



UFPR



TE 131

Proteção de Sistemas Elétricos

Capítulo 7 –
Proteção de Linhas
de Transmissão



1. Introdução

- São os equipamentos do sistema elétrico de potência mais susceptíveis à incidência de defeitos;
- Provocados geralmente por:
 - Vandalismo;
 - Descargas atmosféricas;
 - Defeitos que motivam curtos-circuitos;
 - Queimadas; e
 - Vendavais.

- Para minimizar os efeitos destes eventos:
 - Cabos-guarda;
 - Para-raios de sobretensão;
 - Disjuntores associados a relés de proteção.
- Assim, pelo fato de as linhas de transmissão serem os componentes mais expostos do SEP, pode-se afirmar que a incidência de faltas é consideravelmente maior do que em outros elementos do sistema;
- O comprimento da linha de transmissão tem um efeito direto no ajuste da proteção.

2. Tipos de esquemas de proteção

- Proteção instantânea (50/50N);
- Proteção temporizada (51/51N);
- Proteção diferencial de linha (87L);
- Proteção de distancia (21/21N);
- Proteção direcional (67/67N);
- Proteção de sobretensão (59);
- Proteção de subtensão (27);
- Proteção direcional de potencia ativa (32P0);

3. Proteção de Sobrecorrente

- Proteção básica para todos os níveis de tensão;
- Associadas a outros tipos de proteção de primeira linha (distância, direcional ou diferencial);
- Em distribuição radial, são empregadas sozinhas podendo ser associadas à proteção de sub e sobretensão.

Ajuste:

- Unidade temporizada de fase:

Corrente mínima de atuação (tap) deverá ser igual à máxima corrente de carga, multiplicada por um fator (geralmente entre 1,2 e 1,5) e dividida por RTC.

$$I_{ajuste\ fase} = \frac{K_{tf} \cdot I_{Nmax}}{RTC}$$

Ajuste:

- Unidade temporizada de neutro:

Corrente mínima de atuação deverá igual à máxima corrente de carga, multiplicada por um fator (geralmente entre 0,1 e 0,3), dividida por RTC.

$$I_{ajuste\ neutro} = \frac{K_{tn} \cdot I_{Nmax}}{RTC}$$

Ajuste:

- Unidade temporizada instantânea:

Atuação para curtos-circuitos bifásicos e trifásicos próximos do primeiro equipamento de proteção a jusante.

