

ЛЕКЦИЯ 10

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ДО 1 КВ

Система TN - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а ОПЧ присоединены к глухозаземленной нейтрали посредством нулевых защитных проводников.

Система $TN-C$ – система TN , в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 1).

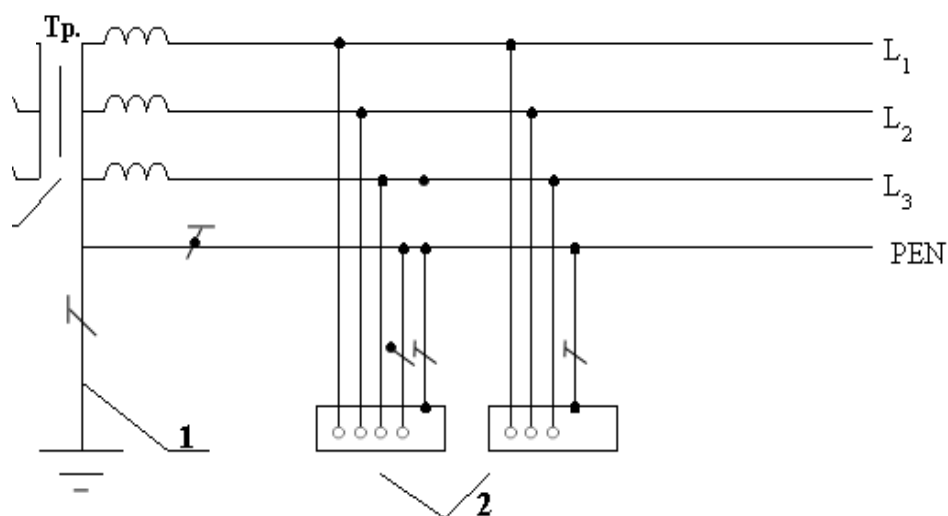


Рис. 1. Схема системы $TN-C$: 1 – заземлитель нейтрали; 2 – ОПЧ; 3 – источники питания, трансформатор

Система $TN-S$ - система TN , в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 2).

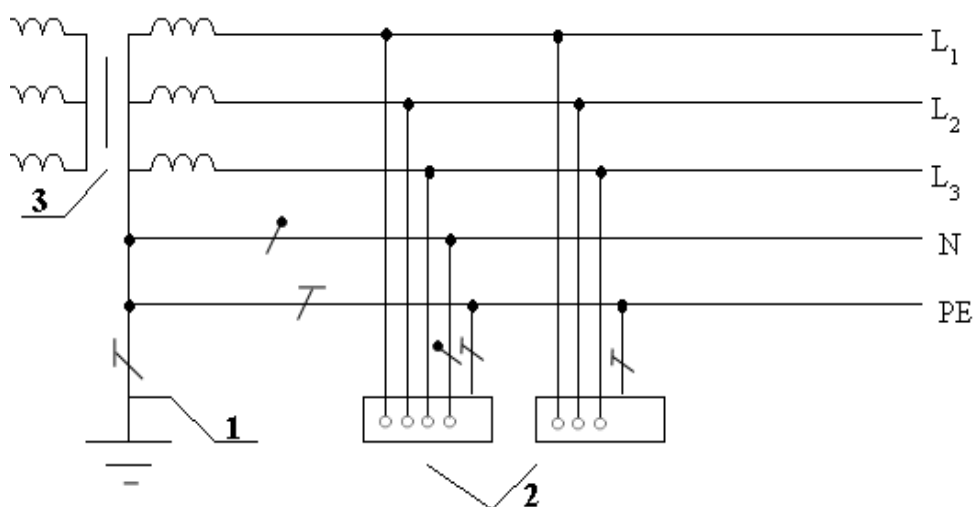


Рис. 2. Схема системы $TN-S$: 1 – заземлитель нейтрали; 2 – ОПЧ; 3 – источник питания, трансформатор

Система $TN-C-S$ - система TN , в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части (до ВРУ), начиная от источника питания (рис. 3).

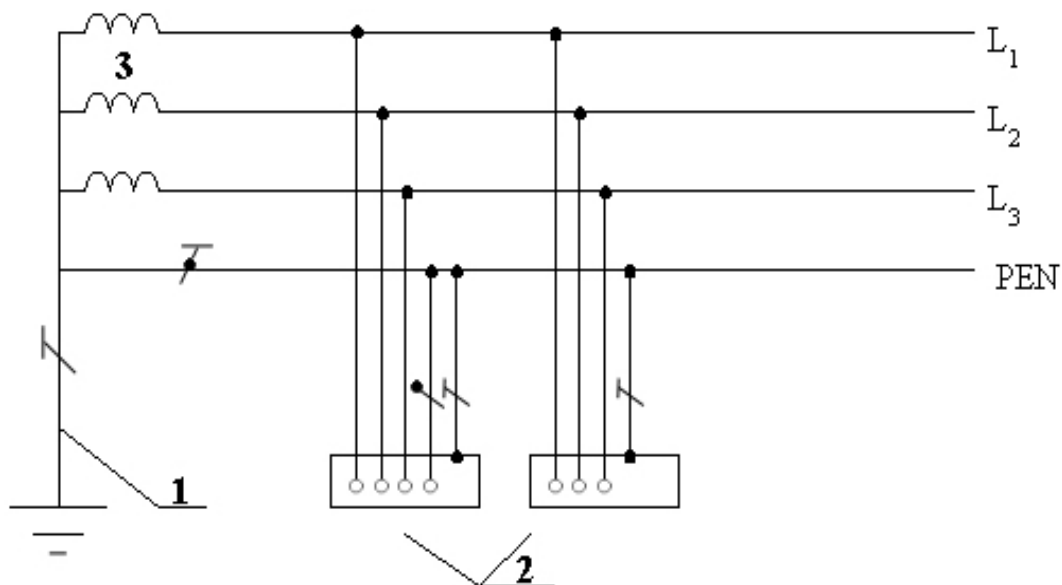


Рис. 3. Схема системы $TN-C-S$: 1 – заземлитель нейтрали; 2 – ОПЧ; 3 – источники питания, трансформатор; 4 - вводное распределительное устройство (ВРУ)

Система IT – система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли, а ОПЧ заземлены (рис. 4).

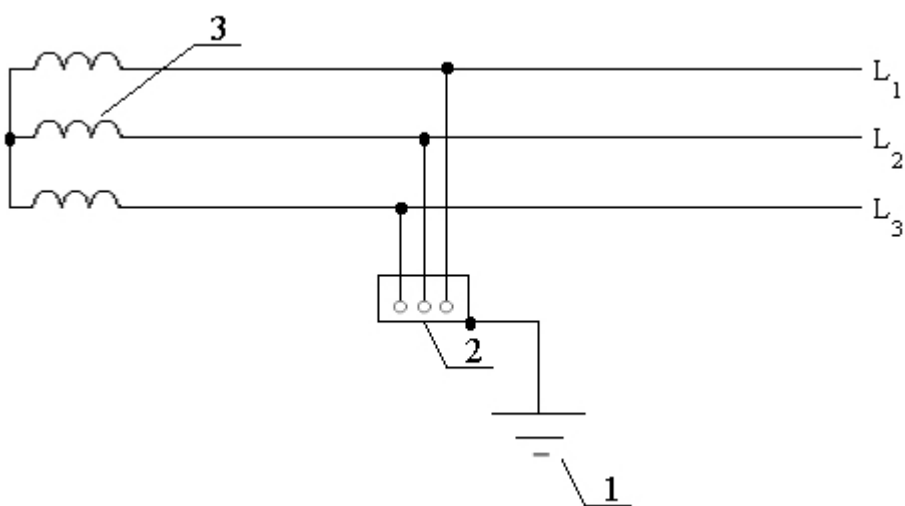


Рис. 4. Схема системы IT : 1 - заземляющее устройство электрической установки (ОПЧ); 2 – ОПЧ; 3 - источник питания, трансформатор

Система TT – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а ОПЧ электрической установки заземлены при помощи

заземляющего устройства электрически независимо от глухозаземленной нейтрали источника (рис. 5).

