

## بررسی حفاظت دیفرانسیل در خطوط انتقال

مجتبی نظام محله

دانشکده مهندسی دانشگاه بیرجند

[mojtabanezam@gmail.com](mailto:mojtabanezam@gmail.com)

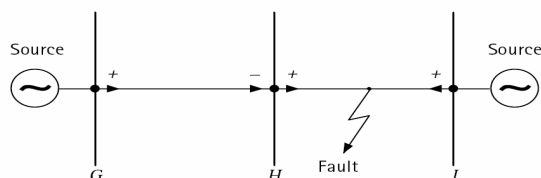
چکیده- حفاظت دیفرانسیل یک نوع حفاظت واحد است که براساس مقایسه کمیات الکتریکی دو سر تجهیزات فشار قوی از جمله ژنراتور، ترانسفورماتور، موتور، راکتور، شین و... حفاظتی با قابلیت اطمینان و سلکتیویته فوق العاده تشکیل می دهد. با توجه به مزایا و ویژگیهای این حفاظت، استفاده از آن در حفاظت خطوط انتقال انرژی همواره مورد نظر بوده است. ناحیه حفاظتی این بار، یک خط انتقال است ("فاصله بین ترانس جریان ابتدای خط و ترانس جریان انتهایی خط") بنابراین اطلاعات مربوط به دامنه یا فاز جریان باید به فاصله بسیار دورتری مبادله شود، که نیاز این نوع حفاظت را به طرح های مخابراتی روشن می سازد. این نوع حفاظت بر اساس نوع کمیات مورد مقایسه و نوع ارتباط بین رله های دو سر تقسیم بندی می شوند و با توجه به حفاظت های دیگر در سطوح ولتاژ و طولهای مختلف خطوط انتخاب می شوند. در این مقاله ابتدا این طرحها را مرور می کنیم و به بررسی سیستم رله گذاری دیفرانسیل فاز به همراه شبیه سازی صورت گرفته در نرم افزار PSCAD خواهیم پرداخت و نهایتا مشکلات رله دیفرانسیل را مطرح و آن را با طرح های دیگر حفاظت خطوط مقایسه خواهیم کرد.

کلیدواژه - دیفرانسیل، پایلوت، سیگنالهای HF، مقایسه فاز

مخابراتی و رله های دیفرانسیل که اصول کار آنها بر اساس ارتباط رله های دو انتها است استفاده می شود. در این حالت رله دیستانس یک انتهای خط، فرمان قطع و یا ممانعت از قطع و رله دیفرانسیل یک انتها اطلاعات مربوط به جریان را به رله انتهای دیگر منتقل می نمایند [1,4].

### ۲- اصول عملکرد رله های دیفرانسیل خطوط انتقال

رله های دیفرانسیل قادرند عیوب داخل خط مورد حفاظت و خارج را از هم تشخیص دهند. اگر جهت جریان از شین به خط را مثبت و از خط به شین را منفی در نظر بگیریم، جهت تفکیک مطمئن عیوب داخلی و خارجی با توجه به شکل (۱) نکات زیر قابل بررسی می باشد:



شکل ۱: سیستم نمونه

به ازای یک خطای داخلی برای خط انتقال HJ:

- جهت جریان هر دو سر مثبت و درخلاف جهت یکدیگر است.

- جریانه در دو ایستگاه J و H با یکدیگر  $180^\circ$  اختلاف فاز دارند.

### ۱- مقدمه

خطوط انتقال انرژی پایه و اساس شبکه سراسری محسوب می شوند و این امر با توجه به افزایش مداوم ظرفیت خطوط انتقال انرژی اهمیت آنان را بیش از پیش فزونی بخشیده است. بنابراین بهره برداری مداوم و مطمئن خطوط انتقال تنها از طریق حفاظت حساس و اطمینان بخش آنها توسط رله ها امکانپذیر است. در شبکه های توزیع رله اضافه جریان رله حفاظتی معمول می باشد ولی در خطوط انتقال با توجه به عیوب و نواقص این رله ها، از رله های حفاظتی خاص دیگری از جمله دیستانس و دیفرانسیل<sup>۱</sup> به عنوان حفاظت اصلی و پشتیبان استفاده می کنند [1]. مهمترین هدف در حفاظت خطوط انتقال قطع همزمان بریکرهای دو سر خط به ازای خطاهای داخلی و عدم قطع بریکرهای مربوط به خط حفاظتی در قبال خطاهای خارج از ناحیه حفاظتی<sup>۲</sup> می باشد این امر در خطوط با ولتاژهای بالاتر دارای اهمیت بیشتری است که در آنها ارتباط بین رله های دو سر خط از طریق ارسال سیگنالهای فرکانس بالا<sup>۳</sup>، ایجاد این همزمانی را هموار می سازد. بنابراین در خطوط انتقال  $230\text{ kV}$  به بالا جهت حفاظت از رله های دیستانس مجهز به طرح های

