

PEA5729 - Proteção de sistemas elétricos de potência

Aula 5 - 14/10

4.3. Funções de proteção

- a) Detecção de nível
- b) Diferencial
- c) Impedância
- d) Comparação de ângulo

Atividade #3 (scripts em Octave)

Não se esqueçam
da presença no
Edisciplinas

4.3. Funções de proteção

A detecção (performance characteristic) consiste na inteligência do dispositivo de proteção e tipicamente se relaciona com o fenômeno que se pretende evitar. Os tipos de função são:

- a) Detecção de nível: sobrecorrente instantânea e temporizada (ANSI 50/51); sobretensão e subtensão
- b) Diferencial: diferencial de corrente (lei de Kirchhoff para as correntes)
- c) Impedância: cálculo da impedância a partir do local da instalação dos transformadores de instrumentação
- d) Direcional (comparação de ângulo): comparação da defasagem entre duas grandezas (tensão e corrente, p. ex.)

4.3.1 Detecção de nível

A detecção de nível é o princípio de atuação mais simples. A função atua (i. e. percebe uma anormalidade no sistema) quando a grandeza observada ultrapassa um valor pré-fixado (função do tipo "sobre") ou quando cai abaixo de um valor pré-fixado (função do tipo "sub").

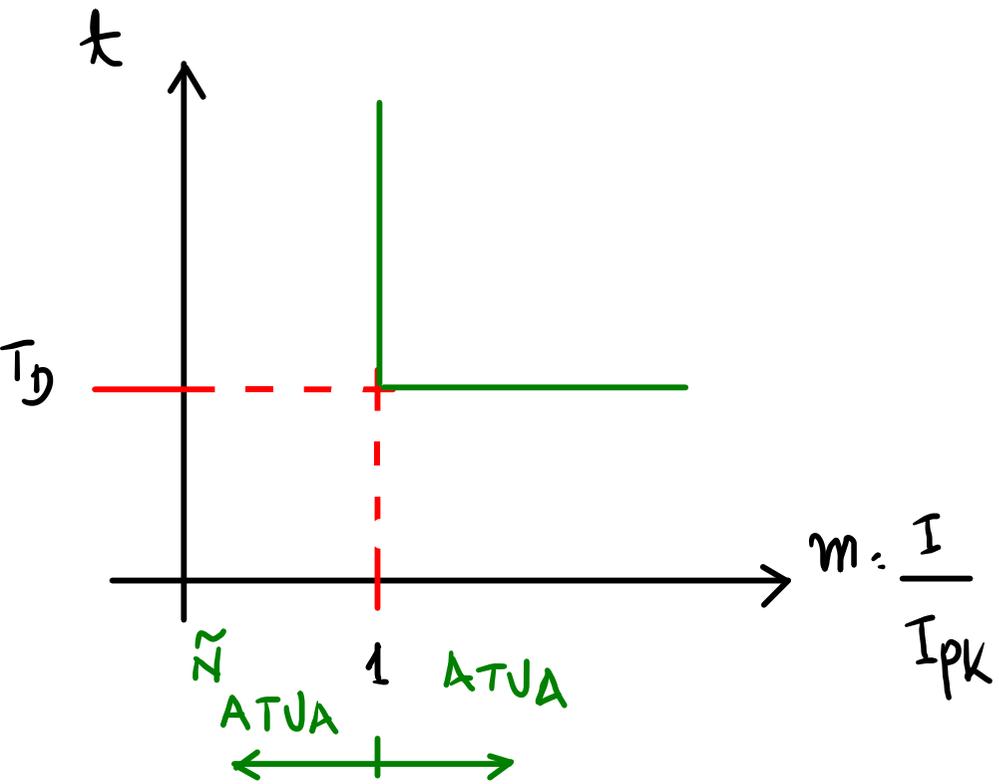
a) Sobrecorrente

Essa função de proteção foi a primeira implementada nos sistemas elétricos primordiais e, inicialmente, era desempenhada por fusíveis que são responsáveis pela detecção do defeito e isolação da porção defeituosa do circuito com a extinção do arco resultante da sua abertura. O tempo de abertura é inversamente proporcional à magnitude da corrente de curto-circuito e as suas desvantagens são: necessidade de substituição (gestão adequada de sobressalentes - fusíveis de reserva e equipe qualificada para a sua substituição); e abertura monopolar (não existe controle do tipo de abertura)

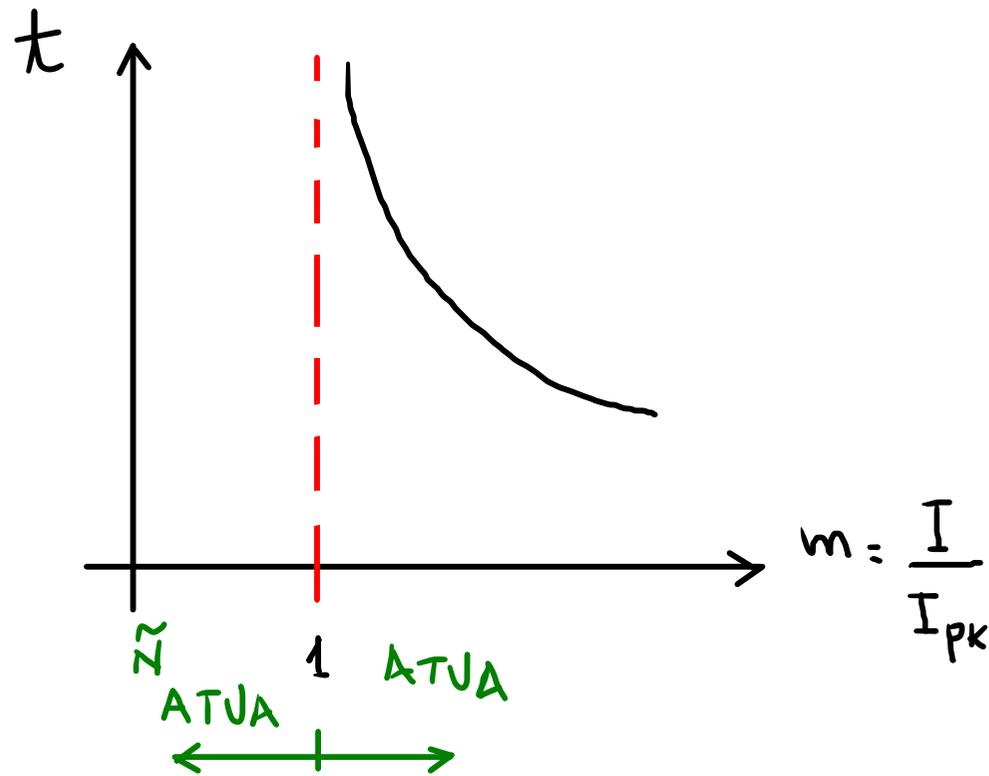
Para tentar resolver ou ao menos minimizar essas duas desvantagens foram desenvolvidos dispositivos eletromecânicos de proteção desacoplados dos disjuntores dando espaço à criatividade.

Nesse contexto foram desenvolvidas as seguintes funções de sobrecorrente:

- i) Sobrecorrente instantânea: sem atraso intencional (ANSI 50)
- ii) Sobrecorrente temporizada: possui atraso intencional, proporcional à magnitude da corrente ou com valor definido (ANSI 51)



ANSI 51 de tempo definido
(ou independente)



