقطه کار A_1 بر روی منحنی ۲ بنقطه کار A_2 منتقل میگردد، در این نقطه فاز معیوب قطع شـده ولی به علت وصـل دو فاز، قسـمت اعظم قدرت تولیدی ژنراتور تو سط دو فاز برقرار می‌با شد، لذا تغییر کمی در قدرت تولیدی ژنراتور روی داده، و با قطع فاز معیوب منحنی کار ژنراتور به منحنی ۳ منتقل میشـــود، که با منحنی شـــماره ۲ اختلاف بسـیار ناچیز دارد. در نقطه A_3 کلید فاز معیوب مجدداً وصـل و چنانچه عیب برطوف شـده باشد ژنراتور بار اولیه خود را تغذیه کرده و منحنی تولیدی آن بر منحنی اولیه شماره ۱ منطبق میگردد و نقطه کار ژنراتور نیز بتدریج بنقطه کار اولیه ژنراتور منتقل میگردد.



شکل٤- منحنی قدرت-زاویه بار در وصل مجدد تک فاز

۹-پدیده‌های حاصل در هنگام وصل مجدد اتوماتیک خط :

همچنانکه اشـــاره گردید، وصـــل مجدد اتوماتیک کلید خط با ظهور پدیده‌هائی همراه می‌باشـــد که برر سی آنها به منظور تعیین علت ا ضافه ولتاژهای گذرا و طریق منا سب کاهش دامنه آنها کاملاً ضروری است.

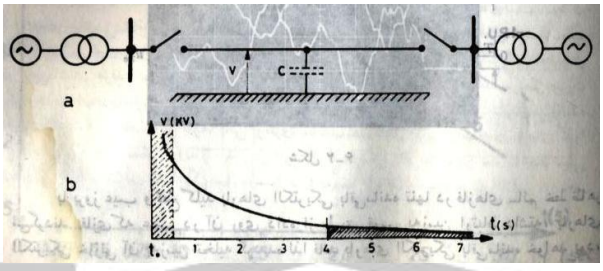
۱. پدیده بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط.
۲. پدیده موجهای انعکاسی در هنگام وصل مجدد اتوماتیک خط.

این پدیده‌ها در هنگام برق‌دار کردن عادی خط که به فاصـــله زمانی طولانی پی از قطع آن به طور دســـتی صورت می‌پذیرد مشاهده نمی‌گردند، تنها در هنگام کار دستگاههای وصل مجدد اتوماتیک سریع با تأخیر زمانی چند دهم ثانیه ظاهر گشته، موجها با دامنه بالا را به وجود می‌آورند..

پدیده بارهای باقی‌مانده در خط :

با قطع کلید خط تحت ولتاژ در دو انتها کندوکتورهای خط با توجه به شـــرایط خازنی خود نســـبت به یکدیگر و نســـبت به زمین بارهای الکتریکی متناســـب با حداکثر ولتاژ اســـمی خط را در خود ذخیره می‌ســـازند، این بارها اصـــطلاحاً به بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط یا Charge Trapped موســـوم می‌با شند، بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط به صورت ولتاژ م ستقیم ظاهر می‌گردند که ولتاژ نا شی از بارهای الکتریکی باقی‌مانده نامیده می شود. بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط بلافاصله پس از قطع خط در دو انتها طبق منحنی تخلیه خازن شکل ۵ نسبت به زمان به طور طبیعی تخلیه می‌گردند. تخلیه بارها تا حداقل ممکن در فاصـــله زمانی ۱۰_۵ ثانیه صـــورت می‌پذیرد. در این شـــکل t_0 لحظه قطع جریان را در کلید م شخص می سازد. هنگامی که خط به طور د ستی مجدداً و صل می‌گردد، فا صله زمانی کافی جهت تخلیه بارها موجود بوده، و صل د ستی در ناحیه ها شور خورده منحنی فوق صورت می‌پذیرد. در ناحیه

فوق ولتاژ ناشی از بارهای باقی‌مانده تا حداقل ممکن کاهش یافته‌است. متقابلاً هنگامی که خط به فاصله کوتاه پس از قطع توسط دستگاه وصل مجدد اتوماتیک مجدداً وصل می‌گردد، بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط فرصت تخلیه نیافته، وصل کلید در حالی صورت می‌پذیرد، که ولتاژ مستقیم با مقدار قابل توجه ناشی از بارها در خط موجود می‌باشد. فاصله مربوط به وصل مجدد اتوماتیک خط با هاشور خط‌چین مشخص گردیده است. وجود بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط در هنگام وصل مجدد اتوماتیک آن، یکی از پدیده‌های عمده مربوط به وصل مجدد خط را در مقایسه با شرایط وصل دستی آن تشکیل می‌دهند. وجود بارهای الکتریکی باقی‌مانده، و ولتاژ ناشی از آنها دامنه ولتاژ استقرار حاصل در کلید را در هنگام وصل مجدد آن تحت تأثیر قرار داده، موج اضافه ولتاژ گذرا با دامنه بالا را پدید می‌آورد.

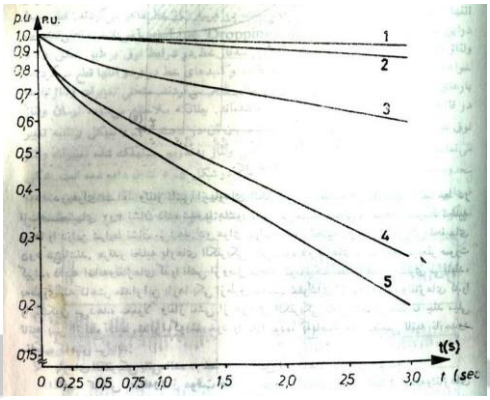


شکل۵- منحنی تخلیه خازن

بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط و ولتاژ آن، از شارژ خاصیت خازنی خط نتیجه می‌گردند. شارژ خط تا مقدار حداکثر ولتاژ هرفاز انجام می‌شود. بر حسب لحظه قطع کلید و خفه گشتن قوس در فاصله کنتاکتها، ولتاژ مستقیم ناشی از بارهای الکتریکی باقی‌مانده ممکن است مقدار حداکثر مثبت و یا حداکثر منفی را دارا گردد. با بروز عیب و قطع کلید بارهای الکتریکی باقی‌مانده تنها در فازهای سالم خط ظاهر می‌گردند. فازی که عیب در آن روی داده از طریق قوس به زمین ارتباط داشته، بارهای الکتریکی خازنی آن به زمین تخلیه گردیده لذا فاقد بارهای الکتریکی باقی‌مانده خواهد بود، به همین علت در هنگام کار دستگاههای وصل مجدد که تنها فاز معیوب در آن قطع شده و مجدداً وصل می‌گردد، فاز قطع شده فاقد بارهای الکتریکی باقی‌مانده بوده، دامنه اضافه ولتاژها در آن محدودتر از دامنه اضافه ولتاژها در فازهای دیگر خواهد بود. ولتاژ ظاهر شده در فازهای سالم خط در پی بروز عیب تک فاز به زمین، تحت تأثیر ولتاژ موقت بیش از ولتاژ عادی فاز به زمین خط می‌باشد، به همین علت نیز ولتاژ مستقیم ناشی از بارهای الکتریکی باقی‌مانده از حداکثر ولتاژ اسمی فاز زمین خط تجاوز می‌نماید. همچنین افزایش ولتاژ خط به علت شرایط خازنی و اثر Ferranti ولتاژ مستقیم ناشی از بارهای باقی‌مانده خط را افزایش می‌دهد.

بدین ترتیب کلیه پیش‌بینیهای به عمل آمده جهت کاهش دامنه اضـــافه ولتاژهای موقت نظیر نصـــب رآکتورهای شنت و افزایش نقاط نول شبکه موجب کاهش بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط گشته، به طور غیرمستقیم از دامنه اضافه ولتاژهای گذرای وصل مجدد خط می‌کاهند.

تخلیه طبیعی بارهای الکتریکی باقی‌مانده با توجه به منحنیهای شکل ٦ صورت می‌پذیرد. در این منحنیها تخلیه طبیعی بارها برای هنگامی است که هیچ گونه پیش بینی خاصی به منظور تسریع در کاهش بارها به عمل نیامده باشد. تخلیه طبیعی بارها از طریق هوا و جریان خزنده سطح مقره‌ها صورت می‌پذیرد.



شکل٦- تخلیه طبیعی بارهای الکتریکی باقی‌مانده

در این شـکل منحنیهای مختلف تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده بر حسـب زمان و در شـرایط مختلف جوی رسم گردیده‌اند. منحنی ۱ تخلیه را در هوای خشک، منحنی ۲ در هوای رطوبی، منحنی ٤ در هوای بارانی، منحنی ۵ در هوای بارانی همراه با برف نشـان می‌دهد. منحنی ۲ برای هنگامی اسـت که هادیهای خط از قطره‌های آب و شبنم پوشیده شده باشند. چنانچه مشاهده می‌گردد با رطوبی گشتن هوا سرعت تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط افزایش می‌یابد، بر طبق این منحنیها در هوای نیمه رطوبتی (منحنی ۳) در فاصله ۲/۵ ثانیه ولتاژ تا حدود ۷۰٪ و در هوای برفی تا حدود ۱۵٪ کاهش می‌یابد.

هر قدر تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده در فازهای سـالم خط سـریعتر صـورت گیرند، دامنه اضـافه ولتاژهای گذرا نا شی از و صل مجدد اتوماتیک خط کاهش بی شتری می‌یابند.، به طوری که کاهش مقدار این بارها یکی از طرق منا سب جلوگیری از بروز ا ضافه ولتاژهای گذرا را تـ شکیل می‌دهد، معمولاً ولتاژ ناشی از بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط تا چند میلی‌ثانیه پس از قطع کلید مقدار ماگزیمم خود را دارا بوده، به فاصله چند میلی‌ده‌ثانیه تا حدود مناسب کاهش می‌یابد.

بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط به دو طریق زیر کاهش داده می‌شود:

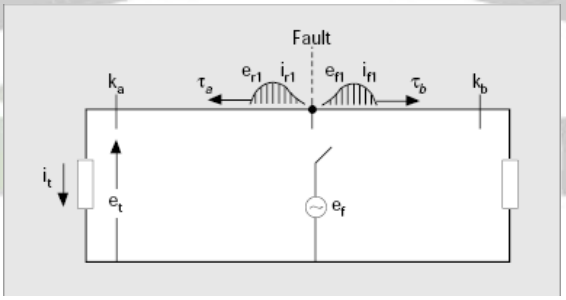
الف) کاهش ا ضافه ولتاژ موقت ظاهر شده در فازهای سالم خط: ا ضافه ولتاژهای موقت فازهای سالم بارهای الکتریکی باقی‌مانده در این فازها را افزایش می‌دهند. این عمل از طریق متعادل کردن بار راکتیو خط، نصب رآکتورهای شنت، جابجایی فازها در طول خط (Transposition) امکان‌پذیر می‌گردد.

ب) انجام پیش‌بینیهای مخصوص جهت تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط: نظیر نصب مقاومتهای موازی با محفظه قطع کلید، استفاده از نقطه نول رآکتورها، ترانسفورماتورهای ولتاژ و غیره.

که در فصل ۳ توضیح داده میشود.

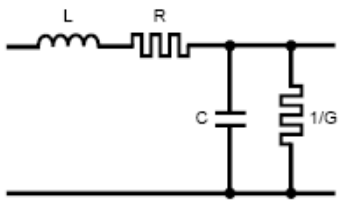
پدیده موجهای انعکاسی

وقتی در اثر بروز عیب ، اضافه ولتاژی در یک نقطه از خط انتقال رخ می دهد ، موج حاصل ، همانطور که در شکل۷ دیده می شود، نقطهٔ بروز عیب را در دو جهت Forward و Reverse ترک کرده و با سرعتی نزدیک به سرعت نور به سمت دو انتهای خط حرکت می کند. که هر موج ترکیبی از فرکانس هایی در رنج چند KHz تا چند MHz می باشد و دارای پیشانی کوتاه مدت و دم بلند می باشد.



شکل ۷ –موج جریان و ولتاژ سیار

اگر از مدل شکل ۸ برای واحد طول خط انتقال استفاده کنیم ، که در آن L و C و R و G ، به ترتیب اندوکتانس ، کاپاسیتانس ، رزیستانس و هدایت الکتریکی واحد طول خط می با شند ، ولتاژ و جریان در هر نقطه از خط معیوب ، با مشتق های پاره ای ، بصورت زیر محاسبه می شوند:



شکل ۸ –مدل واحد طول خط انتقال

$$\frac{\partial e}{\partial x} = -Ri - L\frac{\partial i}{\partial t} \quad (۱)$$

$$\frac{\partial i}{\partial x} = -Ge - C\frac{\partial e}{\partial t} \quad (۲)$$

و نیز می دانیم که امپدانس مشخصهٔ خط انتقال برابر است با:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L\omega + R}{C\omega + R}} \quad (۳)$$

با توجه به اینکه اضافه ولتاژهای گذرا عموماً دارای فرکانس های بالا هستند ، داریم:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (٤)$$

موجهای اضافه ولتاژگذرا بر طبق قوانین موجهای سیار از محل نصب کلید به سمت دو طرف آن در طول خط منتشر می گردند . موج با رسیدن به نقاط با ایزولاسیون ضعیفتر و یا برق گیرهای فشارقوی از طریق قوس حاصل بین فاز و زمین تخلیه می گردد و انتشار و انعکاس موج در طول خط با توجه به امپدانس موجی آن $Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$ و سرعت انتشار موج صورت میگیرد. سرعت انتشار موج در طول خط بسیار نزدیک به سرعت نور ودر حدود ۲۸۰۰۰۰km/s است .

دامنهٔ امپدانس مشخصه برای خطوط EHV ، ۳۰۰ تا ۵۰۰ اهم و برای خطوط HV ، حدود ۱۰۰۰ اهم می باشد.

در نتیجه معادلات ۱ بصورت زیر در می آیند:

$$\frac{\partial e}{\partial x} = -L\frac{\partial i}{\partial t} \quad (۵)$$

$$\frac{\partial i}{\partial x} = -C\frac{\partial e}{\partial t} \quad (٦)$$

با حل معادلات ۲ داریم:

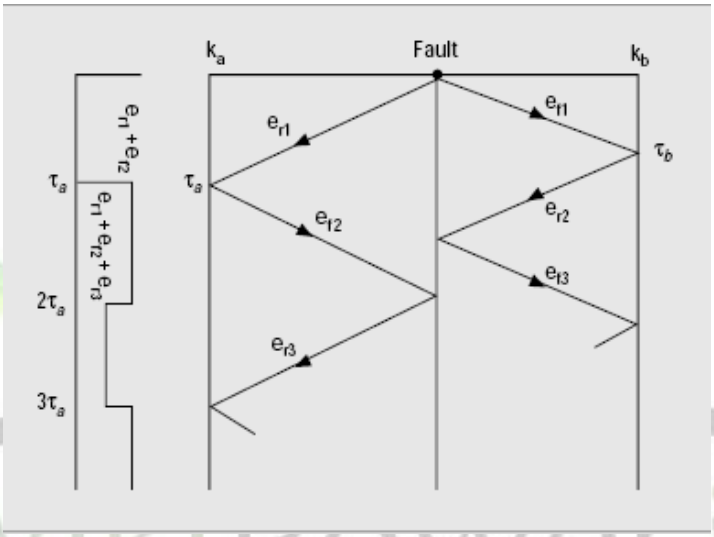
$$e(x,t) = e_f(x - vt) + e_r(x + vt) \quad (۷)$$

که در آن v سرعت انتشار موج می باشد که برابر است با :

$$v = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (۸)$$

که تقریباً برابر است با سرعت نور.

هنگامی که موج به انتهای خط می رسد ، چون به خطی با امپدانس متفاوت ختم می شود ، قسمتی از انرژی آن به سمت نقطهٔ عیب منعکس می شود. دیاگرام بیولی شکل زیر امواج منعکس شده در دو انتهای خط را نشان می دهد. که در آن τa و τb نشانگر مدت زمان حرکت موج از محل خطا به دو انتهای خط می باشند.



شکل ۱۱ –نمودار بیولی

Za و Zb امپدانس های مشخصهٔ خطوط اول و دوم باشند ، دامنهٔ امواج انعکاسی از ضرب ضریب انعکاس K در دامنهٔ موج اولیه بد ست می آیند. که داریم:

$$K_a = \frac{Z_b - Z_a}{Z_a + Z_b} \quad (۹)$$

$$K_b = \frac{Z_a - Z_b}{Z_b + Z_b} \quad (۱۰)$$

K_a : ضریب انعکاس به خط A

K_b :ضریب انعکاس به خط B

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

$$K_{bf} = \frac{2Za}{Z_a + Z_b} \qquad (۱۱)$$

$$K_{af} = \frac{2Z_b}{Z_a + Z_b} \qquad (۱۲)$$

K_{af}: ضریب انتشار از خط A به B

K_{bf}: ضریب انتشار از خط Bبه A

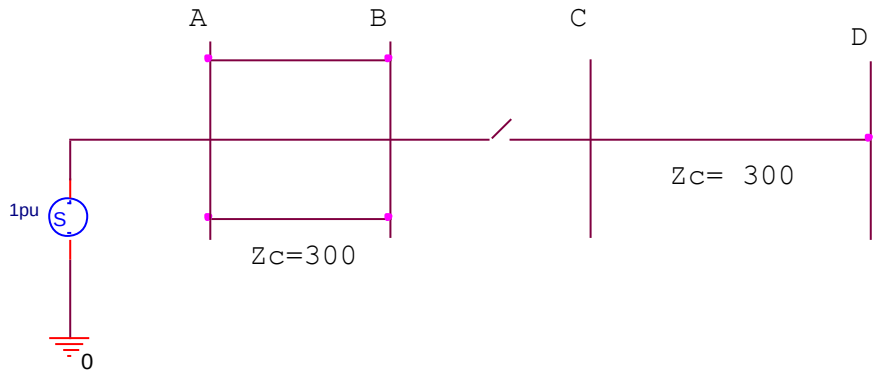
اگر خط به امپدانس مشخصهٔ خودش ختم شود ، K صفر خواهد بود و هیچ گونه موج بازتاب شده ای وجود نخواهد داشت.

اگر پایان خط اتصال کوتاه باشد ، K=-1 است.

اگر پایان خط مدار باز باشد ، K=1 است.

مثالی برای نمودار بیولی

مثال – خط CD به طول ۱۰۰ مایل و مقاومت موجی ۳۰۰ اهم توسط کلید برق دار می شود. اگر قبل از وصل کلید داشته باشیم V_B =۱ pu . مطلوبست رسم دیاگرام شکل موج ولتاژ ها بعدازوصل کلید در باس های B,C,D .در ضمن هرخط بین دو باس AوB به طول ۵۰ مایل و به مقاومت موجی ۳۰۰ اهم می باشند.



امپدانس موجی بین باس های A, B برابر است با :

Z_c = ۳۰۰/۳ =۱۰۰ Ω

ولتاژانتقالی به طرف خط CD = $\frac{۳۰۰}{۳۰۰+۱۰۰} \times ۱ = ./۷۵$ pu

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

ولتاژ برگشتی به طرف منبع $= \frac{۱۰۰}{۳۰۰+۱۰۰}\times(-۱)=-./۲۵$ pu

در ادامه به محاسبه ضرایب انعکاس و انتقالی می پردازیم :

اگر شکل موج از منبع به سوی خط حرکت کند داریم:

K_{rc} : ضریب انعکاس در باس C

$$K_{rc}=\frac{۳۰۰-۱۰۰}{۳۰۰+۱۰۰}=./۵$$

K_{tc} : ضریب انتقال در باس C

$$K_{tc}=\frac{۲\times۳۰۰}{۳۰۰+۱۰۰}=۱/۵$$

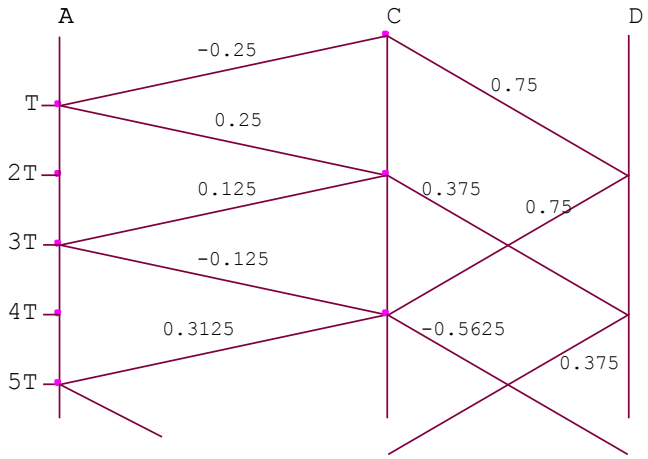
اگر شکل موج از خط به طرف منبع حرکت کند ضرایب به صورت زیر محاسبه می شود:

$$K_{rc}=\frac{۱۰۰-۳۰۰}{۳۰۰+۱۰۰}=-./۵$$

$$K_{tc}=\frac{۲\times۱۰۰}{۳۰۰+۱۰۰}=./۵$$

همچنین ضرایب انعکاس در باس های A,D به ترتیب برابر با ۱ و۱- می باشد به علت اینکه شین A یک شین بی نهایت و شین D یک شین مدار باز می باشد.

با توجه به این که بعد از وصل کلید ولتاژ باسهای B,C با هم برابر شده در نتیجه دیاگرام بیولی به صورت زیررسم می شود:



برای اینکه طول خط CD دو برابر طول خط AB است در نتیجه موج بعد از ۲T ثانیه به انتهای خط می رسد.

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

نحوه محاسبه دیاگرام بیولی به عنوان مثال عدد ۰/۳۱۲۵ به این صورت است که موج های انتقالی از خط وموج برگشتی از کلید با توجه به ضرایب انتقال و انعکاس با هم جمع می شوند:

$$۰/۵\times۰/۷۵+۰/۵\times(-۰/۱۲۵)=۰/۳۱۲۵$$

و یا عدد ۰/۵۶۲۵- به صورت روبرو است:

$$-۰/۵\times۰/۷۵+۱/۵\times(-۰/۱۲۵)=-۰/۵۶۲۵$$

WikiPower.ir

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

فصل سوم

روشهای کاهش اضافه ولتاژهای وصل مجدد

اتوماتیک خطوط

۱.مقدمه:

با توجه به آنچه که در مورد اضافه ولتاژهای موجی قطع و وصل ناشی از کار دستگاههای وصل مجدد اتوماتیک خطوط شرح داده شد، کمیات مؤثر در ظهور این موجها بسیار متنوع و متغیر می‌باشند. این کمیات بر حسب نوع شبکه و خصوصیات آن متفاوت بوده، در هنگام طرح شبکه لازم است شرایط مناسب بروز موجها با حداکثر دامنه مشخص گردند. با تعیین کمیات مؤثر در بروز اضافه ولتاژها طرق مناسب کاهش آنها انتخاب می‌گردند. در این فصل طرق گوناگون کاهش دامنه اضافه ولتاژها ناشی از کار دستگاههای وصل مجدد اتوماتیک خطوط را بررسی می‌نماییم.

۲.طرق گوناگون کاهش دامنه اضافه ولتاژها

با بررسی علل اضافه ولتاژهای گذرا ناشی از وصل مجدد اتوماتیک خطوط، طرق مناسب جلوگیری از بروز آنها مشخص می‌گردند. در این قسمت راه‌حلهایی را که به طور معمول در شبکه‌های انتقال انرژی به کار برده می‌شوند، بررسی می‌نماییم. عوامل اصلی در بروز اضافه ولتاژهای ناشی از وصل مجدد اتوماتیک خط بارهای باقی‌مانده در خط و موجهای انعکاسی حاصل در خط وولتاژ ضربه ای در خط می‌باشد. به همین علت پیش‌بینیهای به عمل آمده جهت کاهش دامنه اضافه ولتاژها به مقدار بارهای الکتریکی، لحظه وصل مجدد کلید و مشخصات آن مربوط می‌گردند که عبارتند از :

۱- استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی و رآکتورهای شنت، به منظور تخلیه‌ی بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط
۲- بهبود شرایط وصل جریان با استفاده از مقاومتهای موازی با محفظه قطع کلید
۳- نصب برقگیر در مکان‌های مناسب خط انتقال جهت مقابله با پدیده انعکاس امواج
٤- استفاده از روش کنترل لحظه وصل کلید(Controlled Switching)

۳.استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی و رآکتورهای شنت به منظور تخلیه‌ی بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط

وصل مجدد اتوماتیک خط توأم با موجهای اضافه ولتاژ با دامنه بالا می‌باشد. در هنگام وصل دستی خط دامنه این موجها بسیار محدود می‌باشند. مهمترین عامل در بروز موجهای اضافه ولتاژ گذرا با دامنه بالا در هنگام وصل مجدد کلید خط، بارهای ماقی‌مانده در فازهای سالم می‌باشند، این بارها در فاصله زمانی پس از قطع کلید و وصل مجدد اتوماتیک آن (در فاصله تأخیر زمانی) امکان تخلیه نیافته‌اند، در حالیکه در هنگام وصل دستی خط بارهای الکتریکی باقی‌مانده به طور طبیعی و بدون نیاز به هر گونه پیش‌بینی خاص در فاصله زمانی کافی امکان تخلیه می‌یابند. حفظ بارها و نحوه‌ی تخلیه آنها، مشابه شرایط شارژ و دشارژ خازنها بر طبق منحنی اکسپونانسیل صورت می‌پذیرد. حداکثر ولتاژ ناشی از بارهای باقی‌مانده بستگی به مقدار حداکثر ولتاژ شارژ خط یا ولتاژ فاز به زمین منبع تغذیه دارد. هر قدر ولتاژ حاصل از این بارها در لحظه وصل کلید بیشتر باشد، دامنه موج اضافه ولتاژ بالاتر بوده تخلیه بارها در فاصله زمانی طولانی‌تر صورت می‌پذیرد.

در صورت تخلیه‌ی کامل بارهای الکتریکی باقی‌مانده در طول مدت تأخیر زمانی دستگاه وصل مجدد، دامنه اضافه ولتاژها از P.U. ۲/۲ تجاوز نمی‌نمایند. بدین ترتیب تأثیر بارهای الکتریکی باقی‌مانده و مقدار آنها در کاهش دامنه اضافه ولتاژها و سطح ایزولاسیون شبکه آشکار می‌گردد.

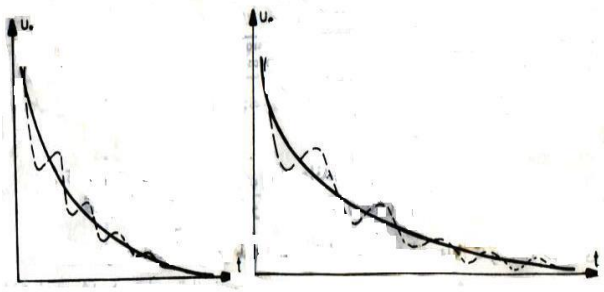
یکی از معمول‌ترین طرق جهت کاهش دامنه اضافه ولتاژها ناشی از وصل مجدد اتوماتیک خط، انجام پیش‌بینی‌های لازم به منظور تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده در فاصله قطع و وصل مجدد کلید (فاصله زمانی دستگاه وصل مجدد) معادل چند دهم ثانیه می‌باشد. به طوری که ولتاژ باقی‌مانده در خط در فاصله زمانی فوق تا حدود ۹۰٪ کاهش یابد. پیش‌بینیهای به عمل آمده عبارت از ایجاد مسیر مناسب جهت تخلیه بارها از سیمهای فاز به زمین می‌باشد.

برای این کار از نقاط اتصال فاز به زمین به شرح زیر استفاده می‌شود:

۱. مسیر سیم‌پیچی اولیه ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی نصب شده در خط.
۲. نقطه نول رآکتورهای شنت نصب شده در خط.
۳. مقاومت موازی نصب شده با محفظه قطع کلیدها.

شکل ولتاژ باقی‌مانده در خطوط به صورت ضربانی بوده، فرکانس ضربان ولتاژ به مشخصات خط و اندوکتانس آن بستگی خواهد داشت. وجود نوسانات تخلیه سریع بارها را دشوار می سازد. ذیلاً نحوه‌ی تخلیه بارها را توسط ترانسفورماتورها، رآکتورهای شنت و ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی بررسی می‌نماییم.

تخلیه بارهای الکتریکی باقی مانده در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ نوسانی از طریق رآکتورها و ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی صورت می‌پذیرد. در هنگام تخلیه، این بارها دارای ولتاژ نوسانی مستهلک شونده خواهند بود، وجود نوسانات ولتاژ مانع از تخلیه سریع بارها می‌گردد. استهلاک نوسانات و سرعت تخلیه بارها به مؤلفه مستقیم ولتاژ باقی‌مانده در خط بستگی دارد. منحنی اصلی تخلیه بر اساس منحنی تخلیه خازن شارژ شده و مؤلفه مستقیم جریان تخلیه روی می‌دهد، تغییرات مؤلفه مستقیم جریان تخلیه با توجه به نسبت X/R تعیین می‌گردد. در شکل ۲ نوسانات ولتاژ باقی‌مانده در هنگام تخلیه آنها از طریق رآکتورها و یا سیم پیچی ترانسفورماتورهای ولتاژ با خط‌چین و منحنی اصلی تغذیه با خط پررنگ نشان داده شده‌اند. هر قدر نسبت X/R کمتر باشد، تخلیه سریعتر صورت می‌پذیرد، به همین علت به منظور سرعت بخشیدن به تخلیه بارها و استهلاک سریعتر نوسانات لازم است مقدار R در نسبت X/R افزایش داده شود. این عمل با اضافه کردن مقاومت اهمی اضافی در نقطه نول ترانسفورماتورها و رآکتورها امکان پذیر می‌گردد، با این عمل نسبت X/R به مقدار قابل ملاحظه کاهش یافته، در فاصله زمانی دستگاه وصل مجدد، ولتاژ حاصل از بارهای باقی‌مانده کاملاً تخلیه می‌گردند.



شکل۲-تغییرات نسبت X/R

تخلیه بارهای الکتریکی از طریق نقطه نول ترانسفورماتورهای قدرت، رآکتورهای شنت نصب شده در خط، و ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی در کلیه شرایط میسر نمی‌باشد. ترانسفورماتورهای قدرت در فاصله کلیدهای دو انتها، به خط متصل نبوده، لذا همراه با قطع کلید از خط جدا می‌گردند. به همین علت

ترانسفورماتورهای قدرت و نقطه نول آنها به عنوان مسیر تخلیه بارها تنها در ایستگاههای انشعابی و انتهایی امکان‌پذیر می باشند. در این نوع ایستگاهها که تنها در ولتاژهای U<220 کیلوولت معمول می‌باشند، ترانسفورماتورها مستقیماً به خط انتقال متصل می‌باشند.در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ بالا تخلیه بارهای الکتریکی تنها از طریق رآکتورهای شنت، امکان‌پذیر می‌باشد. در این خطوط رآکتورها به منظور کنترل ولتاژ در فاصله کلیدهای دو انتها، مستقیماً به خط متصل می‌باشند.

در شبکه‌ها با وسعت کم که طول خطوط با ولتاژ بالا (U>400 کیلوولت) در آنها محدود می‌باشد، نظیر شبکه‌های مربوط به کشورهای اروپایی، معمولاً نیازی به نصب رآکتور به منظور کنترل ولتاژ و متعادل کردن بار راکتیو خط نمی‌باشد. در این حالت ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی متصل به خط بهترین و مناسبترین مسیر تخلیه بارهای الکتریکی را تشکیل می‌دهند. در پاره‌ای شرایط استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی به طور قابل ملاحظه در کاهش بارهای باقی‌مانده و دامنه موجهای اضافه ولتاژ مؤثر واقع می‌گردند. در این حالت نیازی به انجام پیش‌بینیها نظیر نصب مقاومت موازی با کلید و غیره نخواهد بود.

چنانچه هیچ گونه ارتباط مستقیم بین سیمهای فاز و زمین نظیر مدار الکتریکی ترانسفورماتورهای ولتاژ و یا رآکتورهای خط وجود نداشته باشد،تخلیه بارها به شرایط جوی محیط و کثیف بودن مقره‌ها بستگی خواهد داشت. در این صورت در شرایط مساعد نظیر هوای رطوبی و غیره، حداقل مدت تخلیه در حدود ۶۰_۲۰ ثانیه و در شرایط نامساعد نظیر هوای خشک، تا مقدار ۳ دقیقه بالغ می‌گردد، و صل مجدد کلید در این شرایط و در فاصله تأخیر زمانی وصل مجدد، (۱_۰/۳ ثانیه) با توجه به وجود حداکثر بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط صورت می‌پذیرد که بدترین شرایط را از نظر ایجاد موجهای اضافه ولتاژ قطع و وصل پدید می‌آورد.

یکی از طرق کاهش بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی می‌باشد، این راه حل بخصوص در خطوط کوتاه فاقد رآکتورهای شنت، حائز اهمیت فراوان می‌باشد. ترانسفورماتورهای ولتاژ در ابتدای خطوط در مجاور برق گیرهای ابتدای خط نصب شده، به منظور اندازه‌گیری ولتاژ و تغذیه رله‌های محافظتی خط در مجاور برق‌گیرهای ابتدای خط نصب شده، به منظور اندازه‌گیری ولتاژ و تغذیه رله‌های محافظتی خط به کار می‌روند.بدین ترتیب ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی در کلیه شرایط کار خط و باز بودن سکسیونرها به آن متصل می‌باشند. معمولاً در خطوط انتقال

انرژی از ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی استفاده می شود تا امکان انتقال سیگنالهای کاریر و مخابراتی بر روی خط میسر باشد. با توجه به نقش ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی در تخلیه بارهای الکتریکی باقی مانده در خط در خطوط فاقد رآکتورهای شنت، از این نوع ترانسفورماتورهای ولتاژ به عوض ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی استفاده می شود. در این صورت ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی در یک و یا دو فاز جهت انتقال سیگنالهای فرکانس بالا برروی خط فشار قوی پیش‌بینی می‌گردند. هنگامی که ولتاژ مستقیم U_0 ناشی از بارهای الکتریکی باقی‌مانده در پی قطع کلیدها در خط ظاهر می‌گردد، هسته مغناطیسی ترانسفورماتور اشباع گشته، موجب می‌گردد تا خاصیت اندوکتانس سیم پیچی صفر شده، تنها مقاومت مدار را مقاومت اهمی سیم پیچها تشکیل دهد.

افزایش عمده جریان تخلیه ترانسفورماتور در تحت تأثیر ولتاژ ثابت U0 از جابجا گشتن نقطه کار مدار مغناطیسی ترانسفورماتور بر روی منحنی مغناطیس کننده آن ناشی می‌گردد. بر طبق آن انتقال نقطه کار ترانسفورماتور به ناحیه اشباع منحنی مقاومت اندوکتیو سیم پیچی را فوق‌العاده کاهش می‌دهد.

نوسانات ضربانی ولتاژ باقی‌مانده، با طول و درجه تعادل خط بستگی دارد، با افزایش درجه تعادل خط، مقاومت اندوکتیو خط به مقدار مقاومت خازنی آن نزدیک می‌گردد. در صورتی که خط مجهز به رآکتور شنت باشد، مقاومت اندوکتیو خط بیش از پیش افزایش یافته، بروز جریان در ولتاژ بارهای باقی‌مانده محسوس‌تر می‌گردد، افزایش درجه تعادل خط با قدرت رآکتورهای شنت، نوسانات ولتاژ ناشی از بارهای الکتریکی باقی‌مانده را افزایش می‌دهد. هنگامی که درجه تعادل خط نزدیک به صد در صد باشد، نوسانات ولتاژ نزدیک به نوسانات حاصل از شرایط رزنانس خط گردیده به نوسانات محدود و مستهلک شونده تبدیل می‌گردند. بدین ترتیب هرقدر درجه تعادل خط بالاتر باشد، شرایط بهره‌برداری خط به شرایط مناسب بروز پدیده رزنانس نزدیکتر شده، فرکانس ضربان ولتاژ افزایش بیشتری می‌یابد. لذا وجود ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی هنگامی جهت تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده مؤثر و مفید واقع می‌گردد که نوسانات بارها محدود بوده، ولتاژ ناشی از آنها حتی‌الامکان ثابت باشد. به همین علت شرایط تخلیه بارها توسط ترانسفورماتورهای فوق در خطوط مجهز به رآکتورهای شنت به طور کامل مؤثر واقع نمی‌گردد.

در این خطوط بروز نوسان ضربانی در ولتاژ باقی‌مانده ، تخلیه بارها را توسط ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی با اشکال مواجه می‌سازد. در این خطوط از نقطه نول رآکتورهای شنت جهت تخلیه بارها

استفاده می‌شود. در حالی که در خطوط کوتاه فاقد رآکتورهای شنت، از ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی جهت تخلیه بارها استفاده می‌شود.

به طور کلی نتایج حاصل از بررسیهای به عمل آمده در مورد استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی جهت تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده به شرح زیر خلاصه می‌شوند:

۱. با تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط، اضافه ولتاژهای حاصل از وصل مجدد سه فاز خط فوق‌العاده کاهش می‌یابند. استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی که بطور دائم به خط متصل می‌باشند، به منظور تخلیه بارها بسیار مؤثر و اقتصادی می‌باشد.

۲. برای تعیین مقدار ولتاژ حاصل از بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط در لحظه وصل مجدد کلید، منحنی کاهش ولتاژ باقی‌مانده خط نسبت به زمان، با توجه به منحنی‌های مدار مغناطیسی و نقطه اشباع ترانسفورماتور رسم می‌گردد.

۳. با افزایش طول خط و کاهش نوسانات حاصل از ولتاژ باقی‌مانده در خط، هسته مغناطیسی ترانسفورماتورهای ولتاژ هر چه بیشتر اشباع گشته، جریان تخلیه افزایش می‌یابد. افزایش سرعت تخلیه بارهای الکتریکی باقی‌مانده موجب می‌گردد، تا ولتاژ باقی‌مانده در لحظه و صل مجدد کلید به میزان قابل توجه کاهش یابد.

٤. چنانچه ترانسفورماتورهای قدرت مستقیماً به خط متصل بوده، یا خط مجهز به رآکتورهای شنت باشد، ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی قادر به تخلیه سریع و کامل بارهای الکتریکی باقی‌مانده نخواهند بود. ا ستفاده از این تراز سفورماتورها هنگامی مفید خواهد بود که خط فاقد رآکتورهای شنت باشد.

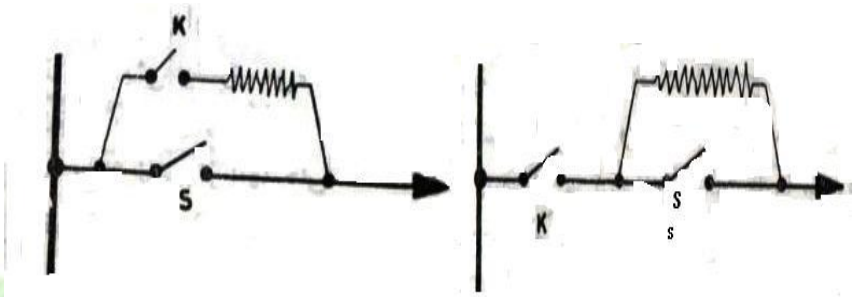
در کل این روش نسبت به دیگر روشهای کاهش اضافه ولتاژ موثر وکارآمد نیست .

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

.نصب مقاومتهای موازی با کلید:

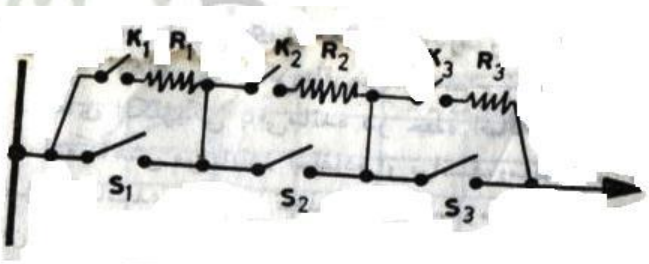
یکی از طرق دیگردر کاهش دامنه اضافه ولتاژهای قطع و وصل وجود مقاومت موازی با کلید می‌باشد مقاومت قبل از وصل کنتاکت اصلی کلید در مدار وارد و سپس با وصل آن از مدار خارج می‌گردد. وارد و خارج گشتن مقاومت در مدار توسط کنتاکت کمکی با فرعی صورت می‌پذیرد.

نحوه‌ی قرار گرفتن مقاومت در مدار و موقعیت کنتاکتهای کمکی و ا صلی مطابق ا شکال ۲-الف و ۲-ب می‌باشد.



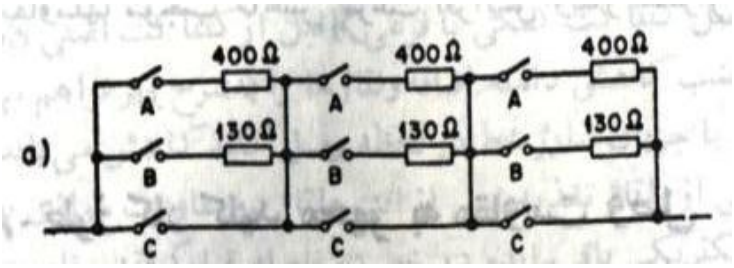
شکل۲-ب شکل۲-الف

با توجه به تعداد محفظه های قطع متعدد در کلید، هر محفظه دارای کنتاکت کمکی و مقاومت موازی جداگانه می‌باشد (شکل ۳).



شکل۳

به منظور سهولت کلید متشکل از یک محفظه قطع و یک کنتاکت کمکی طبق شکل ۲-ب را بررسی می‌نماییم. در شکل ٤ موقعیت کنتاکتهای کمکی در کلید مجهز به دو مرحله مقاومت، مرحله اول ٤۰۰ اهم و مرحله دوم ۱۳۰ اهم نشان داده شده است .



شکل٤- موقعیت کنتاکتهای کمکی در کلید مجهز به دو مرحله مقاومت

کنتاکت کمکی پیش‌بینی شـده در کلید، قسـمتی از سـاختمان کلید را تشـکیل داده، مجهز به محفظه قطع جداگانه بوده، با محفظه قطع ا صلی کلید م شترک می‌با شد.انرژی حرکتی لازم جهت کنتاکتهای کمکی K تو سط مکانیزم عمل کننده کلید تأمین می‌گردد. مقاومت R نیز به صورت ستون مقره در مجاور محفظه قطع کلید ن صب می‌گردد. محفظه قطع کنتاکتهای کمکی با K ، محفظه قطع ا صلی با S و مقاومت موازی با R م شخص گردیده‌اند. در هنگام و صل کلید ابتدا کنتاکت کمکی ب سته شده، خط از طریق مقاومت R برق دار گشته، جریان بار برقرار می‌گردد، به فاصله چند میلی‌ثانیه کنتاکت اصلی S بسته شده، مقاومت از مدار خارج می‌گردد. همچنین کنتاکت کمکی نیز باز می‌گردد، فاصـــله زمانی وصـــل دو کنتاکت K و S مدت قرار گرفتن مقاومت را در مدار نشان می‌دهد، در هنگام قطع کلید تنها کنتاکت اصلی S باز می‌گردد، ترتیب وصل کنتاکتها و فاصله زمانی بین آنها توسط مکانیزم عمل کننده تنظیم و کنترل می‌گردد.

به منظور کاهش کامل دامنه ا ضافه ولتاژها، لازم ا ست تا مقدار مقاومت و فا صله زمانی قرار گرفتن آن در مدار به طور مناسب و صحیح انتخاب گردد. مقدار مناسب مقاومت و فاصله زمانی آن در مدار با توجه به شرایط قطع و وصل کلید، نوع مداری که توسط کلید قطع می‌گردد و مشخصات آن انتخاب می‌گردد.

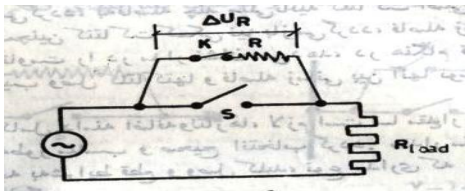
مقاومت می تواند جهت محدود کردن اضـــافه ولتاژهای گذرا ناشـــی از قطع و یا وصـــل کلید پیش بینی گردد. در این صورت مقدار مناسب مقاومت برای هر یک از شرایط فوق متفاوت بوده، کنتاکت کمکی K در شرایط مورد نظر عمل می‌نماید. چنانچه مقاومت به منظور کاهش دامنه ا ضافه ولتاژها نا شی از و صل کلید پیش بینی گردیده با شد، به مقاومت و صل یا Closing Resistor و در صورتی که جهت کاهش

دامنه اضـافه ولتاژهای قطع پیش بینی گردیده باشـد، به مقاومت قطع یا Opening Resistor موسـوم می‌باشـد. در خطوط انتقال انرژی مجهز به دسـتگاههای وصـل مجدد اتوماتیک اسـتفاده از مقاومت های وصل بیش از مقاومت‌های قطع می‌باشد.

وصـــل عادی و وصـــل اتوماتیک کلیدها در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ بالا به طور مداوم روی داده، با موجهای اضافه ولتاژ گذرا با دامنه قابل توجه توام می‌باشد به همین علت کلیدهای پیش بینی شده جهت خطوط انتقال انرژی با ولتاژ بالا معمولاً مجهز به مقاومت‌های وصـل می‌باشـند. نصـب مقاومت به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژها ناشی از قطع (Opening Resistor) در کلید قطع و وصل ترانسفورماتورها، رآکتورها، مدارهای اندوکتیو پیش بینی می‌گردد. قطع کلیدها در شرایط فوق با ا ضافه ولتاژ قابل ملاحظه همراه می‌باشد، نصب مقاومت‌های قطع به منظور افزایش توانایی کلیدها و بهبود شرایط قطع آنها صورت می‌پذیرد. در این شـــرایط مقاومت‌ها موجب کاهش ســـرعت افزایش ولتاژ اســـتقرار (RRRV) شـــبکه می‌گردند.

طرز کار کلید مجهز به مقاومت وصل :

در هنگام وصـــل کلید مجهز به مقاومت وصـــل R ، ابتدا کنتاکت کمکی K ، سـپس به فاصـله کوتاهی در حدود چند میلی ثانیه کنتاکت اصلی، بسته می‌شود، بر طبق شکل ۵ با بسته شدن کنتاکت اصلی مقاومت اتصال کوتاه شده ، از مدار خارج می‌گردد. بدین ترتیب فاصله زمانی قرار گرفتن مقاومت در مدار معادل فاصله زمانی وصل دو کنتاکت K و S خواهد بود، هنگامی که کنتاکت کمکی K بسته می‌شود، مقاومت R به طور سـری با مقاومت بار واقع گردیده به مقاومت بار افزوده گشـته موجب می‌گردد تا جریان بار و یا جریان شارژ خط به مقدار قابل توجه کاهش یابد .



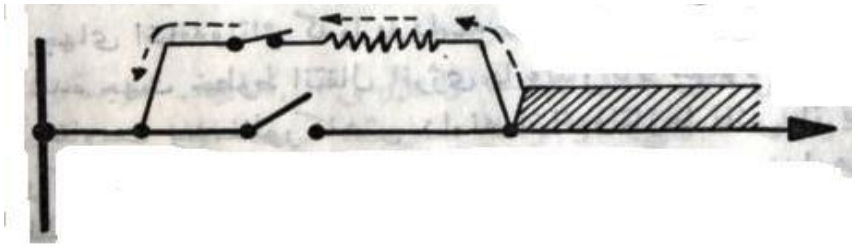
شکل ۵

قرار گرفتن مقاومت در مدار افت ولتاژ را در ولتاژ تغذیه خط بوجود آورده ، موجب می‌گردد، تا ق سمتی از ولتاژ تغذیه خط در مرحله و صل کنتاکت K و قسمتی دیگر که معادل افت ولتاژ و مقاومت R یا ΔU_R می‌باشـد، در هنگام وصـل کنتاکت اصـلی S به خط داده شـود. ایجاد ترتیب فوق از دامنه ولتاژ گذرا در

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

هنگام وصل کنتاکت اصلی S به مقدار قابل توجه کاسته، همچنین در فاصله زمانی وصل دو کنتاکت K و S استهلاک سریع نوسانات رژیم گذرای ناشی از وصل کنتاکت K را سبب می‌گردد.

بعلاوه وصل مجدد کلید از طریق کنتاکت کمکی K و مقاومت R ، مسیر تخلیه مناسب جهت بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط را بوجود می‌آو.رد(شکل ٦).



شکل٦

بدین ترتیب وصل کنتاکت کمکی یا فرعی K قبل از کنتاکت اصلی S و وارد گشتن مقاومت R در مدار،شرایط مناسب کاهش دامنه‌ی اضافه ولتاژها را به شرح زیر فراهم می‌سازد:

١. جریان بار یا جریان شارژ خط در لحظه وصل کلید کاهش می‌یابد.
٢. تنها قسمتی از ولتاژ تغذیه پس از افت ولتاژ در مقاومت موازی به خط داده می‌شود.
٣. بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط در فا صله قرار گرفتن مقاومت و صل در کاهش دامنه ا ضافه ولتاژهای ناشی از وصل مجدد اتوماتیک خط بسیار مؤثر و مفید می‌باشند.
٤. نوسانات بارهای الکتریکی باقی‌مانده در خط با وصل و مقاومت R به سرعت مستهلک می‌گردند.نوسانات رژیم گذرای حاصل از وصل کنتاکت کمکی K، به علت وجود مقاومت قابل توجه در مدار به سرعت مستهلک می‌گردند. لحظه مناسب جهت وصل کنتاکت اصلی S هنگامی است که نوسانات و رژیم‌های گذرای ناشی از وصل کنتاکت کمکی K بطور کامل مستهلک شده باشند، این فاصله زمانی در حدود ١٢-٨ میلی‌ثانیه به طول می‌انجامد، فاصله زمانی مناسب و ایده‌آل بطوری که دامنه اضافه ولتاژها تا حداقل ممکن کاهش یابند، از طریق مدل شبکه و دستگاههای کامپیوتر و TNA با توجه به خصوصیات مدار تعیین می‌شوند.

در کلیدهای معمولی بدون مقاومت موازی وصل و یا قطع عمل قطع و وصل کلید در یک مرحله در محفظه قطع ا صلی کلید، از طریق رژیم گذرا مربوط به آن صورت می پذیرد. این رژیم گذرا موج ا ضافه ولتاژ گذرای حا صل از کلید را به وجود می آورد. در کلیدهای مجهز به مقاومت و صل، و صل کلید در دو مرحله و از طریق دو کنتاکت کمکی K و ا صلی S انجام می شود. و صل این کنتاکتها با فا صله زمانی

نسبت به یکدیگر صورت گرفته، لذا با دو رژیم گذرای متفاوت از یکدیگر همراه می باشد. به طوری که رژیم گذرای وصل کلید به دو رژیم گذرای کاملاً جداگانه و غیر همزمان با مشخصات متفاوت از یکدیگر قابل تفکیک می باشد.

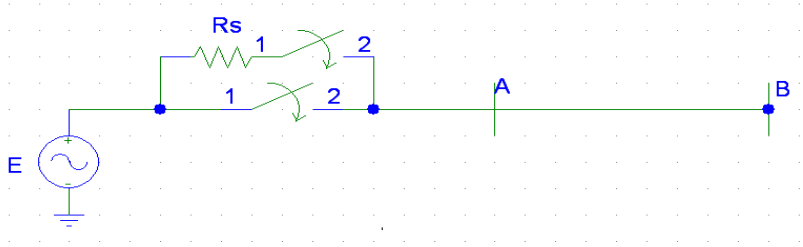
مقدار مناسب مقاومت خط علاوه بر درجه تعادل خط به قدرت اتصال کوتاه شبکه تغذیه خط و طول آن بستگی کامل دارد. مقدار مقاومت در خطوط کوتاه افزایش بیشتری می یابد. به منظور بررسی سایر کمیات مؤثر در مقدار مناسب مقاومت موازی با کلید، مقدار ضریب اضافه ولتاژ کلی با توجه به سایر مشخصات شبکه تعیین شده، بر روی صفحه مختصات برده می شوند. اضافه ولتاژهای برابر که به ازای مشخصات گوناگون شبکه حاصل می گرند، به یکدیگر متصل شده، منحنی با اضافه ولتاژهای برابر را بوجود می آورند.

چنانچه مقدار مناسب مقاومت صرفاً در مبنای پدیده موجهای انعکاسی تعیین گردد، و بارهای الکتریکی بقی مانده در خط، طول خط و قدرت اتصال کوتاه طرف تغذیه خط در نظر گرفته نشوند، مقدارمناسب مقاومت معادل امپدانس موجی خط خواهد بودوهنگامی که مقدار مقاومت نزدیک به مقدار امپدانس موجی خط می گردد($\frac{R}{Z_0} \approx 1$)دامنه اضافه ولتاژها نیز حداقل می گردند. بدین ترتیب مقدار مناسب و تقریبی مقاومت موازی با کلید، معادل امپدانس موجی خط می باشد.

علاوه بر مقدار مقاومت موازی با کلید، مدت قرار گرفتن مقاومت در مدار نیز حائز اهمیت فوق العاده می باشد، مدت قرار گرفتن مقاومت در مدار یکی دیگر از کمیات اصلی در هنگام استفاده از مقاومتهای ممواری می باشد که می بایست براساس مشخصات شبکه تغذیه و خط از طریق آزمایشات متعدد انتخاب گردد. فاصله زمانی قرار گرفتن مقاومت در مدار با توجه به فاصله زمانی وصل کنتاکتهای کمکی و فرعی S تعیین می گردد. چنانچه فاصله زمانی فوق کمتر از فاصله مناسب انتخاب گردد وصل کنتاکت اصلی هنگامی به وقوع می پیوندد که اضافه ولتاژهای گذرا حاصل از وصل کنتاکت کمکی K به طور کامل مستهلک نگردیده اند. در این صورت اضافه ولتاژهای ناشی از وصل دو کنتاکت K و S به یکدیگر افزوده خواهند گردید، در این حالت کاهش فاصله زمانی وصل کنتاکتهای K و S یا مدت قرار گرفتن مقاومت در مدار دارای حد مشخصی خواهد بود که کمتر از آن امکان پذیر نمی باشد. مدت معمول قرار گرفتن مقاومت در مدار در حدود ۱۲-۶ میلی ثانیه متغیر می باشد. مقدار دقیق و مناسب آن متناسب با خصوصیات خط، شبکه و کلید از طریق آزمایشات لازم با دستگاههای TNA تعیین می گردد.

روابط کلیدزنی مقاومتی:

دراین نوع کلید زنی کلید دارای دو کنتاکت اصلی و فرعی می باشد که کنتاکت فرعی دارای مقاومت است. شکل ۹ نمایانگر این نوع کلید زنی است..



شکل۹

برای برقدار کردن خط A-B ابتدا کنتاکت فرعی زده می شود و پس از آنکه مدار به حالت پایداری نسبی رسید کلید اصلی زده می شود. به این نوع کلیدزنی ، کلیدزنی مقاومتی گفته می شود.

پتانسیل A با وصل کنتاکت کمکی به یک مقدار کمتر از E می رسد :

$$V_A = \frac{Z_C}{R_S+Z_C}\ E \qquad (۱)$$

ولتاژ آخر خط با بودن کنتاکت کمکی در مدار به صورت زیر خواهد بود:

$$V_R = 2\frac{Z_C}{R_S+Z_C}\ E[H_{(t-T)} + K_R\ H_{(t-3T)} + K_R^2\ H_{(t-5T)} + \dots] \qquad (۲)$$

K_R ضریب انعکاس موج رسیده از خط به کلید با بودن کنتاکت کمکی

Z_C مقاومت موجی خط بر حسب اهم

T زمان انتقال موج ولتاژ از اول خط به آخر آن است و:

$$H_{(t-nT)} = \begin{cases} 0, & t \le nT \\ 1, & t > nT \end{cases} \qquad (3)$$

حال کنتاکت اصلی زده می شود.

با اتصال کوتاه کردن کنتاکت کمکی ولتاژروی مقاومت کنتاکت کمکی به آخر خط منتقل می شود.که این ولتاژ برابر است با :

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

$$V_R'=2V[\,H_{(t-t_1-T)}+K_R'\,H_{(t-t_1-3T)}+K'^2_R\,H_{(t-t_1-5T)}+\dots\,]$$
(4)

v ولتاژ دو سر مقاومت کنتاکت کمکی تا زمانی که کنتاکت کمکی در مدار است.

$$K_R' = -1$$

K_R' ضریب انعکاس موج رسیده از خط به کلید بدون کنتاکت کمکی:

$$H_{(t-t_1-nT)}=\begin{cases}0, & t-t_1\le nT\\ 1, & t-t_1>nT\end{cases}$$
(5)

t_1 زمان بودن کنتاکت کمکی در مدار بر حسب ثانیه

حال بعد از عملیات کلیدزنی مقاومتی اندازه ولتاژ آخر خط به صورت زیر خواهد بود:

$$E_R = V_R + V_R'$$
(6)

توجه : مقاومت کنتاکت کمکی در حدود مقاومت موجی خط است و چون مدت کوتاه در مدار است انرزی مصرف شده آن نا چیز است. معمولاً بر اساس اندازه گیری های انجام شده کنتاکت کمکی به اندازه t_1 در مدار میماند که $t_1 \ge 2T$ می باشد.

T ثابت زمانی مدار فوق بر حسب ثانیه

$$T = R_S * Z_C$$
(7)

WikiPower.ir

۵.کنترل لحظه وصل کلید :

یکی دیگر از طرق مؤثر در کاهش دامنه اضافه ولتاژهای قطع و وصل کنترل لحظه وصل کلیدها می‌باشد. منظور از کنترل لحظه وصل کلید، وصل کنتاکتها در لحظه معین از تغییرات ولتاژ تغذیه می‌باشد. برای این منظور لازم است پیش‌بینیهای کافی در مکانیزم عمل کننده

کلید به عمل آید، به طوری که با صـــدور فرمان قطع، مکانیزم عمل کننده کلید،حرکت کنتاکتها و وصل جریان را تنها در لحظات مساعد و مناسب امکان‌پذیر سازد. لحظه مناسب جهت وصـــل کلید به طرق گوناگون انتخاب می‌گردد. این لحظه ممکن اســـت بر حســـب تغییرات سینو سی ولتاژ تغذیه، اختلاف ولتاژ سینو سی دو طرف کلید و غیره تعیین گردد. ذیلاً طرق گوناگون آن را بررسی می نماییم:

الف) کنترل لحظه وصـــل کنتاکتها در ســـه فاز کلید نســـبت به یکدیگر: در این حالت لحظه وصـــل کنتاکتها در ســـه فاز نســـبت به یکدیگر کنترل می‌گردند، به طوری که لحظه وصـــل کنتاکتهای سه فاز به فا صله زمانی معین معادل ۱۲۰ درجه الکتریکی صورت گیرد. با توجه به اختلاف فاز موجود بین ولتاژها در ســـه فاز هر ســـه کنتاکت با اختلاف فاز مشـــابه وصـــل می‌گردند، به طوری که در لحظه وصل کنتاکتها ولتاژها در هر سه فاز تغذیه با یکدیگر برابر می‌باشـــند، ایجاد ترتیب در وصـــل ســـه فاز کلید ســـاده بوده، کاملاً عملی می‌باشـــد. این نوع کلیدها، به کلیدهای سنکرن موسوم می‌باشند.

ب) کنترل لحظه وصـــل کلید نســـبت به تغییرات ســـینوســـی ولتاژ تغذیه: بطوری که کلید در لحظه منا سب از تغییرات سینو سی ولتاژ تغذیه و صل گردد. معمولاً لحظه منا سب، لحظه صفر ولتاژ تغذیه می‌باشد.

ج) کنترل لحظه و صل کلید نسبت به ولتاژهای دو طرف کلید: در این حالت لحظه منا سب هنگامی اســـت که اختلاف ولتاژهای دو طرف کلید حداقل بوده، از یک مقدار معین تجاوز ننماید. این حالت در هنگام قطع خطوط ارتباط بین دو شبکه مشاهده می‌گردد، همچنین در هنگام وصـــل مجدد کلیدها و ظهور ولتاژ ثابت یا ضـــربانی بارهای باقی‌مانده در طرف خط کلید بکار برده می‌شود.

همچنانکه ا شاره گردید به منظور کنترل لحظه و صل کلید متنا سب با لحظات مورد ا شاره، لازم اســـت پیش بینیهای کافی در کلید و مکانیزم عمل کننده آن به عمل آ ید. انجام پیش‌بینیهای فوق به منظور کنترل لحظه وصـــل هزینه ســـاختمان کلید را به طور قابل توجه افزایش می‌دهد. لذا راه حل فوق جز در موارد خاص و ظهور اضـــافه ولتاژها با دامنه بالا به کار برده نمی شود. کنترل لحظه و صل موجب کاهش دامنه ا ضافه ولتاژهای گذرا می‌گردد. در هنگام و صل مجدد اتوماتیک خط، لحظه و صل کلید نسبت به لحظه صفر ولتاژ تغذیه و اختلاف ولتاژ دو طرف کلید کنترل می‌گردد. ذیلاً نحوه‌ی کنترل لحظه وصـــل کلید را به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژها ناشی از وصل مجدد اتوماتیک خط بررسی می‌نماییم:

الف) کنترل لحظه و صل کلید با توجه به تغییرات لحظه‌ای ولتاژ طرف تغذیه: در این حالت وصـل کلید با توجه به تغییرات لحظه‌ای ولتاژ طرف تغذیه‌ی کلید صـورت می‌پذیرد. لحظه مناسب جهت و صل کلید هنگامی است که ولتاژ طرف تغذیه در لحظه صفر واقع می‌باشد. برای وصل کلید در لحظه فوق، ولتاژ طرف تغذیه اندازه‌گیری شده، در لحظه در لحظه صفر آن فرمان و صل به مکانیزم عمل کننده داده می شود. در این نوع کنترل چنانچه لحظه و صل کلید دقیقاً در لحظه صفر ولتاژ صورت نگرفته، فاصله زمانی بسیار کمی را با آن دارا باشد، اضـــافه ولتاژها به طور قابل توجه افزایش می‌یابند. به همین علت تعیین دقیق لحظه صـــفر ولتاژ و وصل کلید در آن از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد.

لحظه و صل کنتاکتها نسبت به ولتاژ تغذیه در هر سه فاز صورت گرفته، کنتاکتها در هر سه فاز در لحظه صـفر ولتاژها وصـل می‌گردند. به طوری‌که لحظه وصـل کنتاکتها در ســه فاز معادل ۱۲۰ درجه الکتریکی با یکدیگر اختلاف فاز دارند.

چون معمولاً ولتاژ باقی‌مانده در طرف خط کلید ثابت نبوده، دارای شکل ضربانی می‌باشد، لذا لحظه مناسب جهت وصل مجدد کلید هنگامی است که اختلاف ولتاژ دو طرف کلید

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

$\Delta U = U_2 - U_1$ حداقل مقدار را دارا گردد. برای این کار ولتاژهای هر دو طرف کلید اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه می‌گردند

٦.استفاده از برقگیر :

برقگیرها از اساسی ترین و بنیادیترین وسایل حفاظتی تجهیزات خطوط انتقال در مقابل اضافه ولتاژ ها هستند و نسبت به سایر وسایل حفاظتی بهترین حفاظت را انجام می دهند و بیشترین مقدار حذف امواج گذرا را فراهم می کند. برقیگرها به صورت موازی با وسیله تحت حفاظت یا بین فاز و زمین قرار می گیرند انرژی موج اضافه ولتاژ به وسیله برقگیر به زمین منتقل می شوند .

از وسایل حفاظتی محدود کننده ضربه برای حفاظت تجهیزات سیستمهای قدرت در برابر اضافه ولتاژها استفاده می شود یک وسیله حفاظتی محدود کننده ضربه باید اضافه ولتاژهای گذرا یا اضافه ولتاژهای که باعث تخریب تجهیزات شبکه می شوند را محدود و به زمین هدایت کنند و بتواند این کار را بدون اینکه آسیبی ببیند به دفعات تکرار کند .

شکل ۱۰– نمونه ای از یک برقگیر

یک برقگیر خوب باید دارای مشخصات زیر باشد:

۱-در ولتاژ نامی شبکه،به منظور کاهش تلفات دارای امپدانس بینهایت باشد.

۲-در اضافه ولتاژ به منظور محدود سازی سطح ولتاژ دارای امپدانس کم باشد.

۳- توانایی دفع یا ذخیره انرژی موج اضافه ولتاژ را بدون اینکه خود صدمه ببیند داشته باشد.

٤- پس از حذف عبور اضافه ولتاژ بتواند به شرایط مدار (حالت کار عادی) برگردد.

انواع برقگیرها:

۱- برقگیرلوله ای- شاخکی

که عملکرد آنها بر اساس فاصله هوایی است که در حال حاضر به دلیل مشکلات عمده آنها دیگر استفاده نمی شوند .

معایب برقگیرهای فاصله هوایی:

۱-تداوم عبور جریان به زمین حتی پس از حذف اضافه ولتاژ

۲-افت شدید ولتاژ فاز به خاطر اتصال کوتاه شدن فاز در لحظه عبور جریان از برقگیر

۳-دارای تاخیر زمانی متناسب با اضافه ولتاژ

٤-پراکندگی زیاد ولتاژ جرقه

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

برقگیرشاخه ای :

این نوع برقگیرها به صورت دو الکترود یا دو شاخک هستندکه متناسب باولتاژدرفاصله معین بین هادی وزمین قرار می گیرندودرصورت بروزاضافه ولتاژبین آن قوس الکتریکی برقرارمی شود. این قوس باعث اتصال کوتاه گردیده ازاضافه ولتاژ جلوگیری می نماید. البته باعث اختلال درامربرق رسانی نیزمی گردد. درشبکه باقدرت کم ،باشکل دادن به این شاخک ها، پس ازمدت نسبتاًکوتاهی قوس خاموش می شود وچون جریان اتصال کوتاه کم بوده، خسارت ناشی ازاتصال کوتاه وجود ندارد در صورت بروز اضافه ولتاژ، فاصله هوایی بین الکترودها قوس الکتریکی برقرار می شود وبه این ترتیب از اعمال اعمال اضافه ولتاژ به تجهیزات جلوگیری می شود. از معایب اصلی برقگیر میله ای عدم توانایی در خاموش نمودن جرقه است و هنگامی که بر اثر صاعقه جرقه زده شد ، این جرقه باقی خواهد ماند تازمانی که تجهیز بی برق شود .

درنتیجه پس از هر بار جرقه ،بایستی شبکه بی برق ومجدداًبرق دار شود. به طور کلی معایب این نوع برقگیرها در برابر تنها مزیت آن ها یعنی ارزان بودنشان به خاطر سادگی ساختار آن ، خیلی زیاد بوده ،شامل موارد زیر می باشد .

۱-تداوم عبور جریان به زمین حتی پس از اضافه ولتاژ در نتیجه باعث عمل کردن وسایل حفاظتی وایجاد وقفه در سیستم می شود

۲- افت شدید ولتاژ فاز به خاطر اتصال کوتاه شدن فاز درلحظه عبور جریان از جرقه گیروجود دارد .

۳-ایجاد موج بریده شده که می تواند سیم پیچی دستگاه ها (اتوترانسفورماتور)راتهدید نماید .

٤-تحت تاثیر قرار گرفتن عمل کرد آن با شکل موج اضافه ولتاژ و هم چنین شرایط محیطی (فشار ،آلودگی ، رطوبت ،..)

برقگیر لوله ای

این نوع برقگیر شامل یک فاصله هوایی برای جرقه زدن در فضا و یک فاصله دیگر در درون یه محفظه مخصوص که با هم به صورت سری قرار دارند می باشد .

این نوع برقگیر ها به منظور کوتاه کردن زمان عبور جریان هدایت شونده (پرهیز از وقوع اتصال کوتاه) تهیه شده اند. در برقگیرهای لوله ای جریان هدایت شونده پس از یک یا چند پریود بر اثر گازی که خود برقگیر تولید می کند از بین می رود و از این جهت می توان آن را برقگیر جرقه خاموش کن نیز نامید .

برقگیر لوله از این لوله عایق از جنس فیبر لاستیک سخت تشکیل شده ودر داخل آن یک الکترود فلزی توپر ویک الکترود فلزی تو خالی قرار دارد .

الکترود تو خالی مستقیم به دکل یا سیم زمین متصل می شود ولی بین الکترود تو پر و فاز شبکه یک فاصله هوایی وجود دارد . هرگاه اضافه ولتاژ بین فاز وبرقگیر قرار بگیرد فاصله هوایی وفاصله بین الکترود ها توسط جرقه اتصال کوتاه می شود و در اثر این جرقه شبکه اتصال به زمین می شود و جریان زیادی از برقگیر می گذرد که سبب بخار شدن قسمتی ازسطح داخلی لوله می شود این گاز فشار داخلی لوله را با وجود این که سوراخ لوله داخلی الکترود انتهایی به خارج راه دارد به حدی بالا می رود که با سرعت زیاد از سوراخ خارج می شود . جریان سریع گاز الکترون های موجود بین دو الکترود را با خود به خارج حمل می کند جرقه را خنک کرده ودر ضمن طول قوس را به حدی زیاد می کند که پیوستگی قوس از بین می رود وقوس می شکند .وبه این ترتیب پس از یک یا چند پریود ،به علت این که حامل های بار های الکتریکی در مسیر قوس موجود نیستند جرقه خاموش

شده مجدداً روشن نمی شود وبرای همیشه خاموش می ماند وجریان اتصال کوتاه قطع می گردد .از برقگیرهای لوله ای بیشتر در شبکه های با ولتاژ ۱۰ تا ۳۰ کیلو ولت استفاده می شود

از معایب این برقگیر می توان به ناتوا نی در محدود کردن دامنه جریان هدایت شده و همچنین بالا بودن ولتاژ جرقه این نوع برقگیر اشاره کرد.

۲- برقگیر سیلیکون کارباید(سو پاپی):(SIC)

در این برقگیر ها از تعدادی قرص sic روی هم قرار گرفته استفاده می شود و این مواد دارای مقاومت غیر خطی هستند و در جریانهای متفاوت مقاومتهای مختلف دارند .

تا چندی قبل روش متداول حفاظت در مقابل صاعقه استفاده از برقگیرهای سیلیکون کارباید بود .این برقگیرها از ترکیب یک سری فواصل هوایی با مقاومت ساخته می شوند وبر خلاف جرقه گیرها پس از عمل کرد آن ها شبکه قدرت قابلیت بازگشت به حا لت اولیه را خواهد داشت . زیرا مقاومت مذکور جریان تخلیه را کاهش داده و به لحاظ هم فاز بودن تقریبی جریان وولتاژ پس از به صفر رسیدن شکل موج ولتاژ نامی سیستم ، جریان مجدداًبرق دار نمی شود .

مقاومت های این نوع برقگیرها از نوع غیر خطی هستند زیرا از یک طرف باید آن قدر کوچک شوند که توسط فواصل هوایی قابل قطع باشند و ازطرف دیگر در ولتاژ های ضربه ای به صورتی باشند که در اثر تخلیه جریان های ضربه ای زیاد افت ولتاژ دوسر آن ها از سطح حفاظتی تجهیزات کم تر شود . معمولاً این مقاومت ها از نیمه هادی سیلیکون کارباید ساخته می شوند که دارای خاصیت مذکور می باشند .

برقگیرسیلیکون کارباید یک مقاومت با مشخصه غیر خطی V-I به صورت سری با فاصله هوایی می باشد . وقتی اضافه ولتاژ از حد ولتاژ جرقه در دو سر فصله هوایی افزایش

امپدانس مسیر جرقه از افزایش شدید جریان جلوگیری می کند فاصله هوایی جرقه که به آن فاصله جرقه اکتو گفته می شود، طوری طراحی می گردد که بعد از چند بار جرقه زدن در اثر اضافه ولتاژ ،جرقه مسدود گردد .

برقگیرهای سیلیکون کارباید به هیچ عنوان نباید تحت اضافه ولتاژ های با فرکانس قدرت عمل کنند زیرا باعث ایجاد اتصال کوتاه به زمین و عبور انرژی زیاد از خود شده و از بین می روند .

برقگیرهای Sic سطح اضافه ولتاژ های ناشی از صاعقه و کلید زنی را به حد مشخصی کاهش می دهند که این حد بستگی به ولتاژ نامی برقگیردارد .

اضافه ولتاژ کلید زنی با انرژی بالا که جریان تخلیه زیادی را برای مدت طولانی اعمال می کند ممکن است باعث سوختن الکترود های برقگیرشود ولذا این مسأله باعث محدودیت در کاربرد این نوع برقگیرمی شود وهم چنین باعث می شود که سطح استقامت عایق بالاتری برای تجهیزات انتخاب شود تادر اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی عمل نکند در برقگیرهای جدید Sicبرای کاهش تلفات برقگیر (افزایش طول عمر و قدرت تحمل انرژی)و برای خاموش کردن جرقه در فاصله هوایی پس از حذف موج و در نتیجه قطع جریان ، از روش های مغناطیسی استفاده می شود .

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

۳- برقگیر نوع اکسید فلزی (MOV) :

نوع جدید این برقگیر ها دارای بلوکهایی با مقاومت الکتریکی غیر خطی و از جنس اکسید فلزات می باشند و به دلیل استفاده زیاد اکسید روی در این برقگیر ها به آنها Zno نیز

گفته میشوند . اجزای تشکیل دهنده برقگیر ZNO شامل اکسید روی و مقادیر کمی از اکسید دیگر فلزات از قبیل بیسموت ، کبالت ، آنتیموان، و اکسید منگنز می باشد ذرات بسیار ریز اکسید روی و اکسید فلزات دیگر پس از فشرده شدن به صورت دیسک در اندازه های معین شکل می گیرند. سپس این دیسک ها در درجه حرارت بالا پخته به صورت سری در محفظه استوانه ای شکل قرار گرفته و برقگیر ZNO را تشکیل می دهند .

بلوک ZNO دارای یک مشخصه ولتاژ- جریان کاملا غیر خطی می باشند و دارای قابلیت بالا برای جذب انرژی موج هستند . دنباله جریانه در این نوع برقگیرها وجود ندارد، یعنی جریان با کاهش اضافه ولتاژ ضربه ای کاهش می یابد و با ولتاژ متناوب(ولتاژ سیستم) ادامه پیدا نمی کند از این رو برقگیر ها در عمل کمتر از برقگیر های با فاصله هوای گرم می شوند و تکرار عمل آنها کمتر مشکل ایجاد می نماید .

از دیگر مزایای این نوع برقگیرها ، سرعت عملکرد در پیشانی موج است. به این معنی که تاخیری که در برقگیرهای با فاصله هوایی وجود دارد. در این نوع برقگیرها خیلی کمتر است .

یکی از مشکلات برقگیرهای ZNO ، جریان نشتی در فرکانس قدرت می باشد . این جریان در حد میلی آمپر است. ولی ممکن است با تکرار عملکرد برقگیر ، لایه عایق بین دانه های اکسید روی سوخته شود و باعث افزایش جریان نشتی گردد. مساله دیگر، تغییر مقاوت بر اثر درجه حرارت است این تغییر در جریان های کم بیشتر محسوس است ولی به هر حال با کاهش مقاومت تحت ولتاژ نامی شبکه بر اثر درجه حرارت ، احتمال گرم شدن و کاهش مقومت و افزایش حرارت وجود دارد .

با این وجود این مشکلات ، اما به خاطر مزایای زیاد برقگیرهای ZNO نسبت به انواع دیگر برقگیرها ، استفاده از این نوع برقگیر ها متداول شده است و به تدریج جایگزین برقگیرهای

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

دیگر می گردند .

مزایای برقگیر نوع اکسید فلزی(MOV) :

۱- کارایی بهتر نسبت به سایر برقگیرها

۲-پراکندگی کم ولتاژ پسماند همچنین دارای ولتاژ پسماند خیلی کم

۳- دارای تاخیر زمانی خیلی کم

٤- برگشت طبیعی به وضعیت اولیه یا مدار باز

٥- دارای مشخصه ولت-جریان خطی تر از برقگیر SIC

٦-دارای سطح حفاظتی خیلی خوب

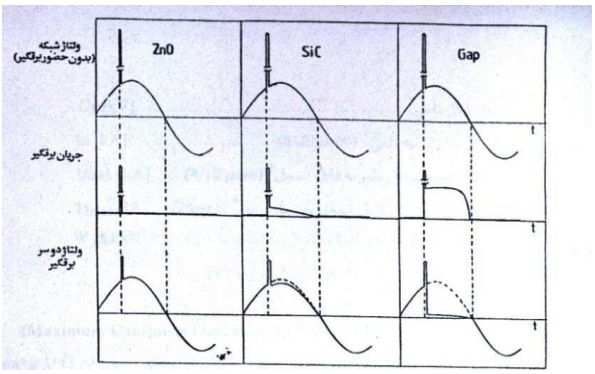
۷-درای جریان نشتی پایین در شرایط کار نامی سیستم (حداقل تلف توان در شرایط کار عادی)

از مهمترین عیب های برقگیر های ZNO می تواان به موارد زیر اشاره کرد :

۱ - قیمت زیاد آنها نسبت به دیگر برقگیر ها است

۲- برقگیرهای ZNO در سیستم های دارای ولتاژ قابل ملاحظه ، بیشتر از برقگیر های SIC در معرض خطر و آسیب دیدگی قرار می گیرند .

در شکل۱۱ جریان و ولتاژ انواع برقگیر ها در مقابل موج ضربه نشان داده شده است که به مزیت برقگیر های mov نسبت به سایر برقگیر ها پی می بریم .



شکل۱۱-جریان و ولتاژ انواع برقگیر

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

عوامل مهم در آسیب دیدگی برقگیرها:

می توان به عوامل زیر نام برد.:

۱-نفوذ رطوبت و آلودگی

۲-اضافه ولتاژهای گذرا و موقتی

۳-عدم انطباق شرایط بهره برداری با مشخصه برقگیر (طراحی غلط)

٤-عوامل ناشناخته

WikiPower.ir

www.wikipower.ir

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

فصل چهارم

شبیه سازی خط فشارقوی و بررسی تاثیر پارامترهای خط انتقال بر اضافه ولتاژها

مقدمه :

اضافه ولتاژ های کلید زنی از مهم ترین فاکتور هایی است که باید در طراحی خطوط انتقال نیرو به ویژه در ولتاژ های بالا باید در نظر گرفت که به منظور رعایت هماهنگی عایقی باید حداکثر مقدار این اضافه ولتاژ ها از مقدار SIWL کمتر باشد و تجهیزات خطوط را متناسب با این مقادیر طراحی نمود که با توجه به هزینه بسیار بالای تجهیزات انتقال برق بایستی جهت کاهش هزینه هی طراحی و احداث خطوط انتقال نیرو دید درستی نسبت به طراحی خطوط فشار قوی داشته باشیم . در راستای این هدف شبیه سازی های کامپیوتری بهترین ابزار هستند تا بتوانیم دید بهتری نسبت به اضافه ولتاژ ها داشته باشیم . در این فصل به شبیه سازی یک خط فشارقوی واقعی که در پست نهروان کلید زنی میشود می پردازیم .شبیه سازی با نرم افزار EMTP(Electro-Magnetic Transient Program) انجام میشود . سپس تاثیر پارامترها یی چون تغییرات طول خط، ترنسپوز بودن یا ترنسپوز نبودن خط، چگونگی توزیع زمانی فرمان کلید زنی، نوع هادی، تعداد مدارات خط، تعداد باندل، نوع مدل خط و نوع دکل را بر مقادیر اضافه ولتاژ ها بررسی میشود .

مشخصات خط شبیه سازی شده :

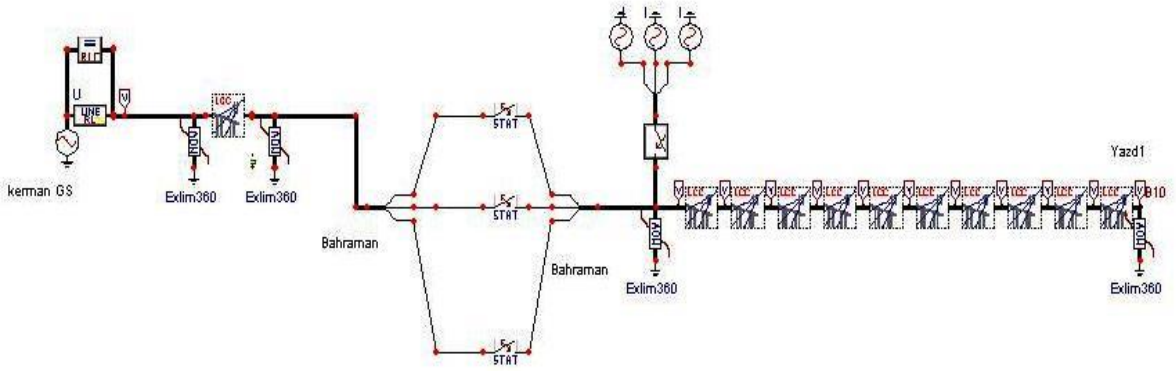
خط مورد نظر یک خط ٤٠٠kv از شبکه سراری ایران که در پست نهروان کلید زنی میشود .شکل مداری آن در شکل ۱دیده میشود و سطح ایزولاسیون شبکه در مقابل اضافه ولتاژ های قطع و وصل و مشخصات برقگیر مطابق جدول۱ است :

حداکثر ولتاژ فرکانس ۵۰ شبکه	٤٢٠

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

سطح ایزولاسیون (LIWL)	۱۰۵۰
سطح ایزولاسیون (SIWL)	۹۵۰
ولتاژ مقاوم فرکانس ۵۰ برای مدت یک دقیقه	٤٤۰

جدول۱- مشخصات سطح ایزو لاسیون شبکه



شکل۱- مدار شبیه سازی شده

در ضمن در خط مذکور ولتاژ مبنا برابراست با :

$$1_{PU} = V_{\text{base}} = V_{\text{phmax}} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} * \sqrt{2} = \frac{420}{\sqrt{3}} * \sqrt{2} = 3.42928\text{E}+05$$

خط مذکور را با مشخصات زیر را به عنوان خط مبنا در نظر میگیریم:

۱-ترنسپوز شده

۲- تعداد باندل ۲ هادی در هر فاز می باشد .

۳- مدل خط را JMarti در نظر میگیریم .

٤- توزیع زمان کلید زنی را از نظر آماری یکنواخت است.

۵- خط انتقال دارای ۲ سیم گارد است .

٦- نوع هادی curlew است .

۷- مدار تک مداره است .

۸- نوع دکل LT است .

۹- مقاومت وصل در مدار نیست .

۱۰- دوبرقگیر درابتدا وانتهای خط قرار دارد.

۱۱- طول خط برابر ۲۰۰ کیلومتر است .

سپس تاثیر تغییر پارامتر های فوق را بر اضافه ولتاژ ها می سنجیم .

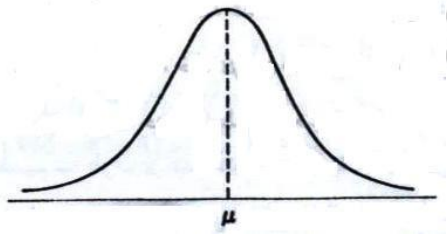
تعداد مرتبه کلیدزنی:

باتوجه به مطالعاتی که روی تعداد مرتبه کلیدزنی انجام شده است می توان دریافت که با افزایش مرتبه کلیدزنی دقت و زمان محاسبات افزایش می یابد و بالعکس با کاهش مرتبه کلیدزنی دقت و زمان محاسبات کاهش می یابد. مقدار بهینه انتخاب شده برای کلیدزنی عدد ۱۰۰ معین شده است.

مبحث آماری اضافه ولتاژها :

مهمترین توزیع پیوسته در آمار و احتمال توزیع نرمال است که اغلب متغیر ها ی تصادفی پیوسته در طبیعت و صنعت دارای توزیع به فرم منحنی نرمال هستند که در شکل زیر دیده می شود .که بر اساس آزمون های برازندگی در آمار توزیع اضافه ولتاژ ها در نرم افزار EMTP به صورت منحنی نرمال است . منحنی نرمال بستگی به دو پارامتر μ (میانگین) و σ^2 (واریانس) دارد .اگر توزیع اضافه ولتاژ ها را به عنوان متغیر تصادفی با " V " نشان دهیم و مقدار میانگین برابر μ و مقدار واریانس σ^2 باشد داریم :

$$V \sim (\sigma^2 , \mu)$$



شکل۲- منحنی نرمال

توزیع نرمالی که که میانگین آن صفر و واریانس آن یک باشد را توزیع نرمال استاندارد گوییم وان را با نماد زیر نشان می دهیم :

$$Z \sim N(0 , 1)$$

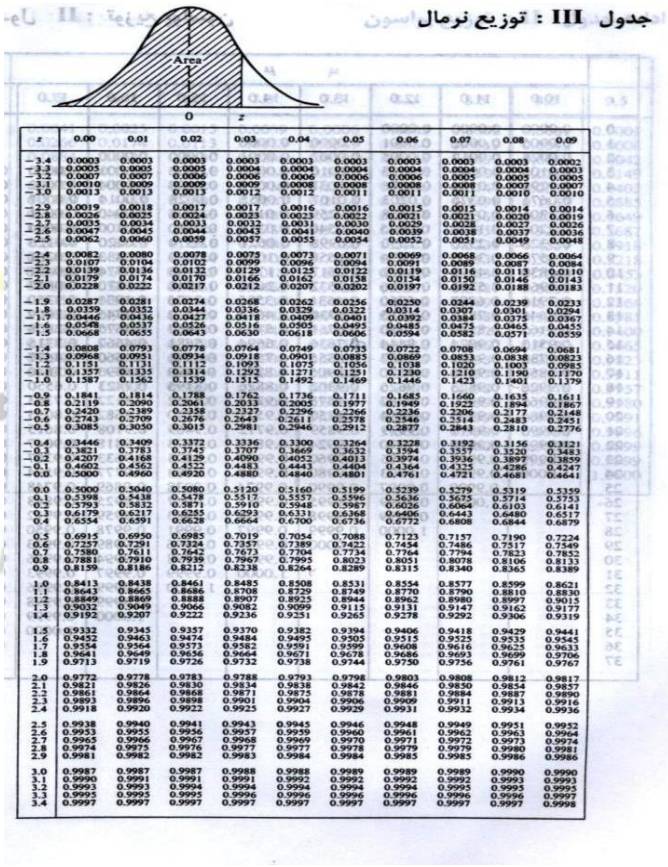
طبق قضیه اگر $V \sim (\sigma^2 \text{ و } \mu)$ آنگاه $Z = \frac{V-\mu}{\sigma} \sim N(0,1)$

در توزیع های پیوسته احتمال قرار گرفتن متغیر تصادفی V در یک فاصله (a,b) برابر سطح زیر منحنی تابع چگالی احتمال $f_V(v)$ از a تا b است واز رابطه زیر بدست می آید :

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

$$P(a < V < b) = \int_a^b f_V(\mathrm{v})dv \qquad (1)$$

در توزیع نرمال به واسطه پیچده بودن فرم تابع چگالی احتمال نمیتوان به روشهای معمول این انتگرال را محاسبه کرد . به این منظور در توزیع نرمال استاندارد این نوع انتگرالها بوسیله روشهای محاسبات عددی محاسبه ودر جدولی مطابق جدول زیر ارایه می گردد و سپس با استفاده از قضیه فوق این مساحتها در هر توزیع نرمالی محاسبه گردد .


جدول III : توزیع نرمال

Area

0 z

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
−3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
−3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
−3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
−3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
−3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
−2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
−2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
−2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
−2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
−2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
−2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
−2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
−2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
−2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
−2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
−1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
−1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
−1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
−1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
−1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
−1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
−1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
−1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
−1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
−1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
−0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
−0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
−0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
−0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
−0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
−0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
−0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
−0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
−0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
−0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

جدول۲-توزیع نرمال

می خواهیم ۹۸٪ مقادیر محاسبه شده زیر منحنی نرمال محاسبه شود :

به عبارتی داریم :

$$P(V < v) = 98\%$$

حال باید مقدار Z متناسب با ۹۸٪ رادر جدول بیابیم که نزدیکترین مقدار ۹۷/۹۸ ٪ است و z=2.05 است

حال طبق قضیه فوق

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

$$F(Z)=\int_0^Z \frac{1}{\sqrt{2\pi}}.\exp\left(-\frac{x^2}{2}\right).dx=0.98 \xrightarrow{\text{ازجدول}} Z=2.05$$

$$Z=\frac{v-\mu}{\sigma}\rightarrow v=Z\sigma+\mu\rightarrow v=2.05\sigma+\mu \quad (2)\ \text{رابطه}$$

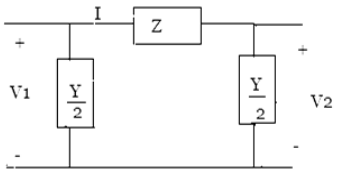
نرم افزار EMTP اضافه ولتازها را در چند نقطه از خط محاسبه میکند که درطی زمان شبیه سازی میانگین وانحراف معیار ولتاژها در چند نقطه از خط بر حسب پریونیت محاسبه میگردد و با استفاده از رابطه ۲ مقدار v در هر نقطه بدست می آید . برای مثال در خط مبنا وگره B0 :

Mean = 1.67600000E+00 pu
Variance = 2.33828283E-02 pu
Standard deviation = 1.52914448E-01 pu

رابطه۲ ← v ≈1/99pu≈682.24kv

تاثیر ظرفیت خازنی بر ضریب اضافه ولتاژ:

اگر انتهای خط انتقال باز با شد، ولتاژ در آخر خط افزایش می یابد که این افزایش ولتاژ به دلیل خا صیت خازنی خطوط انتقال می باشد. مقدار آن تابعی است از مقادیر امپدانس، ادمیتانس و طول خط انتقال .اگر مدل π خط انتقال را در نظر بگیریم داریم :



شکل ۳-مدل π خط انتقال

$$I=\frac{V_1 * Y/2}{1+ZY/2} \quad (1)$$

$V_2 = 2I/Y$
(2)

با توجه به روابط بالا داریم :

$$K = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{1 + \frac{ZY}{2}} \quad (3)$$

در این روابط :

I : جریان عبوری از خط انتقال ، آمپر

V_1: ولتاژ اول خط ، کیلوولت

V_2: ولتاژ آخر خط ، کیلوولت

Z : امپدانس خط انتقال ، اهم

Y : ادمیتانس خط انتقال، مهو

K : ضریب اضافه ولتاژ

همان طور که رابطه بالا نشان می دهد مقدار اضافه ولتاژ در انتهای خطوط انتقال تابعی از مقادیر راکتانس ، سوسپتانس و طول خط است . اگر از مقدار مقاومت وکندوکتانس درمقابل راکتانس و سوسپتانس صرف نظر گردد، ضریب اضافه ولتاژ K را می توان بصورت رابطه زیر نشان داد :

$$K = \frac{1}{1 - \frac{1}{2} * LCW^2} \quad (4)$$

در این رابطه L وC به ترتیب اندوکتانس و کاپاسیتانس خط انتقال ,(w= 2πf) می باشد که طبیعتاً هر چه مقدار آنها زیادتر باشد، بر میزان اضافه ولتاژ افزوده می گردد.

نتایج شبیه سازی :

پس از اجرای برنامه و محاسبه مقادیر ولتاژ در ۱۰ نقطه از خط نتایج به صورت زیر بدست آمد . ابتدا خط مبنا را شبیه سازی کرده ودر هر مرحله با تغییردر یکی از پارامترهای خط وحفظ دیگر پارامتر ها نسبت به خط مبنا تغییرات اضافه ولتاژ ها را مقایسه میکنیم. (مقادیرولتاژها برحسب کیلوولت وطول خط برحسب کیلومتراست)

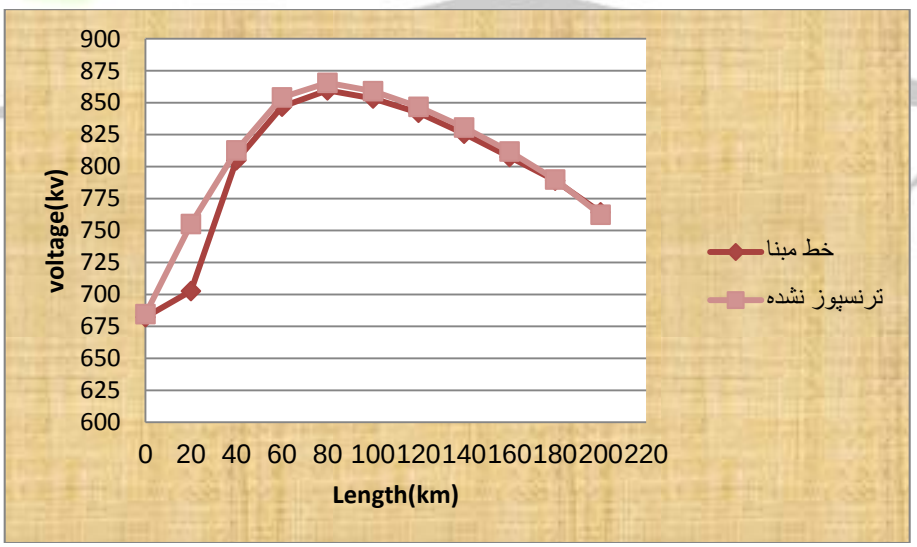
مقدار ولتاژها / طول خط	خط مبنا	ترنسوز نبودن	مدل پی خط	مدل BERGERON خط	باندل سه تایی	باندل نشده	توزیع گاوسی کلیدزنی	برقگیر میانی	بدون برقگیر	دو مداره	هادی مارتین	دکل LS	وجود مقاومت وصل درمدار
ابتدای خط	٦٨٢,٢٤	٦٨٤,٦٢	٧٢٢,٣٧	٧٠٥,٤٣	٦٨٥,٥٨	٦٧٨,١٢	٦٨٤,١	٦٧٦,٥١	٧٧٨,٩٦	٦٧٥,٠٤	٦٨٢,٩٢	٦٩٤,٠٨	٦٢٣,٤١

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

۲۰	۷۰۲,۶۳	۷۵۵,۱٤	۸۵۲,۳٤	۸۱۲,٦۸	۷۵۰,۲٦	۷٤۷,۵۸	۷۵۲,۵٦	۷۲۵,٦٦	۸۳۷,۱۵	۷۳۰,٦۱	۷٤۹,۰۲	۷۵۹,۸٤	٦۵٤,۹۹
٤۰	۸۰٤,۹٤	۸۱۲,۷	۸۹۱,۹۸	۸٦۹,٤٦	۸۰٦,۲۳	۸۰۸,٦۱	۸۰۹,۵۸	۷۵۱,٦۸	۸۹۹,۰۹	۸۰٦,۲	۸۰٤,٤	۸۰۳,٦٤	٦۸۳,۳۲
٦۰	۸٤٦,۸۲	۸۵٤,۱۱	۹۲۳,۰٦	۸۹۳,۷٤	۸۵۳	۸٤۲,۵٦	۸۵۵,۸۲	۷٦۳,۳۸	۹۵۹,۵٤	۸۷۰	۸٤۸,۲۱	۸٤۵	۷۰۷,۸۹
۸۰	۸۵۹,٦۵	۸٦۵,۵۱	۹٤۷,۸۵	۹۱۲,۳۵	۸٦۰,۷۹	۸٤۹,۱٦	۸٦٦,۳۸	۷٤۹,۸	۱۰۰٤,٦۱	۸۸۰,٦۲	۸٦۰,٦٦	۸٦۰	۷۲٤,۸۲
۱۰۰	۸۵۳,۲٦	۸۵۹	۹۸۸,۲٦	۹۰٤,۷۸	۸۵۵,۱۲	۸٤۳,۷۱	۸٦۳,٤۳	۷۷۷,۲۱	۱۰۲۳,٤۷	۸٦۰	۸۵۳,٦۵	۸۵٤,۷۸	۷٤۵,۵۵
۱۲۰	۸٤۲,۱۱	۸٤٦,۷۹	۱۰۱۲,۸۲	۸۹۰,۷۵	۸٤۷,۹۳	۸۳۲,۷۷	۸٤٦,۳۹	۷۹۲,۸٤	۱۰٤٤,۹٤	۸٤۵	۸٤۳,۳۳	۸٤۲,۸۸	۷۵٤,۳۷
۱٤۰	۸۲۵,۷۵	۸۳۰,٦۳	۹٦۹,۹۱	۸٦۷,۸۷	۸۳۰,۸۳	۸۱٦,۹٦	۸۳۵,۲	۷۹٤,٦	۱۰۷۳,۱۷	۸۲۰,٦۳	۸۲٦,۰۳	۸۲٦,۸۸	۷۵۹,۲۵
۱٦۰	۸۰۷,۵	۸۱۱,۷٦	۹۷۹,۲۸	۸٤۸,۷۷	۸۱۳,٤۲	۷۵۰,۰٦	۸۲۱,۰۲	۷۸٦,۰۳	۱۰۹۵,۵۷	۸۰۱,٦۵	۸۰۸,٦۲	۸۱۲,۹۳	۷۵۵,۹۹
۱۸۰	۷۸۸,۹۹	۷۸۹,۸۵	۹۵۰,٦۳	۸۲۳,۹۲	۷۹٤,۳٦	۷۷۹,۸۷	۸۰۵,۵۵	۷۷۰,۰٤	۱۱۱٤,٤۲	۷۸۹,٤۳	۷۹۰,۵۸	۷۹۷,۲۹	۷۵۱,۱٤
انتهای خط	۷٦٤,۲۳	۷٦۲,۳۷	۷٤۱,۸۱	۷۳۹,۵۷	۷۷۲,۲۸	۷٦۲,۱٦	۷٦٤,۱	۷٤۹,۵۲	۱۱۲۸,۹۲	۷٦۹,٦	۷٦٤,۸٤	۷۷۱,۷۸	۷۲۳,۳

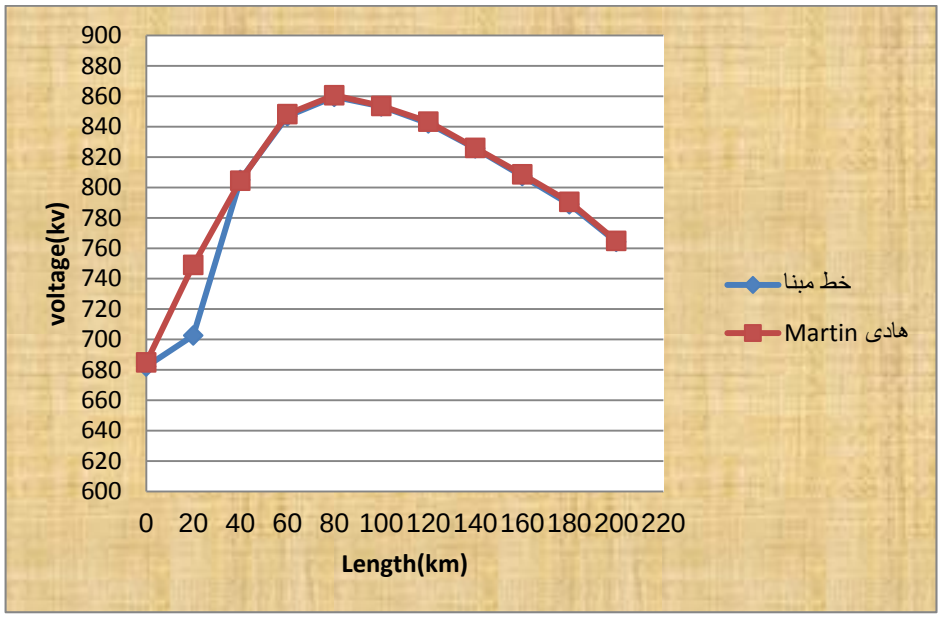
جدول۳- نتایج شبیه سازی

نمودار تغییرات به صورت زیر است : (محور عمودی مقادیر ولتاژها و محور افقی طول خط است.)