<sup>1</sup> - Differential Relay

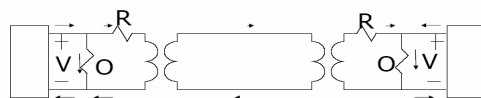
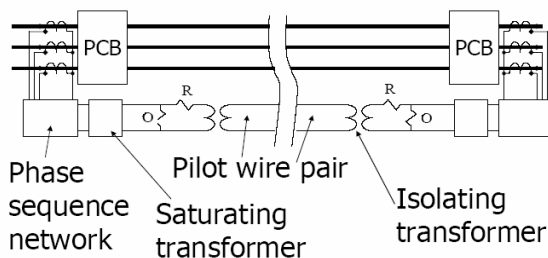
<sup>2</sup> - Protection Zone

<sup>3</sup> - High Frequency

طریق AC و DC صورت می گرفت، ولی با توجه به مشکلات فراوان در نوع DC استفاده از این نوع به طور کامل منسوخ شده است [1]. و در نوع AC نیز با توجه به نحوه اتصال ترانسهای جریان و رله ها در دو سر با هادی پیلوت از دو اصل مجزا که آنها را به صورت زیر تقسیم بندی می کنند، پیروی می کنند:

الف) رله گذاری دیفرانسیل با پیلوت سیمی نوع جریان گردشی<sup>۷</sup>

ب) رله گذاری دیفرانسیل با پیلوت سیمی نوع ولتاژ متقابل<sup>۸</sup>

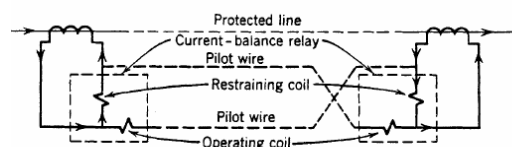


Internal fault produces



Load current or external fault produces

شکل ۲: سیستم جریان گردشی



Schematic illustration of the opposed-voltage principle of a-c wire-pilot relaying.

شکل ۳: سیستم ولتاژ متقابل

در شکل‌های بالا همانطور که مشاهده می شود به منظور کاهش استفاده از سه جفت سیم پیلوت به یک جفت از جریانه‌های هر سه خط توسط ترانسهای جمع کننده و توالی ساز نمونه گرفته و در خروجی در واقع دامنه جریان ناشی از یک ولتاژ تکفاز نمونه گرفته شده، در سیم پیچ های عمل کننده و مقاوم رله موجب عملکرد و یا عدم عملکرد آنها می باشد. برای مثال در نوع جریان گردشی که در شکل (۲)

- دامنه جریان در دو طرف می توانند اختلاف زیادی در حین وقوع خطا داشته باشند.

و در همین حالت برای خط انتقال مجاور GH که خطای نشان داده شده برای آن یک خطای خارجی محسوب می شود:

- جریانه‌ها، یکی مثبت و دیگری منفی است. یعنی هم جهت هستند.

- جریانه‌ها در دو ایستگاه با هم اختلاف فازی ندارند.

- دامنه جریانه‌ها نیز اختلاف ناچیزی در حین وقوع خطا دارند پس رله ای باید داشت که این تفاوتها را در دو انتها لمس کند و کلیدهای هر دو سر را برای خطا در خط JH قطع و در خط HG مانع قطع آنها شود [3]. روش مقایسه جهت<sup>۴</sup> جریانه‌ها توسط رله های قدرت جهتی صورت می گیرد و کمیت پلاریزه جهت تغذیه رله های جهتی نیاز می باشد به عبارت دیگر در این حفاظت هر دو کمیت ولتاژ و جریان نیاز است. ولی مقایسه دامنه یا مقایسه فاز<sup>۵</sup> توسط رله های دیفرانسیل صورت می گیرد و نیازی به کمیت پلاریزه نیز نمی باشد. مقایسه مقادیر جریان پایانه ها، روش قابل اعتمادی برای تمایز نیست در حالی که جهت یا فاز جریانه‌ها در کاربردهای مربوطه کافیست [1].