ANSI 51 de tempo inverso

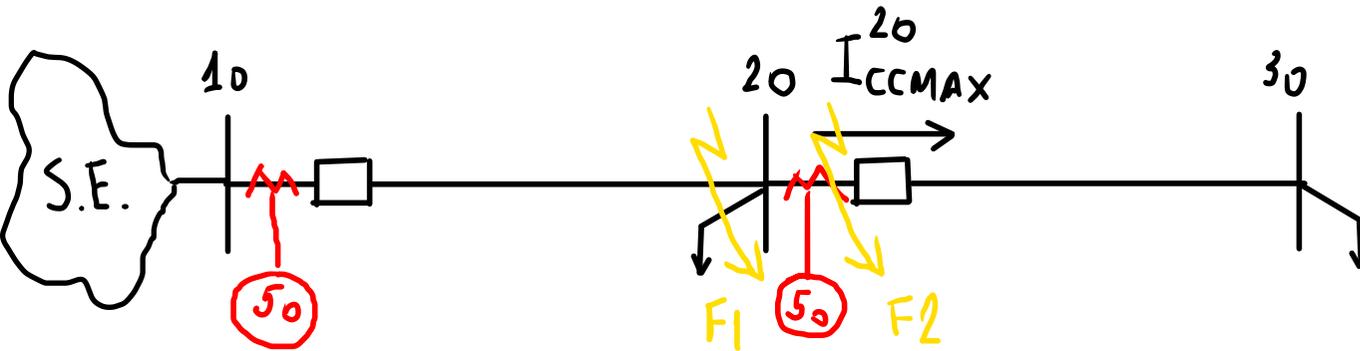
Onde: I_{pk} é a corrente de pickup (ajustável)

T_D é o atraso definido e ajustável da função de sobre corrente independente

m é o múltiplo da corrente de atuação

i.1 Ajuste da função de sobrecorrente instantânea

Considerando o sistema abaixo



Para a função de sobrecorrente instantânea não é possível se obter seletividade por meio de temporização. Desta forma, a corrente de pickup deve ser ajustada para que nenhuma falta a jusante do seu trecho sensibilize a função. Isso significa que a função é incapaz de proteger 100% do seu próprio trecho.

$$I_{PK}^{10} \geq (F.S.) \cdot I_{CCMAX}^{20}$$

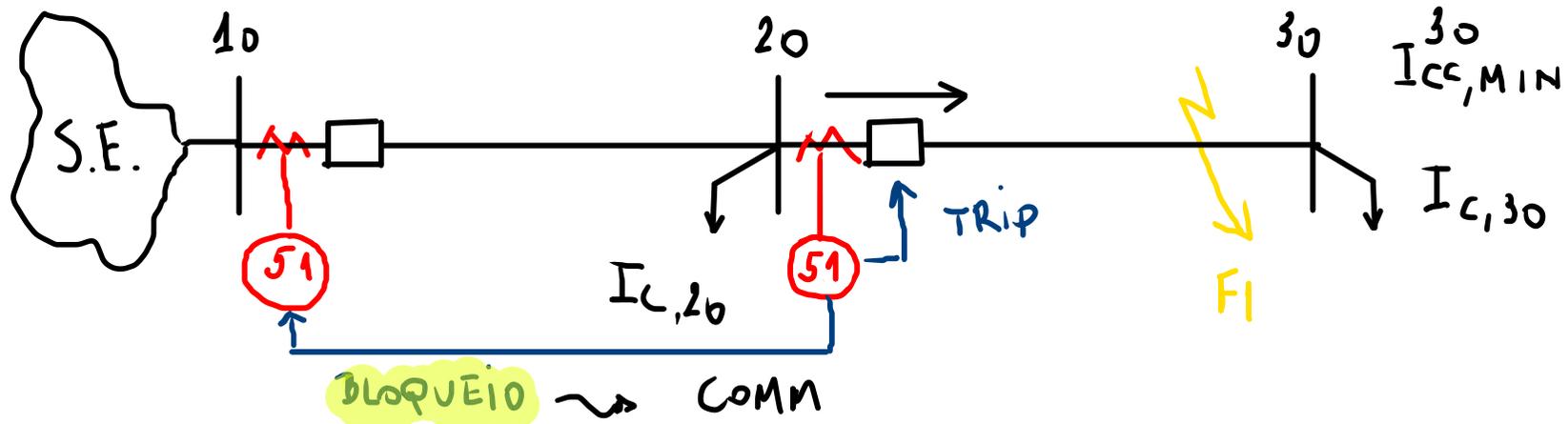
é a corrente de curto 3φ com impedância do S.E. baixa, vista pelos dois relés

