

GRANDEZAS POR UNIDADE (PU)

(i) Definição

$$\text{Valor (pu)} = \frac{\text{Grandeza}}{\text{Base (referência)}}$$

(ii) Vantagens

1) Uma grandeza elétrica em pu é mais significativa em termos de comparação

2) Não há distinção entre:

tensão de fase e de linha

potência monofásica e trifásica

tensão primária e secundária nos transformadores

(iii) A transformação

Sejam A,B,C grandezas quaisquer que guardam entre si a seguinte relação:

$$A = B C \quad (1)$$

Considerando A_{base} , B_{base} , C_{base} as bases para as grandezas A, B e C, respectivamente, temos:

$$\begin{aligned}A(\text{pu}) &= A / A_{\text{base}} \\B(\text{pu}) &= B / B_{\text{base}} \\C(\text{pu}) &= C / C_{\text{base}}\end{aligned}\tag{2}$$

A relação (1) deve continuar válida após esta transformação. Assim,

$$A(\text{pu}) = B(\text{pu}) \cdot C(\text{pu})\tag{3}$$

ou

$$\frac{A}{A_{\text{base}}} = \frac{B}{B_{\text{base}}} \cdot \frac{C}{C_{\text{base}}}\tag{4}$$

Substituindo a relação (1) na (4), temos:

$$A_{\text{base}} = B_{\text{base}} \cdot C_{\text{base}}$$

Conclusão: As bases devem satisfazer a relação (1) entre as grandezas originais.

(iv) Grandezas elétricas

V_b - tensão base (KV)

I_b - corrente base (KA)

S_b - potência base (MVA)

$$Z_b = \frac{V_b}{I_b} = \frac{V_b^2}{S_b} \quad - \text{ impedância base (Ohms)}$$

Obs: - A base deve ser escolhida de tal modo que as grandezas a ela referidas fiquem próximas da unidade.

- Usualmente se especifica S_b e V_b .

- Note que

$$Z_b = \frac{V_{b\phi}^2}{S_{b\phi}} = \frac{(V_{bL}/\sqrt{3})^2}{S_{b3\phi}/3} = \frac{V_{bL}^2}{S_{b3\phi}}$$

ou seja, é irrelevante usar valores por fase para V_b e S_b ou valores de linha e 3ϕ , respectivamente.

(v) Mudança de base

Grandeza Z em pu na base 1:

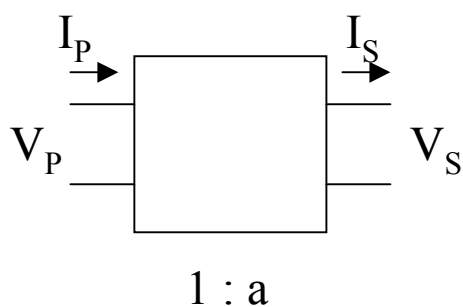
$$Z_1 = \frac{Z}{Z_{b1}} \quad \text{pu}$$

Grandeza Z em pu na base 2:

$$Z_2 = \frac{Z}{Z_{b2}} = \frac{Z_1 * Z_{b1}}{Z_{b2}} = Z_1 * \frac{V_{b1}^2 / S_{b1}}{V_{b2}^2 / S_{b2}}$$

$$\therefore Z_2 = Z_1 * \frac{V_{b1}^2}{V_{b2}^2} * \frac{S_{b2}}{S_{b1}}$$

(vi) Transformador ideal



$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{I_S}{I_P} = \frac{1}{a}$$

Base primária: V_{BP} e S_{BP}

Base secundária: V_{BS} e S_{BS}

$$\frac{V_{BP}}{V_{BS}} = \frac{1}{a}$$

$$S_{BP} = S_{BS}$$

Assim,

$$V_P(\text{pu}) = \frac{V_P}{V_{BP}} = \frac{V_S/a}{V_{BS}/a} = V_S(\text{pu})$$

$$I_P(\text{pu}) = I_S(\text{pu})$$

Conclusão: Para um sistema, a base de potência é única e a base de tensão é função da relação de tensões dos transformadores

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

W.D. STEVENSON JR. - Elementos de Análise de Sistemas de Potência, 2a.Edição em Português, Ed. McGraw-Hill Ltda., 1986.

J.J.GRAINGER AND W.D. STEVENSON JR., “Power System Analysis”, McGraw-Hill, New York, 1994.