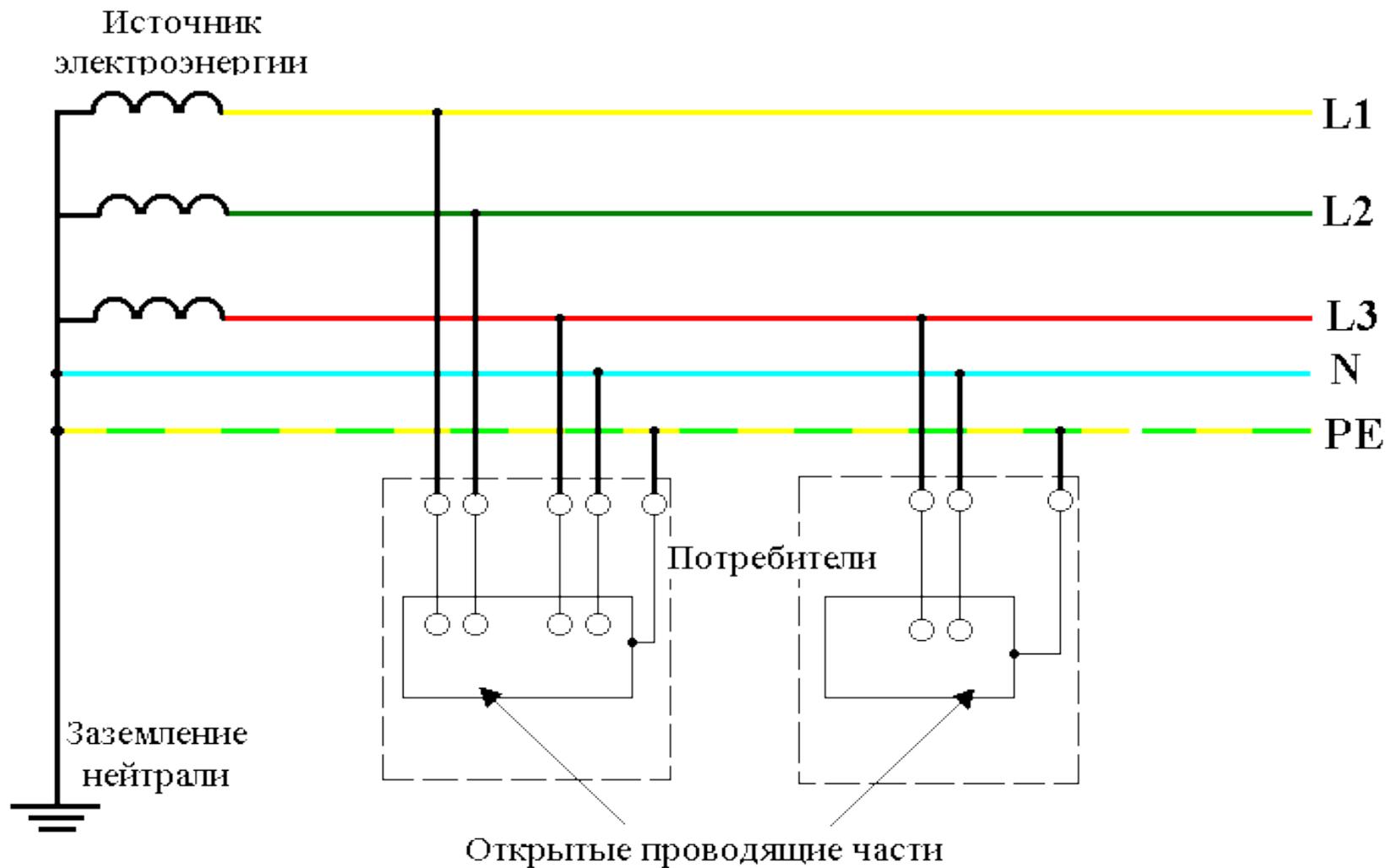


# Зануление

# Защитное зануление



# Назначение Зануления

Устранение опасности при прикосновении к корпусу и др. метал. частям, оказавшимся под напряжением.

