

1. Transformador: Como Analisar Corrente, usando o Diagrama Fasorial (PARTE 1)



Descrição

Este é o ponto de partida para quem quer realmente entender como funcionam os transformadores — além das fórmulas.

Neste primeiro vídeo da série “Transformador: Como Analisar Corrente, usando o Diagrama Fasorial”, você vai aprender o que acontece quando o transformador está em vazio: porque existe corrente mesmo sem carga, o que é a corrente de excitação, como surgem as perdas no núcleo e, principalmente, como tudo isso se representa no diagrama fasorial.

É o primeiro passo fundamental para quem deseja analisar transformadores com precisão, compreender os fenômenos físicos por trás da matemática, e preparar o terreno para estudos mais avançados como transformador sob carga, circuito equivalente, regulação e rendimento.

www.bairospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairospd.com

<https://www.youtube.com/@professorbairos>

Sumário

1.	Transformador: Como Analisar Corrente, usando o Diagrama Fasorial (PARTE 1)	1
1.1.	Introdução.....	3
1.2.	O transformador.	3
1.3.	Diagrama fasorial do transformador em vazio	4
1.4.	Exemplo 1:	4
1.5.	Solução:.....	5
1.6.	Exemplo 2:	6
1.7.	Solução:.....	6
1.8.	Por que a potência no primário não é a tensão vezes a corrente	7
1.9.	Conclusão.....	8
1.1.	Referências	9

1.1. Introdução

Arthurzinho olhando para um transformador na mesa em frente a uma fonte de alimentação para amplificador, pergunta: “Dá para usar os fasores para analisar o transformador, fica mais fácil do que usar só análise de circuitos?”

Professor Bairros responde:

“Sim é possível, e dá ao técnico uma visão mais ampla do que está acontecendo com o transformador e ajuda a levantar dados do transformador de forma mais intuitiva, uma pena que é pouco ensinado nos cursos técnicos, mas vamos começar a corrigir isso agora, nesse tutorial você vai ver o princípio da análise de transformadores usando os fasores, vamos lá!”

1.2. O transformador.

O transformador é um componente muito conhecido, as equações básicas são bem conhecidas, a tensão no secundário é proporcional ao número de espiras, a corrente no secundário é inversamente proporcional ao número de espiras, se o número de espiras no secundário é maior do que o número de espiras do primário a tensão aumenta e a corrente diminui, mas a potência permanece a mesma, essa é a chave para analisar circuitos considerando o transformador ideal, mas na vida real o transformador também é real, e tem perdas e as tensões e correntes estão defasadas, para entender isso tudo tem formas matemática, como o circuito equivalente, a indutância mútua, mas hoje vou mostrar uma forma pouco usada, a análise fasorial, isso é eu vou desenhar os fasores tensão e corrente presentes no transformador, exatamente como você faz na análise AC, a vantagem é que você pode usar régua e esquadro para resolver circuitos AC, você passa a enxergar as grandezas, é como medir o circuito com um osciloscópio, é bem mais preciso do que medir com um voltímetro e amperímetro e eu quero fazer de uma forma bem simples,

passo a passo e hoje nós vamos dar o primeiro passo, e você vai ver que essa abordagem dá a você um entendimento extra do funcionamento do transformador.

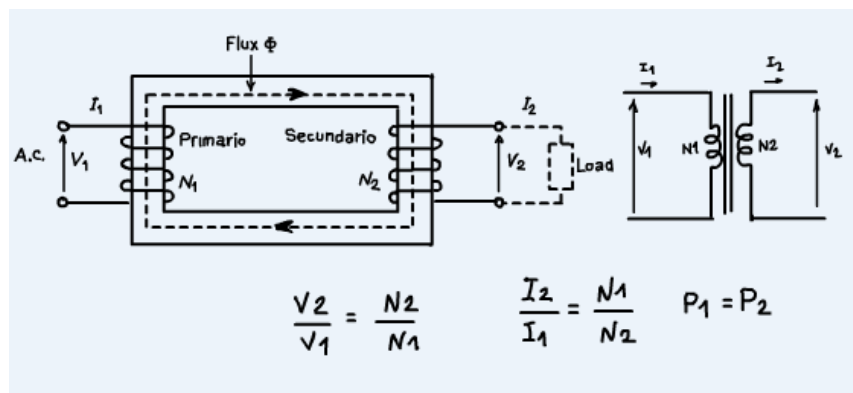


Figura 1

1.3. Diagrama fasorial do transformador em vazio

O fluxo magnético no núcleo é comum tanto ao enrolamento primário quanto ao secundário de um transformador e, portanto, é tomado como o fasor de referência em um diagrama fasorial.

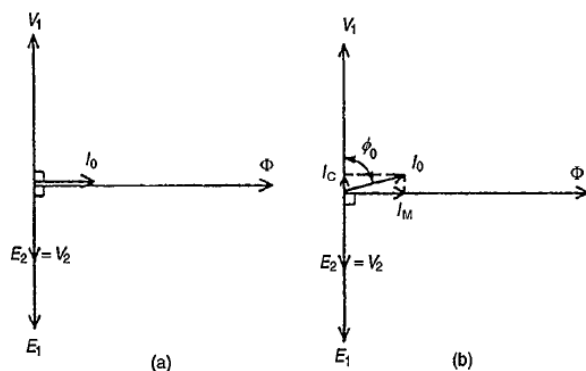
Sem carga, o enrolamento primário consome uma pequena corrente de vazio I_0 , e uma vez que, desconsiderando as perdas, o enrolamento primário é um indutor puro, essa corrente está atrasada da tensão aplicada V_1 em 90° .

No diagrama fasorial assumindo perdas desprezadas, mostrado na Fig. 2(a), a corrente I_0 produz o fluxo e é desenhada em fase com o fluxo.

A f.e.m. induzida no primário E_1 está em oposição de fase a V_1 (pela Lei de Lenz) e é mostrada 180° fora de fase com V_1 e igual em magnitude.

A f.e.m. induzida no secundário é mostrada para um transformador com relação de espiras 2:1.

Um diagrama fasorial em vazio para um transformador prático é mostrado na Fig. 2(b).



Se a corrente flui, então perdas ocorreram.

Quando as perdas são consideradas, a corrente de vazio I_0 é a soma fasorial de duas componentes: I_M , a componente magnetizante, em fase com o fluxo e I_C , a componente de perdas no núcleo (devido as perdas por histerese e por correntes de Foucault).

Figura 2

1.4. Exemplo 1:

Agora vamos ver na prática como usar os fasores para analisar circuitos com transformador.

Um transformador monofásico 2400 V / 400 V consome uma corrente de vazio de 0,5 A e a perda no núcleo é de 400 W. Determine os valores das componentes magnetizante e de perdas no núcleo da corrente de vazio.

Desenhe em escala o diagrama fasorial em vazio para o transformador?

1.5. Solução:

$$V_1 = 2400 \text{ V}, \quad V_2 = 400 \text{ V}, \quad I_0 = 0.5 \text{ A (corrente no primário a vazio)}$$

Perda no núcleo (ou seja, perda no ferro):

$$P_c = 400 = V_1 \cdot I_0 \cdot \cos(\varphi_0)$$

Ou seja:

$$400 = (2400)(0.5) \cdot \cos(\varphi_0)$$

Logo:

$$\cos(\varphi_0) = 400 / (2400 \cdot 0.5) = 0.3333$$

$$\varphi_0 = \cos^{-1}(0.3333) = 70.53^\circ$$

O diagrama fasorial em vazio é mostrado na Fig. 3

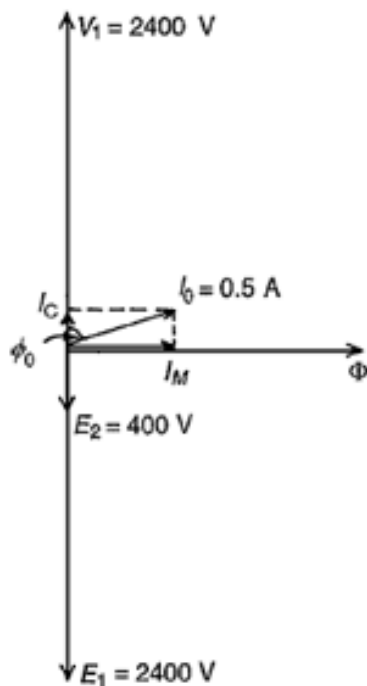


Figura 3

1.6. Exemplo 2:

Vamos a outro exemplo.

Um transformador consome uma corrente de 0,8 A quando seu primário está conectado a uma fonte de 240 volts, 50 Hz e o secundário está em circuito aberto. Se a potência absorvida for de 72 watts, determine (a) a corrente de perda do ferro, (b) o fator de potência em vazio e (c) a corrente de magnetização?

1.7. Solução:

Sejam

$$I_0 = 0.8 \text{ A} \quad V = 240 \text{ V}$$

Potência absorvida = perda total no núcleo:

$$P_c = 72 = V \cdot I_0 \cdot \cos(\varphi_0)$$

Portanto:

$$72 = 240 \cdot I_0 \cdot \cos(\varphi_0)$$

Corrente de perdas no núcleo:

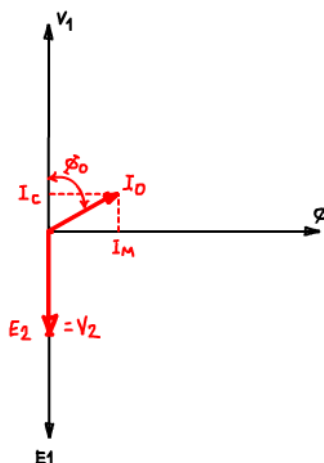
$$I_c = I_0 \cdot \cos(\varphi_0) = \frac{72}{240} = 0.3 \text{ A}$$

Fator de potência em vazio:

$$\cos(\varphi_0) = \frac{I_c}{I_0} = \frac{0.3}{0.8} = 0.375$$

A partir do triângulo retângulo da Fig. 4 e usando o teorema de Pitágoras:

$$I_0^2 = I_c^2 + I_M^2$$



Logo, a corrente magnetizante é:

$$I_M = \sqrt{I_0^2 - I_c^2}$$

$$I_M = \sqrt{0.8^2 - 0.3^2} = \sqrt{0.64 - 0.09} = \sqrt{0.55} = 0.74 \text{ A}$$

Viu como é fácil medir as perdas devido a corrente de magnetização.

Figura 4

1.8. Por que a potência no primário não é a tensão vezes a corrente

Você poderia pensar, a potência no primário é simplesmente 240V multiplicado por 0,8A, isso está correto, mas essa é a potência aparente e a unidade é o VA, o que o exercício informa é a potência ativa em W, quando o transformador está a vazio essa potência é devida só as perdas do transformador por histerese e corrente de Foucault.

Você consegue medir a potência ativa de um transformador usando um wattímetro, mas cuidado tem que ser um wattímetro muito sensível, já que as correntes a vazio são bem baixas.

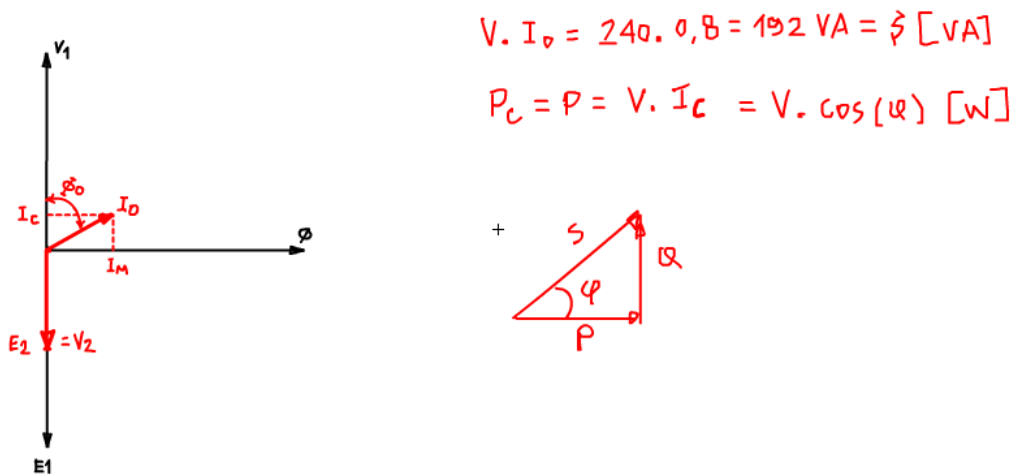


Figura 5

1.9. Conclusão.

Arthurzinho olhando o transformador: “Agora eu consigo enxergar as correntes e tensões sem carga, mas o que acontece se levar em conta as perdas e a carga?”

Você viu o princípio para análise de circuitos com transformador usando os fasores, claro que esse é marco inicial, agora precisamos evoluir, incluir as perdas e depois analisar o transformador com carga, mas isso nos próximos tutoriais é claro.

1.10. Referências

Transformador: Como Analisar Corrente, usando o Diagrama Fasorial (PARTE 1)

YOUTUBE: https://youtu.be/ul_V3FIIMUs