

Broken Conductor , DEF ضرورت فعال سازی حفاظت های

نویسنده: مهندس رضا فرهادی

خلاصه: این مقاله قصد دارد تا ضرورت‌های فعال سازی حفاظت ارت فالت جهتی (DEF) در رله‌های دیستانس نیومریک به انضمام شفاف سازی یک مشکل عملی در ارتباط با این حفاظت را ارائه نماید.

این جنبه‌ها با نگاه ویژه‌ای به دو حادثه رخ داده شده در خطوط انتقال ۴۰۰KV, ۲۰۰ که به ترتیب از ایستگاه‌های GIS نیروگاه هسته‌ای ۵۴۰MW و ایستگاه ۲۲۰KV نیروگاه هسته‌ای ۲۲۰ MW تغذیه می‌شوند، بحث می‌کند.

عبارت های شاخص:

Broken Conductor , Directional Earth Fault, Double Circuit

مقدمه:

بطور معمول خطوط انتقال ۲۲۰KV با رله‌های حفاظتی دیستانس بعنوان رله اصلی و رله‌های اضافه جریان و ارت فالت جهتی بعنوان حفاظت پشتیبان تجهیز شده‌اند. اما اکنون باتوجه به توصیه‌های CEA از دو رله دیستانس با نوع (Type) مختلف و نه ضرورتاً سازندگان مختلف، استفاده می‌گردد. خطوط انتقال ۴۰۰KV عموماً دارای دو حفاظت اصلی I , II می‌باشند که لااقل یکی دیستانس می‌باشد. با توجه به قابلیت‌های رله‌های نیومریک که دارای چندین فانکشن حفاظتی می‌باشند. معمولاً فانکشن‌های BRC , DEF , سویای از دیستانس فعال می‌باشند.

بهر حال بعضی از بهره‌برداران صنعت برق با فعال نمودن حفاظت DEF در رله‌های نیومریک موافق نیستند. موضوع مورد مطالعه ما ضرورت استفاده از DEF در خطوط انتقال ۴۰۰KV که در پاک سازی خط‌های ارت فالت مقاومت بالا، که منجر به افزایش پایداری و ایمنی خطوط ۴۰۰ KV می‌شود را نشان می‌دهد.

دومین موضوع مورد مطالعه توانایی تریپ صحیح خط که با حفاظت DEF بخاطر قطع هادی در یکی از خطوط دو مداره انجام می‌شود را آشکار می‌سازد.

مورد مطالعه اول

A. توصیف حادثه:

این موضوع مطالعه مربوط به حادثه‌ای در یکی از خطوط KV 400 دو مداره که از نیروگاه اتمی تاراپور (Tarapur ۳,۴) تغذیه می‌شود، می‌باشد. این خطوط به ایستگاه Padghe متصل می‌باشند.

در تاریخ ۲۰۰۶/۶/۱ ساعت ۲۲:۲۳:۳۱:۵۰۰ خط ۱ (Tarapur Padghe) با عملکرد فاز به زمین قطع کرد و اطلاعات ثبات خط، خطای جریان زمینی معادل ۵۰۰A را نشان داد. در حالی که جریان تنظیم رله ۲۰۰A با زمان تاخیر ۱ ثانیه بوده است. جریان طی ۵ ثانیه از ۱۵۲A به مقدار ماکزیمم ۵۰۰A رسید. درست ۱ ثانیه پس از این حادثه خط دوم (Padghe Tarapur) با عملکرد رله دیستانس زون ۳ با کیلومتر ۱۹۲.۷KM قطع نمود. ۱.۴ ثانیه پس از آن رله دیستانس انتهای خط ۱ (محل B) با عملکرد Z_۲ و کیلومتر ۹۲ قطع نمود.