### ۳- انواع حفاظت دیفرانسیل در خطوط انتقال

در یک تقسیم بندی کلی حفاظت دیفرانسیل در خطوط انتقال به دو صورت زیر بیان می شود:

- ۳-۱- حفاظت دیفرانسیل با استفاده از خطوط پیلوت سیمی<sup>۶</sup>
- ۳-۲- حفاظت دیفرانسیل با استفاده از کانالهای پیلوت فرکانس بالا

#### ۳-۱- حفاظت دیفرانسیل با خطوط پیلوت سیمی

در این نوع حفاظت مانند حفاظت دیفرانسیل در تجهیزات فشار قوی عامل مقایسه در دو انتهای خط دامنه جریان است. خطوط پیلوت سیمی، مدار دوسیمه ای است که ارتباط بین دو ترانس جریان و رله های ابتدا و انتهای خط را برقرار می سازند و می توانند روی پایه ها یا در زیر زمین در طول مسیر خط، قرار گیرند [4]. این نوع رله گذاری به دو

<sup>۴</sup> - Directional Composition

<sup>۵</sup> - Phase Composition

<sup>۶</sup> - Wire Pilot

<sup>۷</sup> - Circulating Current Shame

<sup>۸</sup> - Opposed Voltage Shame

PLC عبارت است از ارسال امواج فرکانس بالا روی خطوط انتقال انرژی، که ظرفیت آن نیز به علت وجود تشعشعات سرگردان محدود بوده، قابل ذکر است که تجهیزات جانبی PLC نیز گران می باشد. کانالهای میکروموج قابلیت اطمینان بالایی دارند در این روش به تنظیم افق دید نیازمند بوده و یافتن مکان مناسب برای برج آنتن ها مهم می باشد. فیبرهای نوری محدودیت ظرفیت ندارند یعنی پهنای باند خیلی زیاد آنها انتقال مقادیر زیادی از اطلاعات را در رشته بسیار نازک میسر می کند و امروزه با توجه به قابلیت انتقال اطلاعات با حجم بسیار بالا، خاصیت عایقی صددرصد، کوچکی و کم وزنی و تلفات بسیار کم در فیبرهای نوری استفاده آن در خطوط انتقال قابل ملاحظه می باشد [2]. ارسال سیگنالهای فرکانس بالا مستلزم استفاده از گیرنده و فرستنده در هر دو انتها می باشد. فرستنده ها و گیرنده ها و کانالهای یادشده و سایر تجهیزات اضافی، حفاظت مطمئن و سریع و قطع همزمان کلیدهای دو انتها را فراهم می کنند که هزینه های اضافی آنها را توجه می کند. سیگنالهای فرکانس بالا که شامل فرمان قطع، فرمان سد و کمیات الکتریکی نظیر دامنه و فاز جریان می باشند از یک انتهای خط به انتهای دیگر از طریق کانالها و خطوط بیان شده ارسال می شوند. به هرحال به کارگیری کانا لها و خطوط پایلوت رفع کننده سریع خطا هستند که طرح های متنوعی با آنها توسعه یافته است و از لحاظ فاکتورهای مختلف از جمله Dependability (میزان اطمینان کار رله در ناحیه حفاظت)، Security (میزان عدم کار محافظت و یا کار نابجای رله در قبال عیوب روی داده درخارج از ناحیه حفاظت و یا عدم وقوع عیب)، زمان عملکرد، هزینه و... با یکدیگر متفاوتند. طرح های قطع کننده و سدکننده عموماً در رله های دیستانس در نظر گرفته می شوند و مقایسه کمیات نظیر دامنه و فاز جریان در رله های دیفرانسیل خط استفاده می شوند. در نوع حفاظت پایلوت سیمی در رله های دیفرانسیل، دامنه جریانهای دو انتها مورد مقایسه قرار می گرفت. در خطوط طولانی نیز می توان فاز و یا دامنه فاز هر دو انتها را از طریق سیگنالهای فرکانس بالا و خطوط و کانالهای پایلوت را با هم مقایسه کنیم. هر انتها مجهز به گیرنده و فرستنده می باشد، امواج دریافت شده تجزیه شده، دامنه یا اختلاف فاز آنها برآوردشده، به مقایسه کننده داده می شود [1].

مشاهده می شود به ازای یک خطای خارجی و یا جریان بار، پلاریته ولتاژهای حاصل از نمونه گیری جریان ها در خلاف جهت یکدیگر است، تمام جریان از طریق سیم های پایلوت از سیم پیچ های مقاوم عبور کرده و هیچ جریانی از سیم پیچ های عمل کننده عبور نمی کند و مانع عملکرد رله های هر دو انتها می شود و برای خطاهای داخلی خلاف حالت قبلی است. این نوع حفاظت مشکلاتی نظیر مقاومت و خاصیت خازنی سیم های پایلوت، قطع یا اتصال کوتاه آنها و .... دارد که کاربرد آن را حداکثر برای خطوط انتقال کوتاه تا ۳۰ km محدود کرده است. و برخی از کاربردهای آن را می توان در خطوط ارتباطی نیروگاهها تا ایستگاههای اصلی، خطوط ارتباطی ایستگاههای همجوار و... مشاهده نمود. قابل ذکر است که از مدار مقایسه با جریان یکسو شده نیم سیکل، همین سیستم ها در حفاظت خطوط انتقال انرژی تا ۴۳ km نیز پیاده شده اند [4].

### ۲-۳- حفاظت دیفرانسیل با سیگنالهای HF

خطوط انتقال انرژی به طور معمول از حدود چند صد کیلومتر تجاوز می کند. جهت ارتباط رله های دیفرانسیل دو سر دیگر قادر به استفاده از سیم های پایلوت به صورت بیان شده نخواهیم بود. در این خطوط با استفاده از سیگنالهای فرکانس بالا می توانیم اطلاعات را بین رله های دو سر خط جهت قطع همزمان انتقال دهیم. این سیگنالها از طرق زیر ارسال می شوند:

- استفاده از هادی پایلوت برای خطوط کوتاه

- استفاده از هادیهای خط انتقال مورد حفاظت<sup>۹</sup> (PLC)

- استفاده از کانالهای میکروموج<sup>۱۰</sup>

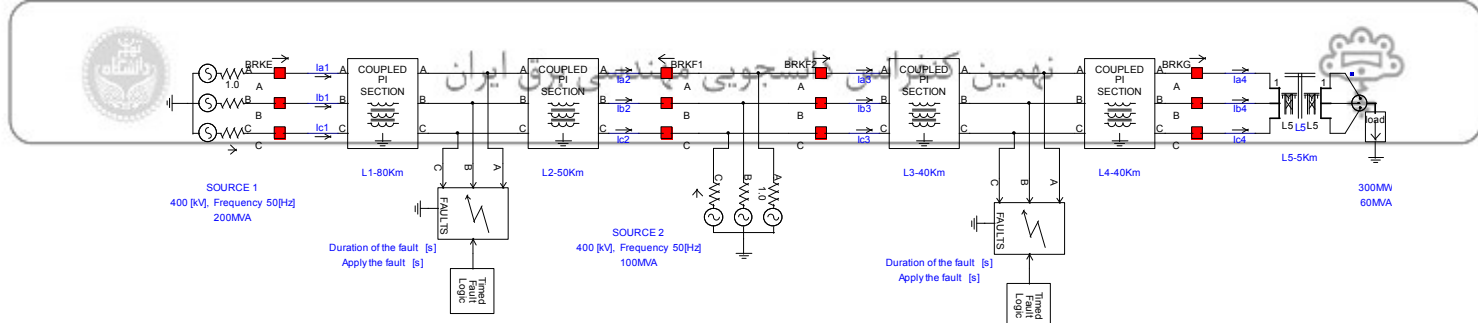
- استفاده از فیبر نوری<sup>۱۱</sup>

استفاده از سیگنالهای فرکانس بالا عموماً در خطوط بالای ۱۳۲ kV انجام می شود و برای سطوح ولتاژ پایینتر معمولاً از حفاظت دیستانس بدون پیش بینی طرح های مخابراتی استفاده می شود [1]. استفاده از هادیهای پایلوت در نواحی خارج از کنترل سازمانهای برق مناسب نبوده علاوه بر آن در سیم های پایلوت که در مجاور خطوط فشارقوی قرار دارند، ظرفیت قابل استفاده به علت امکان اغتشاش محدود است.

