

ای نام تو بهترین سر آغاز





حفاظت و رله رله ها دیسکانر

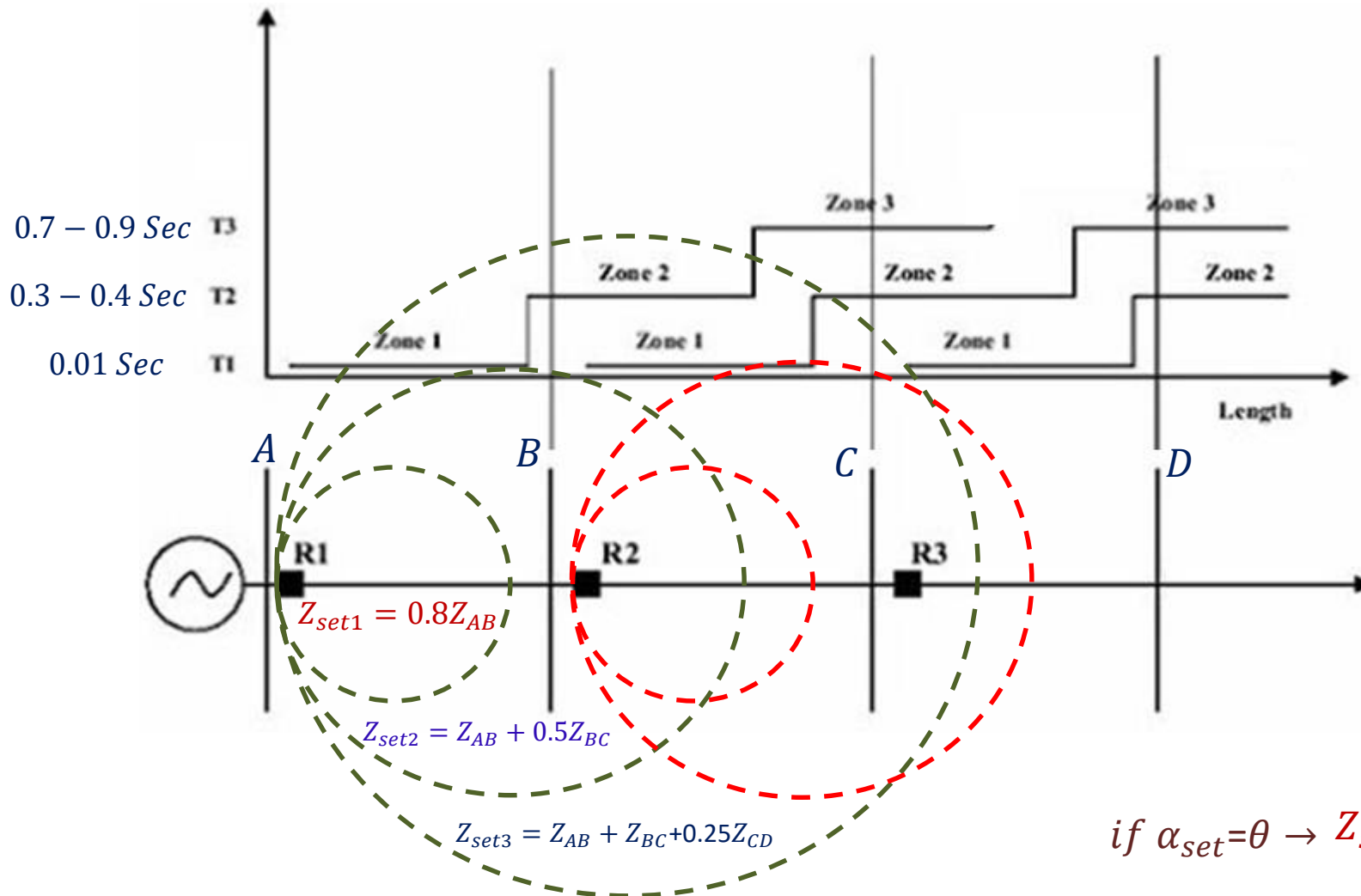
مدرس: نبی اله رضانی





➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

✓ تنظیم و هماهنگی رله‌های دیستانس



$$\text{if } \alpha_{set} = \theta \rightarrow Z_{set i} = Z_{reach i}$$



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

✓ تنظیم و هماهنگی رله‌های دیستانس

Zone 1: در عمل به علت خطاهایی از قبیل تفاوت بین امپدانس محاسباتی و امپدانس واقعی خط، خطای جرعه، خطای ناشی از تأثیر خطوط موازی، خطای ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و همچنین عدم دقت رله‌ها و... محدوده اول حفاظت رله دیستانس در ۱۰۰ درصد طول خط تنظیم نشده بلکه محدوده تنظیمی ناحیه اول حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد خط انتقال خواهد بود. زمان عملکرد رله در این ناحیه آنی بوده و هیچگونه تأخیری بر روی رله منظور نمی‌گردد.

Zone 2: تنظیم ناحیه دوم رله دیستانس بایستی حداقل برابر ۱۲۰ درصد امپدانس خط مورد حفاظت باشد حد بالای تنظیم ناحیه دوم رله دیستانس برابر کل خط مورد حفاظت به علاوه ۵۰ درصد کوتاهترین خط بعدی می‌باشد از آنجا که عملکرد ناحیه دوم رله در واقع حفاظت پشتیبان می‌باشد. می‌بایستی با تأخیری در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی ثانیه همراه باشد.

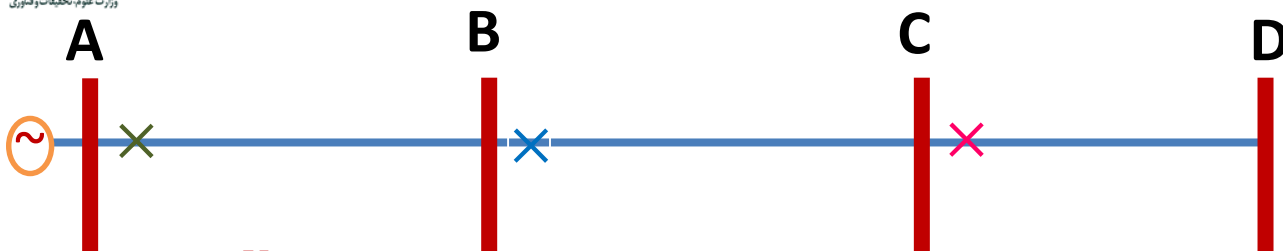
Zone 3: ناحیه سوم رله دیستانس را می‌توان برابر مجموع امپدانس خط اول و دوم و ۲۵ درصد خط بعدی مورد حفاظت تنظیم کرد؛ و تأخیر زمانی آن را بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی ثانیه نسبت به ناحیه دوم در نظر گرفت. در تنظیم ناحیه سوم باید رله دیستانس بایستی دقت کرد که به هیچ عنوان ناحیه سوم با امپدانس بار تداخل نداشته باشد. جهت محاسبه امپدانس بار بایستی بدترین شرایط یعنی حداکثر جریان و حداقل ولتاژ مجاز را در نظر گرفت.

Reverse Zone: برای اتصالاتی های پشت سر یا طرف شین معادل ۲۰ درصد خط مورد حفاظت تنظیم می‌شود. زمان عملکرد برای این ناحیه حداکثر ۵/۰ ثانیه از زمان عملکرد ناحیه ۲ بیشتر در نظر گرفته می‌شود.



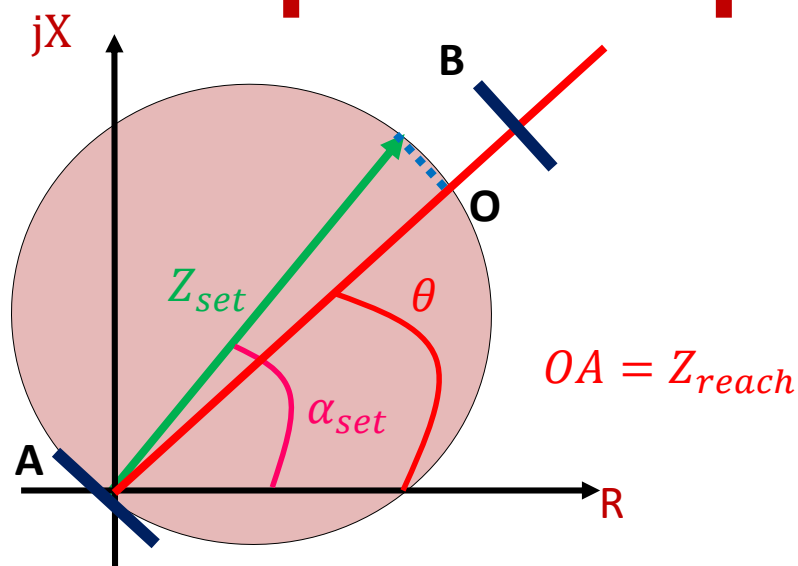
➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

- حفاظت خطوط



۱- تنظیم زون اول

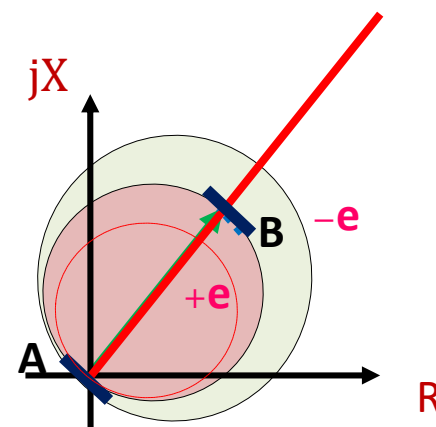
وظیفه اصلی: حفاظت خطی است که رله روی آن قرار دارد در کوتاه‌ترین زمان.



$$\frac{Z_{reach}}{Z_{line} \left(\frac{\Omega}{km} \right)} = (Distance)_{reach}$$

- اگر تنظیم زون ۱ رله را صد درصد خط اول بگیریم:
e: درصد خطای مشخصه عملکرد رله

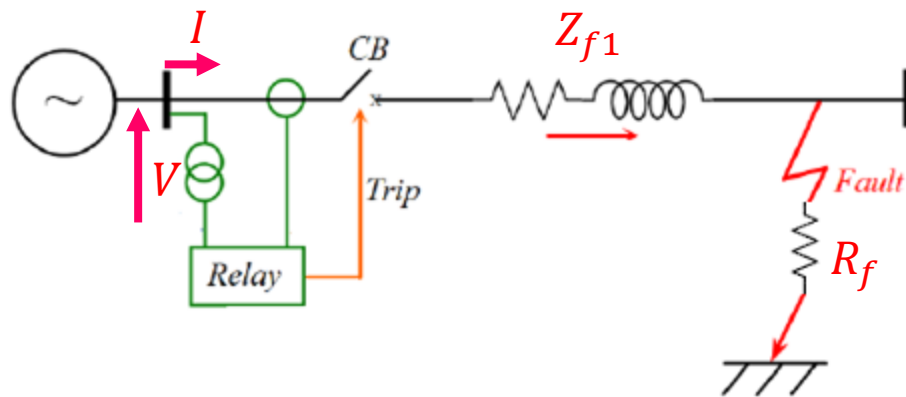
$$Z_{set1} \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \%e}$$



