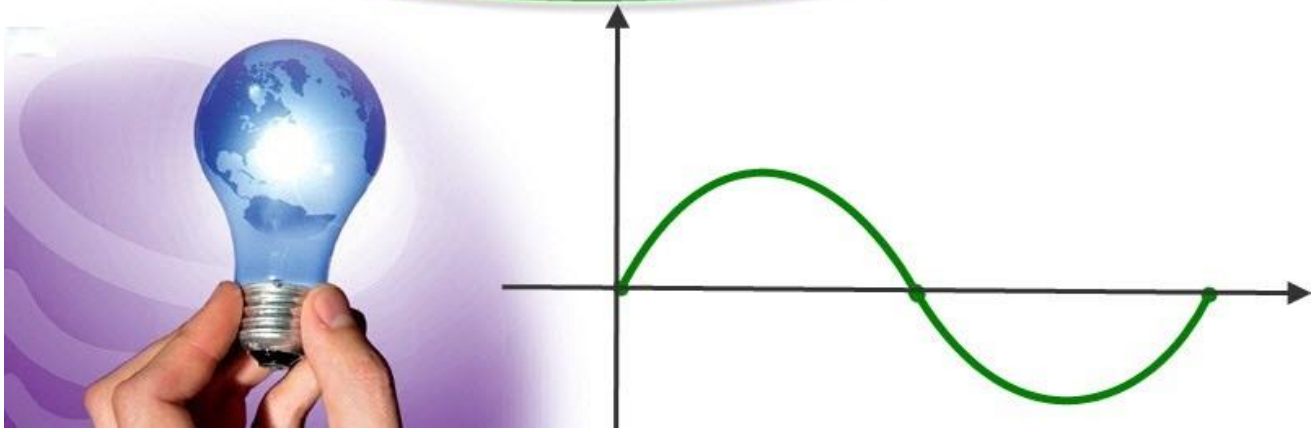
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

# حفاظت سیستم های الکتریکی

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
( شماره پروژه = ۴۳۷ )
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل ۱ چکیده

هماهنگی بین سیستمهای حفاظت رایج و قدیمی و سیستمهای حفاظت در سطح وسیع(سیستمهای ماهواره ای) برای سیستمهای قدرت .

این پایانامه تحقیقی است درباره هماهنگ کردن سیستمهای حفاظتی رایج و حفاظت در سطح وسیع برای سیستمهای قدرت .تاکید بیشترما حفاظتهای دیستانس و اضافه جریان است . این دو نوع حفاظت با تمام جزییاتش با کمک نرم افزار Modelica شبیه سازی می شوند. این دو مدل شبیه سازی شده مدلهای واقعی شبکه می باشد. انواع خطاها در شبکه بکار برده شده و عکس العمل رله ها در برابر آن مشاهد میشود . در نهایت روابط بین حفاظت محلی و حفاظت در سطح وسیع مورد بررسی قرار گرفته است و روابط و قوانینی در سیستم های حفاظتی در سطح وسیع بدست می آید.

فصل ۲ مقدمه

امروزه درسیستمهای قدرت استفاده ازخطوط انتقال با ماکزیمم بار ممکن مساله مهمی است . چون بروز خطا در سیستمها غیر قابل پیشگیری است, ما باید از سیستمهای حفاظتی اتوماتیک درخطوط استفاده کنیم که درکوتاهترین زمان ممکن خطا را درسیستم رفع کنند وباید با ایمنی بالا و عملکرد سریع و بدون دخالت اپراتورکار خود را انجام دهند.در بیشتر موارد حفاظت خطوط انتقال خیلی مشکلتر از حفاظت باس بارها است. در این پایانامه تاکید ما بیشتر بر روی حفاظت خطوط انتقال است .خطوط انتقال دارای تجهیزاتی برای انتقال انرژی و رله های حفاظتی است . وظیفه رله ها حفاظت از خط در مقابل خسارات فیزیکی است به عنوان مثال جریان زیاد در مدت زیاد . رله ها باید عملکرد سریع داشته باشند تا از ناپایداری سیستم جلوگیری کنند . دو فاکتور حفظ پایداری سیستم و عملکرد سریع و مطمئن رله فاکتورهائی هستندکه با هم در تضادند چون ناپایداری ولتاژ در یک مدت زیاد باعث اضافه جریان میشود ویا قطع اشتباهی رله باعث ناپایداری سیستم شود .این مشکللات وپیکر بندی مختلف شبکه های قدرت باعث مشکلات حفاظتی برای سیستمهای قدرت می شودکه برطرف کردن انها به تجربیات ونقشه های پیشرفته نیاز دارد.یک راه حل ان این است که ما بین سیستمهای حفاظتی در یک شبکه هماهنگ سازی بوجود بیاوریم . با پیشرفت سریع فناوری اطلاعات که مساله مهم و قابل دسترس است استفاده از این روش برای سیستمهای حفاظتی قدرت مورد توجه قرار گرفته است . یکی از روشهایی که جدیدا استفاده شده سیستمهای اندازه گیری فازوری است که سنکرون کردن آن توسط سیستمهای اندازه گیری ماهواره ای (WAMS ) انجام می شود . مزیت این سیستمهای اندازه گیری این است که یک حفاظت جامع و کامل از شبکه

می کنند برخلاف حفاظتهای محلی که فقط در آن رله ها برای محل کار خود تنظیم می شود . هدف کلی ما در این پایانامه ارائه روشی برای جلوگیری کردن از فروپاشی و ناپایداری شبکه ها و جلوگیری از خسارت دیدن تجهیزات قدرت است . برای اینکه ایده ما عملی شود در ابتدا باید با یک سری مفاهیم کلی که در ارتباط با فروپاشی و ناپایداری شبکه و خسارت تجهیزات می باشند آشنا شویم.

ایمنی و انتخابی بودن و عمل کرد سریع :

ایمنی یعنی اینکه اپراتور در برابر تشخیص خطا عمل کند,تا حد امکان خسارات وارد برسیستم کم شود .تشخیص خطا و رفع آن باید انتخابی باشد . یک سیستم حفاظتی خوب باید مشکلات بوجود آمده برای سیستم را رفع کند بدون اینکه دیگر نقاط سیستم آسیب ببیند و یا قطع شود و فقط قسمتی از سیستم که خطا در آن اتفاق افتاده باید ازمدارخارج شود و بقیه سیستم به عملکرد خود ادامه دهد . انتضاری که از یک سیستم حفاظتی اتوماتیک می رود این است که باید خیلی سریعتر از یک اپراتور عمل کند و علاوه بر آن تصمیماتی که یک انسان نمی تواندیا خیلی دیر و یا هرگز عملی کند انجام دهد . هر چه یک رله سریعترکار کند وقفه خاموشی سیستم ما کمتر است و خسارت کمتری به سیستم ما وارد میشود . توجه بیشتر ما در این پایانامه هماهنگی بین سیستم های حفاظتی معمول و ماهواره ای است . موضوع و اساس این پایانامه تحقیق و بررسی درباره عمل کرد بین حفاظتهای دیستانس و اضافه جریان در سیستمهای معمول و ماهواره ای است . در فصل ۳ انواع مختلف حفاظت ها توضیح داده میشود و حفاظت دیستانس و مشکلی که برای عملکرد این رله ها بوجود می آید بررسی می شود. در ادامه این فصل در مورد سیستمهای اندازه گیری ماهواره

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ای توضیح داده میشود و سیستمهای PSGuand شرکت ABB برای نشان دادن روابط بین سیستمهای حفاظت محلی و ماهواره ای برسی می شود.

در فصل ۴ منطق نرم افزارشبیه سازی انواع رله ها توضیح داده شده ومشکلات ان بررسی شده است. در فصل ۵ نتایج شبیه سازی وپاسخ آن برای انواع خطاها داده شده . در فصل ۶ نتیجه گیری و روشهایی که در آینده مورد استفاده قرار خواهد گرفت بیان شده است.

## ۳,۱ نگاهی کلی بر تجهیزات حفاظتی

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| | رله (زمان قابل تنظیم) |
|---|---|
| بار | • حفاظت اضافه_کاهش ولتاژ<br>• حفاظت اضافه جریان<br>• حفاظت اضافه تحریک (0.2 تا 10 ثانیه) |
| ترانسفورماتور | • حفاظت دیفرانسیل( 0.05 تا 1 ثانیه )<br>• حفاظت اضافه جریان(0.05 تا 10 ثانیه)<br>• حفاظت اضافه تحریک |
| خط ها | • حفاظت دیستانس(0.05 تا 1 ثانیه)<br>• حفاظت اضافه جریان(0.05 تا 10 ثانیه)<br>• خطای اتصال زمین (ثانیه 5)<br>• حفاظت اضافه بار(0.05 تا10 ثانیه) |
| باس بار | • حفاظت دیفرانسیل( 0.05 تا 1 ثانیه )<br>• حفاظت اضافه جریان(0.05 تا 10 ثانیه)<br>• حفاظت در برابر ولتاژهای ضربه ای |
| ژنراتور | • حفاظت دیفرانسیل خیلی سریع(0.1 تا 0.3 ثانیه)<br>• استاتور: اضافه جریان<br>• روتور: حفاظت تحریک<br>• حفاظت فازهای نامتعادل(1 تا 2000 ثانیه)<br>• چک کردن سنکرون بودن<br>• حفاظت اضافه_کاهش ولتاژ(0.05 تا 2 ثانیه)<br>• حفاظت جهت عبور توان ( توربو ژنراتورها می توانند به صورت موتور کار کنند)<br>• خطای زمین(5 ثانیه)<br>• حفاظت اضافه_کاهش فرکانس(0.05 تا 1 ثانیه) |

**دراین فصل انواع رله های اضافه جریان ،کاهش- اضافه ولتاژ و رله های دیستانس توضیح داده میشود .**

**۳,۲ خطاهای اتصال کوتاه**

یکی از دلایلی که اتصال کوتاه باید سریع در شبکه رفع شود این است که پایداری گذرای شبکه نباید از بین رود و باید خطا سریع رفع شود. به دلیل محدودیت جذب انرژی در خطوط انتقال و کابلهای فشار قوی ما باید سریع خطای اتصال کوتاه را رفع کنیم زیرا در اثر اتصال کوتاه جریان زیادی از آنها عبور میکند و گرمای شدیدی درآنها بوجود می آید که خسارت جبران ناپذیری به آنها وارد می کند. همانطور که در معادله زیر نشان داده شده است.

$$dQ = I_{sc}^2(t) \cdot R \cdot dt \cdot 10^{-3} = mc \cdot d\vartheta \qquad (3\text{-}1)$$

$$R = \rho_0[1+\alpha(\vartheta-\vartheta_0)]\frac{l}{A} \qquad (3\text{-}2)$$

$$m = l \cdot A \cdot d \qquad (3\text{-}3)$$

WikiPower.ir

هنگامی که معادله(۲-۳)و(۳-۳)را در(۱-۳)قرار دهیم رابطه زیر بدست می اید:

$$\int_0^{t_{sc}}\left(\frac{I_{sc}(t)}{A}\right)^2 dt = \frac{dc}{\rho_0\alpha}\ln\frac{1+\alpha(\vartheta_2-\vartheta_0)}{1+\alpha(\vartheta_1-\vartheta_0)} \qquad (3\text{-}4)$$

| | |
|---|---|
| Q | Heat quantity [kJ] |
| $I_{sc}$ | Current [A] |
| R | Resistance [Ω] |
| m | Mass [kg] |
| c | Specific heat [kJ/kgK] |
| $\vartheta$ | Temperature [K] |
| $\rho_0$ | Specific resistance @ $\vartheta_0$ [$\Omega mm^2/m$] |
| $\alpha$ | Thermal coefficient [$K^{-1}$] |
| l | Length [m] |
| A | Cross-section of the line [$mm^2$] |
| d | Density [$kg/m^3$] |
| $\vartheta_0$ | Reference temperature [K] |
| $\vartheta_1$ | Starting temperature [K] |
| $\vartheta_2$ | End temperature [K] |
| $t_{sc}$ | Time of Short Circuit [sec] |

رابطه جریان و گرما را مشاهده میکنید که درجه حرارت اولیه در آن ماکزیمم دمای حالت نرمال سیستم است.مشکل ما در مدت اتصال کوتاه این است که گرمای شدیدی در تجهیزات ما بوجود میاید و تجهیز هم نمیتواند آن را با محیط مبادله کند و باعث بالا رفتن دمای آن شده و عمر تجهیز را کم میکند .

WikiPower.ir

## ۳,۳ انواع رله های حفاظتی

### ۳,۳,۱ رله های اضافه جریان

سه نوع رله اضافه جریان داریم : رله اتصال کوتاه ,رله اتصال زمین و رله اضافه بار .

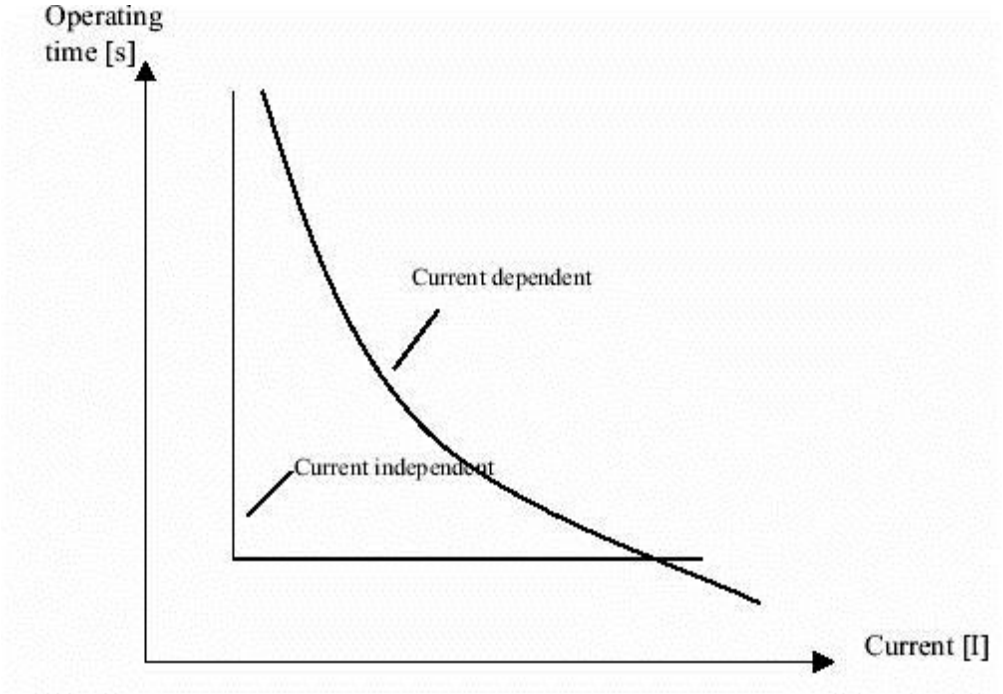
عملکرد این رله ها بر اساس مقایسه بین جریان عبوری از آن و جریان تنظیم شده برای آن است . رله های اضافه جریان دارای ساختاری ساده و قیمت ارزانی هستند ولی کاربرد آنها و نصب آنها

خیلی مشکل است. مهمترین مشکل در خصوص این رله ها تنظیم ماکزیمم جریان عبوری بر حسب زمان است . تنظیم خصوصیات مختلف رله و هماهنگی آنها ممکن است موجب ایجاد عملکرد اشتباه در رله شود .و این یکی از دلایلی است که این رله ها فقط به عنوان حفاظت پشتیبان و یا حفاظت شبکه های توزیع شعاعی استفاده می شود.به همین دلیل ما در این پایانامه فقط شبیه سازی رله های اتصال کوتاه را بررسی می کنیم .

### ۳,۳,۱,۱ رله های اضافه جریان- اتصال کوتاه

جریان خطوط انتقال با ورودی متغیر وارد این رله ها می شود و عمل کرد این رله ها مستقل از جهت جریان است . اگر تشخیص جهت جریان مهم باشد ولتاژ به عنوان یک ورودی دیگر اضافه می شود . رله های اضافه جریان به دو دسته مستقل از زمان و وابسته به زمان تقسیم می شود و بسته به کار برد آنها این رله ها انتخاب می شوند و انتخاب یک رله با یک مشخصات خاص زیاد مهم نیست.

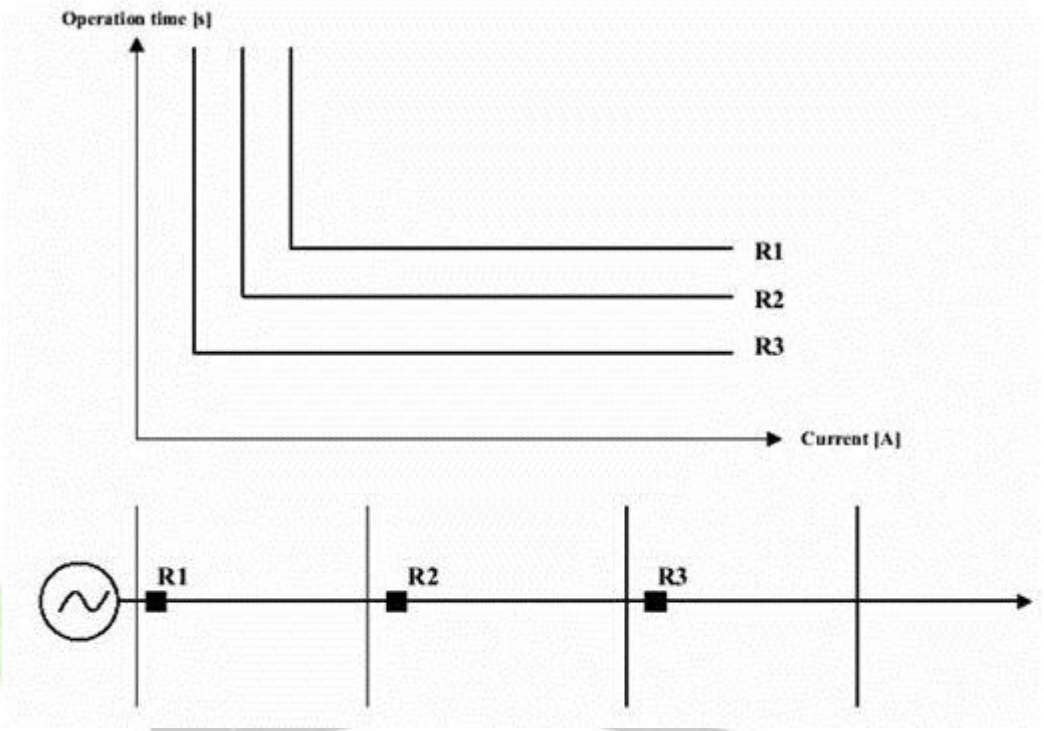
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




مشخصه قطع رله های اضافه جریان

دراروپا انتخاب رله بیشتر به محل کاربرد آن دارد ولی درآمریکا انتخاب رله بسته به جریان آن دارد . انتخاب رله خود یک مساله است و هماهنگی بین رله ها در شبکه مساله دیگری است . جریان عملکرد رله ها همیشه جریانی است که بیشتر از ماکزیمم جریان عبوری از رله در حالت نرمال آن است برای جلوگیری کردن از قطع کردن رله ها در مورد غیر لزوم . جریان عملکرد رله ها باید طوری تنظیم شود که حفاضتی برای سکشنهای بعدی ما ایجاد کند و همچنین پشتیبانی باشد برای دیگر رله ها. به عنوان مثال اگرخطایی در انتهای خط بعدی اتفاق افتد از آن به عنوان یک پشتیبان حفاظت کند .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




WikiPower.ir

هماهنگ کردن رله های اضافه جریان

برای انتخاب زمان قطع رله ها کمترین زمان قطع برای رله ای تنظیم می شود که به بار نزدیکتر است و برای رله ای که از بار فاصله دارد بیشترین زمان در نظر گرفته می شود . خطاهای اتصال کوتاه با جریان زیاد خیلی بیشتر از اتصال کوتاه با جریان کم به وجود می آید . این موضوع برای ما جالب نیست زیرا نه تنها ما باید از تجهیزات در مقابل اتصال کوتاه محافظت کنیم بلکه باید از ناپایداری شبکه نیزجلوگیری کنیم. وجود مش بندی های مختلف شبکه های قدرت امکان این که

ما یک روش تنظیم مناسب وداری قابلیت انتخاب بالا برای حفاظت شبکه در مقابل اضافه جریان پیدا کنیم غیر ممکن می سازد. برای رفع این مشکل از رله های اضافه جریان جهت یاب استفاده میکنیم که وابسته به جریان هستند.حتی با استفاده از این رله ها پیدا کردن روش هوشمند برای پیدا کردن و رفع خطا در شبکه مشکل است. در این روش اگر همه رله ها در یک جریان مشخص تنظیم شده باشد رله ای ابتدا قطع میکند که بیشترین جریان خطا را دیده باشد. تریپ این رله درست بوده زیرا جریان درجایی افزایش یافته که به این رله نزدیکتر بوده است . رله های اتصال کوتاه رله هایی هستند که در سطح خطوط انتقال استفاده می شوند و در این پایانامه فقط به عنوان یک حفاظت پشتیبان روی انها بحث می شود .

### ۳,۳,۱,۲ رله های حفاظت اتصال زمین

در سیستمهای قدرت که به صورت متعادل کار می کند اختلاف جریان بین فازها بسیار کم است . در صورت بروز خطای اتصال زمین اختلاف جریان فازها تفاوت زیادی با هم خواهند داشت. بنابراین برای تشخیص بروز این خطا درشبکه از اختلاف جریانها استفاده می شود که به جریان بار بستگی نداشته باشد . در نقاطی که نقطه صفر ما زمین شده باشد همان حفاظت اضافه جریان این کار را انجام میدهد و در دیگر شبکه ها حفاظت دیستانس این کار را انجام می دهد .

