

ООО ПАРМА

Методические указания по применению ВАФ-А(С).

Санкт-Петербург

2019

Содержание.

Наименование	Страницы
1. Область применения	3
2. Предварительная оценка вторичных цепей прозвонкой	4-5
3. Методические указания по применению ВАФ-А(С) при проверке ТТ и цепей нагрузки ТТ	5-24
3.1. Проверка правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки ТТ от постороннего источника тока.	5-17
3.2. Определение сопротивления вторичной нагрузки на ТТ	17-24
4. Методические указания по применению ВАФ-А(С) при проверке ТН и цепей нагрузки ТН.	25-33
4.1. Определение сопротивления КЗ ТН.	25-28
4.2. Проверка правильности монтажа схемы переключения цепей с одного ТН на другой	28-30
4.3. Проверка правильности сборки вторичных обмоток ТН	30-33
5. Методические указания по проверке правильности подключения РЗА (релейной защиты от всех видов многофазных и однофазных коротких замыканий, контроллеров присоединений с функциями УРОВ и АПВ, противоаварийной автоматики)- 10 (5) Р, измерительных преобразователей- 0,2 (0,5) и приборов учета электроэнергии- 0,2S.	34-36

Данный документ содержит методические указания по применению ВАФ-А(С) при проведении измерений. С конструктивными и техническими параметрами ВАФ-А(С) можно познакомиться, прочитав руководство по эксплуатации на сайте компании ПАРМА: parma.spb.ru (см. раздел Оборудование -> Вольтамперфазометры -> ПАРМА ВАФ-А(С) -> Документация). Там-же вы найдете информацию о порядке приобретения продукции компании ПАРМА.

1.Область применения.

1.1 Новое строительство и реконструкция РУ 0,4- 750 кВ.

ВАФ-А(С) используется персоналом наладочных организаций и ремонтным персоналом заказчика для:

- Выполнения измерений в соответствии с назначением при индивидуальных испытаниях первичного оборудования (трансформаторов тока, трансформаторов напряжения, высоковольтных выключателей и др.).
- Выполнения измерений в соответствии с назначением при проведении функциональных испытаний отдельных систем релейной защиты, противоаварийной и системной автоматики, АИСКУЭ, а также контроллеров присоединений, совмещающих функции релейной защиты, системной автоматики и АСУ ТП и контроллеров АСУ ТП.
- Выполнения измерений в соответствии с назначением при выполнении пробных пусков и программ комплексного опробования электротехнического оборудования.

1.2 Техническое обслуживание в процессе эксплуатации электротехнического оборудования 0,4- 750 кВ.

ВАФ-А(С) используется ремонтным и оперативно-ремонтным персоналом эксплуатирующих организаций при:

- техническом обслуживании первичного оборудования (трансформаторов тока, трансформаторов напряжения, высоковольтных выключателей электродвигателей и др.). Выполнение измерений в соответствии с назначением при ремонтах первичного оборудования.
- Выполнении измерений в соответствии с назначением при выполнении нормированных операций при техническом обслуживании релейной защиты, противоаварийной и системной автоматики, вторичных цепей АИСКУЭ.
- Выполнении измерений в соответствии с назначением при послеаварийных проверках электротехнического оборудования.

- Выполнении измерений в соответствии с назначением при проведении натуральных испытаний и опытной эксплуатации инновационного электротехнического оборудования.

2. Предварительная проверка вторичных цепей прозвонкой.

Используется при всех видах проверок, указанных в разделе 1

Для проведения измерений используется **ВАФ-А(С)**, укомплектованный щупами напряжения.

Подключение

Зажимы щупов для измерения напряжения подключаются к вторичным цепям трансформатора тока (ТТ) или трансформатора напряжения (ТН) В соответствии с рисунком 2.1.

Проверка.

Чтобы убедиться в целостности проводников токовых цепей их пофазно отключают от зажимов ТТ и ТН и с помощью **ВАФ-А(С)** убеждаются, что сопротивление цепи приблизительно равно (имеет тот же порядок) сопротивлению нагрузки проверяемой цепи. Данная проверка обязательна при первом включении ТТ и ТН и всех последующих плановых проверках в процессе эксплуатации. Прозвонку вторичных цепей производят при отключенной от электропитания первичной обмотке ТТ и ТН. Измерения производятся как со стороны нагрузки-релейной защиты и автоматики; счетчиков электрической энергии; измерительных преобразователей и.т.п., так и со стороны ТТ и ТН

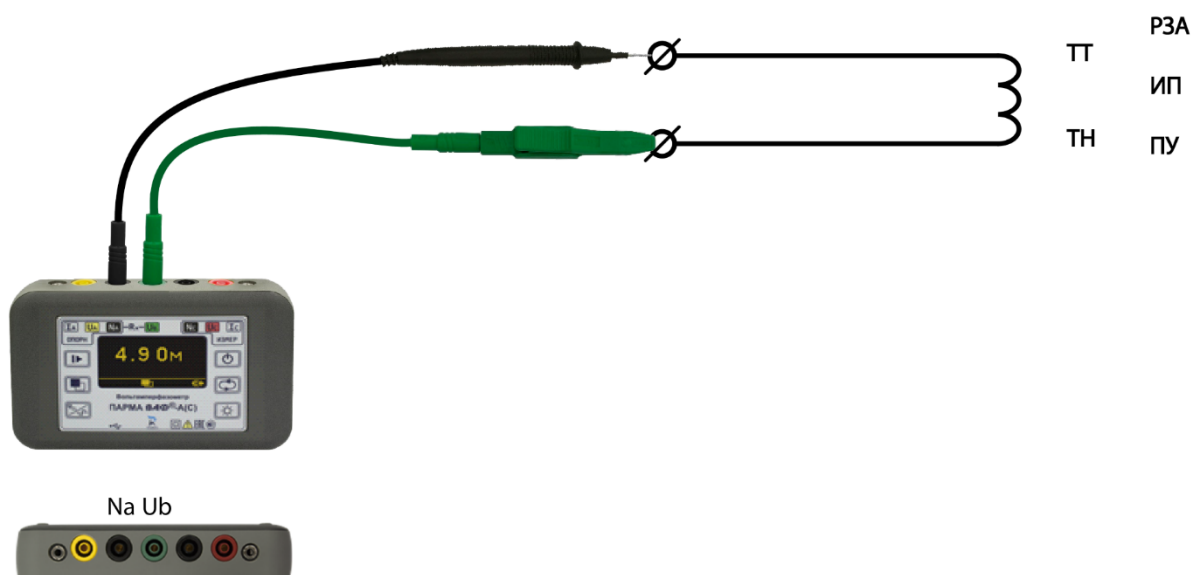


Рисунок 2.1

Результаты измерений.

По результатам измерений делается вывод об исправности (целостности) вторичных цепей ТТ и ТН в случае, если измеренное сопротивление цепей соизмеримо (имеет тот же порядок) или равно сопротивлению нагрузки проверяемой цепи (Рисунок 2.1): релейной защиты и автоматики; счетчиков электрической энергии; измерительных преобразователей и т.п.

3. Методические указания по применению ВАФ-А(С) при проверке ТТ и цепей нагрузки ТТ.

3.1. Проверка правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки ТТ от постороннего источника тока.

Способ проверки состоит в следующем: в зависимости от схемы соединения вторичных обмоток, первичные обмотки ТТ соединяются по определенной схеме и в них подается однофазный ток от нагрузочного устройства. Вторичные цепи должны быть полностью собраны, заземления вторичных цепей восстановлены. При проверке первичная обмотка трансформаторов тока не должна быть замкнута.

В качестве источника тока (нагрузочного устройства-НУ) могут использоваться любые нагрузочные трансформаторы достаточной мощности или серийно выпускаемые устройства (САТУРН-М1).

Данная проверка обязательна при первом включении ТТ и всех последующих плановых проверках в процессе эксплуатации.

Подключение.

ДТ ВАФ-А(С) подключаются к измерительным цепям ТТ в соответствии с приведенными схемами (Рисунки: №3.1, 3.7, 3.13, 3.17) с учетом направления от источника электроэнергии к нагрузке. Измерения целесообразно проводить в распределительном устройстве (РУ), в месте установки ТТ. При совмещении проверок ТТ с проверками правильности подключения нагрузки (релейной защиты и автоматики; счетчиков электрической энергии; измерительных преобразователей и т.п.- Знн (Рисунок 3.1)), измерения можно проводить непосредственно у нагрузки.

Используется ВАФ-А(С), укомплектованный токоизмерительными клещами (ДТ) с $I_n=40A$ для проверки правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки для следующих схем соединений ТТ:

3.1.1 Соединение трех обмоток ТТ в звезду.

Проверка, как правило, совмещается с проверкой правильности подключения токовых цепей РЗА (релейной защиты от всех видов многофазных и однофазных коротких замыканий, контроллеров присоединений с функциями УРОВ и АПВ, противоаварийной автоматики) - 10 (5) Р, измерительных преобразователей (ИП) - 0,2 (0,5) и приборов учета электроэнергии (АИСКУЭ) - 0,2S.

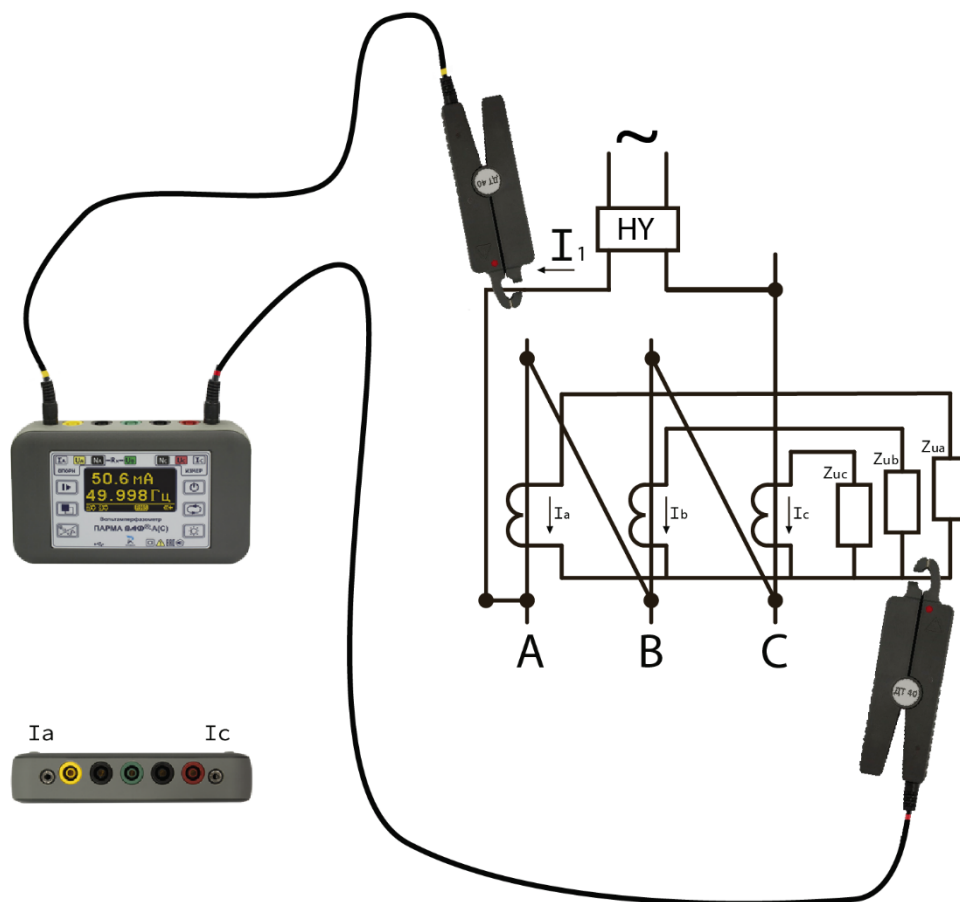


Рисунок 3.1

Чтобы убедиться в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки необходимо, контролируя неизменность силы тока в цепи НУ с помощью опорного комплекта ДТ поочередно, с помощью измерительного комплекта ДТ, измерить силу тока во вторичных цепях ТТ- I_a , I_b , I_c , I_o (фазные токи и ток нулевой последовательности).

Результаты измерений

Вторичные обмотки и цепи нагрузки подключены правильно, если в результатах измерений:

$$I_a = I_b = I_c = I_i / n_{тт}; I_o = 3I_i / n_{тт} \text{ (Рисунок 3.2)}$$

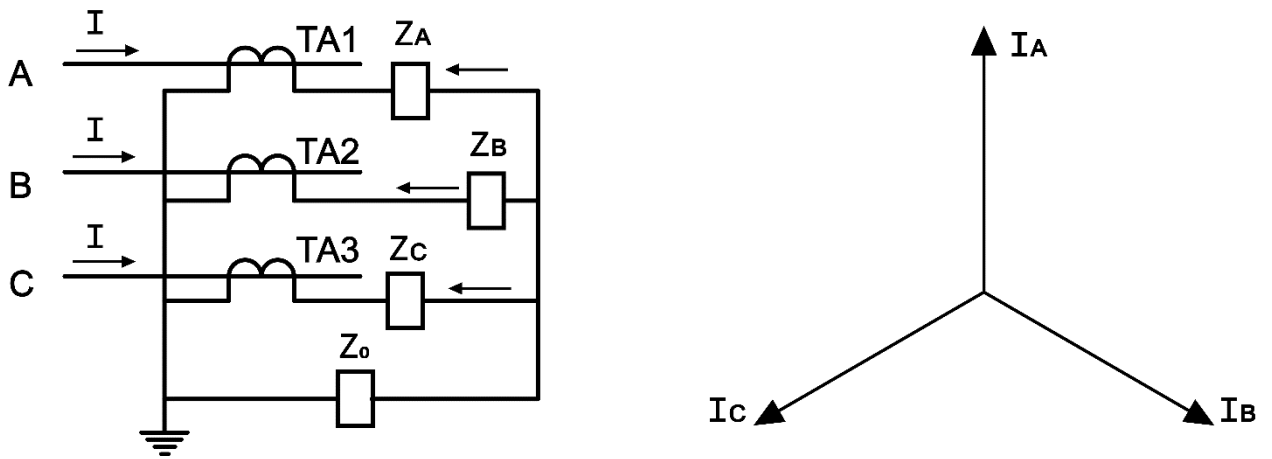


Рисунок 3.2

Имеются характерные ошибки в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки, если в результатах измерений:

1. $I_a = I_b = I_c = I_i/n_{TT}$; $I_o = I_i/n_{TT}$ (Рисунок 3.3)

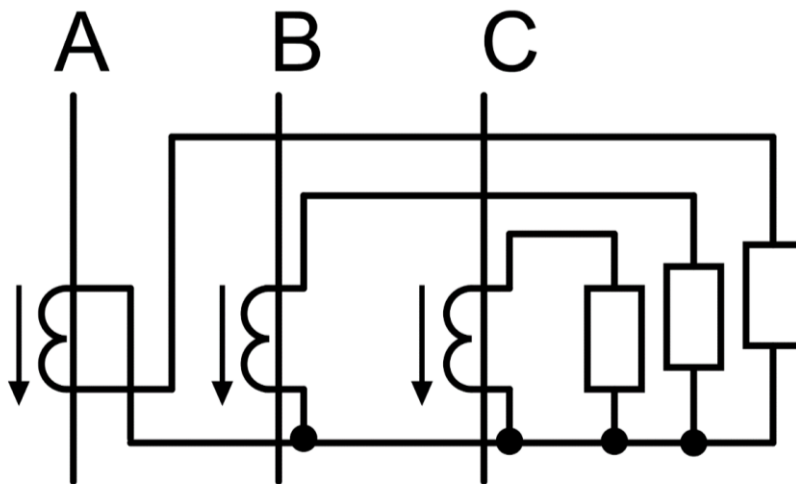


Рисунок 3.3

Выявлена обратная полярность одного из ТТ.

2. $I_a = I_b = I_c = I_o = 0$; $I_a = 0$; (Рисунок 3.4).

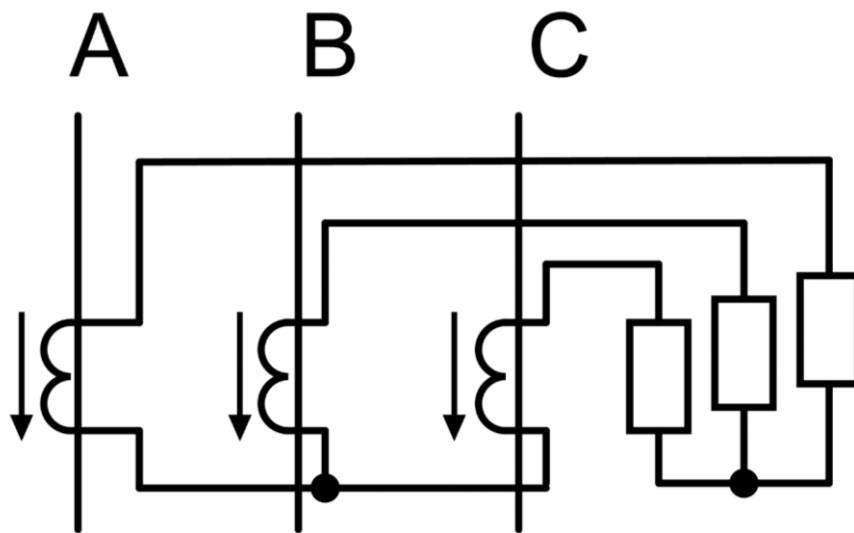


Рисунок 3.4

Выявлен обрыв нулевого провода.

3. $I_b = I_c = I_i / n_{ТТ}$; $I_o = 2I_i / n_{ТТ}$ (Рисунок 3.5).

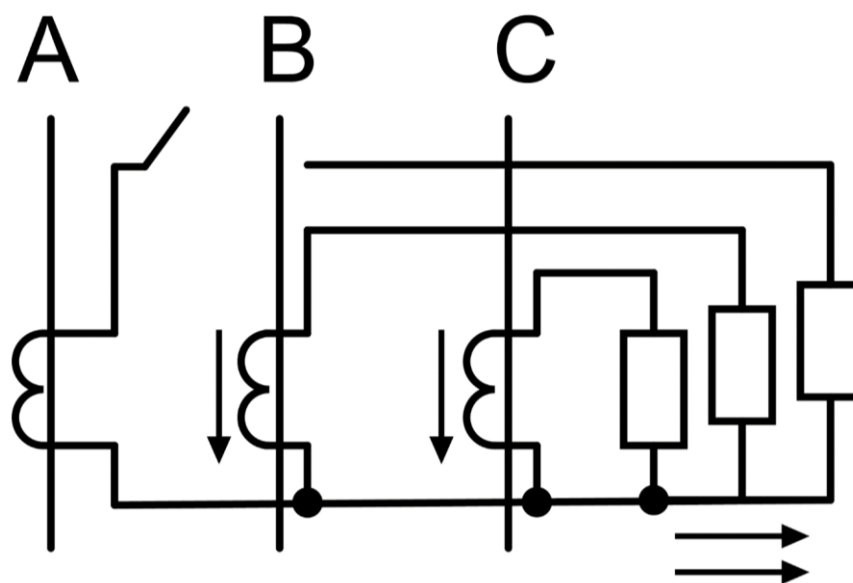


Рисунок 3.5

Выявлен обрыв цепи одной из фаз (А) ТТ.

4. $I_b = I_c = I_i / n_{ТТ}$; $I_o \geq 2I_i / n_{ТТ}$; $I_a \geq 0$ (Рисунок 3.6).

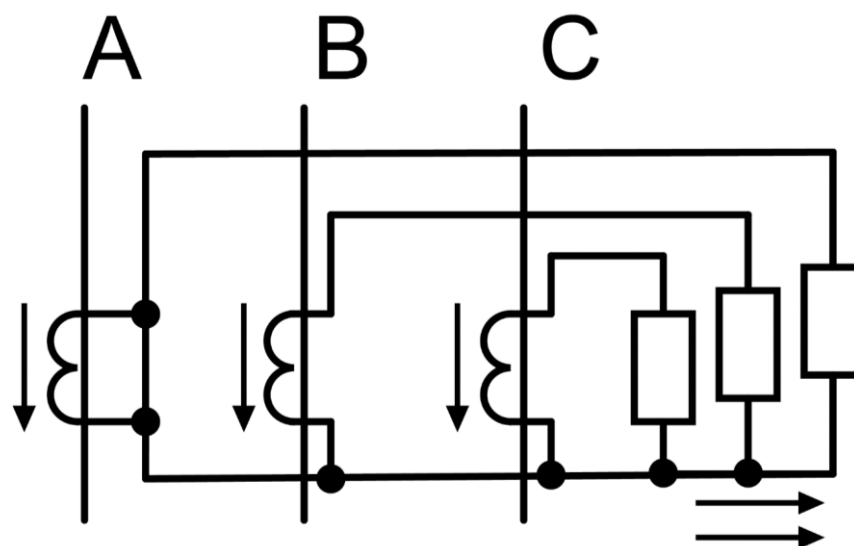


Рисунок 3.6

Выявлено, что закорочен ТТ одной из фаз (А).

3.1.2. Соединение трех ТТ в треугольник

Проверка, как правило, совмещается с проверкой правильности подключения токовых цепей РЗА (дифференциальной защиты силовых трансформаторов).

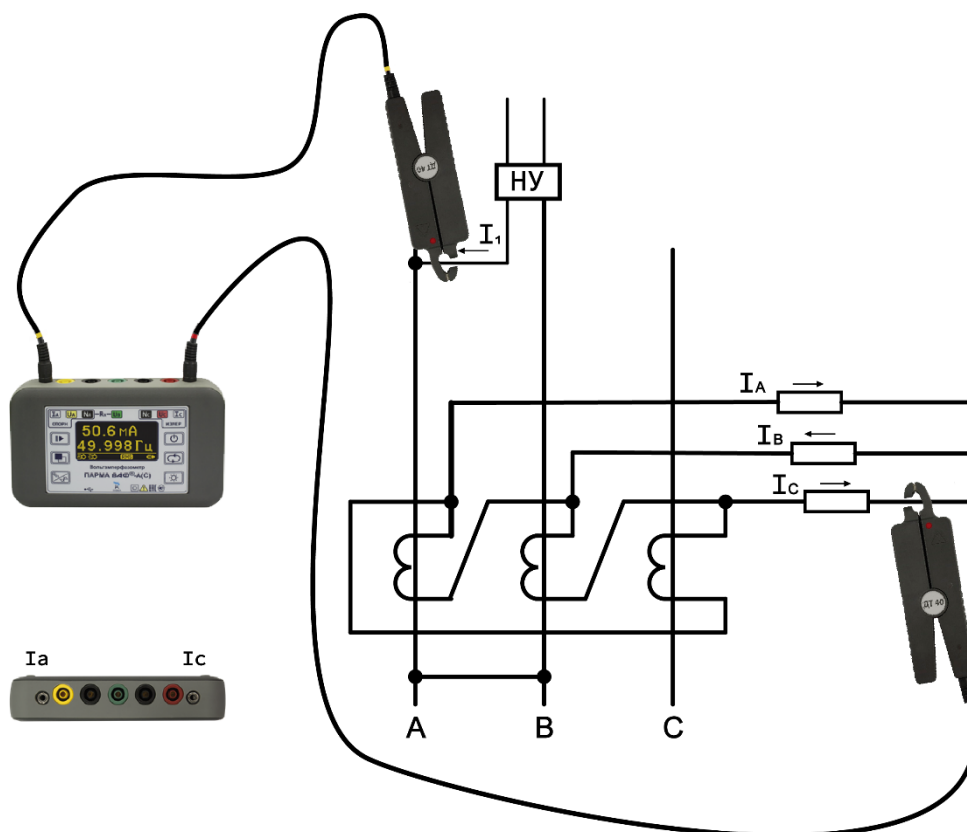


Рисунок 3.7

Чтобы убедиться в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки необходимо, контролируя неизменность силы тока в цепи НУ с помощью

опорного комплекта ДТ, с помощью измерительного комплекта ДТ поочередно измерить силу тока в цепи вторичных обмоток ТТ.

Результаты измерений

Вторичные обмотки и цепи нагрузки подключены правильно, если в результатах измерений:

$$I_a = I_c = I_b / 2 = I_1 / n_{тт} \text{ (Рисунок 3.8)}$$

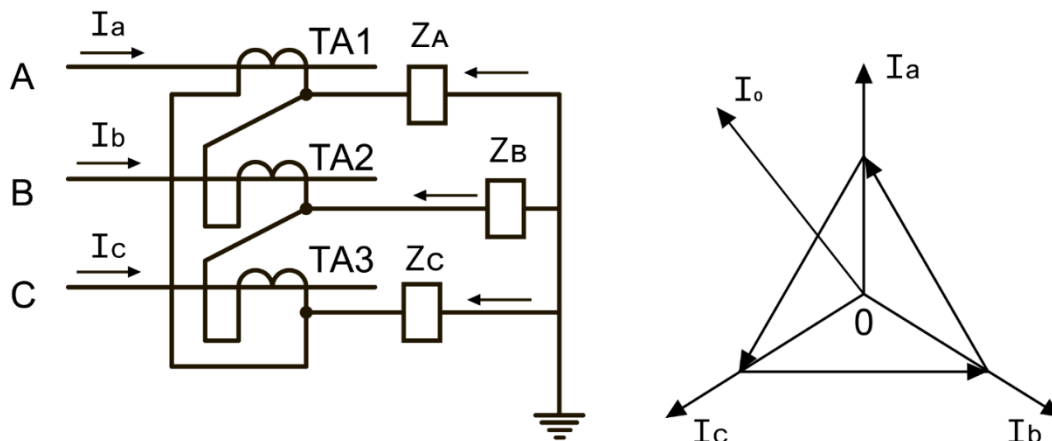


Рисунок 3.8

Имеются характерные ошибки в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки, если в результатах измерений:

$$1. I_a = I_c = I_1 / n_{тт}; I_b = 0 \text{ (Рисунок 3.9)}$$

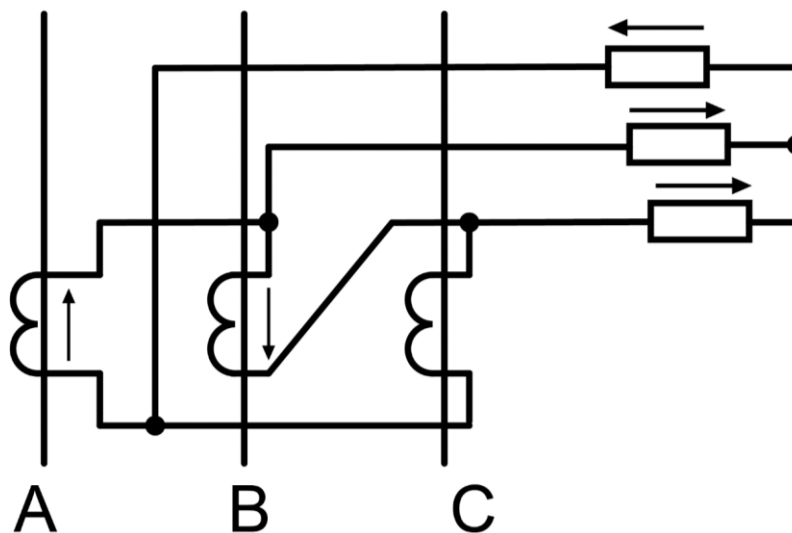


Рисунок 3.9

Выявлено изменение полярности ТТ фазы А.

$$2. I_a = 0; I_b = I_c = I_1 / n_{тт} \text{ (Рисунок 3.10)}$$

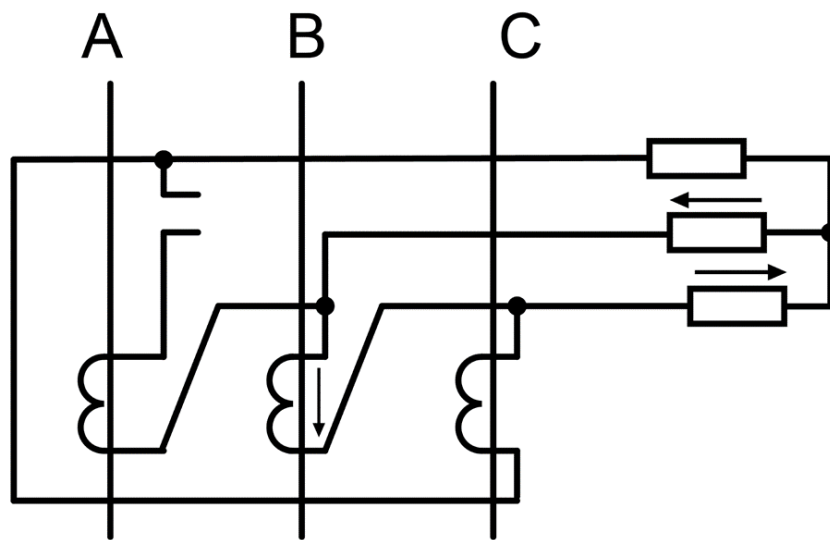


Рисунок 3.10

Выявлен обрыв цепи ТТ фазы А.

3. $I_a + I_b = I_i / n_{TT}$; $I_c = I_i / n_{TT}$ (Рисунок 3.11)

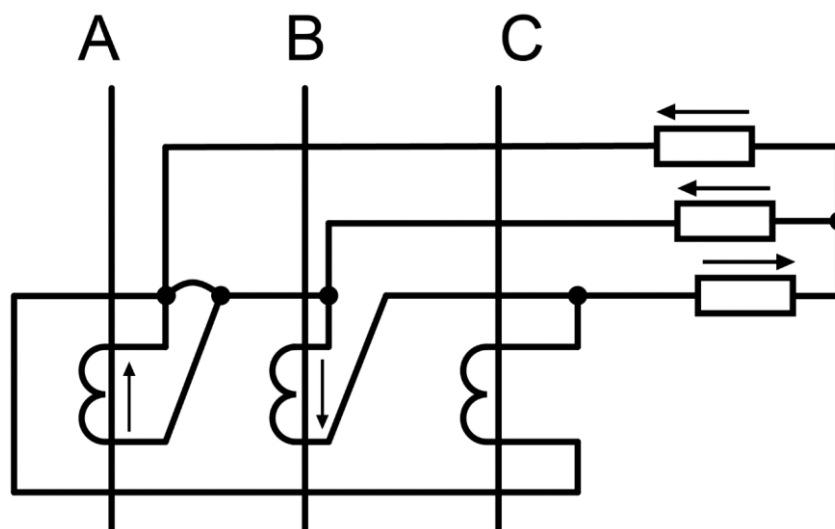


Рисунок 3.11

Выявлено, что закорочен ТТ фазы А.

4. $I_a = 0$; $I_b = I_c \leq 2I_i / n_{TT}$ (Рисунок 3.12)

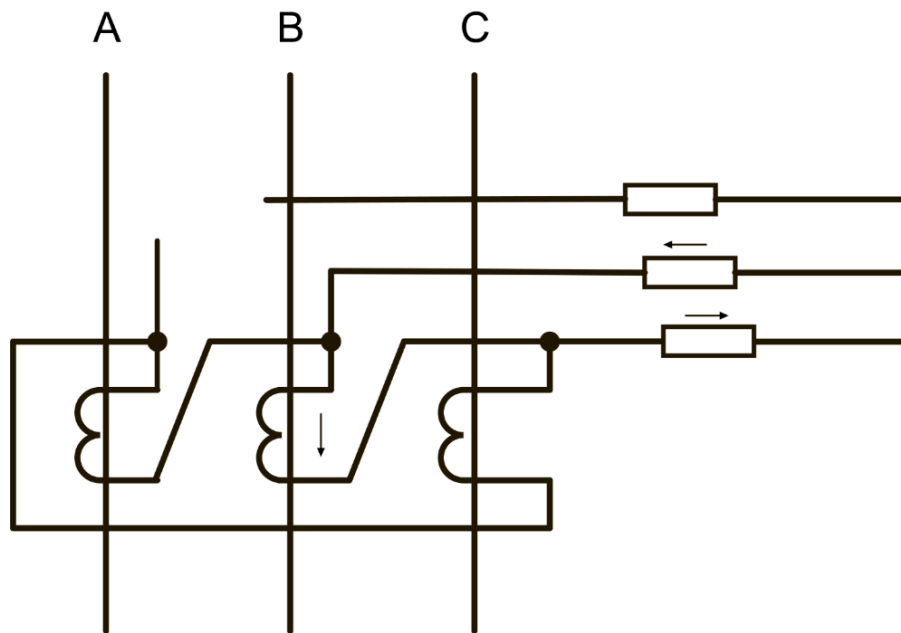


Рисунок 3.12.

Выявлен обрыв цепи треугольника в фазе А.

3.1.3 Параллельное включение двух ТТ на разных втулках.

Проверка, как правило, совмещается с проверкой правильности подключения токовых цепей РЗА (дифференциальной защиты силовых трансформаторов с расщепленной обмоткой).

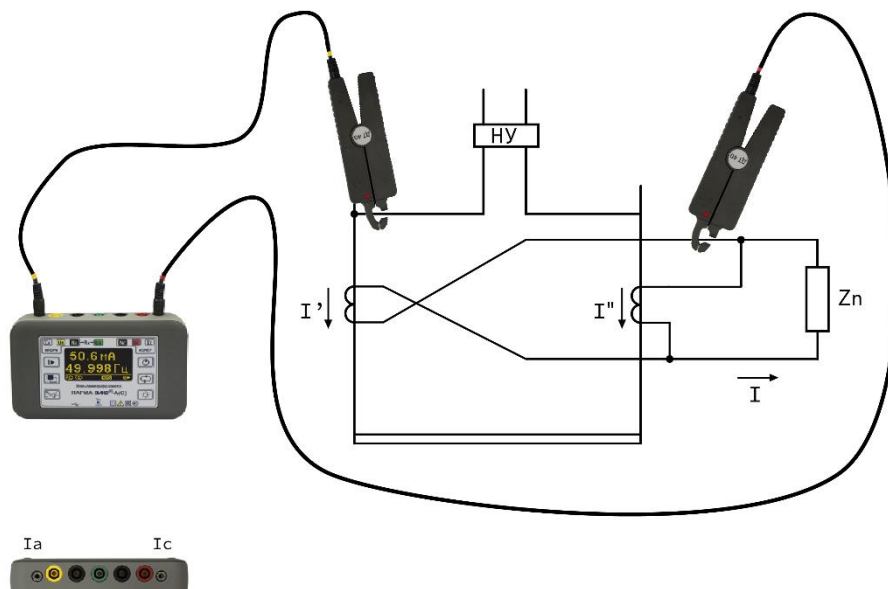


Рисунок 3.13

Чтобы убедиться в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки необходимо, контролируя неизменность силы тока в цепи НУ с помощью опорного комплекта ДТ, с помощью измерительного комплекта ДТ поочередно измерить силу тока в цепи вторичных обмоток ТТ.

Результаты измерений.

Вторичные обмотки и цепи нагрузки подключены правильно, если в результатах измерений:

$I' = I'' = I_i / n_{тт}; I = I' + I'' = 2I_i / n_{тт}; I' = 0$ (Рисунок 3.14)

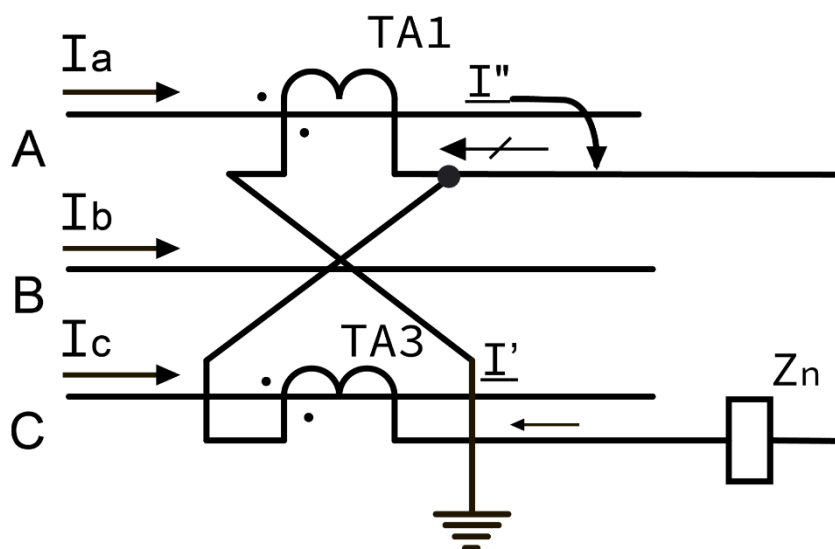


Рисунок 3.14

Имеются характерные ошибки в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки, если в результатах измерений:

1. $I'' = I_i / n_{тт}; I = I_i / n_{тт};$ (Рисунок 3.15)

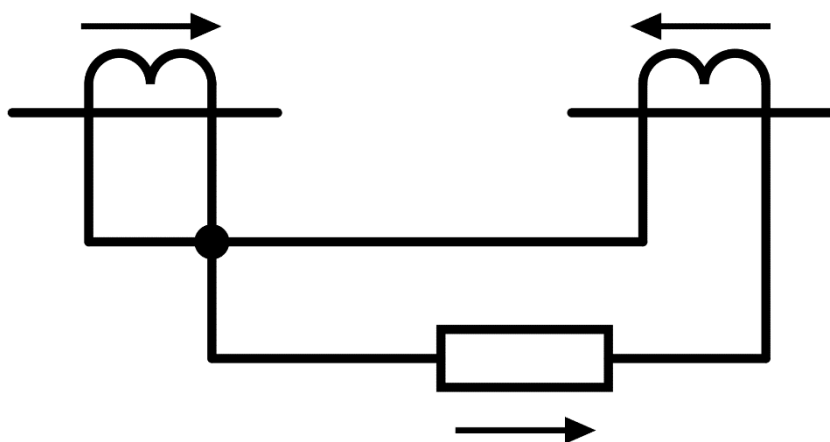


Рисунок 3.15

Выявлено, что закорочен один ТТ.

2. $I' = I'' = I_i / n_{ТТ}; I = 0$ (Рисунок 3.16)

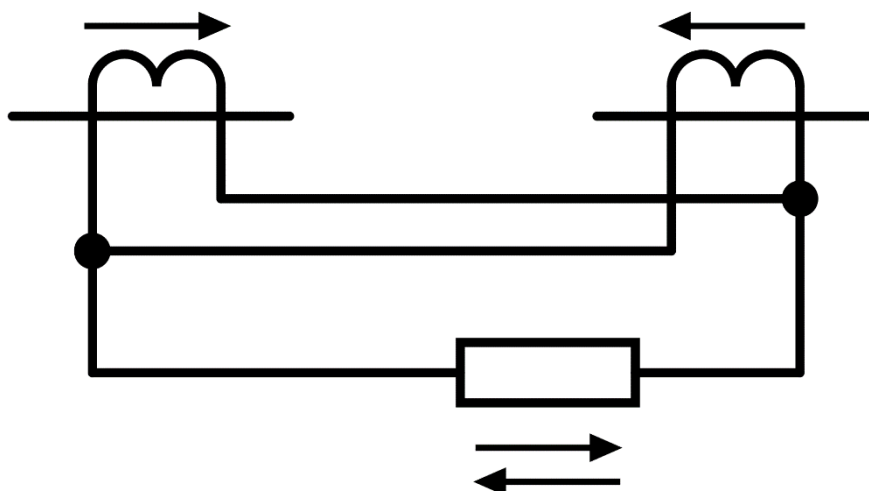


Рисунок 3.16

Выявлено, что изменена полярность одного ТТ.

3.1.4 Включение двух ТТ в неполную звезду.

Проверка, как правило, совмещается с проверкой правильности подключения токовых цепей РЗА. Схема используется, главным образом, для включения защиты от междуфазных КЗ в сетях с изолированной нейтралью.

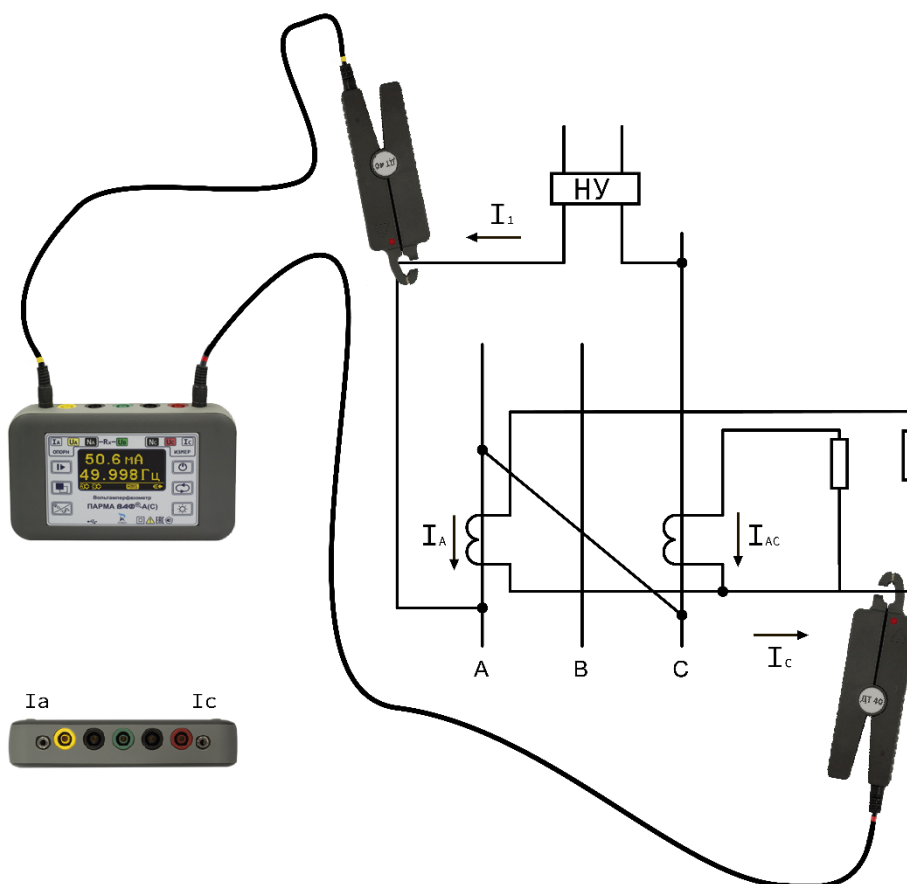


Рисунок 3.17

Чтобы убедиться в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки необходимо, контролируя неизменность силы тока в цепи НУ с помощью опорного комплекта ДТ, с помощью измерительного комплекта ДТ поочередно измерить силу тока в цепи вторичных обмоток ТТ.

Результаты измерений

Вторичные обмотки и цепи нагрузки подключены правильно, если в результатах измерений:

$$I_a = I_c = I_i / n_{ТТ}; I_o = 2I_i / n_{ТТ} = I_a + I_c \text{ (Рисунок 3.18)}$$

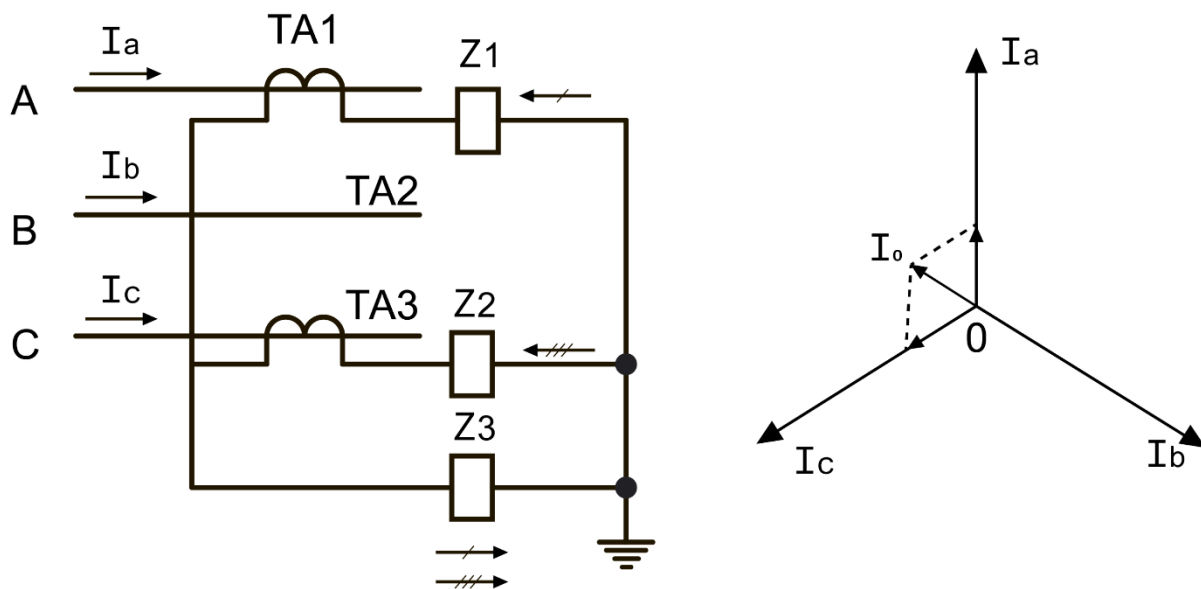


Рисунок 3.18

Имеются характерные ошибки в правильности сборки вторичных обмоток и цепей нагрузки, если в результатах измерений:

1. $I_a = I_c = I_i / n_{ТТ}; I_o = 0$ (Рисунок 3.19)

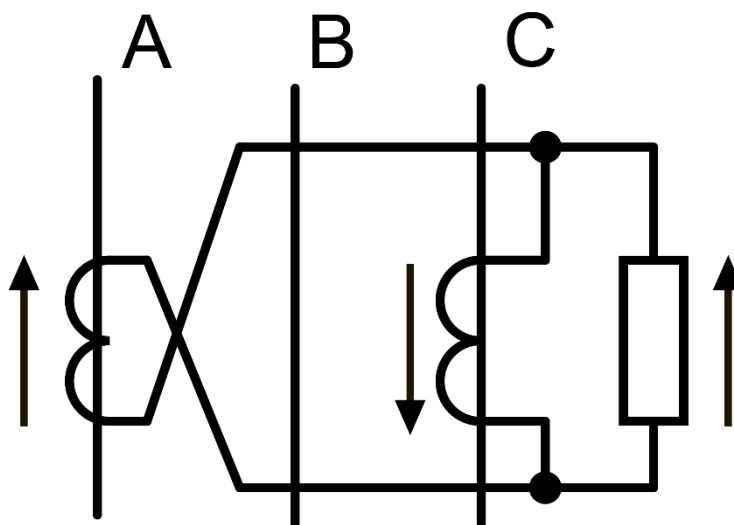


Рисунок 3.19

Выявлено изменение полярности одного ТТ.

2. $I_a = I_c = I_o = 0$ (Рисунок 3.20)

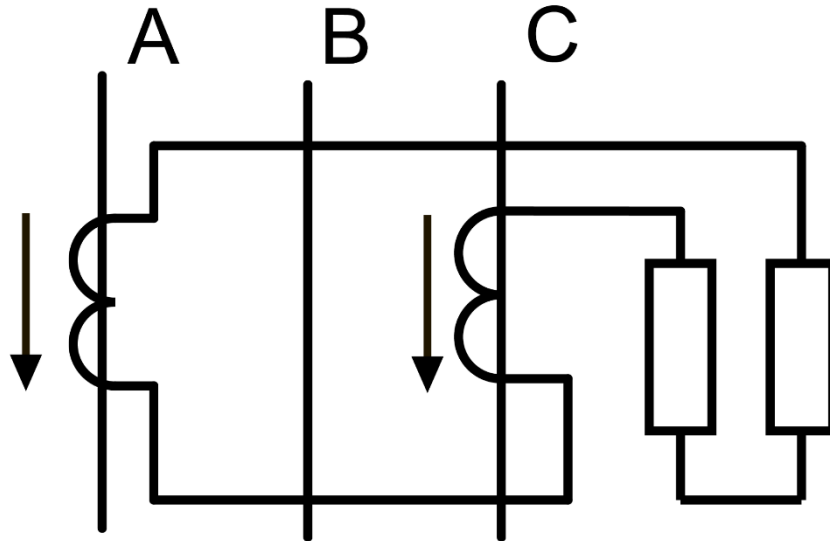


Рисунок 3.20

Выявлен обрыв обратного провода.

3. $I_a = 0$; $I_c = I_i/n_{ТТ} = I_o$ (Рисунок 3.21)

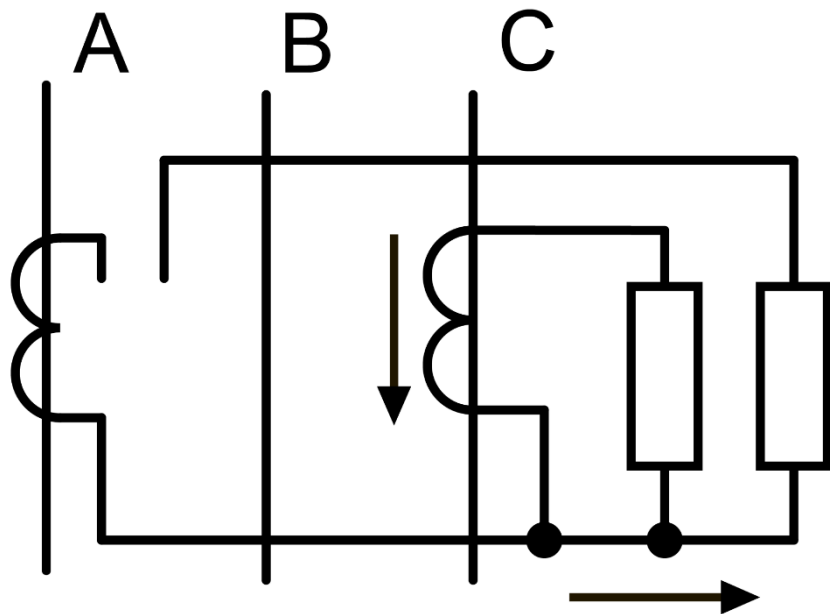


Рисунок 3.21

Выявлен обрыв ТТ фазы А.

4. $I_c = I_i / n_{TT}$; $I_o \geq I_c$; $I_a \geq 0$ (Рисунок 3.22)

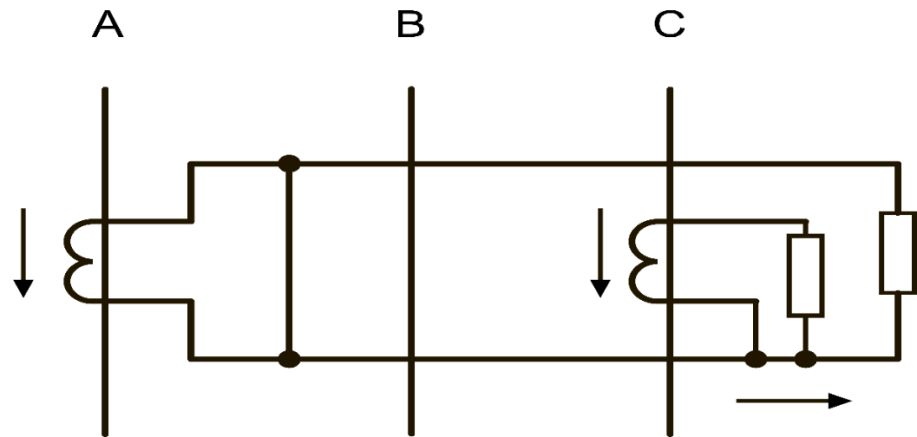


Рисунок 3.22

Выявлено, что закорочен ТТ фазы А.

3.2 Определение сопротивления вторичной нагрузки на ТТ

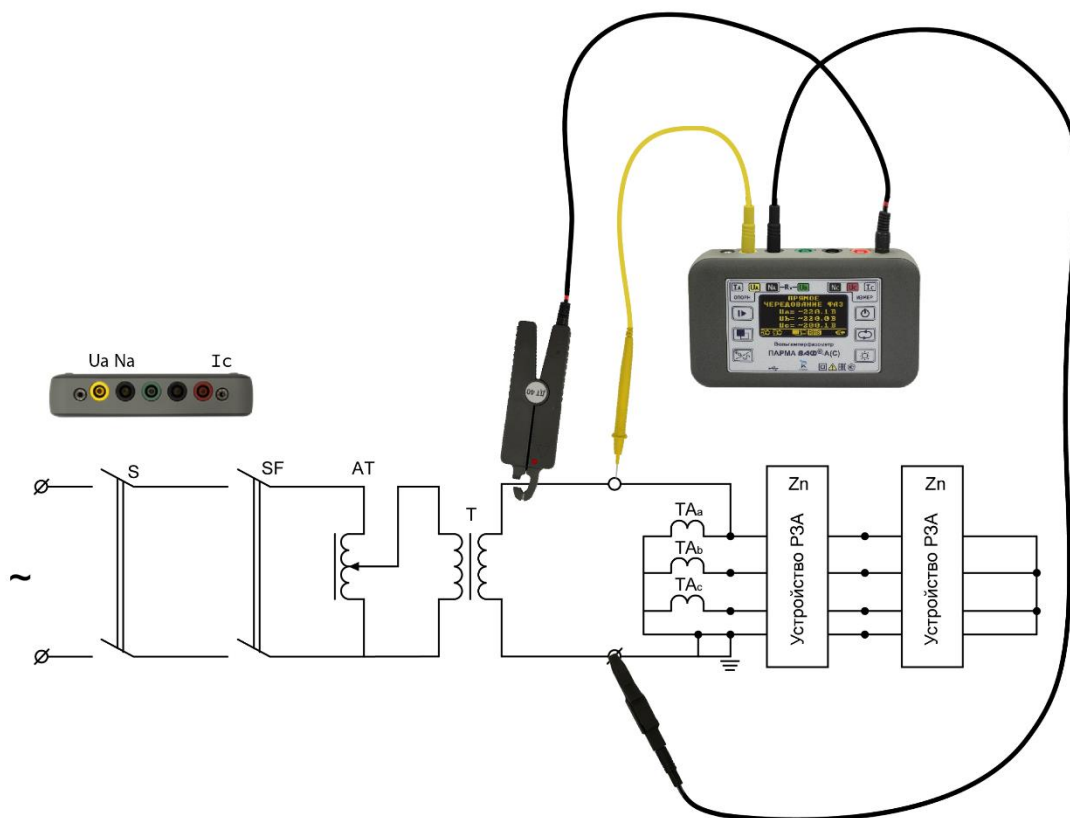


Рисунок 3.23

В целях определения загрузки трансформаторов тока при первом включении смонтированного устройства релейной защиты следует проверить действительную нагрузку на ТТ. По результатам измерений необходимо выполнить расчёт погрешности ТТ с учётом токов КЗ для максимального режима..

Для этих целей используется **ВАФ-А(С)**, укомплектованный токоизмерительными клещами (ДТ) с $I_n=40A$.

Подключение

Зажимы щупов для измерения напряжения подключаются к токонесущим проводникам измеряемой сети в распределительном устройстве (РУ) в соответствии с приведенными ниже схемами (рисунок 3.24- 3.29), измерительный комплект ДТ подключается к токовой измерительной цепи ТТ в соответствии с приведенными ниже схемами (рисунок 3.24- 3.29) с учетом направления от источника электроэнергии к нагрузке. По результатам измерений производится расчет сопротивления нагрузки.

3.2.1 Определение нагрузки на ТТ при питании от постороннего источника тока.

В качестве источника тока (нагрузочного устройства-НУ) могут использоваться любые нагрузочные трансформаторы достаточной мощности или серийно выпускаемые устройства (САТУРН-М1). Для регулировки силы тока при использовании нагрузочных трансформаторов применяется реостат.

Данная проверка обязательна при первом включении ТТ и всех последующих плановых проверках в процессе эксплуатации.

Междуфазные измерения производятся путем перемещения зажимов щупов для измерения напряжения с одной фазы на другую.

Схема измерений №1. Соединение трех обмоток ТТ в звезду.

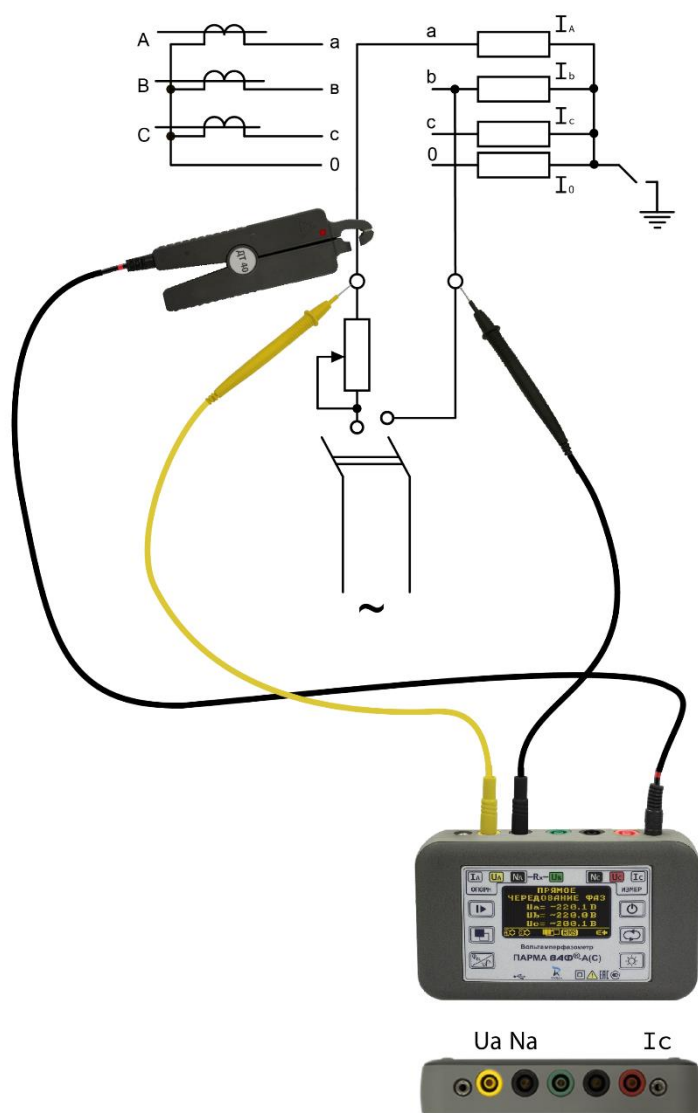


Рисунок 3.24

Измеряемые величины: I , U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} , U_{ao} , U_{bo} , U_{co} .

Результаты измерений.

Расчет сопротивления нагрузки производится по формулам:

$$z_a = \frac{U_{ab} - U_{bc} + U_{ca}}{2I}; \quad z_b = \frac{U_{bc} - U_{ca} + U_{ab}}{2I}; \quad z_c = \frac{U_{ca} - U_{ab} + U_{bc}}{2I}$$

$$z_{a0} = \frac{U_{a0}}{I}; \quad z_{b0} = \frac{U_{b0}}{I}; \quad z_{c0} = \frac{U_{c0}}{I}$$

Схема измерений №2. Соединение двух обмоток ТТ в неполную звезду.

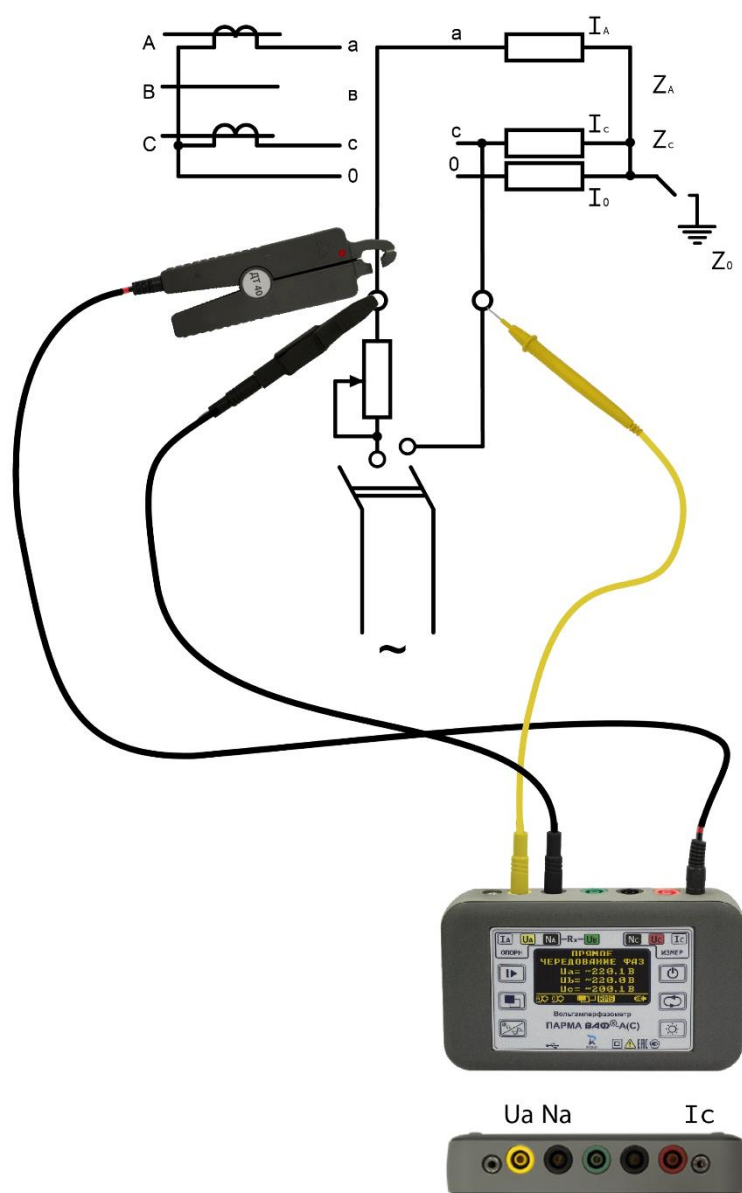


Рисунок 3.25

Измеряемые величины: I , U_{ca} , U_{a0} , U_{c0} .

Результаты измерений.

Расчет сопротивления нагрузки производится по формулам:

$$z_a = \frac{U_{ac} - U_{c0} + U_{a0}}{2I}; \quad z_b = \frac{U_{c0} - U_{a0} + U_{ac}}{2I}; \quad z_0 = \frac{U_{a0} - U_{ac} + U_{c0}}{2I}$$

$$z_a = \frac{U_{ac}}{I}; \quad z_{a0} = \frac{U_{a0}}{I}; \quad z_{c0} = \frac{U_{c0}}{I}$$

Схема измерений №3. Параллельное включение двух ТТ на разных втулках.

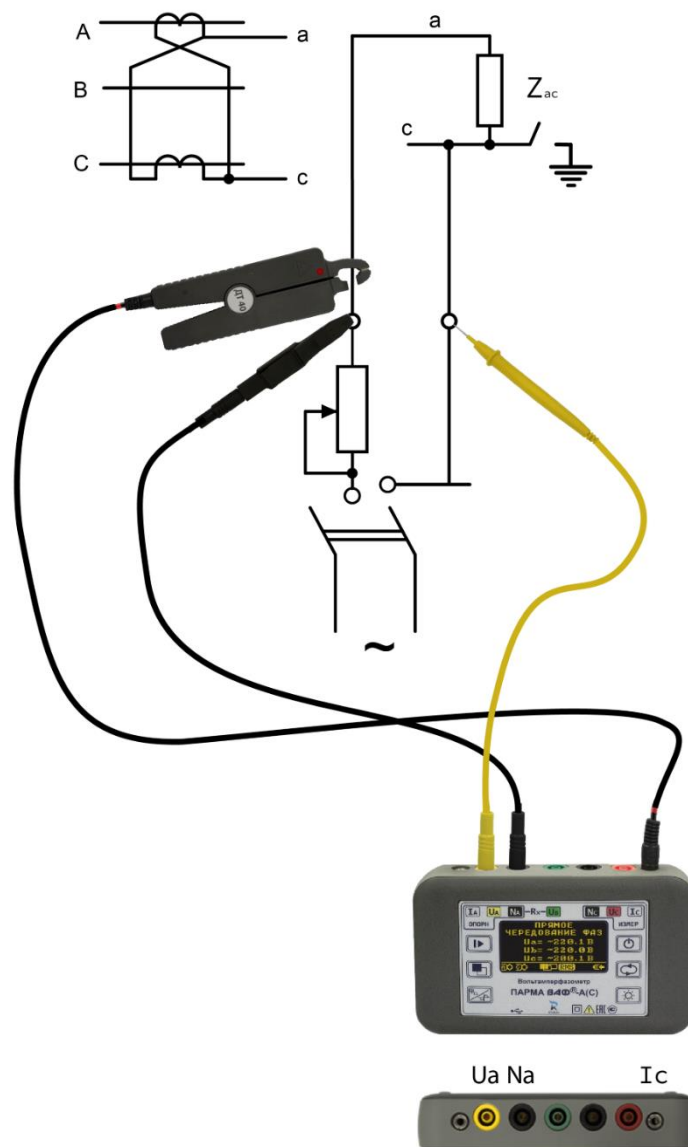


Рисунок 3.26

Измеряемые величины: I , U_{ac} .

Результаты измерений.

Расчет сопротивления нагрузки производится по формулам:

$$z_{\Sigma} = \frac{U_{\Sigma}}{I}$$

3.2.2 Определение нагрузки на ТТ током рабочей нагрузки.

При проверке защит первичным током нагрузки удобно пользоваться регулируемыми источниками тока нагрузки (генераторами, синхронными компенсаторами), которыми можно создать токи, близкие к токам срабатывания защиты, измеряя сопротивление, изменяющееся с изменением тока, в интересующем нас состоянии. Однако не исключено использование и нерегулируемых источников, точность измерений с которыми может оказаться удовлетворительной.

Схема измерений №1. Соединение трех обмоток ТТ в звезду.

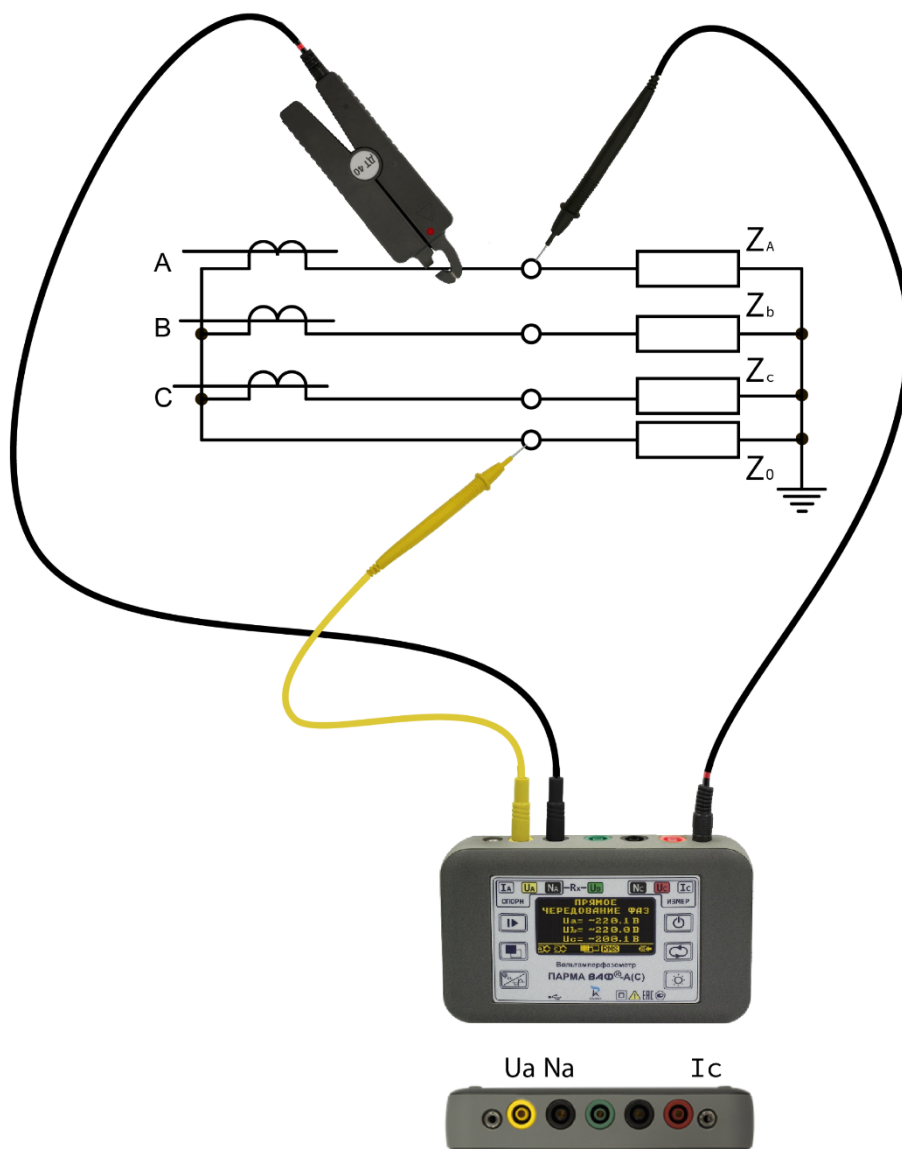


Рисунок 3.27.

Измеряемые величины: I , $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca}$, U_{a0} , U_{b0} , U_{c0} .

Результаты измерений.

Расчет сопротивления нагрузки производится по формулам:

$$z_a = \frac{U_{a0}}{I}; \quad z_b = \frac{U_{b0}}{I}; \quad z_c = \frac{U_{c0}}{I};$$

Схема измерений №2. Соединение трех обмоток ТТ в треугольник.

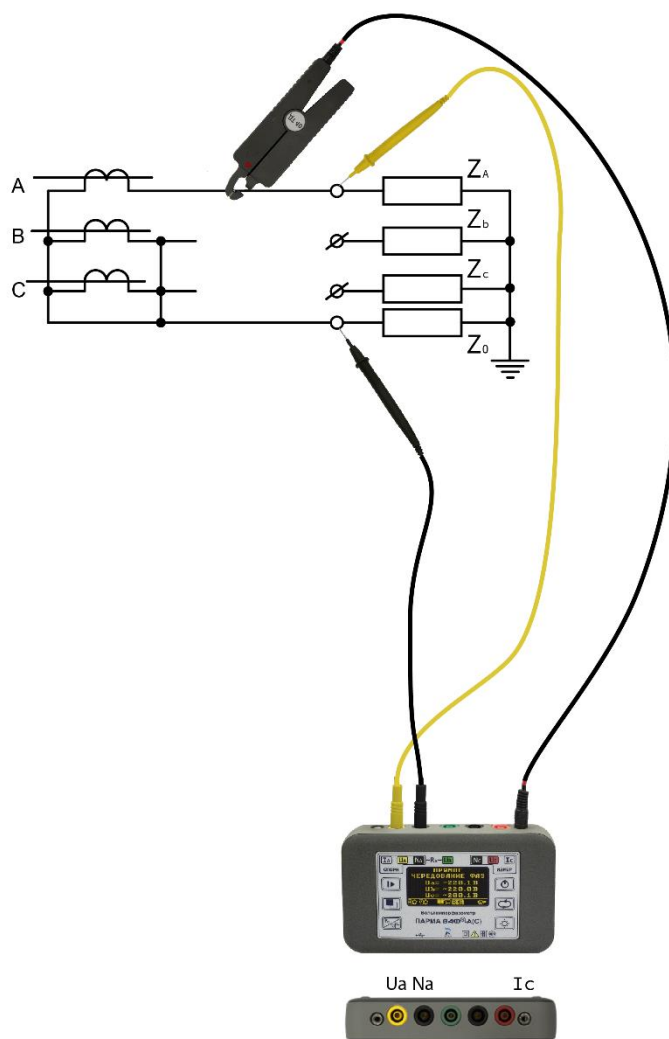


Рисунок 3.28.

Измеряемые величины: I , U_{a0} , U_{b0} , U_{c0} .

Результаты измерений.

Расчет сопротивления нагрузки производится по формулам:

$$z_a + z_0 = \frac{U_{a0}}{I}; \quad z_b + z_0 = \frac{U_{b0}}{I}; \quad z_c + z_0 = \frac{U_{c0}}{I}.$$

Схема измерений №3. Параллельное включение двух ТТ на разных втулках.

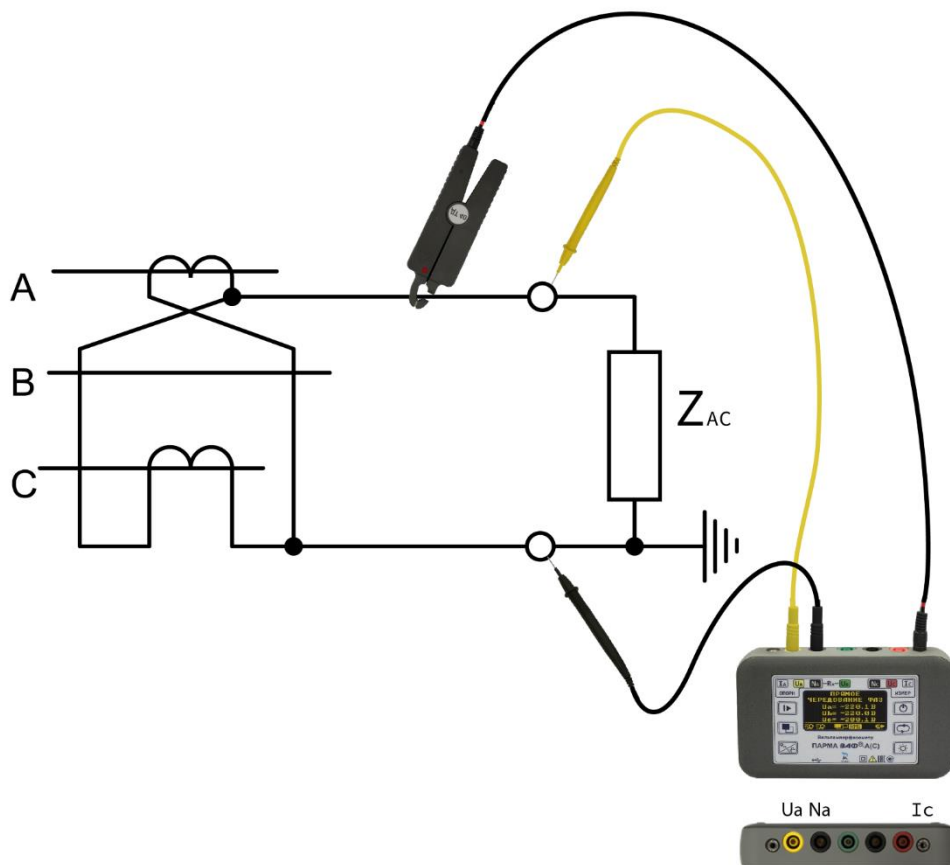


Рисунок 3.29.

Измеряемые величины: I , U_{ac} .

Результаты измерений.

Расчет сопротивления нагрузки производится по формуле:

$$z_{ac} = \frac{U_{ac}}{I}$$

Расчет полной мощности производится по формуле:

$$S_{TТ} = I_{TТ} U_{ac}$$

Результатом проведенных проверок является уточнение проектных расчетов в части нагрузки ТТ с внесением истинных значений в исполнительную документацию. При недопустимых значениях нагрузки могут потребоваться технические мероприятия по уменьшения загрузки ТТ (замена ТТ с другим коэффициентом трансформации или мощностью обмотки, включение последовательно двух обмоток ТТ, увеличение сечение проводов и т.д.).

4 Методические указания по применению ВАФ-А(С) при проверке ТН и цепей нагрузки ТН.

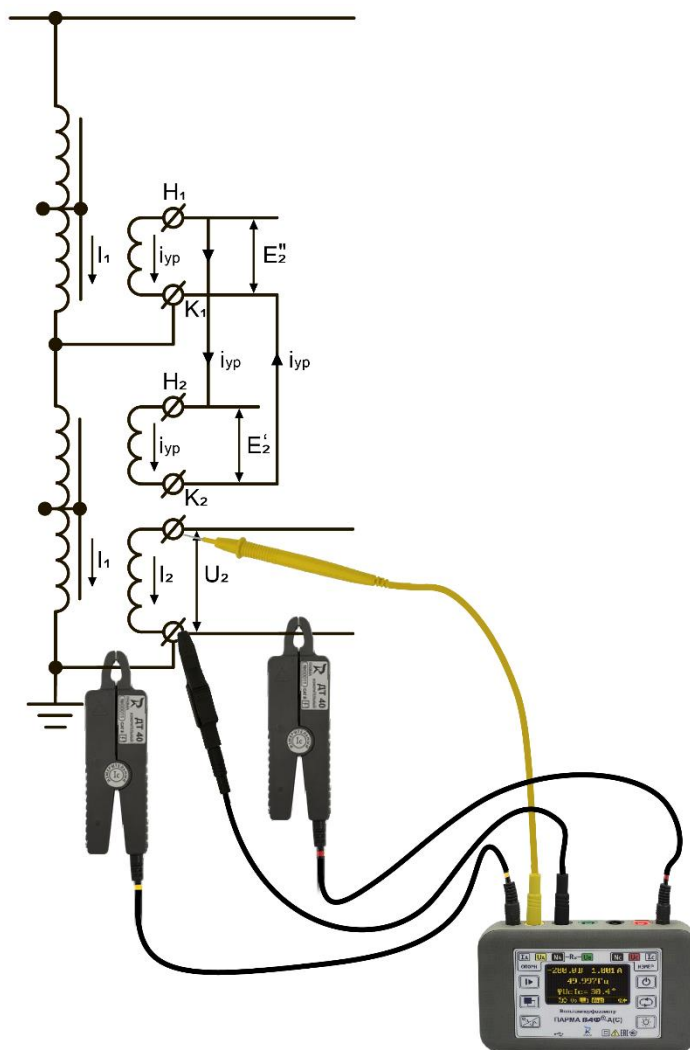


Рисунок 4.1

4.1 Определение сопротивления КЗ ТН.

Сопротивление КЗ ТН необходимо знать для расчета токов КЗ и защиты от них во вторичных цепях ТН. Это испытание обязательно для всех ТН типа НДЕ, ТН, вторичные обмотки которых соединены в разомкнутый треугольник, и ТН, для которых нет заводских данных. Для ТН, обмотки

которых соединены в звезду или открытый треугольник, это испытание целесообразно для уточнения заводских данных.

Подключение.

Первичные обмотки ТН надежно закорачиваются, ток во вторичной обмотке доводится до максимально возможного, но не более номинального тока, соответствующего максимальной мощности ТН. Регулировка тока производится реостатом. Искажения формы кривой тока и напряжения не будет, так как сопротивление закороченного ТН линейно.

Данная проверка обязательна при первом включении ТН.

Используется ВАФ-А(С), укомплектованный токоизмерительными клещами (ДТ) с $I_n=40A$.

После проверки маркировки должна быть восстановлена схема соединений вторичных обмоток, нагрузка оставлена отключенной и на ТН подано трехфазное напряжение - нормальное рабочее или от постороннего источника

Зажимы щупов для измерения напряжения подключаются к токонесущим проводникам измеряемой сети в распределительном устройстве (РУ) в соответствии с приведенными ниже схемами (рисунок 4.2- 4.5), измерительный комплект ДТ подключается к токовой измерительной цепи ТТ в соответствии с приведенными ниже схемами (рисунок 4.2-4.5) с учетом направления от источника электроэнергии к нагрузке.

По результатам измерений производится расчет сопротивления КЗ ТН.

Измерения.

Однофазный ТН.

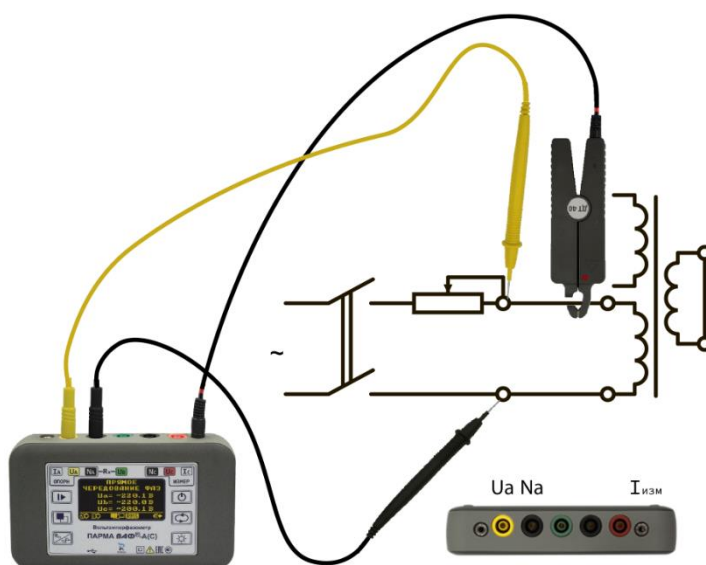


Рисунок 4.2

Результаты измерений.

Сопротивление **однофазных ТН**, (Ом/фазу) определяется по **рис.4.2** как напряжение (В) деленное на ток (А). Для составления полной схемы замещения трех-обмоточного трансформатора необходимо измерять сопротивления всех трех пар обмоток; обычно достаточно измерить сопротивления КЗ только для основной и дополнительной обмоток при закороченной первичной.

Трехфазный ТН. Соединение в звезду.

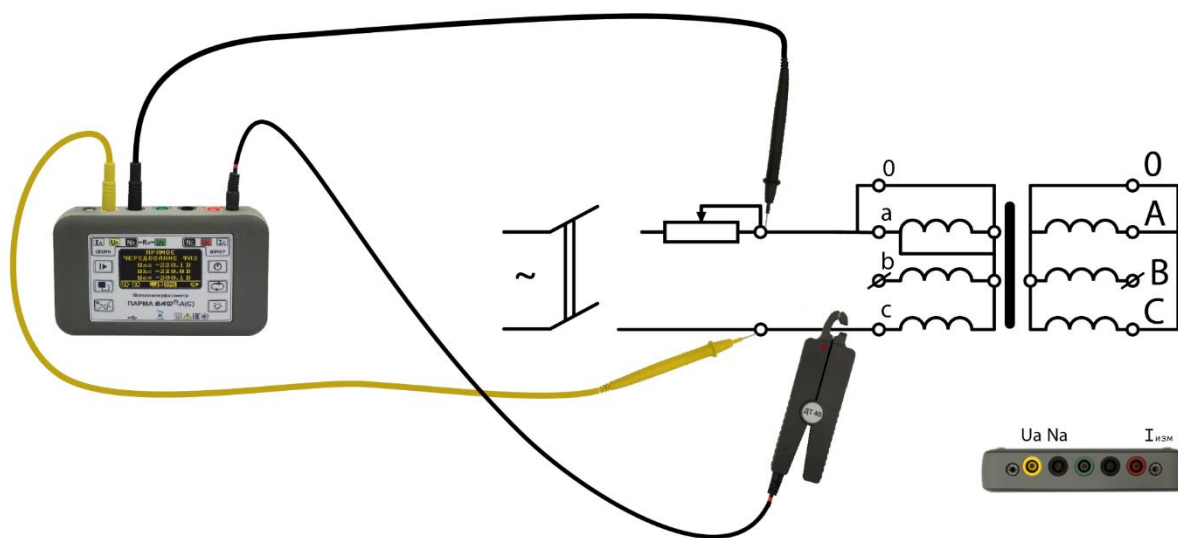


Рисунок 4.3

Результаты измерений.

Для **трехфазных ТН** имеющих нулевые выводы обмоток, **соединенных в звезду**, измерения требуется выполнять по схеме **рисунок.4.3**, поочередно для каждой фазы. Для расчета тока КЗ принимается среднее значение всех трех измерений.

Трехфазный ТН в сети с изолированной нейтралью.

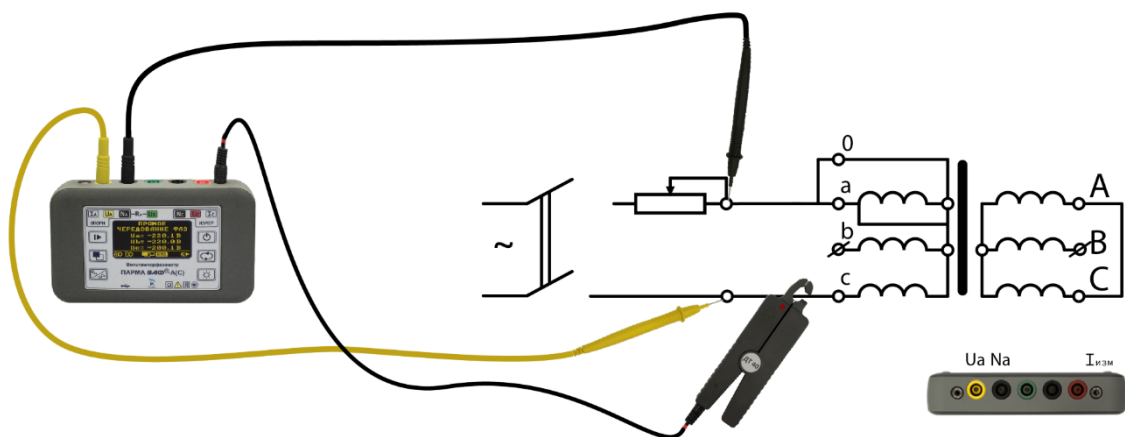


Рисунок 4.4

Результаты измерений.

У трехфазных ТН с обмотками, соединенными по схеме **рисунок 4.4** сопротивление одной фазы получается при делении результата измерения на два.

Трехфазный ТН. Соединение в разомкнутый треугольник

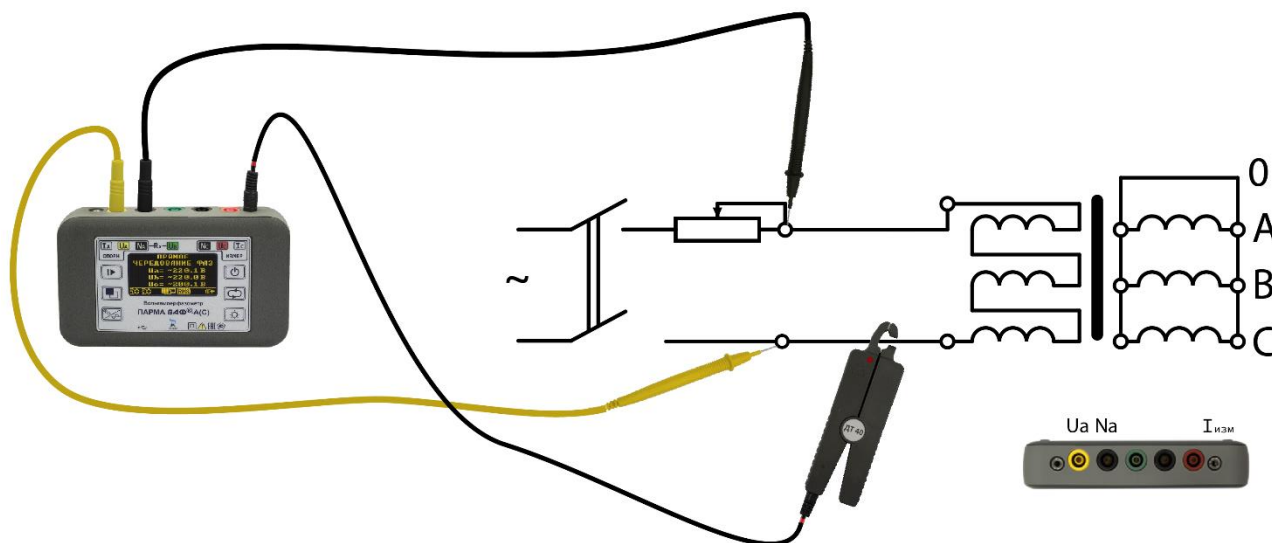


Рисунок 4.5

Результаты измерений.

Для трехфазных ТН, имеющих вторичную обмотку, соединенную в **разомкнутый треугольник**, измерения рекомендуется выполнять по **рис.4.5**. Чтобы получить сопротивление одной фазы, результат делится на три.

Результатом измерений и расчетов является построение корректной схемы замещения участка сети и расчет токов КЗ во вторичных цепях ТН.

4.2 Проверка правильности монтажа схемы переключения цепей с одного ТН на другой.

Предварительная проверка вторичных цепей прозвонкой.

В соответствии с методикой раздела 2.

Измерение сопротивления вторичных цепей

Используется ВАФ-А(С), укомплектованный щупами напряжения и токоизмерительными клещами (ДТ) с $I_n=40A$.

Перед измерениями необходимо отключить заземляющие провода от вторичных цепей и восстановить заземления после окончания измерений. Измерения следует производить методом амперметра и вольтметра на переменном токе. Вызвано - это тем, что индуктивное сопротивление кабелей больших сечений, особенно медных, соизмеримо с активным.

Подключение.

Зажимы щупов для измерения напряжения подключаются к токонесущим проводникам измеряемой сети в распределительном устройстве (РУ) в месте, обозначенном на приведенных ниже схемах. ДТ подключаются к токовой измерительной цепи ТН в месте, обозначенном на приведенной ниже схеме (Рисунок 4.6) с учетом направления от источника электроэнергии к нагрузке.

Измерения.

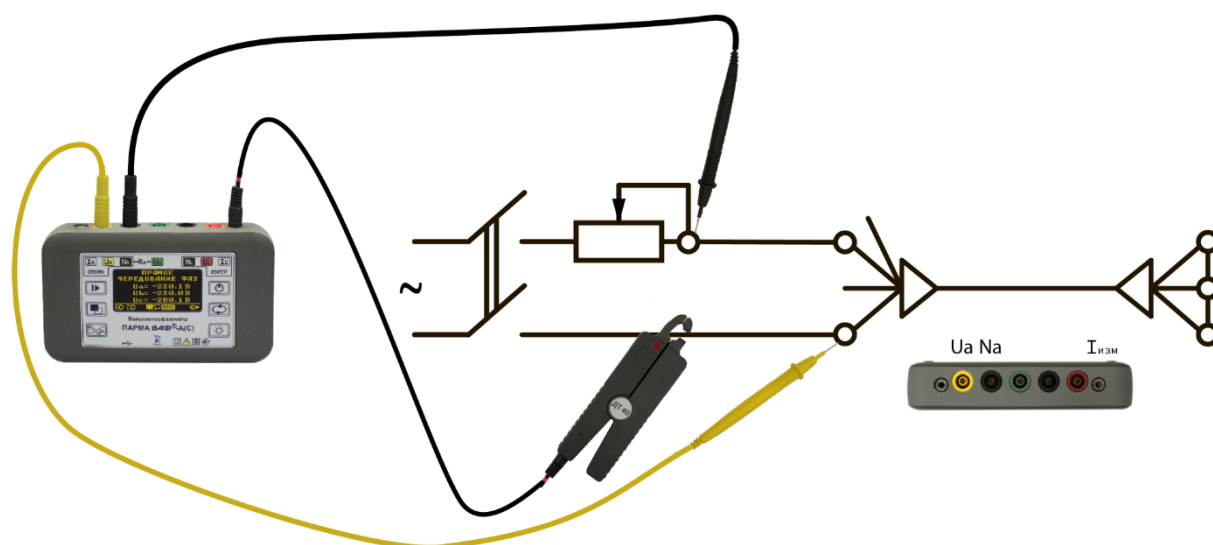


Рисунок 4.6

Все вторичные цепи целесообразно разбить на несколько участков и измерять сопротивления по участкам, например, от ТН до шинок щита управления, от шинок до панелей и т.д.

Основное требование следующее: в измеряемую цепь должны входить все составные элементы схемы: переходные сопротивления контактов, кабели, расцепители выключателей, предохранители, шинки, рубильники, блок-контакты. Это вызвано тем, что по сравнению с сопротивлением жил кабелей сопротивление этих элементов велико, а расчетная чувствительность защиты от КЗ в этих цепях часто невысока.

Для цепей обмоток, соединенных в звезду, следует измерять сопротивления каждой пары фаз и каждой фазы и нулевого провода. По этим данным вычисляется среднее значение сопротивления каждой фазы и нуля. Для цепей разомкнутого треугольника следует измерять попарно сопротивления между жилами и вычислять среднее сопротивление каждой жилы. Следует учитывать, что часто применяются четырехжильные кабели с разным сечением жил.

Результаты измерений.

Проведенные измерения необходимы для проведения уточняющего расчета для выбора автоматических выключателей и плавких вставок во вторичных цепях ТН.

4.3. Проверка правильности сборки вторичных обмоток ТН.

Используется ВАФ-А(С), укомплектованный щупами напряжения.

После проведения предварительных проверок должна быть восстановлена схема соединений вторичных обмоток, нагрузка оставлена отключенной и на ТН подано трехфазное напряжение - нормальное рабочее или от постороннего источника.

Подключение.

Зажимы щупов для измерения напряжения подключаются к токонесущим проводникам (а, в, с, о) измеряемой сети в распределительном устройстве (РУ) в соответствии со схемами соединений, приведенными на рисунках **4.7- 4.12**.

Проверка правильности сборки схемы вторичных обмоток ТН в открытый треугольник.

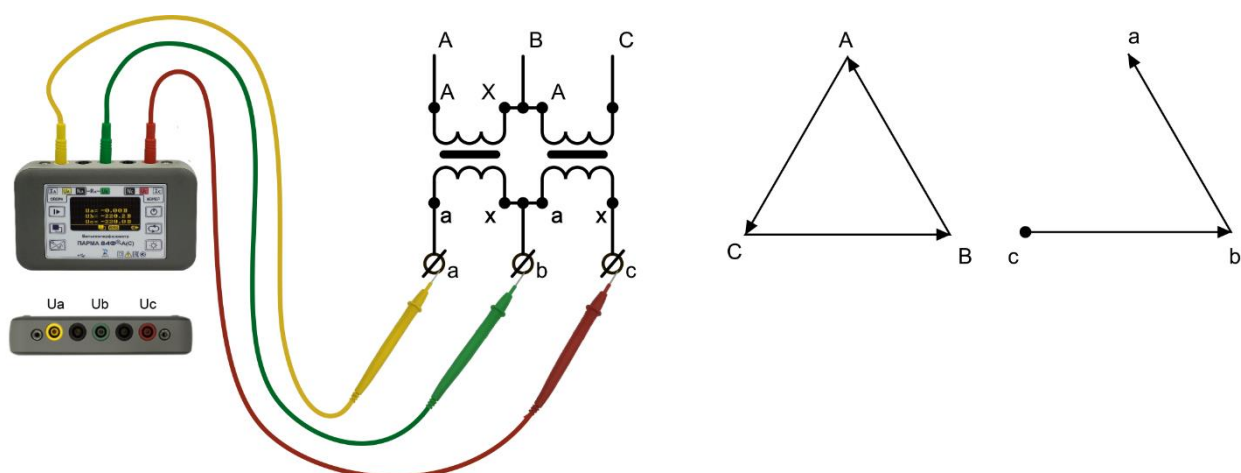


Рисунок 4.7.

Результаты измерений.

На рисунке 4.7 показаны векторные диаграммы первичной (слева) и вторичной (справа) обмоток ТН

Если $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 100 \text{ В}$, то схема собрана верно.

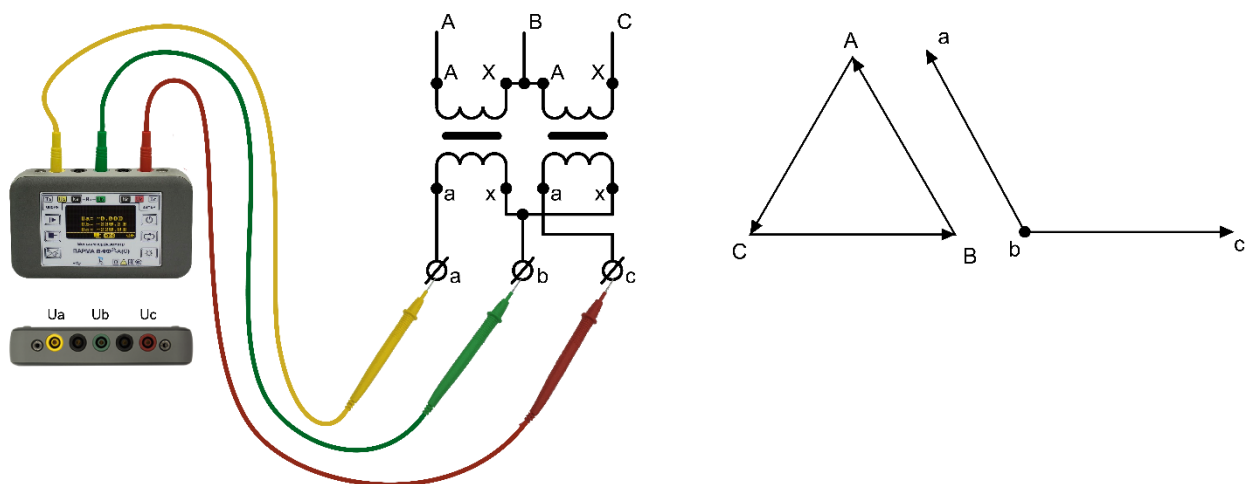


Рисунок 4.8.

Результаты измерений

На рис.4.8 показаны векторные диаграммы первичной (слева) и вторичной (справа) обмоток ТН.

Если $U_{ab} = U_{bc} = 100 \text{ В}$, $U_{ac} = \sqrt{3}U_{ab} = 173 \text{ В}$, то неправильно включена вторичная обмотка фазы ВС.

Проверка правильности сборки схемы вторичных обмоток ТН в звезду.

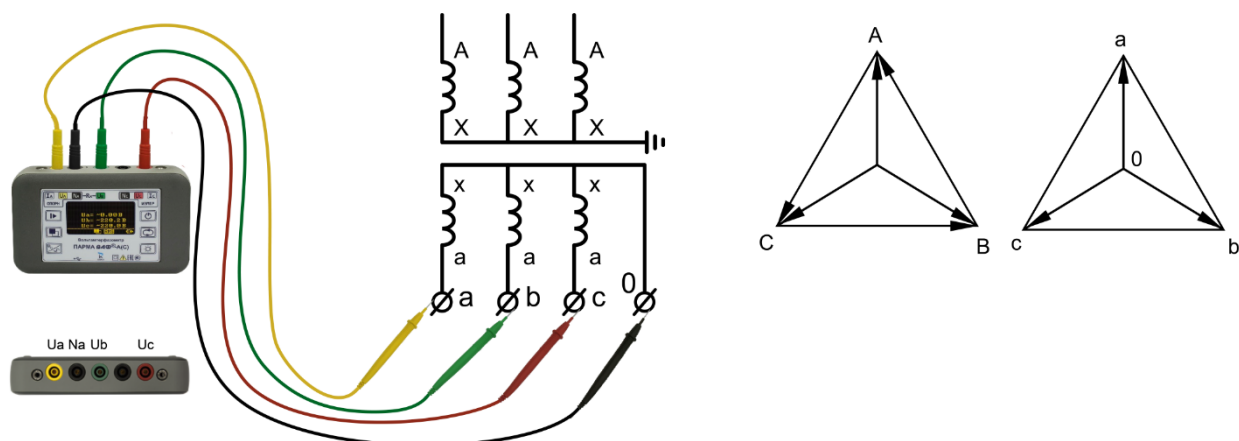


Рисунок 4.9.

Результаты измерений.

На рисунке 4.9 показаны векторные диаграммы первичной (слева) и вторичной (справа) обмоток ТН.

Если $U_{a0} = U_{b0} = U_{c0} = 58 \text{ В}$, $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 100 \text{ В}$, то схема собрана верно.

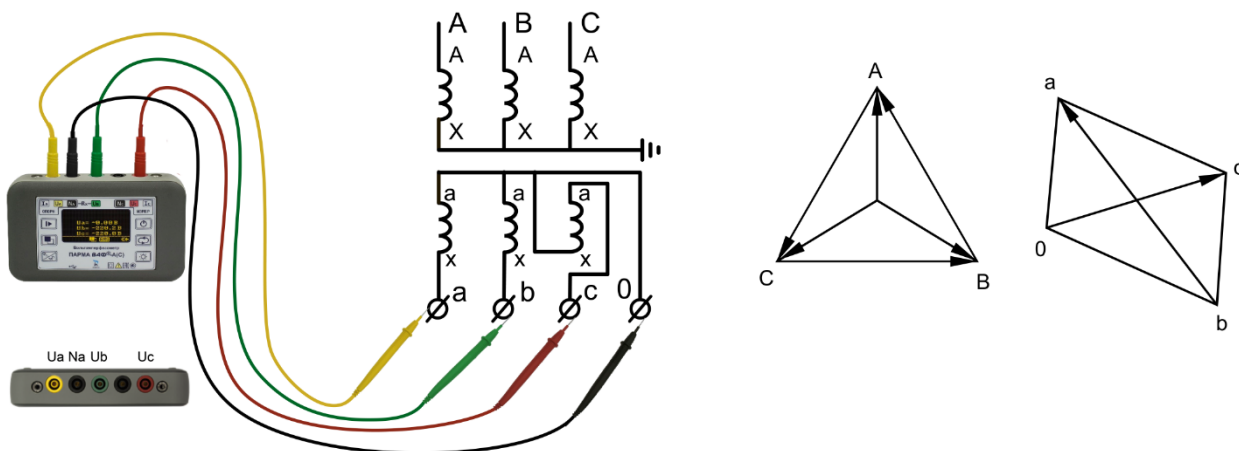


Рисунок 4.10.

Результаты измерений.

На рисунке 4.10 показаны векторные диаграммы первичной (слева) и вторичной (справа) обмоток ТН.

Если $U_{a0} = U_{b0} = U_{c0} = 58 \text{ В}$, $U_{ab} = \sqrt{3}U_{a0} = 100 \text{ В}$, $U_{bc} = U_{ca} = 58 \text{ В}$, то неправильно включена вторичная обмотка фазы С.

Проверка правильности сборки схемы вторичных обмоток ТН в разомкнутый треугольник.

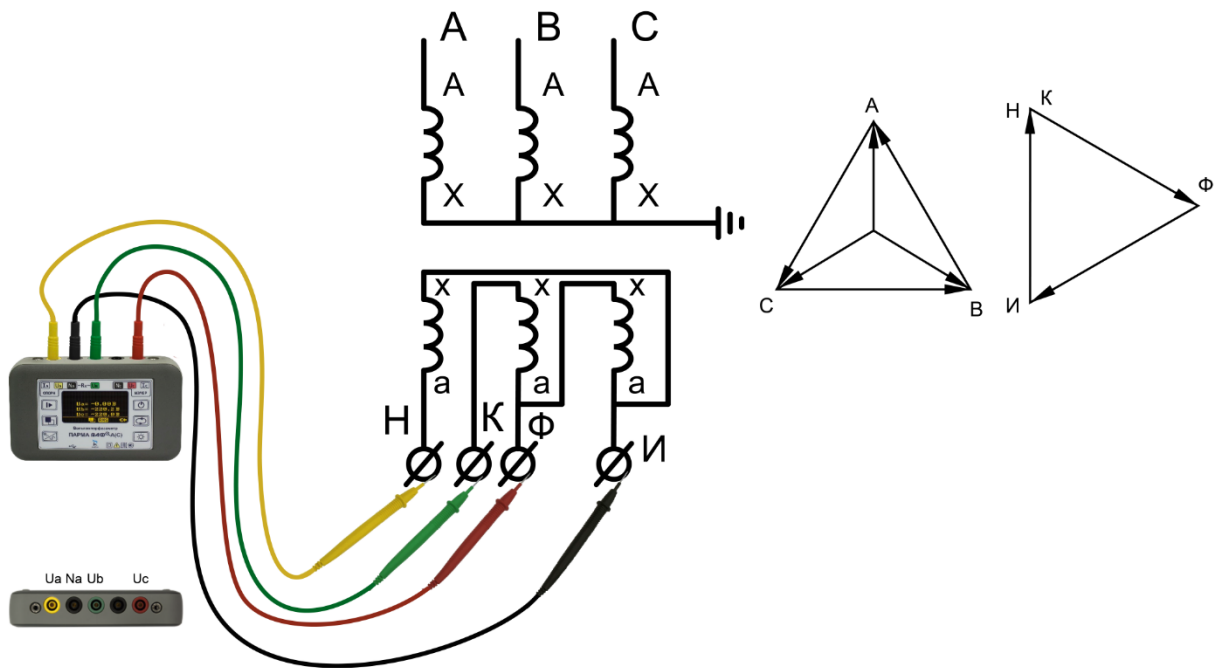


Рисунок 4.11.

Результаты измерений.

На рисунке 4.11 показаны векторные диаграммы первичной (слева) и вторичной (справа) обмоток ТН.

Для сети с глухо-заземленной нейтралью: если $U_{ни} = U_{иф} = U_{нф} = U_{ик} = U_{фк} = 100 \text{ В}$, $U_{ик} = 0 \text{ В}$, то схема собрана правильно.

Для сети с изолированной нейтралью: если $U_{ни} = U_{иф} = U_{нф} = U_{ик} = U_{фк} = 33 \text{ В}$, $U_{ик} = 0 \text{ В}$, то схема собрана правильно.

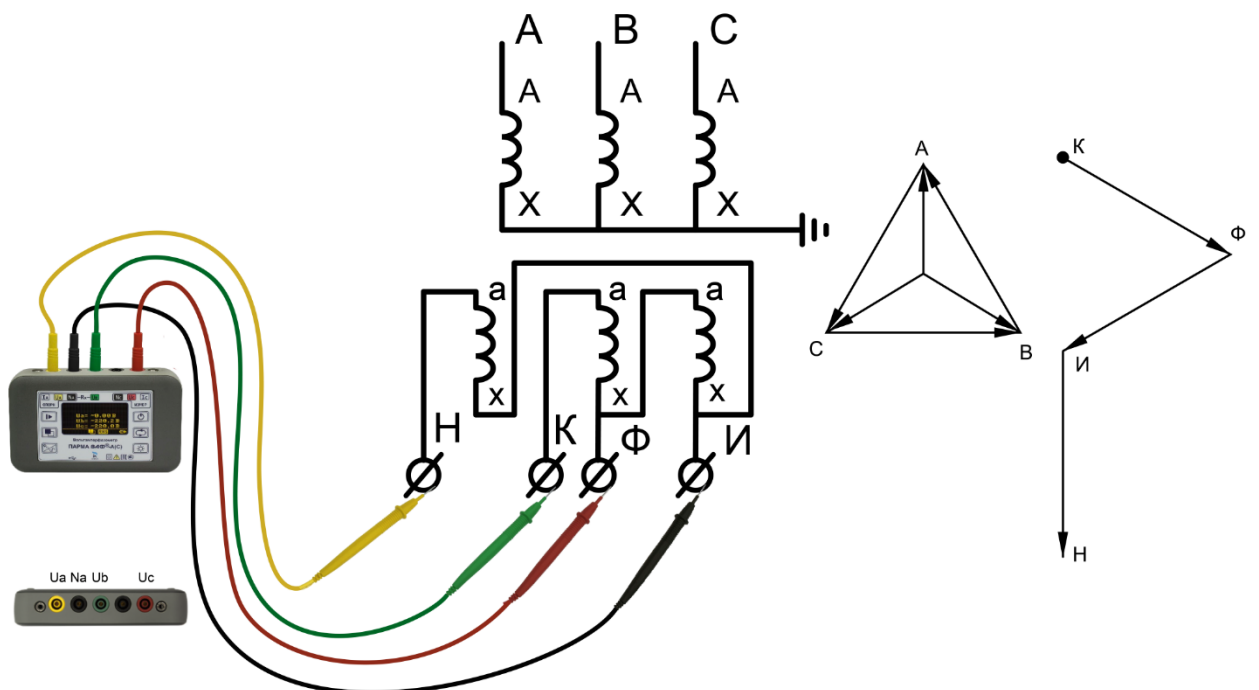


Рисунок 4.12.

Результаты измерений.

На рисунке 4.12 показаны векторные диаграммы первичной (слева) и вторичной (справа) обмоток ТН.

Для сети с глухо-заземленной нейтралью: если $U_{ни} = U_{иф} = U_{нк} = U_{фк} = 100$ В, $U_{ик} = 200$ В, $U_{нф} = 173$ В, то вторичная обмотка фазы А включена неправильно.

Для сети с изолированной нейтралью: если $U_{ни} = U_{иф} = U_{нк} = U_{фк} = 33$ В, $U_{ик} = 66$ В, $U_{нф} = 58$ В, то вторичная обмотка фазы А включена неправильно.

5 Методические указания по проверке правильности подключения РЗА (релейной защиты от всех видов многофазных и однофазных коротких замыканий, контроллеров присоединений с функциями УРОВ и АПВ, противоаварийной автоматики) - 10 (5) Р, измерительных преобразователей - 0,2 (0,5) и приборов учета электроэнергии - 0,2S.

Используется **ВАФ-А(С)**, укомплектованный токоизмерительными клещами (ДТ) с $I_n = 40$ А для проверки правильности подключения УРЗА, измерительных преобразователей АСУ ТП или ССПИ, счетчиков электроэнергии трансформаторного или прямого включения.

Подключение

Зажимы щупов для измерения напряжения подключаются к клеммам в шкафах или панелях устройств РЗА, АСУ ТП (ССПИ), АЙСКУЭ или к измерительной клеммной колодке (ИКК) счетчика. Опорный и измерительный комплекты ДТ подключаются к токовой измерительной цепи нагрузки с учетом направления от источника электроэнергии к нагрузке (**Рисунок 5.1**).

Измерения и вычисления.

Чтобы убедиться в правильности подключения УРЗА, Измерительных преобразователей АСУ ТП или ССПИ, счетчиков электроэнергии необходимо выполнить следующие операции:

- Измерить углы между током и напряжением и углы сдвига фаз.
- Вычислить активную, реактивную и полную мощность в каждой фазе.

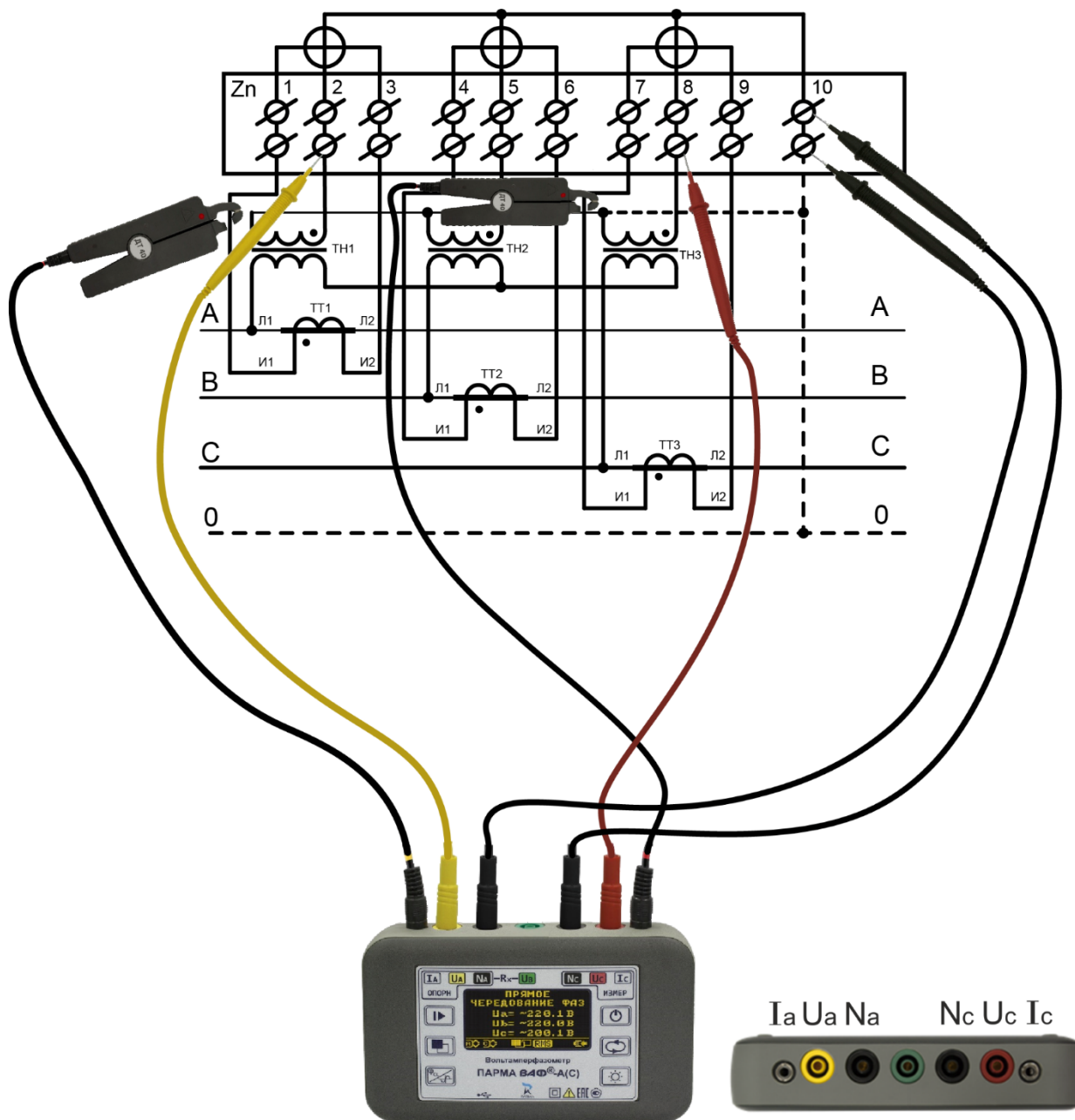


Рисунок 5.1.

Результаты измерений и вычислений.

УРЗА, Измерительные преобразователи АСУ ТП или ССПИ, счетчики электроэнергии подключены правильно, если:

- измеренные значения углов сдвига фаз напряжений положительны и равны $(120 \pm 10)^\circ$
- углы между током и напряжением находятся в пределах $\pm 90^\circ$;
- чередование фаз напряжений прямое.

■ **знак активной мощности в трёх фазах одинаков:** положительна — идёт потребление, отрицательна — идёт генерация;