Быстрое автоматическое отключение поврежденного ЭО от питающей сети



## Действие Зануления

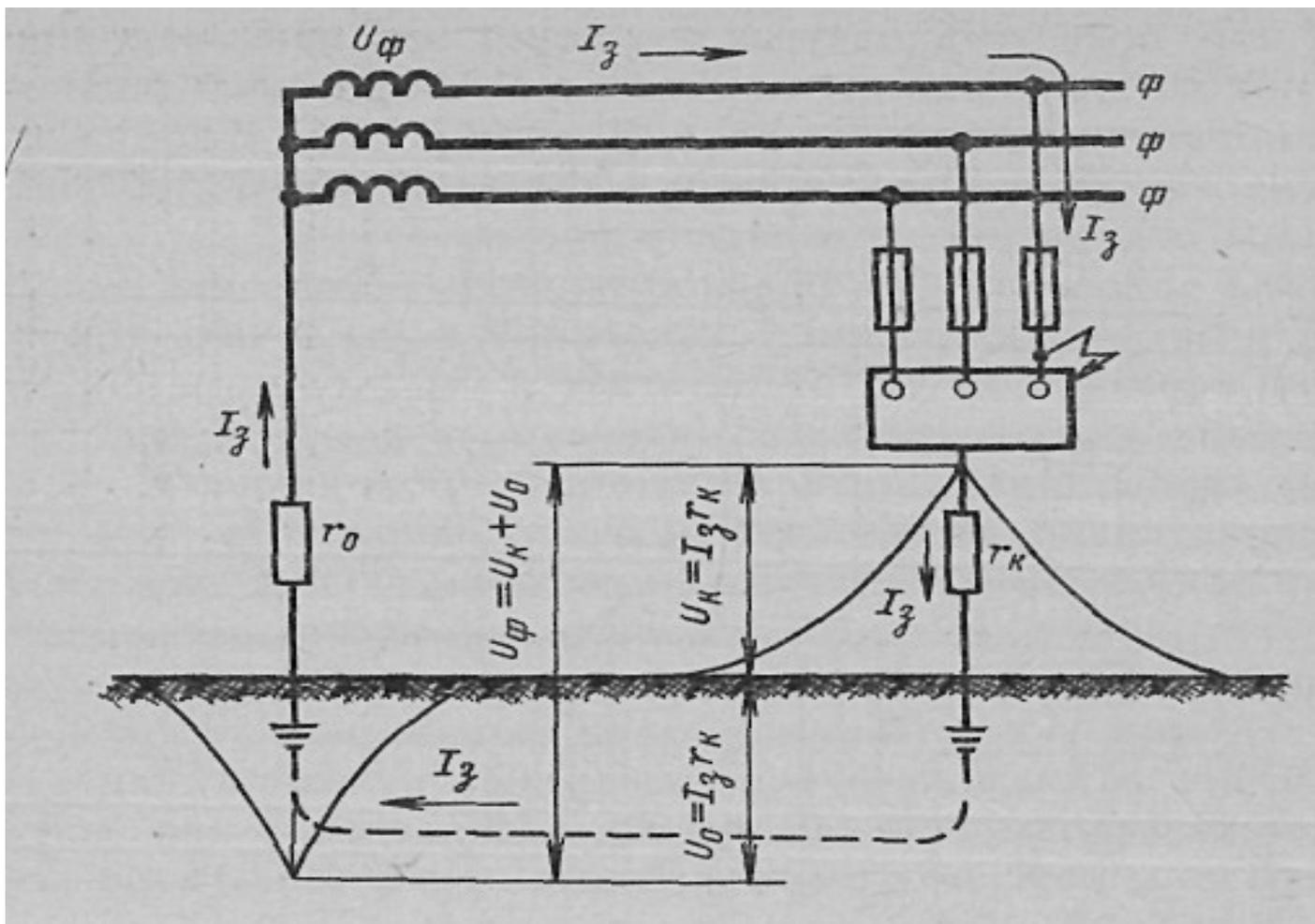
Зануление превращает замыкание на корпус в однофазное короткое замыкание, в результате чего срабатывает максимальная токовая защита и селективно отключает поврежденный участок сети. Кроме того, зануление снижает потенциалы корпусов, появляющиеся в момент замыкания на землю.