$$I_{inst.} = \frac{X \cdot I_{cc,3\phi}}{RTC}$$

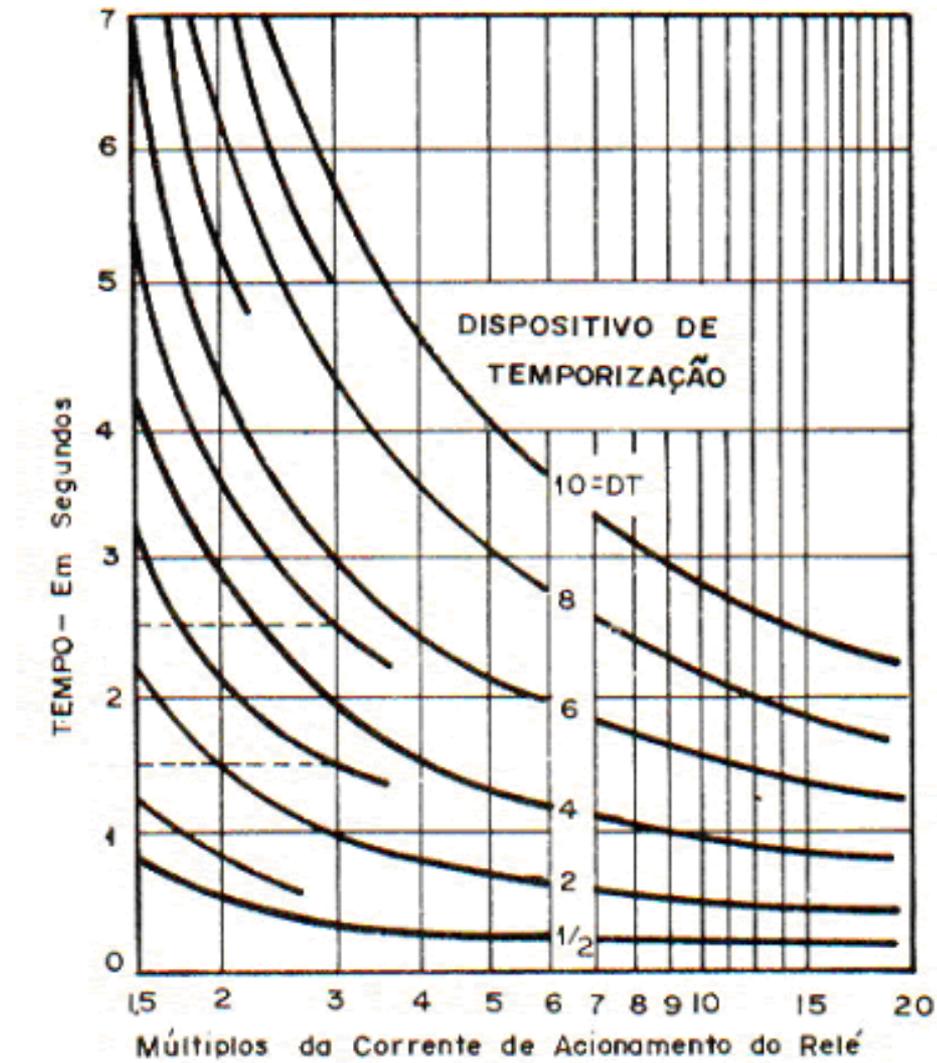
Lembrando:

$$I_{cc3\phi p\%LT} = \frac{I_{cc,3\phi A} \cdot I_{cc,3\phi B}}{p I_{cc,3\phi A} + (1-p) I_{cc,3\phi B}}$$

Seleção da curva:

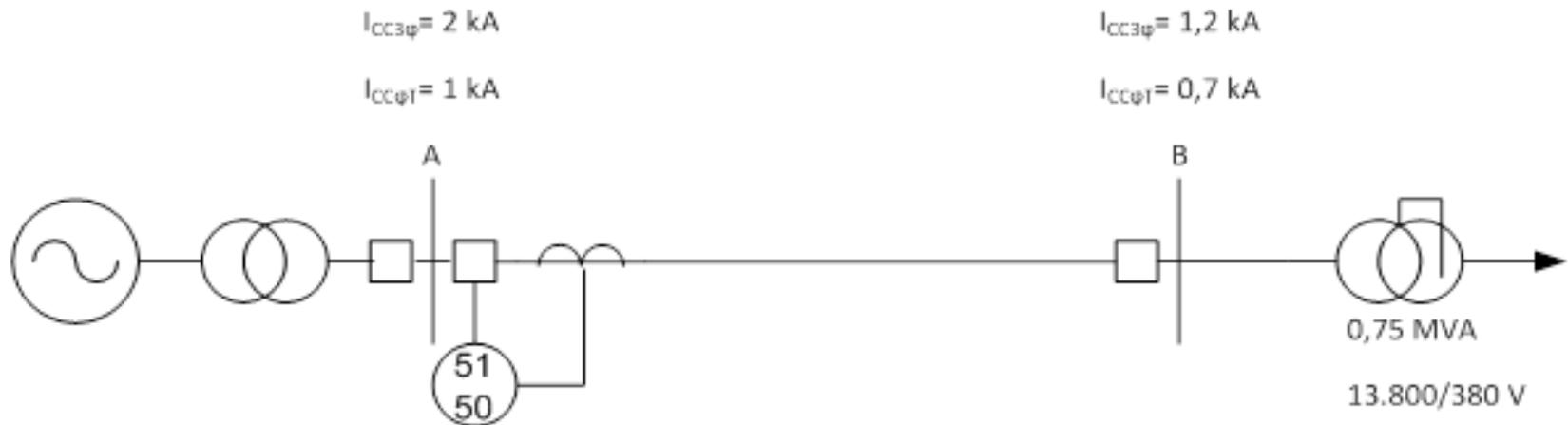
- Feita com base no múltiplo da corrente:

$$M = \frac{I_{cc}}{RTC.TAP}$$



Exercício:

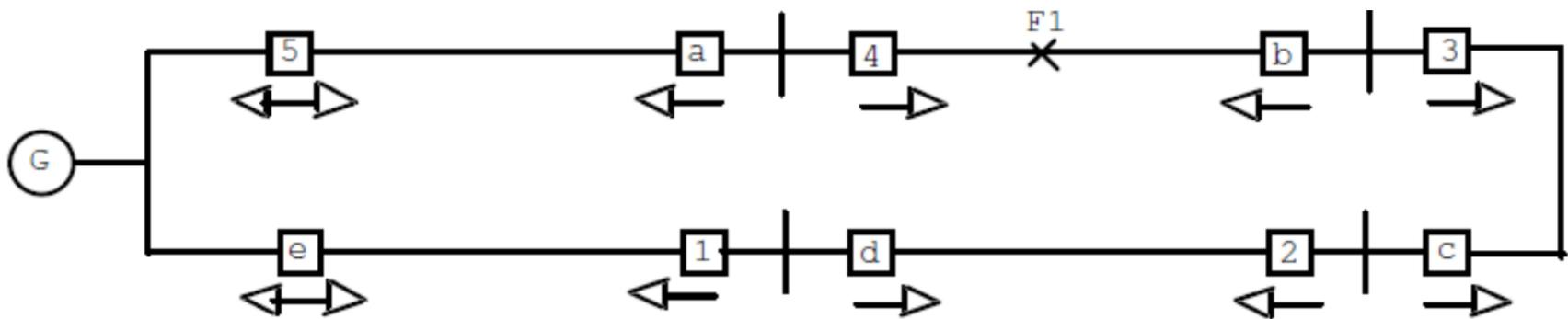
- Para o sistema abaixo obtenha os parâmetros de ajuste dos relés 51 e 50. Considere que o elemento instantâneo deve cobrir 70% da LT.



4. Proteção Direcional

- Sensibilidade à direção do fluxo de potência;
- Linhas de transmissão que operam sob a configuração em anel, (dificuldade em conseguir uma boa seletividade através de relés de sobrecorrente);
- Reconhecimento do ângulo de fase entre a corrente e a grandeza de referência (normalmente chamada de polarização);

- $T_5 > T_4 > T_3 > T_2 > T_1$ (sentido horário) e $T_e > T_d > T_c > T_b > T_a$ (sentido anti-horário), observa-se que o sistema é seletivo, pois uma falta em qualquer trecho será eliminada pela ação de dois relés mais próximos desta.
- Uma falta em F1, por exemplo, será limpa pela atuação dos relés 4 e b.



5. Proteção de Distância

- O relé de distancia é alimentado por duas grandezas elétricas de entrada: tensão e corrente, fornecidas por TP e TC;
- A grosso modo, pode-se dizer que a razão:

$$Z = \frac{V}{I}$$

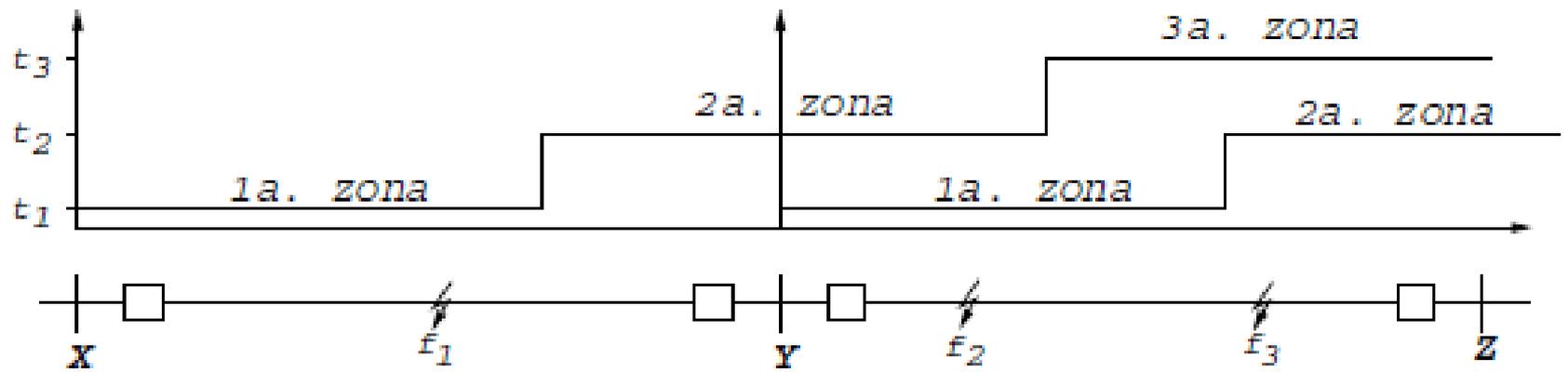
é a impedância vista ou medida pelo relé.