<sup>۹</sup> - Power Line Carrier

<sup>۱۰</sup> - Microwave Canal

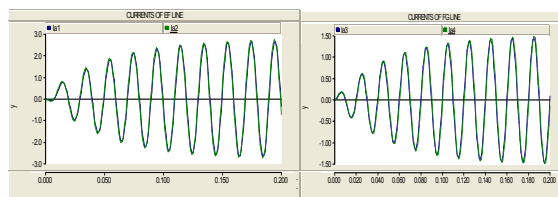
<sup>۱۱</sup> - Fiber Optics



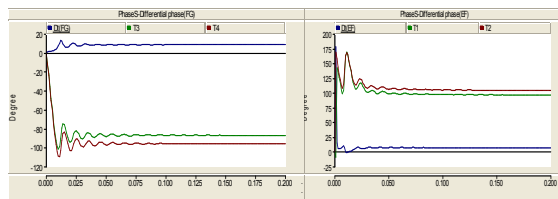
شکل ۴: شبکه شبیه سازی شده

#### ۴- حفاظت دیفرانسیل فاز

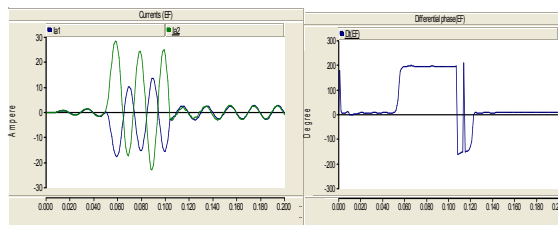
عمل مقایسه فاز را می توان مستقیم و یا به وسیله مقایسه جریان هر انتها با کمیت مشترک سوم (مثلا ولتاژ) انجام داد. مقایسه مستقیم فاز با انتقال فاز هر جریان به انتهای دیگر صورت می گیرد. در این حالت از مدوله سازی دامنه برای انتقال فاز کمیت استفاده می شود که در آن پالسهای نیم سیکل از سیگنال حامل با نیم سیکلهایی از سیگنال صفر ارسال می شود. جهت تحلیل عملکرد این سیستم، سیستم قدرت شکل (۴) توسط نرم افزار PSCAD شبیه سازی شده است. دو خط انتقال EF و FG توسط دو منبع باری را تغذیه می کنند (مشخصات سیستم قدرت در شکل آورده شده است). جریان ابتدا و انتهای ترانسهای جریان هر خط برای فاز a به همین صورت نامگذاری شده در شکلهای (۵) تا (۷) نمایش داده شده است.



شکل ۵: جریانهای مربوط به دو انتها هر خط



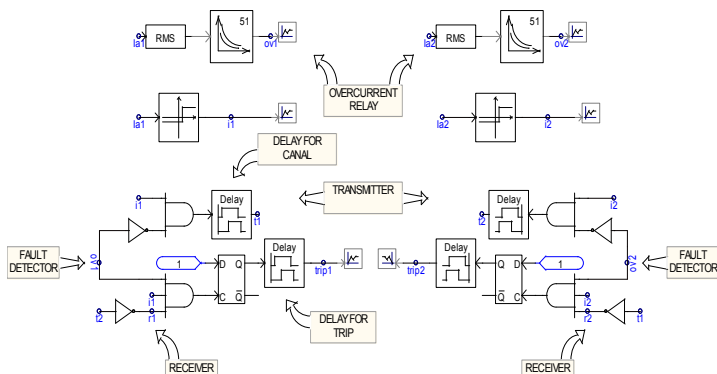
شکل ۶: فاز و اختلاف فاز جریانهای هر دو انتها خطوط



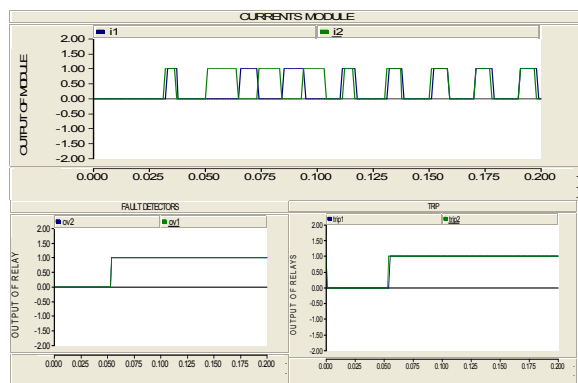
شکل ۷: دامنه و اختلاف فاز جریانهای دو انتها خط EF در حین خطا

نمودارهای نمایش داده شده حالت عادی سیستم وزمانی که در خط EF خطای تک فاز با زمین در زمان  $50 \text{ ms}$  رخ داده و به مدت  $50 \text{ ms}$  نیز ادامه دارد را نشان می دهند. توجه