# Назначение заземления нейтрали

Для обеспечения необходимого для отключения ЭО значения тока  $1\text{-}\phi$  КЗ на корпус путем создания для этого тока цепи с малым сопротивлением.

В цепи нулевых защитных проводников не должно быть разъединяющих приспособлений и предохранителей.

# Назначение нулевого проводника



Назначение заземления нейтрали

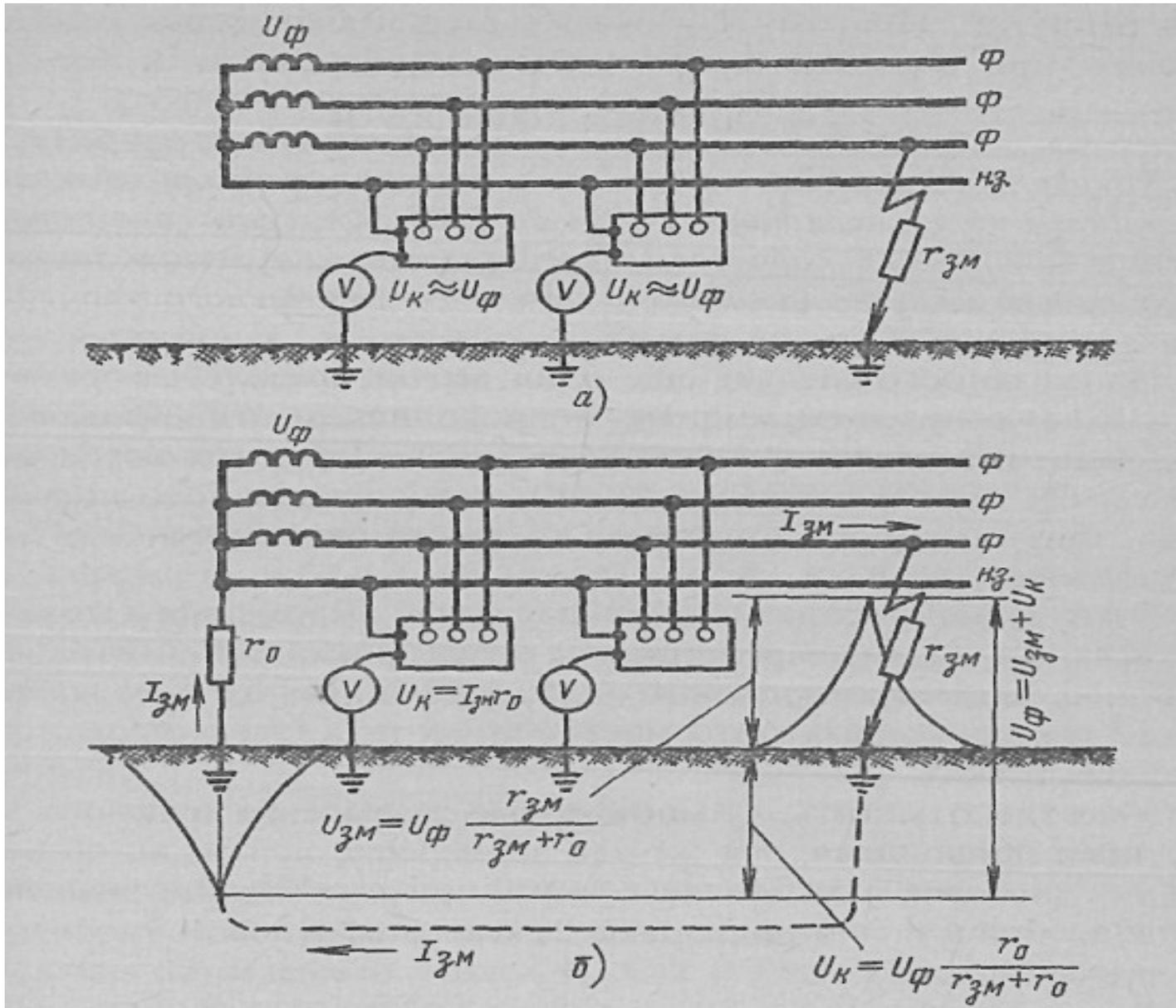
Однополюсные выключатели следует устанавливать в фазных проводниках, а не в нулевом рабочем проводнике

