

# PEA5729 - Proteção de sistemas elétricos de potência

## Aula 6 - 21/10

### b) Sobretensão e subtensão

Em condições normais de operação, os níveis de tensão devem permanecer entre 93% a 105% da tensão nominal. É uma faixa estreita, mas está definida na NR414 da ANEEL. Isso significa que tensões fora dessa faixa podem indicar situações anormais de operação.

Sobretensões: podem ser decorrentes de rejeição de carga, atuação incorreta de reguladores, ajustes incorretos de taps em transformadores, etc. A função de sobretensão é a ANSI 59

Subtensões: normalmente relacionadas com curtos-circuitos e a função de subtensão é a ANSI 27

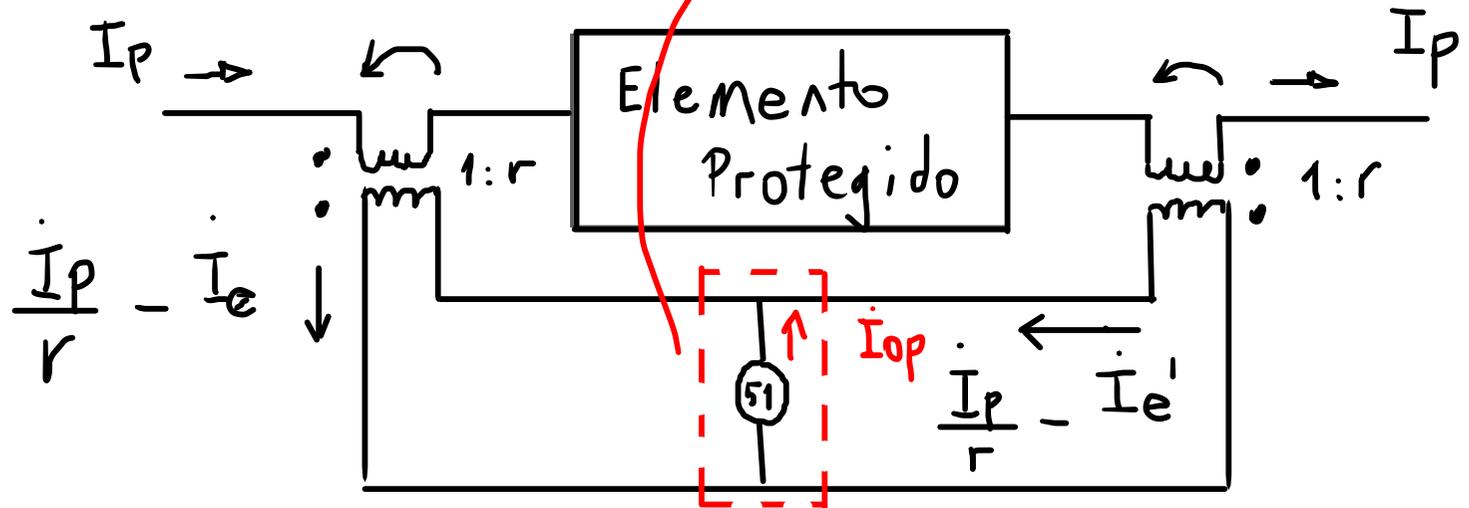
Não se esqueçam  
da presença no  
Edisciplinas

### 4.3.2. Proteção diferencial

É uma proteção unitária por natureza, porque protege apenas o elemento dentro de sua zona primária. Essa função não provê retaguarda para qualquer outra. Esta função (ANSI 87) é uma das mais precisas, seletivas e eficientes para proteção dos equipamentos primários. Nesse tipo de proteção, a posição dos TCs define com precisão a zona de proteção primária (por isso ela é denominada unitária)

