



# **Уравнение электрического и магнитного состояния и внешняя характеристика**

Подготовили студенты групп ЭЭ-16-Д  
Беденко О.С. и Кравчук В.Р.

# Уравнение электрического состояния трансформатора

Для идеального трансформатора по второму закону Кирхгофа можно записать уравнения электрического состояния обмоток:

$$U_1 \approx -e_1 \quad U_2 \approx e_2$$

Согласно закону электромагнитной индукции можно записать:

$$e_1 = -\frac{d\psi_1}{dt} = -W_1 \frac{d\Phi}{dt}; \quad e_2 = -\frac{d\psi_2}{dt} = -W_2 \frac{d\Phi}{dt};$$

Возьмем отношение:  $\frac{|U_1|}{|U_2|} \approx \frac{e_1}{e_2} = \frac{W_1}{W_2} = k_{12}$

Так как на  $W_1$  подается переменное напряжение, то  $\Phi(t) = \Phi_m \sin \omega t$

По второму закону Кирхгофа для первичной и вторичной обмоток

трансформатора:  $U_1 = -e_1 - e_{s1} + R_1 i_1 \quad e_{s1} = -L_1 \frac{di_1}{dt} \quad U_1 = e_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + R_1 i_1$

В комплексном виде:  $\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + jX_1 \underline{I}_1 + R_1 \underline{I}_1 = -\underline{E}_1 + \underline{I}_1 (R_1 + jX_1) = -\underline{E}_1 + \underline{I}_1 \underline{Z}_1$

$$U_2 = e_2 - R_2 I_2 + e_{s2} = e_2 - R_2 i_2 - L_2 \frac{di_2}{dt}$$

$$\underline{U}_2 = \underline{E}_2 - R_2 \underline{I}_2 - jX_2 \underline{I}_2 = \underline{E}_2 - \underline{I}_2 (R_2 + jX_2) = \underline{E}_2 - \underline{I}_2 \underline{Z}_2$$

# Уравнение магнитного состояния трансформатора

Для него справедлив закон полного тока  $\sum \underline{I}W = \sum \underline{H}l_{CP}$ ;  $\underline{I}_1 W_1 + \underline{I}_2 W_2 = \sum \underline{H}l_{CP}$

Рассмотрим 2 режима работы: холостой ход и режим номинальной

$$\underline{I}_{10} W_1 + 0 W_2 = \sum \underline{H}l = R_M \underline{\Phi}_{OCH} \quad \underline{I}_1 W_1 + \underline{I}_2 W_2 = \underline{H}l = R_M \underline{\Phi}_{OCH}$$

Приравниваем между собой левые части  $\underline{I}_{10} W_1 = \underline{I}_1 W_1 + \underline{I}_2 W_2$

Поделим каждый член на  $W_1$  и частично преобразуем:

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_{10} + \left(-\frac{W_2}{W_1} \underline{I}_2\right) = \underline{I}_{10} + (\underline{I}_2)$$

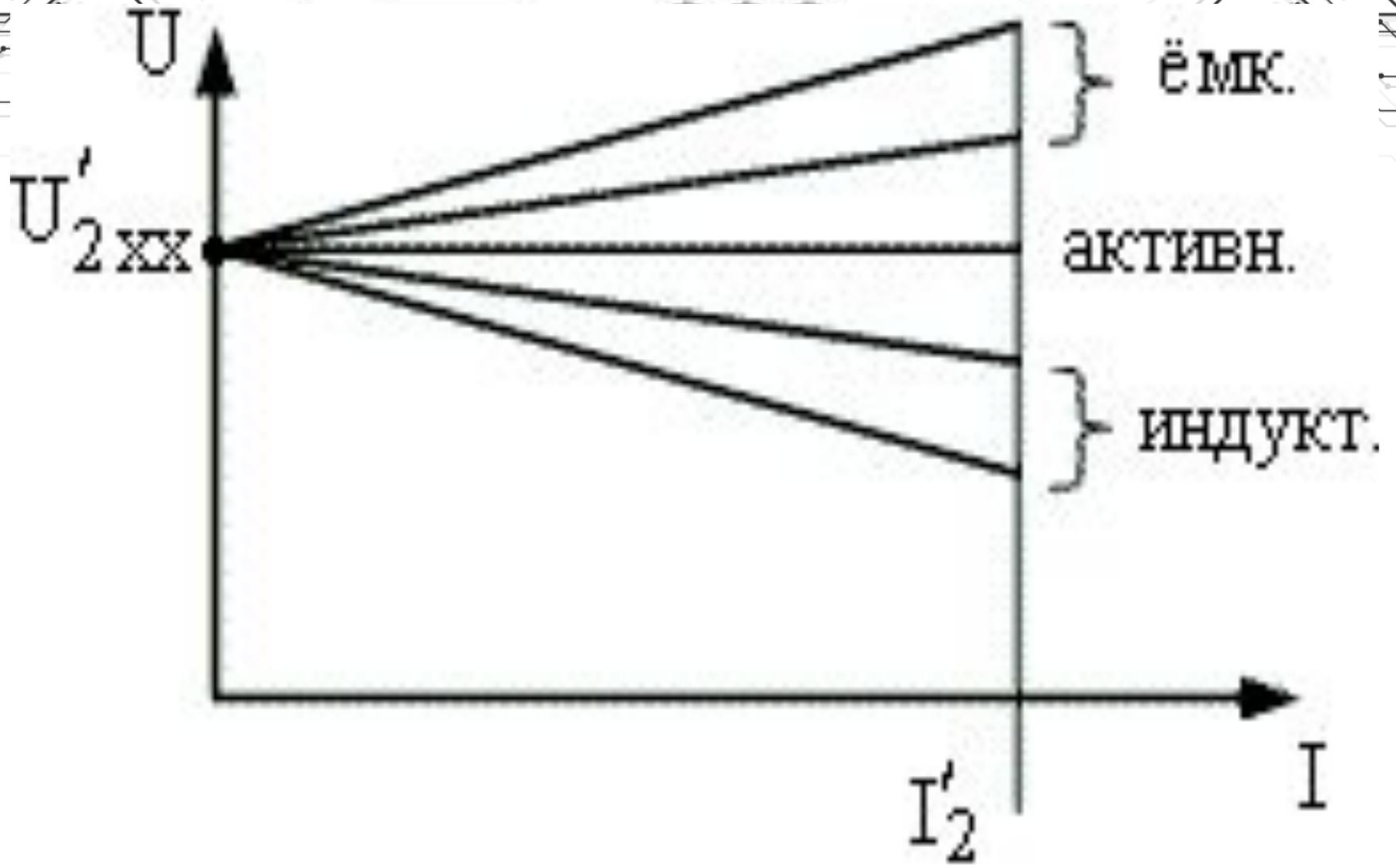
Таким образом, трансформация тока осуществляется без искажения формы:

$$\frac{|\underline{I}_2|}{|\underline{I}_1|} = \frac{W_1}{W_2} = k_{12}$$

# ВНЕШНЯЯ

$R_{\Sigma 3}$

$X_{\Sigma 3}$



a)

б)



**Спасибо за внимание!**