Полная проводимость нулевого защитного проводника во всех случаях должна быть не менее 50 % проводимости фазного проводника

Назначение заземления нейтрали

Для снижения напряжения на корпусе  
(Uф)

Для обеспечения работы при обрыве  
нулевого проводника



# Назначение повторного заземления

Повторные заземления нулевого провода должны выполняться на концах ответвлений воздушных линий длиной более 200 м и в середине линии и ответвления длиной 500 м.

## Назначение повторного заземления

Безопасность работников при касании корпуса за местом замыкания

$$U_H = I_{к \phi-o} * Z_H \rightarrow Z_H = R_H$$

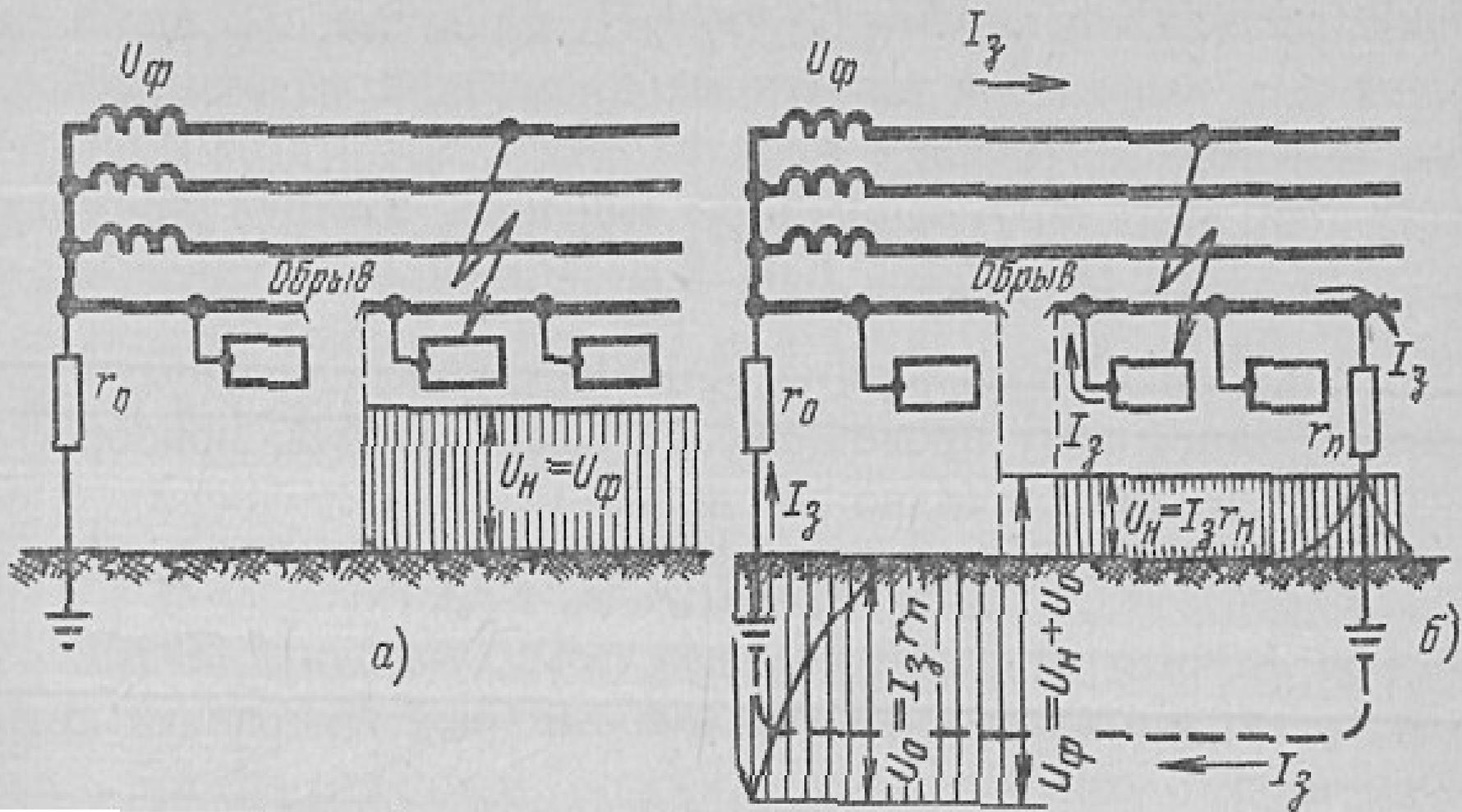
$$U_H = I_{к \phi-o} * R_H = I_{к \phi-o} * 2R_\phi$$

