



# **Использование системы относительных единиц**

Относительное значение какой-либо величины - это ее отношение к другой одноименной величине, выбранной за единицу измерения. Единицы измерения в данном случае называются *базисные единицы*.

$$S_* = S/S_B \quad U_* = U/U_B \quad I_* = I/I_B \quad Z_* = Z/Z_B$$

Для относительного значения  
нет единиц измерения  
Иногда пишут о.е.

Производные относительных единиц:

Процент	1/100	%
Промилле	1/1000	‰
Пропромилле	1/10 <sup>-6</sup>	ppm

$$X = 8 \text{ Ом}, Z_B = 0,11 \text{ Ом}$$

Определить сопротивление в относительных единицах.

$$X_* = X/Z_B = 8/0,11 = 72,7$$

$$U_* = U_{\%} = 10 \%, U_B = 115 \text{ кВ}$$

Определить напряжение в именованных единицах.

$$U = \frac{U_{\%}}{100} U_B = \frac{10}{100} 115 = 11,5 \text{ кВ}$$

$$I_* = 3,5; I_B = 50 \text{ кА}$$

Определить ток в именованных единицах.

$$I = I_* I_B = 3,5 \cdot 50 = 175 \text{ кА}$$

Для того, чтобы при расчетах в относительных единицах выполнялись все законы и правила электротехники, значения базисных единиц должны находиться в определенных соотношениях (повторяющих эти правила и законы).

*Базисные условия:* согласованная система базисных единиц

Базисные условия для трехфазной системы

$$S_B = \sqrt{3}U_B I_B$$

$$I_* = I/I_B = I \frac{\sqrt{3}U_B}{S_B}$$

$$Z_B = \frac{U_B}{\sqrt{3}I_B} = \frac{U_B^2}{S_B}$$

$$Z_* = Z/Z_B = Z \frac{\sqrt{3}I_B}{U_B} = Z \frac{S_B}{U_B^2}$$

$$S_B = 1000 \text{ МВ} \cdot \text{А}, U_B = 6 \text{ кВ}$$

Определить базисный ток.

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3}U_B} = \frac{1000}{6\sqrt{3}} = 96,3 \text{ кА}$$

$$I_B = 100 \text{ А}, U_B = 6 \text{ кВ}$$

Определить базисное сопротивление.

$$Z_B = \frac{U_B}{\sqrt{3}I_B} = \frac{6}{0,1\sqrt{3}} = 34,7 \text{ Ом}$$

МВ·А

кВ

кА

Ом

Базисные условия служат для измерения, как полных величин, так и их составляющих (активных, реактивных и др.)

$$P_* = P / S_B$$

$$Q_* = Q / S_B$$

$$E_* = E / U_B$$

$$X_* = X / Z_B$$

$$R_* = R / Z_B$$

$$I_B = 25 \text{ кА}, U_B = 6 \text{ кВ}, P = 300 \text{ кВт}$$

Определить активную мощность в относительных единицах.

$$S_B = \sqrt{3} U_B I_B = \sqrt{3} \cdot 6 \cdot 25 = 260 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

$$P_* = \frac{P}{S_B} = \frac{0,3}{260} = 0,00115$$

В относительных единицах можно выражать любые величины  
Для определения базисных единиц используются физические законы

$$\omega_* = \frac{\omega}{\omega_c} = \frac{\omega}{\omega_6} \quad L_* = \frac{Z_6}{\omega_c} = \frac{Z_6}{\omega_6} \quad \Psi_* = \Psi \frac{\omega_B}{U_B} \quad M_* = M \frac{\omega_B}{S_B}$$

Многие относительные единицы различных физических величин численно равны между собой, например (при  $\omega = \omega_c$ )  $X_* = L_*$ ,  $E_* = \Psi_*$ ,  $F_*$  и т.д.

Если рассматривается одно устройство и базисные условия не указаны, то в качестве базисных используются его номинальные условия.

$$U_{*(H)} = U / U_H$$

$$Z_{*(H)} = z / z_H = Z \frac{\sqrt{3} I_H}{U_H} = Z \frac{S_H}{U_H^2}$$

$$S_{*(H)} = S / S_H$$

$$I_{*(H)} = I / I_H = I \frac{\sqrt{3} U_H}{S_H}$$

Пересчет на базисные условия из номинальных

$$U_* = U_{*(H)} \frac{U_H}{U_B}$$

$$Z_* = Z_{*(H)} \frac{Z_H}{Z_B} = Z_{*(H)} \frac{S_B}{S_H} \left( \frac{U_H}{U_B} \right)^2$$

$$I_* = I_{*(H)} \frac{I_H}{I_B} = I_{*(H)} \frac{S_H}{S_B} \frac{U_B}{U_H}$$

ЗАО "ГК "ЭЛЕКТРОЩИТ" -ТМ САМАРА"			
ТРАНСФОРМАТОР тип ТМ Г -СЭЩ- 1600 /10-11 УХЛ1			
№	40390	1600 кВА	50 Гц
ДАТА ВЫПУСКА	МЕСЯЦ 07	ГОД 2012	
СТОРОНА ВН		СТОРОНА НН	
НАПРЯЖЕНИЕ НОМ.	10000 В±2х2,5%	НАПРЯЖЕНИЕ	400 В
ТОК	92,5 А	ТОК	2309 А
КЛАСС НАПРЯЖЕНИЯ	10 кВ	МАССА ПОЛНАЯ	3606 кг
НАПРЯЖЕНИЕ КЗ	6 %	МАССА МАСЛА	850 кг
СХЕМА И ГРУППЫ СОЕДИНЕНИЯ D/Y-11			
ТУ 3411-001-72210708-2004 Сделано в России			

Напряжение для номинальных условий  $U_{\%(H)} = 6 \%$ .

Номинальные данные  $U_H = 10000$  В.

Определить напряжение в относительных единицах для базисных условий  $U_B = 11$  кВ.

$$U_* = U_{*(H)} \frac{U_H}{U_B} = \frac{6}{100} \frac{10}{11} = 0,0545$$

Сопротивление для номинальных условий  $X_{*(H)} = 8$ .

Номинальные данные  $S_H = 1000$  МВА;  $U_H = 10$  кВ.

Определить сопротивление в относительных единицах для базисных условий  $I_B = 10$  кА;  $U_B = 12$  кВ.

$$S_B = \sqrt{3}U_B I_B = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 12 = 208 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

$$X_* = X_{*(H)} \frac{S_B}{S_H} \left( \frac{U_H}{U_B} \right)^2 = 8 \frac{208}{1000} \left( \frac{10}{12} \right)^2 = 1,16$$

Ток для номинальных условий  $I_{*(H)} = 6$ .

Номинальные данные  $P_H = 5000$  кВт;  $\cos\varphi_H = 0,9$ ;  $U_H = 6$  кВ.

Определить ток в относительных единицах для базисных условий  $S_B = 100$  МВА;  $U_B = 6,3$  кВ.

$$S_H = \frac{P_H}{\cos\varphi_H} = \frac{5}{0,9} = 5,56 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

$$I_* = I_{*(H)} \frac{S_H}{S_B} \frac{U_B}{U_H} = 6 \frac{5,56}{100} \frac{6,3}{6} = 0,35$$


Для **электродвигателей** при определении номинальной полной мощности и тока **обязательно учитывается КПД.**

$$S_H = \frac{P_H}{\eta_H \cos\varphi_H}$$
$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3}U_H \eta_H \cos\varphi_H}$$


Для остальных элементов при определении номинальной полной мощности и тока КПД не учитывается.

$$S_H = \frac{P_H}{\cos\varphi_H}$$
$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3}U_H \cos\varphi_H}$$

## Промежуточное тестирование 1 (3 попытки)

 введение с примером

 введение

 Система относительных единиц

## Переходные процессы в электроэнергетических системах (13.03.02\_3 курс)

### Система относительных единиц

Тест с ограничением по времени

Время на тест ограничено и равно 45 мин.. Будет идти обратный отсчет времени с момента начала вашей попытки, и вы должны завершить тест до окончания времени. Вы уверены, что хотите начать прямо сейчас?

Начать попытку

Отмена

$S_B = 10 \text{ МВА}$ ;  $U_B = 10,5 \text{ кВ}$ . Определить базисный ток.

Ответ: