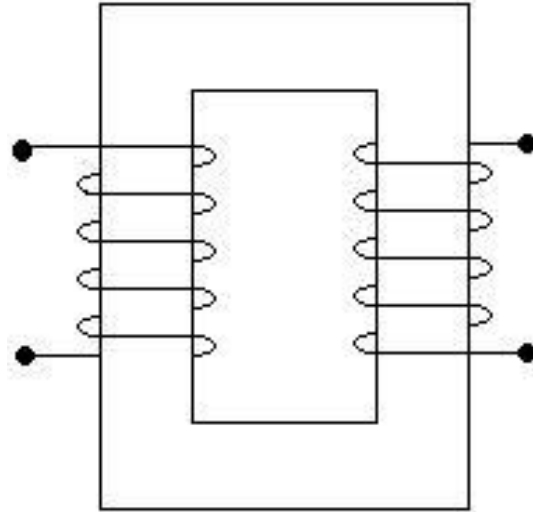
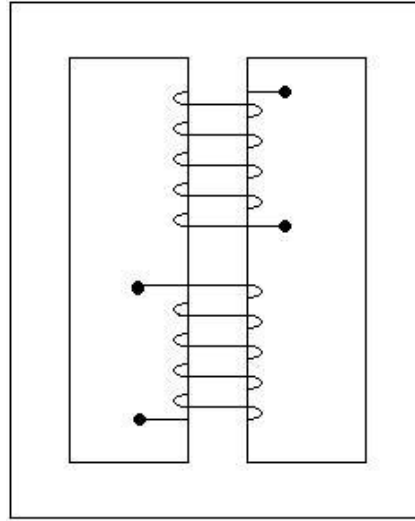


# Transformadores

- Tipos:
  - (i) **Monofásico de Núcleo Envolvido** (muito utilizado, barato, menos eficiente)
  - (ii) **Monofásico de Núcleo Envolvente** (eficiente, reatância menor, mais tecnologia)
  - (iii) **Trifásico de Núcleo Envolvido** ( mais barato)
  - (iv) **Trifásico de Núcleo Envolvente** (mais caro, maior rendimento, mais pesado, melhor qualidade)
  - (v) **Trifásico formado por banco de transformadores monofásicos**  
(Desempenho idêntico ao trafo trifásico de núcleo envolvente, pois os fluxos magnéticos são desacoplados, ou seja, os fluxos magnéticos não interagem)

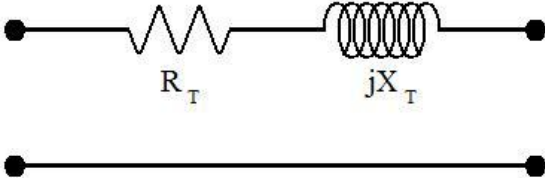
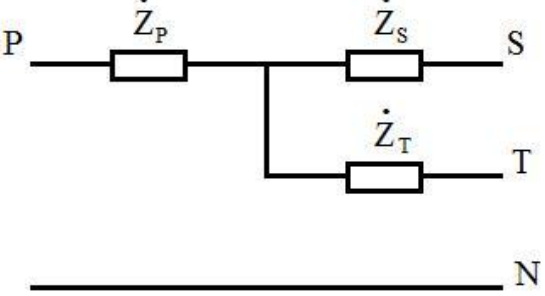


Transformador Monofásico Tipo Core



TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO SHELL

MODELO DE TRANSFORMADOR TIPO SHELL E CORE PARA A SEQÜÊNCIA POSITIVA E NEGATIVA

Enrolamento	Conexão	Circuito equivalente
2 enrolamentos	Todas	
3 enrolamentos	Todas	

# Impedância de Sequência Zero do Transformador

$Z_0$  depende do tipo do transformador, conexão das bobinas, forma do núcleo:

$$Z_0 = Z_1$$

$$Z_0 = 0,85 Z_1$$

$$Z_0 = 5 Z_1$$

$$Z_0 = 0$$

# Diagrama de Sequência Zero do Transformador

O diagrama de sequência zero do transformador depende:

- (i) tipo de conexão
- (ii) número de enrolamentos
- (iii) se o enrolamento é aterrado ou não

# Regras para determinação de circuito de seqüência zero de transformadores

Para sabermos se haverá fluxo de corrente de seqüência zero nos enrolamentos de um transformador devemos conhecer as características do sistema externo conectado a cada um dos enrolamentos do trafo. Para o estudo que se segue consideraremos que o sistema elétrico é sempre solidamente aterrado.

a) Se em um circuito não existe um caminho fechado para que o fluxo de corrente de seq. zero aconteça, a impedância de seq. zero deste circuito é infinita.

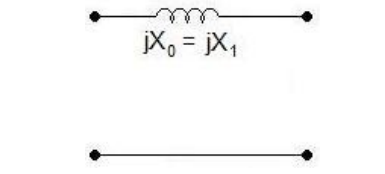
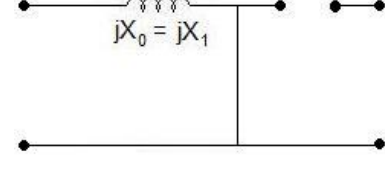
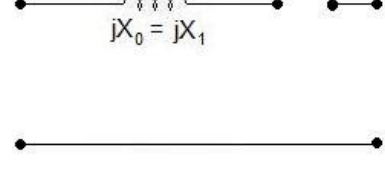
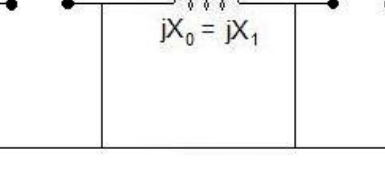
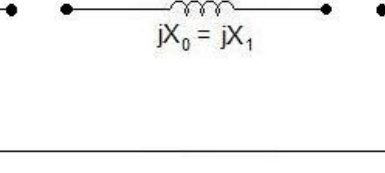
# Regras para determinação de circuito de seqüência zero de transformadores

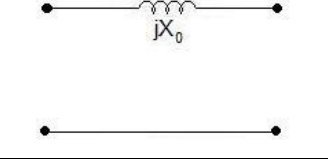
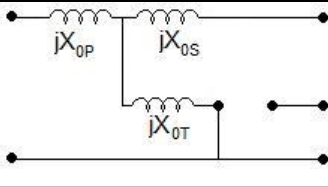
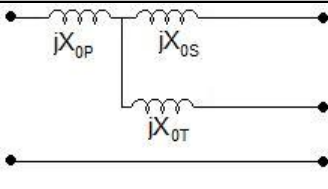
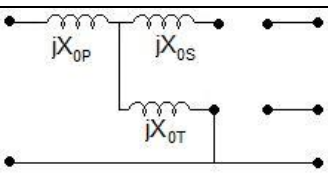
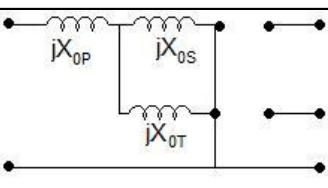
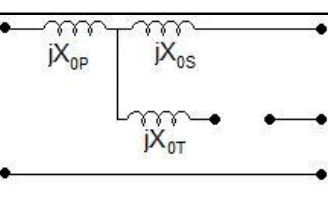
- b) Um enrolamento conectado em delta permite o fluxo de corrente de seq. zero dentro do enrolamento.
  
- c) Para que haja circulação de corrente de seq. zero num enrolamento de um transformador, é necessário que haja circulação de corrente de seq. zero (corrente de reação) em outro enrolamento do mesmo transformador.

Se existe circulação de corrente no enrolamento primário, deverá existir corrente de seq. zero no enrolamento secundário e na direção oposta à primeira.



MODELO DE TRANSFORMADOR TIPO SHELL PARA A SEQÜÊNCIA ZERO

Conexão	Circuito Equivalente
$Y_{\downarrow} Y_{\downarrow}$	
$Y_{\downarrow} \Delta$	
$Y_{\downarrow} Y$	
$\Delta \Delta$	
$Y Y$	

Autotransformador	
$Y_{\downarrow} \Delta Y_{\downarrow}$	
$Y_{\downarrow} Y_{\downarrow} Y_{\downarrow}$	
$Y_{\downarrow} \Delta Y$	
$Y_{\downarrow} \Delta \Delta$	
$Y_{\downarrow} Y Y_{\downarrow}$	

# Transformador (Tipo CORE)

- O fluxo magnético encontra dois *gaps* de ar (parte superior e inferior), o que diminui a impedância da bobina;
- A carcaça do transformador não pode transportar uma grande quantidade de fluxo, satura e força o circuito magnético a completar seu circuito magnético fora do tanque o que reduz mais ainda a impedância de seqüência zero.
- O fluxo fora do tanque induz correntes em uma direção tal que tende a anular o fluxo que as originou (O tanque age como um enrolamento em delta, de alta impedância)

- **Exemplo de Medição:**

Transformador (CORE): 4 MVA e 66/2,4 kV

A) A impedância de excitação de seq. zero foi medida antes do núcleo ser colocada na carcaça:  $x_m = 0.84$  pu

B) Depois de colocada no tanque:  $x_m = 0.36$  pu

**OBS: A impedância de excitação é representada considerando-se um trafo de  $n$  enrolamentos como se tivesse  $n+1$  enrolamentos (delta fictício)**

MODELO DE TRANSFORMADOR TIPO CORE PARA A SEQÜÊNCIA ZERO

Conexão	Circuito Equivalente
$Y_{\downarrow} Y_{\downarrow}$	
$Y_{\downarrow} Y$	
$Y_{\downarrow} \Delta$	
$Y_{\downarrow} \Delta Y$	
$Y_{\downarrow} \Delta \Delta$	