شود که کل زمان شبیه سازی  $200 \text{ ms}$  در نظر گرفته شده است. در مدار منطقی شبیه سازی شده شکل (۸) استفاده از رله اضافه جریان به منظور افزایش Security است که البته می تواند یک رله امپدانسی نیز باشد. جریان خروجی CT ها مدوله شده گیت ها را تغذیه می کنند. یک تاخیر به منظور لحاظ کردن تاخیر کانالهای به کار رفته در ارسال سیگنال در نظر گرفته شده است. فلیپ فلاپ به کاررفته نیز به منظور ثابت نگه داشتن خروجی گیت AND به منظور تریپ می باشد و تاخیر نهایی می تواند تاخیر خروجی رله باشد. البته این مدار جهت تشریح عملکرد آورده شده است و از پیچیدگی ها و مسائل موجود در متن آنها مستثنی می باشد. که نتایج زیر برای وقوع خطای داخلی ذکر شده در خط EF از مدار فوق حاصل می شود.



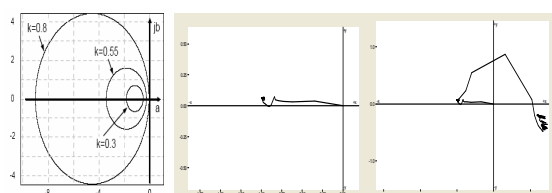
شکل ۸: مدار منطقی شبیه سازی شده



شکل ۹: نمونه مدوله شده جریانها - عملکرد رله های اضافه جریان (FD) - فرمان تریپ خروجی رله ها برای خط EF

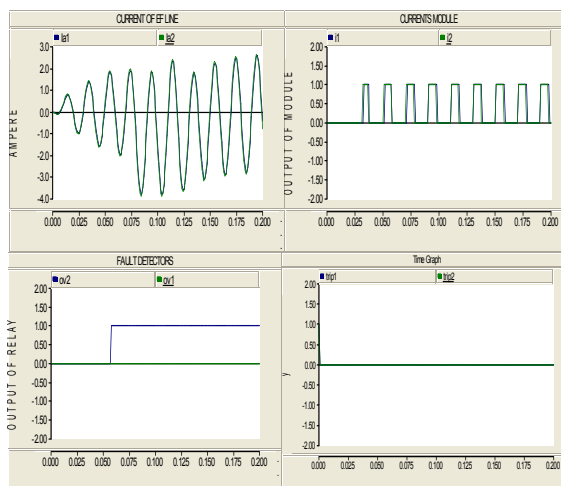
ضمن اینکه اگر همان خطا در خط کناری یعنی FG رخ دهد که برای خط EF یک خطای خارجی محسوب می شود نمودارها به صورت زیر نتیجه می شوند.

دو انتها و محور عمودی مقدار موهومی را نشان می دهد .  
 انتهای بردار عملکرد یا عدم کار رله را مشخص می کند .  
 نسبت بردارهای جریان ابتدا به انتهای خط در حالت عادی  
 ۱- و با زاویه فاز صفر بوده و برای خطای داخلی این مقدار  
 ۱ با زاویه ۱۸۰ درجه خواهد شد که این در حالت ایده آل  
 است و بردارهای جریان دو انتها در محدوده ای متفاوت با  
 توجه به مشخصات سیستم تغییر می کنند و مشخصه های  
 دایره ای و قلبی شکل مانند شکل (۱۱) برای عملکرد وعدم  
 کار آنها در نظر گرفته می شود [5]. برای مثال در یک خط  
 انتقال شبیه سازی شده بردارها برای وقوع خطا در خط و یا  
 خارج از خط به صورت زیر می باشند .



شکل ۱۱: مشخصه دایره ای رله دیفرانسیل خط - نسبت بردارهای جریان  
 دو انتهای یک خط به ازای جریان بار یا خطای خارجی- همان نسبت برای یک  
 خطای داخلی

حال هریک از عوارض و پدیده های بیان شده با توجه به  
 خصوصیات شبکه در این منحنی بررسی می شود و  
 محدودیتهای مربوطه را اعمال می کنند . اختلاف فاز  
 جریانهای دو انتها می توانند آستانه عملکرد رله ها را تغییر  
 دهند و مانع از عملکرد نابه جای رله ها شوند این زاویه  
 می تواند با توجه به طول خطوط ناحیه مقاومت رله را بین  
 ۳۰ تا ۶۰ درجه تغییر دهند . اشباع ترانس های جریان  
 دامنه جریان ثانویه ترانسهای جریان را کاهش و اختلاف فاز  
 آنها را افزایش می دهد به منظور جلوگیری از کار نابجای  
 رله و اشباع ترانس های جریان لازم است ترانس های جریان  
 طبق استانداردها و دستورالعملهای مربوطه انتخاب شوند و  
 بررسی های لازم در تعیین کلاس ترانس ها و مهمترین  
 عامل یعنی تشابه ترانس های دو انتها مورد توجه قرار  
 گیرد. همچنین مداری در نظر گرفته می شود که در صورت  
 به اشباع رفتن CT به ازای خطای خارجی رله را تا لحظه  
 رفع شدن خطای سیستم قفل و یا از مدار خارج کند . عامل  
 مهم دیگر Cannel Delay است ، اختلاف زمانی ناشی از  
 انتشار و انعکاس سیگنالهای فرکانس بالا در فاصله زمانی نیم  
 پریود از لحظه بروز عیب ظاهر شده کار رله را مختل  
 می سازد این زمان حتما باید محاسبه شود و به منظور کار



