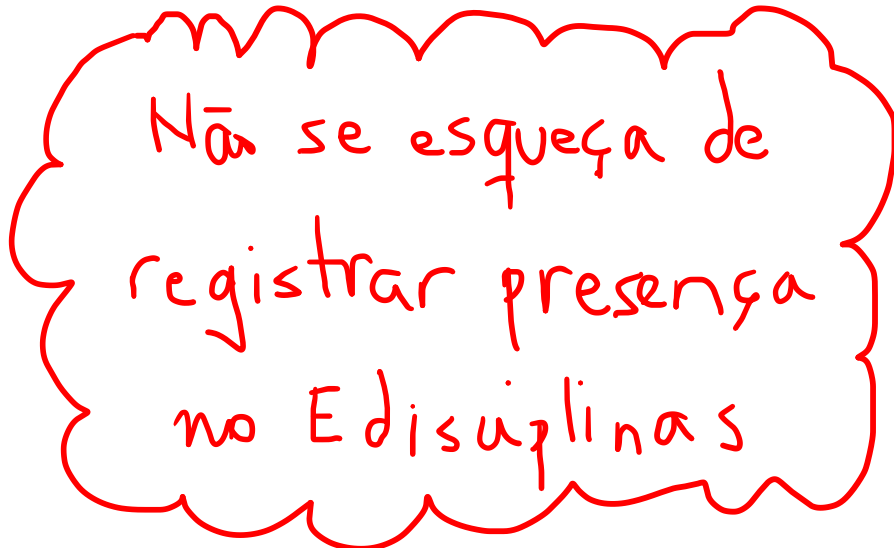


PEA3412 - Proteção e automação de sistemas elétricos I

Atividade #3

- Foi colocado um link para submissão de relatório de análise de desempenho da proteção de sobrecorrente desenvolvida (com base em template que está na sub-aba "Índice" da aba "Atividades")