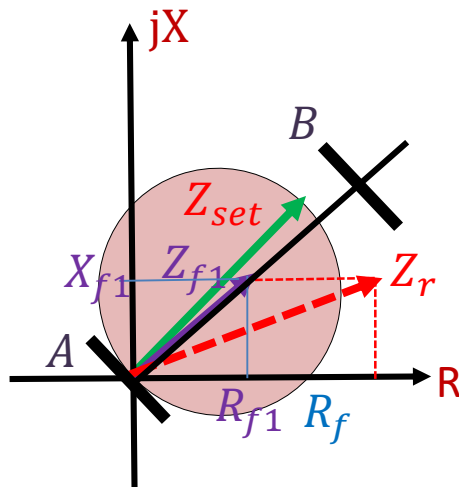
➡ $Z_{reach} = Z_{set} \cos(\alpha_{set} - \theta)$



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay) - تاثیر مقاومت جرقه



$$V_{relay} = Z_{f1}I_{relay} + R_f I_{relay}$$
$$\rightarrow Z_{measured} = \frac{V_{relay}}{I_{relay}} = (R_f + R_{f1}) + jX_{f1}$$



- اتصالی از لحاظ محل در زون ۱ است ولی رله مطابق رابطه فوق در خارج از زون می‌بیند یعنی رله دچار Under-reach شده است.

راه حل:

۱- در صورت استفاده از رله مهو، مشخصه آنرا می‌چرخانیم.

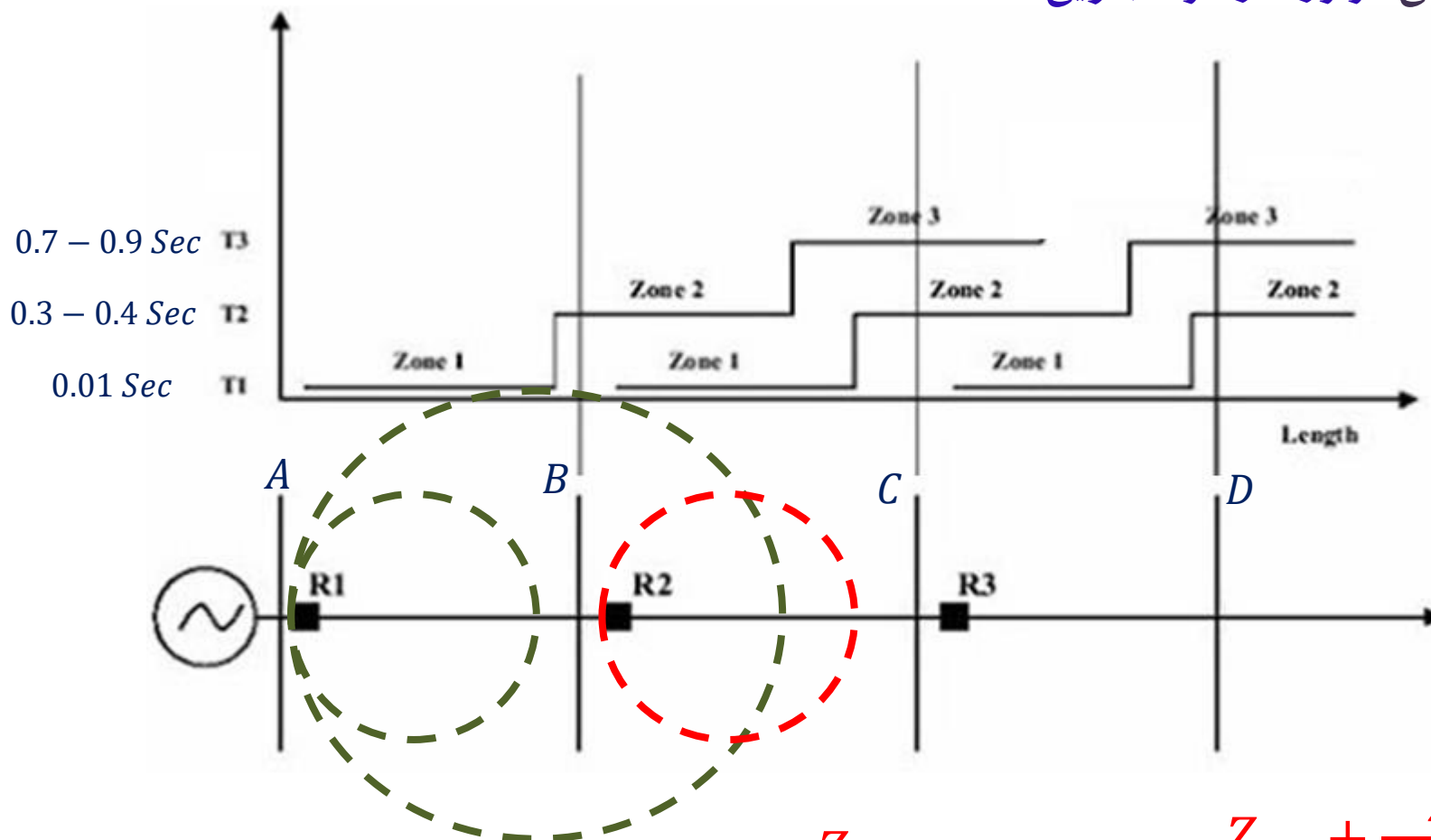
۲- استفاده از رله با مشخصه چهارگوش



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

✓ تنظیم زون ۲:

- وظیفه اصلی: حفاظت از قسمت باقیمانده خط
- وظیفه پشتیبانی: از زون اول رله جلویی

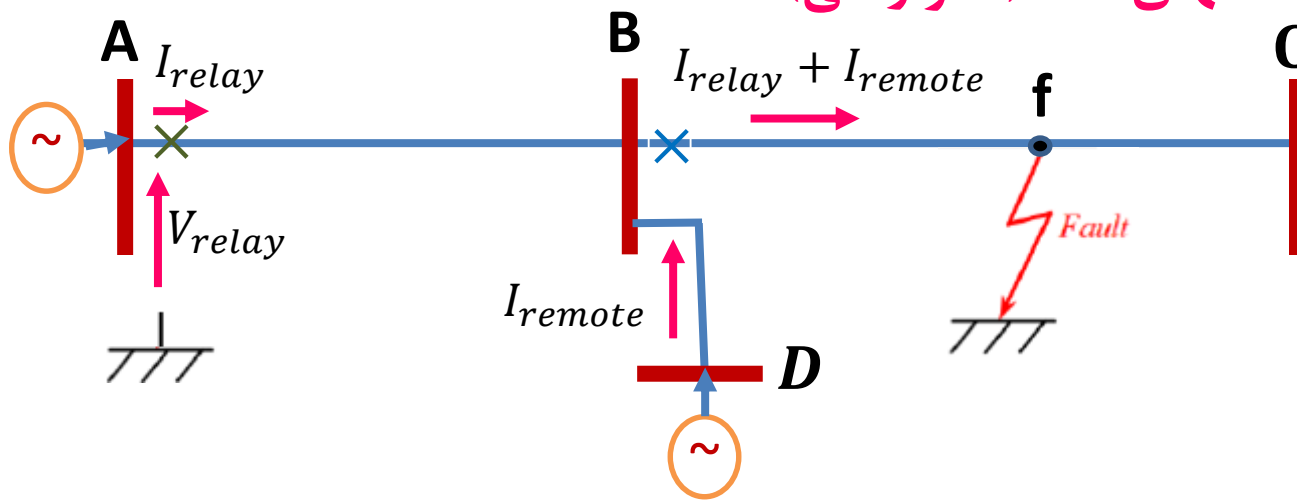


$$\frac{Z_{AB}}{1 - \%e} \leq Z_{set2} \leq \frac{Z_{AB} + \frac{Z_{BC}}{1 + \%e}}{1 + \%e}$$



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

- تاثیر حضور منبع تغذیه انتهای خط (سر راهی)



$$Z_{measured} = \frac{V_{relay}}{I_{relay}} = Z_{AB} + Z_{BF} \left(1 + \frac{I_{remote}}{I_{relay}} \right) = Z_{AB} + K_{remote} Z_{BF}$$

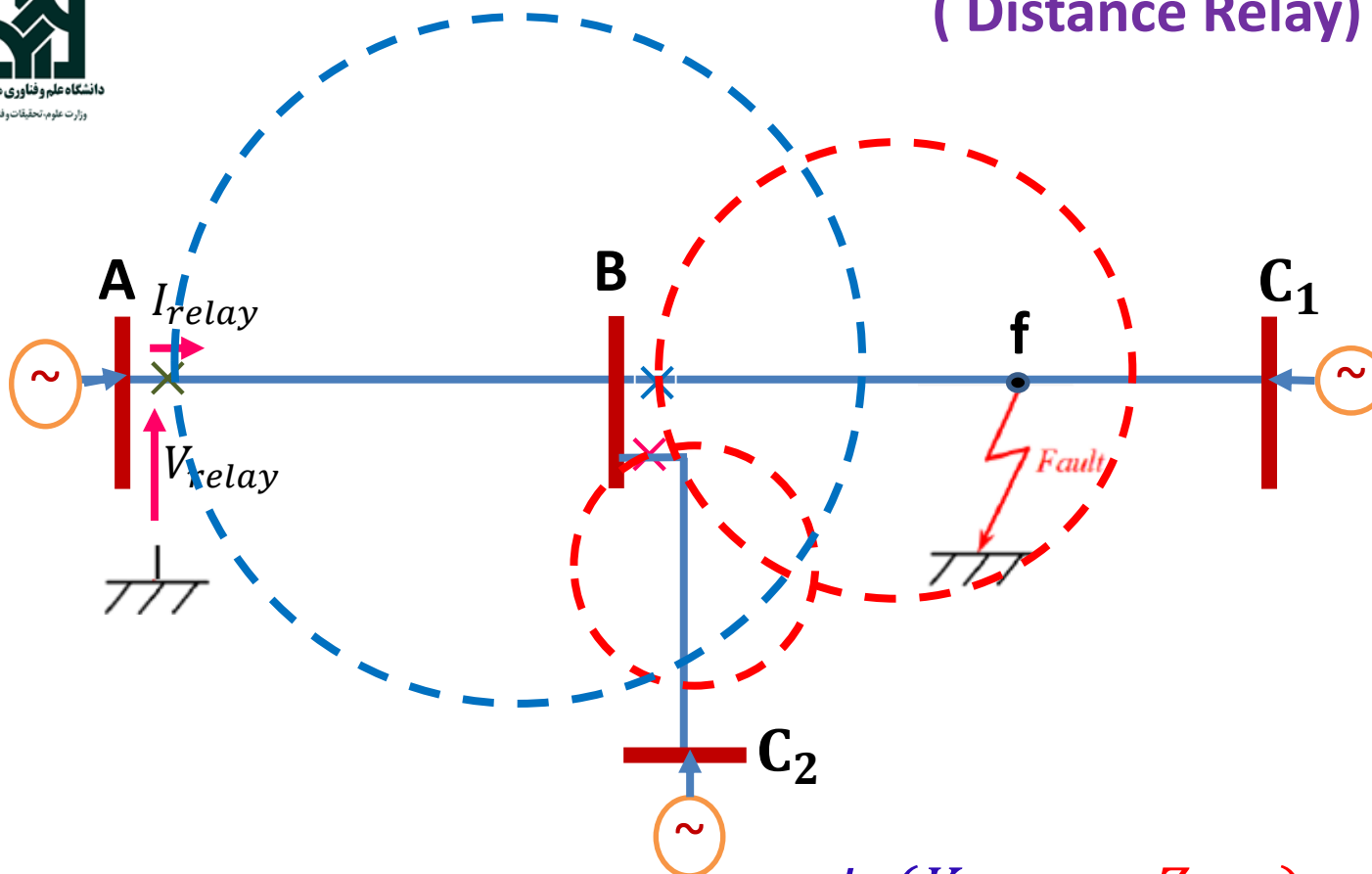
- پس

$$\frac{Z_{AB}}{1 - \%e} \leq Z_{set2} \leq \frac{Z_{AB} + \frac{K_{remote} Z_{BC}}{1 + \%e}}{1 + \%e}$$



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

-تأثیر حضور منبع تغذیه
انتهای خط (سر راهی)



-پس

$$\frac{Z_{AB}}{1 - \%e} \leq Z_{set2} \leq \frac{Z_{AB} + \frac{\min(K_{remote} i Z_{BC} i)}{1 + \%e}}{1 + \%e}$$

-در صورت عدم وجود منابع سر راهی

$$\frac{Z_{AB}}{1 - \%e} \leq Z_{set2} \leq \frac{Z_{AB} + \frac{\min(Z_{BC} i)}{1 + \%e}}{1 + \%e}$$



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

- پس تنظیم زون ۲ رله را با دو سیاست باید انجام داد:

الف - تنظیم بر مبنای وجود تغذیه در انتهای خط

اگر تغذیه قطع شود رله دچار **Over-reach** می‌شود.

ب - تنظیم بر مبنای عدم وجود تغذیه در انتهای خط

با حضور تغذیه در این حالت رله دچار **Under-reach** می‌شود.



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

✓ تنظیم زون ۳

- ۱- راه اندازی رله اصلی
 - ۲- پشتیبانی از رله اصلی در زون های ۱ و ۲
 - ۳- پشتیبانی از عملکرد رله های جلویی
- نکات مهم در تنظیم زون سوم:
- از یک سو ترجیح می‌دهیم که خیلی بزرگی باشد (برای پشتیبانی)
 - از سوی دیگر بزرگ بودن زون ۳ خطر ورود به منطقه بار را در صفحه R-X خواهد داشت (سرانگشتی ۲۵ درصد بلندترین خط بعدی انتخاب می‌شود).

$$\frac{Z_{AB} + \max(K_{remote} i Z_{BC} i)}{1 - \%e} \leq Z_{set3} \leq \frac{Z_{AB} + \max(K_{remote} i Z_{BC} i) + \frac{Z_{CD}}{1 + \%e}}{1 + \%e}$$

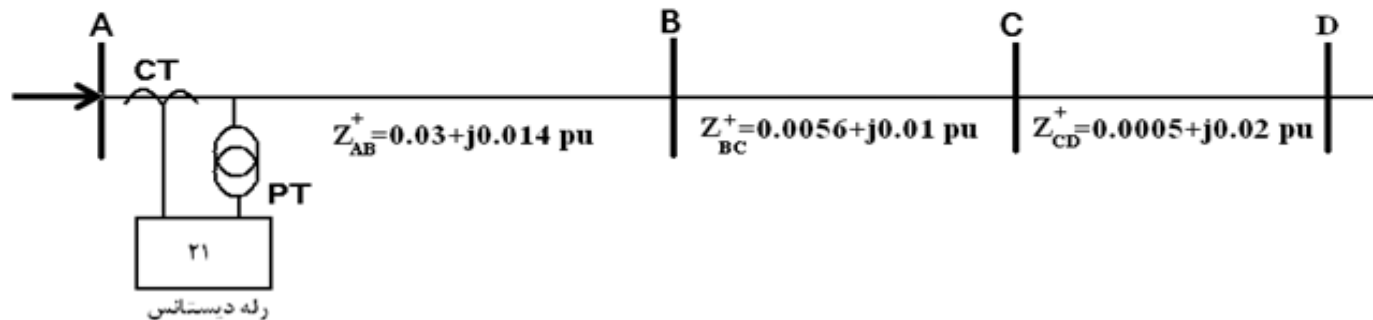


➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

مثال- در شبکه انتقال زیر تنظیمات سه ناحیه رله دیستانس نصب شده در پست A را برای حالت‌های زیر

$$V_{base} = 230kV, S_{base} = 150MVA \quad \text{محاسبه نمایید.}$$

الف- رله دیستانس از نوع راکتانسی باشد. ب- رله دیستانس از نوع مهو با زاویه 60 درجه باشد.



✓ پاسخ

$$Z_{base} = \frac{V_{base}^2}{S_{base}} = \frac{230^2}{150} = 352.7 \Omega$$

الف-

$$\begin{cases} X_{AB}^+ = 352.7 \times 0.014 = 4.94 \Omega \\ X_{BC}^+ = 352.7 \times 0.01 = 3.53 \Omega \\ X_{CD}^+ = 352.7 \times 0.02 = 7.054 \Omega \end{cases} \rightarrow \begin{cases} X_{set1} = 0.8X_{AB}^+ = 3.952 \Omega \\ X_{set2} = X_{AB}^+ + 0.5X_{BC}^+ = 6.705 \Omega \\ X_{set3} = X_{AB}^+ + X_{BC}^+ + 0.25X_{CD}^+ = 10.23 \Omega \end{cases}$$



$$\begin{cases} Z_{AB}^+ = 352.7 (0.03 + j0.014) = 10.581 + j4.94 = 11.68 \angle 25.17 \\ Z_{BC}^+ = 352.7 (0.0056 + j0.01) = 1.975 + j3.527 = 4.04 \angle 60.75 \\ Z_{CD}^+ = 352.7 (0.0005 + j0.02) = 0.176 + j7.05 = 7.052 \angle 88.569 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_{each1} = 0.8 Z_{AB}^+ = 9.28 \angle 25.17 \\ Z_{each2} = Z_{AB}^+ + 0.5 Z_{BC}^+ = 11.57 + j6.7 = 13.36 \angle 30.07 \\ Z_{each3} = Z_{AB}^+ + Z_{BC}^+ + 0.25 Z_{CD}^+ = 12.6 + j10.229 = 16.229 \angle 39.07 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_{set1} = \frac{Z_{each1}}{\cos(\theta - \alpha_{set})} = \dots \\ Z_{set2} = \frac{Z_{each2}}{\cos(\theta - \alpha_{set})} = \dots \\ Z_{set3} = \frac{Z_{each3}}{\cos(\theta - \alpha_{set})} = \dots \end{cases}$$

➤ تنظیم نواحی سه گانه رله نسبت به طرف ثانویه مبدل ها باید در ضریب زیر ضرب شوند:

$$\frac{CT_{ratio}}{PT_{ratio}}$$

✓ طرح های حفاظتی مشروط (Permissive Protection)

در خطوط HV (۱۳۲ کیلو ولت به بالا) بدلیل از چند سو تغذیه بودن خطوط در هر پایانه خط یک ست رله دیستانس قرار می گیرد.



در سیستم‌های حفاظتی جدید برای افزایش سرعت تصمیم گیری و عملکرد رله های حفاظتی قابلیت اطمینان شبکه از سیستم‌های تله پروتکشن جهت ارسال سیگنال‌های کنترلی بین رله ها و توابع حفاظتی استفاده می‌شود.

– مسیرهای مخابراتی ارتباطی بین رله های حفاظتی:

۱. سیم پایلوت: معمولا از یک کابل مخابراتی شیلد با طول حداکثر ۲۵ کیلومتر تشکیل شده است.
۲. کانال PLC: انتقال سیگنال در سطوح ولتاژ بالا از طریق خطوط انتقال هوایی انجام شده و تا طول ۴۰۰ کیلومتر را پشتیبانی می کند.
۳. امواج رادیویی: معمولا برای مسافت های کوتاه تا ۵۰ متر پاسخگو است و برای ارتباط داخل پست کاربرد دارد.
۴. کابل فیبر نوری: با توجه به توان فرستنده ها و افت شار نوری در این کابل ها استفاده از فیبر نوری حداکثر تا فواصل ۱۵۰ کیلومتر جوابگو است و برای فواصل بیشتر باید از تقویت کننده در مسیر استفاده کرد.
۵. شبکه های مخابرات دیجیتال: در صورت گسترگی شبکه مخابراتی از سرعت بالایی برخوردارند و محدودیتی برای مسافت ندارند



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

✓ طرح های حفاظتی مشروط (Permissive Protection)

(Permissive Under reach Transfer Trip) PUTT-

زمانی که رله دیستانس یک طرف خط انتقال، خطایی را در زون اول خود ببیند بطور آنی فرمان قطع برای کلید خود صادر می‌کند و در همان حال فرمان قطع مشروط (سیگنال PUTT) را برای رله دیستانس در پایانه دیگر ارسال می‌کند. رله در پایانه دیگر هم که خطای مذکور را در محدوده زون دوم خود تشخیص داده است، با دریافت فرمان قطع مشروط بدون در نظر گرفتن تاخیر زمانی مربوط به زون دوم بعد از تاخیر زمانی کمی (برای جلوگیری از عملکردهای اشتباه ناشی از خطاهای سیستم مخابراتی)، فرمان قطع برای کلید خود صادر می‌کند. به این ترتیب قطع تقریباً همزمان هر دو کلید در مدت زمان کمتری انجام می‌شود.

(Permissive Over reach Transfer Trip) POTT-

زمانی که طول خط انتقال کوتاه باشد با توجه به اینکه اندازه مقاومت خطا در برابر امپدانس خط قابل ملاحظه می‌باشد معمولاً خطایی که در زون اول اتفاق می‌افتد در زون دوم مشاهده می‌شود. در صورتیکه یکی از رله های دیستانس دو طرف خط خطا را در زون دوم خود ببیند فرمان قطع مشروط (سیگنال POTT) را برای رله دیستانس در پایانه دیگر ارسال می‌کند و رله دوم نیز اگر خطا را در مقابل خود یعنی در زون اول و یا دوم خود تشخیص داده باشد، فرمان قطع مشروط را به رله اول ارسال می‌کند. در این حالت رله ها با دریافت سیگنال POTT فرمان قطع را بدون در نظر گرفتن تاخیر زمانی مربوط به زون دوم بعد از تاخیر زمانی کمی (برای جلوگیری از عملکردهای اشتباه ناشی از خطاهای سیستم مخابراتی) برای کلیدها خود صادر می‌کند. به این ترتیب قطع تقریباً همزمان هر دو کلید در مدت زمان کمتری انجام می‌شود.



➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

✓ طرح‌های حفاظتی مشروط (Permissive Protection)

Blocking and UnBlocking-

در طرح حفاظتی POTT اگر یکی از رله‌ها خطایی را در زون دوم خود ببیند سیگنال POTT را ارسال می‌کند. اگر خطا در ناحیه پشت رله دوم رخ داده باشد و رله دوم دارای مشخصه معکوس برای خطاهای پشت رله باشد آنگاه رله دوم بجای ارسال فرمان قطع همزمان مشروط به رله اول فرمان Blocking را ارسال می‌کند تا از قطع بیجا و بی برق شدن خط جلوگیری کند.

در صورتیکه رله دوم زون معکوس نداشته باشد باید حالت UnBlocking را برای رله فعال نمود. در این صورت رله اول پس از ارسال سیگنال POTT فرمان UnBlocking را از رله دوم دریافت نموده و فرمان قطع را صادر می‌کند.

DTT- (Direct Transfer Trip)

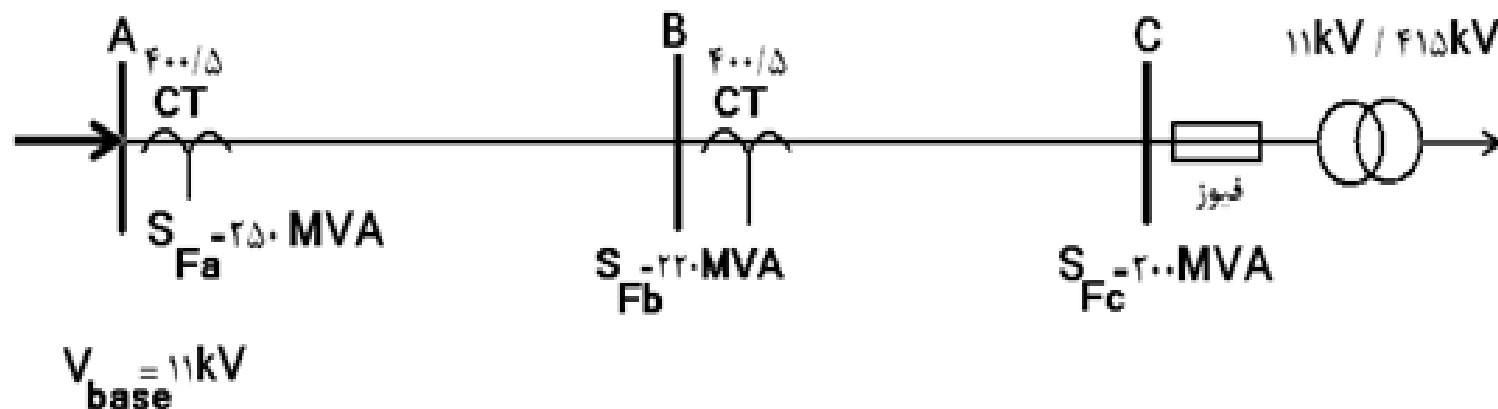
زمانی که یک رله دیستانس خطایی را در زون اول خود تشخیص دهد و علیرغم ارسال فرمان قطع مشروط، خطا همچنان وجود داشته باشد در این صورت فرمان قطع مستقیم (DTT) به کلیدهای مقابل صادر شده تا خطا برطرف گردد.

Weak In-Feed-

زمانی که تغذیه در یک طرف خط ضعیف باشد و یا اصلاً وجود نداشته باشد، رله دیستانس آن طرف خط در صورت وقوع خطا نمی‌تواند امیدانس را به درستی اندازه‌گیری کند. لذا هیچ فرمان قطعی صادر نمی‌کند. در این حالت با فعال کردن وضعیت Weak In-Feed در تنظیمات رله مذکور، در شرایط خطا که سیگنال POTT یا PUTT از طرف رله مقابل می‌رسد رله سمت تغذیه ضعیف با بررسی شرایط تغذیه ضعیف فرمان قطع به کلید خود صادر نموده و سیگنال دریافتی از رله مقابل را بر می‌گرداند تا رله مقابل نیز فرمان قطع به کلید خود دهد.



تمرین 1- مدار سه فازه زیر را در نظر بگیرید:

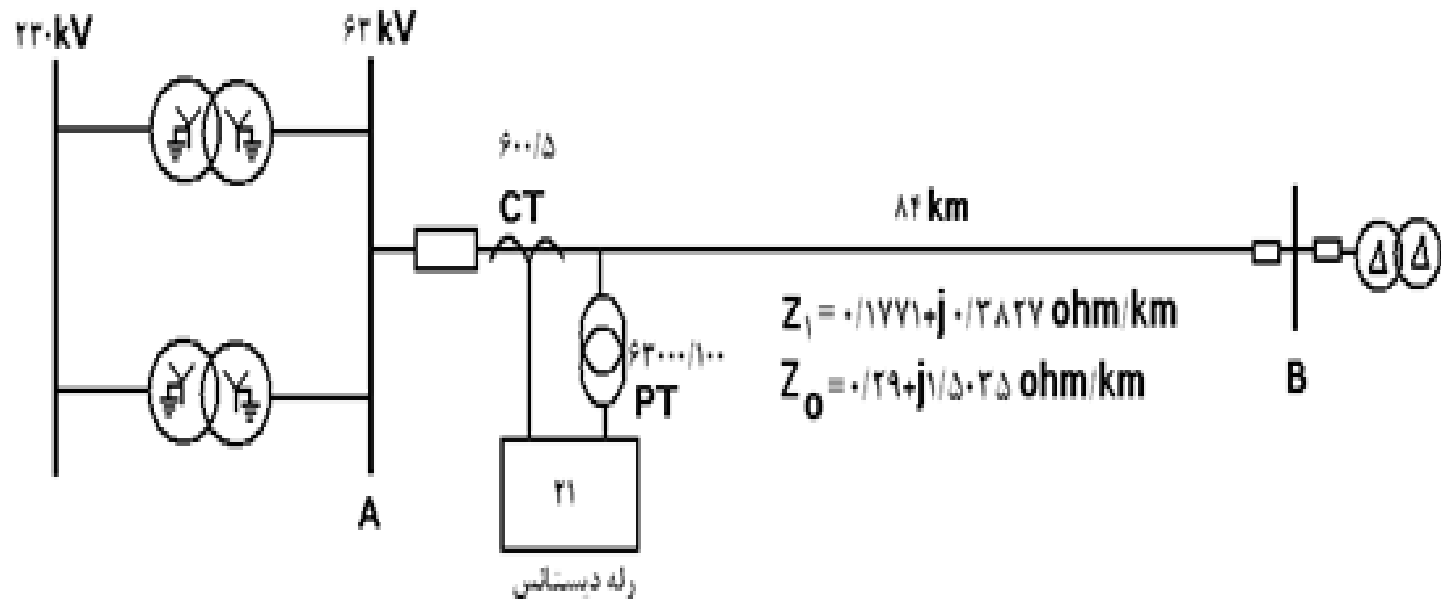


فیوز نشان داده شده به ازای توان اتصال کوتاه 200 مگاوات آمپری در 0/1 ثانیه قطع می کند. رله های نصب شده در A و B رله های جریان زیاد کاهشی می باشند. با فرض آنکه نسبت جریان اتصال کوتاه شین پشت هر رله به جریان تنظیم آن رله کمتر از 20 باشد با توجه به PS داده شده برای رله ها تنظیمات مربوط را انجام دهید.

$$PS = \begin{vmatrix} 0.5 \\ 1 \\ 1.5 \\ 2 \end{vmatrix} \times I_n$$

تمرین 2- در شبکه نشان داده شده رله دیستانس نشان داده شده را طوری تنظیم نمایید که خط AB را حفاظت نماید. (توان پایه 100 مگاوات آمپر است). نکته: با توجه به وجود ترانسفورماتور بعد از شین B که از نوع مثلث/مثلث است امپدانس تنظیمی بر اساس اتصال تک فاز به زمین محاسبه می شود.

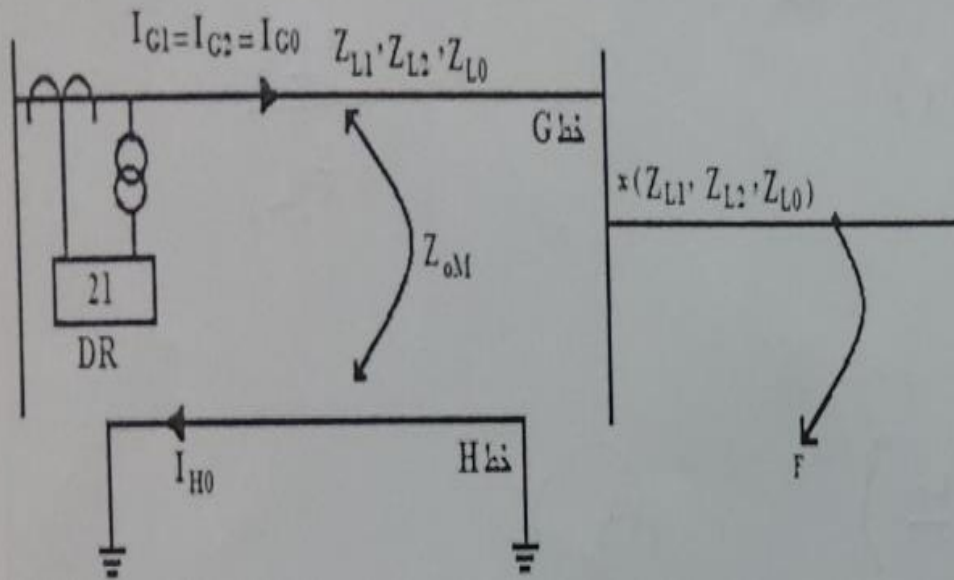
$$\left. \begin{array}{l} Z_1 = 0.0056 + j0.10204 \quad \text{P.u} \\ Z_0 = 0.00094 + j0.0382 \quad \text{P.u} \end{array} \right\} \text{ شینه 63 کیلوولت:}$$





➤ رله‌های دیستانس (Distance Relay)

✓ تمرین ۳



دو خط موازی توسط رله های دیستانس حفاظت می شوند. یکی از خطوط از سرویس خارج و از دو طرف زمین می شود. فرض کنید تنظیم رله دیستانس نشان داده شده در شکل Z_{L1} بوده و خطای تکفاز به زمینی در F (در فاصله x پریونیت از شین) رخ دهد. با توجه به اطلاعات روی شکل نشان دهید رله دچار over reach و یا under reach می گردد؟ مقدار x که به ازای آن امپدانس اندازه گیری شده برابر امپدانس تنظیمی است چقدر است؟



با آرزوی سلامتی، بهروزی و موفقیت