شکل ۱۰: جریانه ها - نمونه حاصل از جریانه ها - عملکرد فقط یکی از FD ها - فرمان  
 خروجی رله ها

همانطور که مشاهده می شود فاز جریانه های دو انتهای خط  
 EF تغییری نکرده است و این در مدوله جریانه ها نیز مشاهده  
 می شود و با توجه به این که FD مربوط به انتهای E  
 ناحیه حفاظتی جلوی خط را در بر می گیرد عمل می کند  
 ولی با پیگیری این نمودارها در مدار منطقی همانطور که  
 انتظار می رود هیچ فرمانی برای تریپ صادر نمی شود.

## ۵- بررسی مشکلات حفاظت دیفرانسیل در خطوط انتقال

در جریانه های مربوط به خطوط طولانی تر در اثر عواملی از  
 جمله خاصیت خازنی خط اختلاف فازی در جریانه های دو  
 انتها داریم که اختلاف فاز ناشی از تاخیر زمانی در ارسال  
 سیگنالها به آن افزوده می شود ، از طرف دیگر عواملی از  
 جمله تاثیر اختلاف فاز شبکه های تغذیه دو انتهای خط و  
 امپدانس معادل آنها ، تاثیر جریانه های شارژ خط ، تاثیر اشباع  
 جریانه های ترانس به ازای جریانه های عیب خارجی و ....  
 موجبات کار نامناسب رله را فراهم می کنند بنابراین مانند  
 رله های دیفرانسیل معمولی برای آنها نیز منحنی مشخصه ای  
 در صفحه قطبی به نام منحنی مشخصه آلفا تعریف می شود  
 که ناحیه کار یا عدم کار آنها را براساس بردارهای جریانه های  
 دو انتهای خط تعیین می کنند . بنابراین قبل از رله گذاری  
 مانند سایر رله گذارها سیستم مربوطه بررسی می شود و  
 منحنی بیان شده را اصلاح می نمایند [1] .

در رله های دیفرانسیل معمولی مشخصه خطی بوده ولی در  
 اینجا به علت داشتن فاز نواحی به صورت دایره ای شکل  
 تعیین می شوند . محور افقی مقدار حقیقی نسبت جریانه های

رله در نظر گرفته شود که باتوجه به گسترش دیجیتال در رله ها محاسبه و جبران می شوند [1,5].

### ۶- رله های دیفرانسیل دیجیتال در خطوط انتقال

در رله های کلاسیک مقایسه مستلزم برقراری جریان به مدت حداقل یک پریود است ولی در رله های نوع دیجیتالی مقایسه با استفاده از مقادیر لحظه ای جریان صورت می گیرد و در فواصل زمانی ثابت در طی یک سیکل جریان به طور مرتب نمونه برداری می شود و مقایسه بر اساس نمونه های برداشته شده انجام می شود [1]. در یک رله دیفرانسیل عددی مقادیر نمونه برداری شده فیلتر شده و سپس به فرم مناسبی برای مقایسه تبدیل می شوند. برای رسیدن به این موضوع یک روش ساده و موثر استفاده از تکنیکهای فوریه است تبدیل فوریه گسسته روشی است برای ارزیابی محتوای فرکانسی یک سری  $N$  نمونه ای مقادیر داده ها در فرکانس پایه  $1/NT$  که  $T$  دوره تناوب نمونه برداری و  $N$  تعداد نمونه هاست. معادلاتی که برای استخراج مولفه های حقیقی و موهومی مولفه های نمونه برداری شده شکل موج جریان به کار می روند به صورت زیر می باشند:

$$I_s = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} I(n) \sin(nTw) \quad (1)$$

$$I_c = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left[ I(0) + I(n) + \sum_{n=1}^{N-1} I(n) \cos(nTw) \right] \quad (2)$$

از آنجا که لازم است بردارهای جریان دوانتهای خط در یک نقطه از موج مقایسه شوند رله های دیفرانسیل دیجیتال به طور پیوسته تاخیر انتشار کانال رانیز اندازه گیری می کنند. جهت چگونگی انجام این کار می توان به مرجع [2] رجوع نمود [2].

### ۷- مقایسه رله های دیفرانسیل خط

۱- رله های دیستانس ورله های جهتی به کمیت پلاریزه به منظور کار رله و تشخیص محل عیب نیاز دارند در واقع هر دو کمیت ولتاژ و جریان را لازم دارند.  
۲- به علت عدم استفاده از کمیت ولتاژ کار رله تحت تاثیر تغییرات گذرای ولتاژ ناشی از شبکه و ترانس ولتاژ خازنی واقع نمی باشد.

۳- کمیت پلاریزه در شرایط خاص از جمله بروز عیب در مجاور رله تا نزدیک صفر کاهش می یابد و امکان کار رله را فراهم نمی سازد.

۴- تنظیم رله های دیفرانسیل به علت محدودیت کمیات مورد تنظیم ساده تر از رله های دیستانس می باشد. همچنین در رله های دیستانس نیاز به سلکتیو نمودن با زونهای مختلف رله های مجاور است که در اینجا این مورد را نداریم.

۵- فاصله زمانی مربوط به قطع نسبت به سایر رله ها سریعتر می باشد [1].

### ۸- نتیجه گیری

در مجموع جهت استفاده از رله های دیفرانسیل باتوجه به آنچه که بیان شد می توان به صورت زیر تصمیم گرفت:

۱- برای خطوط انتقال انرژی با طول کوتاه پیش بینی محافظت دیفرانسیل فاز مناسبتر از محافظت دیستانس جهتی می باشد.

۲- در خطوط انتقال انرژی که با تغییرات مداوم دامنه و یا جهت جریان بار همراه می باشند نظیر خطوط ارتباطی ضعیف در شبکه که هر گونه تغییر بار شبکه در آنان با بروز پدیده Power Swing و احتمال کار نابجای رله های حفاظتی خط همراه می باشد استفاده از محافظت دیفرانسیل فاز مناسبتر از محافظت دیستانس قدرت جهتی با سیگنالهای فرکانس بالا به منظور فرمان قطع می باشد.

۳- محافظت دیفرانسیل فاز برای خطوط با امپدانس متغیر ناشی از القای متقابل مناسب می باشد.

۴- محافظت دیفرانسیل فاز برای حفاظت خطوط دارای ترانس های انشعابی متعدد در طول خط مناسب می باشند.

۵- هنگامی که امکان تامین ولتاژ مناسب و مطمئن به منظور تغذیه رله دیستانس و یا امکان تامین ولتاژ پلاریزه به منظور تغذیه المان دیستانس جهتی موجود نباشد از محافظت دیفرانسیل فاز استفاده شود. عدم امکان تامین ولتاژ با توجه به شکل خاص شبکه نتیجه می شود.

البته فراموش نشود که علاوه بر آنچه که بیان شد مشخصات فیزیکی خط مورد حفاظت از جمله مسیر خط شرایط محیطی خط وضعیت جغرافیایی منطقه و.. در نوع رله های حفاظتی پیش بینی شده موثر می باشد [1].



سپاسگزاری

در پایان از راهنمایی های استاد عزیز آقای دکتر خراشادیزاده  
کمال تشکر را دارم .

مراجع

[1] - طهماسبقلی شاهرخشا هی - حفاظت الکتریکی و  
رله های حفاظتی خطوط انتقال انرژی - انتشارات ناقوس  
۱۳۸۳

[2] - دکتر صادق جمالی - حفاظت سیستم های قدرت  
حفاظت و سیگنالدهی دیجیتال - انتشارات دانشگاه علم  
و صنعت ۱۳۸۰

[3]- Protection Relay application Guide - 10  
Unit Protection Of Feeders - Phase  
composition Protection Shame

[4]-The Art And Scine Of Protective  
Relaying - Line Protection With Pilot  
Relays- Wire Pilot Relaying - (Crussell  
Mason)

[5]-Line Differential Protection With an  
Enhance Characteristics Demetrios A.T  
ziovaras Hector AltuveGabriel Benmoyal  
jeff Robert 23 50 NE Hopkins Court  
Pullman WA 99163 USA