### ۳,۳,۲ حفاظت دیستانس

این نوع حفاظت کاربرد زیادی در شبکه های قدرت دارد . اساس عمل کرد بیشتر رله ها مقایسه جریان ورودی و خروجی است وخطوط انتقالی که فاصله دو طرف آنها خیلی زیاد است باید طول

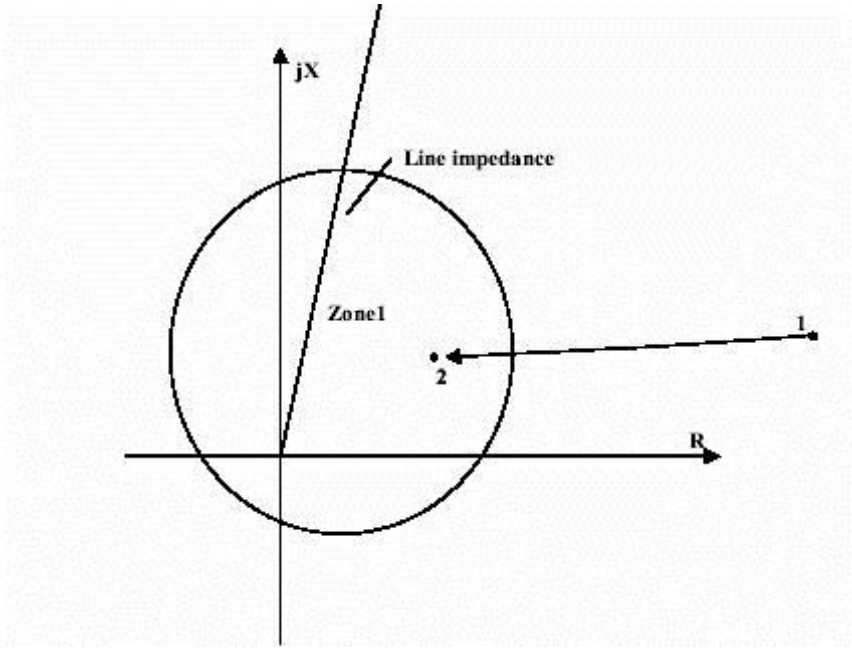
مدارات رله به اندازه طول خط انتقال باشد. بنابراین در خطوط انتقالی که طول آنها زیاد است از حفاظت دیستانس استفاده میشود که یک حفاظت دارای انتخاب بالا و قابل اطمینان است و استفاده آن در خطوط انتقال به سرعت در حال پیشرفت است .

۳,۳,۲,۱ اساس عمل کرد حفاظت دیستانس

حفاظت دیستانس هماهنگ کردن حفاظت سیستم است که بسته به جهت عبور جریان و مقاومت سیستم دارد . حفاظت دیستانس، نوع واحدی از حفاظت نیست و دارای این توانایی است که میان خطا های رخ داده در بخش های گوناگون سیستم، بر مبنای امپدانس اندازه گیری شده، خطای رخ داده را تشخیص دهد. اساساً این امر، به معنای مقایسه جریان خطای دیده شد.

با افزایش مسافت بین محل خطا و محل نصب رله زمان قطع رله افزایش می یابد. رله های دیستانس با اندازه گیری امپدانس خط عمل می کند و در حالت عادی امپدانس زیادی را می بیند . هنگام بروز خطا امپدانسی را که می بیند, امپدانس محل رله تا محل خطا است و مقاومتی که باعث محدودشدن جریان خطا می شودوبسته به نوع خطا دارد . رله با مقایسه بین حالت عادی و حالتی که جریان افزایش می یابد آن را تشخیص می دهد . با اندازه گیری ولتاژ و جریان, رله مقدار نهایی مقاومت و راکتانس را محاسبه کند .اگر مقدار محاسبه شده کمتر از مقدار تنظیم شده داخل رله باشد و خطا در محدوده حفاظتی آن رخ داده باشد رله عمل می کند .نمودار R-X رله در شکل ۳ نشان داده شده است . این ناحیه امپدانسی برای خطا لازم است چون ممکن است مقاومت خطا نامعلوم باشد و بسته به نوع خطای اتفاق افتاده دارد.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



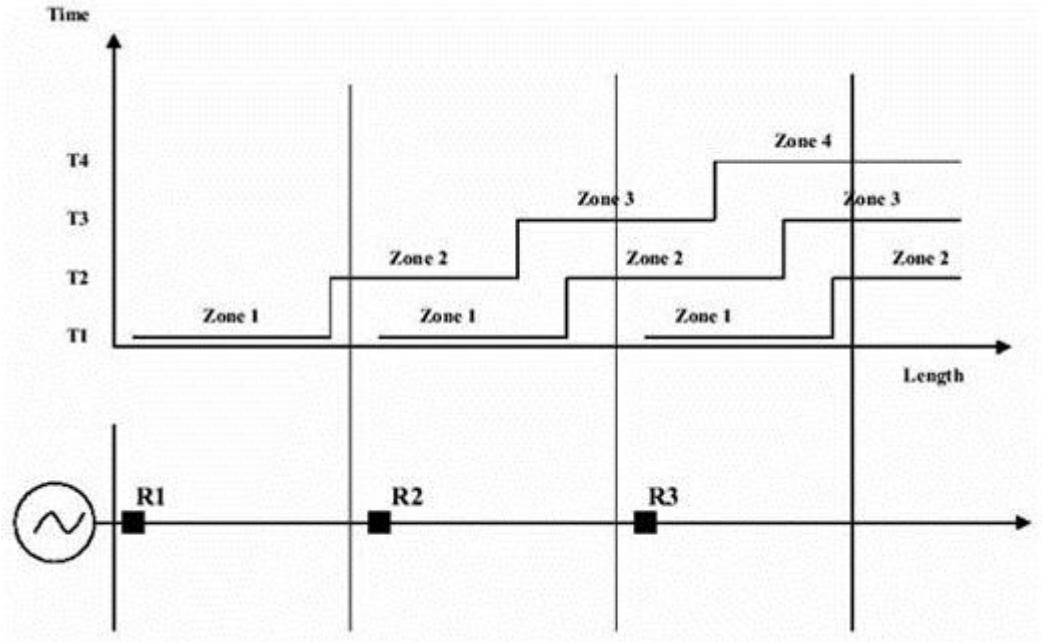

شکل ۳ :نمودار نحوه عملکرد رله دیستانس

در حالت عادی نقطه مورد نظر باید در سمت راست مبدا و به فاصله زیادی از آن قرار گرفته باشد (نقطه ۱) در هنگام بروز خطا این نقطه به سمت مبدا حرکت می کند و داخل منحنی مشخصات قطع رله می شود(نقطه ۲) . نکته حائز اهمیت این است که پارامترهای خط همیشه ثابت نیست و عواملی مانند شرایط بار و محیط و جبرانگرهای افت ولتاژ در شبکه بر ان تاثیر می گذارد . ترانسورماتورهای اندازه گیری و رله ها نیز درصدی از خطا دارند که با خطای پارامتری خط با هم

خنثی می شوند . در شکل ۴ نمودار حفاظت دیستانس نشان داده شده است . این نکته در نمودار دیده می شود که رله ها حفاظت اصلی برای ناحیه خود و پشتیبان برای خطهای دیگر هستند .

هماهنگی این رله ها با زمان بندی مختلف آنها انجام می شود . ناحیه اول باید ۸۰ درصد خط خود را بدون هیچ تاخیری پوشش دهد . به علت خطاهایی که در پارامترهای خط وجود دارد و قبلا به ان اشاره شد و مقاومت ناحیه ۱ نمی تواند تمام طول خط را توسط ناحیه ۱ حفاظت کرد . ناحیه دوم ۲۰ درصد باقیمانده خط خود را پوشش می دهد بعلاوه پشتیبانی برای رله شماره ۲ است . ناحیه سوم پشتیبانی برای رله ۲ و ۳ است .هنگامی که در خط ۲ خطائی بین رله ۲ و ۳ رخ دهد نه تنها رله ۲ این خطا را می بیند R۱ نیز آن را تشخیص می دهد. در این حالت R۲ باید خط ۲ را از مدار خارج کند چون این رله اول خطا را تشخیص داده است و در نهایت ناحیه ۲ همان رله نیز این خطا را تشخیس داده است . رله R۱ نیز در ناحیه ۲و۳ خود این خطا را تشخیص می ذهد ولی آنقدر باید منتظر بماند تا این خطا در ناحیه عمل کرد آن بماند و یا رلهR2 عمل نکند.در عمل طول ناحیه دوم ۱۲۰-۸۰٪ طول خط اول است بعلاوه ۲۰٪خط اول که باقیمانده و حفاظت پشتیبان یا اضافی نامیده می شود. وظیفه آن حفاظت از انتهای خط اول باس بار است .طول ناحیه ۳ معمولا ۱۲۰ ٪ بزرگترین خط مجاور است. استفاده بیشتر از ۳ذون خیلی کم و به ندرت برایشبکه های قدرت استفاده میشود به هر حال اساس ناحیه ۳ تامین کردن ۱۰۰ درصد حفاظت پشتیبان است برای کلید مدارهای جانبی و زمان عمل کرد آن بسته به مدارات جانبی دارد .

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل۴ : اساس حفاظت دیستانس

WikiPower.ir

روش دیگری برای تنظیم رله های دیستانس

نواحی حفاظت شده توسط رله های دیستانس در خطوط قدرت به گونه های مختلفی تنظیم می شود. معمولی ترین آن انتخاب سه ناحیه حفاظتی در جهت خطا می باشد. در بسیاری از حالات تنظیم تحریک سه ناحیه حفاظتی در رله دیستانس بر اساس معیار زیر انجام می شود:

ناحیه ۱: این ناحیه برای پوشش ۸۰ تا ۸۵ درصد از طول خط مورد حفاظت تنظیم می شود.

ناحیه ۲: این ناحیه برای پوشش به تمام طول خط مورد حفاظت به اضافه ۵۰ درصد از کوتاه ترین خط بعدی تنظیم می شود.

ناحیه ۳: این ناحیه برای پوشش به تمام طول خط مورد حفاظت به اضافه ۵۰ درصد از دومین خط طولانی برای پوشش به تمام طول خط مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر واحد تنظیم تحریک، هر یک از نواحی دارای یک بخش زمانی نیز هست. زمان عملکرد برای ناحیه ۱ معمولاً از طریق سازنده، چنان انتخاب می شود که رله به صورت آنی عمل کند، زیرا هر خطایی در خط مورد حفاظت که از طریق واحد ناحیه ۱ انجام می شود، احساس می شود باید به سرعت و بدون انتظار نسبت به عملکرد هر واحد دیگری، رفع شود. زمان عملکرد ناحیه ۲ معمولاً از مرتبه ۰/۲۵ تا ۰/۴ ثانیه است و زمان عملکرد ناحیه سوم نیز در فاصله ۰/۶ تا ۱/۵ ثانیه قرار می گیرد. از آنجا که قطع ناشی از عملکرد واحدهای ناحیه ۱ فوری است، بنابراین نباید آنها را به اندازه شین انتهایی نخستین خط، تحریک کرد . بنابراین این بخش تنها برای حفاظت ۸۰ تا ۸۵ درصد خط تنظیم می شود.۱۵ تا ۲۰ درصد باقیمانده حاشیه اطمینانی است که از عملکرد نادرست سیستم حفاظتی در اثر خطاهای ناشی از ترانسفورماتورهای اندازه گیری و نیز خطای پدید آمده در محاسبه امپدانس خط جلوگیری می کند.

۱۵ تا ۲۰ درصد انتهای خط در ناحیه ۲ قرار می گیرد که پس از ثانیه وارد عمل می شود. ناحیه ۳ پشتیبان را پدید می آورد و پس از گذشت ثانیه وارد عمل می شود.

در برخی از روش های تنظیم رله های دیستانس معیار های زیر در نظر گرفته می شود:

ناحیه ۱: ۸۰ تا ۸۵ درصد طول خط تحت حفاظت.

ناحیه ۲: ۱۲۰ درصد امپدانس تحت حفاظت.

ناحیه ۳: ۱۲۰ درصد مجموع امپدانس خط تحت حفاظت و بلندترین خط مجاور.

رله های دیستانس جدید بخصوص انواع عددی آن، برای ایجاد ظرفیت در عملکرد رله به عنوان پشتیبان، نواحی ۴ و ۵ حفاظتی را نیز به عملکرد خود افزوده اند. در این حالت، نواحی ۴ و ۵ تنها جهت مثبت رو به جلو را پوشش می دهند و پوشش لازم در جهت معکوس از طریق ناحیه ۵ انجام می شود.

برخی مشکلات و محدودیت های حفاظت دیستانس

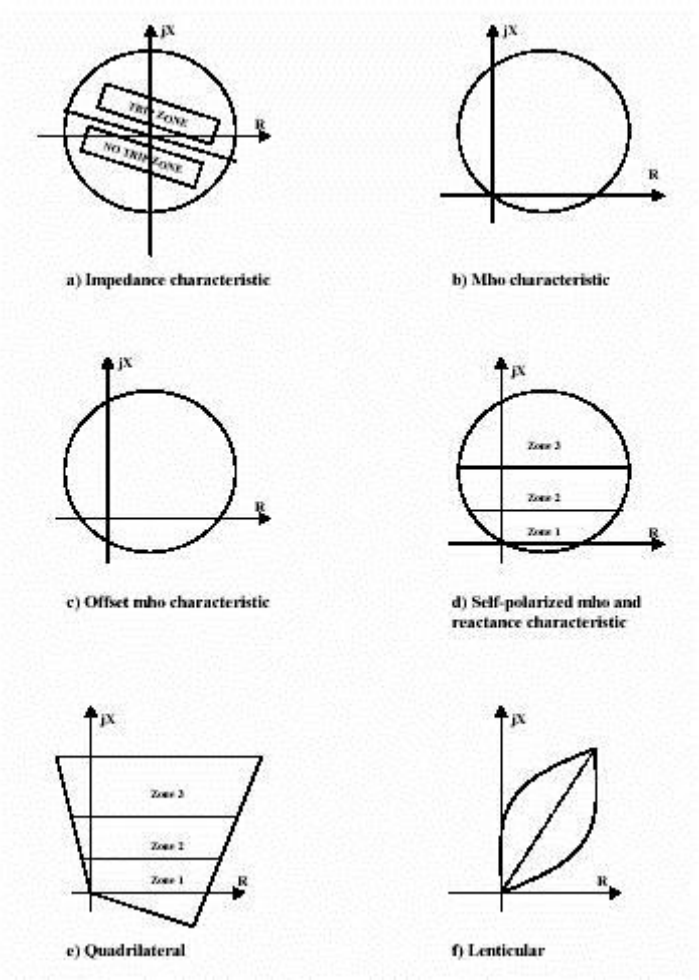
یکی از محدودیت های رله دیستانس این است که ناحیه اول حفاظتی رله دیستانس در مقایسه با طرح های حفاظتی دیگر مانند حفاظت دیفرانسیل، نمی تواند تمام مدار را پوشش دهد.

حفاظت کلاسیک دیستانس خطوط مشکلاتی را نیز در حالت های خاص نشان می دهد که برخی از این مشکلات عبارتند از: سیستم های زمین شده با امپدانس بالا، خطاهای امپدانس بالا، حفاظت کابل، خطوط کوتاه، خطوط جبران شده با خازن سری، وجود تولید گسترده در شبکه، خطوط چند ترمیناله و غیره . همچنین با گسترش شبکه الکتریکی و پیچیده تر شدن آن دستیابی به یک تنظیم مناسب برای هماهنگی بین رله های دیستانس و کاهش زمان عملکرد آن مشکل است.

۳,۳,۲,۲ نگاه کلی به انواع رله های دیستانس

در این بخش ما ۶ نوع اساسی از رله های دیستانس را برای شما توضیح می دهد .که نمودار انها در شکل زیرآمده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




a–امپدانسی : عیب اساسی این رله ها این است که جهتی نیست و همچنین به تغیرات و نوسانات قدرت حساس هستند .

b- MHO: برای جلوگیری از مشکلات رله های امپدانسی از ان استفاده می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

c-offcet MHO : این همان رله قسمت قبل است با این تفاوت که یک حاشیه ای برای تشخیص خطا دارد به علت نوسانات شبکه وترانسفورماتورهای اندازه گیری .

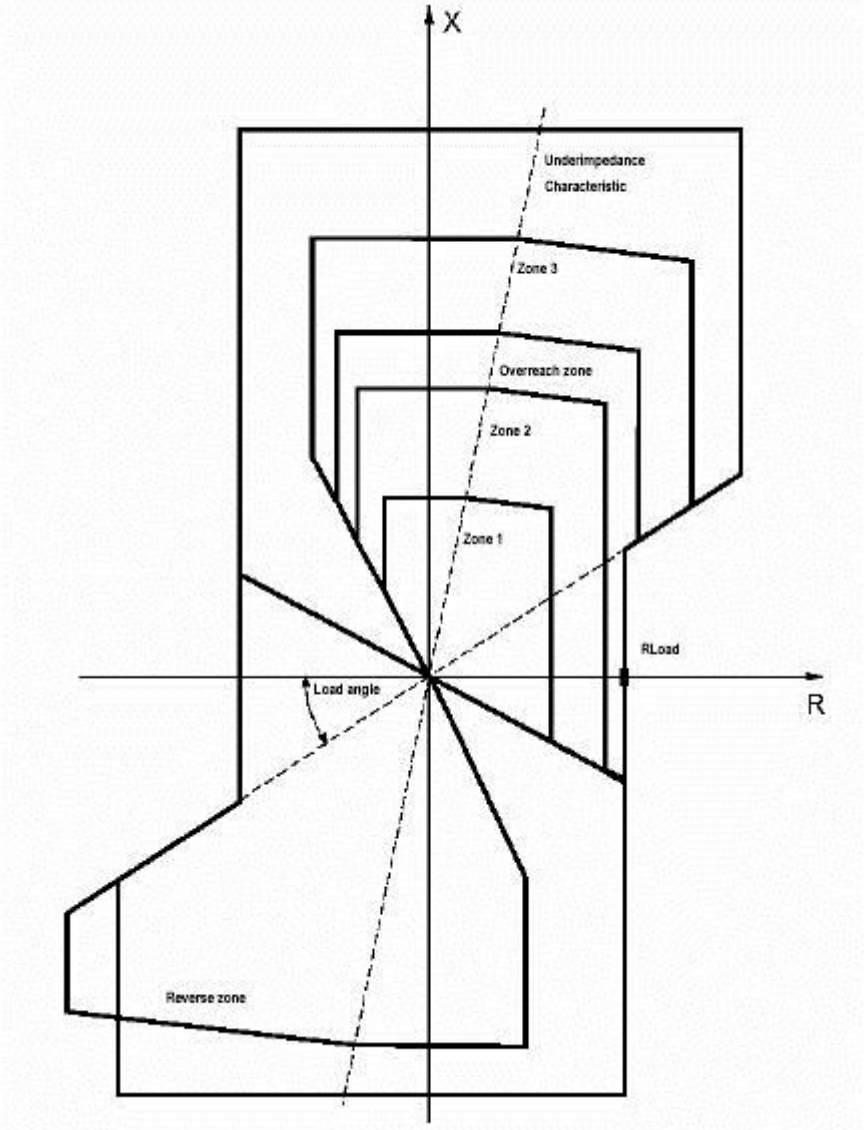
d-راکتانسی : این رله ها فقط قسمت راکتیو امپدانس(x) را اندازه گیری می کند .

e-چهارضلعی : این رله ها دارای خاصیت چهار وجهی هستند که به صورت مقاومتی که مستقل از راکتانس است عمل می کند مستقل از جهت عبور توان راکتیو است . به عنوان مثال رله های ۴* ۳۱۶ شرکت ABB یا رله های ABB 5XX

f-عدسی گون یا حفاظتی:این رله برای کم کردن حساسیت رله به نوسانات بار بکار می رود.

شکل زیر کلیه خصوصیات رله های دیستانس را دریک نمودار نشان می دهد .

WikiPower.ir

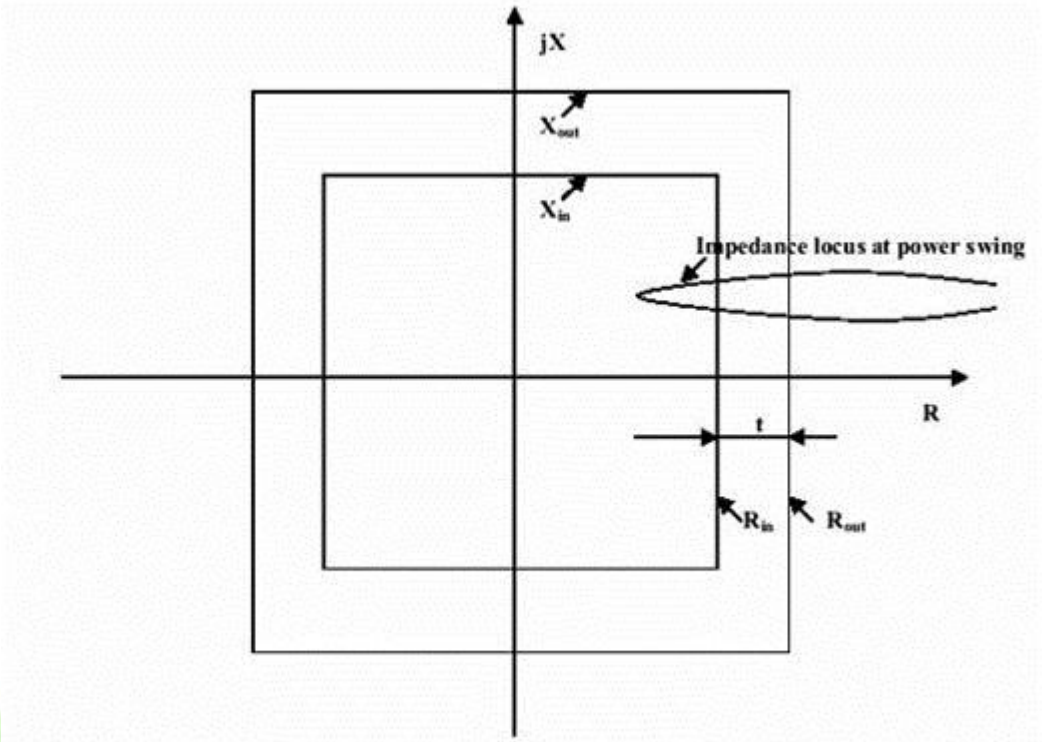



این رله ها توانایی انجام چندین کار مختلف را دارند این رله ها نه تنها در حالت نرمال بلکه حالت عکس را هم حفاظت می کنند .این رله ها دارای این خصوصیت است که از نابسامانی های بار جلوگیری می کنند .