a) Operação Normal

Relé de sobrecorrente

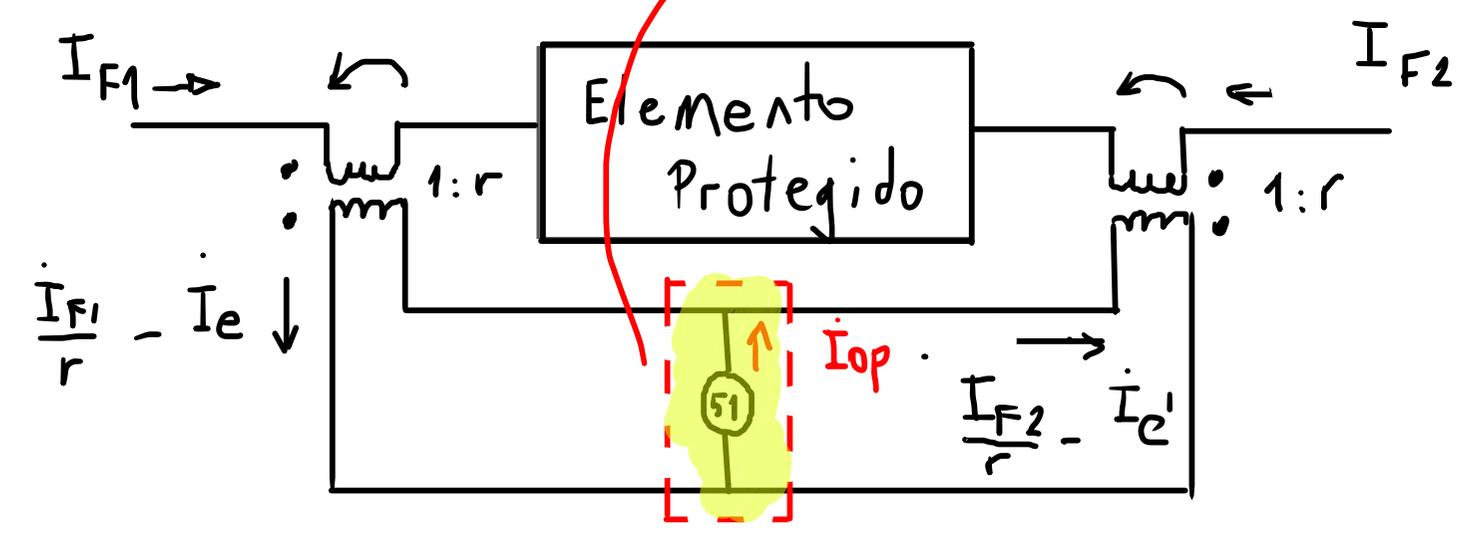


Obs:  
✓  $I_e; I_{e'}$  são os erros dos dois TCs

Nesse caso:  $I_{op} = \left( \frac{I_p}{r} - I_{e'} \right) - \left( \frac{I_p}{r} - I_e \right)$

$I_{op} = I_e - I_{e'} \approx 0$  (relé não atua)

b) Falta no elemento protegido Relé de sobrecorrente



Obs:  
 ✓  $I_e; I_{e'}$  são os erros dos dois TCs

$$\text{Nesse caso: } \dot{I}_{op} = \frac{\dot{I}_{F1} + \dot{I}_{F2}}{r} - (\dot{I}_c' + \dot{I}_e) \gg 0 \quad (\Delta t_{va})$$