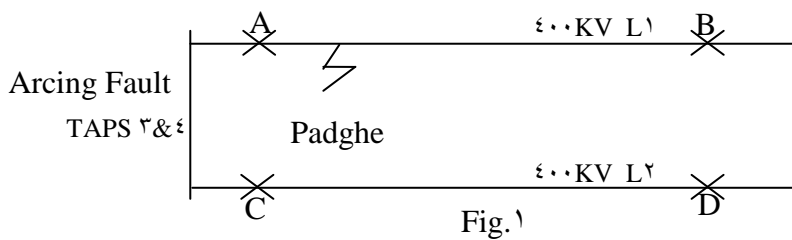


Fig.۱

B. آنالیز حادثه:

قطعی‌ها بدلیل خطای گذرای فاز C و در نزدیکی ایستگاه TAPS ۳,۴ رخ دادند. مقاومت خطا خیلی بالا بوده و به همین سبب رله‌های دیستانس ابتدا و انتهای خط نتوانستند خطا را حس نمایند. لذا حفاظت DEF (back up) ایستگاه بریکر A را قطع نمود. در ایستگاه B بدلیل فعال نبودن DEF کلید B باز نگردید. با کاهش مقاومت خطا استارتر Z_۳ خط دوم در نقطه C پیک آپ نموده و پس از یک ثانیه از باز شدن بریکر A، بریکر C با عملکرد Z_۳ قطع نمود و منجر به خارج شدن هر دو خط از مدار گردید.

با رسیدن ولتاژ به ۵۴.۳KV و کاهش شدید مقاومت خطا با عملکرد Z_۲ قطع نمود. بنابراین تا خطا به یک مقدار پایینی از لحاظ دامنه نرسیده بود، فالت از بین نرفت.

اگر خط توسط DEF پاک نشده بود قطع شدن ترانسفورماتورهای ژنراتور TAPS ۳,۴ نیز اجتناب ناپذیر می‌بود. بنابراین بخاطر عدم برقراری حفاظت DEF در انتهای خط ۱ (نقطه B) و

عدم بکار گیری حفاظت Main/ back up در انتهای دور خط ۱، منجر به خروج ناخواسته و غیر لزوم خط ۲ گردید.

C. اقدام چاره جویانه:

این حادثه با جزئیاتش با متصدیان شبکه مورد بحث واقع گردید و برقرای حفاظت DEF رله‌های دیستانس MainII,I مورد توافق واقع گردید.

موضوع مطالعه ۲:

توصیف حادثه: این حادثه مربوط به یکی از خطوط دو مداره ۲۲۰KV که از نیروگاه اتمی ۲۲۰ MW کاکرآبار تغذیه می‌شود، می‌باشد. ۶ خط ۲۲۰KV جهت انتقال قدرت ۲ دستگاه ژنراتور ۲۲۰MW مهیا شده‌اند.

سوی از این، خط دو مداره ۱&۲ KAPS-VAPI معمولاً بشدت تحت بار باقی می‌مانند (۱۴۰MW برای هر مدار که مجموع تولید ۱,۲ KAPS را به ۳۰۰MW می‌رساند). در تاریخ ۲۰۰۵/۸/۱۰ خط ۱ KAPS-VAPI با عملکرد رله DEF تریپ داد. (۶۷N) با بررسی‌های بیشتر مشخص گردید که جمپر فاز R مربوط به لاین تریپ به سمت ایستگاه ۱,۲ KAPS در رفته و در هوا معلق مانده، بدون اینکه با زمین تماس پیدا نماید.

B. پیکر بندی (Configuration) سیستم قبل و بعد از حادثه:

باتوجه به پارگی هادی بدون درگیر شدن با زمین یکی از خطوط خط دو مداره-KAPS VAPI، بررسی‌ها به این خط دو مداره معطوف و سایر خطوط در نظر گرفته نشدند. وضعیت سیستم قبل از حادثه به شرح شکل ۲ می‌باشد. فرضیات متعاقب برای ساختار دیاگرام فوق بکار گرفته می‌شوند. هر دو ژنراتور KAPS با هم کوپل شده‌اند (Lump) و جریان ۱pu را به خط دو مداره ۱&۲ VAPI اعمال می‌کنند. باتوجه به تشابه هر دو خط، جریان بطور مساوی تقسیم می‌شود. (مطابق تقسیم جریان نشان داده شده در شکل فوق)

G^1 & G^2			$0.5 \angle 0^\circ$		
			$0.5 \angle -120^\circ$		
			$0.5 \angle -240^\circ$		
	$1 \angle 0^\circ$				
	$1 \angle -120^\circ$				
	$1 \angle -240^\circ$				
			$0.5 \angle 0^\circ$		
			$0.5 \angle -120^\circ$		
			$0.5 \angle -240^\circ$		
	KAPS			VAPI	

هنگامی که جریان فاز R در خط VAPI قطع می شود جریان این فاز به فاز R خط ۲ VAPI سرازیر می شود. این فرضیه ای است که خطوط دیگر را نادیده گرفتیم.

C. آنالیز حادثه: پس از حادثه جریان های فاز های خط VAPI برابر هستند با:

$$I_{R1} = 0, \quad I_{Y1} = 0.5 \angle -120^\circ = 0.5a^2, \quad I_{B1} = 0.5 \angle -240^\circ = 0.5a$$

مولفه های توالی مثبت برابر هستند با:

$$I_{R1}^+ = 1/3(I_{R1} + aI_{Y1} + a^2 I_{B1})$$

$$a = 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j0.866, \quad a^2 = 1 \angle 240^\circ = -0.5 - j0.866$$

که با جایگذاری مقادیر داریم:

$$I_{R1}^+ = 0.33 \angle 0^\circ \quad I_{Y1}^+ = 0.33 \angle -120^\circ \quad I_{B1}^+ = 0.33 \angle -240^\circ$$

و برای مولفه های توالی منفی داریم:

$$I_{R1}^- = 1/3(I_{R1} + a^2 I_{Y1} + a I_{B1})$$

با جایگذاری مقادیر داریم:

$$I_{R1}^- = 0.167 \angle 180^\circ \quad I_{Y1}^- = 0.167 \angle -60^\circ \quad I_{B1}^- = 0.167 \angle 60^\circ$$

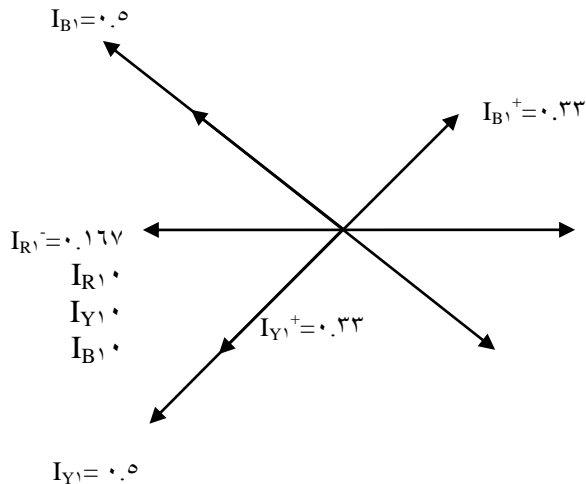
و مولفه های توالی صفر:

$$I_{R1}^0 = 1/3(I_{R1} + I_{Y1} + I_{B1})$$

با جایگذاری مقادیر داریم:

$$I_{R1}^0 = 0.167 \angle 180^\circ \quad I_{Y1}^0 = 0.167 \angle 180^\circ \quad I_{B1}^0 = 0.167 \angle 180^\circ$$

مولفه های توالی فوق و جریانهای مجموع در دیاگرام برداری شکل ذیل نشان داده شده اند.



دیده می شود که جریان های توالی صفر با جهت جریانی که در رله DEF تنظیم شده اند در خلاف جهت هم هستند و رله ۶۷N خط VAPI عملکردی در این حادثه نخواهد داشت. نسبت جریان توالی منفی به توالی مثبت برابر با ۵۰٪ خواهد بود.

پس از حادثه جریان های خط $VAPI_2$ برابر خواهند بود با:

$$I_{R2} = 1 + j0, \quad I_{Y2} = 0.5 \angle -120^\circ = 0.5a^2, \quad I_{B2} = 0.5 \angle -240^\circ = 0.5a$$

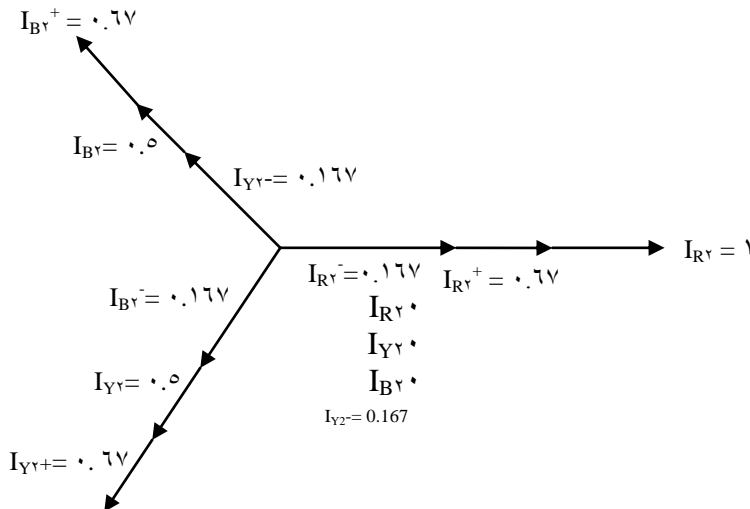
جریانهای توالی مثبت، منفی و صفر برابر خواهند بود با:

$$I_{R2}^+ = 0.67 \angle 0^\circ, \quad I_{Y2}^+ = 0.67 \angle -120^\circ, \quad I_{B2}^+ = 0.67 \angle -240^\circ$$

$$I_{R2}^- = 0.167 \angle 0^\circ, \quad I_{Y2}^- = 0.167 \angle -240^\circ, \quad I_{B2}^- = 0.167 \angle -120^\circ$$

$$I_{R2}^0 = 0.167 \angle 0^\circ, \quad I_{Y2}^0 = 0.167 \angle 0^\circ, \quad I_{B2}^0 = 0.167 \angle 0^\circ$$

مولفه های توالی فوق و مجموع جریانها در دیاگرام برداری شکل ذیل نشان داده شده اند.



نتیجه گیری:

می توان دید که جریان های توالی صفر با جهت تنظیمی رله DEF همخوانی دارد که می توان Pick Up را انتظار داشت. این رله زمانی عمل خواهد کرد که مقدار جریان مولفه صفر از مقدار تنظیمی بالاتر و ولتاژ پلاریزه مهیا باشد. ولتاژ پلاریزه رله برابر است با ولتاژ باقی مانده ثانویه PT باسبار که در شرایط نرمال برابر صفر است. در این حادثه خاص (با توجه به تحت تاثیر قرار نگرفتن ولتاژ فازها) ولتاژ پلاریزه رله بایستی صفر انگاشته شود. اما به هر حال عملکرد داشت و این ممکن است به خاطر نامتعادلی کوچک ولتاژ ثانویه PT بوده باشد. نسبت جریان مؤلفه توالی منفی به توالی مثبت برابر است با ۲۵٪.

اقدامات چاره جویانه:

بمنظور اجتناب از عملکرد رله DEF وایمن ماندن خط طی پارگی هادی می توان از حفاظت Broken Conductor که معمولاً در رله های دیستانس نیومریک مهیا می باشد استفاده نمود. در صورت استفاده از این فانکشن در خطوط تک مداره می توان از آن جهت آلام با تنظیم ۳۰٪ و در خطوط دو مداره به عنوان تریپ با تنظیم ۴۰٪ استفاده نمود.