Onde: F.S. é tipicamente 1,25

Obs.: Em sistemas onde a incerteza dos dados é maior ou a freqüência de revisão dos ajustes menor, pode-se utilizar um F.S. maior.

ii.1 Ajuste da função de sobrecorrente de tempo independente, com seletividade lógica e falha de disjuntor

Considerando o sistema abaixo

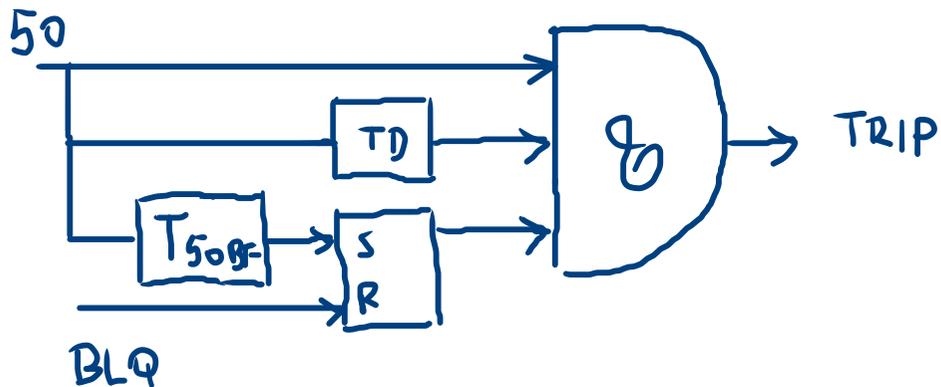


$$\begin{cases} I_{PK} \geq 1,5 I_{MAX,CARGA} \\ I_{PK} \leq 2,0 I_{CC,MIN}^{30} \end{cases}$$

Obs: às vezes não é possível

Diagrama de uma linha de corrente (I) com pontos para $I_{MAX,CARGA}$, I_{PK} e $I_{CC,MIN}^{30}$.

Escolhe TD \rightarrow 50ms em função dos atrasos típicos do relé de proteção e dos tempos de comunicação



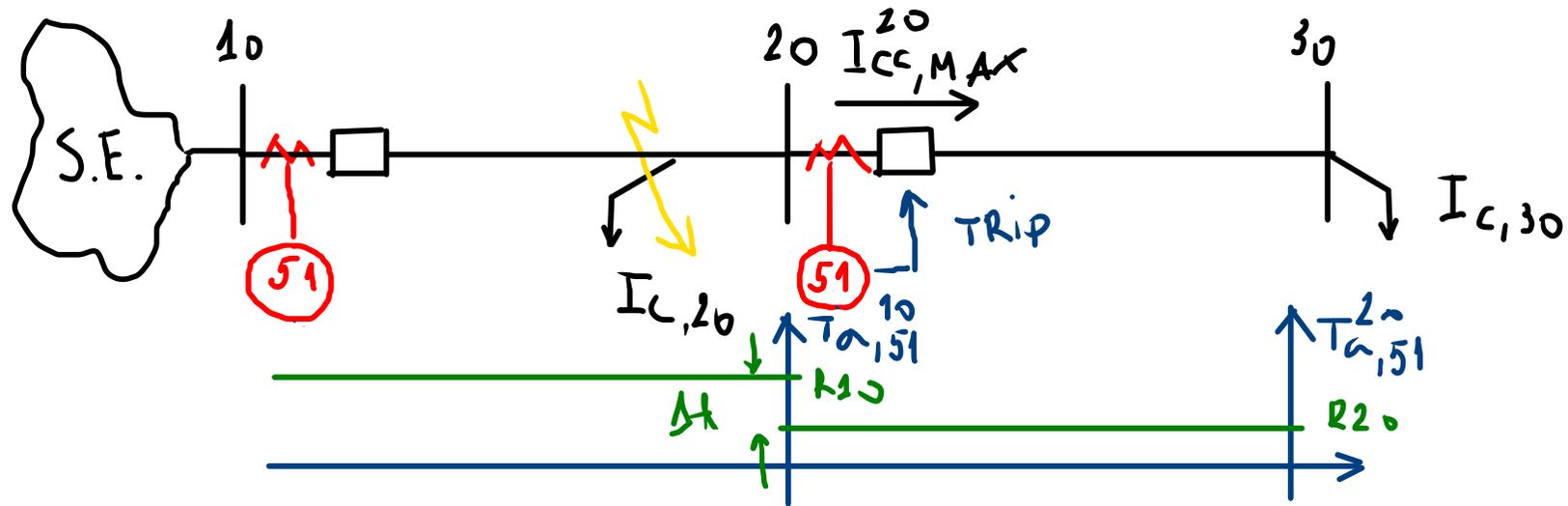
Exemplo: para uma falta em F1, a função 51 de tempo independente do relé da barra 20 atua após TD segundos, porém envia um sinal de bloqueio ao relé da barra 10 no instante que detecta a falta em F1.