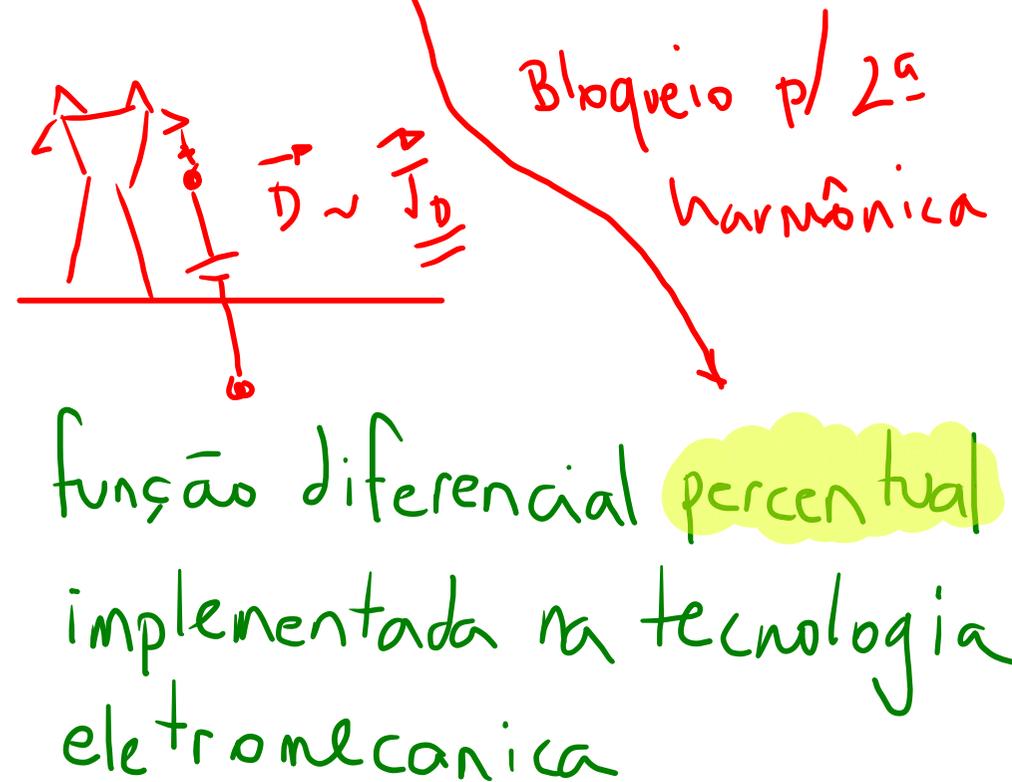
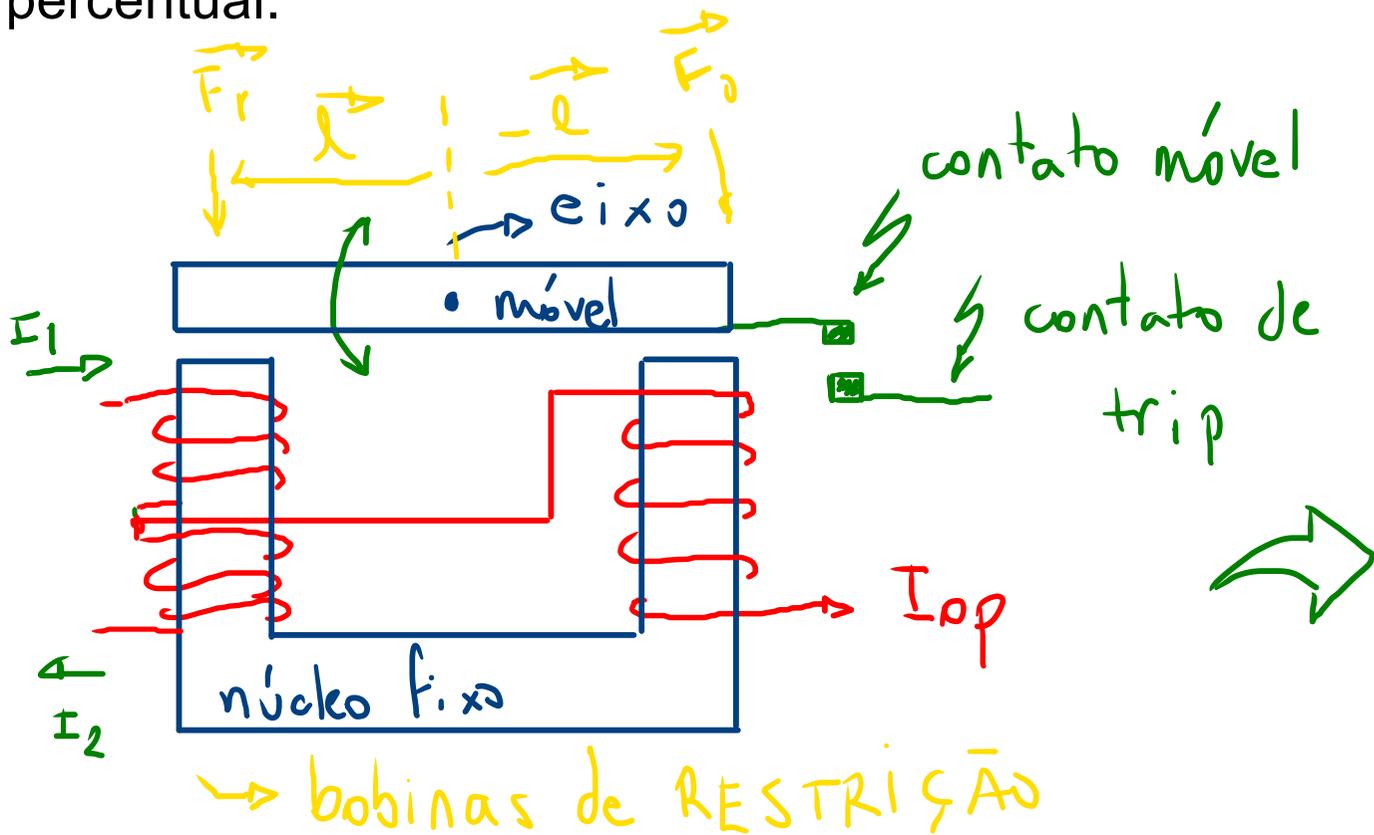
Embora a proteção diferencial seja bastante precisa e seletiva, podem ocorrer falhas de segurança ou falhas de operação:

Falhas de segurança: ocorrem quando há saturação do TC para faltas externas ao elemento protegido, porque resulta em corrente de operação elevada (normalmente a saturação ocorre em apenas um dos terminais); ou por exemplo, para inrush de transformadores; mudança automática de tape em transformadores (quando o ajuste da corrente de operação é muito sensível);

Falhas de operação: ocorrem, por exemplo, quando a falta é de alta impedância, resultando em correntes de operação muito pequenas.

## Proteção diferencial (cont.)

Pra mitigar os erros decorrentes de saturação no TC, corrente de magnetização, correntes de deslocamento, etc. A função ANSI 87 (diferencial) é implementada como uma função percentual.

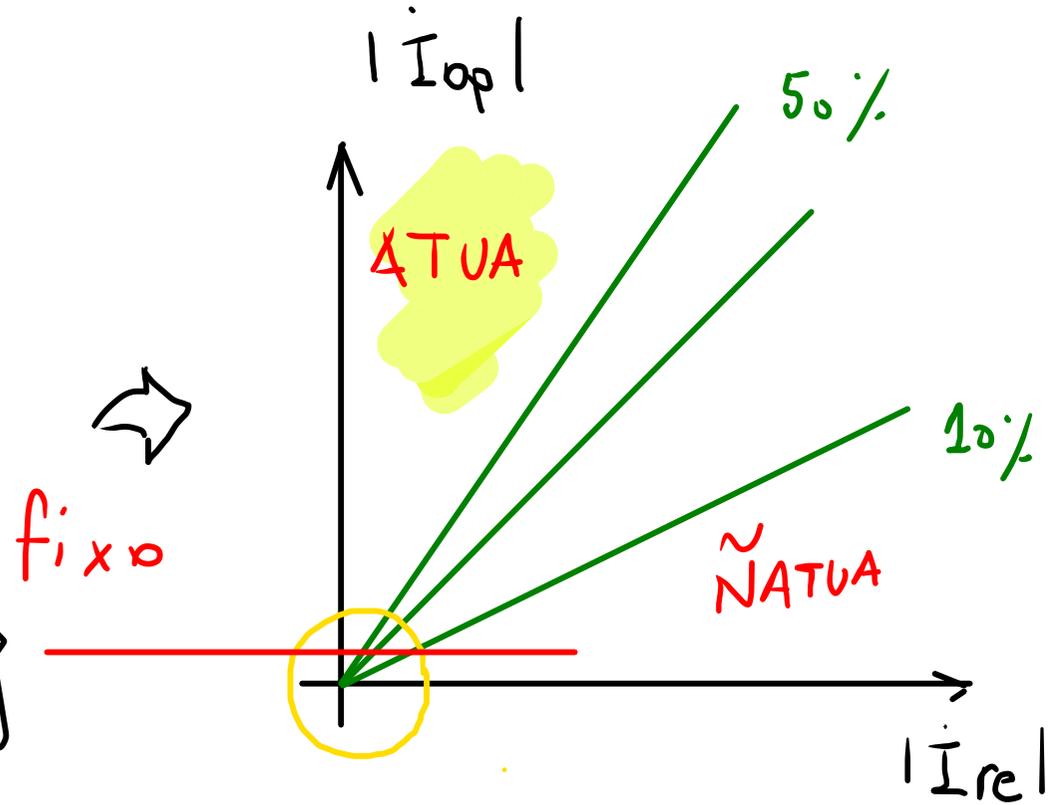


Para o relé atuar, o torque de operação deve ser maior do que o torque de restrição

$$\underbrace{T_{op}} > \underbrace{T_{re}}$$

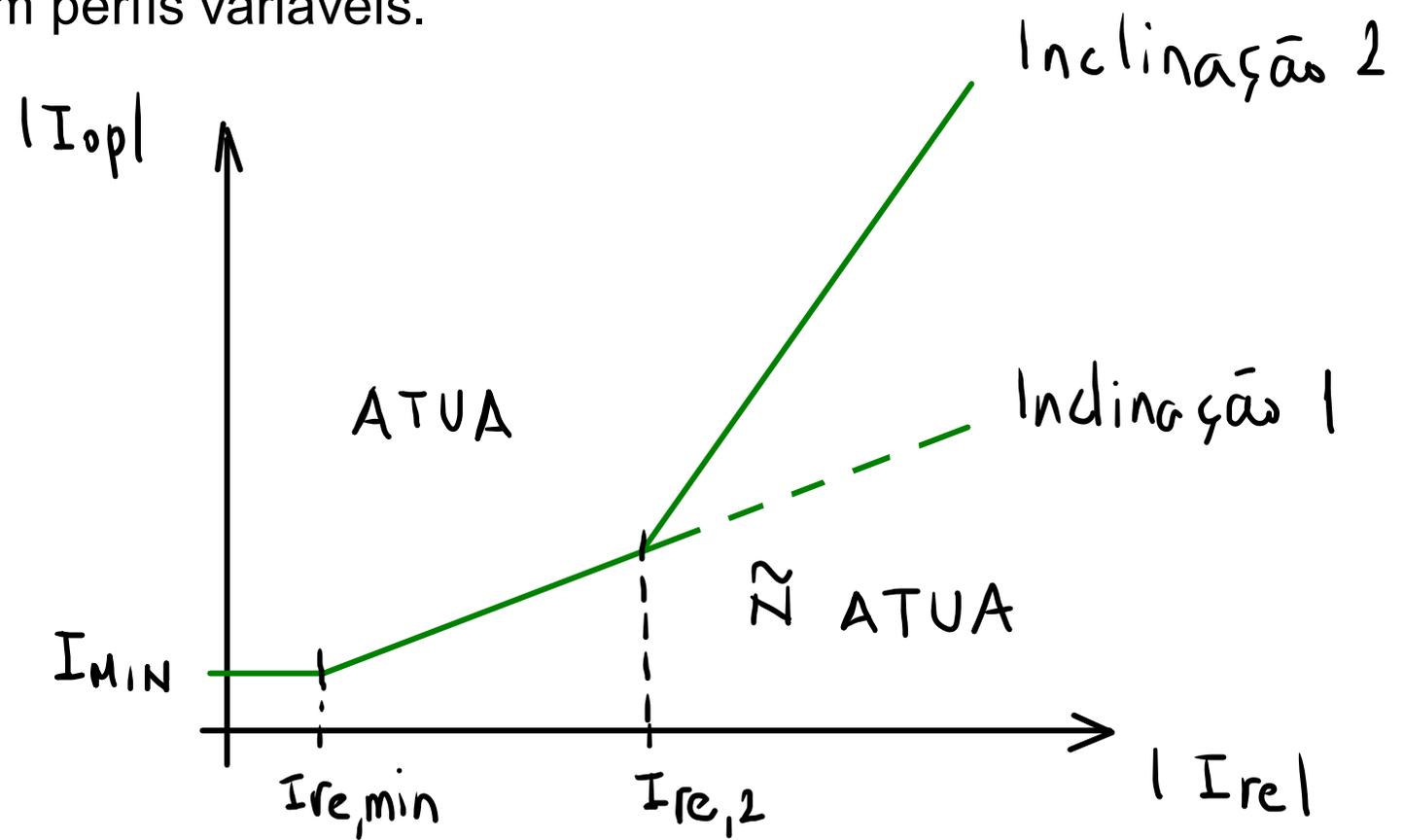
$$K_1 |I_{op}| > K_2 (|I_1| + |I_2|)$$

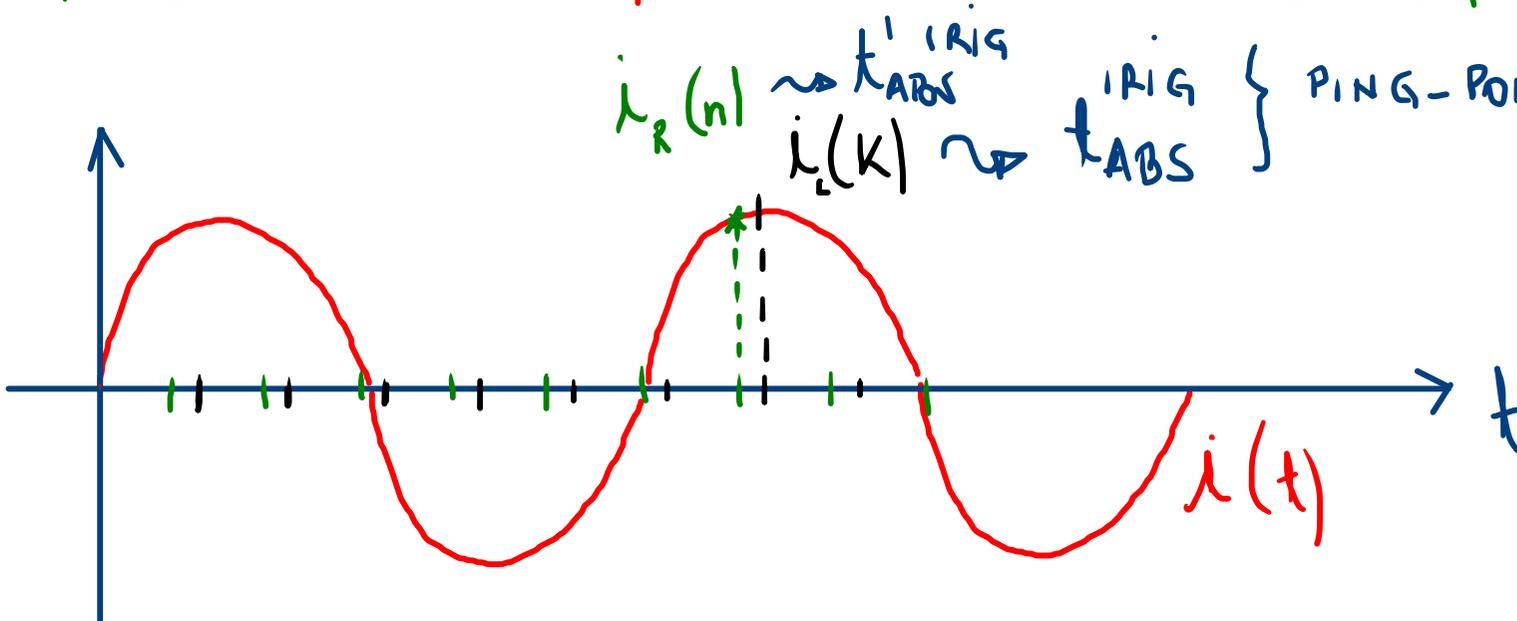
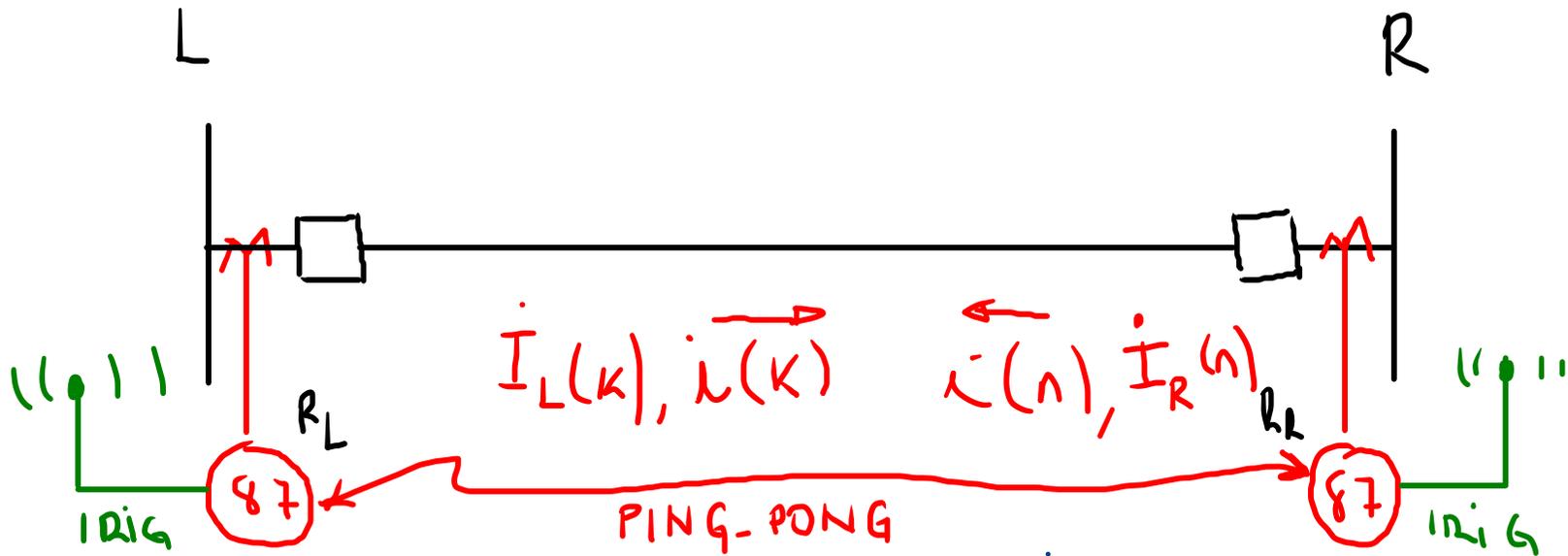
$$|I_1 - I_2| > \frac{2K_2}{K_1} \left\{ \frac{|I_1| + |I_2|}{2} \right\}$$



Na origem ñ se usa prot. diferencial percentual ( $I_{op} > \text{fixo}$ )

Uma característica de 50% significa que uma corrente passante (de restrição) de 100 [A] requer uma corrente de operação de 50 [A] para que o relé atue. Nos relés digitais existem funções com perfis variáveis.



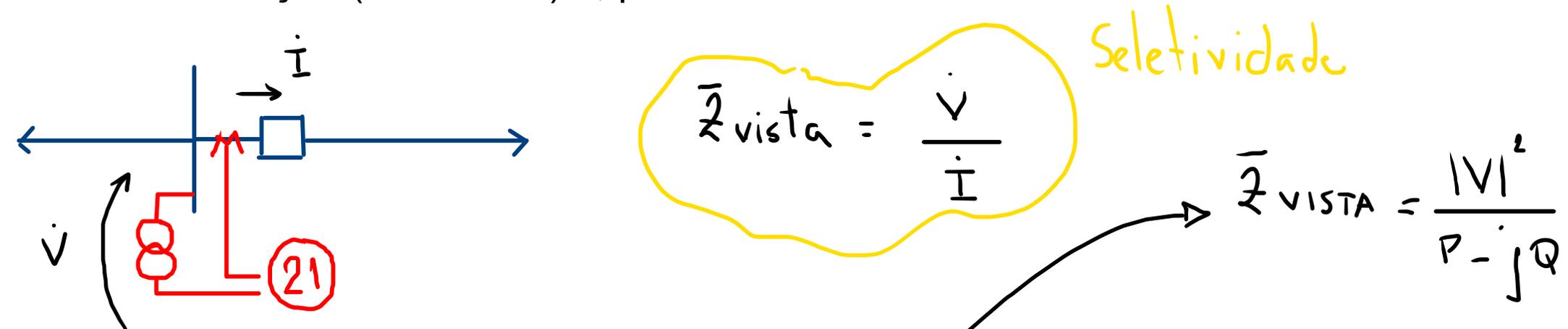


$i_R(n) \sim t_{ABS}^{IRIG}$      $i_L(k) \sim t_{ABS}^{IRIG}$  } PING-PONG  $\sim \Delta t$

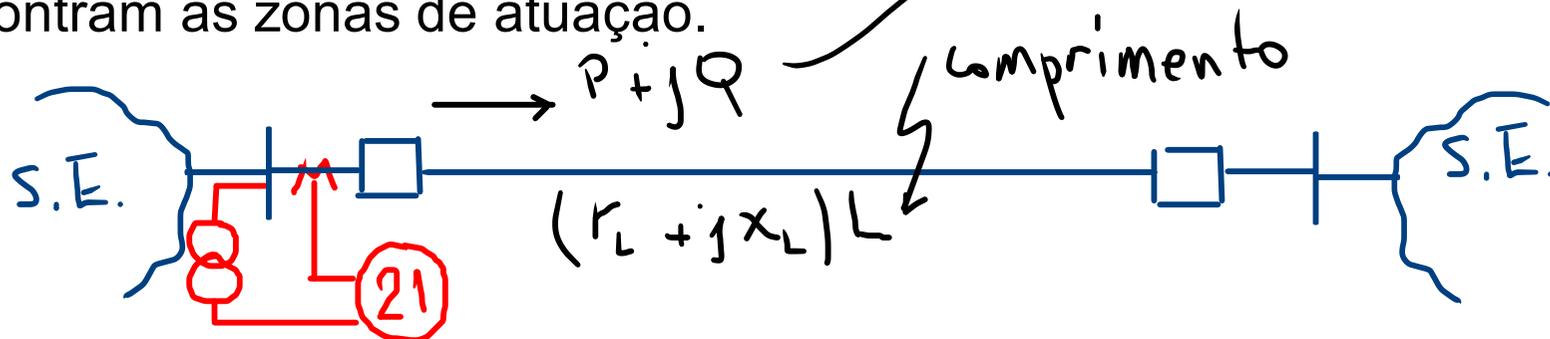
↓  
**GRAUS!**  
 ==

### 4.3.3 Proteção de distância

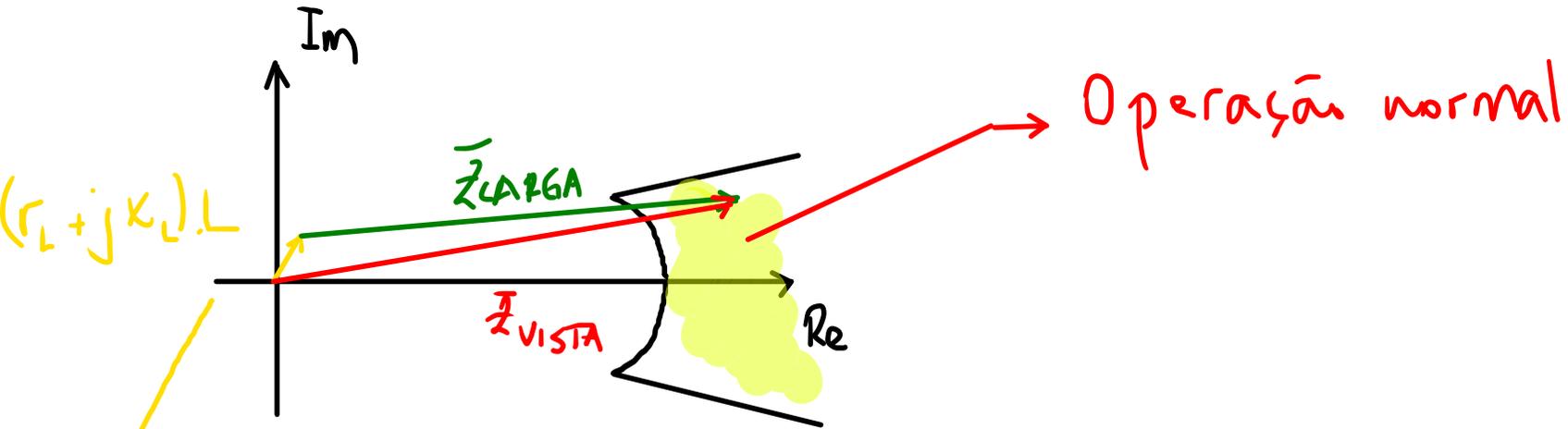
É uma função que calcula a impedância "vista" pelos pontos de instalação dos transformadores de instrumentação (TCs e TPs) e, portanto:



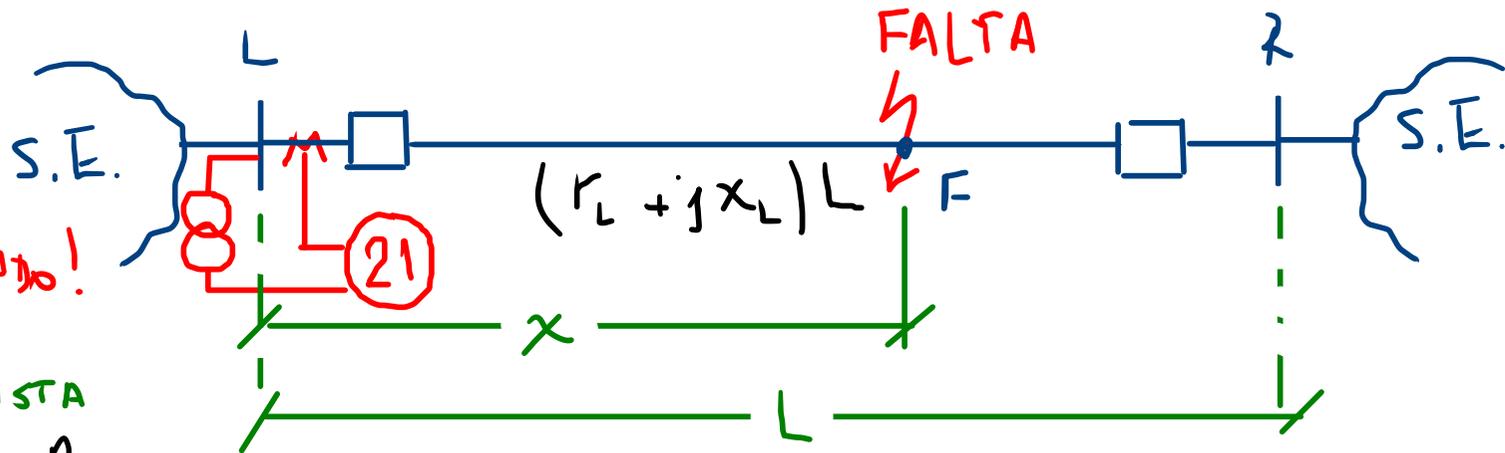
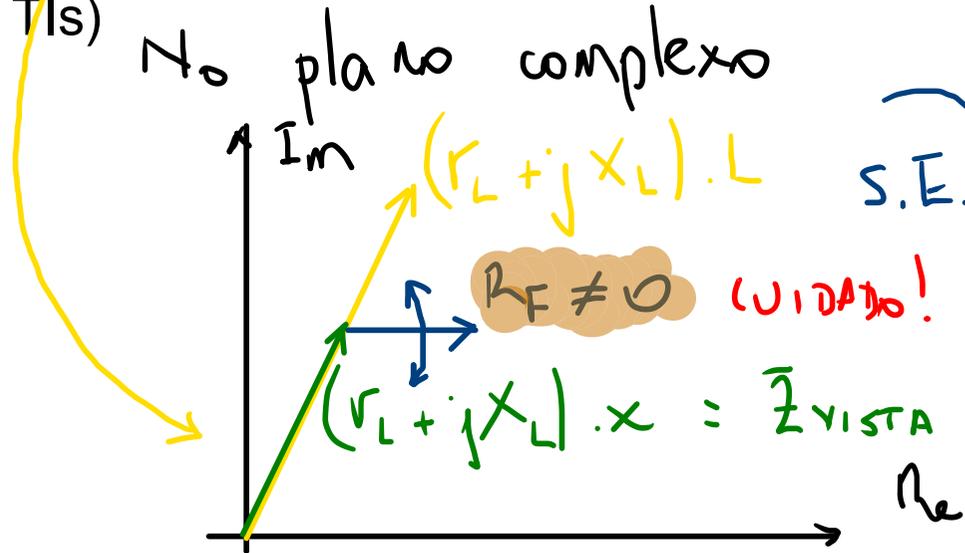
a) Operação normal: A função de distância é usada para detectar falhas em linhas de transmissão, subexcitação e perda de sincronismo em geradores (ANSI 40), falhas entre espiras em reatores shunt. A resposta dessa função é analisada no plano complexo R-X onde se encontram as zonas de atuação.



No plano complexo:



b) Em condições de falta (curto-circuito franco na linha -  $R_f = 0$ , a uma distância "x" dos TIs)



Esta atividade consiste na codificação de uma função de sobrecorrente temporizada (ANSI 51), utilizando-se script em Octave ou Matlab. Essa função deve ser implementada considerando os seguintes requisitos:

- 1) Possibilidade de escolha da família de curvas e do tipo de curvas: IEEE ou IEC
- 2) Escolha da corrente de pickup em valores primários
- 3) Escolha do multiplicador de tempo da curva: MT

Essa função deve ser implementada em um IED virtualizado, trifásico, que possui as seguintes características:

- 1) Capacidade de memória limitada (representada por um buffer circular para armazenagem de cada um dos três sinais de corrente, com valor inteiro de número de ciclos configurável)
  - 2) Frequência de amostragem configurável, porém múltipla inteira de 960 [Hz]
- Comando de trip individual por fase

**ATENÇÃO:** A entrega desta atividade é o upload do código desenvolvido.

Cada grupo de alunos deve entregar um relatório, utilizando o template disponível no "Índice" da aba "Atividades", que contenha uma análise do desempenho da função de proteção desenvolvida para os casos de simulação fornecidos. Esse relatório não deve exceder quatro páginas e deve conter as informações que o grupo achar pertinentes.

As informações adicionais para o ajuste da função de proteção estão disponíveis neste arquivo.