$$U_H = (2/3) * U_\phi = (2/3) * 220 = 147 \text{ В,}$$

При одинаковых  $R_H = R_\phi$

$$U_H = 74 \text{ В}$$

# Назначение повторного заземления



## Расчет зануления

На отключающую способность

$$I_k \geq k * I_{ном}$$

Тип защиты

Значение k

Установки

АВ(Автом.выкл)

1,25-1,4

Плав.предохр.

$\geq 3$

k – кратность  $I_k$  к номинальному току для срабатывания токовой защиты

## Задачи расчета зануления

### 1. Расчет на отключающую способность

$$I_{\kappa} = \frac{U_{\phi}}{Z_T / 3 + Z_{\Pi}}$$

Модуль сопротивления петли фаза-нуль

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\phi} + R_H)^2 + (X_{\phi} + X_H + X_{\Pi})^2}$$

# Зануление

$$X_{II} = 0.1256 * 10^{-3} / \ln \frac{2D}{d}$$

$0,1256 * 10^{-3}$  Ом/м

D - расстояние м/д нулевым и удал. Ф проводом,

d – диаметр нулевого провода

# Зануление

2. Вычислить отношение полных проводимостей фазного и нулевого защитного проводников

Для медных и алюминиевых:

$$\sigma_{\text{ф}} / \sigma_{\text{н.з}} = R_{\text{н.з}} / R_{\text{ф}}$$

Для стали:

$$\sigma_{\text{ф}} / \sigma_{\text{н.з}} = (R_{\text{н.з}}^2 + X_{\text{н.з}}^2)^{1/2} / R_{\text{ф}}$$

# Зануление

Если  $\sigma_{\text{ф}} / \sigma_{\text{н.з}} \leq 2$  расчет выполнен, если нет, то увеличивается сечение нулевого проводника и расчет повторяется

3. Расчет сопротивления заземления нейтрали:

$$r_0 \leq R_{\text{кз}} * (U_{\text{пр.д}} / (U_{\text{ф}} - U_{\text{пр.д}})), R_{\text{кз}} = 20 \text{ Ом}$$

Сопротивление повторного заземлителя

$$R_{\text{п}} \leq n * r_{\text{п}} * U_{\text{пр.д}} / (2U_{\text{ф}}/3 - U_{\text{пр.д}}),$$