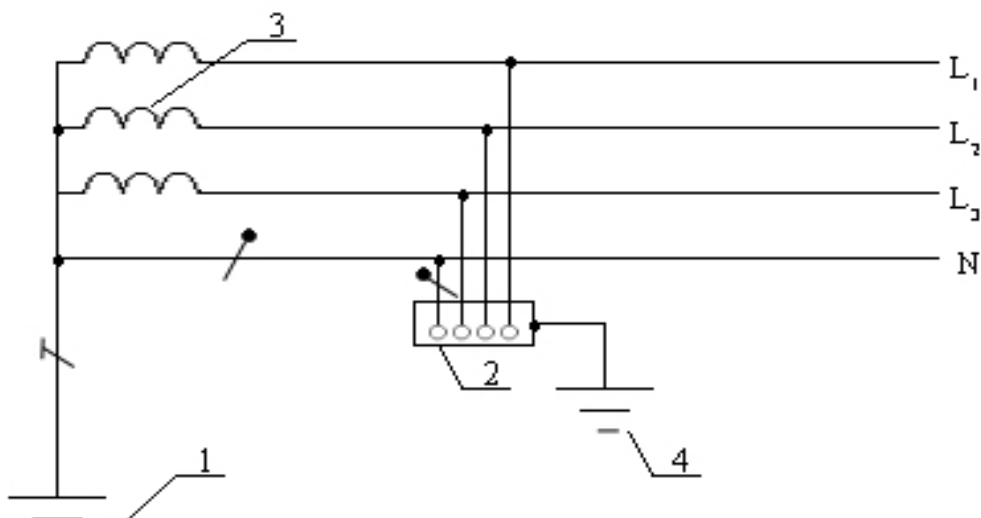


Рис. 5. Схема системы *TT*: 1 – заземлитель нейтрали; 2 – ОПЧ; 3 – источник питания, трансформатор; 4 – заземлитель ОПЧ

В обозначении систем первая буква – состояние нейтрали:

T – заземленная нейтраль;

I – изолированная нейтраль.

Вторая буква – состояние ОПЧ относительно земли:

T – ОПЧ заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания;

N – ОПЧ присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после *N*) буквы – совмещение в одном проводнике или разделение функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников.

S – нулевой рабочий (*N*) и нулевой защитный (*PE*) проводники разделены;

C – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (*PEN*–проводник);

N - / – нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

PE-T – нулевой защитный проводник, заземляющий проводник.

PEN-T – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник.

Схемы включения человека в электрическую цепь тока

Существуют различные схемы включения человека в электрическую цепь тока:

- однофазное прикосновение – прикосновение к проводнику одной фазы действующей электроустановки;

- двухфазное прикосновение – одновременное прикосновение к проводникам двух фаз действующей электроустановки;
- прикосновение к нетоковедущим частям электроустановок, оказавшихся под напряжением в результате повреждения изоляции;
- включение под напряжение шага – включение между двумя точками земли (грунта), находящимися под разными потенциалами.

Рассмотрим наиболее характерные схемы включения человека в электрическую цепь тока.

Однофазное прикосновение в сети с глухозаземленной нейтралью.
Ток, протекающий через тело человека (I_h) при однофазном прикосновении (рис. 6) замкнется по цепи: фаза L_3 – тело человека - основание (пол) – заземлитель нейтрали – нейтраль (нулевая точка).

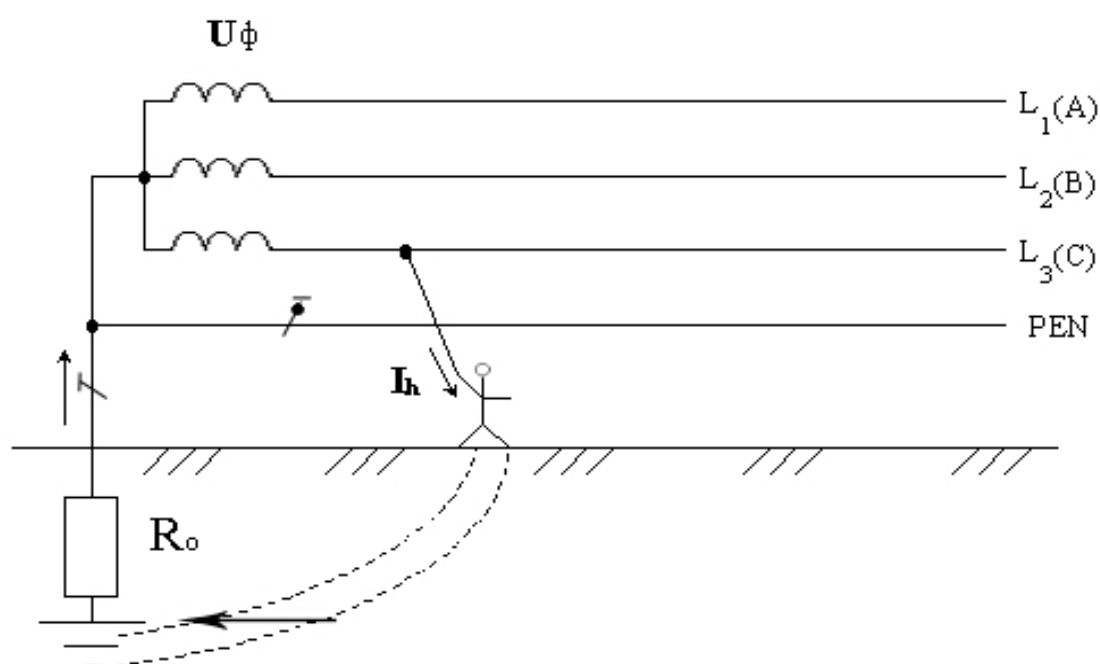


Рис. 6. Схема однофазного прикосновения в сети с глухозаземленной нейтралью

По закону Ома:
$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h \vee R_{\text{осн}} \vee R_o},$$

Где R_o – сопротивление заземления нейтрали,

$R_{\text{осн}}$ - сопротивление основания.

Если основание (пол) токопроводящее, то $R_{\text{осн}} \approx 0$

Учитывая то, что $R_o \ll R_h$, то

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ A} = 220 \text{ mA}$$

$$U_h = U_\phi$$

Такое прикосновение крайне опасно.

Однофазное прикосновение в сети с изолированной нейтралью.

Ток, протекающий через тело человека (рис. 7) замкнется по цепям: фаза L_3 – тело человека – пол и далее возвращается в сеть через изоляции фаз L_2 и L_1 , т.е. далее ток следует по цепям: изоляция фазы L_2 - фаза L_2 - нейтраль (нулевая точка) и изоляция фазы L_1 - фаза L_1 – нейтраль (нулевая точка). Таким образом, в цепи тока, протекающего через тело человека, последовательно с ним оказываются включенными изоляции фаз L_2 и L_1 .

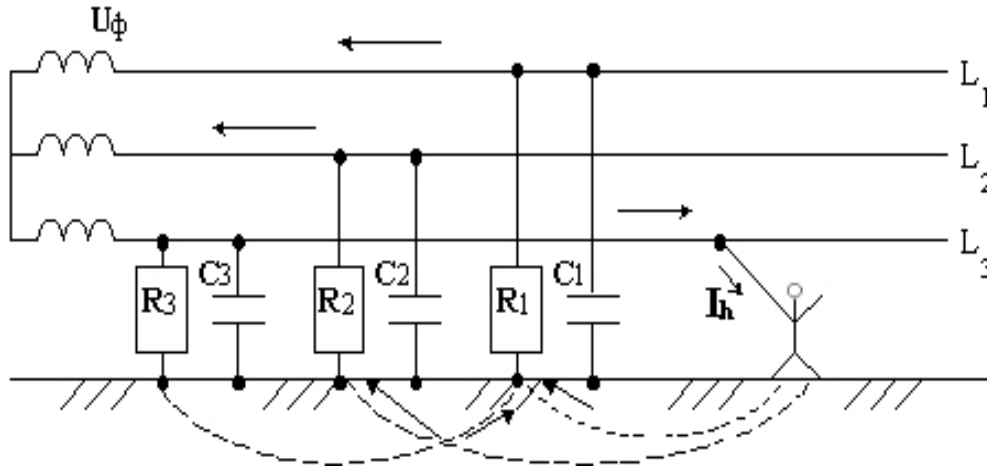


Рис. 7. Схема однофазного прикосновение в сети с изолированной нейтралью

Сопротивление изоляции фазы Z имеет активную (R) и емкостную составляющие (C).

R – характеризует неидеальность изоляции, т.е. способность изоляции проводить ток, хотя и значительно хуже, чем металлы;

C – емкость фазы относительно земли определяется геометрическими размерами воображаемого конденсатора, «пластинками» которого являются фазы и земли.

При $R_1 = R_2 = R_3 = R_\phi$ и $C_1 = C_2 = C_3 = C_\phi$ ток, протекающий через тело человека:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h \sqrt{3} Z},$$

где Z - полное сопротивление изоляции фазного провода относительно земли.

$$Z = \frac{1}{\frac{1}{R_\phi} \sqrt{1 + j\omega C_\phi^2}}$$

Если емкость фаз пренебречь $C_{\phi} = 0$ (воздушные сети небольшой протяженности), то:

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h \times R_{\phi} / 3},$$

откуда следует, что величина тока зависит не только от сопротивления человека, но также от сопротивления изоляции фазного провода относительно земли.

Если, например, $R_1 = R_2 = R_3 = 3000$ Ом, то

$$I_h = \frac{220}{1000 \times \frac{3000}{3}} = 0,11 \text{ А} = 110 \text{ мА}; \quad U_h = 0,011 \times 1000 = 110 \text{ В}$$

Двухфазное прикосновение. При двухфазном прикосновении (рис. 8) независимо от режима нейтрали человек окажется под линейным напряжением сети $U_{\text{л}}$ и по закону Ома:

$$I_h = \frac{U_{\text{л}}}{R_h},$$

при $U_{\text{л}} = 380$ В: $I = 380/1000 = 0,38$ А = 380 мА.

