



Namatek
True Education

Power System Protection

www.namatek.com

حفاظت سیستم قدرت

فهرست مطالب

1. مفهوم حفاظت سیستم قدرت چیست؟
2. اجزای سیستم های حفاظت قدرت
3. انواع روش های حفاظت سیستم قدرت

عاملی که حفاظت سیستم قدرت را به امری اجتناب ناپذیر تبدیل می کند، تاثیر گرفتن این سیستم ها از اختلال های مختلفی است که می تواند به دلیل حوادث طبیعی مانند رعد و برق، باد و یا حوادث انسانی اتفاق بیفتند. این اختلالات می توانند منجر به شرایط غیرعادی برای سیستم شوند و گاهی خسارات جبران ناپذیری را نیز به جای بگذارند.

در ادامه این مقاله همراه ما باشید تا بیشتر با روش های حفاظت سیستم های قدرت آشنا شوید.

#1 مفهوم حفاظت سیستم قدرت چیست؟

حفاظت سیستم قدرت (Power System Protection) شاخه ای از مهندسی برق است که از سیستم های قدرت در برابر بروز خطاهای مختلف محافظت می کند.

این امر با جدا کردن قسمت معیوب از کل سیستم انجام می شود. با این کار برق رسانی به قطعات سالم قطع یا متوقف نمی شود و بقیه قسمت های شبکه تا حد امکان به کار خود ادامه می دهند.

این امر باعث افزایش قابلیت اطمینان و کارایی سیستم نیز می شود. قطعات و تجهیزاتی که در این مسیر و برای محافظت از سیستم های قدرت در برابر خطا استفاده می شود را **دستگاه های حفاظتی** می نامند.



#2 اجزای سیستم های حفاظت قدرت

اجزایی که برای حفاظت سیستم قدرت استفاده می شوند عبارت اند از:

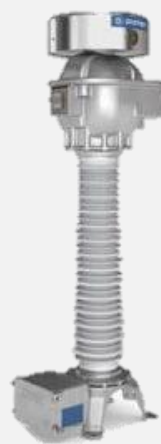
• ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

(Current and Voltage Transformer)

این دو ترانسفورماتور که به صورت CT و VT مشخص می شوند، جریان و ولتاژ وسایل حفاظتی را اندازه گیری می کنند تا بتوانند به درستی به کار خود ادامه بدهند.



VT



CT

• مدار شکن (Circuit Breaker)

یک قطعه حفاظتی است که برای حفاظت از یک مدار الکتریکی در برابر صدمات [اتصال کوتاه](#) و اضافه جریان در مدار قرار می گیرد. از این دستگاه برای برق رسانی و یا قطع مدار استفاده می شود و باید بتواند به سرعت (در حدود چند میلی ثانیه) باز و بسته شود.



• باتری (Battery)

از [باتری](#) ها به عنوان منبع پشتیبان دستگاه های حفاظت سیستم قدرت استفاده می شود تا بتوانند در صورت قطع برق نیز به کار خود ادامه دهند.



• کانال های ارتباطی (Communication Channels)

این بخش ارتباط بین سیستم های قدرت و دستگاه های حفاظت سیستم را برقرار می کند.



• رله حفاظتی (Protective Relay)

که در بخش بعد به طور کامل توضیح خواهیم داد.

#1-2 رله های حفاظتی (Protective Relay)

از این قطعه می توان به عنوان مغز یک سیستم حفاظتی یاد کرد. این قطعه مقادیری را که ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ اندازه می گیرند، دریافت می کند و بررسی می کند که آیا مدار به درستی کار می کند یا خیر. در صورتی که مقادیر نشان دهنده نقص در مدار باشند، رله ها سیگنال زمان را به مدارشکن ها ارسال می کنند تا بخش صدمه دیده را از بقیه بخش ها جدا کند.



رله های حفاظتی زیادی در بحث حفاظت سیستم قدرت استفاده می شوند که در ادامه توضیح هر کدام آمده است:

• رله های مکانیکی

این رله ها در مدارهای DC و AC کاربرد دارند. روش کار این رله ها به این صورت است که وقتی که جریان به کویل رله ها وارد می شود، نیروی مغناطیسی تولید می گردد که باعث می شود بعد از گذشت زمانی مشخص سیگنال فرمان به مدارشکن ارسال شود.

• رله های حالت جامد

در این رله ها بخش های مکانیکی با قطعات الکترونیکی شامل [دیود](#) و [تریستور](#) جایگزین می شوند. این رله ها نسبت به رله های مکانیکی مزایایی از جمله سرعت پاسخگویی بالاتر و بی نیاز بودن از [کالیبراسیون](#) دوره ای دارند.

• رله های هیبریدی

این رله ها ترکیبی از هر دو رله مکانیکی و حالت جامد هستند تا بتوانند ویژگی های هر دو گروه را داشته باشند.

• رله های حفاظت دیجیتال

این رله ها دارای ریزپردازنده هایی هستند که می توانند خطاهای مختلف را شناسایی کرده و آن ها را بسته به اولویتشان مدیریت کنند. از مهم ترین ویژگی های این رله ها سرعت و قابلیت اطمینان بالای آن ها است. از دیگر ویژگی های معروف این رله داشتن حافظه است که می تواند عیوب مختلف را ثبت کرده و در صورت لزوم آن ها را به واحدهای کنترلی ارسال کند.