4. Измерения после монтажных работ

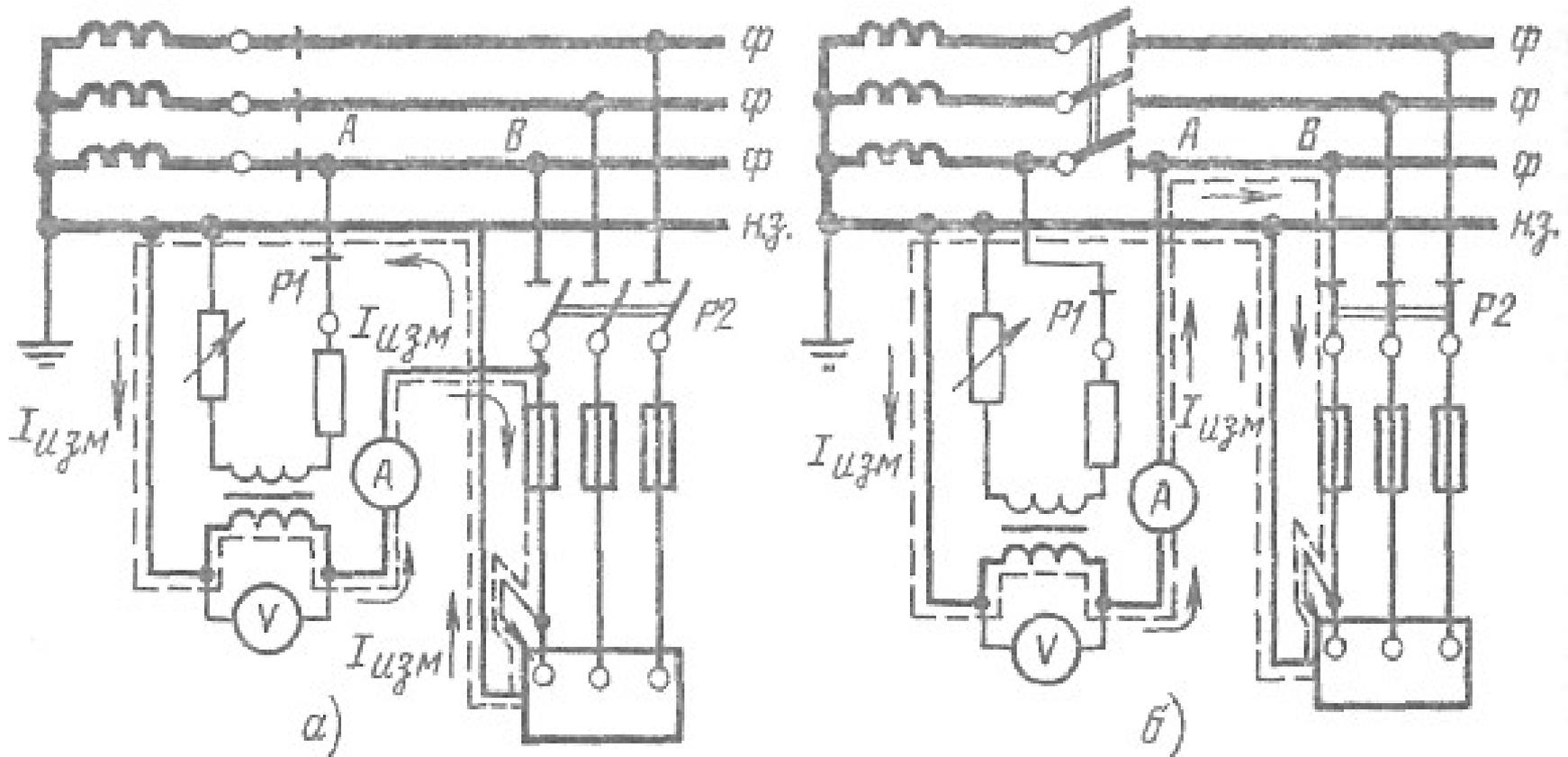
# Требования к Занулению

- полная проводимость РЕ провода во всех случаях должна быть не менее 50 % проводимости фазного провода
- соединения нулевого провода до защищаемого корпуса выполняются сварными;
- РЕ провод соединяется со всеми заземленными металлическими конструкциями;
- Зануление однофазных потребителей, например светильников, должно осуществляться специальным проводником (или жилой кабеля), который не может одновременно служить проводом для рабочего тока