Não se esqueça de
registrar presença
no Edisciplinas

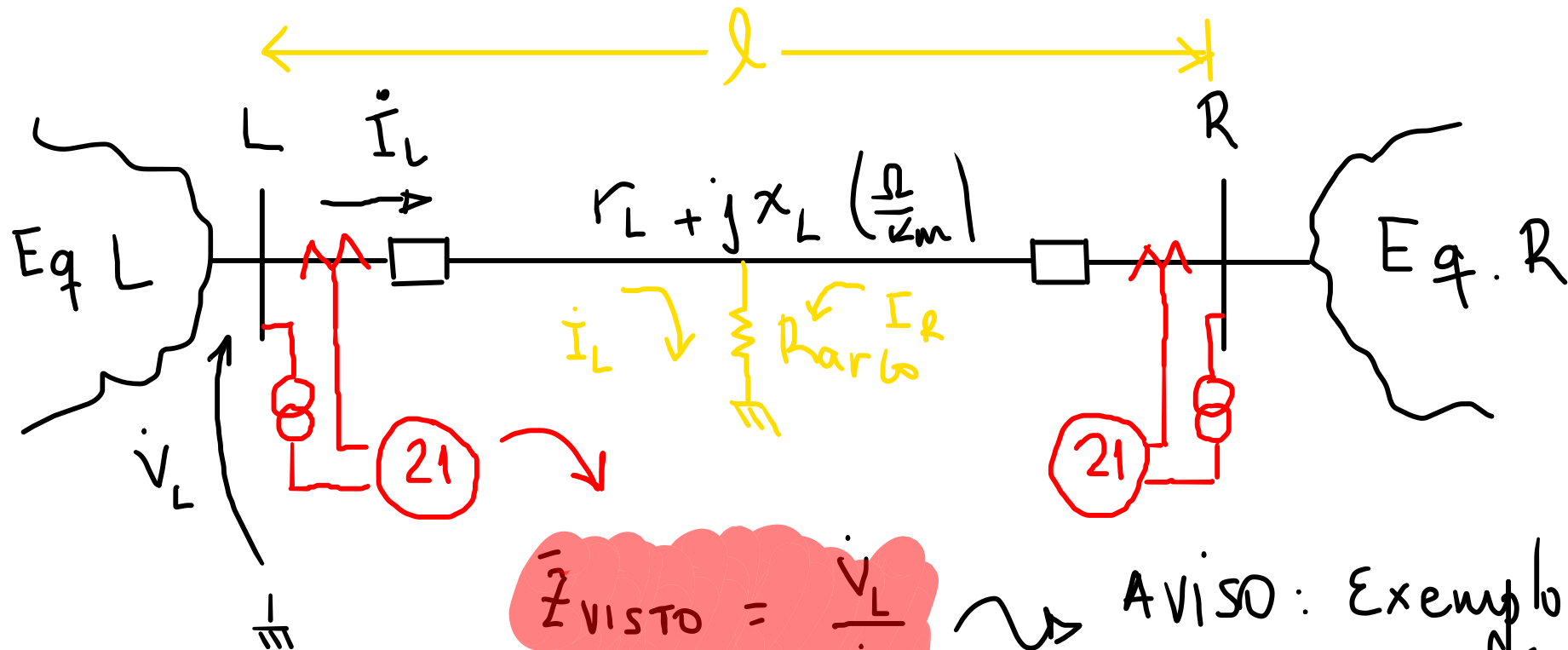
4.3.3 Proteção de distância

Baseia-se na impedância "vista" pelo IED, no ponto de conexão dos transformadores de instrumentação. A impedância é calculada como a razão entre tensão e corrente fasoriais.

$$\bar{Z}_{\text{VISTA}} = \frac{\dot{V}}{\dot{I}} = R + jX$$

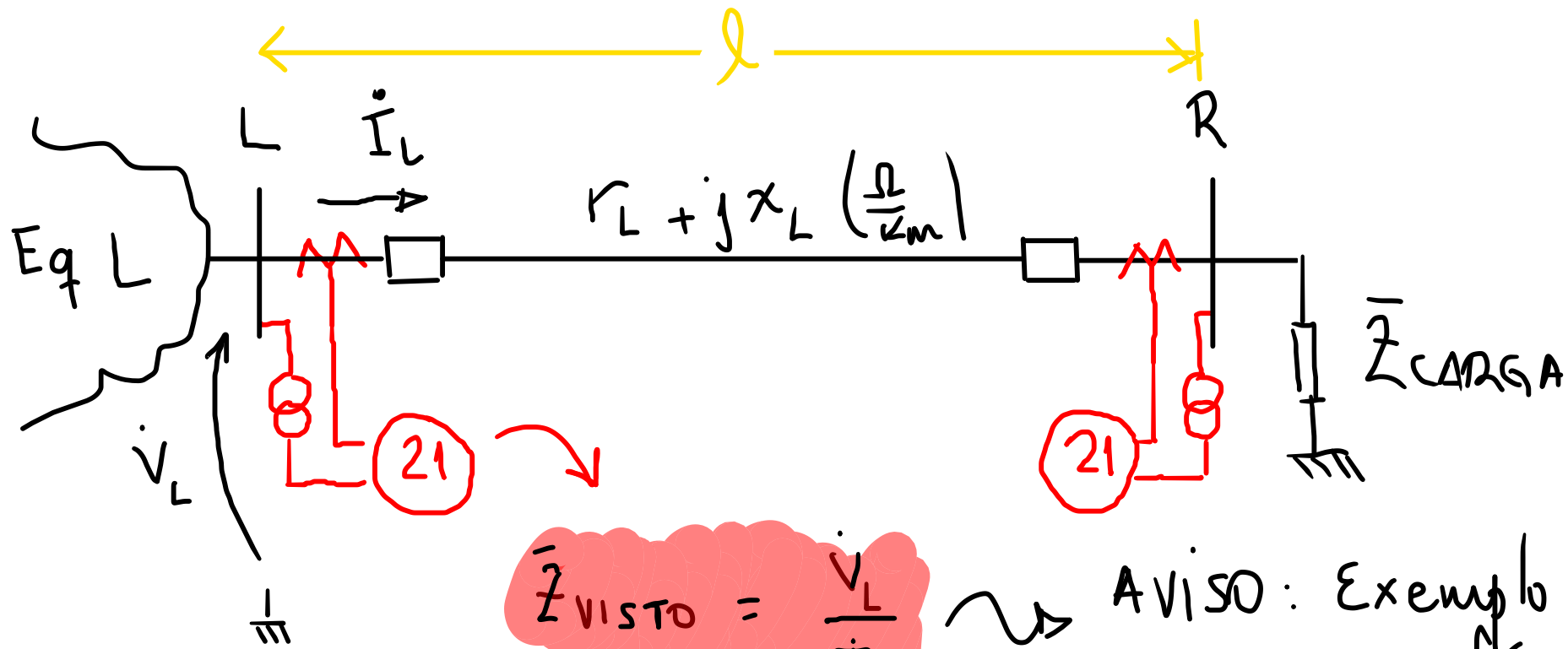
A função de distância (ANSI 21) pode ser usada para detectar falhas em LTs e reatores, e também na detecção de

subexcitação em geradores síncronos. A resposta dessa função é analisada no plano complexo (R-X)



$$\bar{Z}_{VISTO} = \frac{\dot{V}_L}{\dot{I}_L}$$

AVISO: Exemplo de L.T. monofásica



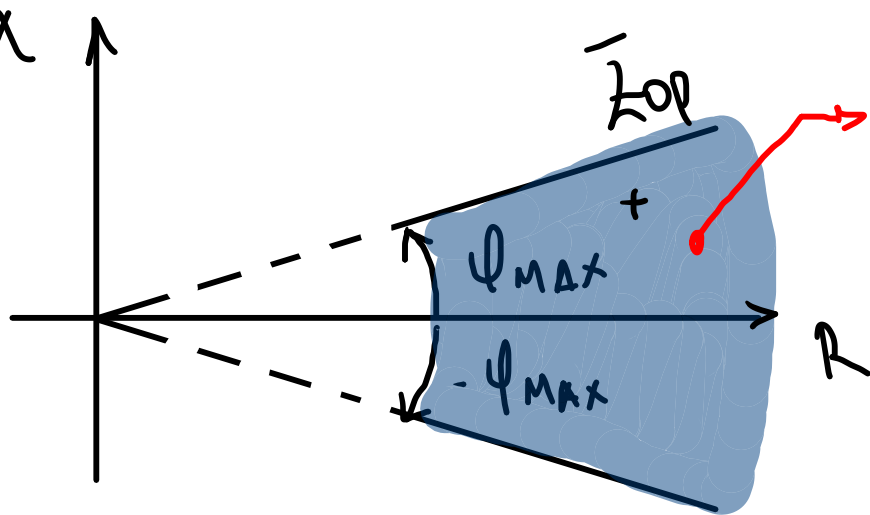
$$\bar{Z}_{\text{VISTO}} = \frac{\dot{V}_L}{\dot{I}_L} \rightsquigarrow \text{AVISO: Exemplo de L.T. monofásica}$$

a) Em condições normais, a impedância vista pela função 21 no terminal "L" deve ser bem maior que impedância total da linha entre os terminais "L" e "R". Essa impedância será mínima para o MAIOR carregamento

{ Admitindo que o maior carregamento é $S_{MAX} \angle \varphi$

{ Tem-se: $\bar{Z}_{visto,min} = l \cdot (r_L + jX_L) + \frac{V^2}{S_{MAX}} \angle \varphi_{MAX}$

⇒ No plano R-X:

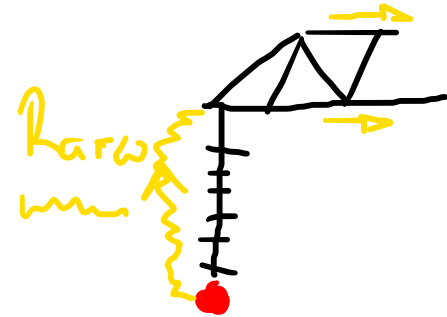
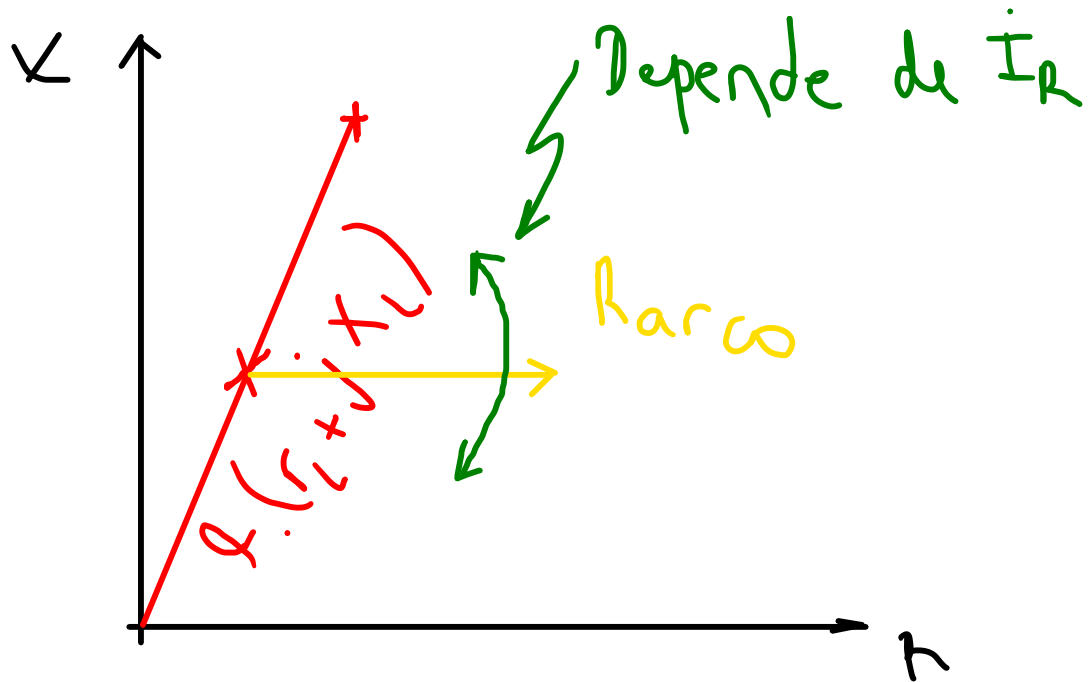


região de operação NORMAL

b) Quando ocorre um curto-circuito a uma distância "df" do terminal "L", a impedância vista pela função 21 instalada no terminal "L" será:

$$\bar{Z}_{visto, df} = df \cdot (r_L + jx_L) + R_F$$

Admitindo $R_F = 0$, tem-se a seguinte curva no plano R-X



c) Operação em sistemas trifásicos mutuamente acoplados

Em sistemas trifásicos é mais coerente utilizar componentes simétricas porque os circuitos resultantes são independentes entre si (são três circuitos monofásicos independentes).

Sendo assim, a função de distância calcula a impedância de sequência positiva, tomando como dados de entrada as tensões de fase e de linha e as correntes de linha. Ou seja, é possível calcular a impedância de sequência positiva por meio de seis elementos: três elementos de terra e três elementos de fase.

São eles:

$A_N, B_N, C_N \rightsquigarrow$ elementos de Terra

$A_B, B_C, C_A \rightsquigarrow$ elementos de Fase

✓ Elementos de terra:

$$AN) \quad \dot{V}_{AN} = \bar{z}_p \cdot df \cdot \dot{I}_A + \bar{z}_m \cdot df \cdot (\dot{I}_B + \dot{I}_C) + \cancel{\dot{V}_{AN,F}} = 0$$

$$\text{Onde: } \dot{I}_0 = \frac{\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C}{3} \quad \leadsto \quad \dot{I}_B + \dot{I}_C = 3\dot{I}_0 - \dot{I}_A$$

$$\text{Então: } \dot{V}_{AN} = df \left\{ \bar{z}_p \cdot \dot{I}_A + \bar{z}_m (3\dot{I}_0 - \dot{I}_A) \right\}$$

$$\dot{V}_{AN} = df \left\{ (\bar{z}_p - \bar{z}_m) \dot{I}_A + 3\bar{z}_m \dot{I}_0 \right\}$$

$$\text{Dado que: } \bar{z}_1 = \bar{z}_p - \bar{z}_m ; \quad \bar{z}_0 = \bar{z}_p + 2\bar{z}_m$$

$$\bar{z}_m = \frac{\bar{z}_0 - \bar{z}_1}{3}$$

$$\frac{(\bar{z}_0 - \bar{z}_1)}{3} \cdot \bar{z}_1$$

✓ Multiplicando o termo em $\dot{I}_0$ por $\bar{z}_1/\bar{z}_1$ e isolando $\bar{z}_1$ na equação, tem-se:

$$\text{df. } \bar{z}_1 = \frac{\dot{V}_{AN}}{\dot{I}_A + K \cdot \dot{I}_0}, \quad \text{onde: } K = \frac{\bar{z}_0 - \bar{z}_1}{\bar{z}_1}$$

Esse equacionamento vale para as demais fases e, portanto:

$$\text{BN) } \text{df. } \bar{z}_1 = \frac{\dot{V}_{BN}}{\dot{I}_B + K \cdot \dot{I}_0}$$

$$\text{CN) } \text{df. } \bar{z}_1 = \frac{\dot{V}_{CN}}{\dot{I}_C + K \cdot \dot{I}_0}$$

✓ Elementos de fase:

$$BC) \begin{cases} \dot{V}_{BN} = \{ \bar{z}_m \dot{I}_A + \bar{z}_p \dot{I}_B + \bar{z}_m \dot{I}_C \} \cdot df + \cancel{\dot{V}_{BN,F}} \\ \dot{V}_{CN} = \{ \bar{z}_m \dot{I}_A + \bar{z}_m \dot{I}_B + \bar{z}_p \dot{I}_C \} \cdot df + \cancel{\dot{V}_{CN,F}} \end{cases}$$

$= 0$
 $= 0$

$$\dot{V}_{BN} - \dot{V}_{CN} = df \{ \underbrace{(\bar{z}_p - \bar{z}_m)}_{\bar{z}_1} \cdot (\dot{I}_B - \dot{I}_C) \}$$

Portanto: $df \cdot \bar{z}_1 = \frac{\dot{V}_{BC}}{\dot{I}_{BC}}$

$$AB) df \cdot \bar{z}_1 = \frac{\dot{V}_{AB}}{\dot{I}_{AB}}$$

$$CA) df \cdot \bar{z}_1 = \frac{\dot{V}_{CA}}{\dot{I}_{CA}}$$