



PS1 – Poster-17



Определение поврежденного присоединения и места однофазного замыкания в сети с изолированной нейтралью

К. И. НИКИТИН

Омский государственный технический университет

Россия

nki@ngs.ru; nki@omgtu.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Однофазное замыкание на землю, поврежденное присоединение, изолированная нейтраль, нулевая последовательность.

1 ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время определение места междуфазных коротких замыканий на ЛЭП во всех сетях производится с довольно высокой точностью – менее 5 % [1], а место однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью не всегда можно вычислить с помощью универсальных алгоритмов и устройств [2]. Для таких сетей разработано и выпускается немало устройств (например, КВАНТ, Бреслер-0107.080, ОМЗАЛ, СИРИУС-ОЗЗ и др.). Однако с помощью устройства определить место повреждения (МП) можно либо при движении вдоль ЛЭП – КВАНТ, либо можно определить только поврежденное присоединение (фидер) – Бреслер-0107.080, СИРИУС-ОЗЗ, либо выявить МП путем включения неповрежденной фазы на время около 150 мс и создания таким образом «петли» двойного ОЗЗ – ОМЗАЛ.

2 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Цель

С целью упрощения определения поврежденного присоединения (фидера) и поиска МП ОЗЗ предлагается алгоритм определения поврежденного присоединения и поиск места однофазного замыкания в сети с изолированной нейтралью [3, 4].

2.2 Теория

Суть алгоритма заключается в следующем: в нормальном режиме периодически делают искусственное ОЗЗ (Рис. 1) и запоминают токи нулевой последовательности каждой линии - I_{C1} , I_{C2} , ..., I_{Cn} , которые могут быть также вычислены в соответствии [5]

$$\begin{aligned} I_{C1} &= j 3 \omega C_{Л1} E_{\Phi}, \\ I_{C2} &= j 3 \omega C_{Л2} E_{\Phi}, \\ &\dots\dots\dots, \\ I_{Cn} &= j 3 \omega C_{Лn} E_{\Phi}, \end{aligned} \tag{1}$$

или с помощью удельных параметров ЛЭП таким образом:

$$I_{Cn} = 3 \omega C_{y\partial n} l_{Ln} U_{\Phi} = I_{y\partial n} l_{Ln},$$

.....,

(2)

$$I_{C2} = 3 \omega C_{y\partial 2} l_{L2} U_{\Phi} = I_{y\partial 2} l_{L2}.$$

$$I_{C1} = 3 \omega C_{y\partial 1} l_{L1} U_{\Phi} = I_{y\partial 1} l_{L1}.$$

где $C_{y\partial n} \dots C_{y\partial 2}, C_{y\partial 1}$ - удельные емкости п-ой, ... второй, первой линий [мФ/км]; $I_{y\partial n} \dots I_{y\partial 2}, I_{y\partial 1}$ - удельные токи п-ой, ... второй, первой линий [А/км]; $l_{Ln}, \dots, l_{L2}, l_{L1}$ - длины п-ой, ... второй, первой линий [км].

Несмотря на то, что мы можем вычислить токи нулевой последовательности (НП) каждой ЛЭП, необходимо делать измерение путем искусственного ОЗЗ, так как параметры и конфигурация сети может меняться.

