بررسی علل قطع یك فاز ازشبکه 20kv وراه حل عملی جهت جلوگیری ازخسارت بتجهیزات شبکه ومشترکین

رضاکرمیان برق منطقه ای خراسان ـــ قسمت برق تربت حیدریه وخواف

چکیده

پست های توزیع برق اغلب درفواصل طولانی ازمحل مراکز اتفاقات برق واقع گردیده اند وبعلل مختلف ممکن است یك فاز ازشبکه 20kv قطع گردد ودرهمین رابطه بعلت ایجاد نوسان ولتاژ وافت ولت شدید درشبکه فشار ضعیف تازمان اطلاع مشترکین به اتفاقات وحضور مأمورین درمحل وقطع برق ورفع نقص خسارات زیادی متوجه تجهیزات شبکه ومشترکین میگردد .

دراین مقاله سعی شده است که درابتدا علل قطع یك فاز ازشبکه 20kv وسپس تأثیر آن درولتاژ خروجی ترانسفورماتور وشبکه فشارضعیف وآثار سوء آن به تجهیزات برقی مشترکین ودرنهایت راه حل جلوگیری از آن ارائه گردد .

مقدمه

انتظار مصرف کننده های انرژی الکتریکی ازتوزیع کننده ها اطمینان تغذیه وبرق با ولتاژوفرکانس ثابت می باشد . ازطرفی سیستم بایستی قادرباشد خود را به سادگی بانوسانات بارو فق دهد ودراثر مصرف انرژی الکتریکی نبایستی به اشخاص ویاتجهیزات شبکه ومشترکین صدمه وارد شود . سستم توزیع بایستی کمترین قطعی برق رابرای مشترکین داشته وقطعیها درکمترین زمان وکمترین مشترکین رادربرگیرد جلوگیری ازبروز خطا امری اجتناب ناپذیر است . لذا نصب سکسیونر ها ، کلید های قابل قطع زیربار رکلوزرها وکات اوت فیوزها درنقاط استراتژیك خط اهمیتی بسزا دارد چراکه به کمك آن ها می توان نقطه خطا را چه بصورت اتوماتیك (توسط کات اوت فیوز ویا رکلوزر) وچه دستی (قطع کلید قابل قطع زیربار ویا قطع کات اوت فیوز ویا رکلوزر) ایزوله نمود . دریك فیدر شبکه 20 kv درسر هرانشعاب معمولا" کات اوت فیوز نصب میگردد وهمچنین برای هر ترانسفورماتور نیز کات اوت فیوز نصب میشود . البته سیم فیوزکات اوت سر خط انشعابی چنان انتخاب میشود که دراثر اتصالهای ترانسفورماتورهای توزیع زود تراز کات اوت های ترانسفورماتور های توزیع قطع نکند . یکی ازعوامل عمده ایجاد نوسان وافت ولتاژ شدید درسیستم توزیع قطع یك فاز از شبکه 20 kv می باشد که معمولا" درمحلهائی بشرح زیر بروز می نماید

۱ــ عمل ننمودن یک پل ازکلید قابل قطع هوائی ویارکلوزر

۲ــ عمل ننمودن یک پل از سکسیونر

۳ ــ قطع کات اوت فیوز درسر خط انشعابی

۴ــ قطع کات اوت فیوز ترانسفورماتور توزیع

علت قطع یک فاز دراثر موارد ردیفهای ۳ و ۴ فوق الذکر را بایستی دروجود اختلالات دریکی ازسه منطقه بشرح زیر جستجو کرد .

۱ــ شبکه ۲۰ کیلوولت توزیع انشعابی (منطقه ۱)

۲ــ پست توزیع (منطقه ۲)

۳ــ شبکه فشارضعیف توزیع (منطقه ۳)

برای اینکه بدانیم بطورکلی کدامیک ازاختلالات درشبکه بیشتر اتفاق می افتد ذیلا" آماری که در آلمان برای شبکه فشارقوی تهیه شده نقل میگردد .

	ولتاژ شبکه			
	5 ــ 23 kv	24 ــ 52kv	53 ــ 120 kv	120 ــ 400kv
اتصال کوتاه	41.8%	37%	27.6%	25.2%
اتصال زمین	19.8%	23.8%	32.7%	49.6%
اتصال زمین دوبل	6.8%	8.8%	10.9%	12.2%
خطاهای مشخص شده	31.6%	30.4%	28.8%	13%
کلیه خطاهای مشخص شده = 100%	119744	8113	8472	3032

جدول فوق آماریست ازخطاهای مختلف که درشبکه فشارقوی آلمان درمدت ۷ سال ازسال ۱۹۴۹ تا ۱۹۵۵ بوجود آمده است علل بوجود آمدن خطاها درشبکه ای به وسعت ۲۱۰۰۰ کیلومتر شبکه هوائی و ۴۰۰۰ کیلومتر کابل زمینی بشرح جدول زیر مشخص گردیده .

	ولتاژ شبکه			
	5-- 23kv	24-- 52kv	53-- 120kv	120 --400kv
صاعقه	39.7 %	28.5 %	20 %	20.7 %
طوفان	8.4 %	6.6 %	4 .3%	2.6 %
مه شبنم ،کثافت	1.3 %	1 .4 %	6.5 %	16 . 8%
ایجاد بلورهای یخی روی مقره ها	1.8 %	1 .6 %	0.7 %	0 .6 %
از دیاد ولتاژ در اثر قطع ووصل کلید	1 %	1.7%	1 %	3.5 %
اثر متقابل شبکه خودی	3.4%	10 ,3%	8,3%	5.2%
اثرات خارجی	5.9%	13 .3%	20.5%	15.5%
نقص ماده اولیه ،ساختمان ونصب	9%	10.7%	11.9%	9.7%
خطای فرمان	2.3%	4.8 %	5.1%	2.7%
علتهای ناشناخته شده	27.2%	21.1%	21.7%	23%
کلیه خطا های شبت شده	119744	8113	8472	2032

چنانچه ملاحظه میشود بزرگترین عامل که سبب خسارت واتصال در شبکه میشود صاعقه وسوانح آسمانی است که در شبکه با ولتاژ کم این خطرات به مراتب بیشتر است .

باتوجه به اهمیت وضرورت ایجاد سیستم کامل در پست های فشار قوی حفاظت از هر فیدر خروجی 20kv را رله های ارت فالت (E F) واورکارنت (O C) ورکلوزر بعهده دارند ودرصورت بروز هرگونه خطا درمسیر خط با عملکرد رله مربوطه دیژنکتور تریپ می نماید وهر سه فاز 20kv همزمان قطع میگردد . اپراتور پست مذکور باشنیدن آلارم متوجه عملکرد رله وقطع دیژنکتور میگردد پس از اعلام نام فیدر ونوع خطا وساعت تریپ دیژنکتور به مرکز عملیات ،، گروه عملیات باتوجه به تجربه وشناخت دقیق ازوضعیت ومسیر خط ومحل کلید های قابل قطع زیر بار وریکلوزر ها مسیرخط رابرسی ومحل خطا راشناسائی واقدام لازم درجهت رفع خطا بعمل می آورند ودرنهایت توسط اپراتور دیژنکتور وصل وخط برقدار میگردد . دراین حالت بجز خسارت ناشی ازخاموشی برق خسارت دیگری متوجه تجهیزات مشترکین نمی گردد ولی در مواردی که یک پل از کلید قابل قطع هوائی ویا رکلوزر ویا یک پل از سکسیونر درزمان وصل عمل ننموده بعلت نقص مکانیکی به حالت قطع باقی می ماند ویا بعلت بروز خطا درخطوط انشعابی یکی ازکات اوت فیوز های سر خط یا کات اوت فیوز ترانسفورماتور قطع میگردد (یک فاز ازشبکه 20kv قطع میشود) رله های حفاظتی در پست فشارقوی ویا رکلوزر نصب شده درخط قادر به حفاظت ازخط نمی باشدوبعلت

اینکه ازسه فاز 20 kv ورودی به ترانسفورماتور یك فاز آن قطع می‌باشد ولتاژ خروجی نا متعادل گردیده ودرنتیجه به تجهیزات شبکه ومشترکین خسارت وارد میگردد لذا به منظور محدود کردن مواردی که باعث قطع یك فاز ازشبکه 20 kv میشوند بایستی عوامل بروز خطا راشناسائی نمائیم .

عواملی که درمنطقه ۱ باعث قطعکات اوت فیوز سر خط میگردند .

۱ــ عملکرد برقگیر درمسیر خط بعلت صاعقه .

۲ــ ذوب شدن یك سیم بعلت صاعقه .

۳ــ دررفتن یك سیم از داخل بوش بعلت عدم استفاده از انبر پرس مناسب وعدم دقت درپرس بوش .

۴ــ دررفتن یك سیم از داخل کلمپ انتهائی بعلت عدم استفاده ازکلمپ مناسب باتوجّه به سطح مقطع سیم ویاعدم دقت دربستن کلمپ.

۵ــ دررفتن یك سیم بعلت عدم استفاده از شیکل ،مهره چشمی ،ساکت آی ،بال آی وکلمپ با قابلیت تحمل کشش مناسب .

۶ــ پاره شدن یك سیم بعلت عدم رعایت فلش مناسب باتوجّه به دمای هوای محل .

۷ــ پاره شدن یك سیم بعلت برخورد وسائط نقلیه با پایه های شبکه .

۸ــ پاره شدن یك سیم بعلت افتادن درخت دراثر پوسیدگی ویا طوفان .

۹ــ اتصال زمین یك سیم بعلت پاره شدن اصلی روی مقره دراثر عدم دقت دربستن سیم اصلی ویا طوفان .

۱۰ــ اتصال زمین یك سیم بعلت نشستن پرنده های بزرگ روی مقره یا تراورس .

۱۱ــ اتصال زمین یك سیم بعلت برخورد شاخه درخت دراثر طوفان .

۱۲ــ اتصال زمین یك سیم بعلت مه ،شبنم ،وکثافت درمحل مقره ها ویاسر کابل ها .

۱۳ــ اتصال زمین یك سیم بعلت ایجاد بلورهای یخی روی مقره ها .

۱۴ــ ایجاد قوس الکتریکی بعلت برخورد ویا نزدیك شدن دوفاز به یکدیگر دراثر فلش زیاد خط درزمان طوفان .

۱۵ــ اتصال زمین درکابل 20 kv ویاسر کابل بعلت آسیب دیدگی وعدم دقت دربستن سر کابل ویا کاهش روغن .

۱۶ــ اتصال زمین دراثر مقره های سنجاقی ویابشقابی شکسته ویادارای ترك .

۱۷ــ ایجاد قوس الکتریکی بعلت دررفتن ژامپرها دراثرعدم دقت درانتخاب بست انشعابی مناسب وبستن آن .

عواملی که درمنطقه ۲ باعث قطع کات اوت فیوز ترانسفورماتور میگردند .

۱ــ دررفتن ژامپر از زیر کات اوت فیوز بعلت عدم دقت در بستن بست زیر کات اوت .

۲ــ اتصال دو فاز به علت نشستن پرندگان روی بوشینگ سمت فشار قوی ترانسفورماتور .

۳ــ قطع یک ژامپر بعلت زوب شدن کابلشو از سر بوشینگ سمت فشار قوی در اثر عدم دقت در بستن یا پرس نمودن کابلشو .

۴ــ اتصال زمین بعلت شکستن مقره سمت فشار قوی ترانسفورماتور .

۵ــ اتصال زمین بعلت مه ، شبنم و کثافت در محل مقره سمت فشار قوی ترانسفورماتور .

۶ــ اتصال زمین بعلت ایجاد بلورهای یخی روی مقره سمت فشار قوی ترانسفورماتور .

۷ــ خطا های داخلی ترانسفورماتور بعلت عدم اتصال صحیح تپ چنجر .

۸ــ خطاهای داخلی ترانسفورماتور بعلت کاهش روغن ترانسفورماتور در اثر نشت روغن .

۹ــ خطای های داخلی ترانسفورماتور بعلت بار بیش از حد مجاز .

۱۰ــ خطاهای داخلی ترانسفورماتور بعلت عدم تست روغن وسیرکولیه آن وتعویض سلیکاژن .

۱۱ــ اتصال کوتاه سیم پیچی ترانسفورماتور بعلت ضرب خوردگی ویا خراب شدن عایق ها .

۱۲ــ اتصال کوتاه کابل از بوشینگ فشار ضعیف ترانسفورماتور تا تابلو توزیع بعلت عدم تناسب مقطع کابل با بار مصرفی ویا ضرب دیدگی وخراب شدن عایق ها توسط حیوانات (موشها) ویا اجسام خارجی (اسطکاك شاخه ها ودرختان) .

۱۳ــ عدم تنظیم رله های حرارتی ومغناطیسی کلید اتومات تابلو توزیع مناسب با بار .

۱۴ــ عدم استفاده از فیوز تیغه ای متناسب با بار فیدر خروجی فشار ضعیف .

۱۵ــ ایجاد قوس الکتریکی در تابلو بواسطه اضافه ولتاژ ، عایق معیوب ویا استفاده ناصحیح از سویچ گیر

عواملی که در منطقه ۳ باعث قطع کات اوت فیوز ترانسفورماتور میگردند .

۱ــ کلیه خطاها در شبکه فشار ضعیف که باعث عبور جریان بیش از حد مجاز میشوند در صورتیکه فیوز فیدری که دارای خطا می باشد عمل ننماید (بعلت بالا بودن جریان قطع فیوز) وهمچنین کلید اتومات نیز عمل ننماید (زمان قطع آن بیش از زمان قطع کات اوت فیوز باشد ویا دارای نقص باشد) باعث قطع کات اوت فیوز ترانسفورماتور میگردد .

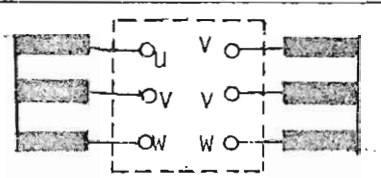
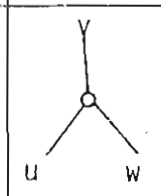
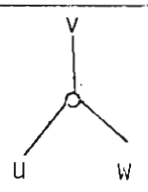
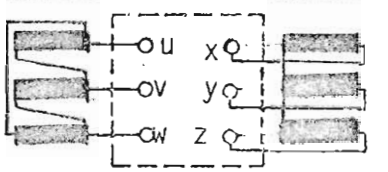
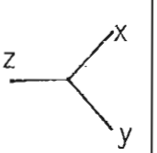
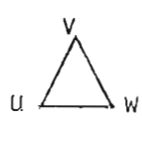
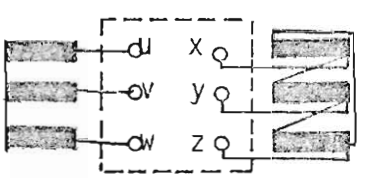
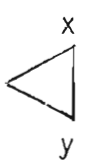
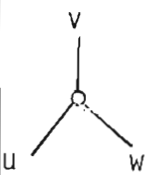
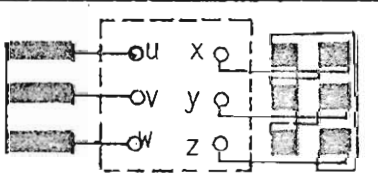
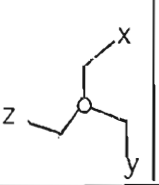
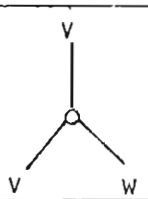
عواملی که خارج از مناطق سه گانه باعث قطع یک فاز میشوند .

۱ــ بعلت عدم رگلاژ صحیح ویا معیوب بودن یک قطعه از کلید قابل قطع زیر بارود رنتیجه عدم عملکرد صحیح ، یک پل از کلید قابل قطع در زمان وصل کلید در حالت قطع باقی می ماند .

۲ــ بعلت دررفتگی فنر در اثر شکستن میله نگهدارنده یک پل از داخل رکلوزر بسته نشده ودر نتیجه یک فاز بحالت قطع باقی می ماند .

تأثیر قطع یک فاز از شبکه 20 kv در ولتاژ خروجی ترانسفورماتور .

برحسب نوع اتصال سیم پیچی اولیه وثانویه درترانسفورماتور های دوسیم پیچه گروه های مختلف اتصال وجود دارد که برای نامگداری گروه اتصال ازحروف الفباء ویکی ازاعداد (۰ ،۶ ،۵ ویا ۱۱) استفاده میشود . حروف بزرگ نمایانگر طریق اتصال سیم پیچ فشارقوی وحروف کوچك طریقه اتصال سیم پیچ فشار ضعیف میباشند . عدد داده شده نیز نمایانگر آنست که بردارسیم پیچ فشار ضعیف اندازه چند برابر زاویه ۳۰ درجه نسبت به بردار سیم پیچ فشارقوی پس فازدارد معمولترین مدارهای اتصال ترانسفورماتور درسیستم توزیع بشرح شکل زیر می باشند .

نسبت تبدیل	نمایش اتصال		نمایش بردار		علامت	
u_1 / u_2	L V	H V	L V	H V	نوع مدار	عدد
$\frac{W_1}{W_2}$					Yy 0	0
$\frac{W_1}{\sqrt{3} W_2}$					Dy 5	5
$\frac{\sqrt{3} W_1}{W_2}$					Yd 5	
$\frac{2 W_1}{\sqrt{3} W_2}$					YZ 5	

اغلب ترانسفورماتور های موجود درشبکه توزیع دارای اتصال Dyn 5 یا YZn 5 می باشند که در قطع یك فاز ازشبکه 20 k v بعلت هریك ازمواردی که شرح آن گذشته ولتاژ خروجی ترانسفور ماتور درسمت فشار ضعیف نامتعادل وکاهش پیدا می کند بعنوان مثال دریك پست توزیع که گروه اتصال ترانسفورماتور Y zn 5 می باشد فاز S آن ازمحل کات اوت فیوز قطع گردیده وهما نطور یکه درشکل زیردیده میشود درسیم پیچ اولیه آن فقط بین فاز R وفاز T ولتاژ 20 k v وجود دارد که درنتیجه $V_{S N} = 0$ و $V_{T N} = 10 kv$ و $V_{R N} = 10 kv$

نسبت
در طرف فشارضعیف فقط بوبین هائی که بروی هسته های فاز R و T قرار دارند ولتاژ به در
تبدیل ترانسفورماتور القاء خواهد شد . سیم پیچهای ثانویه بصورت زیگزاگ می باشند
که سیم پیچی هرفاز به دوقسمت مساوی تقسیم شده که یك قسمت آن بروی هسته مربوط به
همان فاز وقسمت دیگر آن برروی هسته فاز بعدی قرار دارد باتوجه باینکه نسبت تبدیل
ترانسفورماتور a = 40 می باشد ولتاژ سمت فشار ضعیف برابر است با .

$$V_{rN} = -e_{1r} + e_{2S} = -\frac{VRN}{2a} + \frac{VSN}{2a} = -\frac{10000}{2\times 40} + 0 = -125v$$

$$Vsn = -e_{1s} - e_{2t} = -\frac{vsN}{2a} - \frac{vTN}{2a} = 0 - \frac{10000}{2\times 40} = -125\,V$$

$$V_{tn} = -e_{1t} + e_{2r} = \frac{VTN}{2a} + \frac{VRN}{2a} = \frac{10000}{2\times 40} + \frac{10000}{2\times 40} = 250\,V$$

$$V_{rs} = V_{rn} - V_{sn} = -125 - (-125) = 0$$

$$V_{rt} = V_{rn} - V_{tn} = -125 - 250 = -375\,V$$

$$V_{st} = V_{sn} - V_{tn} = -125 - 250 = -375\,V$$

همانطوریکه ملاحظه میشود ولتاژ درفاز t افزایش ودرفاز s و r کاهش پیدا کرده .
راه حل عملی حفاظت تجهیزات شبکه ومشترکین دربرابر افزایش ویا کاهش ولتاژ بیش
ازحد مجاز.
درمحل کلید پست های توزیع عمومی درشهروروستا یك دستگاه تابلو توزیع که تعداد فیدرهای
خروجی وآمپراژ کلید اتومات آن بستگی به وضعیت محل ومیزان پیك مصرف مشترکین دارد نصب
گردیده . کلید های اتومات فشار ضعیف منصوبه دارای رله حرارتی ومغناطیسی می باشند
که بصورت اتومات دربرابر جریان بیش از حد مجاز عمل نموده وکلا "همزمان مسیرجریان فیدرهای
خروجی از تابلو توزیع راقطع می کنند ولی دربرابر افزایش یا کاهش ولتاژ هیچگونه عملکردی
ندارند درزمان قطع یك فاز ازشبکه 20 kv پس از اطلاع تلفنی مشترکین به مراکز کنترل حوادث
برق مبنی براینکه ولتاژ برق آنها بسیار ضعیف می باشد مأمورین به محل مراجعه وجهت رفع
نقص بررسی واقدام می نمایند . درهمین فاصله زمانی اغلب لوازمات برقی مشترکین وکنتاکتور
روشنائی معابر درتابلو توزیع سوخته وبه مشترکین وتأسیسات برق خسارت وارد میگردد . برای
جلوگیری ازخسارت ناشی از افت ولتاژ یاافزایش ولتاژ با درنظر گرفتن هزینه ها استفاده ازرله
درتابلو های توزیع بسیارضروری ومقرون به صرفه می باشد برای حفاظت شبکه ومشترکین دربرابر
تغییرات ولتاژ از دونوع رله میتوان استفاده نمود .

۱ــ رله افت ولتاژ

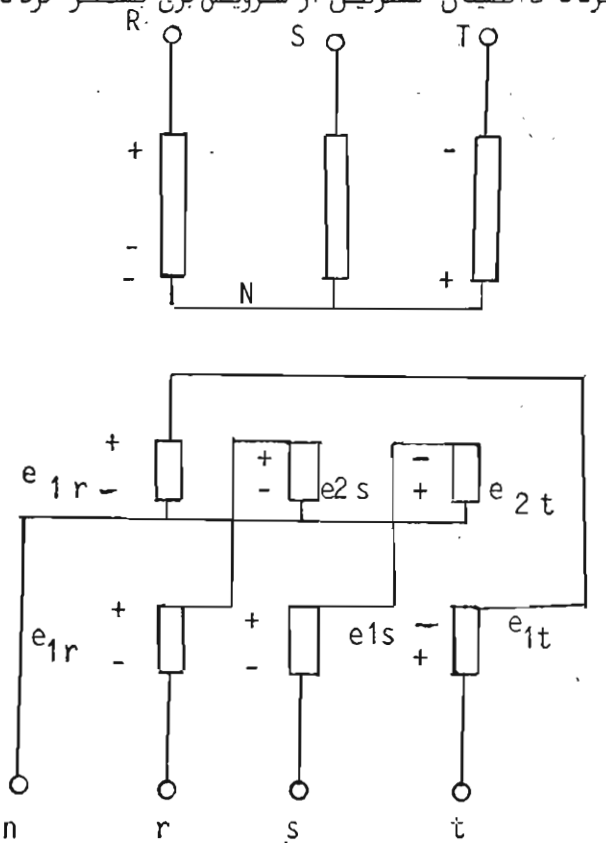
رله افت ولتاژ اغلب بصورت رله الکتریکی ومغناطیسی ساخته میشود . دررله افت ولتاژ هسته

آهن رله تاموقعی که ولتاژ ازحد مجاز ومعینی کمتر نشده باشد بحالت جذب باقی میماند وبمحض افت ولتاژ برها وسبب ضربه زدن به ضامن اتومات میشود ودرنتیجه کلید اتومات مدار جریان را قطع میکند . رله افت ولتاژ بمحض ولتاژ به ۷۰٪ ولتاژ نامی شروع بکار میکند

۲ـ رله ازدیاد ولتاژ

این رله برای ولتاژهای ۸٪ تا ۲ برابر ولتاژ نامی قابل تنظیم است . رله ازدیاد ولتاژ احتیاج به عضو زمانی ندارد ودرحفاظت ازشبکه استفاده میگردد .

درپایان پیشنهاد میگردد تادرطراحی شبکه ها دقت بیشتری بعمل آید وبراساس وضعیت جوی هر منطقه شبکه طراحی گردد ودراجراء نیز استاندارد مدّ نظر باشد ودرمناطقی که مهاجرت پرندگان زیاد می باشد حتّی الامکان ژامپرهای کات اوت فیوز به ترانسفورماتور ازکابل کراسلینگ استفاده گردد وروپوش عایق برای سر بوشینگ های ۲۰kv ترانسفورماتور تعبیه ونصب گردد ودرنهایت درکلیه تابلوهای توزیع از رله های افت ولتاژ وازدیاد ولتاژ استفاده گردد تااطمینان مشترکین از سرویس برق بیشتر گردد .



منابع : رله وحفاظت سیستم ها مسعود سلطانی

بررسی سیستمهای قدرت دکتر حسین برسی