

روشهای محدودسازی جریان اتصال کوتاه در شبکه های قدرت بهت ایمن سازی صنعت برق و صنایع نفت، گاز و پتروشیمی

(بخش اول)

رضا حاجیها

کارشناس ارشد برق - دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

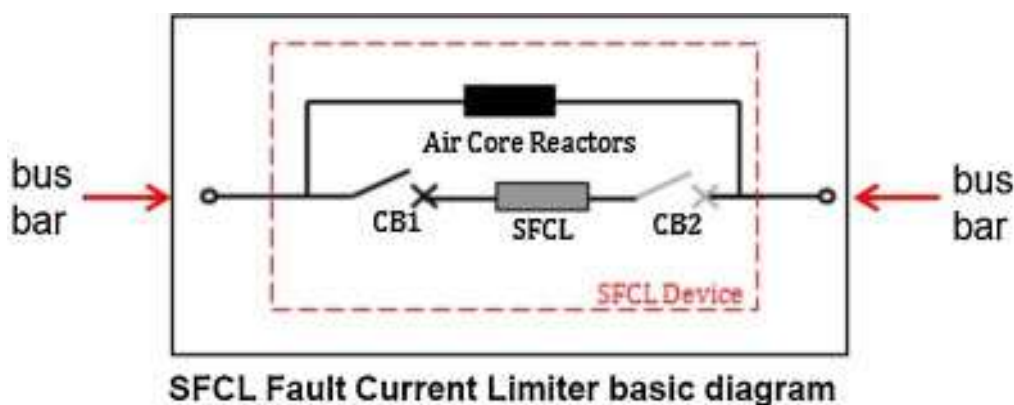
لزوم محدودسازی جریانهای خطا مستلزم شناخت جریان اتصال کوتاه، علل و اثرات افزایش آن و همچنین آثار مخرب این جریانهای خطا در شبکه می باشد. زیرا با وجود آثار مخرب اتصال کوتاه، محدودسازی آن میتواند از بسیاری از تلفات مانند تخریب تجهیزات، ناپایداری شبکه و غیره جلوگیری نماید. ابزاری که امروزه به منظور محدودسازی جریان اتصال کوتاه بکار میرود محدود کننده جریان خطا (FCL : Fault Current Limiter) میباشد، که در انواع مختلفی وجود دارد.

یک محدودکننده جریان خطا باید دارای قابلیتهای خاصی باشد تا بتواند در مدت زمان مناسب، جریان خطا را به میزان معینی محدود سازد.

در این مقاله به بررسی روشهای مختلف محدودسازی جریان خطا پرداخته و در این راستا انواع محدود کننده های جریان خطا و مکانیسم عملکرد آنها مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین با معرفی محدودکننده های جریان خطای ابررسانایی به عنوان یکی از انواع محدودکننده های جریان خطا به مقایسه این محدودکننده با سایر محدود کننده ها پرداخته شده که نتیجه این مقایسه برتری این نوع محدودکننده نسبت به انواع دیگر در بسیاری از زمینه ها میباشد.

۱- مقدمه

گسترش روز افزون تکنولوژی باعث رشد سریع شبکه های برق گردیده که این نیز خود معلول رشد بار مصرفی و بالطبع آن تولید بیشتر انرژی الکتریکی میباشد و برآیند مسائل فوق باعث ازدیاد قدرت سطح اتصال کوتاه شبکه های قدرت میگردد. در واقع مورد اخیر باعث میگردد که تجهیزات حفاظتی قبلی، دیگر پاسخگو نباشند و نیاز به تعویض آنها میباشد. در ضمن طراحی کلیدهای قدرت با قدرت قطع بسیار بالا خیلی گران تمام می شود. لذا استفاده از محدود کننده های جریان خطا راه حل مناسبی برای رفع این مشکل میباشد تا بتوان بدون توجه به افزایش قدرت اتصال کوتاه شبکه و نگرانی از تولید کلیدهای با قدرت قطع بالا، از همان کلیدهای قبلی استفاده شود و قدرت قطع کلیدهای جدید را همانند گذشته انتخاب نمود. محدود کننده های جریان خطا در گذشته به کمک سلفهای محدود کننده ساخته می شد و به این ترتیب عمل می نمود که با تشخیص خطا بوسیله سنسور جریان، و با فرمان لازم به کلید های قدرت و با وارد کردن یک سلف در سر راه اتصال کوتاه جلوی جریان خطا را می گرفتند. امروزه با پیشرفت دانش در زمینه ابرساناها و پیدایش مواد ابرسانایی با دمای بالا، امکان ساخت محدود کننده های جریان مختلف و با عملکردهای متفاوت که قابلیت نصب در نقاط مختلف شبکه را دارند فراهم گشته است. درضمن، اطمینان و سرعت بسیار بالای این محدود کننده ها نسبت به محدود کننده های قبلی بسیار بیشتر بوده و با وجود آن، قیمت و تکنولوژی ساخت آنها بسیار به صرفه تر می باشند.



