**МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ**

**РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ**

(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Лабораторные работы

Выполнили ст-ты:

Оленин А.А.

Цветков Р.И.

Новик С.Г.

Герасимов И.И.

гр. ИТВ-1-08

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил

Самгин Э.Б.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2011 г.

**Лабораторная работа №1**

**УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ**

**Цель работы**

Изучение назначения, принципа действия, конструкции и основных технических характеристик устройств защитного отключения (УЗО).

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциаль­ный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока, относятся к допол­нительным видам защиты человека от поражения при косвенном прикос­новении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания.

В основе действия защитного отключения, как электрозащитного сред­ства, лежит принцип ограничения (за счет быстрого отключения) продол­жительности протекания тока через тело человека при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под на­пряжением.

Из всех известных электрозащитных средств УЗО яв­ляется единственным, обеспечивающим защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении к одной из токоведущих частей.

Другим, не менее важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгораний и пожаров, возникающих на объектах вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электро­проводки и электрооборудования.

УЗО применяются для комплектации вводно-распределительных уст­ройств (ВРУ), распределительных щитов (РЩ), групповых щитков (квар­тирных и этажных), устанавливаемых в жилых и общественных зданиях, производственных помещениях т.п.

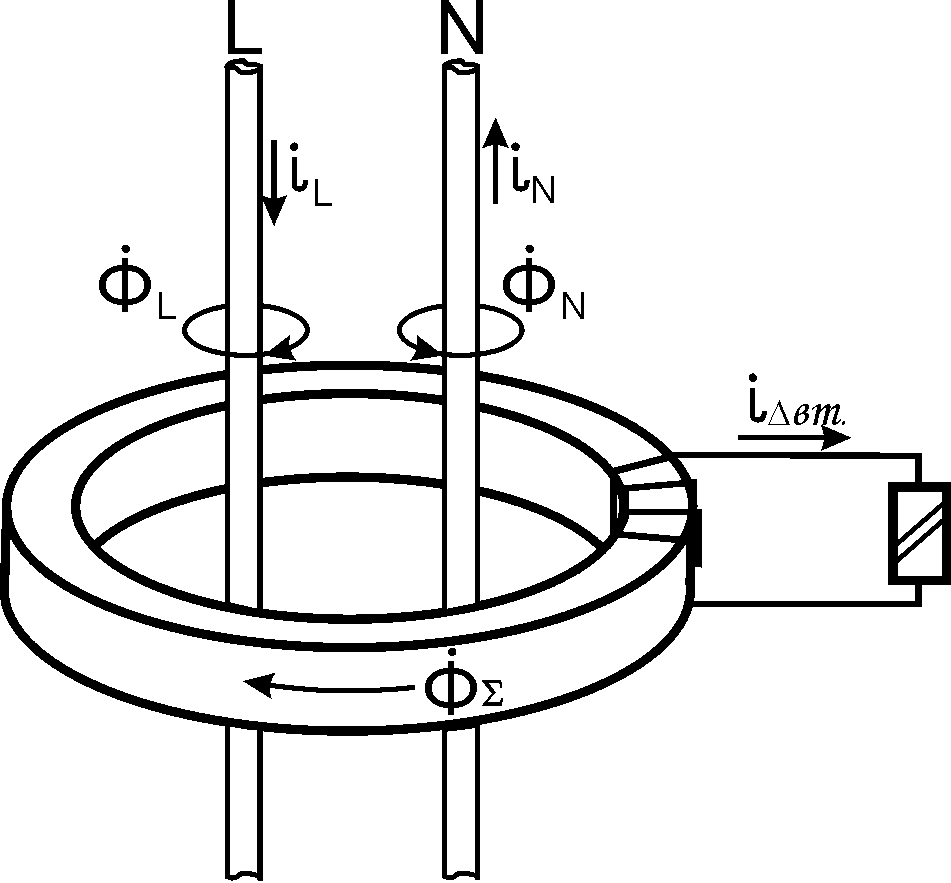
Применение УЗО целесообразно и оправдано по социальным и эконо­мическим причинам в электроустановках всех возможных видов и самого различного назначения.

Затраты на установку УЗО несоизмеримо меньше возможного ущерба — гибели и травм людей от поражения электрическим током, возгораний, по­жаров и их последствий, произошедших из-за неисправностей электропро­водки и электрооборудования.

**ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УЗО**

Функционально УЗО можно определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Принцип действия УЗО дифференциального типа основан на применении электромагнитного векторного сумматора токов − дифференциального трансформатора тока.



**Рис. 1. Дифференциальный трансформатор тока**

Сравнение текущих значений двух и более (в четырехполюсных УЗО − 4-х) токов по амплитуде и фазе наиболее эффективно, т.е. с минимальной погрешностью, осуществляется электромагнитным путем − с помощью дифференциального трансформатора тока (рис.1).

Суммарный магнитный поток в сердечнике − *ФΣ*, пропорциональный разности токов в проводниках, являющихся первичными обмотками трансформатора, *iN* и *iL*, наводит во вторичной обмотке трансформатора тока соответствующую эдс, под действием которой в цепи вторичной обмотки протекает ток *iΔвт,* также пропорциональный разности первичных токов.

Следует отметить, что к магнитному сердечнику трансформатора тока электромеханического УЗО предъявляются чрезвычайно высокие требования по качеству − высокая чувствительность, линейность характеристики намагничивания, температурная и временная стабильность и т. д.

По этой причине для изготовления сердечников трансформаторов тока, применяемых при производстве УЗО, используется специальное высококачественное аморфное (некристаллическое) железо.

Основные функциональные блоки УЗО представлены на рис. 2.

Важнейшим функциональным блоком УЗО является дифференциальный трансформатор тока *1*.

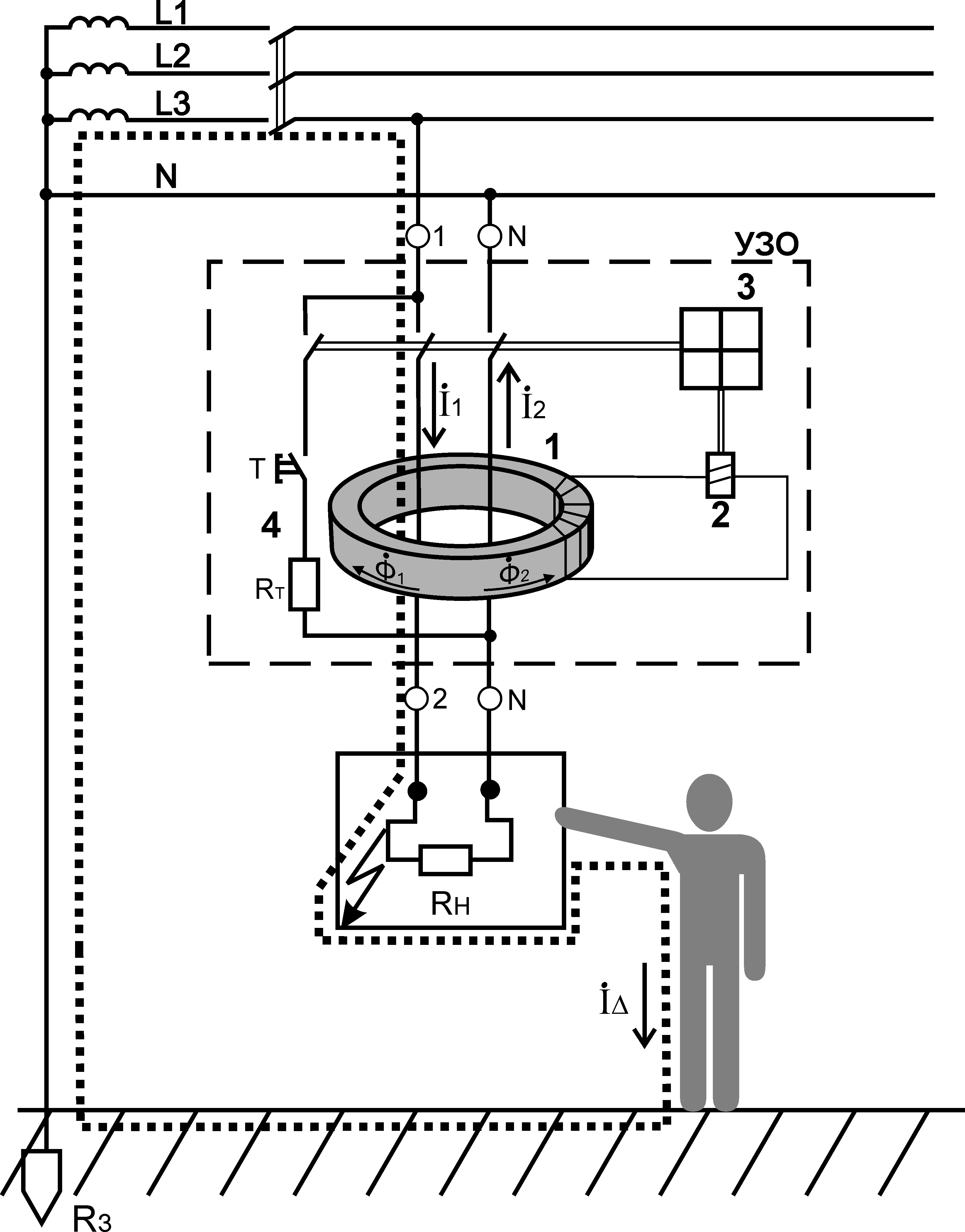


Рис. 2. Принцип действия УЗО

В литературе по вопросам конструирования и применения УЗО этот транс­форматор иногда называют трансформатором тока нулевой последователь­ности − ТТНП, хотя понятие «нулевая последовательность» применимо только к трехфазным цепям и используется при расчетах несимметричных режимов многофазных цепей.

Пусковой орган (пороговый элемент) *2* выполняется, как правило, на чувствительных магнитоэлектрических реле прямого действия или электронных компонентах.

Исполнительный механизм *3* включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода.

В нормальном режиме, при отсутствии дифференциального тока − тока утечки, в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока *1* протекает рабочий ток нагрузки. Про­водники, проходящие сквозь окно магнитопровода, образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора то­ка.

Если обозначить ток, протекающий по направлению к нагрузке, как *I*1, а от нагрузки как *I*2, то можно записать равенство:

*I*1 = *I*2.

Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но векторно встречно направленные магнитные потоки *Ф1* и *Ф2*.

Результирующий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора так­же равен нулю.

Пусковой орган *2* находится в этом случае в состоянии покоя.

При прикосновении человека к открытым токопроводящим частям или к корпусу электроприемника, на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через УЗО кроме тока нагрузки *I*1 протекает дополнительный ток − ток утечки (*I*Δ), являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках (*I1 + I Δ*  в фазном проводнике и *I*2, равный *I*1, в нулевом рабочем проводнике) вызывает небаланс маг­нитных потоков и, как следствие, возникновение во вторичной обмотке трансформированного дифференциального тока.

Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа *2*, последний сра­батывает и воздействует на исполнительный механизм *3*.

Исполнительный механизм, обычно состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате защищаемая УЗО электроустановка обесточивается.

Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования *4*.

При нажатии кнопки «Тест» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно.

1. Измерение отклоняющего дифференциального тока I∆ в зависимости от формы дифференциального тока и значения тока нагрузки.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дифференциальный ток | Без нагрузки | Ток нагрузки In, A | | |
| 2A | 5A | 8A |
| Синусоидальный | 24,5 mA | 24,5 | 24 | 24 |
| Пульсирующий (положительный) | 45 mA | 46 | 46 | 46 |
| Пульсирующий (отрицательный) | 46 mA | 46 | 46 | 46 |

2. Измерение времени отключения Т при изменении дифференциального отключающего тока.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дифференциальный ток | Кратность дифференциального тока | | |
| I∆n | 2I∆n | 5I∆n |
| Синусоидальный | 26,1 ms | 21,1 ms | 17,4 ms |
| Пульсирующий (положительный) | - | 24.1 ms | 18 ms |
| Пульсирующий (отрицательный) | - | 22,4 ms | 19 ms |

3. Измерение времени отключения Т в зависимости от значения тока нагрузки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дифференциальный ток | Ток нагрузки In,A | | |
| 2 | 5 | 8 |
| I∆n | 28 ms | 28 ms | 28 ms |
| 2I∆n | 20 ms | 20 ms | 23 ms |
| 5I∆n | 17 ms | 17 ms | 16 ms |

**Вывод**

Устройства защитного отключения позволяют предотвратить поражение электрическим током при прикосновении человека к фазному проводу путем его отключения от сети. При прикосновении одновременно к фазному и нулевому проводу УЗО не сработает.