# Контроль Зануления

Контроль зануления. Как и заземление, зануление проверяется при вводе электроустановки в эксплуатацию, периодически и после ремонта. Внешний осмотр зануления производится аналогично осмотру заземления. Для измерения сопротивления петли «фаза — нуль» может быть применен любой прибор, для измерения малых сопротивлений — измеритель заземления МС-0,8, омметр МЗ72 и т. п. Сопротивления заземлений нейтрали и нулевого провода измеряются прибором МС-08 или М416

# Измерение сопротивления $Z_{\Pi}$



# Зануление

$S$ , кВА	$Z_{т}$ , Ом при схеме обмоток
Масл.	$\Delta / Y-$
25	3,110
63	1,237
100	0,487
400	0,195
630	0,129
1000	0,081
Сухие	
400	0,066

# Зануление

Таблица: Наибольшее допустимое время  
защитного автоматического отключения  
питания

$U_{\phi}$ , В	t, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более	
380	0,1

# Зануление

Допускаются значения времени отключения более указанных в таблице, но не более 5 с в цепях, питающих только стационарные электроприемники от распределительных щитков или щитов при выполнении одного из следующих условий:

1) полное сопротивление защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком не превышает значения, Ом

$$50 \frac{Z_{\text{ц}}}{U},$$

где  $Z_{\text{ц}}$  – полное сопротивление цепи “фаза – нуль”, Ом;  $U$  – номинальное фазное напряжение сети, В; 50 – падение напряжения на участке защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком, В.

# Зануление

2) к шине РЕ распределительного щита или щитка присоединена дополнительная система уравнивания потенциалов, охватывающая те же сторонние проводящие части, что и основная система уравнивания потенциалов.

Расчет зануления на отключающую способность заключается в определении параметров нулевого защитного проводника (длина, сечение, материал) и максимальной токовой защиты, при которых ток однофазного короткого замыкания, возникающий при замыкании фазного провода на зануленный корпус, вызвал бы срабатывание максимальной токовой защиты за время, указанное в таблице.

