چهارمین کنفرانس
شبکه‌های توزیع نیرو

حفاظت خطای فازبه‌زمین‌وکاربردترانس زمین برای شبکه‌های توزیع

افشین‌روشن میلادی - حسین صباوندمنفرد

شرکت برق منطقه ای‌آذربایجان

چکیده :

درشبکه های توزیع استفاده ازترانس زمین متداول است.بتوسط این وسیله تشخیص خطاهای فازبه زمین در این شبکه ها امکان پذیرمی گردد . حفاظت مناسب وسریع بتوسط رله های حفاظتی وقطع قسمتهای معیوب باحداقل خاموشی از اهداف عمده طرح حفاظتی این شبکه هامی باشد .از آنجائیکه غالبا مهندسین برق در ارتباط روزمره باترانس زمین قرارندارند ، برخی مواقع نحوه استفاده از آن برای تشخیص خطاهای فازبه زمین بصورت مطلوب انجام نمی پذیرد .مقاله حاضر ،ابتدا به توصیف انواع مختلف ترانسهای زمین و ارتباط آنهاباحفاظت خطاهای فازبه زمین درسیستمهای فوق بعنوان مثالهای عملی ومطالعاتی می پردازد .درنهایت روشهای مفیدی جهت تصحیح نقایص حفاظت شبکه توزیع درمقابل خطاهای فازبه زمین ارائه می دهد .

شرح مقاله

استفاده ازترانس زمین درشبکه های توزیع عموما " شناخته شده است . به کمک این وسیله ، تشخیص خطاهای فازبه زمین وقطع حفاظتی آنهابصورت سریع وسلکتیو امکان پذیر است . درزمینه اهداف ، کاربرد ، فلسفه حفاظتی ، وانواع ترانسهای زمین مقالات ومتون فنی متعددی برشته تحریردر آمده است [۱و۲و۳و۴]واز آنجائی که تمام مسائل ترانسهای زمین دریک مرجع بطورکامل بیان نشده است ، نخست در این مقاله آرایش های مختلف آنرا بررسی وسپس دونمونه عملی کاربرد این ترانس وطرحهای مختلف اتصال زمین حفاظت اتصال زمین درشبکه توزیع مورد نقد و بررسی قرار می گیرد . علاوه براین در زمینه برطرف کردن نقائص مربوط به حفاظت اتصال زمین و کاربردترانس های زمین درسیستم توزیع چند شبنه ،راه حل مناسب ارائه شده است .

۱- گذشته ،حال ،آینده ترانسهای زمین :

دلایل استفاده از ترانس زمین برای سیستم های سه فاز زمین نشده را می توان به‌مواردزیرخلاصه کرد [۴]:

- مسیرجریان خطا برای اتصال بزمین تکفازمهیامی کند .
- دامنه اضافه ولتاژگذاری ناشی ازخطای تکفازوپدیده قوس برگشتی <۱> را محدودمی کند .
- نقطه پایداری برای زمین سیستم بوجود می آوردو ضمنا امکان تغذیه‌بارهابصورت تکفازرافراهم می سازد .

درسیستم های زمین نشده ،تشخیص و جدا کردن نقاط اتصالی فاز بزمین امکان‌ندارد .وچون درصدبالائی ازخطاهارا اتصالی فاز بزمین تشکیل می دهد ، لذادرتداوم‌برقرسانی حتی درمواقع اتصال تکفازبه زمین هیچگونه خللی وارد نمی شودولی درنهایت بایدمحل اتصالی معلوم ومورد‌مرمت قرارگیرد .بدیهی است که مشخص کردن‌محل اتصالی تکفازبه زمین باازمدارخارج کردن تک تک فیدرهاهمراه می باشدکه امری نامطلوب وتوام باصرف وقت وهزینه زیاداست .

نتیجتا ترانسهای زمین بعنوان منابع هشدار دهنده اتصال زمین ویا در صورت لزوم‌جهت قطع اتومانیک خط معیوب مورداستفاده قرار می گیرد . فلسفه حفاظتی سیستمی که ازاین وسیله بعنوان عضوی ازشبکه توزیع استفاده می کند عبارتند از :

- سیستم بایددرمقابل اتصالی های ترانس زمین حفاظت شود بطوریکه خارج شدن اتومانیک هرترانس زمین ،موجب جداشدن سیستم اززمین نشود .

- حفاظت پشتیبان برای اتصالی فازبه زمین فراهم گرددتادرصورتی که حفاظت اصلی بهرعنوان قادربه قطع قسمت معیوب نباشداوارد عمل گردد .

- حفاظت باید سلکتیو باشد تاقطع بی مورد قسمتهای سالم سیستم جلوگیری شود .

۲- انواع وبهره برداری ازترانسفورماتورهای زمین :

انواع ترانسفورماتورهای زمین که درشبکه انتقال وتوزیع موردبهره برداری قرارمی گیرندعبارتند از [۳]:

- ترانس زمین با آرایش " زیگزاگ "
- ترانس زمین با آرایش "ستاره زمین شده ومثلث "
- ترانس زمین با آرایش "T شکل "

ترانسهای زمین باسیم بندی زیگزاگ بسیارمتداول ترازانواع دیگرآن می باشند ،زیرا ازنظرقیمت وابعادارزانتر و کوچکترند [۳].تمامی ترانسهای زمین یک مسیربرگشتی با امپدانس کم برای جریان توالی صفردرزمان خطای فازبه زمین وبارهای نامتقارن تکفاز مهیا می کنند . علاوه براین امپدانس انواع ترانسهای زمین‌درهنگام بهره برداری عادی ومتقارن ازشبکه خیلی بالا می باشد وتحت این شرایط فقط جریان مغناطیس کننده ازآن عبور خواهدکرد .بعنوان مثال امپدانس یک ترانس زمین ازنوع " ستاره زمین شده ومثلث " درشرایط کارعادی شبکه ، همانند امپدانس یک ترانس قدرت با اتصال " ستاره مثلث " است که درحالت بی باری ،تحت تانسیون قراردارد .

---

1) Re-Striking

آرایش وسیم بندی ترانس های زمین بگونه ای است که بالاجبار جریان عبوری ازنوترال ترانس (3Io) ناشی از اتصالی فازبه زمین ،بصورت مساوی بین فازها تقسیم می شود و مطابق شکل (۱) جریانهای عبوری ازفازها (Iao,Ibo,Ico) ازنظردامنه وفازبایکدیگربرابرمی باشند .

توجه داریم که دوسیم پیچ موجودبرروی هرستون هسته مغناطیسی دارای تعدادوربرابرودرخلاف جهت یکدیگرپیچیده شده اندکه دراینحالت آمپر دورهای بوجودآمده ازسیم پیچ همدیگررامتعادل ساخته ونتیجتا درمقابل عبور جریان Io امپدانس سری نسبتا کوچکی ازخودبروزمی دهند .شکل شماره (۲) عملکرد یک ترانس زمین با آرایش T شکل و مقاومت متصل به نقطه نول آنرا دراتصالی فازبه زمین نشان میدهد .دواتوترانسفورماتور ساختمان داخلی اینگونه ترانسها راتشکیل می دهند .اتوترانسفورماتور 1 = دارای نسبت تبدیل یک به یک است ، بدین معنی که تعدادوورمساوی ازسیم پیچ درطرفین سرمشترک آن قراردارد . ولی درترانسفورماتور 2 = یک سیم پیچ با دوبرابر دور درطرف دیگر سر مشترک موجوداست. درنتیجه باتوجه به تئوری اتوترانسفورماتورهاجریان 3Io ،بالاجبار بطورمساوی بین فازها تقسیم می شود و این مشابه همان اثری است که درترانسهای زمین زیگزاگ ویاستاره زمین شده باثانویه مثلث مشاهده می شود .

شکل های (۳)و (۴) آنالیزساده ای ازاتصالی فازبازمین وجریانهای عبوری ازطریق شبکه ، ترانس قدرت و ترانس زمین با سیم بندی زیگزاگ و ستاره مثلث بانول زمین شده را بترتیب نشان می دهد .همه جریان اتصالی ناشی ازبرخورد فاز A بازمین .ازمقاومت نقطه نول ترانس زمین به طرف سیستم جاری می شود ـــــ کل جریان خطا ازتک تک ستونهای ترانس زمین عبور خواهدکردو همانطوریکه مشاهده می شودزمانی که از یک ترانس قدرت با نسبت تبدیل یک به یک استفاده شوددرطرف اولیه از دو فاز ـــــ جریان اتصالی واز فاز سوم جریانی عبورنمی کند .

باتوجه به تجزیه وتحلیل انجام شده ملاحظه می شود که وسایل حفاظتی موجود در طرف اولیه ترانسهای قدرت برای مثال رله های جریان زیاد ، بطور مطلق هیچ حفاظتی را برای خطاهای تکفاز با زمین درطرف ثانویه بنابه سه دلیل زیربوجود نمی آورند :

- دامنه جریان اتصالی بدلیل امپدانس سیم پیچ ترانس زمین ومقاومت نقطه نول کوچک می باشد .
- دامنه جریان اتصالی درفازهای اولیه باضریب نسبت به کل جریان اتصالی در طرف ثانویه کاهش داده می شود .
- بعلاوه جریانهای طرف اولیه متناسب بانسبت تبدیل ترانس قدرت نیز کاهش می یابد .درشکل (۴) مشاهده می شود که سیم پیچ مثلث طرف ترانس زمین مسیربسته ای برای عبورجریان توالی صفرافراهم می آورد .

۴- موقعیت ترانس زمین ونحوه مشارکت آن درامرحفاظت :

شکل های (۵)و (۶) دوروش اتصال ترانسهای زمین به سیستم زمین نشده رانمایش می دهند .درشکل (۵) ترانس زمین ازطریق کلیدانحصاری به شینه متصل شده است ودرصورت بروز اتصالی فازبزمین درفیدرخروجی پست رله اتصال زمین مربوط به فیدر فوق می بایستی خطارا تشخیص و فرمان قطع کلید مربوطه (کلید C) صادرکند .خطای فازبه زمین مابین ثانویه ترانس قدرت وکلید B توسط رله اتصال زمین 50/51N کلید فوق تشخیص وفرمان قطع کلید B راصادرمی نمایدوبدلیل اینکه این رله فقط برای خطاهای فازبه زمین دراین محدوده تحریک می شود نیازی به هماهنگی بارله دیگر سیستم ندارد و می توان آنرا بطور مستقل درحداقل تنظیم جریانی <۱> ، زمانی <۲> و لحظه ای قرارداد .

---

1) Minimum Tap 2) Time dial

وقوع اتصال فازبه زمین برروی باسبار طرف فشارضعیف توسط رله اضافی جریان نقطه نوترال ترانس زمین (51N) تشخیص و فرمان قطع کلید A را صادر می نماید . این موضوع برای خطاهای فاز بزمین درفیدرهای خروجی که نتوانند بتوسط کلید مربوطه برطرف گردد نیزرخ می دهد .اتصالی های داخلی ترانس زمین می توانند توسط رله اضافه جریان حفاظتی مربوط به آن (50) تشخیص داده شده وفرمان قطع برای کلید D را صادر کنند که سیستم از این لحظه به بعد بصورت زمین نشده به فعالیت خود ادامه خواهد داد وتحت اینگونه شرایط ترانس زمین در حداقل زمان ممکن بایستی تحت تعمیر قرار گرفته و یا تعویض گردد .

شکل شماره (۶) حالت متداول اتصال ترانس زمین درشبکه توزیع آذربایجان را در طرف ثانویه ترانسهای قدرت نشان می دهد .این ترکیب زون حفاظتی مشترک رابرای ترانسها بوجود می آوردبدین معنی که بروزهرگونه خطادر ترانس زمین موجب قطع کلید A می شود و در نتیجه هر دو ترانس را از مدارخارج می نماید .این نوع آرایش تضمین می کند که ثانویه سیستم درحالت بهره برداری بصورت زمین شده باقی بماند اما این اشکال رانیزدارد که با اتصالیهای ترانس زمین کل سیستم بی برق خواهد شد .همای حفاظتی اضافه جریان ترانس زمین در هر دو آرایش فوق یکسان می باشد . رله اضافه جریان تکزمانه <1> (51N) واقع درنقطه نول ترانس هر دو نقش رله اصلی و پشتیبان را بسته به موقعیت وقوع اتصال های داخلی ترانس زمین توسط رله اضافی جریان آنی (50) که بسیارحساس است تشخیص داده می شود .رله به فازتوسط ترانسهای جریان با آرایش ثانویه مثلث تغذیه می شود .درضمن هیچ احتیاجی به هماهنگی با سایر رله هانداشته و عبورهیچ جریانی ناشی ازخطاهای خارج از زون حفاظتی ترانس زمین را احساس نمی کند . بدین صورت که برای اتصالی های خارج اززون حفاظتی ، جریان منتجه Io درثانویه ترانسهای جریان که بصورت مثلث بسته شده اند ،گردش کرده وبه رله فوق وارد نمیشود .بتعیین نسبت تبدیل ترانسهای جریان به فاکتورهای متعددی از قبیل مقدار جریان Io ، تنظیم های مختلف جریانی رله های حفاظتی ،دامنه جریانهای اتصالی داخل ترانس زمین و امکان ارتباط با دیگر ترانسهای جریان موجود در سیستم بستگی دارد .

۵- قدرت نامی ترانس زمین :

همانگونه که قبلا ذکرشد شبکه های زمین نشده معمولا توسط ترانسهای مخصوص با زمین مرتبط می شوند .این ترانسها برای مدت زمان کوتاه جریان قابل ملاحظه ای (ناشی از اتصال فازبه زمین)ازخود عبور خواهند داد . بنابراین ابعاد و قیمت آنها درمقایسه بایک ترانسفورماتور قدرت باکیلوولت آمپریکسان کمتر میباشد . درمواردی که سیستم حفاظتی اتصال زمین مورداستفاده قرار می گیرد ترانسهای زمین نصب شده بایدبتوانندجریان اتصالی تکفازرابرای مدت زمان بین ۱۰ الی ۶۰ ثانیه تحمل کنند . قدرت نامی که ترانسهای زمین برای مدت کوتاهی <2> آنرا تحمل می کنند ، برحسب کیلوولت آمپر برابر است با حاصلضرب ولتاژ فاز بازمین درجریان نامی نقطه نوترال آنها .

برخی از ترانسهای زمین برای تغذیه بارهای تکفاز موجودمورداستفاده قرارمی گیرند که اینگونه ترانسها با توجه به کاربرد خاص خود باید توانائی تحمل قدرت نامی رابرای مدت زمان طولانی داشته باشند .

درصورت استفاده از مقاومت اهمی درنقطه نوترال ترانسهای زمین ، ولتاژنامی کاربرای آنهامعادل ولتاژشبکه بخش ۳ است.مقدار اهمی این مقاومتها درمحدوده ایست که جریان عبوری از آن علاوه بر تحریک سیستم حفاظتی امکان ایجادصدمات حرارتی رابسوجودنیاورد .این مقاومتهازمانی که باسیستم حفاظتی اتصال زمین بکارمی روند باید برای پریود زمانی معین ،تحمل جریان اتصال کوتاه راداشته باشند .(برای مثال ۱۰ الی ۶۰ ثانیه).

---

1) Single Time - Over Current Relay 2) Short Time Rating

۶- مطالعه طرح حفاظتی شبکه توزیع

این بخش به مطالعه یک سیستم عملی حفاظت درمقابل خطای فازبه زمین وتواقص احتمالی آن برای یک شبکه توزیع ۲۰KV می پردازد .بمنظور ساده وتک خطی شبکه مورد نظر در شکل ۷ آمده است . تمامی کلیدهای قدرت ۲۰KV درحالت بهره برداری عادی شبکه بسته میباشند وترانسفورماتورهای قدرت T2،T1 بایکدیگر موازی هستند . کل فیدرهای خروجی سیستم ۶ عدد میباشد که هرکدام بین ۳ الی ۱۰ مگاوات توان مصرفی دارند . دراین طرح یک ترانس زمین (G.T) مسیرتغذیه جریان 3Io را تامین میکند . این وسیله دارای اتصال زیگزاگ ویک مقاومت ۱۳/۵ اهمی درنوترال خود میباشد . کلیه حفاظتهای اتصال زمین برای یکی ازورودیها <1> ومصرف کننده‌ها ، وترانس زمین درشکل نشان داده شده است . برای پی بردن به نحوه عملکردرله‌های حفاظتی شبکه فوق ،چندین اتصال کوتاه فرضی درنقاط سیستم درنظر گرفته شده است .

۶-۱ - اتصال زمین درنقطه ۱ : برای اتصالی های ما بین ترانس قدرت و کلیدمربوط به آن ،رله حفاظتی جریان زیاد زمین ترانس <2> یک ، تحریک می شود وکلید (M-A) راقطع خواهد کرد وثانویه ترانس یک از زمین جدا خواهد شد که برای رفع عیب لازم است کلید طرف ۱۳۲ کیلوولت بطوردستی قطع شود .

۶-۲ - اتصال زمین درنقطه ۲ :باتوجه به سیستم حفاظتی نشان داده شده ، هیچ رله ای ،اتصال کوتاههای تکفاز روی شین های A و B را پوشش نخواهدداد . دراین حالت رله جریان زیاد نقطه نوترال ترانس زمین <3> جریان خطای 3Io را تشخیص داده وبعد ازمدت زمان تنظیم شده ،باقطع کلید (M-B) ترانس زمین وترانس قدرت شماره ۲ را همزمان از مدارخارج خواهد کرد . بدلیل اینکه دراین لحظه ترانس زمین ازشبکه جداشده است تمام جریانهای ممکن اتصالی قطع می شوند . بعلاوه درمدت زمانی که اتصالی پایداراست ولتاژ دو فاز سالم نسبت به زمین به مقدار ۲۰ کیلوولت افزایش می یابد . بنابراین یک عایقبندی اضافی باضریب ۳ برای تجهیزات موردنیاز است . درغیراینصورت احتمال صدمه دیدن تجهیزات ناشی ازضعف عایقی وجودخواهدداشت واحتمال تبدیل شدن اتصالی به دوفازوجوددارد .دراین صورت کل شبکه وفیدرهای خروجی بی برق خواهدشد .لذا برای مقابله باخرابی احتمالی تجهیزات ناشی ازاین مسئله می توان فرمان قطع رله جریان زیاد نقطه نوترال ترانس زمین را به کلیه کلیدهای ورودی شبکه ۲۰ کیلوولت وصل کرد (M-A و M-B) . دراینصورت بابی برق شدن کلیه فیدرهای خروجی ،این طرح نیزعاری ازاشکال نمی باشد .

۶-۳ - اتصال زمین درنقطه ۳ : درسیستم موجوداگر اتصالی روی فیدرهای خروجی اتفاق افتدبتوسط رله جریان زیاد زمین فیدر <4> کلیداصلی آن قطع واتصالی برطرف گردد . در لحظه اتصالی ، جریان متنجه 3Io توسط رله اتصال زمین ترانس زمین نیز احساس می شود .باین رله اتصال زمین فیدر سریعتر عمل می کند وبنابراین بارله اتصال زمین ترانس زمین هماهنگ است .درمواقعی که رله مربوط به فیدریاکلیدقدرت مربوطه براثر اشکال الکتریکی یامکانیکی قادر به قطع مدارنشود رله اتصال زمین ترانس زمین بعدازسپری شدن زمان معین ، کلیدمربوط به خودراقطع می کندواین موضوع مشکل عنوان شده برای خطا در نقطه ۲ را ابتدا عی می کند .

۶-۴ - اتصال زمین درنقطه ۴ : خطاهای تکفاز روی شینه ترانس زمین توسط رله جریان زیادترانس زمین تشخیص داده شده و هرترانس راازمدارخارج می سازد . درنتیجه سیستم ۲۰ کیلوولت اززمین ایزوله می گردد وبرای اضافه ولتاژهای گذرادرمدتی که عیب رفع نشده باشد مستعدمی باشد . مشکلات عنوان شده برای بروز خطادرنقطه ۲ در اینجانیزدیده می شود .

---

1) Incomming 2) Trans.Over current Ground Relay
3) GND. Trans. Over Current Ground 4) Feeder Over Current Ground

۷- تصحیح سیستم حفاظتی وتحلیل آن :

شکل ۸ بتفصیل جزئیات تصحیح شده حفاظت اتصال زمین برای شبکه ۲۰ کیلوولت شکل (۷) را نشان می دهد . جهت جلوگیری از پیچیدگی نقشه فقط حفاظت اتصال زمین برای یکی ازدوباس اصلی بتصویردر آمده است .شاخص ترین تصحیحی که درسیستم فوق داده شده است استفاده از دو عدد ترانسفورماتور زمین می باشدکه هرکدام به طوری یکی از ترانسهای قدرت متصل است .آرایش حفاظتی وتجهیزات باس دیگر ،همانندباس B می باشد . بررسی شکل (۸) نشان می دهد که آرایش حفاظتی اضافه جریان زمین پیچیده تر شده اند . ترانسهای جریان اضافه شده درطرفین کلیدباس بکشن (BT-1)درارتباط باترانسهای جریان فیدرورودی قرار دارندودرمسیر آنهایک ترانس جریان کمکی <1> نیزموجوداست .

حفاظتهای اتصال فاز به زمین درآرایش جدیددارای چندین مزیت نسبت به آرایش قبلی میباشند .برای درک این مطلب درشکل ۸ محل ۴ خطای تحلیل شده قبلی رابررسی می کنیم .

- اتصالی درنقاط ۱ و ۴ : درآرایش جدید، عملکرد سیستم در مقابل اتصالی های نقاط ۱ و ۴ یکسان می باشدوله جریان زیادترانس زمین توانائی تشخیص خطار اخواهدداشت وفرمان قطع برای ترانس قدرت وترانس زمین توسط این رله با قطع کلیدهای (M-B) وطرف اولیه ترانس قدرت ،توسط این رله صادر می شود .بنابراین ترانس قدرت وزمین مربوطه از مدار جدا شده ولی شبکه توزیع بصورت زمین شده بکارخودادامه خواهد داد واین رله نیازی به هماهنگی بادیگر رله هانداردو می توان آنرا بسیارحساس وبا حداقل زمان تنظیم کرد .

- اتصالی درنقطه ۲ : در ترکیب جدید ،خطاهای باس بارتوسط رله جریان زیاد باس بار "B" <۳> تشخیص داده می شودووقتی زمان لازم برای رله فوق سپری شداین رله فرمان قطع برای کلیدهای (M-B) و (BT-1) صادرمی کند .بنابراین خطا ایزوله می شودونیمی ازمصرف کننده ها از مدارخارج می شوند امابقیه مصرف کننده هابایک سیستم زمین شده تغذیه خواهندشد .

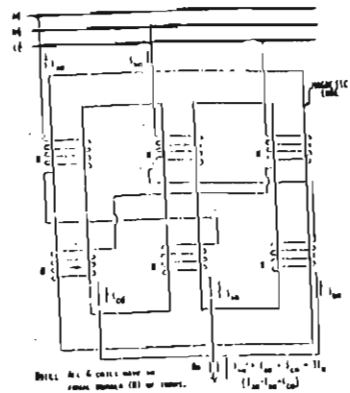
- اتصالی درنقطه ۳ : تشخیص و جدا کردن اتصالی درفیدرهای خروجی توسط رله اضافی جریان زمین مربوط به هرفیدرصورت می پذیرد .دراین ترکیب حفاظتی ، اگررله فوق معیوب باشدویابه هردلیل کلید مربوطه فیدررا قطع نکند خطای موجود توسط رله پشتیبان جریان زیاد باس بار تشخیص داده می شودوباس مربوطه بی برق خواهدشد . بهرجهت وجوددوترانس زمین این اطمینان را افزایش خواهددادکه ازدست دادن یکی از آنهاسیستم رابدون زمین نخواهدکرد .

۸- نتیجه گیری :

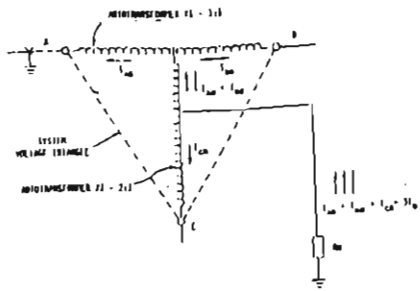
این مقاله ضمن خلاصه کردن انواع ترکیب ترانس های زمین درسیستم های قدرت سعی براین داردتاروشهای مختلف بهره برداری از آن رامورد بررسی قرار دهد .

---

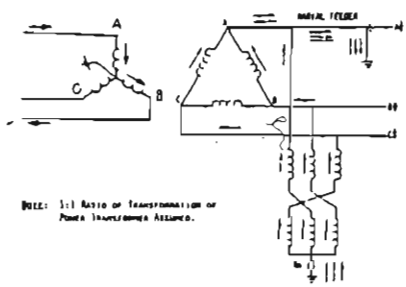
1) AUX. Current Trans. 2) Bus-B- Over Current Relay



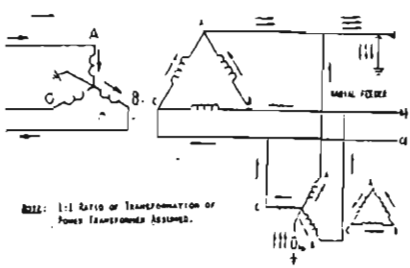
شکل ۱: نحوه اتصال ترانس زمین با اتصال زیگزاگ



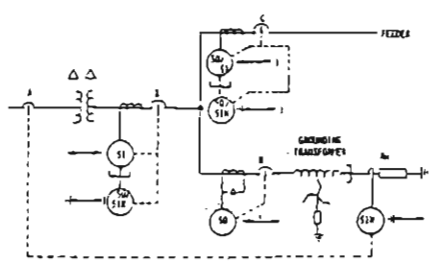
شکل ۲: نحوه اتصال ترانس زمین با اتصال "Z"

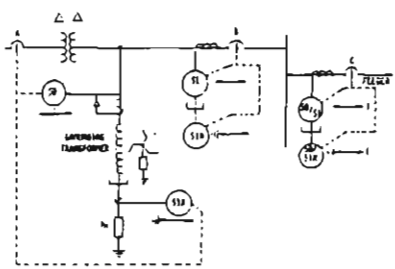


شکل ۳: بررسی ساده سیر صور جریان با فرض یک خطای فاز به زمین در شبکه یک ترانس قدرت و ترانس زمین با آرایش زیگزاگ

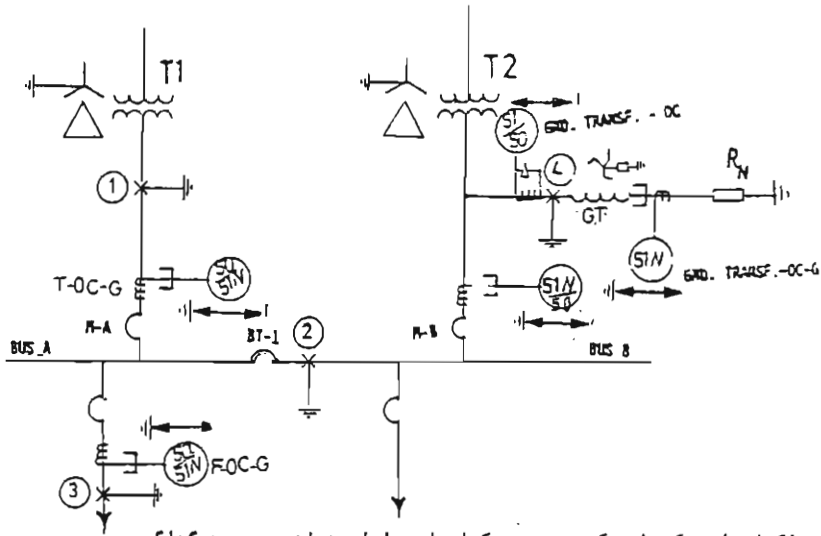


شکل ۴: بررسی ساده سیر صور جریان با فرض یک خطای فاز به زمین در شبکه ترانس قدرت و ترانس زمین با آرایش ستاره - مثلث

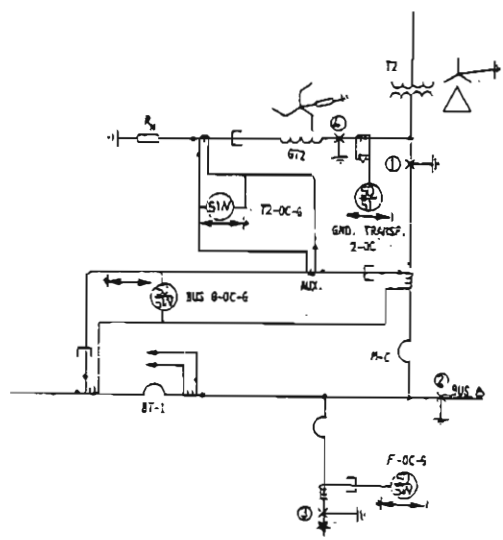




شکل ۵: یک روش متداول اتصال ترانس زمین به سیستم ۲۰ کیلوولت و بالاتر شکل ۶: یک روش جایگزین اتصال ترانس زمین به سیستم ۲۰ کیلوولت و بالاتر



شکل ۷: دیاگرام ساده تک خطی یک سیستم ۲۰ کیلوولت دارای ترانس زمین زیگزاگ وحفاظت اتصال زمین



شکل ۸: قسمتی از یک سیستم ۲۰ کیلوولت شکل ۷ با آرایش تکمیل نشده حفاظت اتصال زمین

برروی یک شبکه عملی دوباسه واستفاده ازیک ترانسفورماتور زمین با ترکیب زیگزاگ روی شینه ۲۰کیلوولت زمین نشده بحث وبررسی شده است . حفاظت اتصال زمین وترکیب رله های حفاظتی برای خطاهای نقاط مختلف موردنقدوبررسی قرار گرفته است. درانتها سعی براین بوده که با استفاده از دوترانس زمین وتغییردر ترکیب حفاظتی اتصال زمین قابلیت اطمینان سیستم افزایش یابد ، چنانکه قرار دادن حفاظت ترانس زمین وترانس قدرت دریک زون حفاظتی مشترک اپتیمم سیستم حفاظتی رابرروی پستهای فوق توزیع به همراه خواهدداشت ،ترجیحا " اتصال ترانس زمین مستقیما " به خروجیهای ترانس قدرت مزایای بیشتری نسبت به استفاده از آن برروی باس باروقراردادن یک حفاظت مستقل برای آن خواهدداشت .

۹ـ منابع

1) Electrical T & D Refrence Book Westing bouse electric Corp. 1964

2) IEEE Recommended practice for Grounding IEEE std 142, 1972

3) Grunding Transformer Application & protection schemes, Edson R.Detjen,IEEE TRAS. Industery App.Vol 28,NO 4, 1992

4) Protective Relay Application Guide, GEC.