**Лабораторная работа №3**

**Исследование электроопасности трехфазных сетей.**

**Цель работы**

Изучить используемые в промышленности трехфазные схемы питания потребителей. Ознакомится с возможными вариантами однофазных включений человека в электрическую сеть и методикой оценки опасности таких включений. Изучить критерии электробезопасности.

**Сведения из теории**

Для питания электропотребителей используется два вида трехфазных сетей : а) с изолированной от земли нейтралью источника питания; б) с заземленной нейтралью.

Опасность поражения человека при однофазном прикосновении в сети с изолированной нейтралью обусловлена распределенными по длине линии параметрами - активной (gиз) и емкостной (b) проводимостями проводов относительно земли.

gиз=1/Rиз  b=w\*Cф

где -- сопротивление изоляции фазного провода относительно земли, Ом.

Ток через человека с сопротивлением R замыкается по этим проводимостям на источник питания с фазным напряжением U (рис 1а)

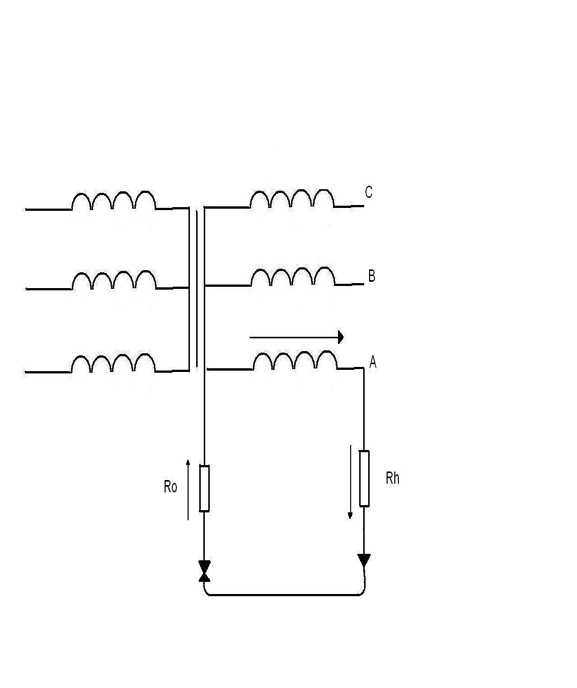
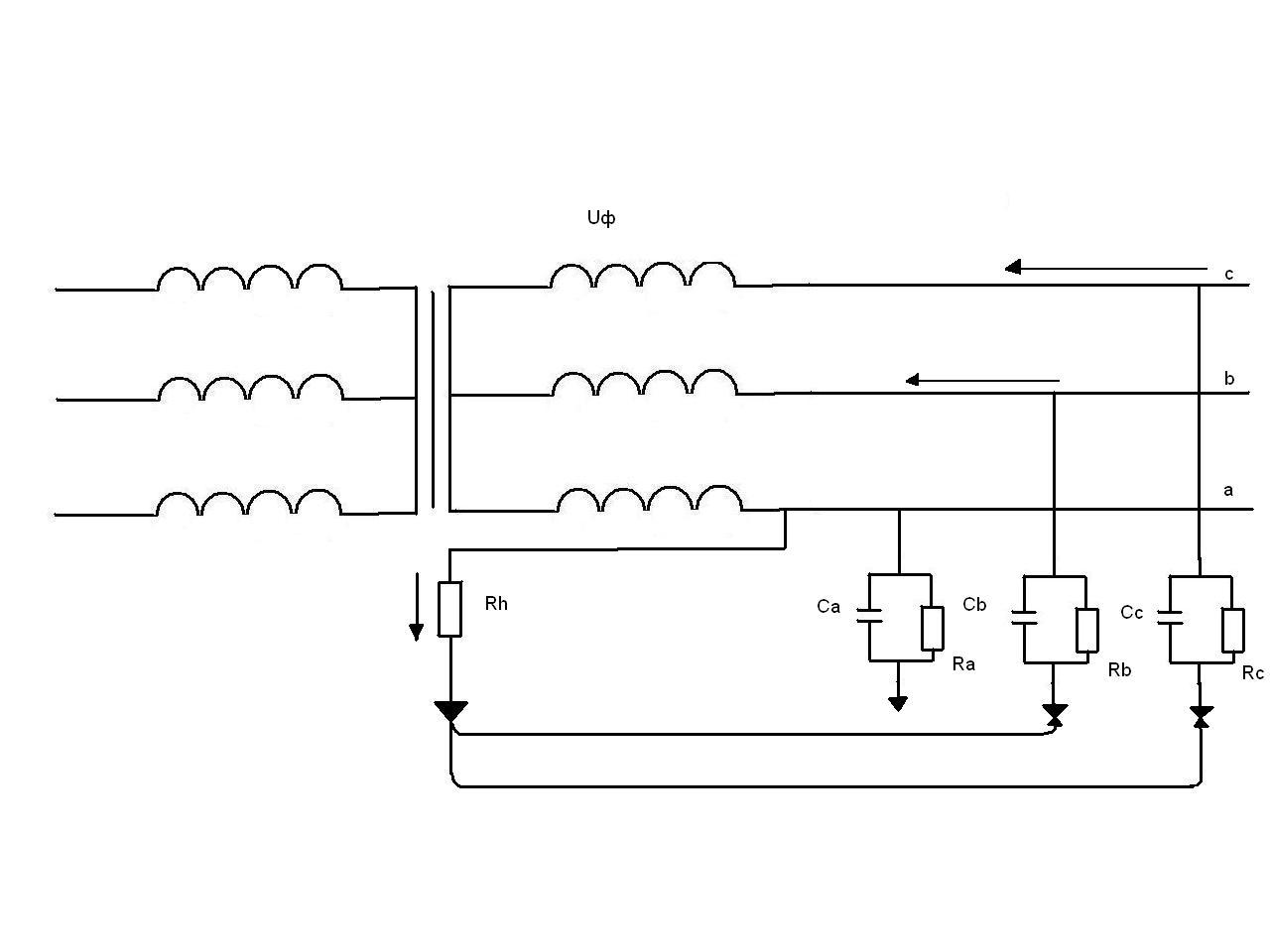


Рис 1 Схемы прохождения токов однофазного прикосновения в трехфазных сетях с изолированной ( а ) и заземленной ( б ) нейтрального источника питания.

В сети с заземленной нетралью ток через человека протекает по цепи, создаваемо в основном сопротивлением рабочего заземлителя Ro.

Для расчета тока через человека Ih используются следущие формулы:

1. В сети с изолированной нейтралью в симметричном режиме, когда сопртивления изоляци и емкости всех трех фаз относительно земли одинаковы

Ih=(Uф/Rh) \* 

где Rиз - сопротивление изоляции фазного провода относительно земли, Ом;

Rч - сопротивление человека, Ом

Сф - емкость фазного провода относительно земли, Ф

w - частота сети рад/c.

2. В сети с изолированной нейтралью в нессиметричном режиме при прикосновении к фазе а



где ga gb gc проводимости изоляции фаз, См

gh - проводимость тела человека См

3. В сети с заземленной нейтралью



Правила устройства электроустановок ограничивают значение Rо. В сети напряжением 380/220 В Rо = 4 Ом, и им в формуле моно пренебреч (Rh>>Ro)

Тогда



Для оценки опасности полученных в результате расчетов значений тока Ih необходимо воспользоватся критериями электробезопасности, которые установлены ГОСТ 12.1.038-82.

1. Предельно допустимые уровни напряжений прикосноввения, Uпр , В;

2.Предельно допустимые уровни токов через человека Ih, мА;

3. Длительность протекания тока чрез человека tлоп C.

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Для проведения лабораторной работы используется стенд налицевой панели

которго изображена принципиальная схема и выведены органы управления. Фазное напряжение Uф = 220 В.

Стенд моделирует два основных выарианта однофазного прикосновения .

Параметры схем могут быть заданы с помощью переключателей выведенных на лицевую панель.

Переключатели Rа, Rb, Rc, Ca, Cb, Cc, изменяют значения сопротивлений изоляции и емкостей фаз соответсвенно.

Переключатель Rh определяет величину сопротивления имитирующего тело человека.

Тумблер Замыкание, переведенный в положение вверх имитирует пробой фазы на корпус электроустановки и одновреммено, касание человека к этому корпусу, формируя тем самым режим однофазного прикосновения.

Перевод тумблера вниз размыкает цепь тока однофазного прикосновения.

Тумблер Ro задает режим нейтрали сети. При положении тумблера вверх нейтраль сети заземлена через сопротивление рабочего заземления, равное 4 Ом. При отключении тумблера Ro сеть имеет изолированную нейтраль.

Кнопка Сеть подает питание на моделируемый участок сети.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Опыт 1. Сеть с изолированной нейтралью в симметричном режиме.

Расчитать по формулам токи Ih(Rиз) при Cф = 0 и Ih(Cф) при Rиз = . Исходные данные для расчета взять из таблиц 1 и 2, а результаты занести в эти же таблицы.

Изменяя Rиз, снять экспериментальную зависимость Ih(Rиз) при Cф = 0. Результаты занести в таблицу 1.

Установить значение Rиз стремящееся к бесконечности. Изменяя величину Сф, снять экспериментальную зависимость Ih(Cф). Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cф, мкФ | 0 | | | | |
| Rиз, кОм | 1 | 2 | 5 | 10 | 400 |
| Ih эксп,мА | 80 | 60 | 40 | 25 | 10 |
| Ihрасч,мА | 112 | 80 | 51 | 33 | 11 |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rиз, кОм |  | | | | | |
| Cф, мкФ | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 1,5 |
| Ih эксп,мА | 0 | 18 | 30 | 60 | 80 | 82 |
| Ihрасч,мА | 0 | 21 | 45 | 80 | 105 | 130 |

Опыт 2. Сеть с изолированной нейтралью в несимметричном режиме.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ra | Rb | Rc | Ih эксп | Ih расч |
| R1 | R2 | R3 | 70 | 91 |
| R3 | R1 | R2 | 10 | 33 |
| R2 | R3 | R1 | 65 | 80 |

Значения сопротивлений R1,R2,R3 задаются преподавателем. Емкость фаз относительно земли Сф =0.

Зная эти величины, рассчитать по формуле (4) токи однофазного прикосновения в несимметричном режиме. При этом сопротивлениям Ra, Rb, Rc поочередно присваивается значения R1, R2, R3 с помощью переключателей Ra, Rb, Rc.

В соответствии со строками таблицы 3 измерить токи однофазного прикосновения в несимметричном режиме. Результаты занести в таблицу 3. R1, R2, R3 задаются преподавателем.

Опыт 3. Сеть с заземленной нейтралью.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rиз, кОм | 1 | 2 | 5 | 10 | 400 |
| Ih, эксп | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Ih, расч | 55 | 55 | 55 | 55 | 55угу |

**Вывод**

Если нейтраль заземлена, фазные напряжения по отношению к земле остаются постоянными и равными фазному напряжению. При нарушении изоляции одной из фаз по отношению к земле нейтраль может получить незначительное смещение. Прикосновение человека к одной из фаз создает цепь тока: проводник-тело человека-земля-заземленный нулевой провод-общая точка обмоток. Напряжение прикосновения человека будет частью фазного напряжения, и ток, проходящий через человека, не зависит от токов утечки и емкостных токов других фаз, так как цепь замыкания через сопротивление нейтрали имеет меньшее сопротивление, чем сопротивления утечки и емкостные сопротивления этих фаз, т. е. эти сопротивления оказываются зашунтированными.

Прикосновение человека к токоведущей части может быть замыканием на заземленную часть электроустановки - замыканием на корпус, или замыканием непосредственно на землю. Здесь имеется различие, так как в последнем случае имеет значение большое переходное сопротивление в месте контакта человека с землей. В системе с заземленной нейтралью при замыкании провода на землю создается путь тока от места замыкания через землю и нулевую точку к обмоткам других фаз генератора или трансформатора, и защита срабатывает. В случае касания провода человеком он оказывается под фазным напряжением и не может оказаться под линейным напряжением. С точки зрения опасности прикосновения человека к токоведущей части система с изолированной нейтралью представляется более опасной по величине напряжения, под которым может оказаться человек, если не надежно работают устройства защиты.