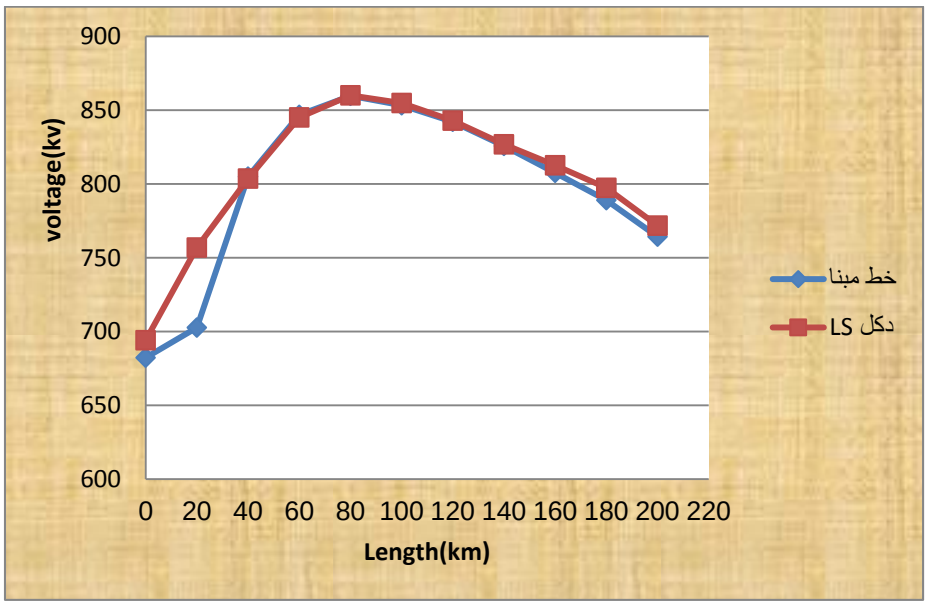
نمودار۱-مقایسه اضافه ولتاژ ها در ۲ حالت ترنسپوز بودن و ترنسپوز نبودن خط

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



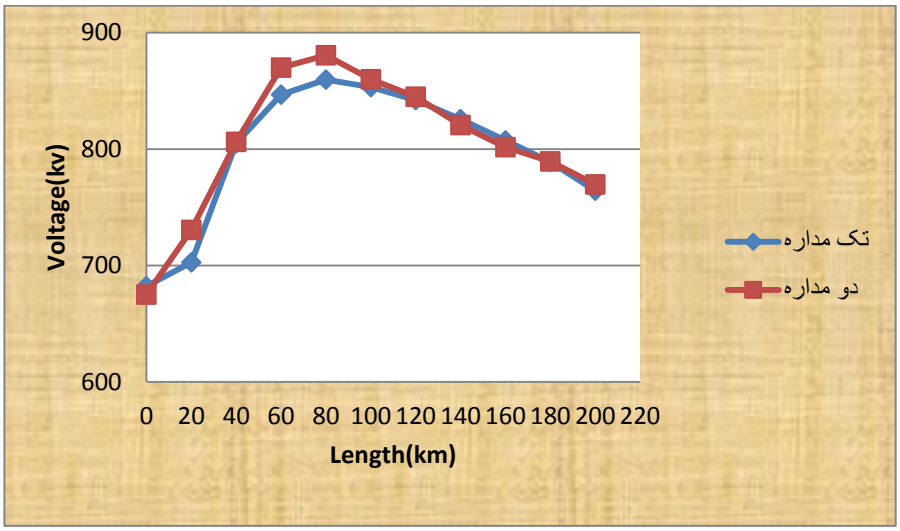
نمودار٤- مقایسه اضافه ولتاژها در هادیهای مارتین وکرلو

WikiPower.ir

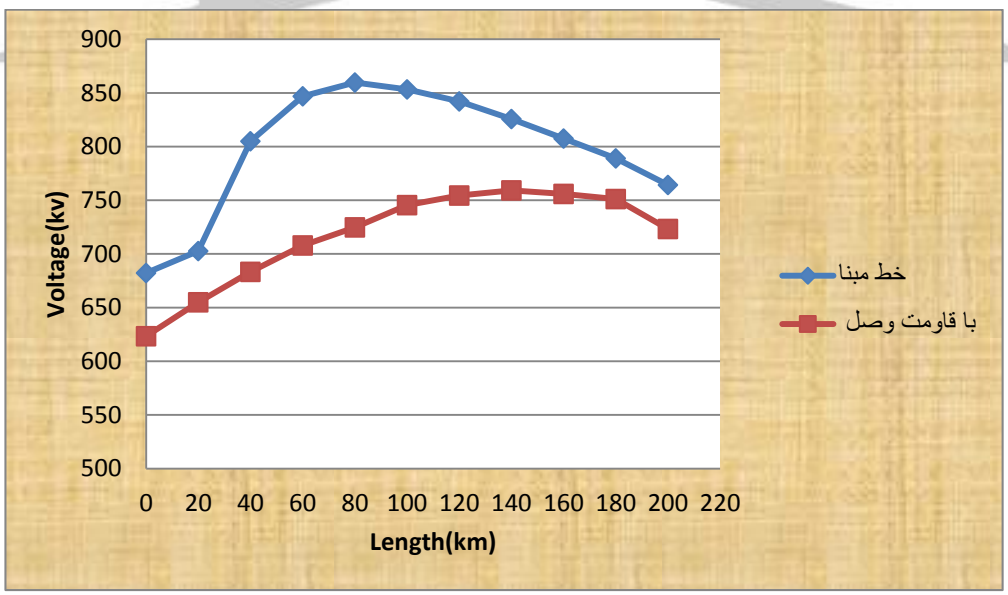


نمودار٥- مقایسه تغییر نوع دکل بر اضافه ولتاژها

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

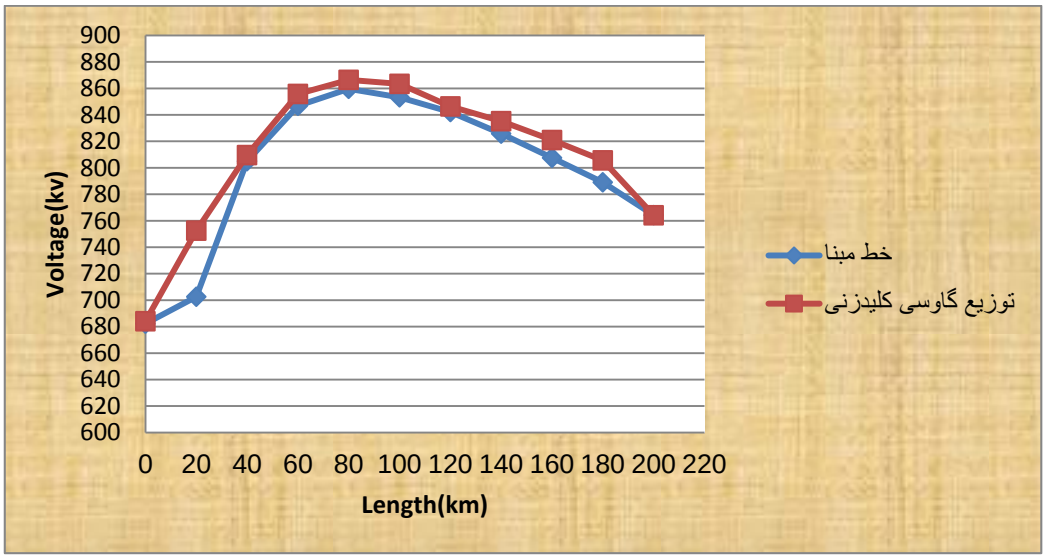


نمودار٦- مقایسه اضافه ولتاژها در تک مداره و دو مداره

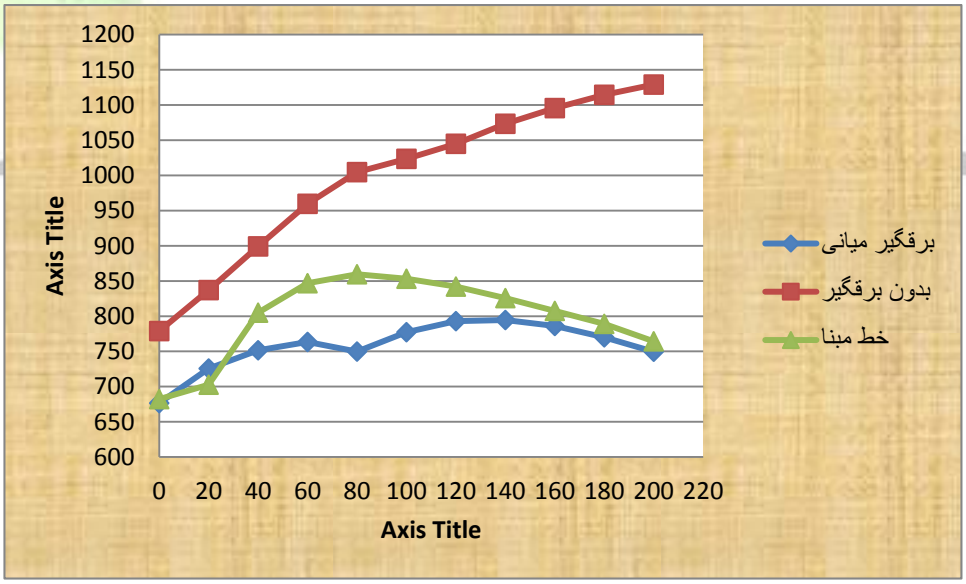


نمودار۷- تاثیر قرار گرفتن مقاومت وصل در مدار بر اضافه ولتاژها

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



نمودار۸- مقایسه توزیع گاوسی و یکنواخت کلیدزنی



نمودار ۹-تاثیر برقگیر بر اضافه ولتاژها

در کلیه شبیه سازی های فوق طول خط ثابت و برابر ۲۰۰ کیلومتر بود اما حال طول خط را تغییر داده ودر ۲ حالت بیشتر و کمتر از طول خط مبنا را بررسی می کنیم .

مقدار ولتاژ(KV)	طول خط(KM)

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

مقدارولتاژها(KV)	طول خط (KM)
٦٧٢,٧٩	ابتدای خط
٧٥٥,٠٦	٣٠
٨٢١,٣٤	٦٠
٨٥٢,٩١	٩٠
٨٦٥,٠٢	١٢٠
٨٨٠,٠١	١٥٠
٨٦٧,٠٣	١٨٠
٨٤٩,٣٤	٢١٠
٨٢٩,٤	٢٤٠
٨٠٢,٧٢	٢٧٠
٧٦٠,٤٧	انتهای خط

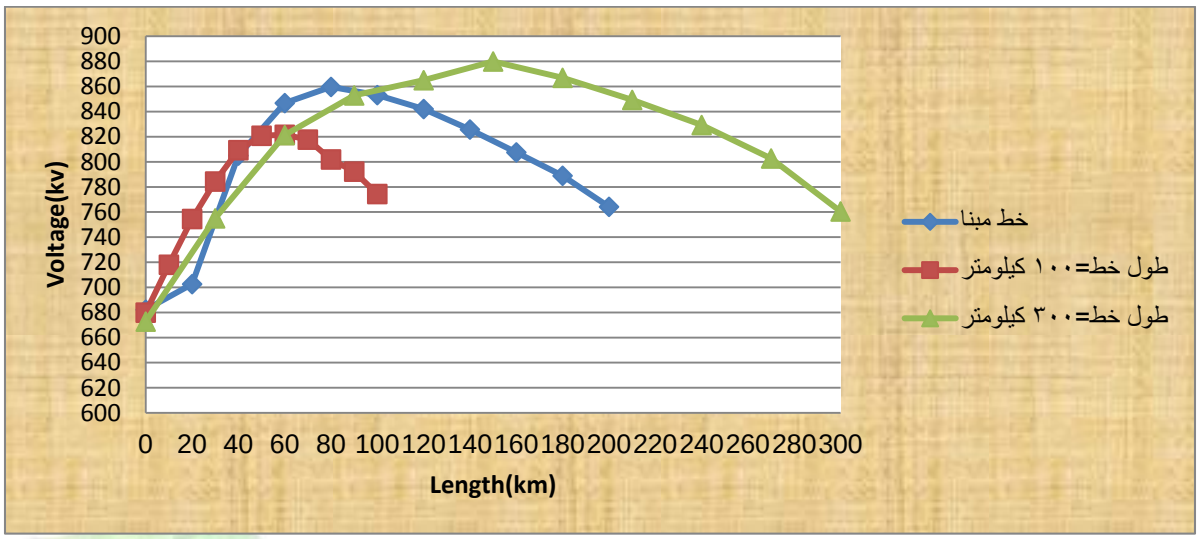
٦٧٩,٩٢	ابتدای خط
٧١٨,٠٨	١٠
٧٥٤,٥٢	٢٠
٧٨٤,٢٩	٣٠
٨٠٩,٣٥	٤٠
٨٢٠,٨٤	٥٠
٨٢١,٥٢	٦٠
٨١٧,٧	٧٠
٨٠١,٩٦	٨٠
٧٩٢,٢٩	٩٠
٧٧٤,٤١	انتهای خط

WikiPower.ir

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

جدول٤-مقدار ولتاژ ها به ازای طول خط ۳۰۰ کیلومتر

جدول۵-مقدار ولتاژ ها به ازای طول خط ۱۰۰ کیلومتر



نمودار۱۰- بررسی طول خط بر اضافه ولتاژ ها

تحلیل نتایج :

۱-پیک اضافه ولتاژ ها در حالت ترنسپوز نبودن بیشتر است .

بروز اتصالی فاز به زمین در یکی از فاز ها و قطع فاز فوق ولتاژی رادر این فاز بوجود می اورد که ناشی از خاصیت خازنی بین فاز های سالم تحت ولتاژ و فاز معیوب می شود . ولتاژ فوق در مدت قطع کلید توسط دستگاه وصل مجدد جریانی را از طریق قوس واقع در محل عیب برقرار می کند که به ادامه قوس کمک کرده و مانع از خفه شدن سریع آن میگردد. جریان فوق اصطلاحا" موسوم به جریان دوم قوس یا Secondry Arc Current است . جریان فوق ممکن است تا اندازه ای افزایش یابد که مانع از خفه شدن کامل قوس پس از قطع کلید فاز معیوبو برداشتن ولتاژ شود . ولتاژ فوق از ارتباط خازنی بین فازها پدید می آید .برای جلوگیری از دوام واستمرار قوس باید ظرفیت خازنی بین فاز ها کاهش یابد. برای این کار از روشهای مختلفی استفاده می شود که عبارتند از:

۱- نصب خازن موازی با کنتاکتهای کلید معادل با ظرفیت خازنی موجود بین فاز قطع شده و فازهای سالم

۲- روش دیگر ترنسپوز نمودن خط است که موجب تعدیل ظرفیت خازنی خط میشود و هر قدر تعداد نقاط جابه جایی فازها بیشتر باشد ظرفیت خازنی خط بیشتر کاهش می یابد .

۲- هر چه تعداد باندلها کم باشد پیک اضافه ولتاژ ها نیز کمتر است .

با افزایش تعداد باندل ها شعاع میانگین هندسی یا GMR هادی نیز بیشتر وطبق رابطه زیر ظرفیت خازنی خط نیز افزایش می یاید وبا افزایش ظرفیت خازنی خط مقدار اضافه ولتاژ ها نیز بیشتر می شود.

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{Ln\frac{GMD}{GMR}}$$

۳-مقادیر اضافه ولتاژها در مدل جی مارتی نسبت به سایر مدلهای پای و برجرون به واقعیت نزدیکتر است.

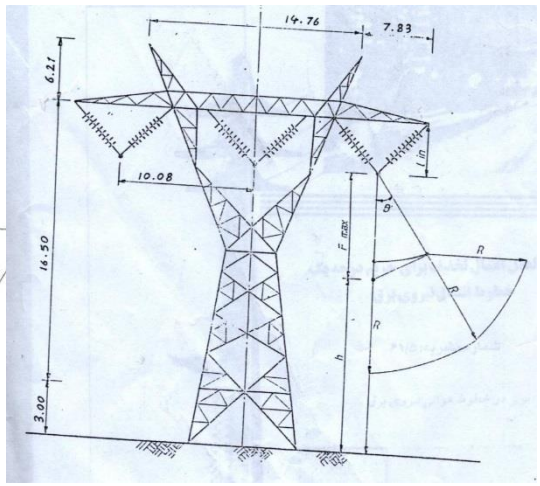
خطوط به شدت به نحوه مدلسازی خط وابسته است .دراینجا سه مدل برجرون (مدل گسترده با پارامترهای ثابت)وپای (مدل فشرده با پارامترهای ثابت) وجی مارتی (مدل گسترده با پارامترهای وابسته به فرکانس) را در نظرگرفته ایم. مدل پای و برجرون به علت وجود نقاط شکست دارای نوسانات شدیدی هستندو موج ها در این نقاط منعکس می گردد و در مدل جی مارتی که مدل گسترده با پارامترهای وابسته به فرکانس است خط انتقال برای حالت گذرا همانند کلیدزنی نسبتا" دقیق مدلسازی میشود. بنابراین مقادیر ولتاژدر این مدل ها نسبت به جی مارتی بیشتر است. درضمن باتوجه به اینکه برجرون هم مدل گسترده است نسبت به مدل پای جواب نزدیکتری به مدل جی مارتی دارد. باتوجه به اهمیت مسایل اقتصادی و بهینه سازی تجهیزات و افزایش سرعت کامپیوترها استفاده از مدل جی مارتی بهتر است.

٤- مقدار اضافه ولتاژها در هادی مارتین اندکی بیشتر هادی کرلو است .

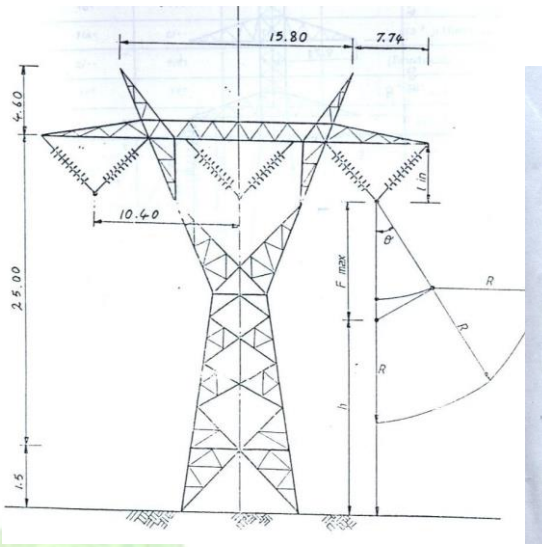
باتوجه به این که در هادی مارتین قطر داخلی و خارجی اندکی بیشتر است مقدار GMR بیشتر بوده و به تبع آن مقدار ظرفیت خازنی بیشتر می شود . بنابراین مقدار اضافه ولتاز ها بیشتر می شود.

۵-مقدار اضافه ولتاژ در دکل DS اندکی بیشتر از دکل LT است .

باتوجه به این که ارتفاع دکل LT بیشتر وفاصله هادیها کمتر است ظرفیت خازنی خط بیشتر و مقدار اضافه ولتاژ بیشتر می شود . اما مشخص است که نسبت به پارامتر هایی چون طول خط تاثیر چندانی در مقدار ولتاژ ها ندارد. مشخصات و شکل هر دو دکل در زیر نشان داده شده است .

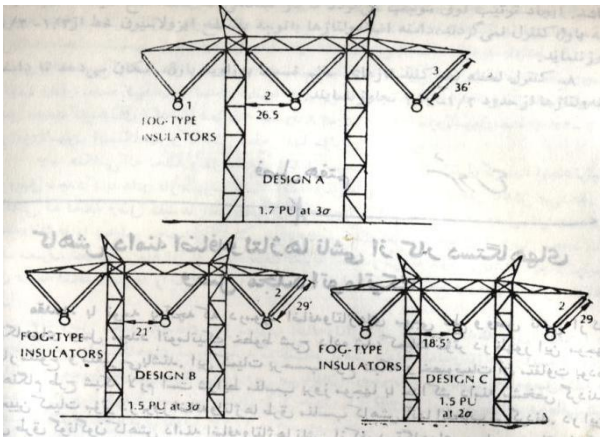


شکل٤–دکل LT



شکل٥– دکل DS

در خطوط انتقال انرژی، موجهای اضافه ولتاژ گذرا با دامنه بالا در پی کار دستگاههای وصل مجدد اتوماتیک ظاهر می گردند، به همین علت بررسی و تجزیه و تحلیل رژیم گذرای حاصل از کار د ستگاههای و صل مجدد اتوماتیک سه فاز و تک فاز کلیدها و نحوه بروز ا ضافه ولتاژهای گذرا در آنها حائز اهمیت فراوان می‌باشند. با بررسی دقیق نحوه‌ی بروز این موجها، طرق مناسب کاهش آنها تعیین گشته، سطح ایزولاسیون شبکه انتخاب می‌گردد. سطح ایزولاسیون خط در قبال اضافه ولتاژهای گذرای قطع و وصل عامل اصلی در انتخاب ابعاد و اندازه برجها، فاصله فازها از یکدیگر، طول بازوها و طول زنجیر مقره می‌با شد، هرگونه کاهش محدود دامنه ا ضافه ولتاژها، تقلیل قابل ملاحظه ابعاد و اندازه برجها را سبب می‌گردد، کاهش ابعاد برجها با توجه به طول قابل توجه خط و تعداد برجها، درصد عمده از هزینه پروژه را تقلیل می‌دهد، در شکل ٦تغییر ابعاد برجها برای خط ۱۲۰۰ کیلوولت متناسب با کاهش دامنه اضافه ولتاژهای قطع و وصل نشان داده شده است .



شکل٦-تغییر ابعاد دکلها

شکل٦در طرح A ضرایب دامنه اضافه ولتاژها معادل P.U. ۱/۷، در طرح B معادل P.U. ۱/۳ و در طرح C معادل P.U. ۱/۵ بوده است. تغییر شکل برجها، ابعاد و اندازه آنها به ازای مقادیر مختلف اضافه ولتاژها تأثیر فوق‌العاده دامنه اضافه ولتاژها را در خصوصیات برجها مشخص می‌سازد، به عنوان مثال با کاهش دامنه اضافه ولتاژها از P.U. ۱/۷ به مقدار P.U. ۱/۵ (در حدود ۱۵٪) ابعاد و وزن برجها به طور قابل توجه تقلیل می‌یابند. کاهش دامنه اضافه ولتاژها از سطح ایزولاسیون ایستگاه و تجهیزات نصب شده در آن نظیر ترانسفورماتورها، رآکتورها، تجهیزات فشار قوی،همچنین فواصل بین فازها، شینه‌ها، کنتاکتهای کلیدها، می کاهد.

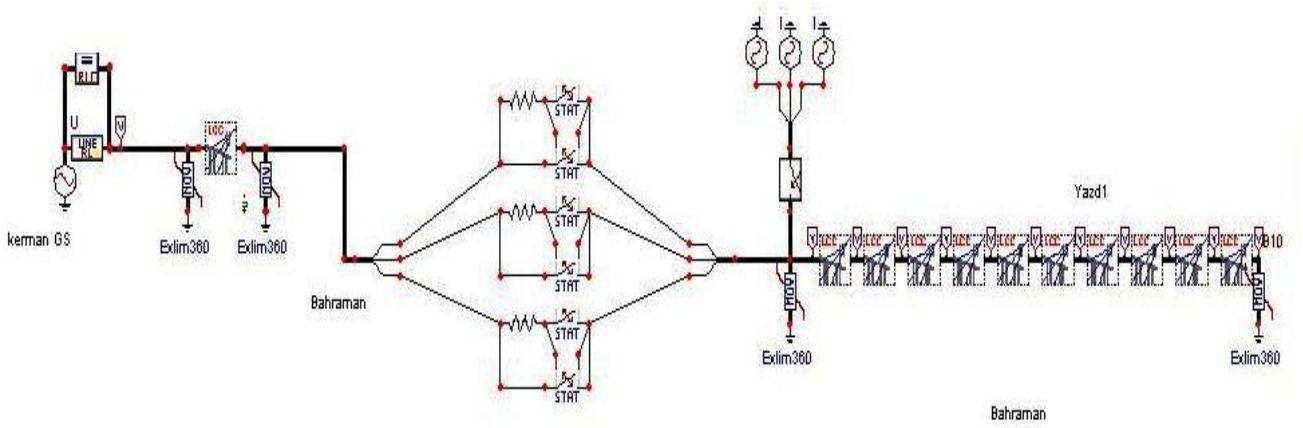
WikiPower.ir

٦- در ۲ مداره اضافه ولتاژها بیشتر است.

مشخص است که با افزایش تعداد مدارات ظرفیت خازنی خط انتقال بیشترمی شود وبه تبع آن اضافه ولتاژ بیشتر خواهد بود. نکته قابل توجه مقایسه خطوط چند مداره با خطوط باندل شده است . اگر بخواهیم اقدام به افزایش انتقال انرژی کنیم بهتر است که از خطوط باندل شده به جای افزایش تعداد مدارات استفاده کنیم زیرا در خطوط چند مداره هم هزینه احداث خط بیشتر است وهم به حریم خط انتقال بیشتری نیازداریم که باتوجه به بالا بودن قیمت زمین به صرفه نخواهد بود به علاوه با توجه به نتایج چند مداره کردن خط انتقال نسبت به افزایش تعداد باندلها بیشتر مقادیر اضافه ولتاژها را افزایش میدهد که این هم به نوبه خود هزینه های کنترل اضافه ولتاژها را بالا می برد.

۷- با قرار گیری مقاومت وصل در مدار اضافه ولتاژ ها به شدت کاهش می یابد .

برای شبیه سازی مقاومت وصل در مدار از مدار شکل زیر استفاده کرده ایم.



شکل۷-مدارشبیه سازی شده با مقاومت وصل

با استفاده از مقاومت وصل می توان ولتاژ تزریقی به ابتدای خط را کاهش داد.با افزودن مقاومت وصل پیک اضافه ولتاژ۱۰۰ کیلوولت کاهش یافته است. برای مدل سازی مقاومت وصل از دو کلید به صورت Master و Slave استفاده شده است. که کلید Master با میانگین ۰,۰۵ ثایه و انحراف معیار ۵ میلی ثانیه و کلید Slave با میانگین ۸ میلی ثانیه وانحراف معیار۰,۱ میلی ثانیه در نظر گرفته ایم.

۸-اضافه ولتاژها در کلیدزنی گاوسی نسبت به یکنواخت بیشتر است.

تغییر زاویه ولتاژ کلیدزنی نقش بسیار مهمی در میزان اضافه ولتازها دارا می باشد. وصل اولیه در کلید های قدرت زمانی روی می دهد که پس ازفرمان وصل دو کنتاکت کلید شروع به نزدیک شدن به هم کرده و هنگامی که سطح عایقی قابل تحمل دو کنتاکت کلیدکمتراز اختلاف ولتاژ دو سر کلید قوسی بین آنها برقرار می شود نتایج نشان میدهد که وقتی توزیع آماری کلیدزنی را گاوسی در نظر میگیریم مقادیر اضافه ولتاژها بیشتر است اما مقادیر آن به واقعیت نزدیکتر است .

در توزیع یکنواخت با تغییر انحراف معیار مقدار پیک اضافه ولتاژها تغییر نمی کند برای مثال در مقاله مرجع۳ نشان داده شده است که پیک اضافه ولتاژ ها به ازای $\sigma = 0.2ms$ تا $\sigma = 0.7ms$ در توزیع یکنواخت برابر ۲,۰۵٤ پریونیت است وتغییر نمی کند اما در توزیع گاوسی این مقدار تغییر میکند.

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

۹- بیشترین تاثیر بر کاهش اضافه ولتاژ ها را نسبت به سایر پارامتر های خط را برقگیر دارد .

برقگیرها از اساسی ترین و بنیادیترین وسایل حفاظتی تجهیزات خطوط انتقال در مقابل اضافه ولتاژ ها هستند و نسبت به سایر وسایل حفاظتی بهترین حفاظت را انجام می دهند و بیشترین مقدار حذف امواج گذرا را فراهم می کند . باتوجه به مقادیر مشخص است که در حالت بدون برقگیر بیشترین مقدار اضافه ولتاژ ها را داریم و از مقادیر سطوح استاندارد ولتاژ بیشتر است. در حالت دوم با قرار دادن یک برقگیر میانی در فاصله ۸۰ کیلومتری محل کلید زنی که پیک اضافه ولتاژ در آن وجود دارد مقدار ماگزیمم ولتاژ حدود ۷۰ کیلو ولت کاهش می یابد.

WikiPower.ir

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

۱۰- هر چه طول خط بیشتر باشد اضافه ولتاژ بیشتر است.

مشخص است که با افزایش طول خط ظرفیت خازنی خط بیشتر و در نتیجه مقدار اضافه ولتاژ ها بیشتر میشود.از طرفی دیگر طول خط مستقیما" فاصله زمانی لازم جهت انتقال و انعکاس موجها را در طول خط مشخص می سازد .این فاصله زمانی از لحظه بروز قوس و ظهور ولتاژ گذرا تا لحظه انعکاس مجدد آن را به محل کلید شامل می شود چنانچه موج انعکاسی در لحظه حداکثر ولتاژ گذرا و به فاصله چند میلی ثانیه پس از لحظه طرح جریان به محل کلید مورد قطع و وصل برخورد نماید دامنه موج اضافه ولتاژ حداکثر خواهد بود. با پیش بینی ایستگاههای واسطه و افزایش نقاط قطع و وصل موجب می شود تا طول خط بین ایستگاهها کاهش یابد وظرفیت خازنی خط کمتر شود ودر نتیجه مقدار اضافه ولتاژ ها کمتر خواهد بود.

WikiPower.ir

مراجع :

کتاب:

۱-اضافه ولتاژ های قطع و وصل در شبکه انتقال انرژی با ولتاز بالا-مهندس طهماسبقلی شاهرخشاهی- انتشارات امیر کبیر- سال ۱۳٦۸

۲-وصل مجدد اتوماتیک در خطوط انتقال انرژی با ولتاژ بالا - مهندس طهماسبقلی شاهرخشاهی-سال انتشار ۱۳٦۰

۳-مبانی بررسی سیستم های قدرت(۱)-استیونسون- ترجمه مهندس موسوی امیر قلعه نوی-انتشارات خراسان-چاپ سوم-

٤-طراحی الکتریکی خطوط انتقال نیرو-قدرت الله حیدری

۵-آمار و احتمالات مهندسی -دکتر نادرنعمت الهی -انتشارات دالفک-چاپ سوم

6-The Electrical Engineering Handbook Series
Series Editor
Richard C. Dorf
University of California, Davis

7-Power Systems Transients in
Lou van der Sluis
Delft University of Technology
The Netherlands

8-Computation of Power – system transient
J.P- Bickford

مقالات و کاتالوگ :

1- Simulation and Analysis of the Effect of Single- Pole Auto-reclosing on HV Transmission Lines Switching Overvoltages- Ehsan Abbasi, Heresh Seyedi, and Kai Strunz

2- Application of Transmission Line Surge Arresters to Reduce Switching Overvoltages- H. Seyedi, M. Sanaye-Pasand, M. R. Dadashzadeh

3- Comparison of Statistical Switching Results Using Gaussian, Uniform and Systematic Switching Approaches – Juan A.Martinez , Ernst Camm

4-IEC Standard 71-2:1996, "Insulation coordination"

WikiPower.ir