#3 انواع روش های حفاظت سیستم قدرت

انواع روش های حفاظت سیستم قدرت عبارت اند از:

• شبکه فشار قوی (High-Voltage Transmission Network)

• ژنراتورها (Generator Sets)

• خطای زمین (Earth Fault)

• امنیت سایبری (Cybersecurity)

• حفاظت اضافه بار (Overcurrent)

• فاصله (Distance)

• پشتیبان گیری (Back-up)

• شبکه فشار ضعیف (Low-Voltage Networks)

در ادامه به شرح هر کدام خواهیم پرداخت.

#3-1 شبکه فشار قوی

یکی از بخش های مورد نیاز حفاظت، شبکه انتقال و توزیع است. در حفاظت این شبکه باید نیروگاه و انسان (از جمله کارکنان) مورد حفاظت قرار گیرند.

در سطح اولیه باید قطعاتی که تحت اضافه بار یا [اتصال زمین](#) هستند از مدار جدا شوند. قطعاتی مانند ترانسفورماتورها باید شدیدتر حفاظت شوند و حفاظت از آن ها با کنترل دما و فشار گاز انجام می شود.

#3-2 نقش ژنراتورها در حفاظت سیستم قدرت

در نیروگاه ها رله های حفاظتی از دینام ها و ترانسفورماتورها در برابر شرایط غیر عادی حفاظت می کنند. این شرایط می تواند به دلیل نقص داخلی، خرابی در عایق ها و یا اختلال در تنظیمات رخ بدهد. از آن جایی که چنین شرایطی غیر عادی است و به ندرت اتفاق می افتد، بنابراین رله های حفاظتی در این سیستم ها به ندرت عمل می کنند.

#3-3 خطای زمین

این [حفاظت](#) یکی از روش های حفاظت سیستم قدرت است که برای بررسی آن به ترانسفورماتور جریان نیاز دارد تا عدم تعادل را در یک سیستم سه فاز بررسی کند.

جریان های سه فاز معمولا در تعادل هستند، یعنی مقدار تقریبا برابری دارند. اگر یک یا دو فاز با [امپدانس](#) کم به زمین وصل شوند، مقدار ولتاژ آن ها به طور چشمگیری افزایش خواهد یافت که همین امر نیز باعث از بین رفتن تعادل جریان بین فازها خواهد شد. اگر این عدم تعادل جریان ها از حدی بیشتر شود، مدارشکن ها عمل می کنند و از سیستم حفاظت خواهند کرد.

#3-4 امنیت سایبری

این روش یکی دیگر از روش های حفاظت سیستم قدرت در برابر حملات سایبری است. این حملات می تواند به تجهیزات آسیب بزند و کنترل شبکه را از دست متخصصان خارج کند.

این اتفاق به این دلیل می افتد که این سیستم های کنترلی به اینترنت متصل هستند و حمله هکرها به آن ها کار آسانی است.



#3-5 حفاظت اضافه بار

در این روش حفاظت سیستم قدرت از یک ترانسفورماتور جریان برای اندازه گیری جریان در مدار استفاده می شود. سپس جریان به دست آمده با مقدار از پیش تعیین شده سیستم مقایسه می شود.

این روش حفاظتی به دو صورت اعمال می شود:

• اضافه جریان لحظه ای (Instantaneous Overcurrent = IOC):

در این روش اگر جریان از سطح از پیش تعیین شده بیشتر شود، مدارشکن عمل خواهد کرد.

• اضافه جریان زمانی (Time Overcurrent = TOC):

این روش با توجه به وضعیت منحنی جریان-زمان انجام می شود. با توجه به این منحنی، اگر جریان اندازه گیری شده از سطحی که برای زمان در منحنی تعیین شده بیشتر شود، مدارشکن یا [فیوز](#) عمل خواهد کرد.

#3-6 نقش فاصله در حفاظت سیستم قدرت

این روش حفاظتی برای حفاظت سیستم قدرت ناشی از فاصله های انتقال بسیار طولانی است (معمولا بیشتر از ۱۰ مایل).

این خطا با کاهش ولتاژ خود را نشان خواهد داد. به همین منظور در ترمینال های رله، ولتاژ و جریان اندازه گیری می شود که این مقدار نشان دهنده امپدانس است. اگر این مقدار از حد تعیین شده برای آن کمتر شود مدارشکن عمل خواهد کرد.

#3-7 پشتیبان گیری

همواره این احتمال وجود دارد که مدارشکن یا رله های حفاظتی به موقع عمل نکنند. در سیستم های مهم در صورت عمل نکردن روش حفاظتی معمولی، حفاظت پشتیبان وارد عمل می شود. این روش حفاظت به دو صورت انجام می شود:

• روش پشتیبان از راه دور: در این روش دو بخش آسیب دیده و سالم را حذف می کنند تا خطا برطرف شود.

- روش پشتیبان محلی: در این روش فقط بخش آسیب دیده برای برطرف شدن خطا از سیستم حذف می شود.

#3-8 شبکه فشار ضعیف

در این روش از فیوزها و مدارشکن های ولتاژ پایین استفاده می شود تا خطاهای اضافه بار و اتصال زمین را بر طرف کنند.



کلام آخر

در این مقاله با مفهوم حفاظت سیستم قدرت و اجزای آن آشنا شدیم. هم چنین شرایطی که یک سیستم نیاز به حفاظت پیدا می کند و انواع روش های حفاظتی را بررسی کردیم.

اگر بخش های حفاظتی متوجه خطا در سیستم نشوند، می توانند باعث صدمه رسیدن به قطعات اصلی سیستم شوند؛ به طوری که تعمیر یا تعویض آن ها هزینه های زیادی را به شبکه تحمیل خواهد کرد و شبکه را برای مدتی از دسترس خارج خواهد کرد.