۲- علل و اثرات افزایش جریان اتصال کوتاه

هر گونه عملکرد غیر عادی در سیستم قدرت که در واقع ناشی از وقوع حادثه ای در شبکه باشد اصطلاحاً خطا نامیده می شود. مهمترین و خطرناکترین خطا در سیستمهای قدرت، وقوع اتصال کوتاه می باشد. جریان ناشی از وقوع اتصال کوتاه یکی از عوامل بسیار موثر در آرایش، ظرفیت الکتریکی و مشخصات مکانیکی تجهیزات به کار گرفته شده در شبکه های الکتریکی می باشد.

جریان اتصال کوتاه از دیر باز تا کنون یکی از معضلات عمده سیستمهای قدرت بوده و همواره شبکه های الکتریکی و تجهیزات موجود سیستم قدرت را با مشکلات عدیده ای مواجه ساخته است. با ازدیاد سطح جریان اتصال کوتاه بنا به عللی که اشاره خواهد شد اثرات مخرب و مشکلات ناشی از این افزایش، کار گزاران سیستمهای قدرت را امروزه با مشکل بزرگ مقابله و مهار چنین جریانی در مدت زمان مناسب مواجه ساخته است.

از عوامل موثر در افزایش جریان اتصال کوتاه سیستمهای قدرت می توان به موارد عمده زیر اشاره نمود:

- افزایش تولید و گسترش شبکه های انتقال و توزیع به جهت پانچلویی به رشد سریع تقاضا.
- اتصال داخلی شبکه های یکدیگر.
- احداث خطوط موازی برای افزایش انتقال قدرت.
- نصب خازنهای سری برای جبران سازی خطوط، جهت افزایش توانایی در انتقال توان.

موارد فوق که در جهت پاسخگویی به نیازهای سیستم قدرت از قبیل پایداری، قابلیت اطمینان رشد تقاضا و... اجرا می شوند، باعث ازدیاد سطح اتصال کوتاه گردیده و مشکلات ناشی از آن، اثرات مخرب و هزینه های هنگفتی را به سیستم تحمیل می کند. با ایجاد شبکه های سراسری و تاسیس نیروگاههای پر قدرت به هم پیوسته امکان بوجود آمدن اتصالاتی ها در شبکه بیشتر و صرف هزینه متعارف غیر قابل اجتناب گردیده است.

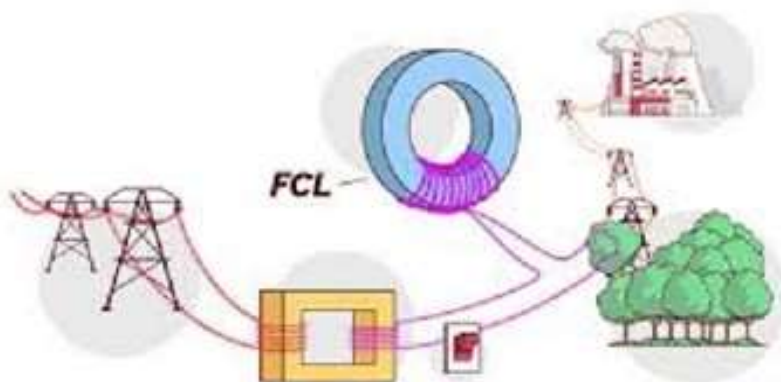
از اثرات مخرب و مسائلی که افزایش جریان اتصال کوتاه به دنبال دارد، موارد ذیل قابل ذکر می باشد:

۱- ازدیاد نیروهای دینامیکی حاصل از افزایش جریان اتصال کوتاه، فشار زیادی بر تجهیزات شبکه از قبیل ترانسفورماتورها، مدارشکن ها، ژنراتورها و... وارد می سازد. با ازدیاد جریان اتصال کوتاه تجهیزات قبلی توانایی تحمل چنین جریانی را نداشته و از این رو هزینه تعویض و تبدیل تجهیزات بر سیستم تحمیل می شود.

۲- افزایش ولتاژهای بازیافت و گذرا ناشی از ازدیاد جریان اتصال کوتاه، عایق بندی تجهیزات سیستم را تهدید می کند و همانگونه که می دانیم یکی از هزینه های عمده تجهیزات شبکه مسئله عایق بندی می باشد.

۳- به دلیل افزایش جریان اتصال کوتاه، تجهیزات شبکه به خصوص ترانسفورماتورها و ژنراتورها با مسئله ازدیاد انرژی حرارتی ناشی از آن مواجه می شوند.