100 ms

O relé da barra 10 fica bloqueado durante T50BF segundos ($T50BF > TD$) e caso a função 50 permaneça ativa significa que houve falha no disjuntor comandado pelo relé na barra 20 então ele atua.

ii.2 Ajuste da função de sobrecorrente de tempo independente, sem seletividade lógica e falha de disjuntor

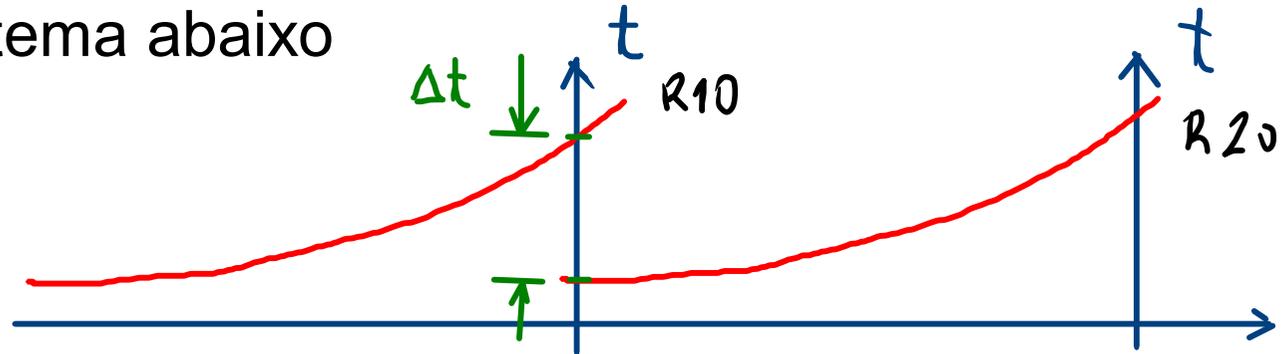
Considerando o sistema abaixo



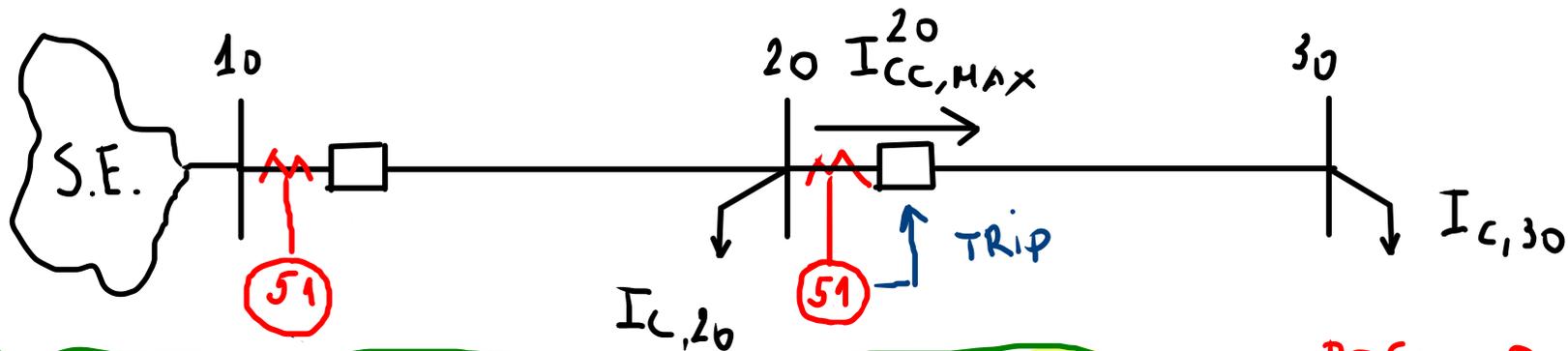
Em redes de média Δt típicos são $300 \sim 500$ [ms]

ii.3 Ajuste da função de sobrecorrente de tempo inverso

Considerando o sistema abaixo



M.T.



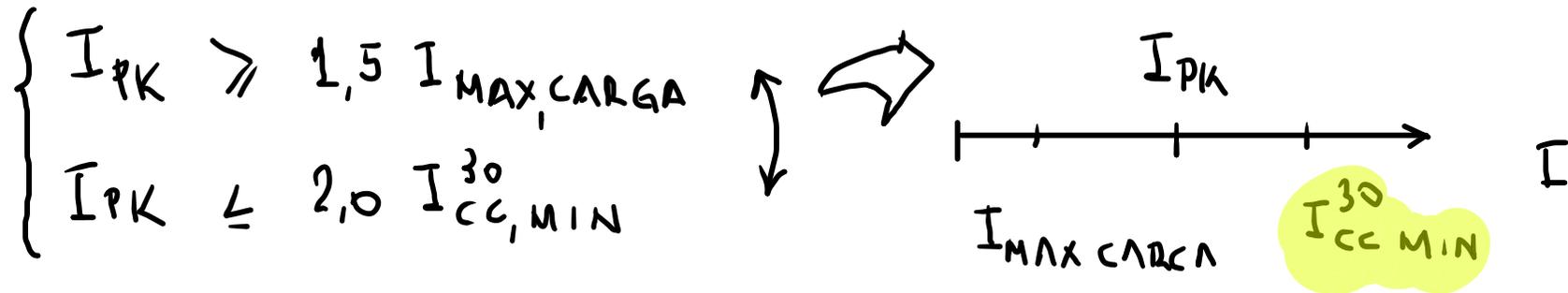
$$t_{a,R10} (I_{CC,MAX}^{20}) = t_{a,R20} (I_{CC,MAX}^{20}) + \Delta t$$

para o último relé a jusante, pode ser nulo

Em redes de média Δt típicos são $300 \sim 500$ [ms]

✓ O ajuste da corrente de pickup é similar àquele apresentado no item (ix.1), isto é

$$\begin{cases} I_{PK} \geq 1,5 I_{MAX,CARGA} \\ I_{PK} \leq 2,0 I_{CC,MIN}^{30} \end{cases}$$



✓ Escolha da família de curvas (critério do engenheiro) e seleção do tipo de curva dentro da família

Trechos cf impedância pequena requerem curvas "mais inversas"

• Norma IEEE : $T_a(I) = MT. \left\{ \frac{A}{m.P-1} + B \right\}$

↳ ajustável

Parâmetros	Tipo de curva		
	Extremamente	Muito	Moderadamente
A	28,2	19,61	0,0515
B	0,1217	0,491	0,1140
P	2	2	0,02

• Norma IEC : $T_a(I)_{M.T.} \left\{ \frac{K}{m^E - 1} \right\}$
 ↳ ajustável

Parâmetros	Tipo de curva			
	Short Inverse	A	B	C
k	0,05	0,14	13,5	80
E	0,04	0,02	1	2

Detalhes sobre a atividade #3

- Projetar uma função de sobrecorrente de tempo inverso (ANSI 51)
 - Ajustes: I_{pk}
 - Família e tipo de curva
 - MT
- Implementar em MATLAB/OCTAVE para teste.

c) Digital

IEC / DNP3.0

