

بهبود عملکرد کلیدهای L/R نصب شده در تابلوی بریکرهای فشار قوی در محوطه‌ی پست‌ها، با هدف افزایش قابلیت اطمینان شبکه

عرفان قلعه‌بانی^۱، امیر علامه^۲، رضا همدانی^۳

^۱ کارشناس تحلیل حوادث و مطالعات، شرکت تعمیرات نیروی برق سمنان، سمنان
E_ghalebani@hotmail.com

^۲ سرپرست دفتر فنی، شرکت تعمیرات نیروی برق سمنان، سمنان

^۳ کارشناس مسئول رلیاژ، شرکت برق منطقه‌ای سمنان، سمنان

چکیده

با افزایش عمر تجهیزات شبکه انتقال، احتمال عملکرد ناقص یا نادرست هر یک از اجزای شبکه با وجود عملیات تعمیر و نگهداری سالیانه، اجتناب ناپذیر است. برخی از اشکالات به وجود آمده در سیستم، ناشی از ضعف در طراحی و کیفیت تجهیزات است که به مرور زمان بروز خواهد نمود. با توجه به ماهیت جغرافیایی غالب کشور ایران که وجود گرد و غبار گسترده در هوا را تقریباً در تمام فصول سال به همراه دارد و از آنجا که کلیدهای LOCAL/REMOTE نصب شده در داخل تابلوی بریکرهای فشار قوی مستقر در محوطه‌ی پست‌ها که نقش حیاتی را در انتقال فرامین کنترلی / حفاظتی ایفا می‌کنند، لازم است جهت نصب در این شرایط بهینه شوند و عدم توجه به این مهم می‌تواند منجر به وقوع خاموشی‌های گسترده در شبکه شود. در این مقاله با اشاره به برخی خاموشی‌های واقعی ایجاد شده در شبکه انتقال برق ایران به دلیل عملکرد ناصحیح این کلیدها، راهکارهایی عملی به منظور رفع این چالش ارائه گردیده است، به طوری که در عین سادگی و هزینه‌ی کم، روند خرابی این کلیدها را به واسطه ورود گرد و غبار به مکانیزم داخلی آن‌ها، متناسب با روش به کار گرفته شده به تعویق انداخته یا به صفر می‌رساند.

کلمات کلیدی

کلید LOCAL/REMOTE بریکر فشار قوی، فرامین کنترلی / حفاظتی، گرد و غبار

گرد و غبار به درون این تابلوها می‌تواند ارسال و دریافت وضعیت‌ها و فرامین کنترلی / حفاظتی را مختل نماید. بیشترین تأثیر بر روی کنتاکت‌های متحرکی است که تغییر وضعیت می‌یابند (باز یا بسته می‌گردند) [۲ و ۳]. برخی از مهمترین این کنتاکت‌ها عبارت‌اند از کنتاکت‌های BG بریکر که وظیفه ارسال وضعیت پل‌های بریکر را انجام داده و نیز کنتاکت‌های کلید (های) LOCAL/REMOTE (L/R) که وظیفه قرار دادن بریکر در وضعیت LOCAL یا REMOTE را بر عهده دارند. با ورود گرد و غبار به داخل مکانیزم این کنتاکت‌ها، عملکرد عادی و مورد انتظار آن‌ها در شرایط بهره‌برداری مختل شده و ممکن است تحت شرایطی (بهره‌برداری عادی یا بروز خطا)، منجر به عدم ارسال فرمان قطع

۱- مقدمه

تجربه نشان داده است ورود گرد و غبار به داخل تابلوهای مارشالینگ در محوطه‌ی پست‌های فشار قوی و تابلوی بریکرهای فشار قوی، علی‌رغم استفاده از لاستیک‌ها و نوارهای آب‌بندی مناسب و ساخت تابلوهای محوطه با IP54 مطابق با استاندارد IEC60947 [1]، همچنان معضلی است که با روند تغییر سریع آب و هوای کشور به سمت خشکسالی بیشتر و همچنین افزایش عمر تجهیزات تحت بهره‌برداری، به واسطه ایجاد اختلال در عملکرد سیستم قدرت، خود را بیشتر نمایان کرده است. ورود

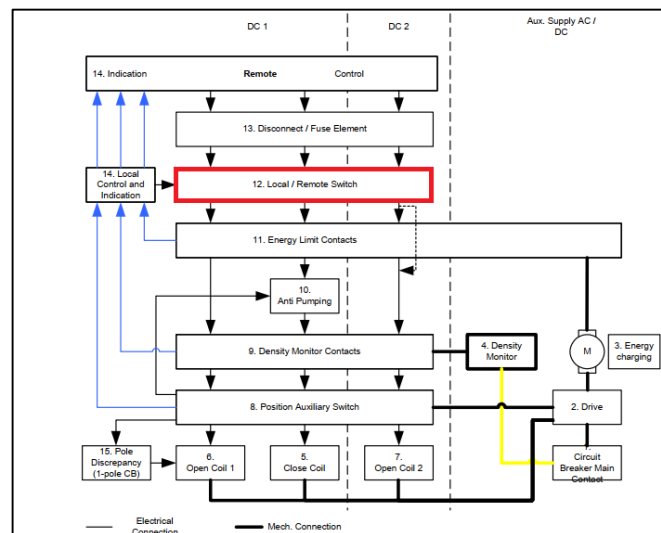
منجر به وقوع خاموشی‌های گسترده در شبکه شده است. در ادامه به دو مورد از این حوادث واقعی اشاره می‌گردد.

۲-۱- خاموشی گسترده در شبکه قدرت به واسطه عدم قطع یکی از پل‌های بریکر خط ۲۳۰ کیلوولت

در این حادثه جهت انجام مانور برای قطع خط انتقال از سمت پست انتقال، اپراتور اقدام به ارسال فرمان تریپ به صورت دستی از اتاق کنترل به بریکر ۲۳۰ کیلوولت مربوط به این خط کرده است. بریکر مورد اشاره دارای مکانیزم قطع مجزا برای هر پل بریکر بوده و از زمان بهره‌برداری آن بیش از ۱۰ سال می‌گذرد. با ارسال فرمان قطع، یکی از پل‌ها قطع نشده (پل فاز A) و همزمان حفاظت PD کنتاکتی و CBF ST1 عملکرد داشته است و با عدم قطع پل یاد شده، حفاظت CBF ST2 عملکرد داشته و فرمان تریپ حفاظتی به تمامی بریکرهای بالادست ارسال شده است. لذا عملکرد حفاظت یاد شده منجر به ایزوله شدن باس ۲۳۰ کیلوولت (تحت تانسسیون قرار گرفتن ترانسفورماتورهای ۴۰۰ به ۲۳۰ کیلوولت، قطع تغذیه ترانسفورماتورهای ۲۳۰ به ۶۳ کیلوولت، قطع خودکار بریکرهای تمامی خطوط ۲۳۰ کیلوولت متصل به باس) و در نتیجه اعمال خاموشی به باس‌های ۶۳ کیلوولت شده است و به تعدادی پست ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت پایین دست خاموشی اعمال گردیده است.

بررسی‌های انجام شده نشان داد وجود اشکال در کنتاکت ۲۱ و ۲۲ مربوط به کلید L/R تابلو سنترال بریکر یاد شده که فرامین مربوط به پل فاز A از آن عبور می‌کند (SUB2)، منجر به عدم ارسال فرمان تریپ به پل مورد اشاره شده است. تریپ دستی (MANUAL) و حفاظت PD و CBF ST1 به واسطه عبور از این کنتاکت به بریکر منتقل می‌شود (SUB2). نقشه‌ی تک خطی مربوط به عبور سیگنال‌ها و نیز نمای پشت کلید L/R نصب شده در تابلو سنترال بریکر، به ترتیب در شکل‌های (۲) و (۳) نشان داده شده است.

به پل‌های بریکر یا عدم رؤیت وضعیت باز پل‌های بریکر توسط رله حفاظتی گردد، که خصوصاً در مورد بریکرهایی که مکانیزم هر پل به صورت مجزا عملکرد دارد (معمولاً بریکرهای با سطح ولتاژ ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت)، مشکلات زیادی به همراه داشته و منجر به عملکرد حفاظت‌های CIRCUI T BREAKER (PD) POLE DISCORDANCE و (CBF ST1) FAILURE STAGE1 و در صورت عدم قطع بریکر با حفاظت‌های یاد شده منجر به عملکرد حفاظت CIRCUI T BREAKER FAILURE STAGE2 (CBF ST2) خواهد شد. شکل (۱)، موقعیت حیاتی کلید L/R را در مجموعه فرامین ارسالی به بریکر قدرت نشان می‌دهد.



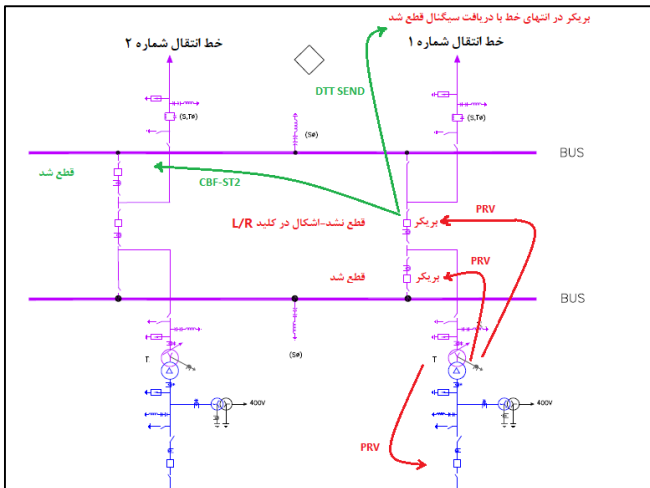
شکل (۱): فلوجارت مربوط به عبور تمامی فرامین حفاظتی / کنترلی به بریکر از داخل کلید L/R [4]

در این مقاله‌ی کوتاه صنعتی، راهکارهایی عملی و کم هزینه جهت بهبود وضعیت تابلوهای نصب شده در محوطه‌ی پست‌های انتقال و کلیدهای L/R از لحاظ نفوذ گرد و غبار، ارائه شده که علاوه بر کاهش خرابی و نیاز به جایگزینی این کلیدهای گران قیمت، منجر به افزایش قابلیت اطمینان شبکه نیز خواهد شد.

۲- تعریف چالش و مشکل مورد بررسی

مطابق آنچه بیان گردید، مشکل و چالشی که مورد بررسی قرار گرفته است، عدم عملکرد صحیح و مورد انتظار کنتاکت‌های متحرک در تابلوی بریکر قدرت، خصوصاً کلید L/R بریکر قدرت می باشد که در برخی موارد

بریکر متصل به باس ۴۰۰ کیلوولت و بریکر دیگر در انتهای خط متصل به باس به طور خودکار قطع شدند. در شکل (۴)، نمای تک خطی پست انتقال نشان داده شده است.

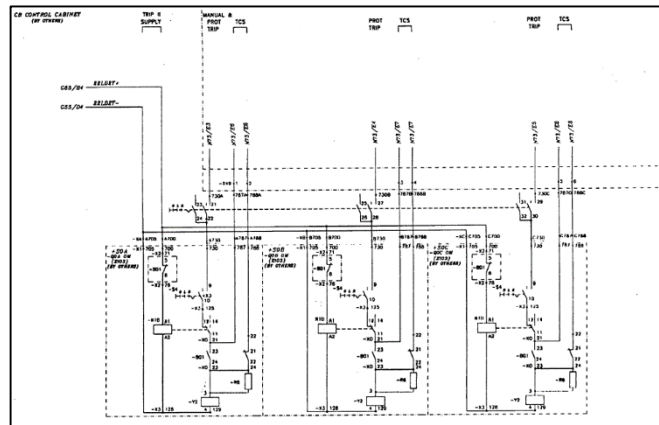


شکل (۴): نمودار تک خطی پست انتقال

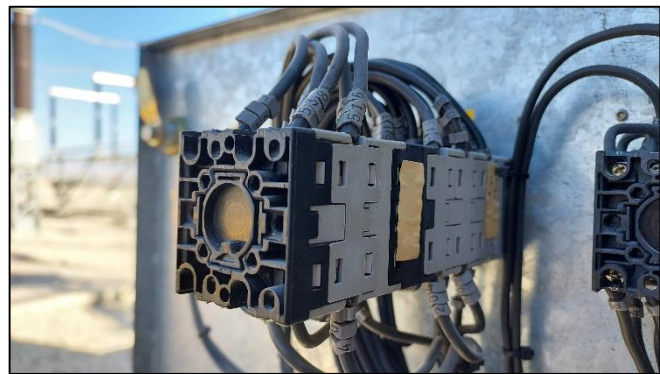
پس از بررسی مشخص گردید اشکال در کلید L/R مستقر در تابلوی پُل فاز C بریکر منجر به وقوع حادثه شده است. بررسی مکانیزم عملکرد این کلید نشان داد ضعف طراحی کلید و ورود گرد و غبار به درون آن موجب عدم انتقال سیگنال تریپ به کنتاکت مربوط به آن شده است. در شکل (۵)، کلید L/R جایگزین شده در تابلوی پُل فاز C بریکر ۴۰۰ کیلوولت نشان داده شده است.



شکل (۵): کلید L/R جایگزین شده در تابلوی پُل فاز C بریکر ۴۰۰ کیلوولت



شکل (۲): تک خطی مربوط به عبور سیگنال‌های حفاظتی/کنترلی از کلید L/R



شکل (۳): نمای پشت کلید L/R نصب شده در تابلو سنترال بریکر

ساختار این کلیدها به این صورت است که گرد و غبار به راحتی از روزنه‌های موجود بر روی بدنه‌ی آن وارد مکانیزم داخلی کلید شده و در کارکرد آن‌ها ایجاد مشکل می‌کند.

۲-۲- خروج یک خط و باسبار به دلیل عدم قطع یکی از پُل‌های بریکر ۴۰۰ کیلوولت

در این حادثه، حفاظت PRESSURE RELEIF VALVE (PRV) یک ترانسفورماتور قدرت در پست انتقال عملکرد داشته و فرمان تریپ به بریکرهای طرفین ترانسفورماتور جهت ایزوله نمودن ترانسفورماتور از شبکه ارسال شده است. هنگام دریافت سیگنال تریپ توسط یکی از بریکرهای بالادست ترانسفورماتور، پُل فاز C بریکر ۴۰۰ کیلوولت یاد شده به طور خودکار قطع نشده است (بریکر مورد اشاره دارای مکانیزم قطع مجزا برای هر پُل است). با توجه به عدم قطع پُل بریکر با عملکرد حفاظت CBF ST1، حفاظت CBF ST2 عملکرد داشته و با توجه به طرح اجرا شده،

داخل تابلو داشته است. موارد دیگر نظیر استفاده از نوارهای آب‌بندی سیلیکونی یکپارچه، روکش نمودن کلید L/R و کاور نمودن کلید L/R در تابلو، با توجه به تیپ هر تابلو و جانمایی کلید L/R در داخل تابلو، نیازمند طراحی جداگانه بوده و پس از اخذ مجوزهای لازم اجرایی خواهد شد.

مراجع

- [1] "IEC 60947-1:1988 | IEC Webstore | energy efficiency, smart city," *webstore.iec.ch*.
- [2] مجیدی، علی‌اصغر، "پستهای فشار قوی در شرایط طوفان‌های شدید منطقه سیستان و بلوچستان"، نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی برق، تهران، ۱۳۸۳.
- [3] "دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی و آزمون‌های تابلوهای فشار ضعیف داخل پست"، شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانبر)، ۱۳۹۴.
- [4] H. Wilson, G. Curcanu, H. Ito, T. Jung, T. Küng, E. Pagán-Díaz, G. Patel, S. Pokora, M. Blundell..., "Circuit-Breaker Controls Failure: Survey on Circuit-Breaker Controls Systems" *CIGRE: Paris, France. 2007*.

۳- ارائه تجربیات و راه حل برای چالش و مشکل و دستاورد حاصله

با توجه به توضیحات ارائه شده، اهمیت کلید L/R در انتقال فرامین حفاظتی/کنترلی نمایان شده و برخی از خاموشی‌های به وجود آمده در شبکه ناشی از اشکال در کلید یاد شده ارائه گردید.

تجربه نشان داده است استفاده از کنتاکت شور راه حلی موقتی است و دیگر نمی‌توان به کلیدی که یکبار معیوب شده است به دلیل اهمیت حیاتی آن، اتکا نمود و نیاز است تا کلید معیوب جایگزین گردد. راهکارهایی کم هزینه جهت کاهش ورود گرد و غبار به داخل کلیدهای L/R وجود دارد که می‌توان از آن‌ها جهت افزایش طول عمر این کلیدها استفاده نمود که عبارت‌اند از:

- استفاده از لاستیک‌ها و نوار آب‌بندی تمام سیلیکونی یکپارچه برای تابلوهای موجود در محوطه و جایگزینی سالیانه آن‌ها.
 - روکش نمودن قسمت‌های جانبی و پشت کلید L/R با نوار چسب‌دار سیلیکونی جهت نفوذ کمتر گرد و غبار به درون مکانیزم کلید (جایگزینی این نوار چسب در زمان هر سرویس سالیانه توصیه می‌گردد).
 - استفاده از کاور سیلیکونی مگنتیک جهت احاطه‌ی کامل کلید L/R با توجه به طراحی تابلو و فضای پشت درب تابلو (این کاور به راحتی در زمان سرویس سالیانه قابل جداسازی بوده و فضایی کشسان در زیر کاور جهت عبور سیم‌ها قابل تعبیه است).
 - سیلد نمودن کامل تابلوهای مستقر در محوطه از محل درزها و پیچ‌ها.
 - تزریق فوم مناسب به اطراف کابل‌های ورودی به داخل تابلوهای محوطه جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار به داخل تابلو. راهکارهای زیر جهت سفارش گذاری تابلوها در هنگام خرید و جایگزینی تجهیزات معیوب پیشنهاد می‌گردد:
 - سفارش تابلوهای محوطه با IP ساخت بالاتر.
 - الزام شرکت‌های تولید کننده بریکر به رفع نقص‌های طراحی و استفاده از تجهیزات متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه.
 - خریداری کلیدهای L/R با IP68 (در صورت وجود) به عنوان لوازم یدکی برای جایگزینی با کلیدهای معیوب.
- برخی از موارد فوق (سیلد نمودن از محل درز و پیچ و تزریق فوم) همواره در شرکت برق منطقه‌ای سمنان مورد توجه بوده و نتایج مناسبی از لحاظ افزایش طول عمر تجهیزات با محوریت عدم نفوذ گرد و غبار به