۳,۳,۲,۳ تشخیص نوسان

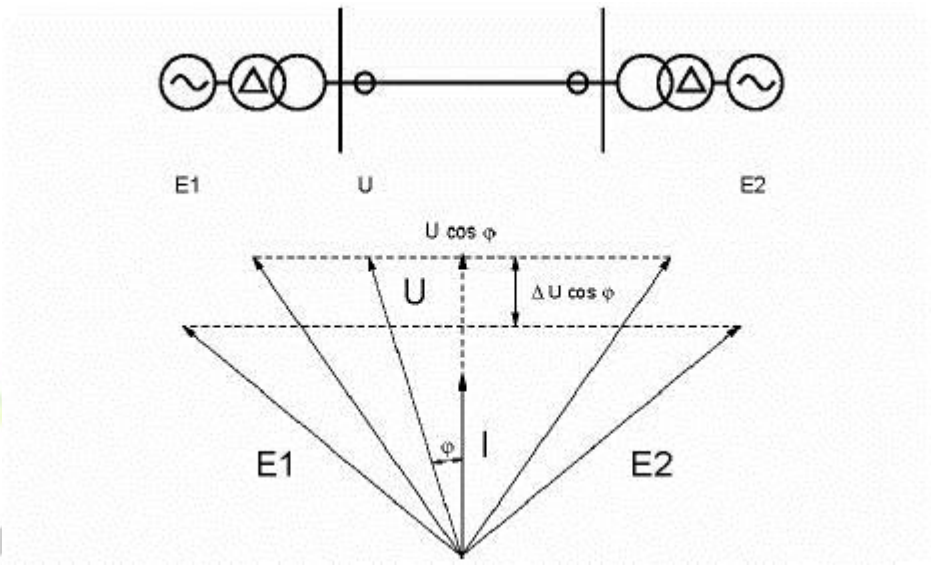
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در سیستمهای قدرت بعلت تغییرات شدید باریا تغییر شکل شبکه ویا دفع کردن خطا در شبکه نقاطی شروع به نوسان کرده و پایداری گذرای شبکه را از بین می برند. این نقاط کم کم میرا می شوند و به یک پایداری می رسند . این نوسانات باعث تغییر زاوایه فاز و مقدار ولتاژ بین قسمتهای مختلف شبکه می شود و همچنین باعث تغییر جهت توان عبوری بین قسمتهای نوسان کننده می شود . بعضی از نوسانات در شبکه مثل اضافه جریان یا کاهش ولتاژ ممکن وارد ناحیه عمل کرد رله شود و باعث قطع اشتباهی رله شود. چون رله های دیستانس فقط نوسانات و تغییرات امپدانس را اندازه گیری می کنند . برای جلوگیری از عمل کردن رله در چنین مواقعی یک تشخیص دهنده نوسان در بعضی از رله ها به کار برده شده است . تشخیص نوسان خیلی راحت است . مهمترین روشی که برای این کار استفاده می شود این است که سرعت تبدیل امپدانسی در موقع اتصال کوتاه را اندازه گیری میکند . اگر سرعت تغییات کمتر از HZ6 بود منطق تشخیص دهنده خطا آن را به صورت یک نوسان قدرت خواهد دید و رله عمل نخواهد کرد.




در شکل بالا اساس تشخیص نوسان نشان داده شده اشت. دو محدوده داخلی وخارجی نشان داده شده. زمان تغیر امپدانس بین دو مربع درونی و بیرونی اندازه گیری می شود .به این صورت که هنگامی امپدانس از خط خارجی عبور کند و به طرف خط داخلی حرکت می کند تایمر ما روشن میشودوهنگام عبور از خط داخلی تایم را نگه می دارد. اگر زمان تایمر ما در حد ثانیه باشد ثانیه باشد دستور قطع رله باید برای زمان چند ثانیه نگه داشته شود.زیرا معمول نوسان اول خیلی آهسته تر از نوسان بعدی است و زمان برای ms45 تنظیم میشود . روشهای دیگر تشخیص نوسان در مرجع ۹ توضیح داده شده است . در شکل ۷ تغیرات ولتاژ و در نتیجه تغیر زاویه بین جریان و ولتاژ نشان داده شده است . از این خاصیت برای تشخیص نوسان در یک زمان کوتاه انجام رله سیگنال

قطع φمی توان استفاده کرد اگر چندین تغییر cos برای بریکر را بلوکه میکند. نوسانات بالای 6 HZ باید تشخیص داده شود .




WikiPower.ir

شکل ۷: اساس تشخیص نوسان(سیستم اندازه گیری فازوری)

### ۳,۳,۲,۴ اصول حفاظت پشتیبان رله دیستانس

رله های جدید با اندازه گیری کاهش امپدانس در توالی مثبت سیستمهای قدرت که وابسته به نوع خطای اتصال کوتاه است عمل می کند. امپدانس توالی مثبت و منفی برای خطوط انتقال برابر است.جزییات بیشتر برای ترکیبهای نامتقارن در مرجع ۱۰ توضیح داده شده است .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$a = e^{j\frac{2\pi}{3}} \quad (3\text{-}6)$$

$$\overline{U}_0 = \frac{1}{3}\left(\overline{U}_1 + \overline{U}_2 + \overline{U}_3\right) \quad (3\text{-}7)$$

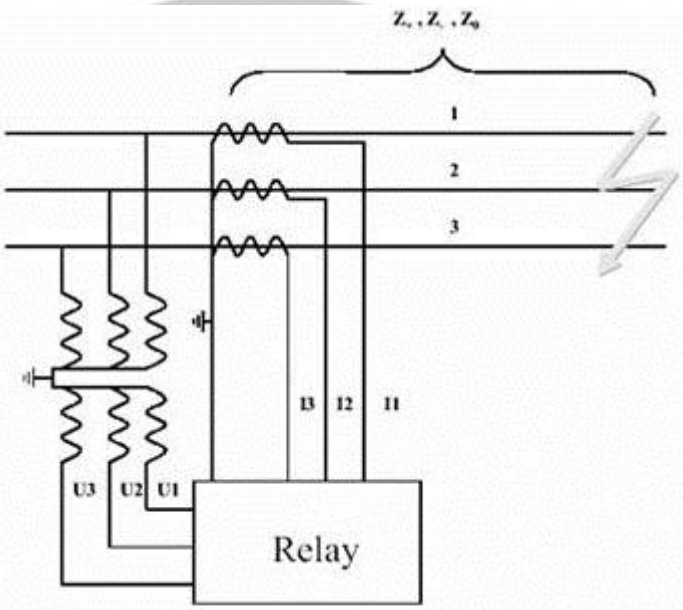
$$\overline{U}_+ = \frac{1}{3}\left(\overline{U}_1 + a\cdot\overline{U}_2 + a^2\cdot\overline{U}_3\right) \quad (3\text{-}8)$$

$$\overline{U}_- = \frac{1}{3}\left(\overline{U}_1 + a^2\cdot\overline{U}_2 + a\cdot\overline{U}_3\right) \quad (3\text{-}9)$$

$$\overline{U}_1 = \overline{U}_0 + \overline{U}_+ + \overline{U}_- \quad (3\text{-}10)$$

$$\overline{U}_2 = \overline{U}_0 + a^2\cdot\overline{U}_+ + a\cdot\overline{U}_- \quad (3\text{-}11)$$

$$\overline{U}_3 = \overline{U}_0 + a\cdot\overline{U}_+ + a^2\cdot\overline{U}_- \quad (3\text{-}12)$$




شکل ۹ : روش اتصال رله دیستانس

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در ادامه خطاهای تک فاز و دو فاز و سه فاز بررسی می شود. معادلات زیر بر می گردد به شکل ۹

a- اتصال کوتاه ۳ فاز

$$\bar{I}_1=\frac{\bar{U}_1}{\bar{Z}_+}.I_2=\frac{\bar{U}_2}{\bar{Z}_+}.\bar{I}_3=\frac{\bar{U}_3}{\bar{Z}_+} \quad (3\text{-}13)$$

$$\bar{Z}_+=\frac{\bar{U}_1}{\bar{I}_1}=\frac{\bar{U}_2}{\bar{I}_2}=\frac{\bar{U}_3}{\bar{I}_3}=\frac{\bar{U}_1-\bar{U}_2}{\bar{I}_1-\bar{I}_2}=\frac{\bar{U}_2-\bar{U}_3}{\bar{I}_2-\bar{I}_3}=\frac{\bar{U}_3-\bar{U}_1}{\bar{I}_3-\bar{I}_1} \quad (3\text{-}14)$$

b- اتصال کوتاه ۲ فاز

$$\bar{I}_1=-\bar{I}_2=\frac{\bar{U}_1-\bar{U}_2}{\bar{Z}_++\bar{Z}_-}=\frac{\bar{U}_1-\bar{U}_2}{2\bar{Z}_+} \quad (3\text{-}15)$$

$$\bar{Z}_+=\frac{\bar{U}_1-\bar{U}_2}{2\bar{I}_1}=\frac{\bar{U}_1-\bar{U}_2}{\bar{I}_1-\bar{I}_2} \quad (3\text{-}16)$$

c- اتصال کوتاه تک فاز ( مرکز ستاره زمین شده )

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{U}_1}{\frac{1}{3}(\bar{Z}_+ + \bar{Z}_- + \bar{Z}_0)} \quad (3\text{-}17)$$

$$\bar{I}_1 = 3\bar{I}_+ = 3\bar{I}_- = 3\bar{I}_0 \quad (3\text{-}18)$$

$$\bar{Z}_+ = \bar{Z}_- \;;\; \bar{Z}_0 \neq \bar{Z}_+ \quad (3\text{-}19)$$

$$\bar{U}_1 = \bar{I}_+\bar{Z}_+ + \bar{I}_-\bar{Z}_- + \bar{I}_0\bar{Z}_0 = (\bar{I}_+ + \bar{I}_- + \bar{I}_0)\bar{Z}_+ + \bar{I}_0(\bar{Z}_0 - \bar{Z}_+) \quad (3\text{-}20)$$

$$\bar{U}_1 = \bar{I}_1\bar{Z}_+ + \bar{I}_0\bar{Z}_+\left(\frac{\bar{Z}_0 - \bar{Z}_+}{\bar{Z}_+}\right) \quad (3\text{-}21)$$

$$\frac{\bar{Z}_0 - \bar{Z}_+}{\bar{Z}_+} = 3k \quad (3\text{-}22)$$

$$\bar{Z}_+ = \frac{\bar{U}_1}{\bar{I}_1 + k3\bar{I}_0} \quad (3\text{-}23)$$

$$X_0 = (2 \to 5)X_+ \;:\; R_0 = (1.5 \to 6)R_+ \;:\; X_+ = (2 \to 20)R_+$$

WikiPower.ir

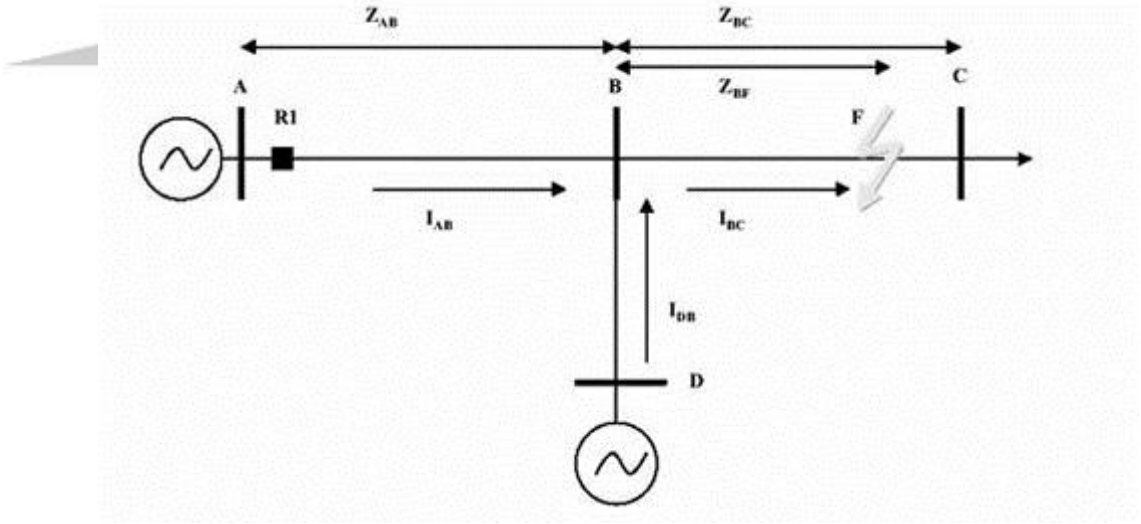
پارامتر K متغیراست از۱/۳ تا ۳/۴ و بستگی به شکل برجها دارد مقاومت خطا برای بیشترخطا ها به صورت سر انگشتی داده شده و مقاومت خطا در هنگام جرقه به صورت زیر به دست می آید .

### ۳,۳,۲,۵ مشکلات رله دیستانس

در اینجا ما ۳ مثال از مشکلاتی که ممکن برای رله های دیستانس به وجود آید توضیح می دهیم و نحوه تنظیم این رله ها را توضیح می دهیم.

#### ۳,۳,۲,۵,۱ تزریق جریان

برای اندازه گیری رله مشکل ایجاد می کند و جریان تریقی روی باس بعدی امپدانس اندازه گیری شده توسط رله افزایش می یابد .

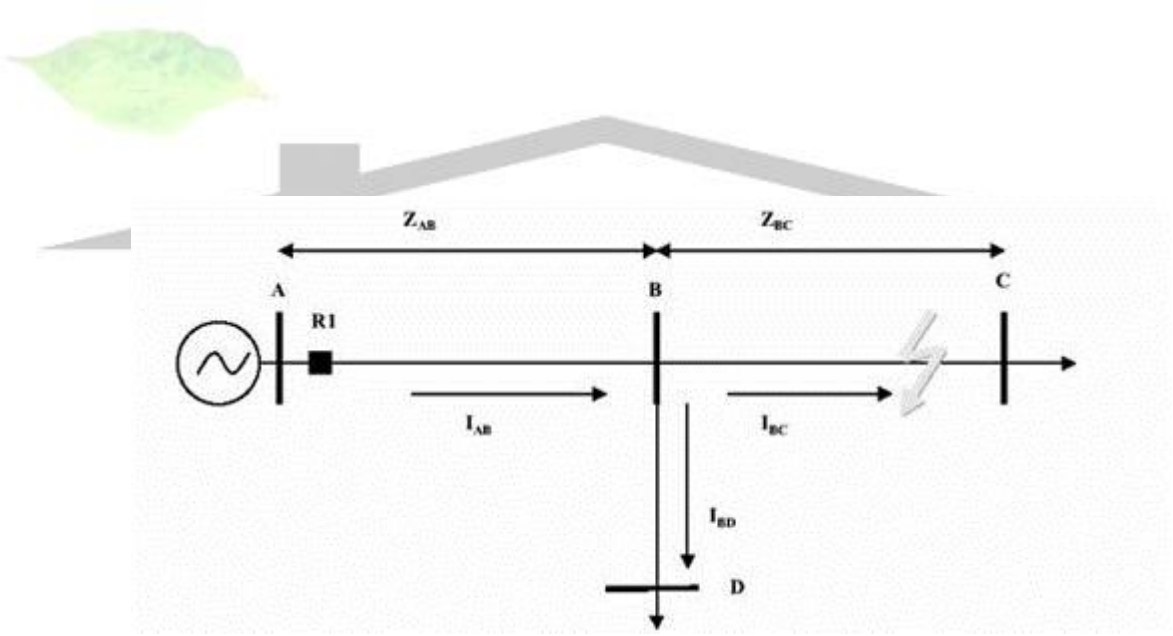



شکل ۱۰ : تزریق جریان

$$\overline{Z} = \frac{\overline{U}_{R1}}{\overline{I}_{AB}} = \frac{\overline{Z}_{AB}\overline{I}_{AB} + (\overline{I}_{DB} + \overline{I}_{AB})\overline{Z}_{BF}}{\overline{I}_{AB}} = \overline{Z}_{AB} + \left(1 + \frac{\overline{I}_{DB}}{\overline{I}_{AB}}\right)\overline{Z}_{BF} \qquad (3\text{-}25)$$

افزایش امپدانس توسط ترم $\frac{\overline{I}_{DB}}{\overline{I}_{AB}}$ صورت می گیرد.هر چه جریان تزریقی بزرگتر باشد مقدارخطا بیشتر می شود.

۳,۳,۲,۵,۲ خروج جریان



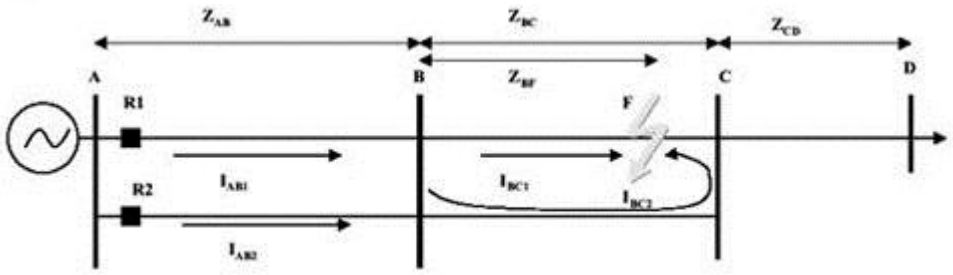

شکل ۱۱ : جریان خروجی

$$\overline{Z} = \frac{\overline{U}_{R1}}{\overline{I}_{AB}} = \frac{\overline{Z}_{AB}\overline{I}_{AB} + \overline{I}_{BF}\overline{Z}_{BF}}{\overline{I}_{AB}} = \frac{\overline{Z}_{AB}\overline{I}_{AB} + (\overline{I}_{AB} - \overline{I}_{BD})\overline{Z}_{BF}}{\overline{I}_{AB}} = \overline{Z}_{AB} + \left(1 - \frac{\overline{I}_{BD}}{\overline{I}_{AB}}\right)\overline{Z}_{BF} \qquad (3\text{-}26)$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امپدانس توسط ترم $\frac{\bar{I}_{BD}}{\bar{I}_{AB}}$ کاهش می یابد . هرچه جریان خروجی کمتر باشد امپدانس اندازه گیری کوچکتر است.

### ۳,۳,۲,۵,۳ خطهای دو مداره




WWW.WIKIPOWER.IR

شکل ۱۳ : خطهاظ دومداره

a) $I_{AB2} = 0$

$$\frac{\bar{I}_{BC1}}{\bar{I}_{BC2}} = \frac{2\bar{Z}_{BC} - \bar{Z}_{BF}}{\bar{Z}_{BF}} \qquad (3\text{-}27)$$

$$\bar{I}_{BC2} = \bar{I}_{AB} - \bar{I}_{BC1} \qquad (3\text{-}28)$$

با حل دو معادله بالا معادلات زیر بدست می آید :

$$\bar{I}_{BC1} = \bar{I}_{AB}\left(1 - \frac{\bar{Z}_{BF}}{2\bar{Z}_{BC}}\right) \quad (3\text{-}29)$$

$$\bar{I}_{BC2} = \bar{I}_{AB}\frac{\bar{Z}_{BF}}{2\bar{Z}_{BC}} \quad (3\text{-}30)$$

$$\bar{Z}_{R1} = \frac{\bar{U}}{\bar{I}_{AB}} = \bar{Z}_{AB} + 2\bar{Z}_{BF} - \frac{\bar{Z}_{BF}^2}{\bar{Z}_{BC}} \quad (3\text{-}31)$$

مشکل در تنظیم رله در ذون ۲ اشکار می شود. که رله باید ۱۲۰٪ ازطول خط اول و ۲۰٪از خط بعدی پوشش دهد.خطای امپدانس اندازه گرفته شده دراین حالت داری ۲۰ درصد خط BC است.

WikiPower.ir

$$(Z_{BF} = 0.2 \times Z_{BC})$$

$$\bar{Z}_{R1} = \bar{Z}_{AB} + 0.36\bar{Z}_{BC}$$

بنابراین تنظیم رله برای ذون ۲و۳ باید خیلی خوب انتخاب شود تا جایی که با رله های دیگر تداخل نداشته باشد مخصوصا اگر بیشتر ۲ لاین به باس ما متصل باشد .برای مثال باس B. در شکل ۱۲.

b – فرض می کنیم دوخط AB با هم یکی باشد بنابراین جریان $I_{AB2} = I_{AB1}$

$$\bar{I}_{BC2} = \bar{I}_{AB} - \bar{I}_{BC1} \quad (3\text{-}32)$$

$$\bar{Z}_{R1} = \frac{\bar{U}}{\bar{I}_{AB}} = \bar{Z}_{AB} + 4\bar{Z}_{BF} - \frac{2\bar{Z}_{BF}^2}{\bar{Z}_{BC}} \quad (3\text{-}33)$$

مقایسه این رابطه با رابطه داده شده در شکل ۳-۳۱ این را نشان می دهدکه اندازه امپدانس اندازه گیری شده خیلی بیشتر است چون جریان از خط موازیAB به داخل مدار تزریق می شود .

یک مثال کوتاه

ما فرض می کنیم همه خطوط دارای مقاومت ۱۰ هستند و یک خطا در باسبار C رخ دهد که امپدانس خیلی کمی دارد در مقایسه با امپدانس خط و بنابراین از آن چشم پوشی می کنیم ما به رله R1 نگاه می کنیم .

حالت اول خط AB2 از مدار خارج باشد.رله باید خطای مقاومتی ۱۵ اهم را اندازه گیری کند .

حالت دوم همه خطها در مدار هستند.رله باید خطای مقاومتی ۲۰ اهم را اندازه گیری کند .

حالت سوم خط BC2 خارج از مدار است.رله باید خطای مقاومتی ۳۰ اهم را اندازه گیری کند .

این مثال نشان می دهد که پیدا کردن یک راه حل مناسب برای تنظیم رله دیستانس هنگامی که به عنوان یک محافظ پشتیبان برای خطهای مجاور در شبکه استفاده می شود مشکل است .

### ۳,۳,۳ رله های اضافه بار حرارتی

رله های اضافه بار از تجهیزات در برابر اضافه جریان در مدت طولانی حافظت می کند. اگر زمان اضافه جریان طولانی شود از محدوده مجاز خارج می شود.به علت اینکه خطوط انتقال در مجاورت هوای آزاد است گرما از طرف سیم با بیرون مبادله می شود و این نوع رله ها به ندرت استفاده می شود . در شرایط نرمال نمی توان ازماکزیمم حد حرارتی خط استفاده کرد و افت ولتاژمجاز را نیز داشته باشیم .

اضافه باردرحد ثانیه مهم نیست ولی اگر مدت زمان آن به دقیقه و ساعت بکشد زیان آور است. سرد و گرم شدن خط به تمیز بودن وتلفات خط وتابش اشعه خورشید بستگی دارد. اگر از تشعشعات چشم پوشی کنیم معادله گرما به صورت زیر می باشد.

$$dQ = I^2 R \cdot dt = m \cdot c \cdot d\vartheta + k \cdot A_0 (\vartheta - \vartheta_U)\, dt \qquad (3\text{-}34)$$

$$\tau \frac{d\vartheta}{dt} + \vartheta = \vartheta_\infty \qquad (3\text{-}35)$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\tau = \frac{c \cdot d \cdot A^2}{kAs - \rho_0 \alpha I^2} \qquad (3\text{-}36)$$

$$\vartheta_\infty = \frac{kAs\vartheta_U + \rho_0(1-\alpha\vartheta_0)I^2}{kAs - \rho_0\alpha I^2} \qquad (3\text{-}37)$$

$$\vartheta = \vartheta_\infty - c \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad (3\text{-}38)$$

$$\vartheta = \vartheta_1 + (\vartheta_\infty - \vartheta_1)\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \qquad (3\text{-}39)$$

WikiPower.ir

**رابطه نهایی برای دما به صورت زیر است:**

$$I = \sqrt{\frac{kAs}{\rho_0}\frac{(\vartheta_\infty - \vartheta_U)}{1+\alpha(\vartheta_\infty - \vartheta_0)}} \qquad (3\text{-}40)$$

**و معادله زمان به صورت زیر است:**

$$t = -\tau \ln \frac{\vartheta_\infty - \vartheta}{\vartheta_\infty - \vartheta_1} \qquad (3\text{-}41)$$

**دیمانسیون متغیرهای صفحه قبل به صورت زیر است:**

| | |
|---|---|
| Q | Heat quantity [kJ] |
| R | Resistance [Ω] |
| $\rho_0$ | Specific resistance @ $\vartheta_0$ [Ωmm²/m] |
| I | Current [A] |
| m | Mass [kg] |
| A | Cross-section of the line [mm²] |
| c | Specific heat [kJ/kgK] |
| $\alpha$ | Thermal coefficient [K$^{-1}$] |
| l | Length [m] |
| d | Density [kg/m³] |
| $\vartheta$ | Temperature [K] |
| $\vartheta_0$ | Reference temperature [K] |
| $\vartheta_1$ | Starting temperature [K] |
| $\vartheta_2$ | End temperature [K] |
| $\vartheta_U$ | Ambient temperature [K] |
| $\vartheta_\infty$ | Stationary End Temperature [K] |
| $\tau$ | Time constant |
| $s = A_0/l$ | Line circumference [m] |

**رله باید طوری تنظیم شود که جریان عمل کرد رله از ماکزیمم جریان مجاز شبکه کمتر باش.**

$\vartheta_\infty \leq \vartheta_B$ **(ماکزیمم دمای عمل کرد رله باید از ماکزیمم دمای نهایی کمتر باشد )**

$$I \le I_{all} = \sqrt{\frac{kAs}{\rho_0}\frac{(\vartheta_B - \vartheta_U)}{1+\alpha(\vartheta_B - \vartheta_0)}} \qquad (3\text{-}42)$$

رله های اضافه بارشبیه رله های اضافه جریان کار می کنند.آنها دارای ورودی جریان هستند و پس از یک زمان مشخص خط را قطع می کند .به عنوان مثال زمان عمل کرد رله ۵۱۱ شرکت ABB از معادلات زیر بدست می آید که خیلی به معادله ۳-۴۱ شبیه است .

$$t = \tau \ln \frac{\left(\frac{I}{I_{base}}\right)^2 - p^2}{\left(\frac{I}{I_{base}}\right)^2 - \frac{T_{Trip} - T_{amb}}{T_{base}}} \qquad (3\text{-}43)$$

p is $I_p/I_{base}$
$I_p$ is continuous load current before the current is increased to $I_{Tamb\ [A]}$
$T_{amb}$ is ambient temperature [K]
$T_{Trip}$ max. temperature [K]
$T_{base}$ temperature under normal operation conditions [K]

دمای محیط( $T_{amb}$ ) روی دمای رسانا و عایقها تاثیر می گذارد و این یک دمای معادل برای محیط است وهمیشه ثابت است. بنابراین افزایش دمای محیط در آن نشان داده نشده و این ممکن به تجهیزات ما خسارت بزند.برای جبران کردن افزایش دما از رله های حرارتی استفاده می کنیم .

رله های حرارتی باید هر لحظه با هوای اطراف تنظیم شود و با آن تطبیق داده شوند. زیرا شرایط آب و هوای متغیر است.برای حل این مشکل خط را به سنسور حرارتی مجهز می کنیم بعنوان مرجع حرارتی.رله های اضافه بار در هر شرایطی دقیق کار می کنند. زمان تنظیم آنها زیاد است که مشکلی برای پایدار گذاری شبکه بوجود نمی آورد ولی ممکن مدت زمان زیاد ان پایداری ولتاژ شبکه را به هم بزند.تحمل اضافه بار خط برای مدت زمان زیاد مهمتر است از اژن که خط از مدار خارج شود. زیرا خسارات وارد بر تجهیزات خط ارزانتر از قطع شدن خط و از دست دادن پایذاری شبکه است.تشخیص این چنین موقعیت هایی توسط توسط سینگال خارجی یا رله های منطبق کننده انجام می شود .همانطور که ملاحظه نمودیم استفاده از رله های اضافه بار مشکلات زادی داردوبندرت از انها استفاده می شود .

### ۳,۳,۴ رله های اضافه-کاهش فرکانس

فرکانسهای شبکه قدرت در اثر عدم هماهنگی بین مصرف و تولید تغییر می کند . اگر این عدم تعادل اثر کم بودن تولید به وجود آید فرکانس کاهش می یابد. تا اینکه یک تعادل جدید بین مصرف کننده و تولید کننده بوجود آید . اگر تولید ما خیلی بیشتر از مصرف باشد فرکانس شبکه افزایش پیدا می کند . برای جلوگیری از صدمه دیدن تجهیزات تولیدی و جلوگیری از ناپایداری فرکانس وسایل حفاظتی مشخصی برای سیستمهای قدرت در نظر گرفته شده است . رله های اضافه فرکانسی بیشتر برای ژنراتورهای که به شبکه متصل نباشد بکار می رود .رله های کاهش فرکانس(UFLS) با کم کردن بارها به در چندین مرحله ازشبکه در برابر کاهش فرکانس محافظت می کنند.برای کاهش اختلال در شبکه مقدار کم کردن بار باید خیلی کم باشد و زمان تشخیص

خطای آن کمتر از زمان مراحل کم کردن بار باشد. تنظیم رله ها در شبکه های مختلف فرق مکند به عنوان مثال در اروپا عمل کرد رله فرکانسی درHZ49 تنظیم می شود. قبل از اینکه دیگر رگولاتورها باید عمل کند . برای ایمنی نیروگاهها فرکانس درHZ5/47 باید به صورت اتوماتیک قطع کند . فرکانس زیر این باعث به خطر انداختن عمل کرد ژنراتور می شود مثل ویبریشن و نویزهای مکانیکی شود.

### ۳,۳,۵ رله های حفاظت اضافه-کاهش ولتاژ

رله های اضافه-کاهش ولتاژ خیلی شبیه رله های اضافه-کاهش فرکانس هستند. ولتاژ انتهای خط بسته به افت ولتاژ خط دارد و این باعث افت ولتاژ روی بار می شود . ولتاژ باید در محدوده مشخصی باشد.هنگامی که خطا یا شرایط نامتعادلی رخ دهدولتاژ از محدوده خود خارج می شود. یکی از دلایل اصلی مشکل اضافه ولتاژ عمل کرد نادرست رگولاتورهای ولتاژ ژنراتورها یا کنترل نامناسب توان راکتیو است . کاهش ولتاژ در اثر اتصال کوتاه یا تقاضای زیاد توان راکتیو به وجود می آید.

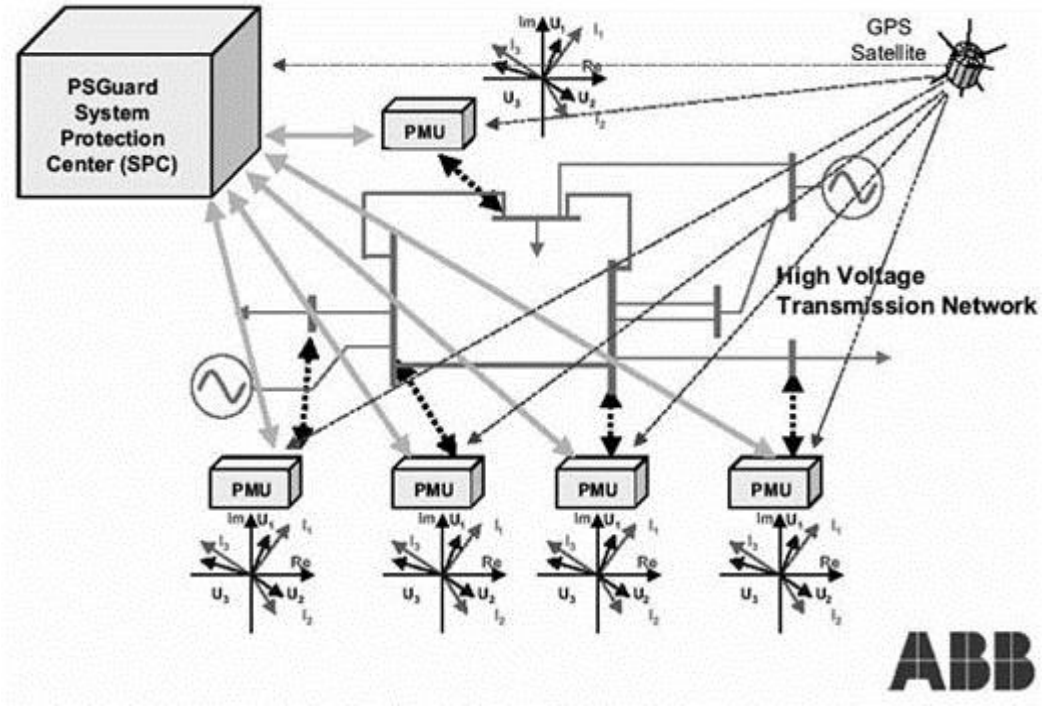
### ۳,۳,۶ حفاظت دیفرانسیل

ایده اصلی این حفاظت این است که جریان ورودی و خروجی را مقایسه می کند . اگر با هم برابر بود این حفاظت عمل نمیکند ولی اگرخطایی اتفاق افتد این حفاظت عمل خواهد کرد و آن را تشخیص می دهد . روش آن به این صورت که مجموع جریان ورودی و خروجی در هنگام خطا صفر نمی شود در این مواقع رله عمل می کند و همه قسمتهای تحت حفاظت خود را از مدار خارج

می کند. معمولا این حفاظت برای مدارهای کوتاه , باس بارها , خطهای کوچک و ترانسفورماتورها استفاده می شوند .

## ۳,۴ سیستمهای اندازه گیری ماهواره ای

درسیستم WAMS مونیتور کردن شبکه با استفاده از سیستم اندازه گیری فازوری انجام می شود . سیستم اندازه گیری فازوری (PMUs)سیستم اندازه گیری است کها مقدار ولتاژ و جریان و زاویه بین آنها را برای ما اندازه می گیرد . این دیتا به یک کامپیوتر مرکزی که PSGuard نامیده می شود فرستاده شده و در انجا تحلیل می شود. بزرگترین مزیت این سیستم کنترل زمان ان توسط سیستم موقعیت یاب جهانی(GPS) است .



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۱۳: PSGuard

سیستمهای اندازه گیری ماهواره ای قدرت انتقال,توانایی سیستم و در بیشتر موارد هر دو مورد رابهتر می کند .

تجهیزات اضافی مورد نیاز برای سیستم های حفاظتی ماهواره ای :

۱- سیستم اندازه گیری دینامیکی برای ثبت وقایع و نشان دادن انها در سیستم.

۲- یداشتن یک نمای کلی از سیستم.

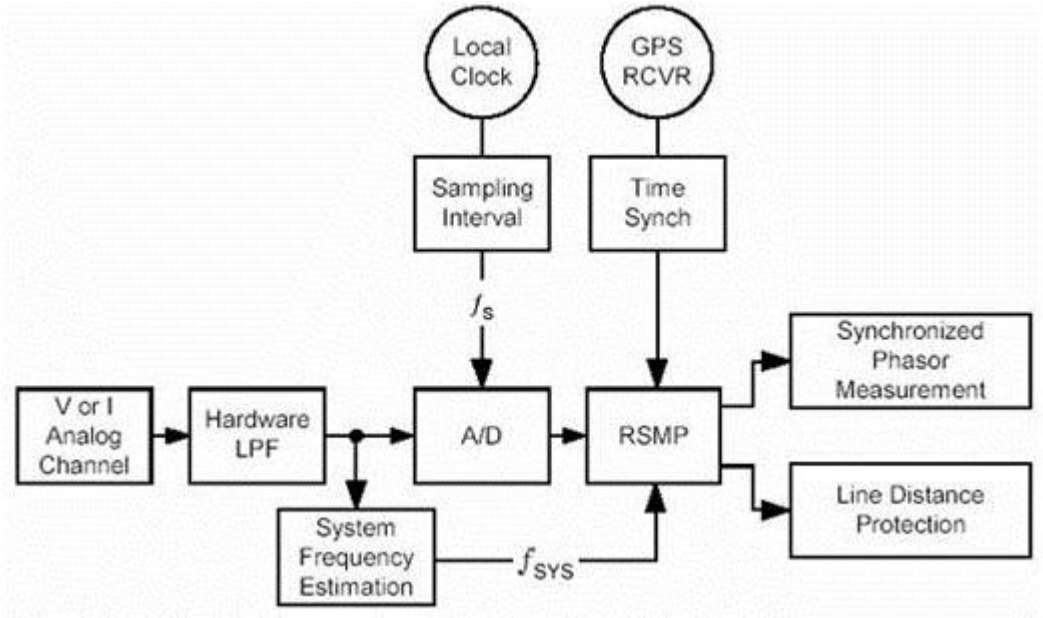
۳- هماهنگ کردن و بهینه کردن عمل کرد تجهیزات سیستم.

۴-در دسترس بودن خروجی به صورت دائم .

۳,۴,۱ سیستم اندازه گیر فازور (PMU)

شکل (۱۴) بلوک دیاگرام PMU را نشان می دهد.با بکارگیری GPS و سیستم PMU فازور در یک سیستم و در زمان معینی راامکان پذیر می شود. سرویس ماهواره ای GPS یک پالس زمانی دقیقی ارسال می کند که برای همزمانی نمونه برداری از ولتاژ و جریان استفاده می شود.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل (۱۶): بلوک دیاگرام سیستم اندازه گیری فازور (PMU)

می شود. این نمونه ها به طور مثال می تواند ولتاژ سه فاز ایستگاه یا جریان خطوط انتقال یا آخرین مقدار مصرف در ایستگاه باشد. از این نمونه ها ترتیب مثبت جریان و ولتاژ محاسبه شده و برچسب زمانی با دقت یک میکرو ثانیه به طور دائم به فازورهای محاسبه شده زده می شود و آماده ارسال به سیستم حفاظتی مرکزی است . ترتیب مثبت داده های فازوری که بدینگونه بر چسب زمانی خورده اند در یک مرکز مختص این داده ها جمع آوری می شوند.

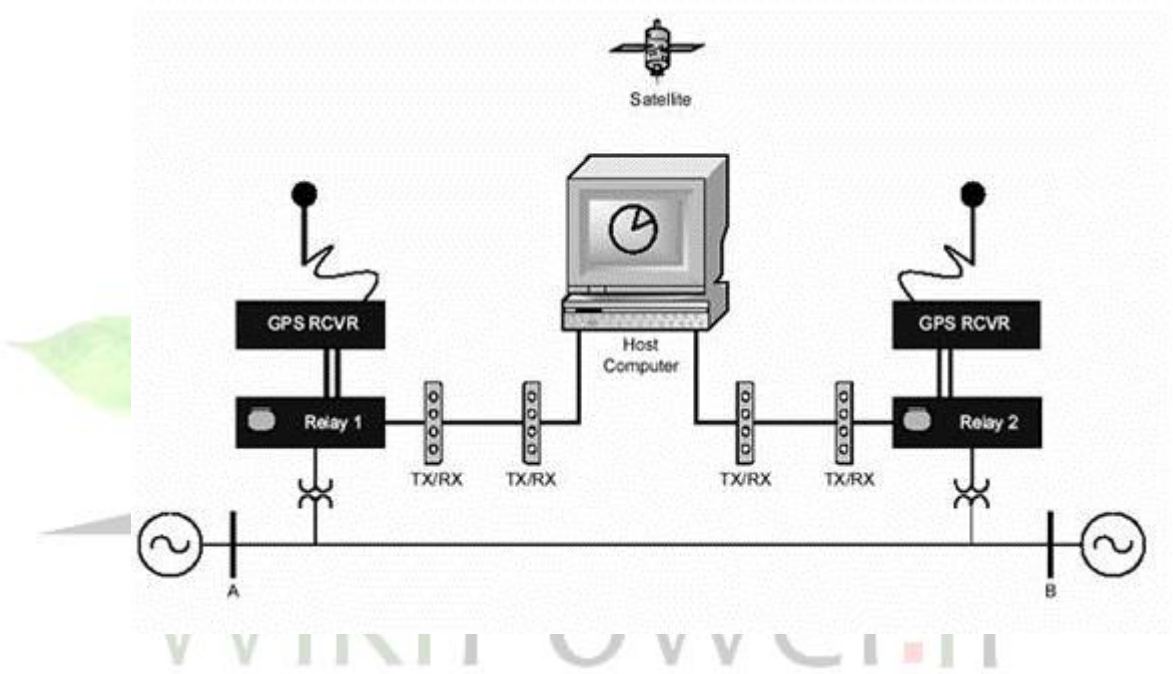
کاربد عمدهPMU برای موارد زیر می باشد:

۱ـ تخمین وضعیت سیستم قدرت: با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از ترتیب مثبت ولتاژ در باس های تمام شبکه که به طور لحظه ای تعیین می شود، وضعیت سیستم قدرت مشخص می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲ـ فرکانس و سرعت تغییر فرکانس

۳,۴,۲ سیستم حفاظتی در سطح وسیع




شکل ۱۷: نمای کلی از سیستم های حفاظتی به کمک ماهواره

ایده کلی در این سیستم به این صورت است که ما دیگر درنقاطی که می خواهیم از سیستم حفاظت کنیم رله قرار نمی دهیم.و بجای رله از سیستم های اندازه گیری فازوری استفاده می کنیم که این سیستم مقدار ولتاژ وجریان وزاویه بین انها را در هر لحظه اندازه گرفته و به یک کامپیوتر مرکزی ارسال می کند.در این کامپیوتر نرم افزاری هست که کلیه رله هایی که ما در شبکه استفاده می کنیم

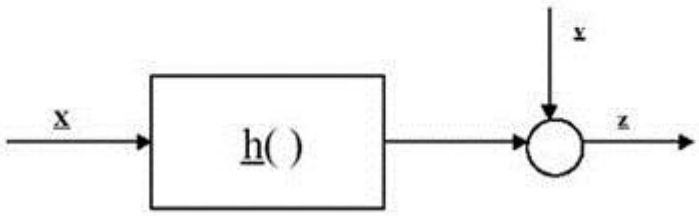
در ان مدل شده است. نرم افزار پس از انالیز کردن دیتاهای ارسال شده نوع و محل خطا را تشخیس داده و به بریکر واقع در محل بروز خطا فرمان قطع می دهد.استفاده از سیستم GPS))

برای سنکرون کردن و ایجادیک زمان ثابت برای سیستمهای اندازه گیری وسیستم مرکزی است.چون زمان در حد میکرو ثانیه برای سیستم های حفاظتی ما مهم است.وبا استفاده از این روش راحت می توان محل خطا را تشخیص داد و هر موقع که بخواهیم می توانیم تنظیم رله که درواقع تنظیم کل شبکه است با تغییر رله مدل شده تغیر دهیم.

بزای محاسبات در منطق اندازه گیری فازوری فرض کنیم که شبکه الکتریکی ما با N باس و K اتصال بین گره ها به وصل شده است و هر اتصال با I, J متصل شده اند معادلات گره ها به صورت زیر است .

WikiPower.ir

$$I_{ik} = Y_{ik}U_i + Y_k(U_i - U_j) = (Y_k + Y_{ik})U_i - Y_kU_j$$
$$I_{jk} = Y_{jk}U_j + Y_k(U_j - U_i) = (Y_k + Y_{jk})U_j - Y_kU_i \qquad (3\text{-}44)$$




$$\underline{z} = \underline{h}(\underline{x}) + \underline{v} \qquad (3\text{-}45)$$

روابط اندازه گیری شده بین ولتاژ و جریان خطی است هنگامی که PMUS استفاده می شود این معادلات به صورت زیر است .

$$\underline{z} = \underline{H}\underline{x} + \underline{v} \qquad (3\text{-}46)$$

فرمول ریاضی این مساله به صورت زیر است

$$\min_{\underline{x}} J(\underline{x}) = \frac{1}{2}(\underline{z} - \underline{H}\underline{x})^T \underline{W}(\underline{z} - \underline{H}\underline{x}) \qquad (3\text{-}47)$$

W ماتریس تبدیل شده کوواریانس است.فرض می منیم کلیه متغیرهای اندازه گیری شده به هم وابسته باشد .حل معادله (۴۶-۳)به صورت زیر است :

$$\underline{x} = \left(\underline{H}^T \underline{W}\underline{H}\right)^{-1} \underline{H}^T \underline{W}\underline{z} = \underline{G}^{-1} \underline{H}^T \underline{W}\underline{z} \qquad (3\text{-}48)$$

$$\underline{z} = [U_1 \ \cdots \ U_i \ \cdots \ U_N \ I_{\alpha 1} \ I_{\beta 1} \ \cdots \ I_{\delta 1} \ I_{\gamma 1}]^T \qquad (3\text{-}49)$$

حروف نویانی نشان دهنده نقاط ابتدا وانتهای اتصال است و H به صورت زیر است :

$$\underline{H} = \begin{bmatrix} \underline{I} \\ \underline{B} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}50)$$

که در ان I ماتریس [N*N] است.وB از معادله ۴۴-۳ که رابطه بین ولتاژو جریان و ادمیتانس است به دست می اید

مزایای این روش حل کردن تنها یک ماتریس وماتریس Gرا می توانیم در حالت قطع بودن شبکه حساب کرد.

مزیتهای دیگر سیستم PSGuard به صورت زیر است :

۱- نمای کلی از شبکه

۲- حالت گذرای پایداری شبکه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳- پایداری فرکانس

بنابراین یک مرجعی برای ارتباط بین سیستمهای حفاظتی PSGuard و سیستمهای حفاظتی محلی ارائه می کنیم و راه حلی برای جلوگیری مشکلات موجود پیدا کنیم

فصل ۴- اساس شبیه سازی رله ها ومدلهای انها (حفاظت سیستم های قدرت)

در این فصل یک توضیح کلی درباره نرم افزارهای شبیه سازی شبکه به شما داده می شود . نرم افزاری که ارائه می شود Modelica است که شامل کمپایلر و گرافیک است .کیله شبیه سازی ها از مرجع[ ۱ ] گرفته شده است.

۴,۱ modelica

Modelica نرم افزاری است برای مدل کردن سیستمهای مختلط و ناهمگن فیزیکی . مدل با استفاده از معادلات دیفرانسیلی یا عبارات جبری توضیح داده شده . از نظر شبیه سازی خیلی قوی است. برای شبکه های قدرتی که خیلی شبیه سازی آن مشکل است از این نرم افزار استفاده می شود . در اینجا دمو آن انتخاب شده است چون شبیه سازی مدل کردن بریکرها توسط آن خیلی ساده است و راحتر است از مطلب یا سیمولنیک . منطق بریکرها خیلی راحت است و در ماشینها حالت مانا به کار می رود وبا استفاده از یک زبان شیئ گرا

برنامه ریزی آن با مختلط کردن روشهای و مدلهای مختلف انجام می گیرد . در سیستمهای قدرت شبیه سازی شبکه با ولتاژها و جریانها فازور ان انجام می شود:

$$I = i_a + ji_b \quad (4\text{-}1)$$

$$V = 1 + v_a + jv_b \quad (4\text{-}2)$$

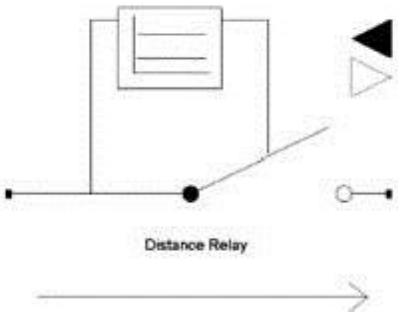
نقطه های اتصال (یک گره در شبکه ) به صورت زیر تعریف می شود .

$$\sum_{i=1}^{I} I_i = 0 \quad (4\text{-}3)$$

$$V_1 = V_2 = \ldots\ldots = V_j \quad (4\text{-}4)$$

در سیستمهای قدرت که مرکز ستاره آنها زمین شده است و در شبکه هایی که سه فاز متعادل است, خطاهای سه فاز کمترین امپدانس اتصال زمین را دارند .و از اثر ترانسفورمانورهای جریان برروی آن چشم پوشی می شود .

۴,۱ مدل رله ها



شکل ۱۵ : رله دیستانس

مدل شبیه سازی رله ها بسیار پیشرفته است .که شامل مدل سازی اضافه جریان و حفاظت دیستانس و شناسایی نوسانات و امکان اتوماتیک بستن است .که هر کدام از آنها به صورت مجزا در زیر توضیح داده می شود .وقتی یک سیگنال قطع از یک سیستم حفاظتی می رسد پس از یک زمان تاخیری می رسد و همچنین زمان لازم برای باز شدن بریکردر نظر گرفته می شود و این تاخیر رله های اضافه جریان نیز در اینجا مدل سازی شده است.وهمچنین مدلهای رله های حفاظتی اضافه- کاهش ولتاژ موجود است که در قسمتهای بعد توضیح داده می شود .

۴,۲,۱ بریکرها

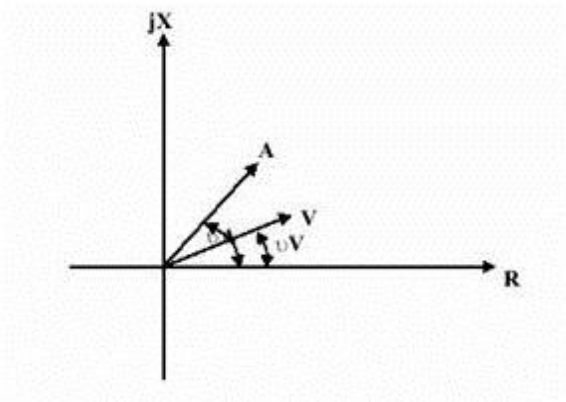
جریان عبوری از بریکرها را نمی توان بر روی صفر تنظیم کرد. هنگامی که بریکر ما باید باز شود منجر به حل یک ماتریس ژاکوپین غیر قابل حل می شود. بنابراین جریان روی بریکرها در هنگام بسته بودن در مقدار خیلی کمی تنظیم می شودکه در حدود $1\times e\text{-}5$ است و این آنقدر کم است برای نتیجه شبیه سازی ما مشکلی ایجاد نمی کند .

۴,۲,۲ رله های اضافه جریان

رله های اضافه جریان معکوس با زمان و زمان ثابت داریم, مشخصات قطع این رله ها در شبیه سازی به کار می رود . این رله ها دارای یک ورودی جریان است که امپدانس را اندازه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

گیری می کنند و دارای سینگال جهت یاب هستند که اطلاعاتی درباره جهت عبوری انرژی به ما می دهد . جهت عبوری توان از طریق رابطه زیر بدست می آید :




شکل ۱۶ :تشخیص جهت عبور توان

WikiPower.ir

$$\cos(\vartheta I - \vartheta V) > 0 \qquad (4\text{-}5)$$

اگر رابطه بالا بزرگتر از صفر باشد جهت عبوری توان در جهت رله است و نباید عمل کند در غیر این صورت جهت توان عکس است ورله باید عمل کند .

۱-زمان ثابت

اگر مقدار جریان بیشتر از مقدار تنظیم شده برای رله باشد تایمر ما شروع به کار می کند .

اگر زمان تایمر ما به زمان تنظیم شده برای قطع برسد سینگال قطع به خروجی داده می شود و می توان از قسمت قدرت رله برای باز کردن مدار استفاده کرد . زمان رله, زمان ثابت بیشتر از زمان تنظیم شده ماکزیمم زمان ذونها در رله دیستانس است برای جلوگیری از تداخل با امپدانس اندازه گیری شده .

۲-زمان معکوس

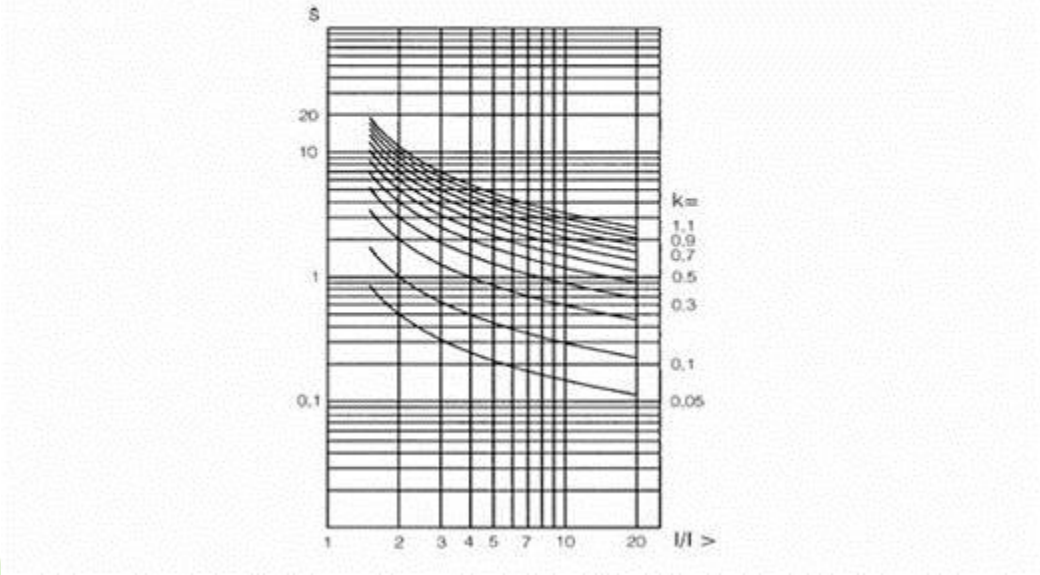
اصول کلی آن قبلا توضیح داده شده و زمان قطع آن متفاوت است . زمان آن بسته به جریان است و هر چه جریان ما بیشتر باشد زمان قطع سریعتر است .

$$t = \frac{kb}{\left(\frac{I}{I_>}\right)^{a} - 1} \qquad (4\text{-}6)$$

اگر جریان I خیلی بزرگتر از I> باشد رله زمانی عمل می کند که رابطه زیر برقرار باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$t = \int_0^{t'} \frac{\left(\frac{I(t)}{I_>}\right)^{\alpha} - 1}{kb} dt \qquad (4\text{-}7)$$




شکل ۱۷ : نمودار رله زمان معکوس نرمال

WikiPower.ir

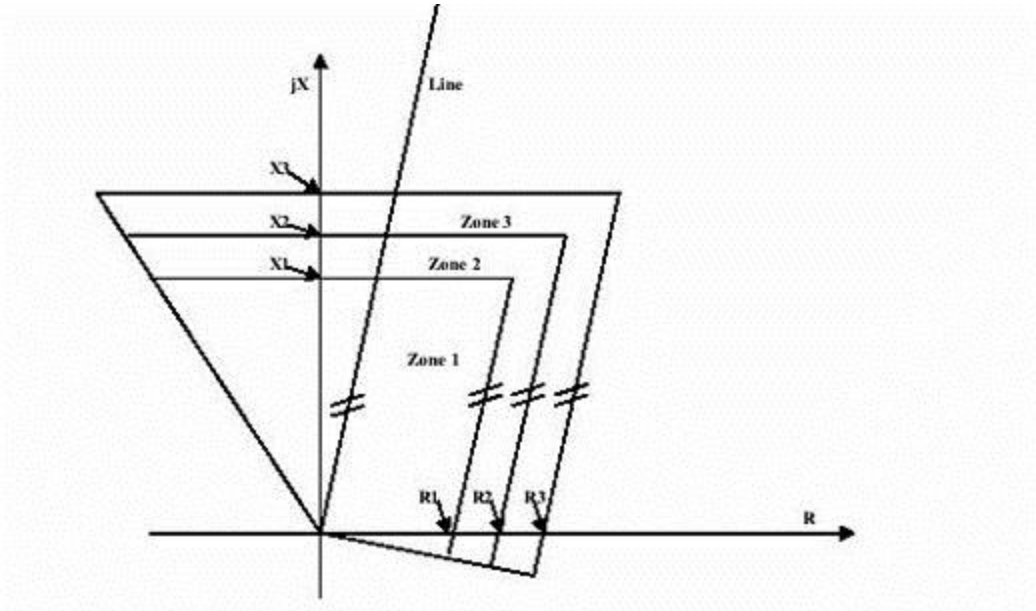
| متغیرها | a | b |
|---|---|---|
| نرمال | 0.02 | 0.14 |
| خیلی سریع | 1 | 13.5 |
| شدیدا سریع | 2 | 80 |
| زمان معکوس زیاد | 1 | 120 |

جدول ۴ : متغیر های اضافه جریان

اگر رله زمان-معکوس اضافه جریان برای مدت کوتاهی به کار انداخته شود و بعد از آن سینگال تایمر آن قطع شود مثلا به دلایلی دیگر احتیاج به عمل کرد این رله نباشد, زمان

تایمر رله بر روی صفر تنظیم نمی شود بلکه به صورت خیلی آهسته به سوی صفر برمیگردد.علت آن این است که عمل کردهای قبلی سیستم باید در آن ذخیره شود.عمل کرد اضافه جریان طوری ساخته شده است که یک حفاظت پشتبان است و هنگامی که دیستانس ها عمل می کند نباید هیچ واکنشی دهد .

۴,۲,۳ حفاظت دیستانس :




شکل ۱۸ : نمودار رله دیستانس

عمل کرد و خصوصیات حفاظت دیستانس همانطور که در شکل ۱۸ می بینید برنامه نویسی شده است این مدلها بر اساس رله های ۵۱۱*۲,۳ شرکت ABB است .

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نقاط R1- R3 وx1-x3 برای ناحیه های ۱ تا ۳ تنظیم شده است . زمان تنظیم شده برای ناحیه یک ۰,۱ ثانیه وبرای ناحیه دو۰,۴. ثانیه و برای ناحیه سه۰,۸ ثانیه است . هنگامی که امپدانس وارد ناحیه ۳ می شود تایمر رله روشن می شود هنگامی که امپدانس برای مدت زیادی در یکی از ذونها باقی ماند زمان آن با زمان قطع رله برابر می شود و رله دیستانس سیگنال قطع را true می کند . امپدانس طبق روابط زیر محاسبه می شود :

$$z_a = \frac{u_a i_a + u_b i_b}{(i_a^2 + i_b^2)} \qquad (4\text{-}8)$$

$$z_b = \frac{u_b i_a + u_a i_b}{(i_a^2 + i_b^2)} \qquad (4\text{-}9)$$

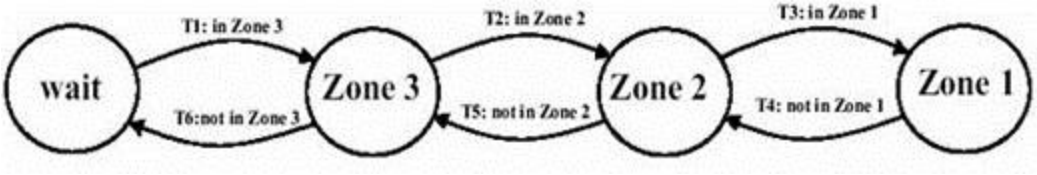
شرایط قطع به صورت زیر اعمال می شود:

۱- اضافه جریان ( ۱و۴)In یا کاهش ولتاژ ( ۰و۷) xو Un

۲- تشخیص نا حیه

در این نوع حفاظت سنجش افت ولتاژ نیاز است. زیرا بعضی مواقع یک جریان نشتی خیلی کمی وجود دارد و مقدار جریان خطا به مقدار تنظیم شده بر روی رله نمی رسد تا رله قطع کند . بنابراین از ولتاژ برای مشخص کردن اینکه چه موقع خطا در سیستم اتفاق افتاده است استفاده می شود

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

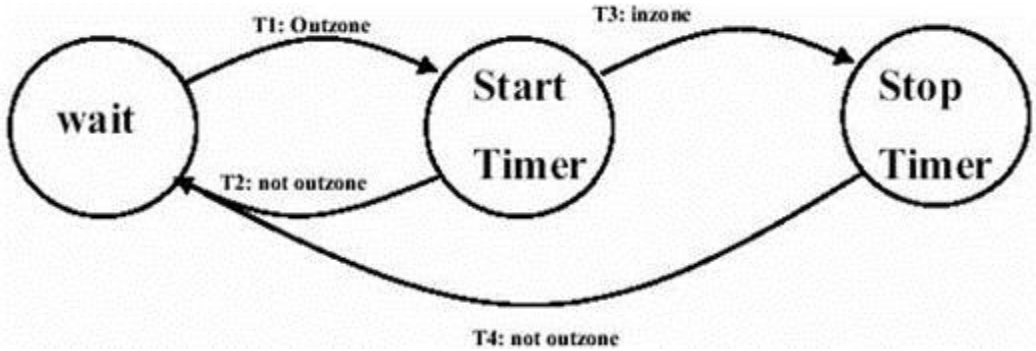



شکل ۱۹ : منطق عملکرد رله دیستانس

در شکل ۱۹ ما منطق عمل کرد یک حفاظت دیستانس را می بینیم .همانطور که ملاحظه می کنید. ناحیه ۲ فقط موقعی خطا را تشخیص می دهد که ناحیه ۳ قبلا آن را تشخیص داده باشد .

۴,۲,۴تشخیص دهنده نوسان

WikiPower.ir



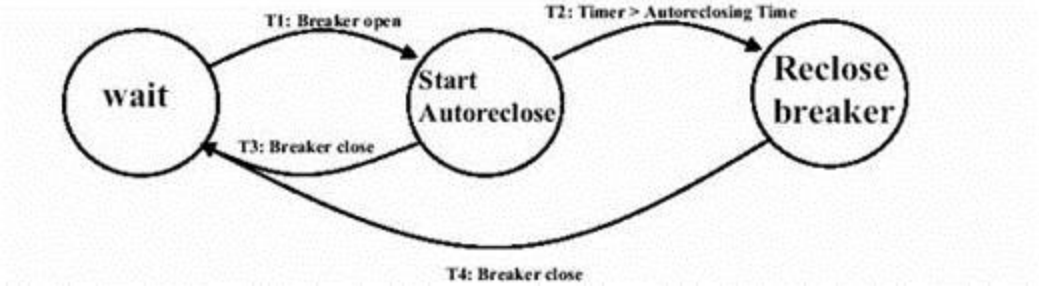

شکل ۲۰ : منطق تشخیص نوسان

مشخصات و نحوه تشخیص نوسان قبلا در شکل فصل قبل ۸ نشان داده شد . اگر نوسان خارج از ذون ۳ باشد همه ذونها از یک قطع ناخواسته محافظت می شوند . سیگنال نشان دهنده نوسان تا جایی فعال می ماند که نوسان داخل ذون ۳ باشد .هنگامی که نوسان وارد ناحیه تشخیص نوسان شد تایمر روشن و هنگامی که ازآن خارج شد reset می شود ولی اگر نوسان وارد ناحیه ذون ۳ شد وکم شدن امپدانس ادامه داشت زمان تایمر ثابت می شود و زمان اندازه گرفته شده را با مقدار ثبت شده درآن مقایسه می شود. مقدار تنظیم شده برای اولین نوسان msec 45 وبرای نوسانات بعدی msec15 است.

reclosing 4.2.5 Auto (رله های اتوماتیک قطع و وصل کردن)

۸۰٪ خطاهای خط انتقال هنگامی که خط از مدار خارج می شود از بین می رود و اینگونه خطا ها به صورت گذرا هستند مثل صاعقه و درختان و شبیه اینها, هنگامی که خط از مدار خارج شود این خطا نیز رفع می شود و بعد ازآن دوباره می توانیم خط را وصل کنیم و به همین دلیل ما از ریکلوزها استفاده می کنیم .این کلیدها پس از باز شدن زمانی را صبر می کنند به عنوان مثال msee 600 و سپس کلید دوباره بسته می شود. اگر این کار با موفقیت انجام شد خط به حالت عمل کرد عادی خود بر می گردد و خطا رفع شده است و اگر این عمل موفقیت آمیز نبود رله دوباره فرمان قطع به بریکر می دهد و آن را باز می کند و خط از مدار خارج می شود تا مشکل خطا رفع شود و رله را به صورت دستی خاموش می کنند . بستن ریکلوزها بیش از سه بار بسیار خطرناک است و باید در یک محدوده مجاز انجام

شود و این فرض وجود دارد که بیش از دو بار ممکن است موفقیت آمیز باشد یا ممکن است خسارتی به تجهیزات ما وارد کند و عمر آن را کم شود .




شکل ۲۱ : منطق عملکرد Autoreclosing

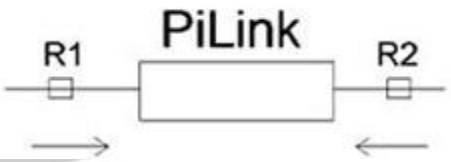
ریکلوزها ما فقط موقعی کار می کنند که خطای تشخیص داده شده در قسمت حفاظت اصلی ما رخ داده و درناحیه اول بوده و ناشی از اضافه جریان نباشد. در حالتهایی که خطای اتفاق افتاده شد خیلی پیچیده و خیلی بزرگ باشد از عمل کرد ریکلوزها جلوگیری می شود.در واقع ریکلوزرها قسمتی از رله است و کلید جدا گانه نیستند.در اینجا این نوع عملکرد رله شبیه سازی می شود . هنگامی که بریکر باز می شود و تایمر شروع به کار می کند بعد از یک پریود زمانی ms600 بریکر دوباره بسته می شود . اگر خطا باز هم وجود داشته باشد رله دوباره عمل می کند و بریکر را باز می کند در غیر این صورت بریکر بسته می ماند و رله به کار خود ادامه می دهد.

### ۴,۲,۶ رله های اضافه-کاهش ولتاژ

مدل آنها خیلی ساده است و تاخیری زمانی آنها تنظیم می شود. محدوده حفاظت ولتاژ آن بالاتر از pu1/1 وکمتراز pu 0.9 است و درآن رله عمل میکند به علاوه انها دارای منطق ریکلوزر هم هستند.

## ۴,۳ مدلهای شبکه

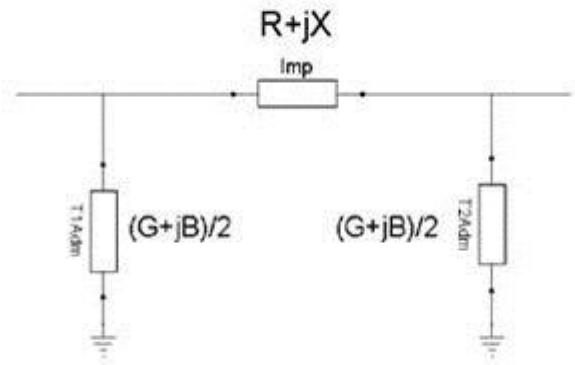
### ۴,۳,۱ مدل خط




شکل ۲۲ : مدل خط

WikiPower.ir

مدل خط در شکل ۲۲ نشان داده شده که دارای مدل PLINK است شمای کلی آن در شکل ۲۳ نشان داده شده.دو رله جهتی R1وR2 در شکل بالاشبیه سازی شده که فقط در جهتی که تنظیم شده اند عمل می کنند . این دو رله توسط یک کانال ارتباطی به هم متصل شده اند اگر یکی از رله ها بریکر را باز کند بریکر طرف دیگر با یک تاخیر ms20 باز می شود جون هنگام خطا خط باید از مدار خارج شود .




شکل ۲۳ :مدل خط((PiLink

خط انتقال با معادلات زیر شبیه سازی می شوند (۱ گره سمت چپ و۲ گره سمت راست است).

$$\begin{bmatrix} i_{1a} \\ i_{1b} \end{bmatrix} = \frac{1}{2}\begin{bmatrix} G & B \\ -B & G \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1+v_{1a} \\ v_{1b} \end{bmatrix} + \frac{1}{(R^2+X^2)}\begin{bmatrix} R & -X \\ X & R \end{bmatrix}\begin{bmatrix} v_{1a}-v_{2a} \\ v_{1b}-v_{2b} \end{bmatrix} \quad (4\text{-}10)$$

$$\begin{bmatrix} i_{2a} \\ i_{2b} \end{bmatrix} = \frac{1}{2}\begin{bmatrix} G & B \\ -B & G \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1+v_{2a} \\ v_{2b} \end{bmatrix} + \frac{1}{(R^2+X^2)}\begin{bmatrix} R & -X \\ X & R \end{bmatrix}\begin{bmatrix} v_{1a}-v_{2a} \\ v_{1b}-v_{2b} \end{bmatrix} \quad (4\text{-}11)$$

هنگام بروز خطا دیاگرام تک خط استفاده می شود و در هر جای خط که خطایی اتفاق افتد شبیه سازی می شود . اگر جریان خطا خیلی کم باشد (جریان بریکر بر روی صفر تنظیم نمی شود). فرض می شود خطا رفع شده . با اندازه گیری مدت زمان خطا می توان نوع خطا را مشخص کرد. مبنای پریونیت کردن شبکه توان MVA 100 است . برای ژنراتورها نیز می توان بیس دیگری انتخاب کرد(mvA1000). ولتاژ ۱ پریونیت ولتاژمعمول شبکه است ولی برای جریان اینطور نیست مثلا ممکن ۲۰ پریونیت یا بیشتر باشد, که خیلی زیاد است و ما

باید اساسی برای مقایسه جریانها پیدا کنیم چون جریان رله ها بر اساس جریان اندازه گرفته شده و جریان بیس درونی مقایسه می شوند . بنابراین برای محاسبه جریانهای خط های مختلف مبنا را (SIL ) سرج امپدانس قرار می دهیم.

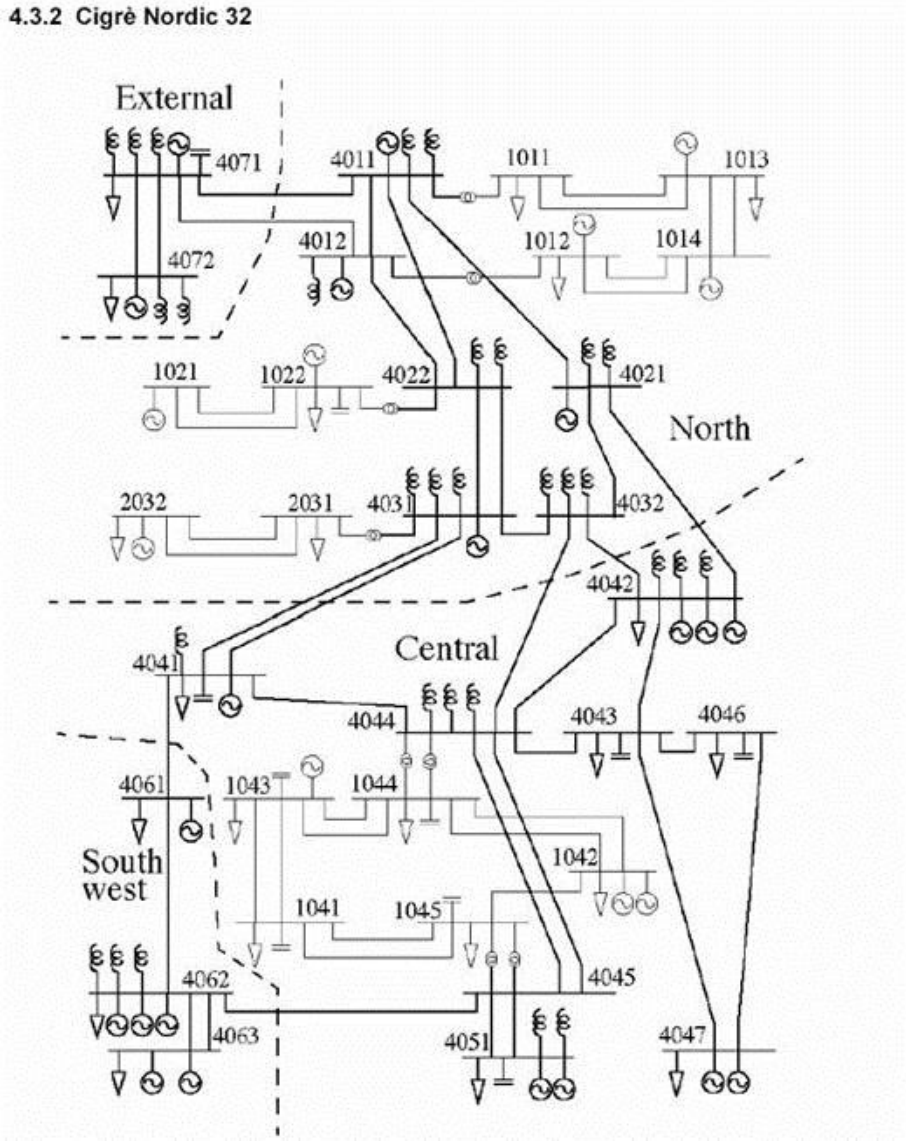
$$SIL = \frac{V_{rated}^2}{\sqrt{\frac{L}{C}}} \qquad (4\text{-}12)$$

برای اندازه گیری امپدانس طول خط که بر حسب پریونیت می باشد, باید قسمت حقیقی آن درنظر گرفته شود محاسبه شود.سپس مقاومت آن بر $0.03\ \Omega/km$ تقسیم می شود تا یک مقدار منطقی برای خطوط انتقال فشار قوی بدست آید . ماکزیمم باری که خط می تواند تغذیه کند بسته به طول خط دارد .خط های کوتاه بار بیشتری را نسبت به خط های طویل می توانند تغذیه کنند, چون پایداری ولتاژو ماکزیمم باری که تغذیه توسط طول خط محدود می شود. در منحنی [۲۴] رابطه بین طول خط و بار خط نشان داده شده و این نمودار برای مدل کردن خطوط انتقال به کار می رود. این نمودار کوپلینگهای دو طرفه خطوط فاز را در نظر نمی گیرد .

سیستم nordic 32 که در صفحه بعدی آمده مطالعات حالت گذرا و پایداری ولتاژ بر روی آ» انجام می شود.این سیستم شامل بارهای مرکزی و ژنراتورهای بزرگ است که در شمال

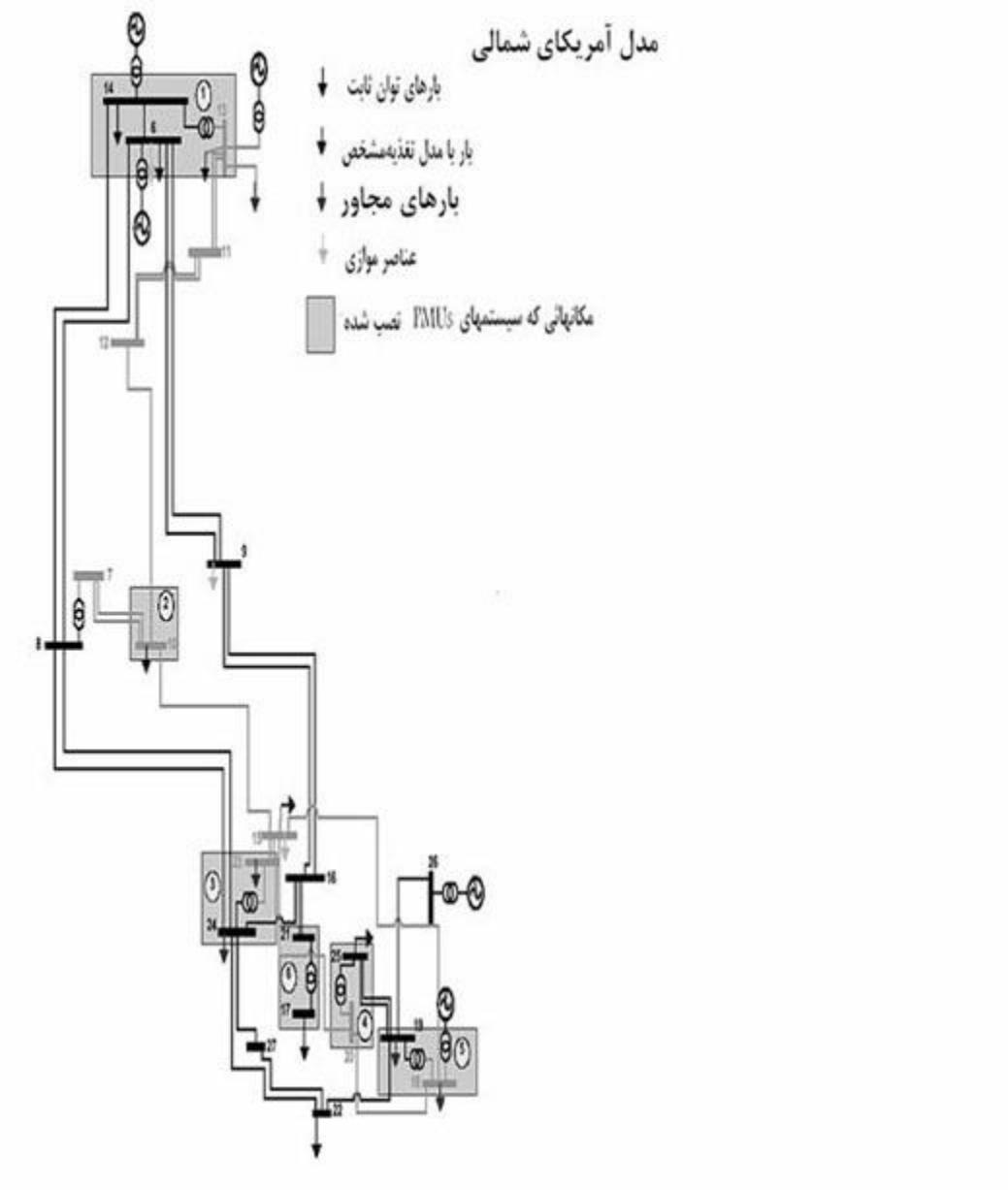
سوئد است و بخش مرکزی آن شامل قسمتی از سوئد و بخش خارجی که آن شامل فلاند است.

این سیستم دارای ۳۲ گره و ۲۹ ژنراتوردر سطح ولتاژ400,220 KVو ۱۳۰ است.دوخطا در این شبکه برسی شده.خطای اول در باس۴۰۴۵ وخطای بعدی در ناحیه اطراف باس ۴۰۴۲ .



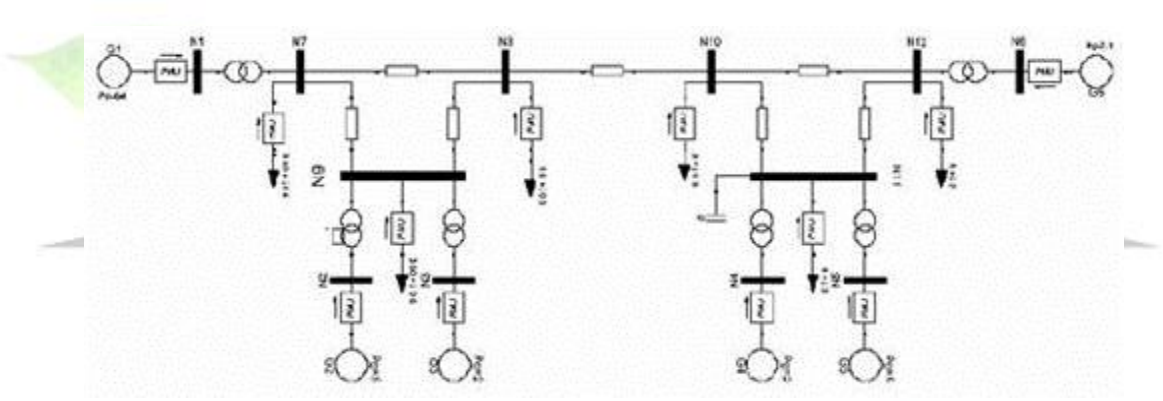
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۲۴ : خطهای تیره نشلن دهنده kv400 وخطهای باریک کم رنگ نشان دهنده خطوط kv 220 وkv 130 می باشد.



در این شکل تعداد زیادی ژنراتور در شمال وقسمتهای بالا استو بارهای زیادی در جنوب وقسمتها پائین وجود دارد.بنابراین مدل جالبی برای بررسی خطاهای خط انتقال است.یک مدل ازمایشی در قسمت بعدی, شکل ۲۶ آورده شده تنها تفاوت ان با مدلهای قبلی این که در این مدل از حفاظت در مقابل کاهش ولتاژ (UFLS ) استفاده شده.

## ۴,۴ شبیه سازی سیستم PSGuard



شکل ۲۶ : مدل ازمایشی

در دو نقطه سیستم, خطا بررسی شده تا رابطه بین سیستم PSGuardوسیستمهای اندازه گیری محلی برسی شودبرای تست سیستم از Modelicaکمک گرفته شده.همه شبیه سازی ها در محیط این نرم افزار انجام شده .ورودیها وارد Modelica شده وخروجی ان پس از تحلیل وارد بلوک سیمولینک می شود.نتیجه شبیه سازی به صورت کاربردی در Simulink آمده است.در

این تحلیل از الگوریتم پیشگوئی فرکانسی استفاده شده. برای آزمایش سیستم حفاظتی خطا در خط N10-N11 شبیه سازی شده.

فصل۵_

---

در این فصل نتایج شبیه سازی را مشاهده می نماید.در قسمتهای ۵,۱و۵,۲ دلیل نا کار آمد بودن سیستمهای حفاظت محلی برسی شده.در قسمتهای ۵,۳ ارتباط و عکس العمل بین PSGuard ورله های حفاظتی برسی شده.نمودار امپدانس رله ها در ناحیه ۳ نشان داده شده است و نحوه تنظیم آنها در شبیه سازی واندازه گیری امپدانس خط نشان داده شده است.در اینجا سعی کردیم تا جائی که ممکن تنظیم رله ها را به واقعیت نزدیک باشد زیرا مقدار واقعی در دسترس نبود.

WikiPower.ir

## ۵,۱ سیستم Nordic 32

دو تست بر روی سیستم Nordic 32 انجام دادیم . در ابتدا خطا بر روی خط ۴۰۲۱-۴۰۴۲ شبیه سازی شده و در مرحله بعدی خطا بر روی خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴ شبیه سازی شده است. حالت اول خصوصیات وابسته به جریان آن برسی شده ودر حالت بعدی حفاظت اضافه جریان معکوس با زمان بررسی می شود(نمودار زمان معکوس با جریان). نمودار معکوس با جریان توسط حفاظت اضافه بار مدل سازی می شود.پس از مقایسه این دو روش حفاظتی

نتیجه می گیریم که برای حفظ پایداری سیستم در ۵۰۰ ثانیه اول عمل کرد رله های اضافه جریان معکوس با زمان ویا رله های که بستگی به اضافه جریان دارند باید بلوکه شود.در حالت سوم عملکرد موفق ریکلوزرها نشان داده شده است.در این حالت حفظ پایداری سیستم پس از یک اختلال در شبکه بررسی شده است.

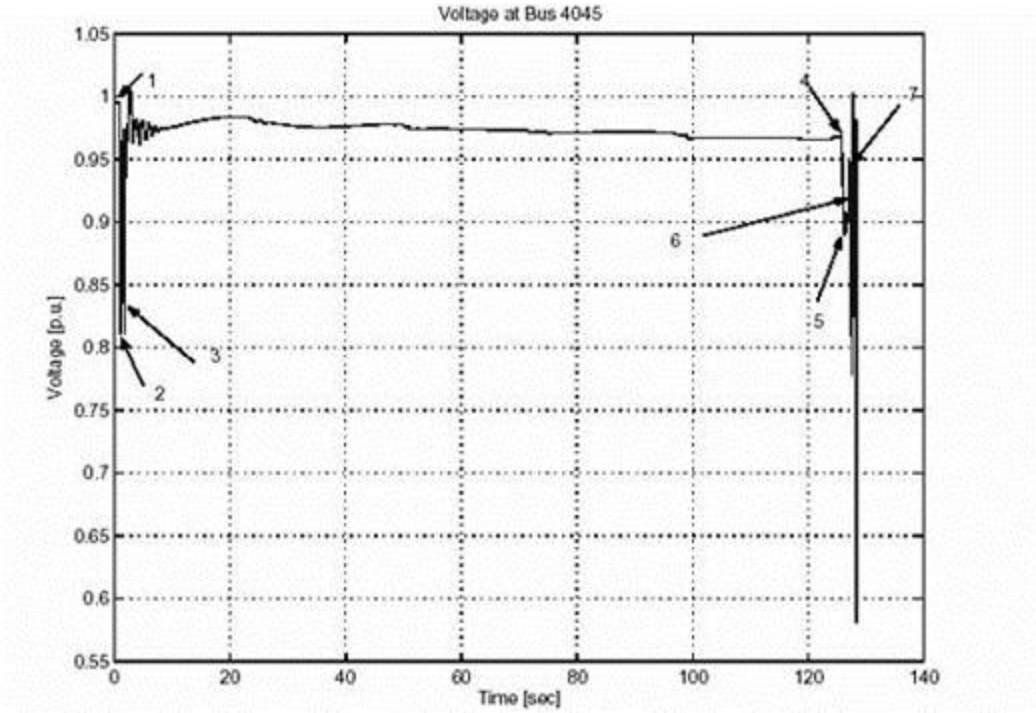
۵,۱,۱ خطا در خط ۴۰۲۱-۴۰۴۲

در این حالت خطا در خط ۴۰۴۱-۴۰۴۲ رخ داده است .خطا از نوعی است که اگر خط قطع شود

خطا رفع نمی شود.بنابراین ریکلوزر موفق نیست.در شکل ۲۷ ولتاژ باسهای مهم نشان داده شده است.ودر شکل ۲۸ جریان لاینها نشان داده شده است. در اینجا نقطه فروپاشی ولتاژ نشان داده شده است.

WikiPower.ir

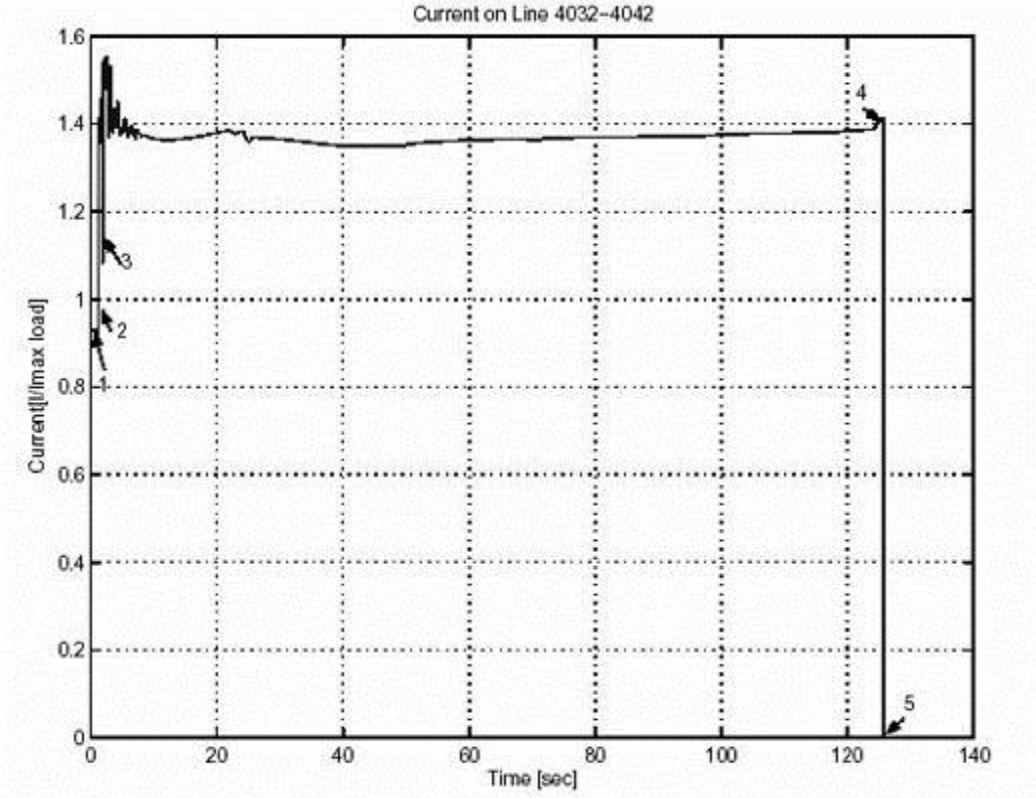
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۲۷ :ولتاژ در باس ۴۹۴۵

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

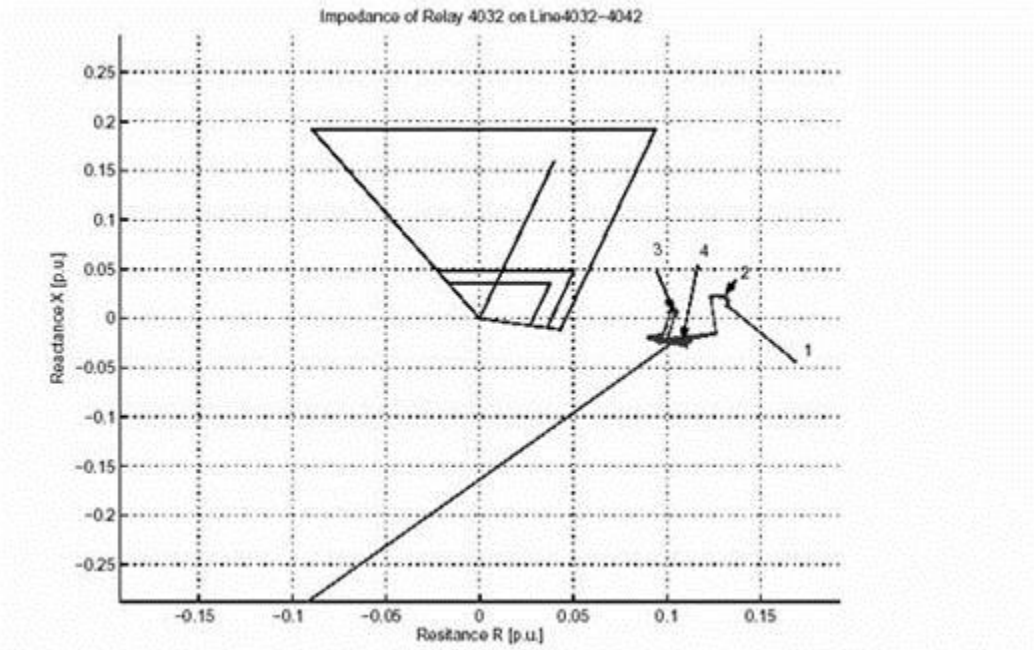



شکل ۲۸ : جریان در خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴

در شکل ۲۹ وشکل ۳۰ امپدانسی که رله ۴۰۳۲ در خط ۴۰۳۲-۴۰۴۲ و۴۰۳۲-۴۰۴۴

اندازه می گیرد را نشان داده شده.

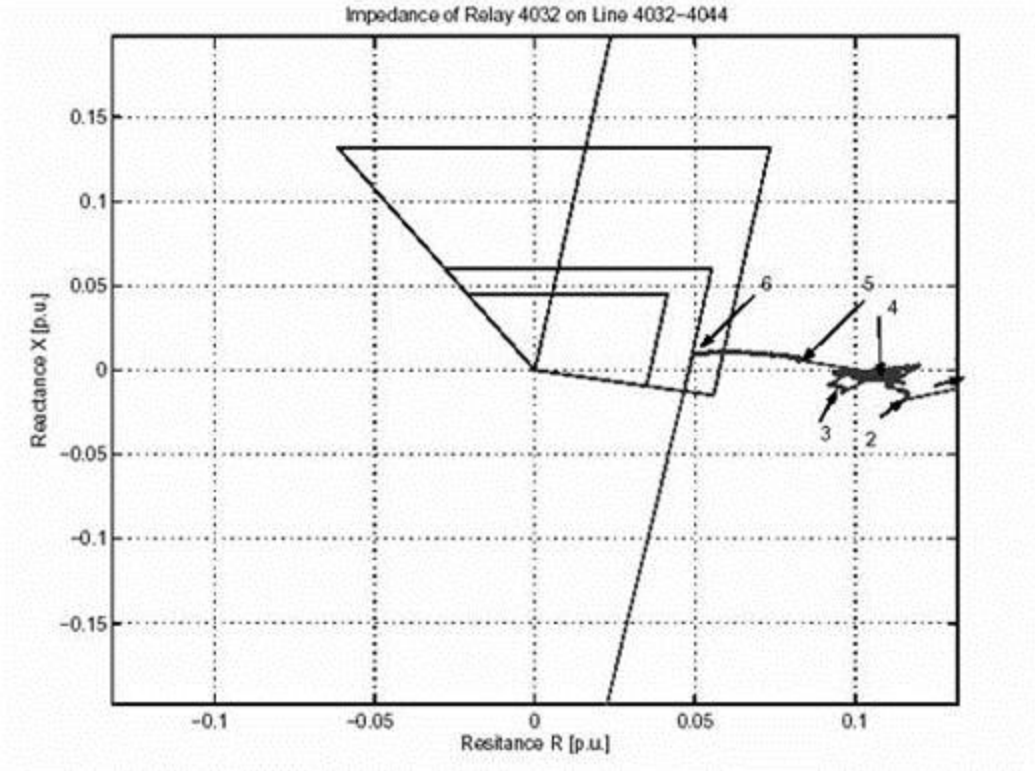
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۲۹ : امپدانسی که رله ۴۰۳۲ در خط ۴۰۳۲-۴۰۴۲ می بیند

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۳۰ : امپدانسی که رله ۴۰۳۲ در خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴ می بیند

WikiPower.ir

| حالت | زمان(sec) | شرح |
|---|---|---|
| ۱ | ۰-۱ | عملکرد نرمال |
| ۲ | ۱-۱و۱۵ | خطا در خط ۴۰۲۱-۴۰۴۲ |
| | ۱،۱۵ -۱،۷۵ | خط ۴۰۲۱-۴۰۴۲ از مدار خارج شده |
| ۳ | ۱،۷۵-۱،۹ | امتحان ریکلوزروعملکرد نا مرفق ان در ۱،۹sec |
| ٤ | ۱۲۵،۵٤ | خارج شدن خط ۴۰۳۲-۴۰۴۲ منجر اضافه ولتاژ می شود |
| ٥ | ۱۲۵،۵۵ | مدت کرتاهی پس از حالت ٤ |
| ٦ | ۱۲۷،۱۲ | قطع خط ۴۰۳۲-۴۰۴٤ جرن خطا وارد ذون ۳ شده |

**جدول ۵: جدول زمانی خطا در خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴**

**در اینجا خطایی با زمان ۱ ثانیه است بررسی می شود. در نقطه ۲ ولتاژ کاهش وجریان افزایش یافته است. امپدانس اندازه گرفته شده در شکل۲۹و۳۰ تا نزدیک مشخصه قطع رفته است.بعد از msc150 خط از مدار خارج می شود و ولتاژدوباره به حالت اول برمی گردد.چون رلهٔ ما دارای خاصیت ریکلوزر است خط بعد از msec600 وارد مدار می شود.اما خطا هنوز است و بریکر دوباره باز می شود در۱،۹ ثانیه, اما ریکلوزر دیگر عمل نمی کند.سیستم شروع به نوسان می کند و پس از ۲۰ ثانیه میرا می شود.در این شرایط ولتاژسیستم کاهش وجریان ان افزایش می یابد. هنگامی که مقدارجریان از محدوده pu1.4 خارج شدحفاظت اضافه جریان (در شکل ۲۸) فعال شده و خط را از مدار خارج می کند(نقطه**

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ در sec125,54 ).خارج شدن خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴ باعث افت ولتاژ و افزایش ناگهانی جیان خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴ می شود.امپدانس سریعا تغیرمی کند(تشخیص نوسان عمل نمی کند)وارد ناحیه ۳ میشودکه باعث قطع در ثانیهٔ ۱۲۷،۱۲ می شود.

بعد از آن شبکه ناپایدار می شود چون سه تا از مهمترین خطوط انتقال از مدار خارج شده است. در حالت B حفاظت اضافه جریان در msec500 اول عمل نمی کند.در این حالت رله های دیستانس هیچ مشکلی نباید داشته باشند. این حالت ناپایداری سیستم در شکل ۴۰و۴۱ نشان داده شده است.در این حالت ما می بینیم که هیچ تضادی بین حفاظتهای مختلف سیستم حتی در بیشترین مقدار فروپاشی ولتاژ شبکه بوجود نمی آید.حالتc که در این حالت اگر با ریکلوزر کردن مشکل رفع شود هیچ مشکلی برای شبکه بوجود نمی آید.

۵,۱,۲ خطا در خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴

حالتهای AوB خیلی شبیه به قسمت قبل است.در حالت A فروپاشی شبکه پس از خارج شدن خط ۴۹۳۲-۴۰۴۴ با سرعت بیشتری از حالت A قسمت ۵,۱,۱ انجام می شود(۱,۰۴ از ۱,۵۷ ثانیه).

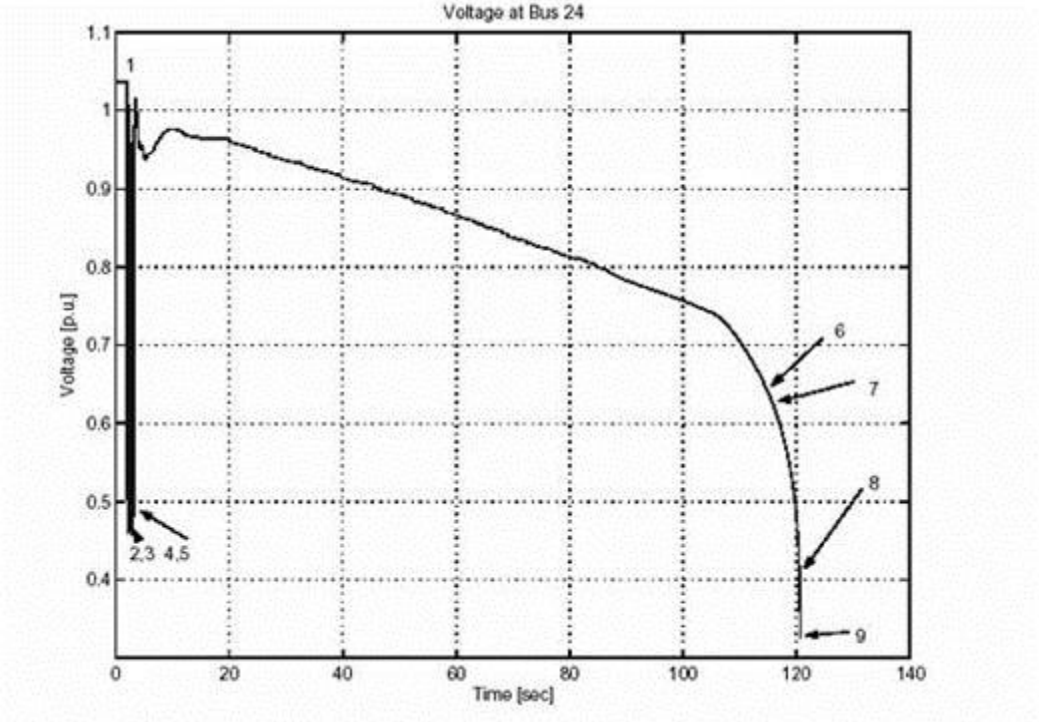
| حالت | زمان(sec) | شرح |
|---|---|---|
| ۱ | ۰-۱ | عملکرد نرمال |
| ۲ | ۱-و۱۵ | خطا در خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴ |
| | ۱.۱۵ -۱.۷۵ | خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴از مدار خارج شده |
| ۳ | ۱.۷۵-۱.۹ | امتحان ریکلوزروعملکرد نا موفق ان در ۱.۹sec |
| ٤ | ۱۲۵.۵٤ | خارج شدن خط ۴۰۳۲-۴۰۴۲ منجر اضافه ولتاژ می شود |
| ٥ | ۱۲۵.۵۵ | مدت کوتاهی پس از حالت ٤ |
| ٦ | ۱۲۷.۱۲ | قطع خط ۴۰۲۱-۴۰۴۲چون خطا وارد ذون ۳ شده |

**جدول۶ :جدول زمان خطا برای خط ۴۰۳۲-۴۰۴۴**

**نکته ای که برای حالت a باید در نظر گرفت این است که رله ۴۰۲۱ فرمان قطع می دهد چون رله اضافه جریان است.نقطه ۶ واردذون ۳ می شود ولی امپدانس اندازه گرفته شده به دیگر ناحیه ها وارد نمی شود.جدول زمان خطا در حالتA در جدول زیر مشاهده می شود(۱-۳ ان مثل حالت B است.در این مدل شبیه سازی باید ثابت باشد.حلت کلی شبیه سازی در قسمت ۵,۱,۱ با تغیر محل خطا تغیر نمی کند.**

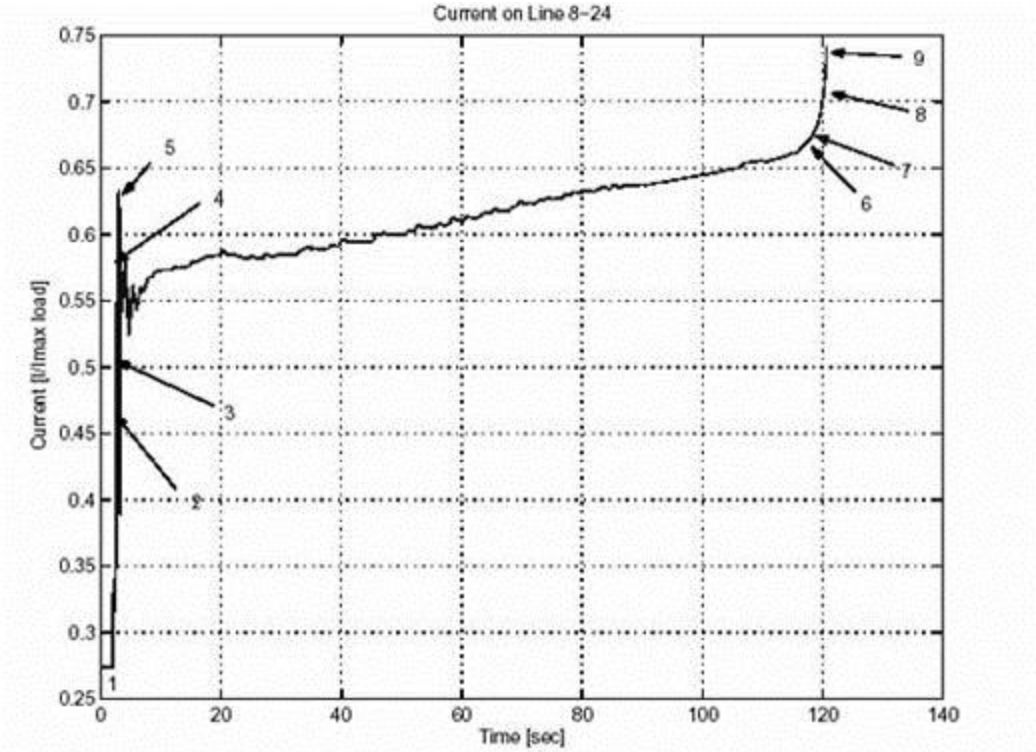
**۵,۲ مدل آمریکای شمالی**

آزمایش خطادر مدل آمریکای شمالی(شکل۲۵) خطهای دو مداره ۱۹-۹ امتحان شده است.در ابتدای خط دو مداره۱۶-۹ خطا بعد از ۲ ثانیه رخ می دهد, ۰,۴ ثانیه بعد از ان خطا در خط مجاور آن ۲-۱۶-۹ اتفاق می افتد.در این حالت اگر رله ها طبق برنامه عمل نکند تجزیه سیستم مشکل می شود.




شکل ۳۱ : ولتاژ باس ۲۴

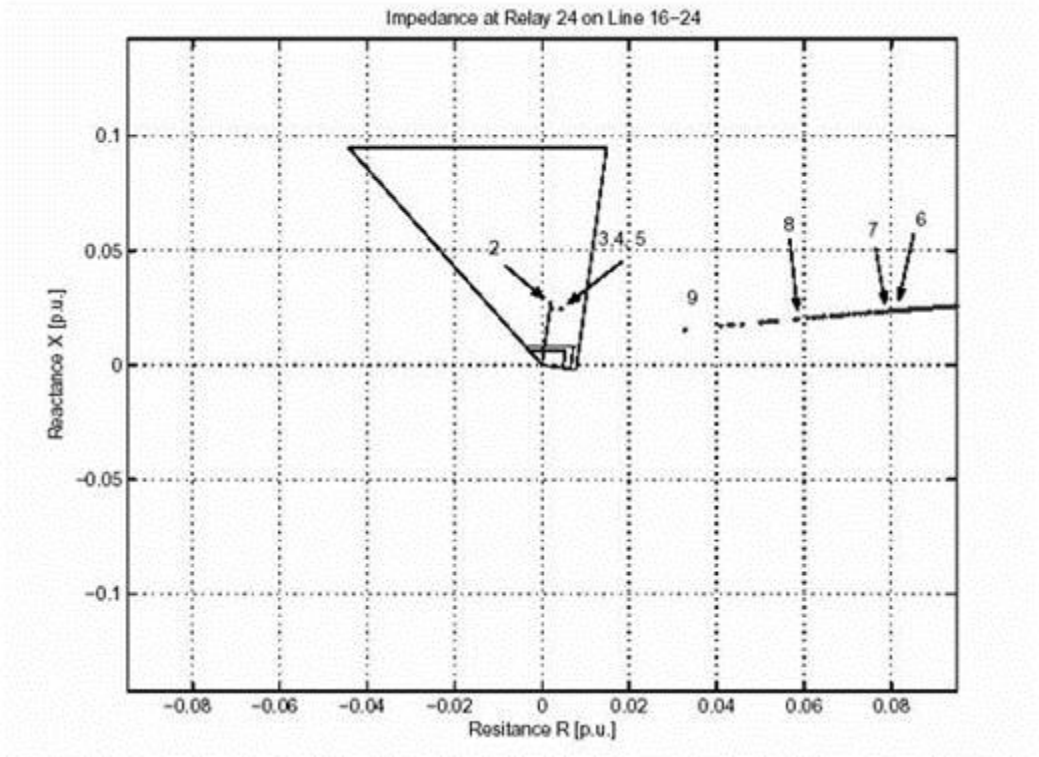
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۳۲ : جریان در خط ۸-۱۴

همانطور که در شکل ۳۱و۳۲ مشاهده می شود ناپایداری ولتاژ در خطهای دو بانده, از تولید زیاد انرژی در قسمتهای بالای شبکه و کم بودن مصرف کننده در قسمتهای پائین است.رله ۲۴ در خط ۱۶-۲۴ هیچ مشکلی نباید داشته باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل ۳۳ : امپدانس رله ۲۴ در خط ۱۶-۲۴

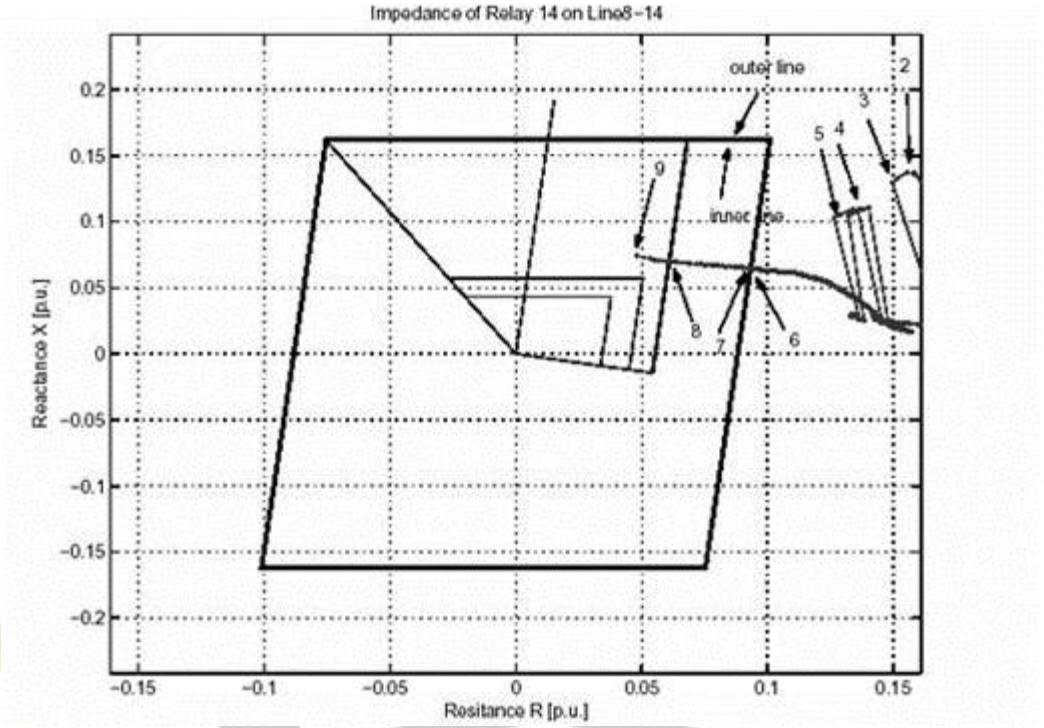
رله ۱۴ در خط ۸-۱۴ خطا را در ذون ۳ خود تشخیص می دهد اما قبل از ان امپدانس آن باید از ناحیه تشخیص نوسان بگذرد.زمان عبوراز این ناحیه (مقاومت 0.0008 pu وراکتانس 0.0016 pu) ۰,۳ ثانیه شد که بیشتر از ماکزیمم زمان مجاز0.045sec بود.در این حالت تشخص دهنده نوسان عمل می کند و مانع عملکرد رله دیستانس می شود.حتی اگر تشخیس دهنده نوسان نداشته باشیم,, از وارد شدن خطا درذون ۳ تا ناپایداری شبکه فقط ۰,۲ ثانیه است که این زمان برای این ذون خیلی کم است.تشخیص دهنده نوسان باید از عملکرد رله ها در چنین مواقعی جلوگیری کند و از ناپایداری سیستم جلوگیری کند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| حالت | زمان(sec) | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | ۰-۲ | عملکرد نرمال |
| ۲ | ۲-۲.۱۵ | خطا در خط ۹-۱۶ |
| ۳ | ۲.٤-۲.۵۵ | خطادر خط ۹-۱۶-۲ |
| | ۲.۱۵-۲.۵۷ | خارج شدن خط ۹-۱۶ |
| | ۲.۵۵-۳.۱۵ | خارج شدن خط ۹-۱۶-۲ |
| ٤ | ۲.۷۵-۲.۹ | عملکرد ریکلوزر ونامرفق بود ان قطع خط ۹-۲.۹sec۱٦ |
| ٥ | ۳.۱۵-۳.۳ | عملکرد ریکلوزر ونامرفق بود ان قطع خط ۹-۳.۳sec۱٦ |
| ٦ | ۱۱۵.٤٤ | وارد شدن نوسان در ناحیه خارجی |
| ۷ | ۱۱۵.۷٤ | وارد شدن نوسان در ناحیه داخلی |
| ۸ | ۱۲۰.٤٥ | وارد ذون ۳ شد |
| ۹ | ۱۲۰.٦٥ | فروپاشی شبکه |

**جدول زمان خطا در خط دو مداره۹-۱۶**

## ۵,۳ آزمایش سیستم




شکل ۳۴ : خطا روی رله ۱۴ در خط ۱۶-۲۴

در این روش از ترکیب شکل ۲۶ ونرم افزار مطلب که توسط شرکت ABB وشامل سیستم PSGuard انجام شده است.در این شبیه سازی دو حالت زیر امتحان شده است.

