سیزدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق
۱۱و ۱۲ اردیبهشت ۱۳۸۷- گیلان

بررسی علل قطع همزمان فیدرهای 20 KV در پستهای فوق توزیع

حسن قنبرزاده
شرکت برق منطقه ای گیلان

کلید واژه : قطع همزمان ، حوادث ثانوی ، اضافه ولتاژ

خلاصه مقاله : قطع همزمان چند فیدر توزیع در پستهای فوق توزیع یکی از مسائل مهم ازدیاد تعداد خروجهای خودکار در سطح فیدرهای خروجی 20 KV و با لطبع افزایش میزان انرژی توزیع نشده و نارضایتی مشترکین از یک سو و کاهش عمر مفید کلیدها و افزایش دفعات سرویس و افزایش هزینه تعمیرات و نگهداری می گردد . لذا در این مقاله سعی شده عوامل مختلف که باعث بروز چنین حادثه ای می شود شناسایی شود . البته این بررسی ها برای سیستم مبتنی بر حفاظت جریانی صورت گرفته است که عمده سیستم حفاظت فیدرهای فشار متوسط شبکه کشور بدینگونه می باشد بطور خلاصه ۱ – نقش رله های حفاظت جریان اضافی و اتصال زمین با زمان عملکرد ثابت ۲- ایجاد جریان نامتعادل خازنی در اثر اتصالی فاز به زمین و عملکرد رله های E/F فیدرهای سالم ۳- امپدانس ترانس نوترال و سیستم زمین و نقش آن در بروز اتصالی ثانویه روی فازهای سالم سایر فیدرها مورد بررسی قرار می گیرد . و در نهایت روشهایی که بتوان با بکارگیری از آن روشها تعداد اینگونه حوادث را کاهش داد ارائه می شود .

مقدمه : یکی از مسائل مهم پیش روی صنعت برق همانا تامین برق مطمئن با کیفیت مناسب پارامترهای الکتریکی و همچنین مداومت آن می باشد . بعنوان یک شاخص برای سنجش میزان بی برقی مشترکین نرخ انرژی توزیع نشده مهمترین شاخص می باشد که بهتر نمودن و در واقع کوچک نمودن این شاخص نیازمند اقدامات مختلفی در بخشهای مختلف صنعت برق از جمله تولید ، انتقال و توزیع انرژی می باشد یکی از مسائل مهم در بخش توزیع که می تواند کمک موثری به بهبود این شاخص نماید کاهش تعداد خروجهای خودکار فیدرهای فشار متوسط 20 KV است که تلاشهای زیادی در سالهای اخیر در این راستا از طریق پروژه های بهینه سازی و اصلاح شبکه توزیع و سایر موارد صورت گرفته در میان خروجهای خودکار ناشی از حادثه دسته ای از خروجها همزمان با بروز حادثه در یک فیدر در سایر فیدرهای مجاور یا منشعب از یک پست می باشد که بدون بروز یک حادثه طبیعی از مدار خارج می شوند و از یک سو موجب بی برقی مشترکین و از سوی دیگر در اثر افزایش تعداد خروجهای خودکار یک فیدر باعث کاهش طول عمر تجهیزات و افزایش دفعات سرویس و نگهداری و بالطبع افزایش هزینه های نگهداری می شوند . هدف از این مقاله شناخت عوامل ایجاد خروجهای ناخواسته و استفاده از روشهایی جهت حذف و یا کاهش آنها می باشد . این

مقاله عمدتاً براساس بررسیها و اقدامات انجام شده در پست 63/20 KV بی بی حوریه در شهرستان انزلی تهیه گردیده است .

شرح مقاله : بروز اتصالی چه بصورت فاز به فاز یا فاز به زمین در شبکه انتقال و فوق توزیع و توزیع امری اجتناب ناپذیر است علی الخصوص در شبکه هوایی و در شبکه انتقال و فوق توزیع با توجه به اهمیت و تجهیزات حفاظتی بکار رفته و استفاده از حفاظت امپدانسی (رله های دیستانس) و سیستم تله پروتکشن سعی بر آن است که بروز خطا در زمان حدود ۵۰ میلی ثانیه از سیتم پاک و ایزوله شود ولی در شبکه توزیع فشار متوسط بدلیل گستره آن و وجود شبکه تار عنکبوتی سطح حفاظت معمولاً محدود به رله های اضافه جریان و اتصال زمین می باشد و قطعاً حساسیت و سلکتیویته چنین سیستمی نمی تواند به اندازه درجه حفاظت شبکه انتقال باشد و همچنین زمان پاکسازی خطا و ایزوله کردن خطا بیش از ۵۰ میلی ثانیه شبکه فوق توزیع و انتقال می باشد و بطور متوسط مقدار حداقل آن به ۰/۳ ثانیه می رسد و گسترش حادثه در شبکه توزیع و منجر به خروج ترانس در پستهای فوق توزیع و همچنین سایر فیدرها می گردد . حتی اگر شبکه فشار متوسط توزیع بصورت شعاعی باشد . امری است که اگر دقت لازم در تنظیمات و بکارگیری مناسب رله های حفاظتی و شرایط فیزیکی شبکه صورت نگیرد به دفعات اتفاق می افتد . لذا باید عوامل بوجود آورنده شرایط قطع همزمان چند فیدر در اثر بروز اتصالی روی یک فیدر شناسایی و راهکارهایی را برای مقابله با این شرایط به کار بست با انتخاب یک پست نمونه که بیشترین دفعات خروج همزمان را به همراه داشته و نصب سیستم رکوردر روی دو فیدر که بیشترین سابقه قطع همزمان را داشته اند نتایج زیر حاصل گردید . لازم بذکر است که روی فیدرها رله های جریان اضافی و اتصال زمین استاتیکی با زمان عملکرد ثابت نصب بوده است .

الف) بررسی آماری حوادث نشان می دهد که قطع همزمانی محدود به خطوط موازی و چند مداره نمیشود

ب) بروز اتصالی فاز به زمین در یک فاز یک فیدر باعث ایجاد جریان باقیمانده در فیدر دیگری که خط آن موازی فیدر اولی بوده شده است .

ج) اضافه ولتاژ در فازهای سالم مشاهده گردید و پس از زمان کوتاهی جریان اتصالی در فیدر دیگری مشاهده شده است .

د) تعویض رله ها از نوع زمان ثابت با نوع زمان معکوس باعث کاهش آمار خروج های همزمان شده ولی همچنان خروجهای همزمان به وقوع می پیوندد .

جمع بندی اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را بدست می دهد .

حالت ب) یعنی مشاهده جریان باقیمانده در فیدرهای که طول خط آنها زیاد بوده اتفاق افتاده که نشان دهنده جریان خازنی در اثر عدم تعادل ولتاژ می باشد زیرا در اثر اتصال یکفاز به زمین و صفر شدن ولتاژ آن فاز باعث می شود ولتاژ آن فاز در سایر فیدرهایی که از طریق باسبار به هم متصل هستند صفر شود لذا جریان خازنی در اثر این ناتعادلی بوجود می آید و از آنجائیکه رله های حفاظتی E/F برای استارتر بسته به سطح اتصال کوتاه و امپدانس ترانس نوترال و ظرفیت و تعداد ترانسهای توزیع موجود روی فیدر بطور میانگین روی ۰/۱۵ جریان نامی استارت می شوند . مثلاً در یک فیدر با ترانس جریان ۱۵۰ A یا ۲۲/۵ A جریان ناتعادلی رله E/F استارت می شود و چون رله مربوط از نوع زمان ثابت بوده پس از سپری شدن زمان تنظیم شده روی رله که حدوداً مساوی فیدر دارای اتصالی بوده همزمان آن فیدر این فیدری که اتصالی نداشته قطع می گردد و علیرغم اینکه فیدر اولی ممکن بوده دارای جریان اتصالی بالا حدود ۶۰۰ آمپر باشد ولی بدلیل زمان ثابت بودن رله این فیدر نیز قطع شده که با تعویض رله و نصب رله های زمان معکوس از آنجائیکه فیدری که دارای اتصالی بوده و جریان اتصالی آن بالا بوده در زمان بسیار کوتاهتری نسبت به این فیدری که جریان ناتعادلی داشته از مدار خارج می شود . و با قطع کلید و ایزوله شدن خطی که دارای اتصالی بوده ولتاژ به حالت متعادل برمی گردد و لذا جریان فیدر سالم متعادل شده و رله آن ریست می شود و به این دلیل بود که پس از تعویض رله مطابق حالت د) این نوع خروجهای ناخواسته برطرف شده و از تعداد قطعیهای خودکار همزمان تا اندازه ای کاسته شده . البته در شرایطی که طول خط بگونه ای باشد که با تنظیم جریان استارتر رله های زمان معین بتوان میزان Is رله های اتصال زمین را بگونه ای تنظیم کرد در اثر جریان ناتعادلی خازنی تحریک نشود نیازی به تعویض رله نخواهد بود . در غیر اینصورت در فیدرهایی که طول خط آنها و یا مجموع طول خطوط منشعب از آن فیدر بیش از حد مجاز باشد فقط نیاز به تعویض رله و استفاده از رله هایی با منحنی عملکرد زمان معکوس مانند استاندارد اینورس SI استفاده کرد .

در هر صورت پس از انجام چنین اصلاحاتی باز هم مشکل قطع همزمان فیدرهای 20 KV وجود داشت هرچند که از تعداد آن کاسته شده بود لذا برای تحلیل مانده خروجها با توجه به نتایج

بند الف) و ج) به بررسی حالات و شرایط مختلف بـروز اضـافه ولتاژ در شبکه توزیع می پردازیم .

با توجه به نتایج بدست آمده از ثبات نصب شده روی فیدرهای توزیع پس از تعویض رله ها و منحنی های جریان و ولتاژ ثبـات نشان دهنده بـروز اضـافه ولتـاژ شـدید در پـاره ای از مواقـع و همچنین بروز اتصالی ثانویه در فیدرهای سالم مشاهده گردید . همانطور که می دانیم اضافه ولتاژهای موقت در پی بروز عیـوب فاز ـ زمین بستگی به جریان عیب فـاز ـ زمـین داشـته کـه در شبکه های با سیم پیچ ثانویه مثلث در پسـتهای فـوق توزیـع و سیستم نول ایزوله در شبکه 20 KV با عدم برقـراری جریـان عیب و یا صـرفاً برقـراری جریـان خـازنی ولتـاژ بـه طـور قابـل ملاحظه ای تا بیش از ولتاژ خط افزایش می یابد امـا در شـبکه توزیع فشار متوسط بـرای اجتنـاب از چنـین حالـت از تـرانس نوترال استفاده می شود با توجه بـه رابطـه امپـدانس همـوپلر و جریان هموپلر $ZO=\frac{Uph-E}{Io}$ در نتیجـه میـزان جریـان همـوپلر 3Io به امپدانس هموپلر مسیر عبور جریان بستگی دارد و قطعاً با افزایش امپدانس جریان کاهش پیدا کرده و افزایش ولتـاژ در فازهای سالم بیشتر می گردد .

از آنجائیکه آزمایش عملی این تغییرات و بررسی میزان تاثیر آن در یک شبکه واقعی به سادگی امکان پذیر نیست لذا با استفاده از نرم افزار مطلب و یک شبکه نمونه کوچک مطابق شکل ۱ بـه بررسی تاثیرات عوامل مختلف که در افزایش امپدانس و افزایش اضافه ولتاژهای موقت نقش دارند می پـردازیم شـبکه شـکل ۱ شامل یک مولد به قدرت ۶۰۰۰۰ KVA کـه در سـطح ولتـاژ 230 KV معـادل سـازی شـده بـه همـراه یـک تـرانس 230/20 KV بـا سـیم پـیچ سـتاره ـ مثلـث بـه قـدرت ۱۲۵ MVA که در طرف 230 KV این ترانس یک بار معادل ۱۰ MW در نظر گرفتـه شـده . ثانویـه طـرف 20 KV ایـن ترانس به یک خط توزیع هوایی متصل شده و انتهـای خـط بـه یک ترانس توزیع 20/0.4 KV بـه قـدرت ۲ MVA متصـل شده و بار ۱ MW نیز در ثانویـه تـرانس توزیـع منظـور شـده است. همچنین برای برقراری جریان اتصـالی فـاز بـه زمـین در طرف 20 KV یک ترانس نوترال با سیم پیچ زیگزاک و سـتاره در نظر گرفته شده اسـت . در حالـت اول شـرایط یـک شـبکه نرمال را در نظر می گیریم طول خـط حـدود 2 km امپـدانس زمین در شرایط نرمال و یک فالت فاز به زمین روی فـاز A در نظر می گیریم در ایـن شـرایط اضـافه ولتـاژ محسوسـی اتفـاق نمی افتد و جریان Io 3 = 60 آمپـر میباشـد. مطـابق نمـودار شماره ۲ .

در حالت دوم امپدانس ترانس نوترال ۱۰۰٪ و امپـدانس زمـین Zg به اندازه ده برابر افزایش می دهیم در ایـن شـرایط حـدود ۱/۷ برابر یعنی به اندازه ولتاژ فاز بـه فـاز افـزایش ولتـاژ داریـم مطابق نمودار شماره ۳ .

در حالت سوم طول خط را به میـزان قابـل تـوجهی بـه حـدود ۲۰ km افزایش میدهیم ولـی شـرایط امپدانسـی زمـین Zg و امپدانس ترانس زمنی به مانند حالت ۱ در نظـر میگیـریم . بـه دلیل افزایش قابـل ملاحظـه ای امپـدانس مسـیر خـط جـران محدود میشود لیکن دامنه ولتاژ در روی باسبار پسـت افـزایش قابل ملاحظه ای ندارد مطابق نمودار شماره ۴.

نتیجه گیری : در شرایطی که طول خط یا فاصله محل اتصـالی کم باشد ولی امپدانس مولفه صفر مسیر عبـور جریـان اتصـالی زیاد باشد بیشترین میزان اضافه ولتاژ در باسبار ۲۰KV پسـت فوق توزیـع وجـود خواهـد داشـت و بیشـترین نقـش افـزایش امپدانش هموپولر بستگی به امپدانس ترانس نوترال و امپـدانس زمین Zg دارد .

که در این پست نمونه قبل از توسعه و افـزایش ظرفیـت پسـت ترانسهای نوترال ۳۰۰ آمپری با امپدانش ۱۱۵ اهم در هـر فـاز نصب بوده و از طرفی با توجه به محل جغرافیایی پسـت کـه در منطقه ساحلی انزلی میباشد و مقایسه مقاومت مخصوص زمین با ماسه خشک و ماسه مرطوب و خاک رس مشخص میشود که مقاومت مخصوص زمین نیز در این منطقه بـه مراتـب بـالاتر از سایر نواحی گیلان میباشد .

(مقاومت مخصوص ماسه خشک = ۱۰۰۰ اهم در متر
مقاومت مخصوص ماسه مرطوب = ۲۰۰ اهم در متر
مقاومت مخصوص خاک رس = ۱۰۰ اهم در متر)
میباشد .

لذا با توجه به موارد فوق مشخص است که بالا بـودن امپـدانس تـرانس نـوترال کـه در اسـتاندارد بـرای ترانسـهای قـدرت ۱۵ MVA میبایست ۵۰۰ آمپر در امپـدانس حـدود ۵۰ اهـم باشد و برای ترانسهای ۳۰ MVA میبایست جریان ۱۰۰۰A و امپدانس ۳۵ اهم بر هر فاز باشـد . لـذا بطـور خلاصـه میتـوان نتیجه گیری کرد که بالا بودن امپدانس مولفه صفر بطـور قطـع لااقل یکی از عوامل مهم بروز قطعی همزمان در آن منطقه بـالا بودن امپدانس مولفه صفر میباشد که روشهای کاهش آن خـود میتواند در تحقیق جداگانه ای بررسی شود لیکن بطور مشخص استفاده از ترانسهای نوترال با امپدانس کـم و ظرفیـت مناسـب کمک زیادی به کاهش این مسئله مینمایید.لازم به ذکـر اسـت که آمار اینگونه حوداث علل الخصوص در منطقه ساحلی انزلـی بسیار بیشتر از سایر نقاط میباشد .

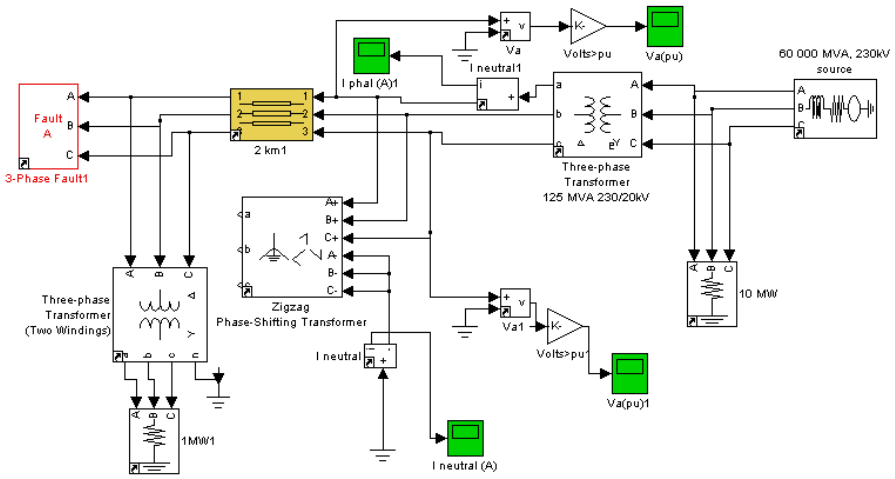
فهرست مراجع :

- ایزولاسیون و طرح ایستگاههای فشار قوی

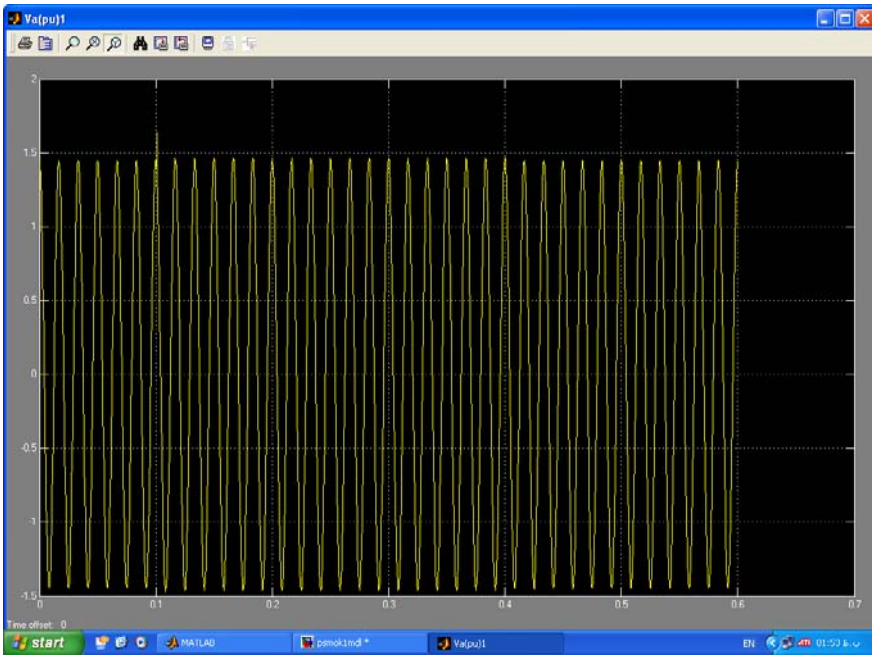
مولف : مهندس شاهرخشاهی

- بررسی سیستم های قدرت

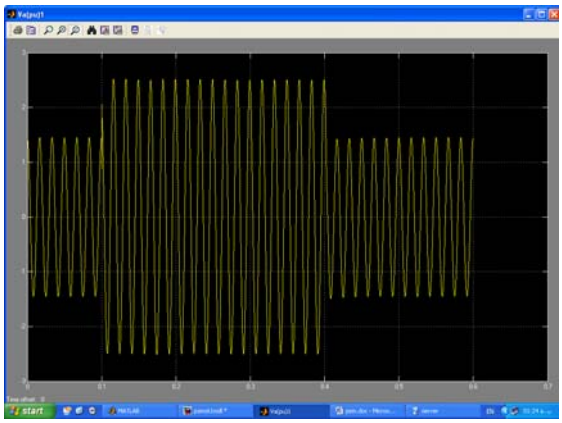
مولف : Das



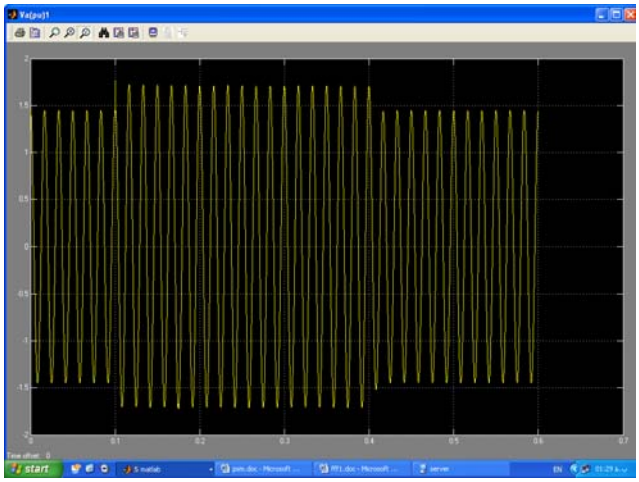
شکل ۱



شکل ۲



شکل۳



شکل ۴