



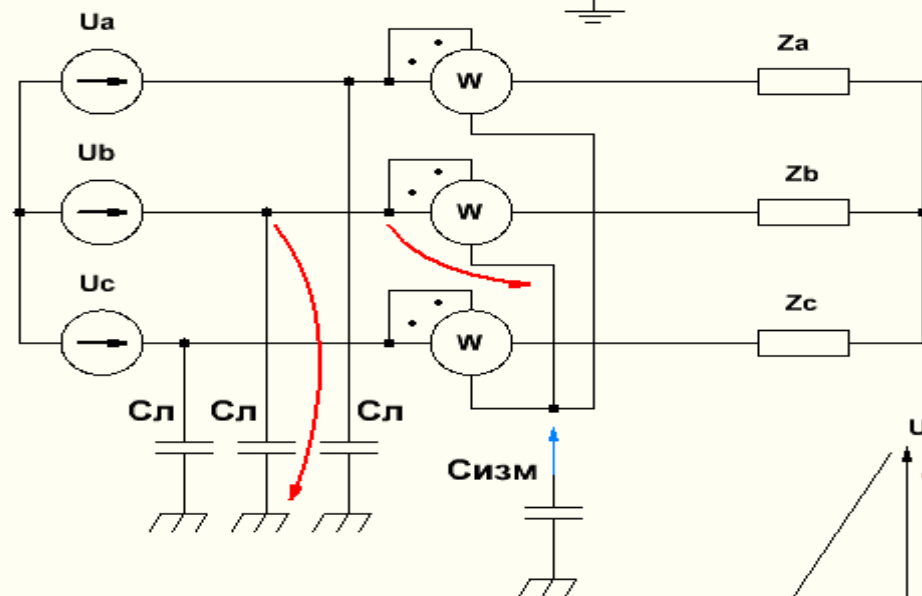
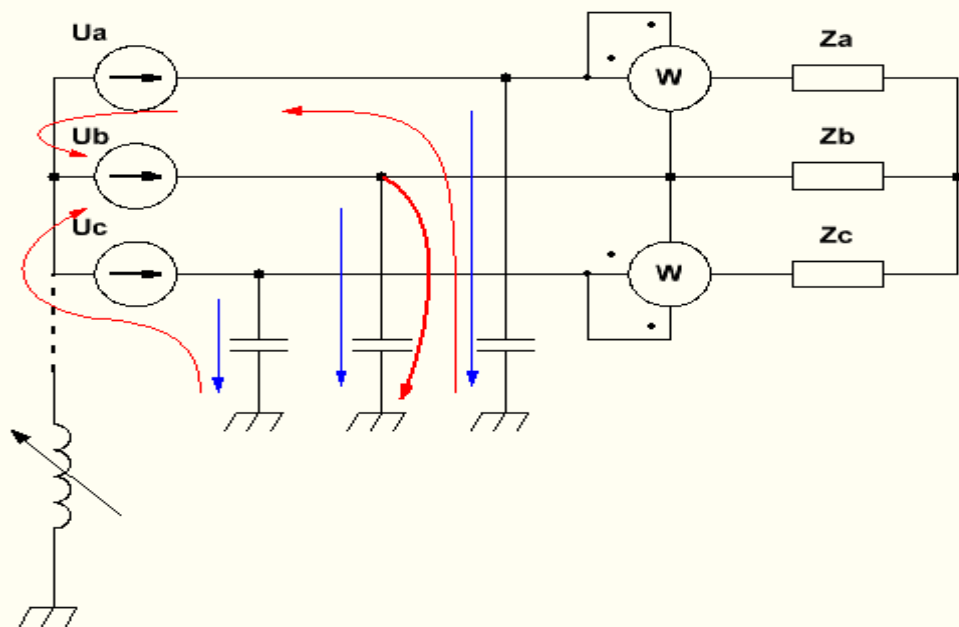
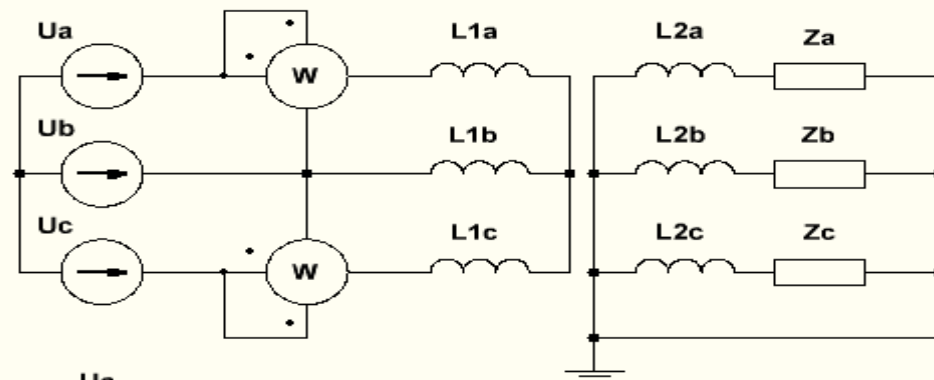
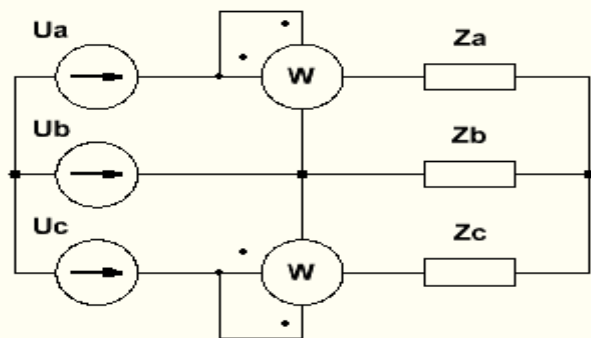
Радио и Микроэлектроника

Диагностика режимов и метрологических отказов цифровыми
ИПУЭ в сетях с изолированной нейтралью

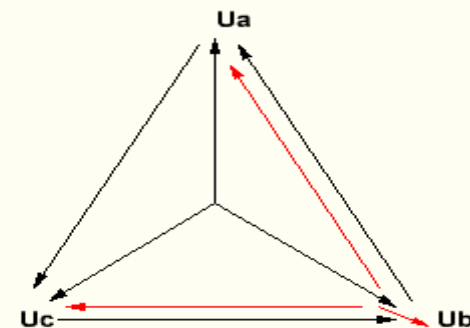
Ассоциация АНПО «РиМ»
Ведущий специалист Пуздрин В.Р.
ООО «СибЭталонРесурс»
Директор Бакланова А.С.

Измерения в трёхпроводной сети с ИН

Схема Арона



ОЗЗ - однофазное замыкание на землю



Диагностика метрологических отказов ИПУЭ

Критерий метрологической исправности измерительных трактов ИПУЭ:

$$\begin{aligned} [P1-P2] &< \Delta P \\ [P1-P3] &< \Delta P \\ [P-P2] &< \Delta P \end{aligned}$$

$$\begin{cases} P1 = I_a * U_{ab} + I_c * U_{bc} \\ P2 = I_a * U_{ac} + I_b * U_{bc} \\ P3 = I_b * U_{ab} + I_c * U_{ac} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Суммарные мощности определяемы по схеме Арона с использованием различных межфазных} \\ \text{напряжений и фазных токов} \end{array}$$

где:

$P = P_a + P_b + P_c$ - величина суммарной мощности,

P_a, P_b, P_c - значения активных мощностей по каждой из фаз,

U_{ab}, U_{bc}, U_{ac} межфазные напряжения, определяемые путем суммирования соответствующих фазных напряжений,

ΔP - допустимый предел погрешности определения разности для каждой из соотношений (1) определяемый на основании погрешности измерений каждой из величин $P; P1; P2; P3$.

Диагностика режима ООЗ цифровым ИПУЭ

Уравнения связи между векторами фазных напряжений и векторами прямой обратной и нулевой последовательностями симметричных составляющих имеют вид:

$$\vec{U}_1 = 1/3 (\vec{U}_A + a\vec{U}_B + a^2\vec{U}_C) \quad (1)$$

$$\vec{U}_2 = 1/3 (\vec{U}_A + a^2\vec{U}_B + a\vec{U}_C) \quad (2)$$

$$\vec{U}_0 = 1/3 (\vec{U}_A + \vec{U}_B + \vec{U}_C) \quad (3)$$

где: $\vec{U}_A; \vec{U}_B; \vec{U}_C$ – фазные напряжения

a и a^2 - операторы поворота векторов на 120° и 240° градусов соответственно

Параметры напряжений прямой и обратной последовательностей междуфазных напряжений определяется соотношением:

$$U_{1(2)} = \sqrt{\frac{a_2 \pm \sqrt{6a_{22} - 3a_4}}{6}} \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \sqrt{3} \frac{U_{BC}^2 - U_{CA}^2}{2U_{AB}^2 - U_{BC}^2 - U_{CA}^2} \quad (5)$$

где: φ_2 - угол вектора U_1 по отношению к вектору U_2

$a_2; a_4; a_{22}$ - сумма квадратов линейных напряжений, сумма четвертых степеней, сумма попарных произведений квадратов

Параметры нулевой последовательности определяются из выражений:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{A_d - a}{A_e + b} \quad (6)$$

$$U_0 = \frac{U_A^2 - U_b^2 - c}{a \cos \varphi_0 + b \sin \varphi_0} \quad (7)$$

где: $a; b; c; d; e; f; A$ – определены из выражений см. С. 2

Вспомогательные величины, получаемые на основе междофазных напряжений необходимые для определения нулевых последовательностей

$$a = \sqrt{3}U_1 + U_2[\sin(\varphi_2 + 60^0) + \sqrt{3} \cos(\varphi_2 + 60^0)]$$

$$b = U_1 + U_2[\sqrt{3}\sin(\varphi_2 + 60^0) - \cos(\varphi_2 + 60^0)]$$

$$c = \frac{U_1 * U_2}{\sqrt{3}}[\sqrt{3} \cos(\varphi_2 + 60^0) - \sin(\varphi_2 + 60^0)]$$

$$d = -2U_2 \sin(\varphi_2 + 60^0)$$

$$e = 2[U_1 - U_2 \cos(\varphi_2 + 60^0)]$$

$$f = \frac{2}{\sqrt{3}}U_1 * U_2 \sin(\varphi_2 + 60^0)$$

$$A = \frac{U_A^2 - U_B^2 - c}{U_B^2 - U_C^2 - f}$$

Величина недоучета мощности ИПУЭ в режиме ОЗЗ

$$P_0 = U_0 I_0 \cos \varphi_0$$

Где : $I_0 = \overset{\rightarrow}{I_A} + \overset{\rightarrow}{I_B} + \overset{\rightarrow}{I_C}$ - ток нулевой последовательности

1. Реализуемость в счетчиках непосредственного включения и не требует дополнительного оборудования.
2. Процессы обнаружения аварийных режимов на основе анализа напряжений более достоверны по отношению к анализу токов.