در حالت اول که در مرجع [۳۴] تست شده بررسی می شود .در حالت دوم خطا در خط L112.این نکته حائز اهمیت که تست سیستم در حالت دوم برای بررسی حالت گذرای سیستم است نه برای آزمایش خطای که روی خط رخ می دهد.تنظیم زمان رله تا حد امکان باید کم باشد تا مشکلی برای پایداری شبکه ایجاد نکند.

### ۵,۳,۱ قطع ژنراتور

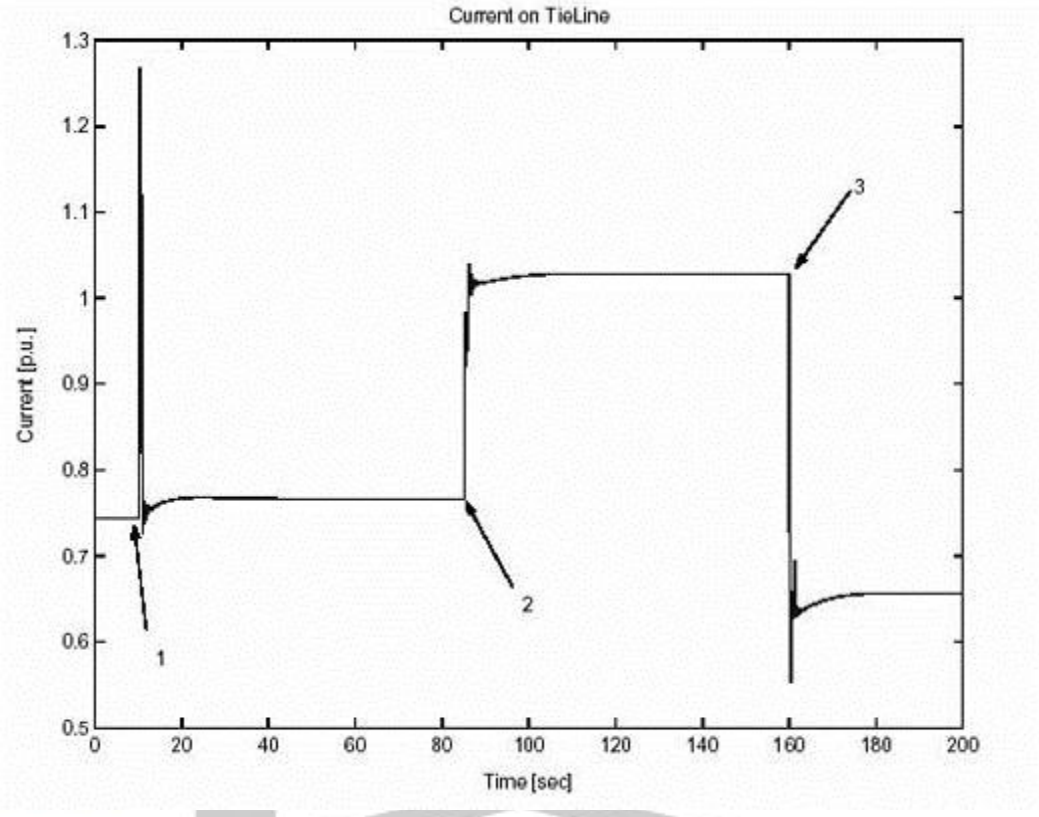
قطع ژنراتورها در سه زمان مختلف صورت می گیرد.اولین قطع در زمان ۱۰,۱ ثانیه G5دومین قطع ۸۵,۲ ثانیه برایG4 ودرنهایت ۱۶۰ ثانیه برای G2.درشکل۳۵ اضافه جریان در TieLine مشاهده می شود چون در خطهای مهم سیستم ممکن رخ بدهد.ولتاژ باس ۱۰ نیز اورده شده است.هیچ مشکلی بین رله ها وPSGuard نبایدبوجود آید.

| حالت | زمان(sec) | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | ۱۰.۱ | قطع ژنراور ۵ |
| ۲ | ۸۵.۲ | قطع ژنراتور٤ |
| ۳ | ۱٦۰ | قطع ژنراتور۲ |

WikiPower.ir

جدول ۸:جدول زمان قطع ژنراتور

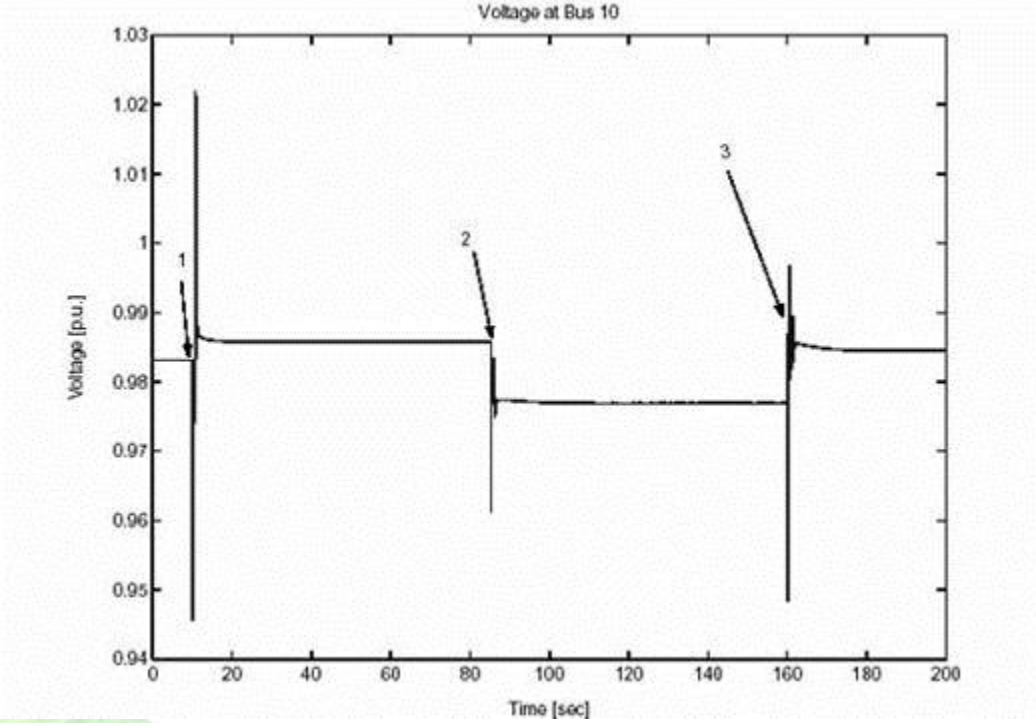
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل۳۵ : جریان خط TieLine

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




**شکل ۳۶ : ولتاژ باس ۱۰**

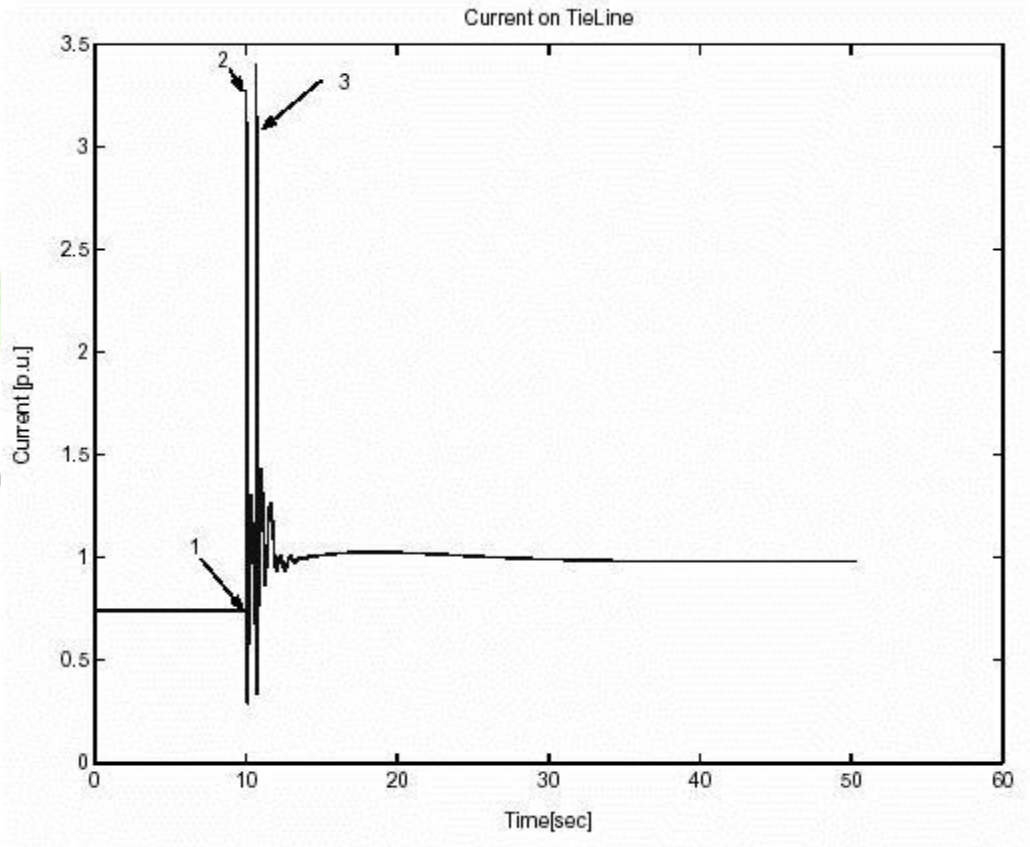
**۵,۳,۲ خطای خط در خط L1112**

| حالت | زمان(sec) | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | ۱۰ | خطا درخط L۱۱۱۲ |
| ۲ | ۱۰,۰۵–۱۰٦۵ | خط L۱۱۱۲ خارج از مدار |
| ۳ | ۱۰,٦۵–۱۰,۷ | نا موفق بودن ریکلوزروخارج شدن خط از مدار |

**خطائی که در خط L ۱۱۱۲ ازمایش می شود مدت زمان ان ۱۰ ثانیه است.خطا با خارج شدن خط از مدار رفع نمی شود بنابراین عمل ریکلوز کردن ناموفق است. سیستم خیلی سریع**

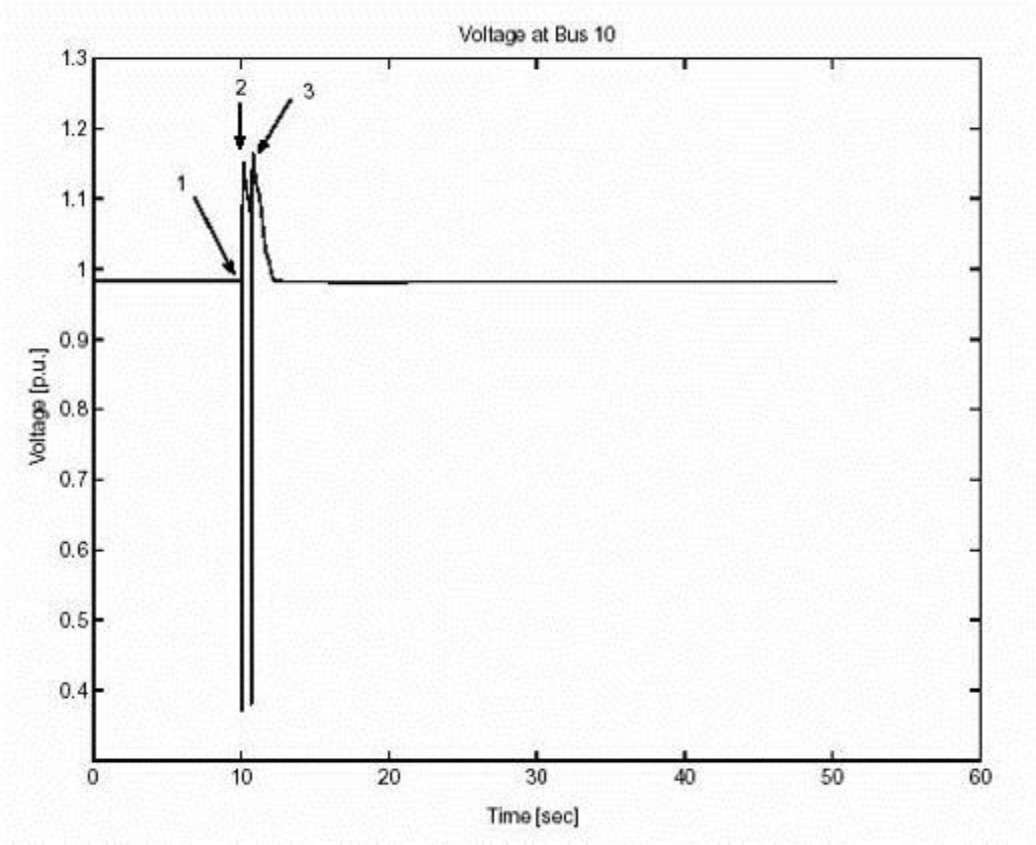
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دوباره به پایداری می رسدبا کمک PSGuard .نکته مهم این است که رله باید خیلی سریعتر از اولین عکسل عمل PSGuard عمل کند..در غیر این صورت سیستم ناپایدار می شود.چون مکانیزمهای حفاظتی ما با هم در تضادند.




شکل ۳۷ : جریان در خطهای برابر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل۳۸ : ولتاژباس ۱۰

WikiPower.ir

بنابراین در این حالت ما با مشکلات جدی روبرو نیستیم..زمان رفع خطا باید خیلی سریع باشد تا مقدار overshot ولتاژ که از ناپایداری حالت گذرا ناشی می شود خیلی کم باشد.دراین شبیه سازی نشان داده شد که در بعضی از حالتهای ناپایداری گذرا شبکه نه تنها سیستم حفاظت محلی جواب نمی دهد بلکه سیستم PSGuard نیز جواب نمی دهد.برای حل چنین مشکلاتی می توان از رله های out-of-step استفاده کرد. برای جلوگیری از عمل کرد ناخواسته رله ها.بهترین راه حل استفاده از ترکیب رله های حفاظتی out-of-step وسیستم . PMUsبرای

مطالعه بیشتر به مرجع[۳۵] مراجعه کنید.در این روش ما از عملکرد درست رله در زمان اشتباه جلوگیری می کنیم.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل ۶ – نتیجه گیری وارائه پیشنهاد (حفاظت سیستم های قدرت)

در این پایان نامه ما عملکرد و روابط بین سیستم های حفاظتی که در شبکه های قدرت بکار می رود را توضیح دادیم.همچنین منطق های برنامه نویسی ساده وپیچیده ای که برای مدل کردن رله ها به کار می رود توضیح داده شد.مدلهای شبیه سازی شده برای حفاظت محلی وحفاظت ماهوارهای تست ومشکلات هر دو بررسی شد. نکته جالب توجه دیگر این بود که ما برای تنظیم رله ها از جریان مبنا که برای بدست آوردن آن SIL رامحاسبه کردیم استفاده نمودیم چون جریان ورودی رله ها درشبکه متغیر است.شبیه سازی جریان زیاد مهم نبود چون مقدار جریان متغیر وبه توان مبنا بستگی دارد.SIL را انتخاب کردیم چون به بار بستگی ندارد و مشخه خط است.توسط منحنی بار مجاز وطول خط ما می توانیم ماکزیمم جریان مجاز از خط را محاسبه کنیم.

با توجه به بار محاسبه شده برای خط یک توان مبنای جدید بدست می آید وبا توجه به این پارامترهای جدید برای خط محاسبه می شود.در نهایت ما با مشاهده این تغیرات در خط به این نتیجه می رسیم که ظرفیت خطوط انتقال ما محدود است وباید از رله استفاده کنیم.در نتایج شبیه سازی مشاهده کردیم که رله های محلی دارای زمان تاخیر۳-۲ ثانیه هستند واین در شرایطی است که مشکل خاصی در شبکه رخ ندهد وخطا زیادپیچیده نباشد.برای کلیه

سیستمها فرض شد که حفاظت محلی درست تنظیم شده و هیچ خطائی باعث عملکرد نادرست آن نمی شود.ما باید این نکته راهم در نظر بگیریم که همیشه رله ها و یا بریکر درست عمل نمی کند که ممکن ناشی از تنظیم اشتباه ان ویاعیب مکانیکی و..... باشد.این نکته مهمی است که سیستمهای اندازه گیری ماهواره ای نباید خیلی سریع عمل کند چون در مواقعی که ریکلوزینگ با موفقیت انجام خطا رفع می شود.برای این منظور عملکرد ان باید پس از ۳-۱ ثانیه تنظیم شود که بستگی به شرایط دارد.

اگر سیستم اندازه گیری ماهواره ای سریع عمل کند باعث بروز مشکلاتی می شود حتی اگر خطا را خیلی سریع رفع کند.امروزه تنظیم رله ها بر اساس محاسبه اتصال کوتاه, نوع شبکه بندی سیستم , میزان تولید و ولتاژ شبکه بستگی دارد.یک تاخیر زمانی بین خطوط انتقال ورله های حفاظتی در سیستم حفاظت محلی وجود دارد. برای حل این مشکل ازسیستم اندازه گیری PMUs استفاده می شود, توضیحات بیشتر آن در مراجع[۳۶],[۳۷],[۳۸] آمده است.

مسالهٔ مهم برای تنظیم رله ها تطبیق آنها با عناصر FACTS است.که این عناصر امپدانس اندازه گرفته شده توسط رله دیستانس را تغییر می دهندو باعث عملکرد اشتباه رله می شود.برای جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی لازم منحنی عملکرد رله را تغییر دهیم به عبارت دیگر یک شبکه با قدرت کنترل بالا داشته باشیم. یعنی یک شبکه در دسترس وقابل انتخاب داشته باشیم.برای پیاده کرن این روش می توانیم از میکروکنترلر استفاده کنیم که تنظیم آن از طریق یک سری کانالهای خارجی انجام می شود.مشکل اساسی ما این است که ۷۰٪ رله های

ما الکترومکانیکی است.تنظیم این رله ها فقط با دست امکان پذیر است چون آنها خیلی قدیمی و عمر بعضی ازآنها به ۴۰ سال می رسد.

دراین پایانامه مانشان می دهیم برای هماهنگی بین حفاظت محلی و حفاظت WAMS نمی توان از وسایل تطبیق دهنده استفاده کرد. به همین دلیل رله های قدیمی را باید از مدار خارج کرد و از رله های جدید استفاده کرد.این نکته نشان می دهد که سیستم حفاظتی در سطح وسیع باید قابل انعطاف باشد با حفاظت محلی در ناپایداری ولتاژشبکه و در مواقعی که اضافه بار باعث پایداری شبکه می شود.این نکته قابل توجه است که در مواقعی که خطا واقعی رخ دهد نباید از عملکرد رله جلوگیری شود.در این پایان نامه مشکلات اساسی که بین حفاظت محلی وWAMS است بررسی شد و مشکلات اساسی آن در سیستم PSGuard با تاخیر زمان بزرگتر از ۱,۵ sec نشان داده شد.

مسالهٔ مهم این است که سیستم با کمترین اختلال برنامه ریزی شود. با تغیر حفاظت محلی به حفاظت WAMS هزینه زیادی باید صرف کرد ولی در عوض حفاظت بهتر و سریعتری بر روی سیستم داریم.