

[Радиоматериалы и радиокомпоненты]

[210303.65 «Бытовая радиоэлектронная аппаратура»

210305.65 «Средства радиоэлектронной борьбы» ]

[ИИБС, кафедра Электроники]

[Преподаватель Останин Борис Павлович]

---

# Радиоматериалы и радиокомпоненты

---



Раздел 4  
Трансформаторы

Лекция 1

# ТРАНСФОРМАТОРЫ

# ТРАНСФОРМАТОРЫ

1. Трансформаторы питания
2. Согласующие трансформаторы
3. Импульсные трансформаторы

## Трансформаторы питания

1. Маломощные (до 1 кВт)

2. Мощные (более 1 кВт)

1. Низковольтные (до 1000 В)

2. Высоковольтные (более 1000 В)

## Согласующие трансформаторы

1. Входные
2. Межкаскадные
3. Выходные

*Импульсные трансформаторы* предназначены для формирования и трансформации импульсов малой длительности. Основным требованием, предъявляемым к импульсным трансформаторам, является требование малых искажений формы трансформируемого сигнала.

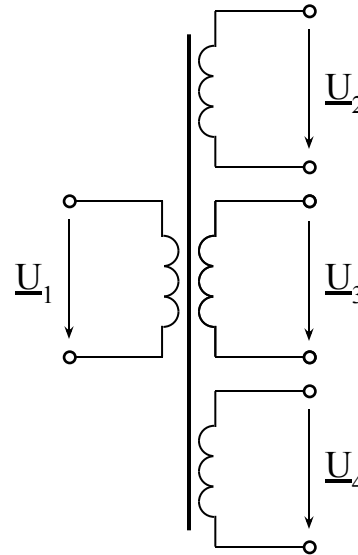
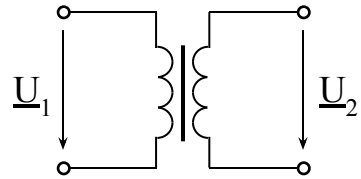
Трансформатором называется статический электромагнитный аппарат, служащий для преобразования электрической энергии переменного тока с одними параметрами (напряжение, ток, их форма и начальная фаза) в электрическую энергию с другими параметрами при сохранении частоты переменного тока неизменной. Трансформатор можно рассматривать как потребитель электрической энергии. Он потребляет электрическую энергию из сети. С другой стороны его можно рассматривать как источник электрической энергии. К его вторичной обмотке подключается нагрузка. Трансформатор может повышать напряжение (повышающий трансформатор) или понижать (понижающий трансформатор). Трансформатор может быть двухобмоточным или многообмоточным.

Основные параметры трансформатора первичное напряжение, вторичное напряжение (напряжения), мощность, коэффициент трансформации.

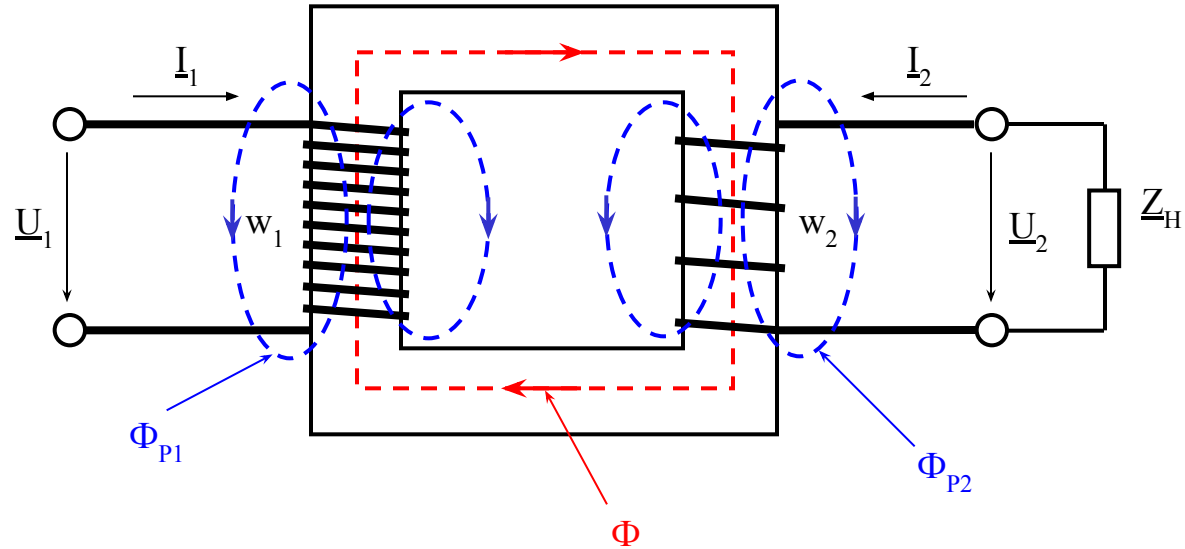
### **Коэффициент трансформации**

$$n_{12} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2} \qquad n_{21} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{w_2}{w_1}$$





# Устройство и принцип действия трансформатора



$$\Phi = \Phi_m \sin \omega t$$

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi_m \omega \cos \omega t = \omega \Phi_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = E_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$e = E_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$E = \frac{\omega \Phi_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f \Phi_m}{\sqrt{2}} = 4,44 f \Phi_m$$

$$E_1 = 4,44 w_1 f \Phi_m$$

$$E_2 = 4,44 w_2 f \Phi_m$$

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_1 \approx P_2$$

$$U_1 I_1 \approx U_2 I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} \approx \frac{U_2}{U_1} \approx \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{n_{21}}$$

При понижении напряжения вторичной обмотки в  $n_{21}$  раз ток вторичной обмотки возрастает во столько же раз, и наоборот, т.е. чем меньше напряжение тем больше ток, и наоборот.

# Векторная диаграмма трансформатора

$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 - \underline{E}_{P1} + R_1 \underline{I}_1$$

$$\underline{E}_2 + \underline{E}_{P2} = \underline{U}_2 + R_2 \underline{I}_2$$

$$\underline{E}_{P1} = -jX_{P1} \underline{I}_1$$

$$\underline{E}_{P2} = -jX_{P2} \underline{I}_2$$

$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + R_1 \underline{I}_1 + jX_{P1} \underline{I}_1 = \underline{Z}_1 \underline{I}_1$$

$$\underline{E}_2 = \underline{U}_2 + R_2 \underline{I}_2 + jX_{P2} \underline{I}_2 = \underline{Z}_2 \underline{I}_2$$

$$X_{P1} = \omega L_{P1}$$

$$X_{P2} = \omega L_{P2}$$

$$L_{P1} = \frac{\Psi_{P1}}{I_1}$$

$$L_{P2} = \frac{\Psi_{P2}}{I_2}$$

$$w_1 \underline{I}_1 + w_2 \underline{I}_2 = w_1 \underline{I}_0$$

$$\underline{I}_1 + \frac{w_2}{w_1} \underline{I}_2 = \underline{I}_0$$

$$\frac{w_2}{w_1} \underline{I}_2 = \underline{I}'_2$$

$$\underline{I}_1 + \underline{I}'_2 = \underline{I}_0$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_0 - \underline{I}'_2$$



$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + R_1 \underline{I}_1 + jX_{P1} \underline{I}_1 = \underline{Z}_1 \underline{I}_1$$

$$\underline{E}_2 = \underline{U}_2 + R_2 \underline{I}_2 + jX_{P2} \underline{I}_2 = \underline{Z}_2 \underline{I}_2$$

$$\underline{I}_1 + \frac{w_2}{w_1} \underline{I}_2 = \underline{I}_0$$

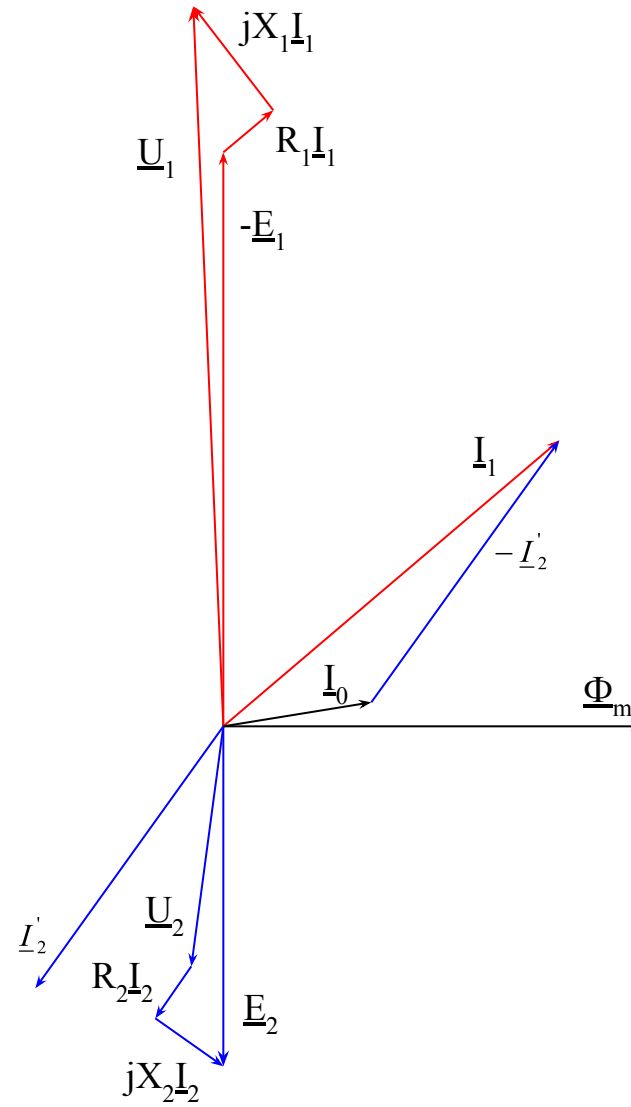
$$\underline{I}_1 = \underline{I}_0 - \underline{I}'_2$$

$$\frac{w_2}{w_1} \underline{I}_2 = \underline{I}'_2$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_0 - \underline{I}'_2$$

$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + R_1 \underline{I}_1 + jX_{P1} \underline{I}_1 = \underline{Z}_1 \underline{I}_1$$

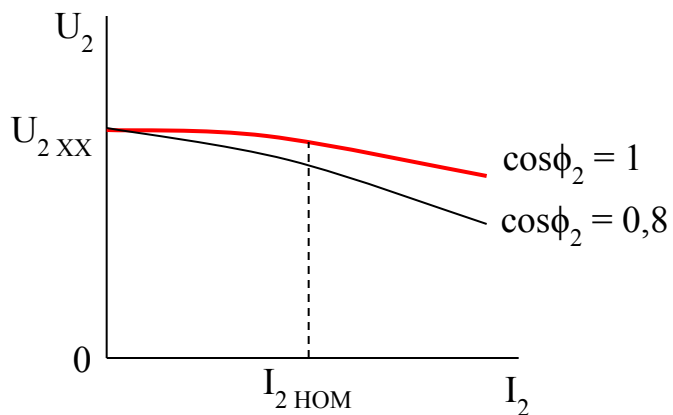
$$\underline{E}_2 = \underline{U}_2 + R_2 \underline{I}_2 + jX_{P2} \underline{I}_2 = \underline{Z}_2 \underline{I}_2$$



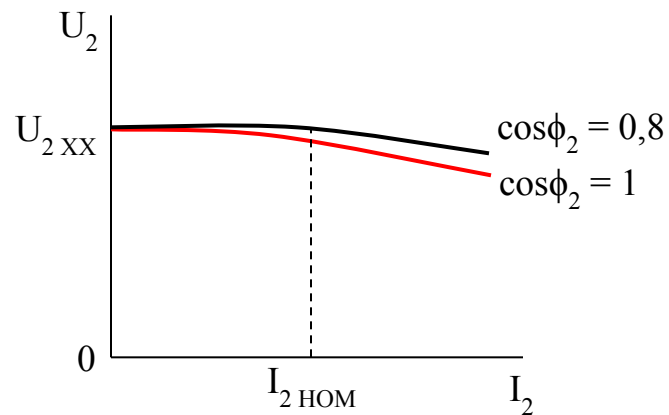
## Внешняя характеристика трансформатора

### При индуктивной нагрузке

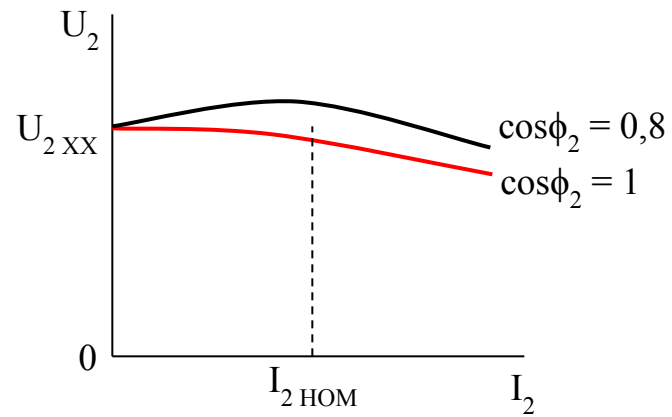
Трансформаторы  
*большой* мощности



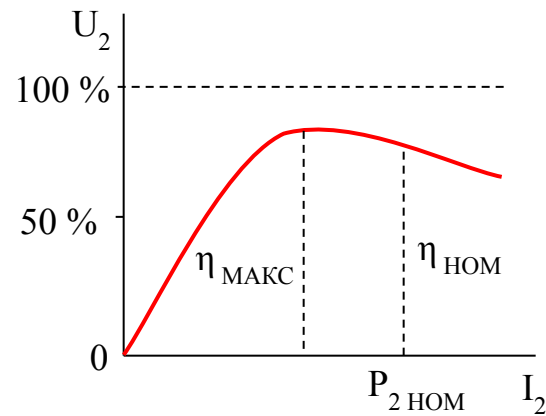
Трансформаторы  
*малой* мощности



## При ёмкостной нагрузке



## Коэффициент полезного действия



## Автотрансформаторы

