

PEA5729 - Proteção de sistemas elétricos de potência

Aula 2 - 23/09

2. Transformadores de instrumentação

2.1 Transformadores de potencial

2.1.1 Do tipo indutivo

2.1.2 Do tipo capacitivo

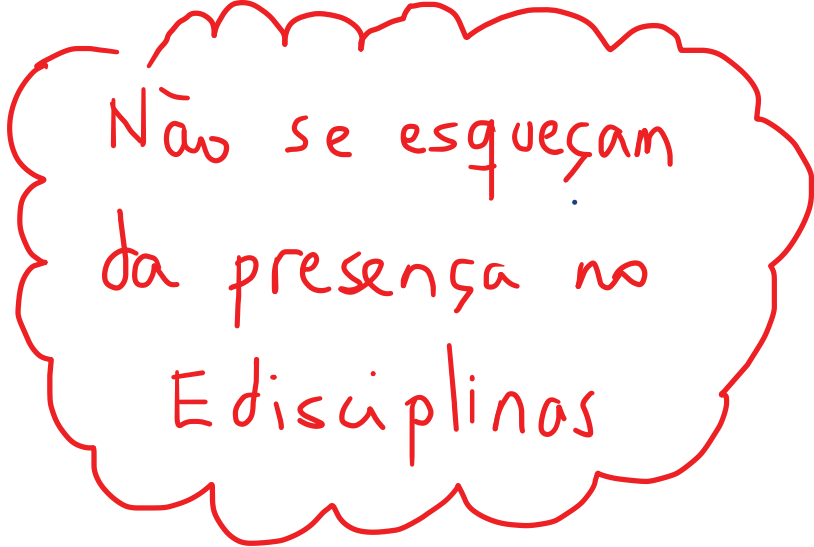
2.2 Transformadores de corrente

2.2.1 Comportamento do ramo magnetizante

a) Saturação por AC

b) Saturação por CC

2.3 Critérios de dimensionamento de TCs



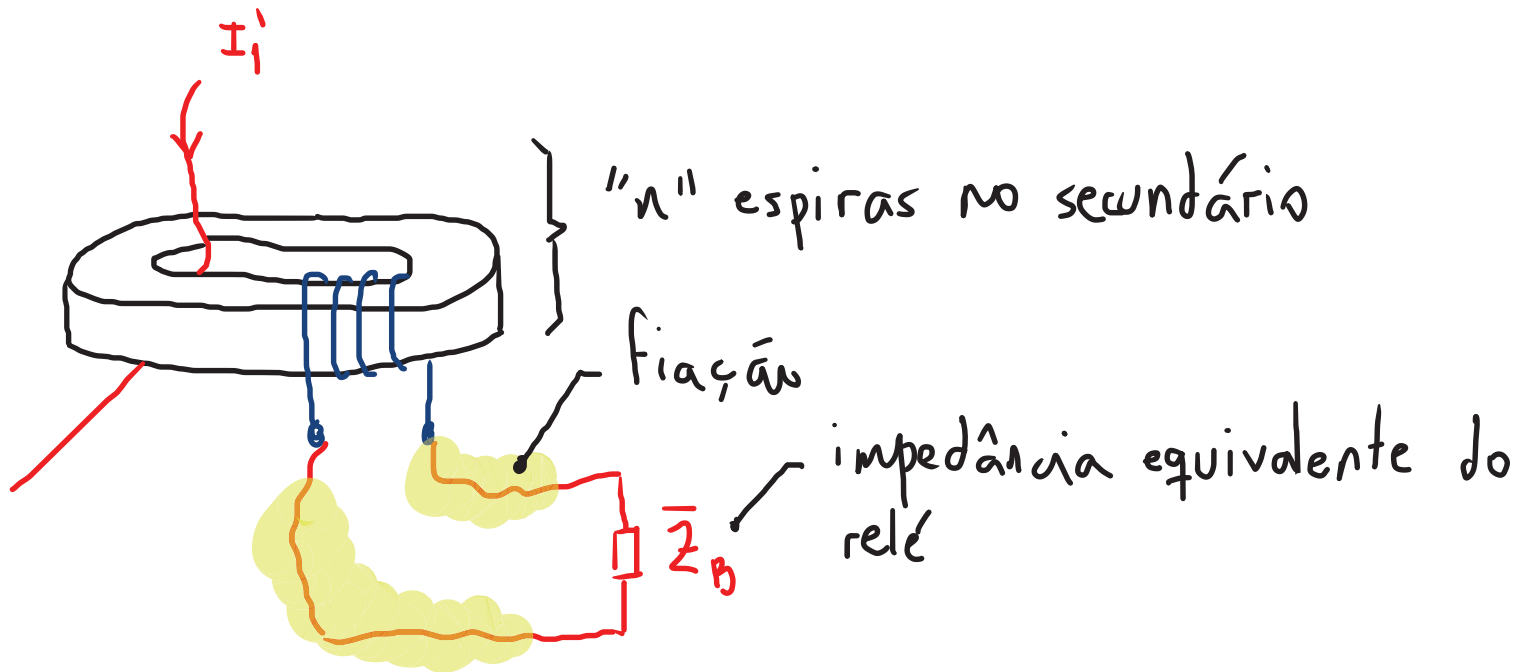
Não se esqueçam
da presença no
Edisciplinas

2. Transformadores de corrente

SIBI / GEDWEB

Além da bibliografia recomendada, recomenda-se também a leitura da norma ABNT NBR-6856

Networks of Power
Thomas P. Hughes

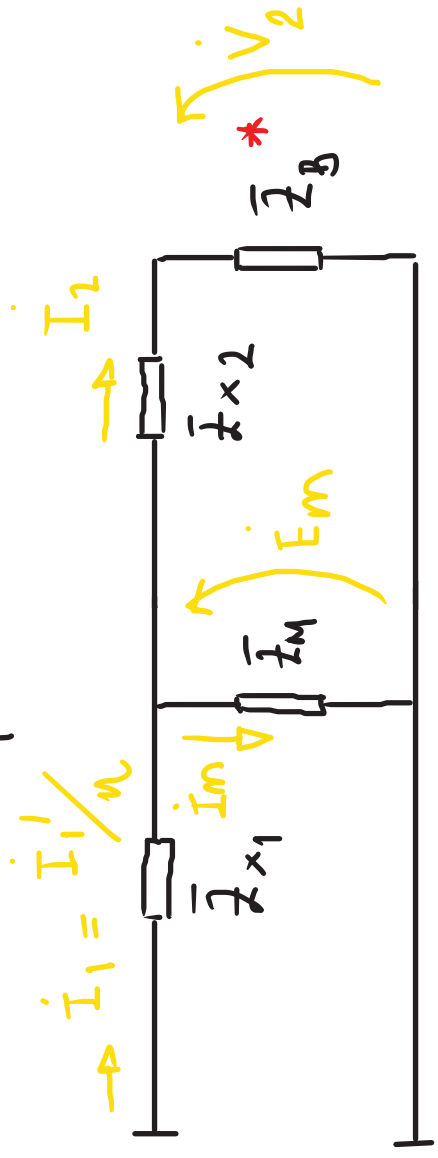


Obs: Fiação inclusa

✓ O circuito equivalente :



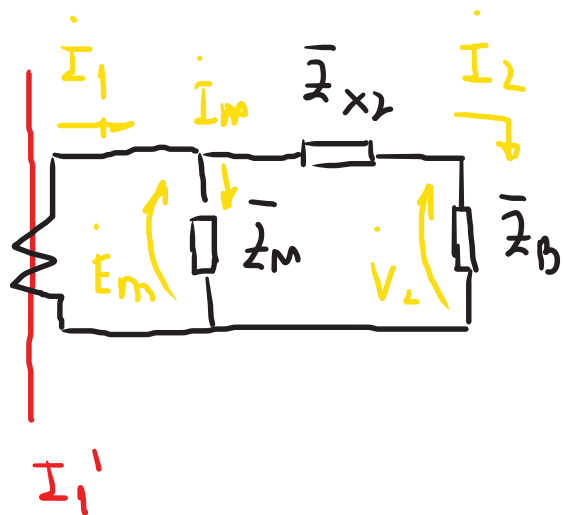
✓ Refletindo para o secundário :



✓ I_1' é imposta pelo sistema

✓ Incorpora-se Z_{x1} em Z_{x2}

Então :



✓ onde :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{Z}_M \text{ e } f(E_M) \text{ e } \bar{Z}_M = n^2 \cdot \bar{Z}_M' \\ I_1' \text{ e } I_2 \text{ s\~{a}o as correntes prim\~{a}ria e} \\ \text{secund\~{a}ria} \\ \bar{Z}_B \text{ \text{e} a soma do burden da fia\~{c}o\~{a}o} \\ \text{com o burden do rel\~{e}} \end{array} \right.$$

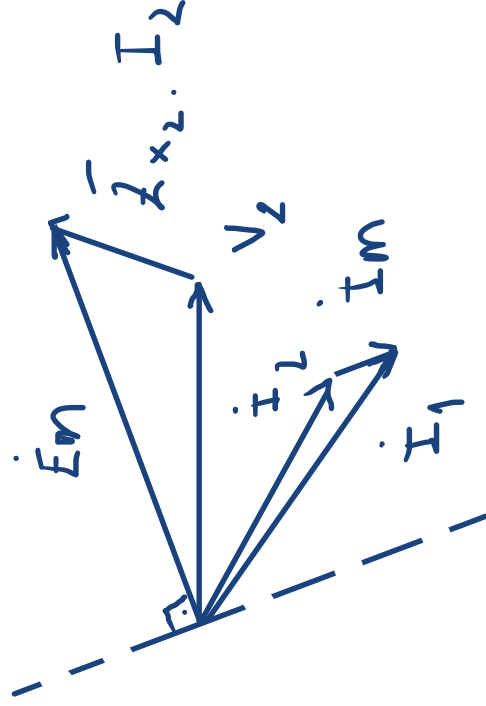
Obs.: tipicamente o burden é especificado em termos de potência aparente, ou de impedância (em [ohms]) com fator de potência.

E o diagrama de fasores fica:

$$1) \dot{E}_M = \bar{Z}_{x2} \dot{I}_2 + \dot{V}_2$$

$$2) \dot{I}_M = \frac{\dot{E}_M}{\bar{Z}_M} *$$

$$3) \dot{I}_1 = \dot{I}_2 + \dot{I}_M$$



* Obs: considerando sem saturação

Sendo assim, pode-se definir o erro de transformação de corrente:

$$\varepsilon = \frac{\dot{I}_1 - \dot{I}_2}{\dot{I}_1} = \frac{\dot{I}_M}{\dot{I}_1} \quad (\varepsilon \text{ é um número complexo})$$

Nesse contexto, quanto menor a impedância de burden, menor a força eletromotriz induzida no secundário do TC e menor a corrente de magnetização. Isso significa que, nesse caso, o erro diminui. Idealmente, espera-se que a impedância de burden seja nula e que o TC funcione com um curto-circuito entre os seus terminais.

Atenção: um erro de transformação de 5% significa que a magnitude da corrente de magnetização é 5% da magnitude da corrente primária refletida ao secundário do TC, no entanto, não significa que corrente que circula pelo burden é 5% menor porque o erro é um número complexo.

Sendo assim, é importante definir o fator de correção da relação (FCR) que é definido como o valor que multiplica a relação de espiras para se obter a relação real.

$$\epsilon = \frac{\dot{i}_M}{\dot{I}_1} \rightsquigarrow \epsilon \cdot \dot{I}_1 = \dot{I}_1 - \dot{I}_2$$

$$\dot{I}_2 = (1 - \epsilon) \cdot \dot{I}_1 \quad \swarrow \text{relação nominal}$$

$$\therefore \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2} = \frac{1}{1 - \epsilon} \rightsquigarrow \underbrace{\frac{\dot{I}_1'}{\dot{I}_2}}_{\text{relação real}} = \underbrace{\frac{1}{1 - \epsilon}}_{\text{FCR}} \cdot n$$

Ex.: Considere um TC com as seguintes características

$$r : 500/5$$

$$\bar{z}_{x2} = 0,01 + j0,1 \text{ } [\Omega]$$

$$\bar{z}_0 = 2 \text{ } [\Omega] \text{ (puramente resistivo)}$$

$$\bar{z}_M = 4 + j15 \text{ } [\Omega] \text{ (cte.)}$$

- Determine o erro e o FCR para o burden apresentado
- Idem para um novo burden de 1 [ohm], puramente resistivo
- Idem para um outro burden de 1 [ohm], puramente indutivo