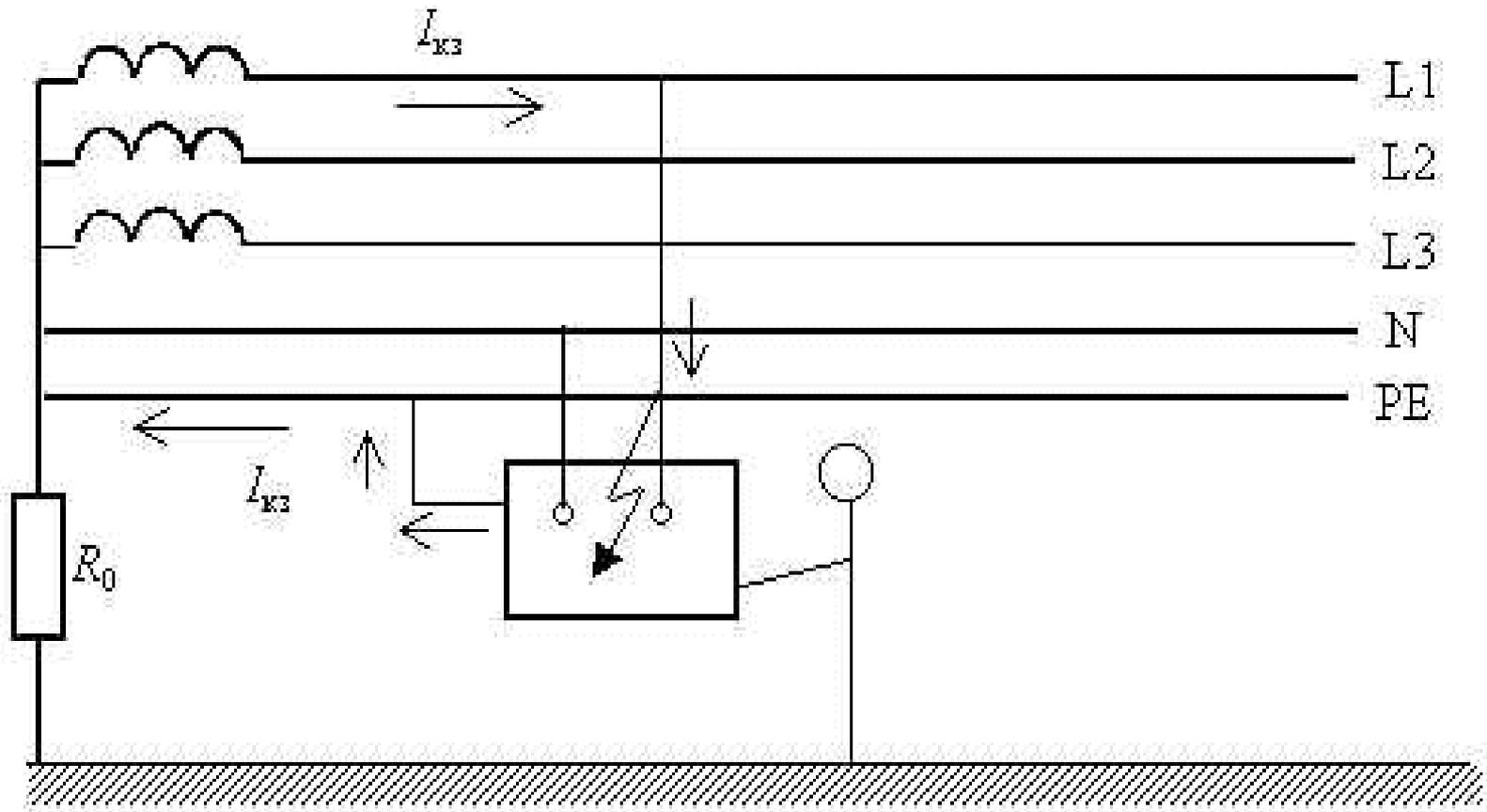
# Зануление

Человек прикоснулся к зануленному корпусу потребителя электроэнергии, питающегося от сети типа TN-S напряжением 380/220 В

При каком соотношении сечений фазного и РЕ проводников напряжение прикосновения будет равно длительно допустимому при времени срабатывания максимальной токовой защиты 1 с?

При решении задачи считать, что материал фазного и защитного проводников одинаков, а повторное заземление РЕ – проводника отсутствует.

# Зануление



Замыкание фазы сети TN - S на зануленный корпус

# Зануление

## Решение:

Известно, что сопротивление участка фазного провода до места замыкания на корпус можно определить по формуле:

$$R_{Л1} = \rho \frac{l}{S_{Л1}}.$$

Аналогично, сопротивление участка РЕ – проводника до места замыкания на корпус можно определить по формуле:

$$R_{PE} = \rho \frac{l}{S_{PE}}.$$

# Зануление

При замыкании фазного провода на зануленный корпус возникает ток короткого замыкания, который можно определить по упрощенной формуле:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{R_{L1} + R_{PE}}.$$

При этом напряжение корпуса относительно земли, под действие которого попадает человек при прикосновении к корпусу, определяется как:

$$U_{к} = \frac{U_{\phi}}{1 + \frac{R_{L1}}{R_{PE}}}.$$

# Зануление

Учитывая, что при прочих одинаковых параметрах проводов

$$\frac{R_{L1}}{R_{PE}} = \frac{S_{PE}}{S_{L1}},$$

а допустимое напряжение прикосновения при заданном времени срабатывания 1с будет равно 50 В, можно определить требуемое соотношение сечений фазного и РЕ – проводов:

$$50 = \frac{220}{1 + \frac{S_{PE}}{S_{L1}}};$$

$$\frac{S_{PE}}{S_{L1}} = 3,4.$$

# Зануление

При замыкании фазного провода на зануленный корпус возникает ток короткого замыкания, который можно определить по упрощенной формуле:

При этом напряжение корпуса относительно земли, под действие которого попадает человек при прикосновении к корпусу, определяется как:

Учитывая, что при прочих одинаковых параметрах проводов

а допустимое напряжение прикосновения при заданном времени срабатывания 1с будет равно 50 В, можно определить требуемое соотношение сечений фазного и РЕ – проводов: