ارائه یک روش برای جلوگیری از تریپ کاذب توربین در هنگام تریپ سیستم تحریک در واحدهای MGT30

محمد آزادمنش [۱]، سجاد آزادمنش [۲]، سامان آزادمنش [۳]

[۱] شرکت بهره برداری و تعمیراتی مپنا، نیروگاه اندیمشک
M_azadmanesh67@yahoo.com

[۲] شرکت پالایشگاه نفت آبادان، واحد رله و حفاظت
Azadmanesh.sa1983@yahoo.com

[۳] شرکت برق منطقه ای ناحیه شمال خوزستان
Samanazadmanesh10229@gmail.com

چکیده

از پر اهمیت ترین تجهیزات در شبکه های فشار قوی ژنراتورها می باشند .حفاظت الکتریکی ژنراتورها توسط چند حفاظت مختلف اعم از دیفرانسیل، خطای زمین، افزایش/ کاهش فرکانس و... صورت می گیرد.

در نیروگاه با توجه فالت پیش آمده بسیار مهم است که کدام قسمت نیروگاه (تحریک، توربین، ژنراتور و ترانس) تریپ داده شود تا در اسرع وقت در صورت امکان، واحد مجددا در سرویس قرار گیرد. در این میان حفاظت فرکانسی وظیفه حفاظت دور ژنراتور را بر عهده دارد و در صورت افزایش یا کاهش از حد آستانه مورد نظر وارد عمل می شود. در این مقاله به بررسی عملکرد این حفاظت در هنگام تریپ سیستم تحریک و باز شدن بریکر ژنراتور[1] در مگاوات بالا که منجر به تریپ توربین می شود، پرداخته شده و راهکارهای پیشنهادی جهت جلوگیری از تکرار حوادث مشابه ارائه شده است.

کلمات کلیدی

نیروگاه، ژنراتور، حفاظت فرکانسی، افزایش دور.

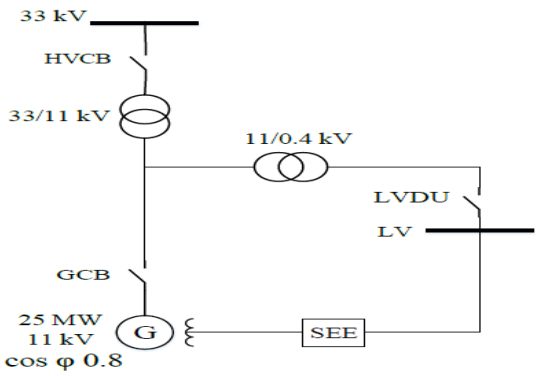
۱- مقدمه

شکل(۱) نمای تک خطی یکی از واحدهای نیروگاه ۵۰ مگاواتی اندیمشک را نشان می دهد که شامل دو واحد ۲۵ مگاواتی MGT30 ساخت گروه مپنا می باشد. سیستم تحریک این واحد ها از نوع بدون جاروبک و بدون PMG[2] است که در این سیستم ولتاژ تغذیه سیستم تحریک از باس ۴۰۰ ولت نیروگاه تغذیه می شود و بعد از یکسوسازی ولتاژ DC به سیم پیچ تحریک ژنراتور ارسال می گردد.

۲- شرح حادثه

در تاریخ ۱۴۰۱/۰۸/۲۱ خط مابین پست محلی واحد ۲ نیروگاه اندیمشک و پست مجاور، بر اثر بارندگی شدید و صاعقه دچار خطای اتصال کوتاه گردید و باعث کاهش سطح ولتاژ باس ۱۱ کیلو ولت نیروگاه و در نهایت باعث کاهش سطح ولتاژ باس ۴۰۰ ولت می شود کاهش سطح ولتاژ به گونه ای است که آلارم مرحله ۲ حفاظت کاهش ولتاژ پیک آپ می کند، در ادامه سیستم تحریک به دلیل کاهش سطح ولتاژ ورودی دچار خطا

می شـود و فرمان تریپ برای سـیسـتم حفاظت ژنراتور می فرسـتد. این مسئله در لاگ رله حفاظت ژنراتور در شکل (۲) نشان داده شده است[۱].



شکل (۱) : نمای تک خطی واحد ۲ نیروگاه اندیمشک

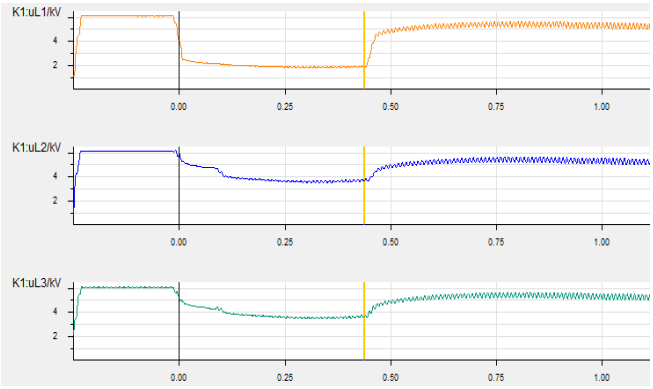
بعد از دریافت سـیگنال تریپ، سـیسـتم حفاظت ژنراتور فرمان تریپ برای GCB می فرسـتد و واحد از شـبکه جدا می شـود شـکل(۳). در حال نرمال شـات دان، بار واحد توسـط سـیسـتم گاورنر به ۳۰۰ کیلو وات کاهش پیدا می کند سپس مجوز باز شدن GCB را می دهد [۲] . در زمان حادثه، بار واحد ۲۰ مگاوات بوده و ازآنجایی که GCB در مگاوات بالا باز شـده اسـت واحد با افزایش دور مواجه می شـود همچنین به دلیل وجود پسـماند در شـفت ژنراتور، ولتاژ سـازی در ترمینال ژنراتور صـورت می گیرد[3] شـکل(۴). دلیل کاهش ولتاژ خروجی ژنراتور در بازه زمانی صـفر تا ۰.۴۵ ثانیه، کاهش ولتاژ تغذیه سـیسـتم تحریک می باشـد. به علت وجود ولتاژ، مرحله ۴ حفاظت افزایش فرکانس اسـتارت می شـود و با وجود باز بودن GCB فرمان تریپ برای توربین می فرسـتد و توربین تریپ می دهد شکل(۵).

06533	Undervoltage U< picked up	ON	20 ms
06537	Undervoltage U<< picked up	ON	20 ms
03970	Imp.: O/C with undervoltage seal in	ON	20 ms
05165	I2> picked up	ON	60 ms
01897	O/C fault detection Ip phase L2	ON	100 ms
05660	Diff: Crossblock by ext. fault	OFF	298 ms
04546	>Trigger external trip 2	ON	378 ms
	SEE Trip	ON	378 ms

شکل (۲) : کاهش سطح ولتاژ و فرمان تریپ GCB توسط سیستم تحریک

05706	Restr. current in phase L3 at trip	2.33 I/InO	405 ms
	GCB OPEN	ON	445 ms
05214	Frequency protection undervoltage Blk	OFF	471 ms

شکل (۳) : جدا شدن واحد از شبکه



شکل (۴) : ولتاژ سازی دوباره در ترمینال ژنراتور بعد از باز شدن GCB

05234	f3 picked up	ON	529 ms
05235	f4 picked up	ON	529 ms
05239	f4 TRIP	ON	529 ms
05651	Diff. prot.: Blocked by ext. fault L1	OFF	529 ms
05631	Differential protection picked up	OFF	529 ms
06531	Undervoltage protection is BLOCKED	ON	565 ms
	Turb Trip	ON	927 ms

شکل (۵) : فعال شدن مرحله ۴ فرکانسی و تریپ توربین

۳- تنظیمات حفاظت over frequency

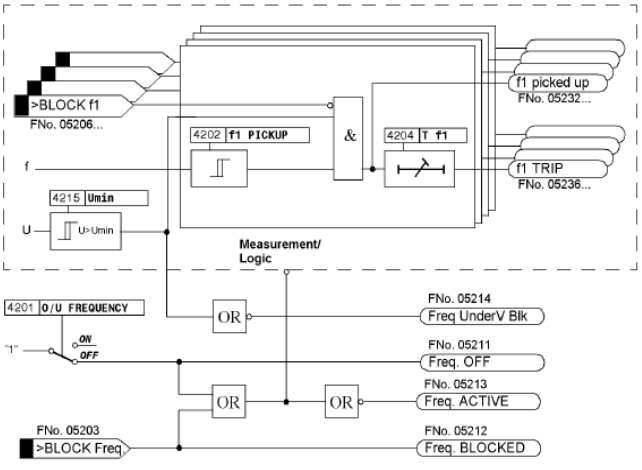
تنظیمات حفاظت فرکانسـی واحد های نیروگاه در شـکل (۶) نشـان داده شـده اسـت [۴]. همانطور که مشخص شـده اسـت شـرط مینیمم ولتاژ برای فعال شدن این حفاظت، وجود ولتاژ بالای ۷۱.۵ ولت در ثانویه ترانس ولتاژ می باشـد. با توجه به تریپ داده شـده توسـط حفاظت فرکانسـی، پرواضـح اسـت که ولتاژ سازی در ژنراتور صورت گرفته و این مقدار بالای ۷۱.۵ ولت بوده اسـت که این حفاظت فعال شـده اسـت و همچنین با توجه به فعال

شدن مرحله ۴ فرکانسی، واضح است که فرکانس ژنراتور به مقدار ۵۲ هرتز رسیده است و واحد به دلیل تریپ GCB در مگاوات بالا، با افزایش دور مواجه شده است. شکل (۷) Logic دیاگرام حفاظت فرکانسی رله 7UM زیمنس را نمایش می دهد[5].

Address	Setting Title	Parameter/Comment	Setting
4201	O/U FREQUENCY	81 Over/Under Frequency Protection	ON
4202	f1 PICKUP	81-1 Pickup	47.5 Hz **
4204	T f1	81-1 Time Delay	2 sec
4205	f2 PICKUP	81-2 Pickup	47.00 Hz **
4207	T f2	81-2 Time Delay	0.00 sec
4208	f3 PICKUP	81-3 Pickup	51.50 Hz **
4210	T f3	81-3 Time Delay	20.00 sec
4211	f4 PICKUP	81-4 Pickup	52.00 Hz **
4213	T f4	81-4 Time Delay	0 sec
4214	THERESHOLD f4	81 Handling of Threshold Stage 81-4	stage automatic
4215	Umin	81 Minimum Required Volt. for Operation	71.5.0 V

شکل (۶) : تنظیمات حفاظت فرکانسی ژنراتور

در این حادثه اگر حفاظت افزایش فرکانس بلاک می شد فقط ژنراتور تریپ می کرد و توربین در دور ۳۰۰۰ باقی می ماند و مجدد می توانست با شبکه سنکرون گردد.

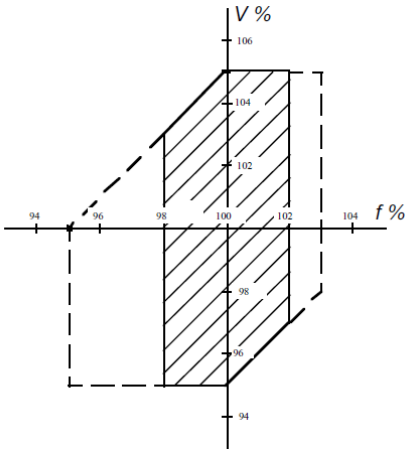


شکل (۷) : Logic دیاگرام حفاظت رله 7UM زیمنس

۴- راه کارهای پیشنهادی

۴-۱- بالا بردن تنظیمات مرحله ۴ فرکانسی

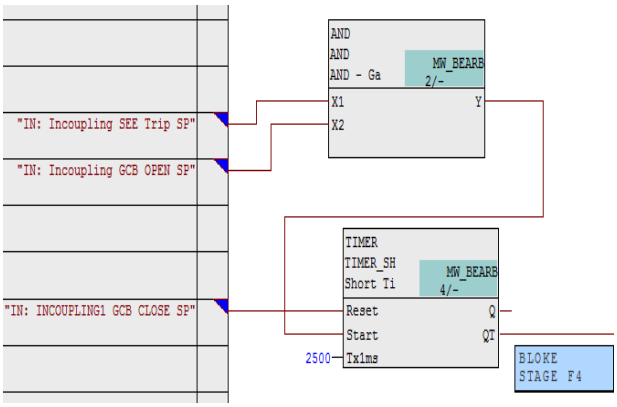
اگر چه می توان با بالا بردن مقدار و زمان مرحله ۴ فرکانسی این مشکل را برطرف نمود، ولی این مورد برای ژنراتور خطرناک است و توصیه نمی گردد [۶]. مطابق با شکل (۸) فرکانس بهره برداری (۹۸-۱۰۲) درصد فرکانس نامی ماشین می باشد [۷].



شکل (۸) : ناحیه مجاز بهره برداری ژنراتور

۴-۲- بلاک کردن حفاظت فرکانسی بعد از باز شدن GCB

طبق لاگ رله حفاظت ژنراتور مشخص است که مرحله ۴ فرکانسی از زمان 529 ms این حفاظت picked up و در زمان 2825 ms off شده است که به مدت 2296ms فعال شده است در این حادثه واحد در بار پایه بوده است و بیشترین مگاوات را به شبکه تزریق می کرده و بیشترین افزایش دور را تجربه کرده است. اگر منطقی طراحی شود که این حفاظت را در زمان مناسب بلاک کند می توان از تریپ توربین جلوگیری نمود. لازم به ذکر است که حد آستانه مرحله ۴ فرکانسی ۵۲ هرتز و با زمان آنی تنظیم شده است. شکل(۹) این Logic را نشان می دهد که در بخش cfc^3 رله حفاظت ژنراتور 7UM پیاده شده است. در این طرح مقدار زمان بلاک این حفاظت برای عملکرد مطمئن 2500ms در نظر گرفته شده است.



شکل (۹) : Logic دیاگرام طرح پیشنهادی در CFC

طبق طرح چنانچه سیستم تحریک فرمان تریپ دهد و GCB باز شود مرحله ۴ فرکانسی به مدت 2500ms بلاک می شود، لازم به ذکر است تایمر به کار رفته با بسته شدن GCB مجددا آماده به کار می شود.

۵- نتیجه

در این مقاله، یکی از حوادث نیروگاه اندیمشک مورد بررسی قرار گرفته که با تریپ تحریک، توربین نیز تریپ می کند در صورتی که می توان از تریپ توربین جلوگیری نمود. در ادامه یک راهکار با یک Logic دیاگرام ارئه گردید که نیاز به اصلاحات سخت افزاری اضافی نمی باشد و کافیست در بخش برنامه نویسی رله حفاظت ژنراتور انجام شود، هر تریپ توربین باعث بالا رفتن ساعت کارکرد قابل توجه توربین می شود که می توان با پیاده سازی این طرح از آن جلوگیری نمود و واحد در دور ۳۰۰۰ باقی بماند تا بعد از رفع عیب مجددا با شبکه سنکرون گردد.

مراجع

[۱] شرکت مپنا(مکو)، تریپ ماتریس واحد های MGT
[2] *Chikazumi, Sōshin (1997). Physics of ferromagnetism (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.*p.3-27
[۳] شرکت مپنا (مکو)، کنترل لاجیک دیاگرام واحدهای MGT30
[۴] شرکت مپنا (مکو)، تنظیمات رله های حفاظتی نیروگاه اندیمشک
[5] Manual multifunction generator 7um siemens
[6] IEEE Std C37.106.2003, IEEE Guide for Abnormal Frequency Protection for Power Generating Plants
[7] IEC 60034-3, Rotating electrical machines - Part 3: Specific requirements for cylindrical rotor synchronous machines

ضمایم

مشخصات ترانس های ولتاژ	11/0.11 kv
مشخصات سیستم تحریک	بدون جاروبک-بدون ژنراتور مغناطیس دائم
مشخصات زنراتور کمکی نصب شده بر روی روتور	124 KVA-300 HZ-161 V-445 A
مقادیر نامی خروجی سیستم تحریک	24 V- 3 A

[1] Generator Circuit Breaker
[2]Permanent Magnet Generator
[3]Continuous Function Chart