

# Расчет параметров трансформатора для моделирования в MULTISIM

Начальные

данные:

тип трансформатора - **ОСМ-1.0/0,66**

номинальная мощность  $S_H = 0,1$  кВА;

номинальное первичное напряжение  $U_{1H} = 0.22$  кВ = 220 В

частота напряжения сети  $f = 50$  Гц

Ток холостого хода трансформатора  $i_0 = 18\%$

Потери мощности холостого хода потери в стали  $P_0 = 6,5$  Вт

Напряжение короткого замыкания  $u_k = 2,5\%$

Потери мощности короткого замыкания потери в меди

$P_M = 15$  Вт

материал сердечника холоднокатаная сталь 3411

- **Справочные данные**

коэффициент заполнения железом магнитопровода

$$k = 0,75$$

рекомендованная магнитная индукция в

магнитопроводе при мощности ,  $S_H < 16$  кВА

$$B_M = 1,3 \text{ Тл}$$

Напряженность магнитного поля для электротехнической

стали 3411 при заданном  $B_M$

$$H_{1,3} = 190 \text{ А/м}$$

- 1. Рассчитаем число витков первичной обмотки (**Primary turns**) w<sub>1</sub> :

диаметр стержня сердечника -

$$d = 0,055 \sqrt[4]{S_H}, \text{ м}$$

площадь поперечного сечения сердечника  
(**Cross-sectional area**) –

$$S_M = k \cdot 0,3d^2, \text{ м}^2$$

Тогда  $w_1 = U_{1H} / (4,44 * f * B_M * S_M)$ , ВИТКОВ

- 2. Рассчитаем число витков вторичной обмотки  
**(Secondary turns)  $w_2$ :**

Коэффициент трансформации

$$n = U_{1H} / U_{2H};$$

тогда  $w_2 = w_1 / n,$

- 3. активное сопротивление первичной обмотки  
**(Secondary resistance),  $R_1$  Ом:**

Номинальный ток первичной обмотки определим из выражения:

$$I_{1H} = S_H / U_{1H}, \text{А.}$$

Тогда  $R_1 = R_k / 2, \text{ Ом;}$  где  $R_k = P_M / I_{1H}^2, \text{ Ом}$

( $R_k$  – активное сопротивление КЗ трансформатора)

- 4. индуктивность рассеяния первичной обмотки (**Primary leakage inductance**)  $L_1$ :

напряжение короткого замыкания

трансформатора-  $U_k = u_k * U_{1H} / 100$  , В

полное сопротивление КЗ -  $Z_k = U_k / I_{1H}$ , Ом;

Отсюда находим реактивное сопротивление

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} , \text{ Ом};$$

**Тогда  $L_1 = X_1 / \omega$ , Гн,**

где  $X_1 = X_k / 2$ , Ом – реактивное сопротивление  
первичной обмотки;

$$\omega = 2 * \pi * f$$

5. активное сопротивление вторичной обмотки (**Secondary resistance**)

$$R_2 = R_k / (2n^2), \text{ Ом}$$

6. индуктивность рассеяния вторичной обмотки (**Secondary leakage inductance**)

$$L_2 = X_2 (\omega * n^2), \text{ Гн}$$

7. длина средней магнитной составляющей линии в сердечнике (**Core Length**)

$$l_M = I_0 * w_1 / H_{1,3}, \text{ м}$$

где  $I_0 = i_0 * I_{1H} / 100$ , А – ток холостого хода трансформатора

# координатные точки кривой намагничивания В (H) материала сердечника

Номер точки	напряженность магнитного поля ( <b>Magnetic field</b> <b>co-ordinate</b> ), A	магнитная индукция ( <b>Flux density co-ordinate</b> ), Вб/м <sup>2</sup>
1	$H_1 = 0$	$B_1 = 0$
2	$H_2 = 200 \text{ A}$	$B_2 = 1,34 \text{ Вб/м}^2$
3	$H_3 = 500 \text{ A}$	$B_3 = 1,46 \text{ Вб/м}^2$
4	$H_4 = 1000 \text{ A}$	$B_4 = 1,52 \text{ Вб/м}^2$

# Лабораторная работа однофазный трансформатор

- Собрать схему в среде MULTISIM
- установить рассчитанные параметры модели трансформатора согласно своему варианту



- **1. Опыт холостого хода.**

	Измерения				Вычисления						
$E=$ $U_{1H}$	$U_1$	$U_2$	$I_1$	$P$	$n$	$i_0, \%$	$Z_0$	$R_0$	$X_0$	$P_0$	$\cos\varphi_0$

- Рассчитать параметры ХХ трансформатора,
- Сравнить вычисленные данные с ранее полученными значениями

## • 2. Опыт короткого замыкания.

- установить напряжение источника питания такой величины, при котором в первичной обмотке

	будет протекать номинальный ток				в первичной обмотке $I_{1н}$				
$E = U_k$	$U_k$	$I_{1н}$	$I_{2н}$	$P$	$u_k$	$Z_k$	$R_k$	$X_k$	$P_M$

По итогам измерений рассчитать параметры КЗ трансформатора,

- Сравнить вычисленные данные с ранее полученными значениями

- **3. Снятие рабочих характеристик трансформатора**
- Рассчитать номинальное сопротивление трансформатора
- $R = U_{2n} / I_{2n}$
- Номинальную индуктивность
- $L = X_l / \omega \approx R / \omega$
- Номинальную емкость
- $C = 1 / (\omega * X_c) \approx 1 / (\omega * R)$
- Заполните таблицу, изменяя значения нагрузки для установления нужного тока
- По данным постройте графики характеристик  $U_2 = f(I_2)$ ,  $\cos \varphi = f(I_2)$ ,  $\Pi = f(I_2)$

Вид нагрузки	Измерения и вычисления	$I_2 = 0,05 \cdot I_{2n}$	$I_2 = 0,1 \cdot I_{2n}$	$I_2 = 0,5 \cdot I_{2n}$	$I_2 = I_{2n}$	$I_2 = 2 \cdot I_{2n}$	$I_2 = 5 \cdot I_{2n}$
R	$U_2$						
	$I_2$						
	$P_2$						
	$\cos\varphi$						
	$\eta$						
L	$U_2$						
	$I_2$						
C	$U_2$						
	$I_2$						