- ۴- یکی از عوامل موثر در ناپایداری سیستمهای قدرت وقوع اتصال کوتاه بوده که افزایش این جریان باعث ناپایداری بیشتر سیستم می شود. هر چه میزان و مدت زمان برقراری این جریان بیشتر باشد، پایداری سیستم با مشکل جدی تری مواجه خواهد بود.
- ۵- برای جلوگیری از افزایش جریان اتصال کوتاه از موازی نمودن ترانسفورماتورها ممانعت به عمل آمده که منجر به کاهش قابلیت اطمینان پست می گردد.
- ۶- ازدیاد جریان اتصال کوتاه، مسئله تعویض مدار شکن ها با قدرت قطع بالاتر و هزینه های ناشی از آن را به دنبال دارد.
- ۷- افزایش جریان اتصال کوتاه باعث قطع برق وبالطبع کم شدن قابلیت اطمینان سیستم می گردد.
- ۸- با ازدیاد جریان اتصال کوتاه خطای نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای جریان ناشی از اشباع این عناصر بیشتر می گردد. با توجه به این اثرات می توان لزوم محدود سازی جریان اتصال کوتاه FCL را مطرح نمود.



۳- لزوم محدود سازی

پیش بینیهای لازم برای بهره برداری عادی از سیستم، قسمت عمده هزینه های سرمایه ای و عملیاتی را در بر می گیرد، اما سیستمی که تنها از این دیدگاه طراحی شده باشد چه بسا پاسخگوی نیازهای امروزی نبوده و بروز عیب در تجهیزات شبکه های انتقال و توزیع سبب خاموشیهای تحمل ناپذیر می شود و از این رو باید پیش بینیها و تدابیر دیگری انجام داد تا خسارتهای وارد بر دستگاهها و قطع جریان برق در هنگام بروز عیب به حداقل کاهش یابد. توجه به این امر ضروری است که در صورت بروز خطا خیلی از پالایشگاهها در زمینه تولیدات صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در این زمینه مستثنی نبوده و بایستی از اتفاق چنین مواردی به شدت جلوگیری شود. لذا در این راستا در خصوص موارد مشروحه دو راه حل به نظر می رسد:

راه حل اول: در نظر گرفتن خصیصه یابی باهدف جلوگیری از بروز عیب در طراحی.

راه حل دوم: اتخاذ تدابیر روشهایی که در هنگام بروز خطا خسارتها را کاهش دهد.

در طراحی سیستمهای جدید از هر دو راه حل به درجات مختلف با توجه به جنبه های اقتصادی در شرایط خاص استفاده می شود و هر روز پیشرفتهایی محسوس تر در جهت افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات صورت می پذیرد. اما از سوی دیگر وابستگی به انرژی الکتریکی هر روز بیشتر شده و در نتیجه اگر چه احتمال بروز عیب کاهش می یابد، اما قطع برق نیز تحمل ناپذیرتر می شود.

تلاش برای جلوگیری کامل از پدایش خطا اگر غیر ممکن نباشد، دست کم از لحاظ اقتصادی غیرموجه است. بالاخره دیر یا زود قانون کاهش برگشت سرمایه، آثار خود را نشان می دهد.

زمان رسیدن به این حد در سیستمهای مختلف و در بین اجزای گوناگون سیستم فرق می کند، اما وقتی به این حد رسیدیم هزینه بیشتری برای جلوگیری از بروز خطاها مواجه می شود. از این مرحله به بعد سودمندتر آن است که وقوع عیب را مجاز بشماریم و در عوض، چاره ای برای کم کردن دامنه خسارات آنها بیندیشیم.

اتصال کوتاه بیشترین اهمیت را در میان خطاهای سیستم قدرت به خود اختصاص می دهد. حفاظت شبکه و جدا سازی دستگاه یا قسمت اتصالی، قطع جریان اتصال کوتاه و جلوگیری از اثرات آن در شبکه به عهده مدار شکن ها می باشد. اما با توجه به موارد ذکر شده و هم چنین رشد سریع جریان اتصال کوتاه، طراحی و ساخت مدار شکن هایی که جریان های فوق را در مدت زمان مناسب قطع نمایند بسیار سخت و مستلزم هزینه های هنگفت می باشد. حتی با وجود ساخت چنین مدار شکن هایی نمی توان از عبور جریان اتصال کوتاه در چند پرورد اول جلوگیری نمود و لذا سهم عمده ای از مشکلات، همچنان باقی می ماند ضمن اینکه مسئله ازدیاد ولتاژهای باز یافت و گذرا نه تنها رفع نمیگردد، بلکه تشدید شده و عایق بندی شبکه را با مشکل مواجه میسازد.

بنابراین برای مقابله با جریان اتصال کوتاه و محدود سازی آن، وجود وسیله ای که جریان را قبل از رسیدن به اولین شرایط ماکزیمم مهار سازد، ضروری می نماید. در صورت اجرای چنین عملی می توان ادعا نمود که کلیه اثرات جریان اتصال کوتاه تا حد بسیار مطلوب مرتفع گردیده است.

بنابراین با توجه به موارد مشروحه و صرفه جوئی انرژی در صنعت برق، و صنعت نفت، گاز و پتروشیمی و رعایت شرایط ایمن تر در این خصوص، در ادامه و مراحل بعدی به توضیحات بیشتری در این زمینه خواهیم پرداخت.....

ادامه دارد....