- Como Z_1 ohm/Km é constante para cada linha de transmissão, então o relé mede a distancia d Km do seu ponto de instalação à falta;

$$Z_S = Z_P \frac{RTC}{RTP}$$

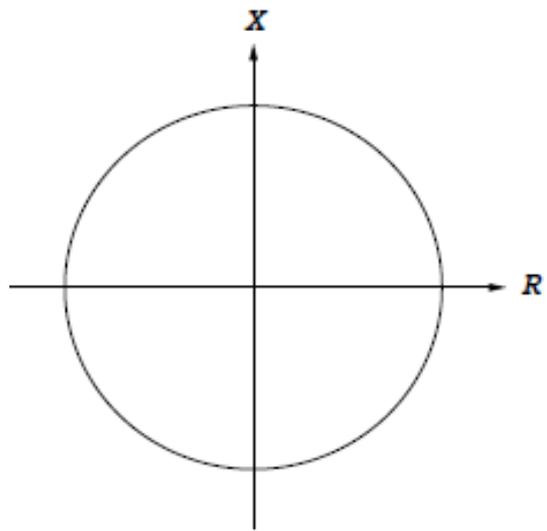
Ajustes:

- Primeira zona (21-Z1): Alcança até 80% da LT_1 a jusante do relé, com temporização instantânea;
- Segunda zona (21-Z2): Alcança 50% da LT_2 a jusante do relé, com temporização típica de 0,5 segundos;
- Terceira zona (21-Z3): Alcança 30% da LT_3 a jusante do relé, com temporização típica de 1 segundo.

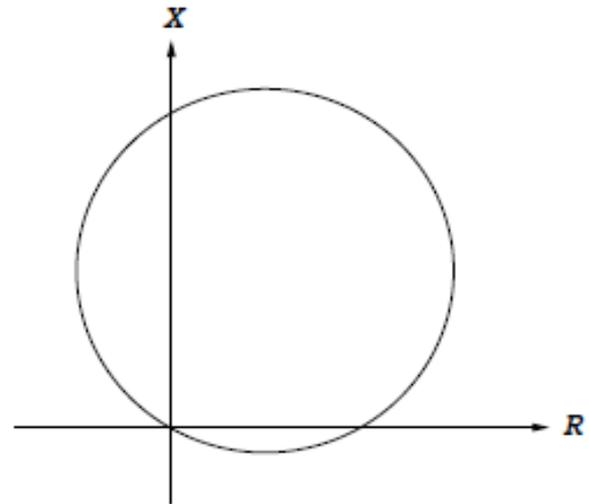


Tipos de características de relés de distância

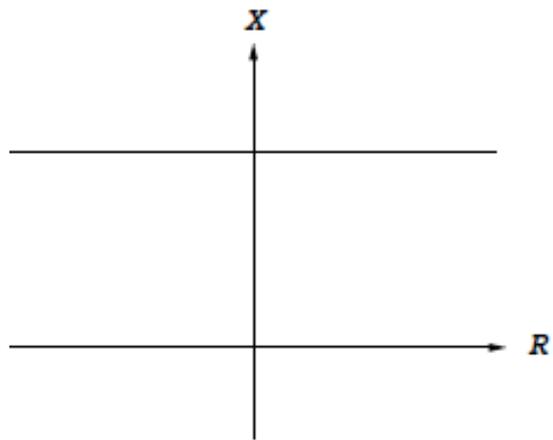
- Os relés de distancia podem ser classificados pelas características de suas zonas de operação. Três tipos básicos de relés são conhecidos, de acordo com as características:
 - relé de impedância
 - relé de admitância (ou mho)
 - relé de reatância



