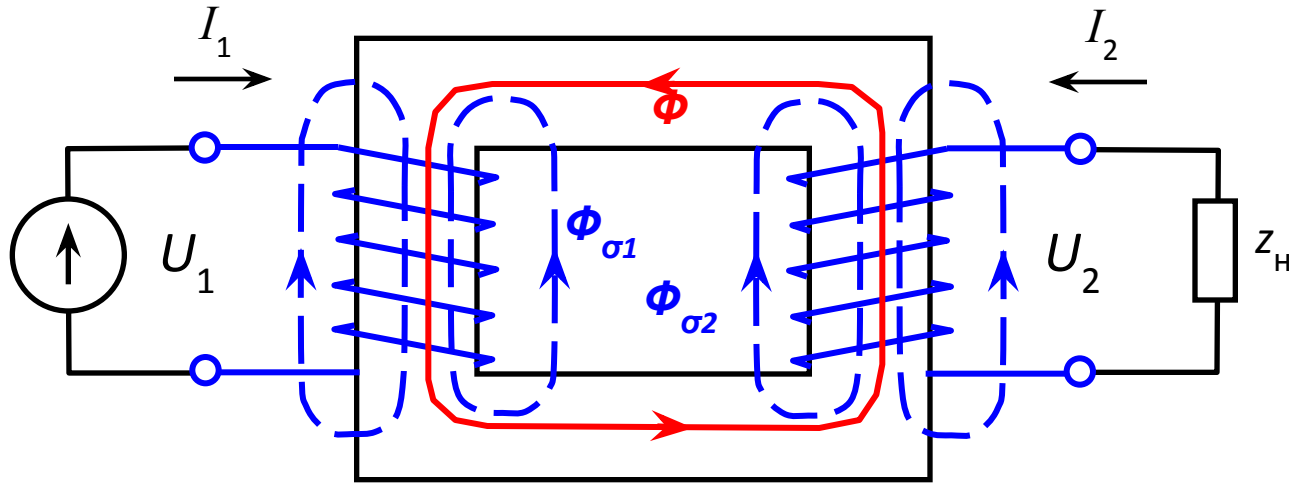


Уравнения напряжений трансформатора



$$e_1 = \omega \cdot w_1 \cdot \Phi_{max} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$e_2 = \omega \cdot w_2 \cdot \Phi_{max} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

*ЭДС e_1 и e_2 отстают от
магнитного потока Φ на угол $\pi/2$*

$$E_1 = 4,44 \cdot w_1 \cdot f \cdot \Phi_{max} \quad \text{и} \quad E_2 = 4,44 \cdot w_2 \cdot f \cdot \Phi_{max}$$

Тогда действующие значения ЭДС рассеяния

$$\underline{E}_{\sigma 1} = -j \underline{I}_1 X_1 \quad \text{и} \quad \underline{E}_{\sigma 2} = -j \underline{I}_2 X_2$$

Уравнения напряжений трансформатора

Для первичной цепи трансформатора по второму закону Кирхгофа

$$\underline{U}_1 + \underline{E}_1 + \underline{E}_{\sigma 1} = \underline{I}_1 r_1$$

Выразив $\underline{E}_{\sigma 1}$ через $-j \underline{I}_1 X_1$ получим уравнение напряжений для первичной цепи трансформатора

$$\underline{U}_1 = (-\underline{E}_1) + j \underline{I}_1 X_1 + \underline{I}_1 r_1$$

Обычно $E_1 \gg I_1 X_1$ и $I_1 r_1$ поэтому с некоторым приближением

можно считать, что $\underline{U}_1 \approx (-\underline{E}_1)$

Уравнения напряжений трансформатора

Для вторичной цепи трансформатора, замкнутой на нагрузку z_H , по второму закону Кирхгофа получим:

$$\dot{E}_2 + \dot{E}_{\sigma 2} = \dot{I}_2 r_2 + \dot{I}_2 z_H$$

Выразим $\dot{E}_{\sigma 2}$ через $-j \dot{I}_2 x_2$ и приведем уравнение к виду, аналогичному уравнению для первичной цепи.

Получим уравнение напряжений для вторичной цепи трансформатора:

$$\dot{U}_2 = \dot{E}_2 - j \dot{I}_2 x_2 - \dot{I}_2 r_2$$

Уравнения магнитодвижущих сил и токов

В режиме холостого хода $I_2 = 0$ $I_1 = I_0$, где I_0 - ток холостого хода

Принимая во внимание, что $U_1 \approx (-E_1)$ получим $\Phi_{max} \approx \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot w_1}$.

Отсюда следует, что основной магнитный поток не зависит от нагрузки трансформатора

уравнение МДС трансформатора:

$$I_0 w_1 = I_1 w_1 + I_2 w_2$$

Сумма МДС первичной $I_1 w_1$ и вторичной $I_2 w_2$ обмоток в режиме работы трансформатора под нагрузкой равна МДС холостого хода $I_0 w_1$, необходимой для наведения в магнитопроводе основного магнитного потока Φ_{max} .

Уравнения магнитодвижущих сил и токов

$$I_1 = I_0 + (-I_2)$$

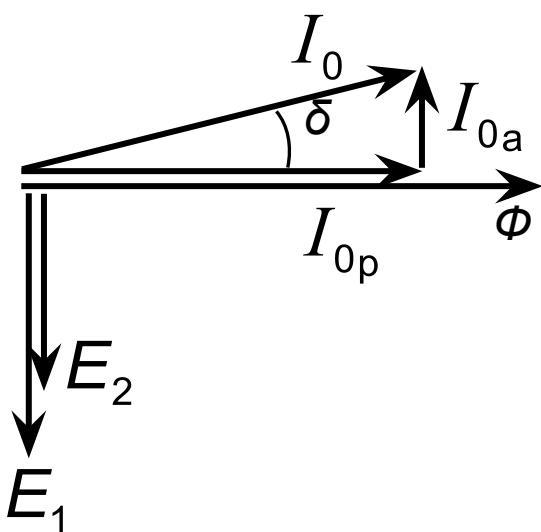
Уравнение токов трансформатора

$$I_2 = I_2 \frac{W_2}{W_1}$$

- ток вторичной обмотки, приведенный к числу витков первичной обмотки

Мощность магнитных потерь эквивалентна активной составляющей тока холостого хода

Т. о. ток холостого хода имеет две составляющих:



$$I_0 = \sqrt{I_{0a}^2 + I_{0p}^2}$$

I_{0a} - активная составляющая обусловленная магнитными потерями;

I_{0p} - реактивная составляющая – намагничивающий ток;

δ - угол магнитных потерь.

Уравнения магнитодвижущих сил и токов

Ток холостого хода I_0 в силовых трансформатора большой и средней мощности составляет 2 -10 % от номинального тока I_{1H}

Поэтому при нагрузках, близких к номинальной, пренебрегая током холостого хода I_0 , получим:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$$

Токи в обмотках трансформатора обратно пропорциональны числам витков в обмотках