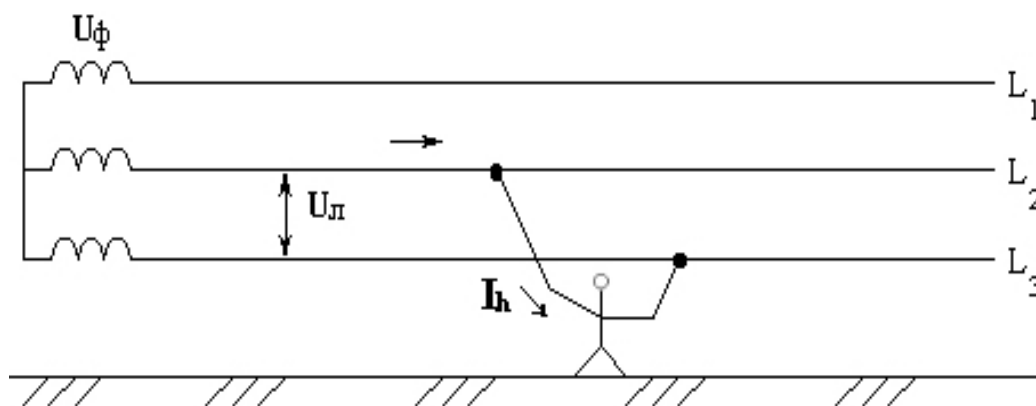


Рис. 8. Схема двухфазного прикосновения человека

Двухфазное прикосновение крайне опасно, такие случаи сравнительно редки и являются, как правило, результатом работы под напряжением в электроустановках до 1000 В, что является нарушением правил и инструкции.

Прикосновение к металлическому корпусу, оказавшемуся под напряжением. Прикосновение к корпусу электроустановки (рис. 9), в которой фаза (L_3) замкнулась на корпус, равносильно прикосновению к

самой фазе. Поэтому анализ и выводы для случаев однофазного прикосновения, рассмотренные ранее, полностью применяются для случая замыкания на корпус.

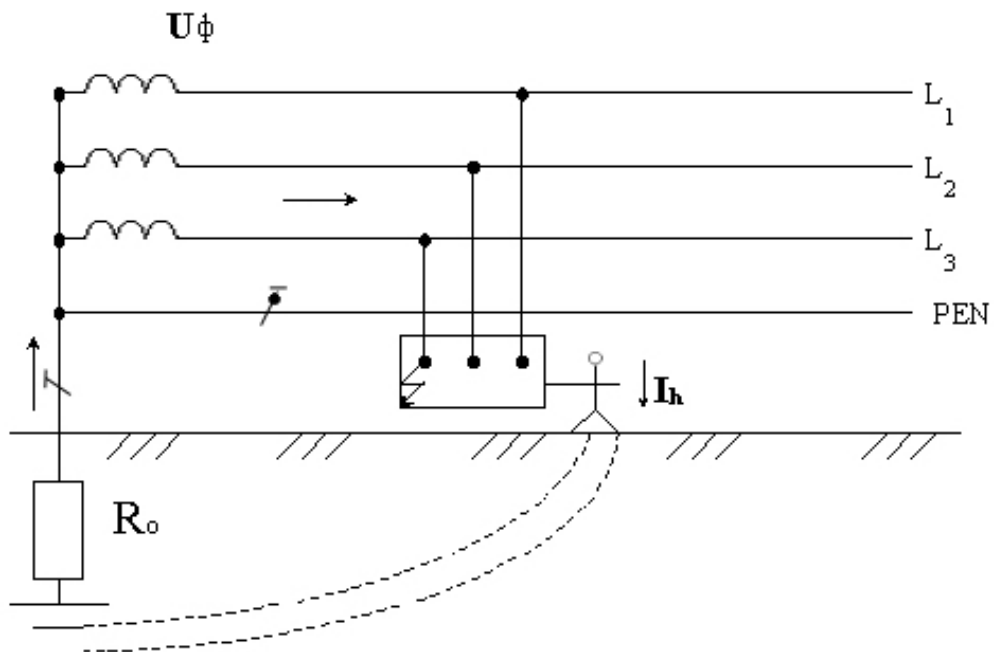


Рис. 9. Схема прикосновения человека к металлическому корпусу, оказавшемуся под напряжением