(a)



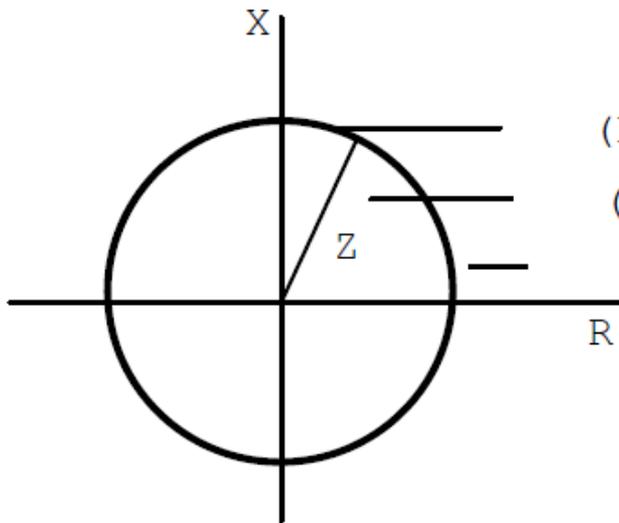
(b)



(c)

Relé de distância tipo impedância

- Indicados para LTs médias;
- Característica operacional afetada pela resistência do arco.



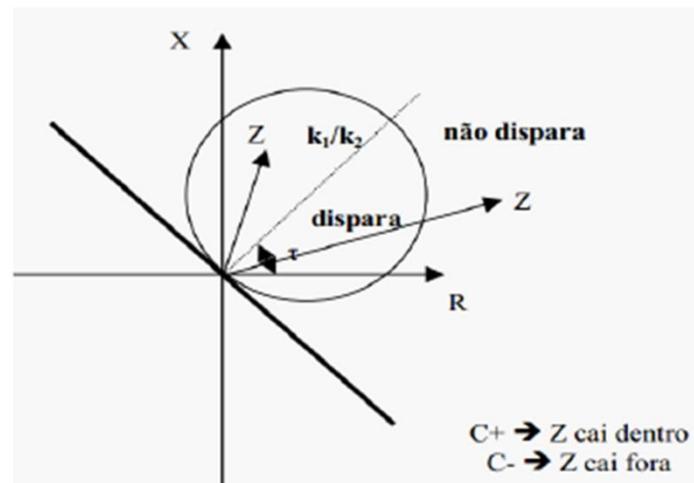
(FRONTEIRA) : Região de Não-Operação

(DENTRO DO CÍRCULO) : Região de Operação

(FORA DO CÍRCULO) : Região de Não-Operação

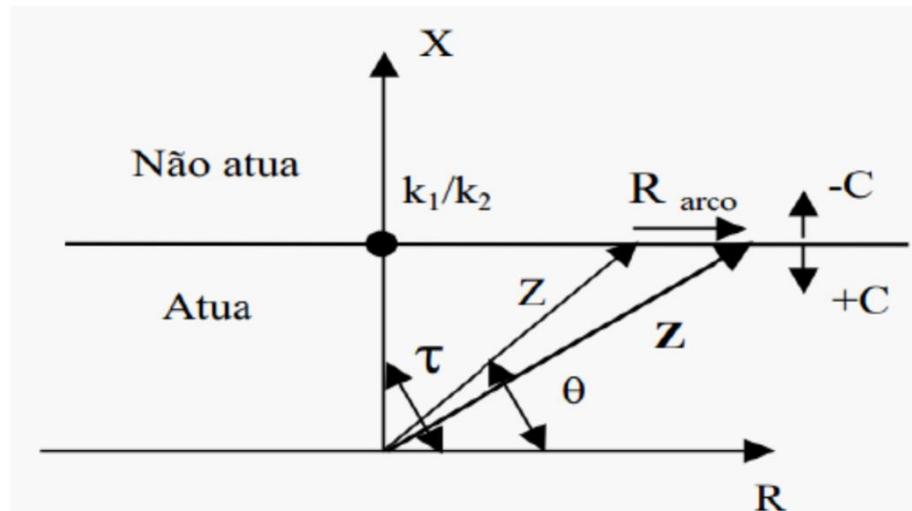
Relé de distância tipo admitância ou MHO

- Indicados para LTs longas;
- Característica operacional menos sensível a oscilações indesejáveis de potencia.
- Impedância muito superior à impedância de arco-elétrico.



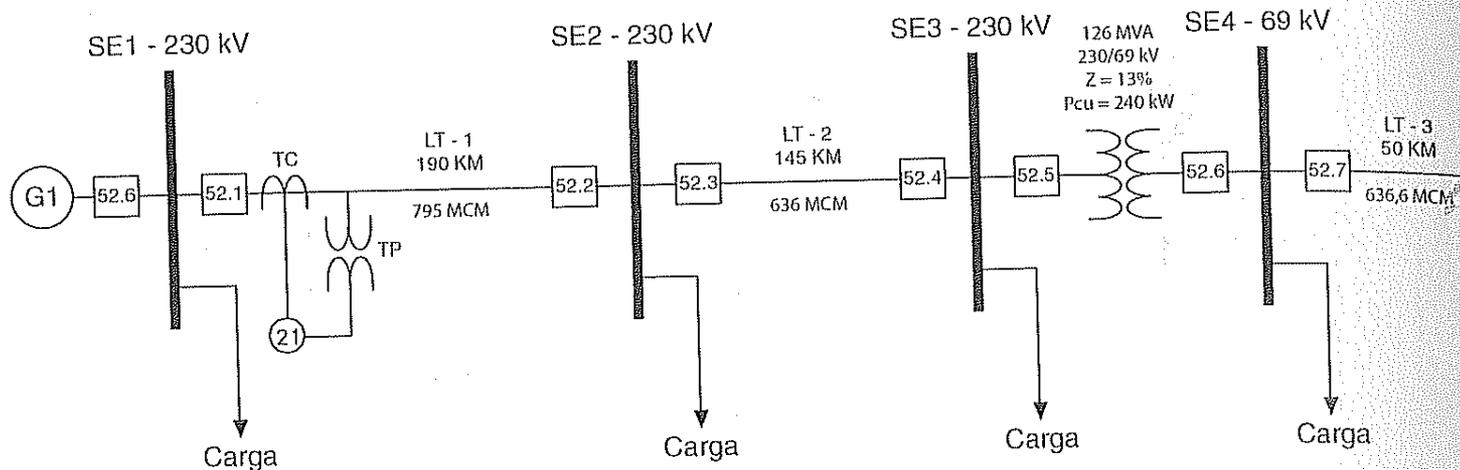
Relé de distância tipo reatância

- Relé de sobrecorrente com restrição direcional.
- Arco-elétrico tem características puramente resistivas, pode afeta a relação R/X do relé;
- Indicado para LTs curtas.



Exercício 2:

- Considerando o sistema abaixo, calcular os ajustes do relé de distância localizado na SE1. Considerar que as cargas máximas das linhas esta limitada a 85% da capacidade de condução dos cabos e que a temperatura de operação da LT é de 75° C. A corrente de curto-circuito na SE1 é de 19 kA.



Dados:

- Condutores a 20 °C:
- Condutor MCM 795 – 900 A
 - $R_{795} = 0,07170/\text{km}$
 - $X_{795} = 0,2479/\text{km}$
 - $R_{636} = 0,08969/\text{km}$
 - $R_{636} = 0,257/\text{km}$
- Correção de temperatura
 - $R_2 = R_1 \times [1 + \alpha_1 \times (T_2 - T_1)]$
 - $A_{20} = 0,00393/^\circ\text{C}$