

بررسی چالش‌های حفاظت کلید قدرت در خطوط انتقال دارای راکتور در یک حادثه واقعی

سید محمد هاشمی^۱، علی عاقلی^۲، محمد مهدی حسینی بیوکی^۳

^{۱,۲,۳}مدیریت مطالعات و حفاظت شبکه، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران
^۱hashemi.smo@igmc.ir, ^۲agheli@igmc.ir, ^۳hoseinibiyouki@igmc.ir

چکیده

یکی از حفاظت‌های اصلی کلیدهای قدرت، حفاظت خرابی کلید (CBF) می‌باشد که در عمل به دو روش کنتاکتی و جریانی کار می‌کند. بر اساس نظامنامه سیستم رله و حفاظت شبکه برق ایران، حفاظت CBF می‌بایست هم بصورت کنتاکتی و هم بصورت جریانی در پست‌های انتقال اجرا شود. اما در بسیاری از موارد مشاهده شده است که حفاظت مذکور فقط بصورت جریانی اجرا شده و عدم باز شدن کلید را تنها با مقایسه دامنه جریان‌های عبوری از کلید تشخیص می‌دهد. این موضوع در برخی از حوادث، به ویژه در خطوط انتقال دارای راکتور، منجر به عدم عملکرد مورد انتظار این حفاظت و در نتیجه، گسترش حادثه و قطع سایر خطوط و تجهیزات شده است. در این مقاله، عملکرد حفاظت خرابی کلید در یک حادثه واقعی بررسی می‌گردد. نتایج این بررسی مؤید لزوم استفاده از روش کنتاکتی در کنار روش جریانی برای این حفاظت می‌باشد.

کلمات کلیدی

حفاظت خرابی کلید، خط انتقال، راکتور، کلید قدرت.

۱- مقدمه

نیز بهره برده شده است. در ادامه، روند وقوع حادثه و تحلیل‌های مربوطه ارائه می‌گردد.

۲- روند وقوع حادثه

به منظور انجام سرویس سالیانه خط ۴۰۰ کیلوولت C-A (AC913) ابتدا از سمت پست A فرمان باز شدن کلید خط مذکور توسط اپراتور از اتاق کنترل پست صادر می‌گردد. اما به دلیل اشکال در کلید قدرت، فقط یکی از پل‌های آن باز شده و دو پل کلید بسته باقی ماند. سپس با دستور مرکز کنترل، کلیدهای مجاور کلید معیوب به صورت دستی باز می‌شود. در نتیجه خط C-A از سمت پست A به صورت دوفاز در مدار باقی می‌ماند. به دنبال آن، در پست C، به علت نامتعادلی ایجاد شده در جریان خط A، ترانسفورماتورهای ۴۰۰/۶۳ کیلوولت T1 و T2 با عملکرد رله E/F از مدار خارج و ۹۲ مگاوات خاموشی ایجاد می‌شود. سپس، کلید شماره ۹۱۳۲ خط A در پست C توسط اپراتور باز شده و به دنبال آن، کلید میانی شماره ۹۸۱۲ با توجه به عبور تمامی جریان نامتعادل خط C-A از آن کلید، با عملکرد رله عدم PD از مدار خارج می‌گردد.

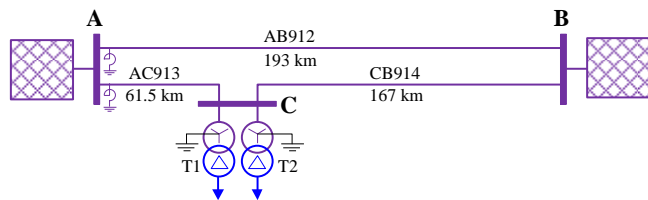
استفاده از حفاظت‌های خرابی کلید (CBF) و ناهماهنگی پل‌های کلید (PD) جریانی در کلیدهای قدرت خطوط دارای راکتور تا کنون چندین مرتبه باعث بروز حوادث گسترش یافته شده که علت آن عدم عملکرد حفاظت‌های مذکور به علت پائین بودن جریان عبوری از خطوط دارای راکتور و نیز خطوط تحت تانسینون از یک سمت می‌باشد. زیرا تحت این شرایط، بخشی از جریان خازنی خط توسط جریان سلفی راکتور جبران شده و در نتیجه جریان برآیند عبوری از خط کاهش می‌یابد. با توجه به این واقعیت و بر اساس مفاد نظامنامه سیستم رله و حفاظت شبکه برق ایران [۱]-[۳]، حفاظت CBF کلید در خطوط انتقال می‌بایست هم بصورت جریانی و هم به صورت کنتاکتی اجرا شود.

این مقاله به بررسی یک حادثه واقعی در شبکه ۴۰۰ کیلوولت می‌پردازد که در آن، عدم طراحی مناسب حفاظت CBF منجر به گسترش حادثه شده است. جهت تجزیه و تحلیل حادثه، ضمن استفاده از اطلاعات ثبت شده در ثبات خطای رله‌های حفاظتی، از نتایج شبیه‌سازی کامپیوتری

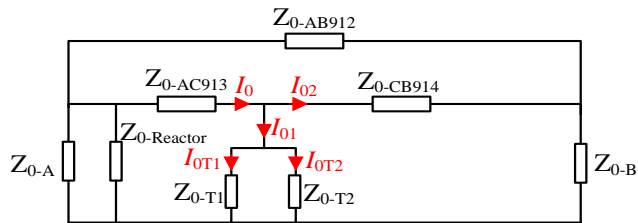
۲-۲- تجزیه و تحلیل عملکرد سیستم‌های حفاظتی در

پست C

پس از باز کردن کلید میانی ۹۸۳۲ پست A، خط C-A از سمت A از طریق کلید معیوب ۹۱۳۲ این پست به صورت دو فاز و متصل به راکتور و از سمت پست C به صورت سه فاز در مدار می‌ماند. این وضعیت سبب عبور جریان نامتعادل از خط مذکور و ایجاد نامتعادلی در پست C می‌گردد. در نتیجه، بخش عمده جریان دو فاز خط C-A از طریق نقطه نوترال ترانسفورماتورهای T1 و T2 پست C که دارای آرایش YNd11 می‌باشند، و مابقی آن از طریق سایر نقاط نوترال شبکه وارد زمین می‌شود. این موضوع را می‌توان با توجه به مدار معادل مؤلفه صفر سیستم که در شکل ۲ نشان داده شده، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. مشخصات خطوط و ترانسفورماتورها به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.



(الف)



(ب)

شکل (۲): خط مورد مطالعه (AC913) و شبکه اطراف آن؛ (الف) نقشه تک‌خطی؛ (ب) مدار معادل مؤلفه صفر.

جدول (۱)

مشخصات خطوط

کد خط	طول (km)	R_1 (Ω/km)	X_1 (Ω/km)	R_0 (Ω/km)	X_0 (Ω/km)
AC913	63	0.032	0.319	0.275	0.871
AR914	162	0.032	0.325	0.282	0.875

جدول (۲)

مشخصات ترانسفورماتورها

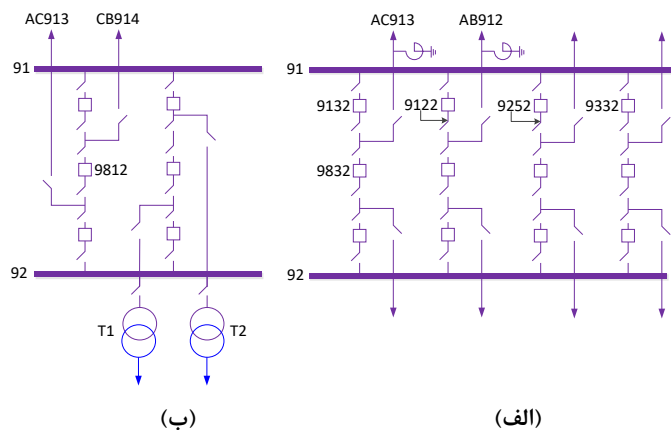
ترانسفورماتور	$U_k\%$	$U_f\%$	$U_{k0}\%$	$U_{r0}\%$
T1	12.59	0.203	10.2	0.2585
T2	12.59	0.203	10.2	0.2585

با توجه به اینکه در این حادثه سیستم‌های حفاظتی پست‌های A و C دخیل بوده‌اند، لذا عملکرد سیستم حفاظتی هر یک از این پست‌ها در ادامه بررسی می‌شود. دیاگرام تک‌خطی پست‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

۲-۱- تجزیه و تحلیل عملکرد سیستم‌های حفاظتی در پست A

در پست A، به منظور خروج دستی خط C-A (AC913)، ابتدا فرمان باز شدن توسط اپراتور به کلید ۹۱۳۲ ارسال می‌گردد (شکل ۱-الف). با ظاهر شدن آلام Pole Discrepancy در پست A، اپراتور متوجه می‌شود که دو پل کلید باز نشده و جهت ایزوله کردن کلید مذکور، کلیدهای مجاور آن توسط اپراتور باز می‌شوند. بر اساس اطلاعات دریافت شده، ابتدا کلید میانی شماره ۹۸۳۲ پست A و پس از حدود ۲ دقیقه کلیدهای متصل به باسبار ۹۱ پست A (شامل کلیدهای ۹۲۵۲، ۹۱۲۲، ۹۳۲۲ و ۹۳۳۲) به صورت دستی توسط اپراتور باز می‌شوند. پس از باز شدن کلید میانی شماره ۹۸۳۲ پست A، خط A-C و راکتور متصل به آن از سمت پست A از طریق بریکر معیوب شماره ۹۱۳۲ به صورت دو فاز در مدار باقی می‌ماند. بر اساس نتایج بررسی‌های انجام شده علت باز نشدن کامل هر سه پل کلید ۹۱۳۲ پست A اشکال در مکانیزم کلید بوده که این اشکال پس از حادثه رفع شده است.

با توجه به عدم هماهنگی در وضعیت پل‌های کلید ۹۱۳۲ پست A، حفاظت PD کلید مذکور در مرحله اول عملکرد داشته و حفاظت CBF فعال نموده است؛ اما دو پل معیوب کلید مذکور علیرغم دریافت فرمان تریپ از حفاظت PD همچنان بسته باقی می‌ماند. همچنین، حفاظت CBF کلید نیز به علت اینکه از نوع جریانی (با تنظیم $0.1I_n = 300 \text{ A}$) بوده و جریان عبوری از کلید کمتر از مقدار تنظیمی آن بوده، عملکرد نداشته است.



(ب)

(الف)

شکل (۱): نقشه تک‌خطی (الف) پست A؛ (ب) پست C.

همان طور که در رابطه (۳) مشاهده می‌شود، مقدار آستانه حفاظت E/F می‌بایست حدود ۶۰ آمپر باشد که با توجه به شکل ۳ به صورت صحیح تنظیم شده است. از سوی دیگر، جهت بررسی صحت زمان عملکرد رله در این حادثه، ابتدا صحت جریان نوترال قرائت شده توسط رله در حین دو فاز شدن خط C-A از سمت A بررسی می‌گردد. شکل ۴ جریان‌های اندازه‌گیری شده سه فاز و جریان نوترال توسط رله‌های E/F ترانسفورماتور T1 و T2 را نشان می‌دهد. مجموع جریان‌های سه فاز اندازه‌گیری شده ارائه شده که اندازه آن‌ها تقریباً با اندازه جریان نوترال قرائت شده توسط رله (IN) برابر است:

Channel	Fault Angle	Fault Angle	Fault Angle
CH#01 Line_IL1	42.89 A	0.00 deg	42.89 A
CH#02 Line_IL2	90.17 A	-103.17 deg	90.17 A
CH#03 Line_IL3	83.45 A	159.61 deg	83.45 A
CH#04 Line_IN	81.04 A	47.47 deg	81.04 A
CH#05 Line_UL2	81.04 A	47.47 deg	47.47 deg

(الف)

Channel	Pre Fault Mag	Pre Fault Angl	Fault Mag	Fault Angle
CH#01 Line_IL1	96.48 A	0.00 deg	96.48 A	0.00 deg
CH#02 Line_IL2	166.98 A	-109.23 deg	166.98 A	-109.23 deg
CH#03 Line_IL3	161.63 A	145.40 deg	161.63 A	145.40 deg
CH#04 Line_IN	114.34 A	39.76 deg	114.34 A	39.76 deg
CH#05 Line_UL2	114.34 A	39.76 deg	39.76 deg	

(ب)

شکل (۴): اطلاعات فالت بر روی صفحه نمایشگر رله‌های E/F ترانس‌های (الف) T1؛ (ب) T2.

با توجه به شکل ۲-ب، جریان مؤلفه صفر دیده عبوری از نوترال هر یک از ترانسفورماتورهای T1 و T2 تقریباً برابر ۴۰ درصد جریان مؤلفه صفر عبوری از خط C-A خواهد بود:

$$I_{01} \approx I_0 \times \left| \frac{Z_{0-CB914}}{Z_{0-CB914} + (Z_{0-T1} \parallel Z_{0-T2})} \right| \quad (۱)$$

$$= I_0 \times \left| \frac{45.68 + j141.75}{46.72 + j182.55} \right| = 0.79 I_0$$

$$I_{0T1} = I_{0T2} = \frac{I_{01}}{2} \approx 0.4 I_0 \quad (۲)$$

با توجه به عبور جریان مؤلفه صفر از نوترال ترانسفورماتورهای T1 و T2 پست، ترانسفورماتورهای مذکور پس از حدود ۱۶ ثانیه با عملکرد رله‌های E/F مربوطه از مدار خارج می‌شوند. برای بررسی صحت عملکرد حفاظت‌های مذکور، ابتدا تنظیمات این حفاظت که در شکل ۳ ارائه شده بررسی می‌گردد. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود، مقدار آستانه عملکرد این حفاظت (I_{N1}) برابر ۱۰٪ I_{Base} و مقدار I_{Base} برابر ۶۰۰ آمپر می‌باشد. لذا مقدار آستانه حفاظت E/F برابر ۶۰ آمپر وارد شده است. از طرفی، جریان نامی ترانسفورماتورهای T1 و T2 برابر ۲۸۹ آمپر بوده و بر اساس نظام‌نامه سیستم رله و حفاظت شبکه برق ایران [۱]، مقدار آستانه عملکرد حفاظت E/F ترانسفورماتور (I_s) می‌بایست ۰/۲ برابر جریان نامی ترانسفورماتور تنظیم گردد:

$$I_{n,trans} = \frac{200000}{\sqrt{3} \times 400} = 289 \text{ A} \Rightarrow I_s = 0.2 I_{n,trans} = 58 \text{ A} \quad (۳)$$

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit
General			
Operation	On	On	
I _{Base}	600	600	A
U _{Base}	400.00	400.00	kV

(الف)

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit
Step 1			
DirMode1	Non-directional	Non-directional	
Characterist1	IEC Norm. inv.	IEC Norm. inv.	
IN1>	10	10	%I _B
t1	0.000	0.000	s
k1	0.58	0.58	
IN1Mult	1.0	1.0	
t1Min	0.000	0.000	s
ResetTypeCrv1	Instantaneous	Instantaneous	
tReset1	0.020	0.020	s

(ب)

شکل (۳): تنظیمات اعمال شده مربوط به حفاظت E/F بر روی رله ترانس‌های T1 و T2 پست C؛ (الف) بخشی از تنظیمات عمومی؛ (ب) تنظیمات اختصاصی.

هر کدام، PD تشخیص داده می‌شود. بر اساس بررسی تنظیمات و کانالوگ رله [۵]، شرط جریانی حفاظت PD به این صورت است که اگر از بین جریان هر سه فاز، کمترین جریان از ۲۰ درصد بیشترین جریان کمتر بوده و این شرط برای مدت ۱/۵ ثانیه برقرار باشد، آنگاه عدم هماهنگی بین پل‌های کلید تشخیص داده شده و رله PD فرمان تریپ را صادر می‌نماید. همان طور که شکل ۴ نشان می‌دهد، علیرغم اینکه یک فاز از خط AC913 در پست A باز بوده است، لیکن هر سه فاز در سمت پست C دارای جریان است که علت آن در مدار قرار داشتن راکتور ۵۰ مگاواوری خط مذکور در پست A می‌باشد.

پس از باز شدن کلید میانی شماره ۹۸۱۲ پست C، کلید شماره ۹۱۳۲ این پست توسط اپراتور باز می‌شود. بدین تریب، با توجه به ایزوله شدن بریکر معیوب خط AC913 در پست A، خط مذکور به صورت سه فاز از هر دو سمت از مدار خارج می‌شود.

۲-۳- بررسی رله حفاظت کلید ۹۸۱۲ در پست C

جهت بررسی صحت جریان‌های نوترال اندازه‌گیری شده توسط رله‌های E/F ترانسفورماتورهای T1 و T2 پست C، می‌توان از اطلاعات ثبت شده در رله PD کلید ۹۸۱۲ این پست که در شکل ۶ نشان داده شده است، نیز استفاده کرد. همان طور که ذکر شد، پس از خروج ترانسفورماتورهای مذکور، تمام جریان خط CB914 در پست C از بریکر ۹۸۱۲ این پست عبور می‌کرده است. لذا کل جریان نوترال (۳ برابر جریان مؤلفه صفر) عبوری از خط AC913 با توجه به شکل ۶ برابر است با:

$$I_{N,T1} = 42.89 \angle 0^\circ + 90.17 \angle -103.17^\circ + 83.45 \angle 159.61^\circ \quad (4)$$

$$= 81.06 \angle -133.6^\circ \text{ A}$$

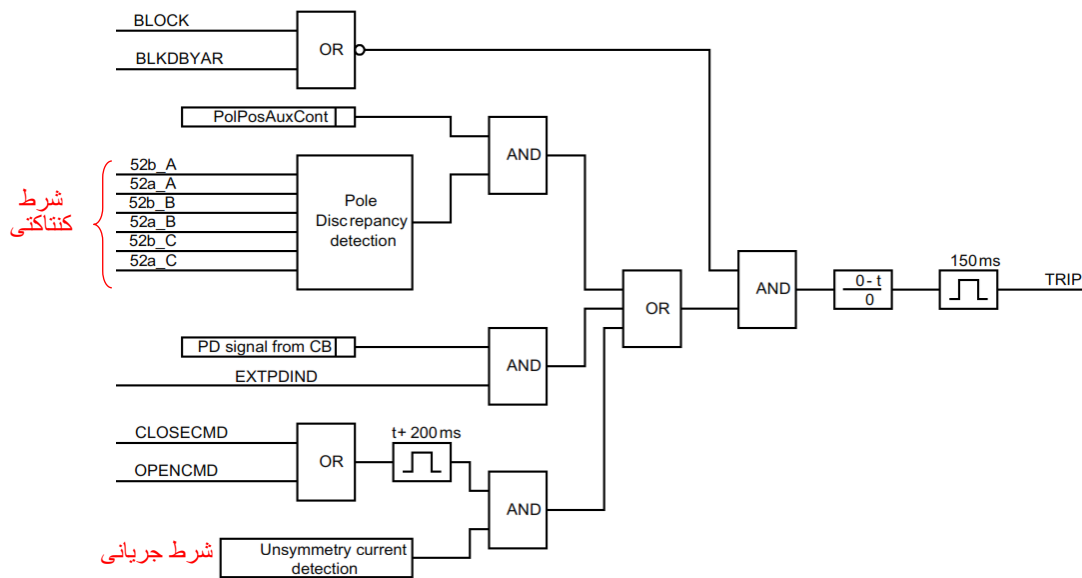
$$I_{N,T2} = 96.48 \angle 0^\circ + 166.98 \angle -109.23^\circ \quad (5)$$

$$+ 161.63 \angle 145.4^\circ = 112.8 \angle -144.3^\circ \text{ A}$$

با توجه به جریان‌های E/F قرائت شده توسط رله و تنظیمات نشان داده شده در شکل ۳، زمان عملکرد رله‌های E/F ترانسفورماتورهای پست C برابر است با [۴]:

$$t_r = \frac{0.14 \times TMS}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^{0.02} - 1} = \frac{0.14 \times 0.58}{\left(\frac{81}{60}\right)^{0.02} - 1} = 13.49 \text{ s} \quad (6)$$

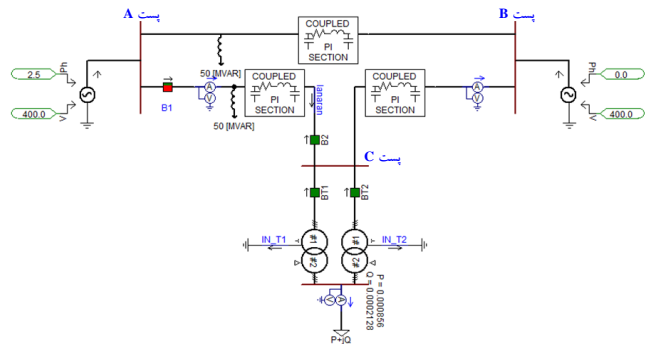
لذا با توجه به رابطه (۶) زمان عملکرد رله‌های E/F ترانسفورماتورهای پست C صحیح ارزیابی می‌گردد. پس از خروج ترانسفورماتورهای T1 و T2 پست C، جریان خط AC913 در پست C توسط بریکر میانی شماره ۹۸۱۲ از طریق خط CB914 تأمین شده که با توجه به عبور تمام جریان نامتعادل خط مذکور از این بریکر، شرط جریانی حفاظت PD بریکر برقرار و پس از حدود ۱/۵ ثانیه، بریکر مذکور با عملکرد رله PD باز شده است. لاجیک دیاگرام رله PD بریکر ۹۸۱۲ پست C در شکل ۵ و اطلاعات ثبت شده در آن در شکل ۶ نشان داده شده است. بر اساس لاجیک دیاگرام شکل ۵ حفاظت PD مربوطه دارای هر دو شرط کنتاکتی و جریانی بوده که این دو شرط به صورت مستقل از هم کار می‌کنند و در صورت برقراری



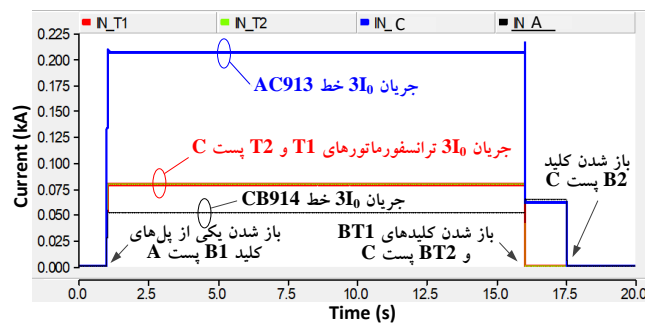
شکل (۵): لاجیک دیاگرام حفاظت PD در رله REC670 ABB [۵]

می‌شود، جریان نوترال ترانسفورماتورهای پست C پس از باز شدن ناقص کلید B1 پست A در حدود ۸۰ آمپر و جریان $3I_0$ خط AC913 حدود ۲۰۰ آمپر می‌باشد. لذا جریان نوترال ترانسفورماتورهای پست C در حدود ۰/۴ برابر جریان نوترال خط AC913 بوده که با نتایج تحلیل ارائه شده در رابطه (۲) مطابقت دارد.

نتیجه حاصل از تحلیل‌ها و شبیه‌سازی‌های انجام شده این است که عبور جریان نامتعادل (تک فاز یا دو فاز) از خطوط انتقال می‌تواند باعث عبور جریان از نوترال ترانسفورماتورها و عملکرد حفاظت E/F آنها شود. نکته قابل توجه دیگر این است که حادثه تقریباً مشابهی چند سال قبل از این حادثه در هنگام خروج دستی خط ۴۰۰ کیلوولت AB912 اتفاق افتاده بود که در آن حادثه، راکتور خط به علت عدم هماهنگی در باز شدن پل‌های کلید به صورت تکفاز در مدار قرار گرفته و در نهایت آسیب دیده بود [۶]، [۷]. لذا ضروری است تمهیدات ویژه‌ای در کلیدهای خطوط دارای راکتور به منظور اطمینان از صحت عملکرد هر سه پل کلید صورت گیرد.



(الف)



(ب)

شکل (۷): (الف) سیستم شبیه‌سازی شده در نرم افزار PSCAD: (ب) جریان‌های مؤلفه صفر.

۴- نتیجه‌گیری

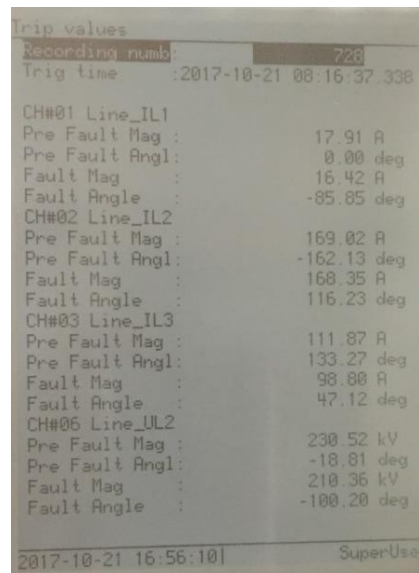
علت اصلی خروج ترانسفورماتورهای T1 و T2 پست C در این حادثه، تأخیر در ایزوله نمودن کلید معیوب شماره ۹۱۳۲ بوده که این موضوع ناشی از

$$I_a + I_b + I_c = 16.42 \angle -85.85^\circ + 168.35 \angle 116.23^\circ + 98.80 \angle 47.12^\circ = 207.12 \angle 91.66^\circ \text{ A} \quad (۷)$$

همچنین، مجموع جریان‌های نوترال ترانسفورماتورهای T1 و T2 با توجه به روابط (۴) و (۵) برابر است با:

$$I_{NT1} + I_{NT2} = 193.04 \angle -139.83^\circ \text{ A} \quad (۸)$$

همان طور که از روابط (۷) و (۸) مشاهده می‌شود، اندازه جریان نوترال خط AC913 تقریباً برابر مجموع جریان‌های نوترال ترانس‌های T1 و T2 است که نشان دهنده صحت جریان‌های نوترال اندازه‌گیری شده توسط رله‌های E/F ترانسفورماتورهای T1 و T2 پست C می‌باشد. همچنین، شکل ۶ نشان می‌دهد که زاویه جریان فاز A در حین خطا نسبت به قبل از آن در حدود ۹۰ درجه پس‌فاز شده که نشانه دیگری از در مدار بودن راکتور انتهای خط مذکور در پست A است.



شکل (۶): اطلاعات ثبت شده در رله کلید شماره ۹۸۱۲ پست C

۳- نتایج شبیه‌سازی حادثه

به منظور بررسی دقیق‌تر عملکرد رله‌های E/F ترانسفورماتورهای T1 و T2 پست C، حادثه مذکور در نرم‌افزار PSCAD/EMTDC شبیه‌سازی و نتایج آن در شکل ۷ نشان داده شده است. در لحظه $t = 1$ s پل‌های فاز A و C کلید B1 پست A (شکل ۷-الف)، در لحظه $t = 16$ s هر سه پل کلیدهای BT1 و BT2 ترانسفورماتورهای پست C و در لحظه $t = 17.5$ s هر سه پل کلید B2 پست C باز شده‌اند.

جریان نوترال (3I0) ترانسفورماتورهای پست C و خطوط AC913 و CB914 در شکل ۹-ب نشان داده شده است. همان طور که مشاهده

طراحی نامناسب حفاظت CBF در پست A می‌باشد. در کلیدهای قدرت مربوط به ترانسفورماتور، راکتور و خطوط انتقال می‌بایست از دو رله CBF که یکی بر مبنای جریان و دیگری بر مبنای وضعیت کنتاکت کمکی کلید عمل می‌نماید، استفاده شود. همچنین، حفاظت PD کلیدهای قدرت می‌بایست قادر باشد هم از طریق وضعیت کنتاکت‌های کمکی کلید و هم از طریق جریان عبوری از کلید، وضعیت باز یا بسته بودن کنتاکت‌های اصلی هر یک از پل‌های کلید را تشخیص داده و در صورت تریپ، حفاظت CBF کنتاکتی را نیز فعال نماید. در پست‌های قدیمی که حفاظت CBF کنتاکتی وجود ندارد، حفاظت PD می‌بایست مجهز به تایمر دو مرحله‌ای باشد که در مرحله اول همان کلید و در مرحله دوم به تأخیر 0.2 ثانیه نسبت به مرحله اول، نزدیکترین کلیدهای قدرت بالادست را تریپ دهد.

لازم به ذکر است در خطوط دارای راکتور، در صورت بروز نامتعادلی در پل‌های کلید قدرت، احتمال بروز پدیده تشدید (رزونانس) و ایجاد اضافه ولتاژهای مخرب وجود داشته و این نکته اهمیت دو مرحله‌ای بودن حفاظت PD را در کلیدهای قدرت این خطوط دوچندان می‌سازد. لذا ضروری است حفاظت‌های PD و CBF کلیدهای قدرت پست A اصلاح گردند.

مراجع

- [۱] کارگروه راهبری رله‌های میکروپروسسوری، **نظام‌نامه سیستم رله و حفاظت شبکه برق ایران**، ویرایش ششم، تهران، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، ۱۴۰۲.
- [2] B. Kasztenny, M. Thompson, "Breaker Failure Protection, Standalone or Integrated With Zone Protection Relays," *Proc. 64th Annual Conference for Protective Relay Engineers*, College Station, TX, Apr. 2011.
- [3] H. J. Altuve, M. J. Thompson, J. Mooney, "Advances in breaker-failure protection." *Proc. 33rd Western Protective Relay Conference*. 2006.
- [4] International Electrotechnical Commission (IEC), "IEC 60255-151:2009: Measuring relays and protection equipment - Part 151: Functional requirements for over/under current protection," 2009.
- [5] ABB, "Technical reference manual, Bay control IED REC 670," ver 1.1, 2007.
- [6] F. Iliceto, E. Cinieri, A. Di Vita. "Overvoltages due to Open-Phase Occurrence in Reactor Compensated EHV Lines". *IEEE Trans. on PAS*. vol PAS-103, No 3, March 1984. pp 474-482
- [7] A. Agheli, P. Jafarian, H Ayoubzadeh, S. M. Hashemi, and M. Sanaye-Pasand, "Technical and practical methods for counteracting resonance phenomenon in shunt reactor compensated transmission lines," *32nd International Power System Conference (PSC)*, pp. 1-7. 2017.