

**Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo**

**Departamento de Engenharia de Energia e Automação  
Elétricas**



**PEA3201 - Eletricidade Geral II**

Lista de Exercícios 4 - Transformadores

Copyright ©2017 Gilberto Vilar

2017

1) Um transformador monofásico ideal de 13800/440V alimenta uma carga indutiva cuja impedância é dada por  $Z_L = 3 + j4\Omega$ . Determine:

a) A corrente na carga quando o primário é alimentado por tensão nominal.

b) A corrente no primário.

c) A impedância da carga refletida no primário.

d) A potência aparente consumida pela carga.

**Respostas:**

a)  $I_L = 8.8 \angle -53.13^\circ A$

b)  $I_1 = 2.8 \angle -53.13^\circ A$

c)  $Z'_L = 4.93 \angle 53.13^\circ k\Omega$

d)  $P_L = 23.2 kW$

2) Um transformador de 150kVA, 6600/380V, 60Hz apresenta as seguintes reatâncias de dispersão:  $X_1 = 12\Omega$  e  $X_2 = 0.04\Omega$ . As resistências de perda no ferro e a impedância de magnetização podem ser desprezadas. Determine:

a) O circuito equivalente refletido no primário do transformador.

b) A corrente absorvida pelo primário. Suponha que uma carga de impedância  $Z_L = 0.8 + j0.6\Omega$  é ligada no secundário do transformador, e uma fonte de 6600V – 60hz é ligada no primário.

c) A corrente e a tensão na carga.

**Solução comentada:**

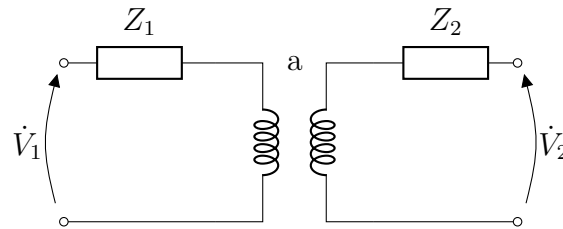
a) Circuito equivalente

1º Passo: Identificar elementos do transformador, convertendo-os para impedâncias utilizando notação fasorial:

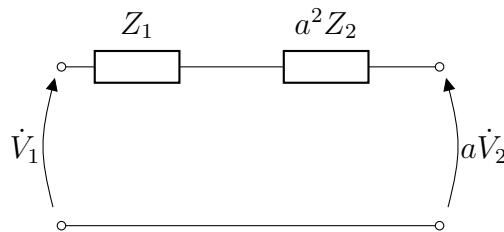
- Identificar tensão no primário como  $\dot{V}_1$  e tensão no secundário como  $\dot{V}_2$ .
- $X_1 = 12\Omega$  corresponde a reatância de dispersão do primário, sendo origem a  $Z_1 = j12\Omega$ . Analogamente,  $X_2 = 0.04\Omega$  é a reatância de dispersão do secundário, implicando em uma impedância  $Z_2 = j0.04\Omega$  no mesmo.

2º Passo: Construir o circuito geral.

sendo  $a$  a relação de transformação do transformador, temos:

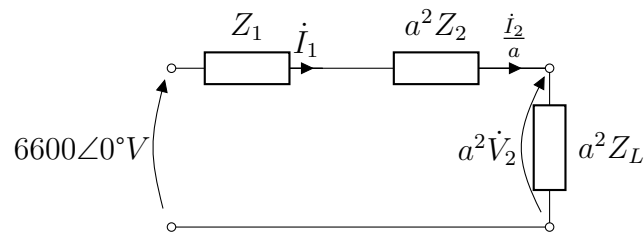


3º Passo: Refletir o circuito para o primário para obter o circuito equivalente:



b) A corrente absorvida pelo primário.

1º Passo: Adicionar carga ao circuito equivalente:



2º Passo: Calcular impedância da carga refletida no primário.

Sendo  $a = \frac{6600}{380} = 17.37$  a relação de transformação, temos:

$$Z'_L = a^2 Z_L = 17.37^2 \times (0.8 + j0.6) \therefore Z'_L = 240 + j180\Omega$$

3º Passo: Calcular corrente no primário:

Aplicando a Lei de Kirschoff para tensões, temos:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{V}_1}{Z_1 + a^2 Z_2 + a^2 Z_L} = \frac{6600 \angle 0^\circ}{240 + j180 + j12 + 17.37^2 \times 0.04} \therefore \dot{I}_1 = 21 \angle -40.36^\circ$$

c) Corrente e tensão na carga.

1º Passo: Como se trata de um circuito em série, a corrente na carga não refletida ao primário pode ser calculada utilizando a relação de transformação  $a$ :

$$\dot{I}_L = \dot{I}_2 = a \dot{I}_1 = 17.37 \times 21 \angle -40.36^\circ \therefore \dot{I}_L = 365 \angle -40.36^\circ A$$

2º Passo: Tendo os valores da impedância e da corrente da carga, basta aplicar a 1ª Lei de Ohm para circuitos alternados.

Portanto,

$$\dot{V}_L = I_L \times Z_L = 365 \angle -40.36^\circ \times (0.8 + j0.6) \therefore \dot{V}_L = 365 \angle -3.5^\circ$$

**3)** Um transformador monofásico de  $250kVA$ ,  $13.8/0.44kV$  e  $60Hz$ , apresenta parâmetros representativos para suas perdas funcionais:

- Efeito Joule:  $R_1 = 3\Omega$  no primário e  $R_2 = 3m\Omega$  no secundário.
- Efeitos da dispersão:  $X_1 = j30\Omega$ , no primário, e  $X_2 = j0.031\Omega$ , no secundário.
- Perdas no ferro:  $R_f = 90k\Omega$  e  $X_m = 20k\Omega$ , por magnetização.

Com os dados acima:

- a) Desenhe o circuito equivalente deste transformador refletido ao primário.
- b) Calcule a tensão da fonte conectada ao primário, sabendo que no secundário está conectada uma carga que absorve a potência nominal sob tensão nominal com fator de potência 0,8 indutivo.
- c) Calcule o rendimento do transformador.

**Respostas:**

b)  $\dot{V}_1 = 14.59 \angle 3.2^\circ$

c)  $\eta = 0.979$