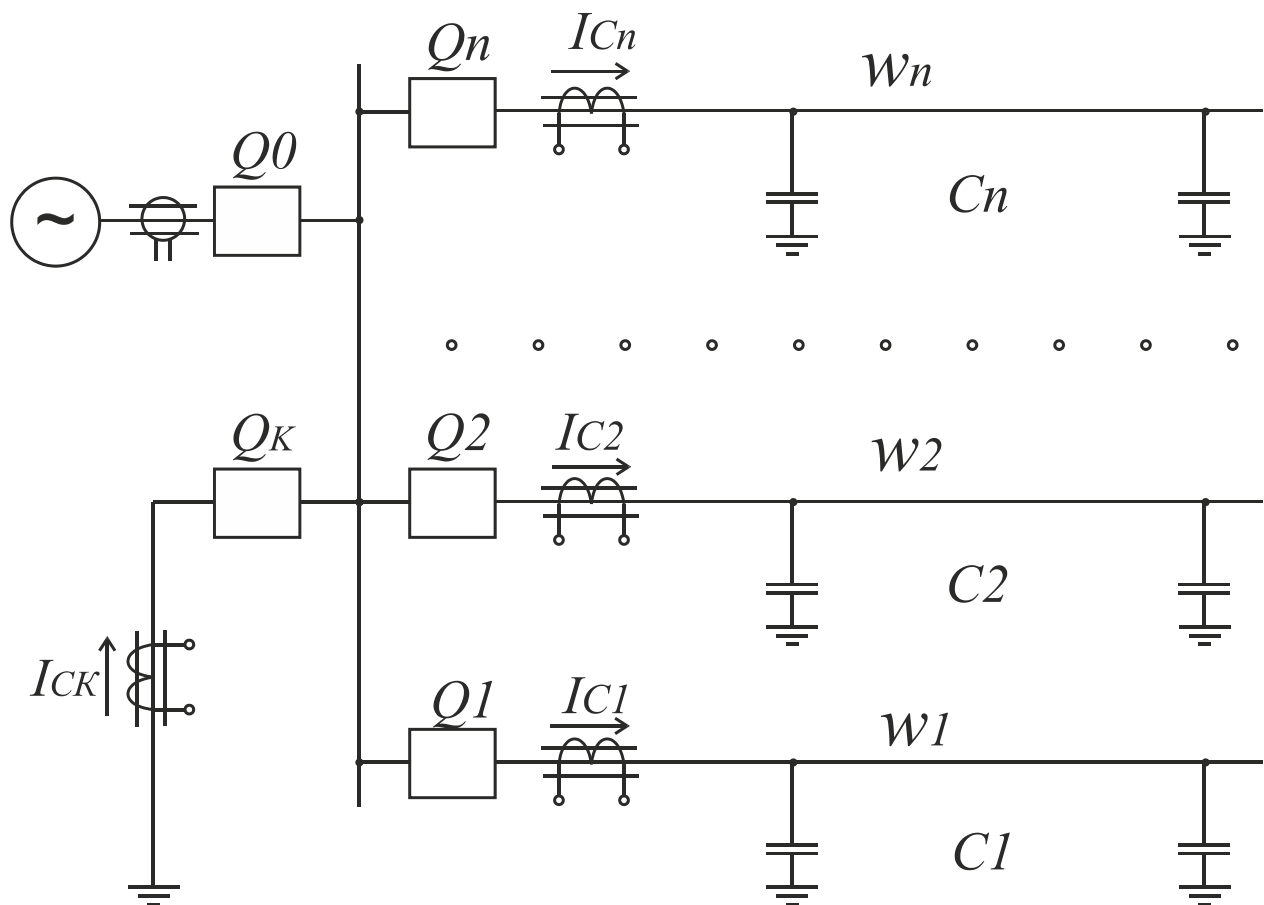


Рис. 1: Сеть с ключом для искусственного ОЗЗ

При возникновении ОЗЗ (Рис. 2), в поврежденной линии w_1 ток равен:

$$I_{3I} = I_{Cn} + \dots + I_{C2} + I_{C1} - I_{C1.2} = I_{Cn} + \dots + I_{C2} + I_{C1.1}. \quad (3)$$

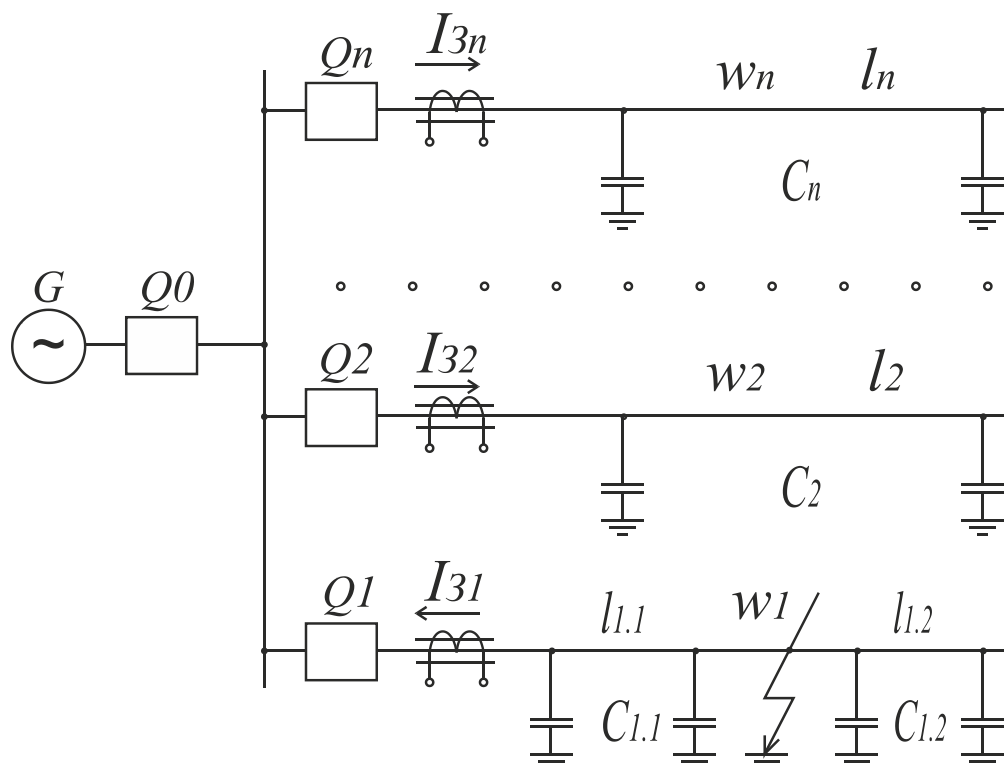


Рис. 2: Сеть с ОЗЗ на линии w_1

Зная собственный емкостный ток линии w_1 и суммарный емкостный ток сети

$$I_{C\Sigma} = I_{Cn} + \dots + I_{C2} + I_{C1}, \quad (4)$$

найдем разницу между суммарным емкостным током сети и током поврежденной линии

$$I_{C\Sigma} - I_{31} = (I_{Cn} + \dots + I_{C2} + I_{C1}) - (I_{Cn} + \dots + I_{C2} + I_{C1.1}) = I_{C1} - I_{C1.1} \quad (5)$$

Так как ОЗЗ делит линию w_1 на две части $l_{1.1}$ и $l_{1.2}$, а их емкости пропорциональны расстояниям, учитывая это

$$I_{C1} = I_{C1.1} + I_{C1.2} \quad (6)$$

перепишем (5):

$$I_{C\Sigma} - I_{31} = I_{C1} - I_{C1.1} = I_{C1.2} \quad (7)$$

Поделив полученный результат на $3\omega C_{y\partial 1} \cdot U_\phi$, мы получим:

$$\frac{I_{C\Sigma} - I_{31}}{3\omega \cdot C_{y\partial 1} \cdot U_\phi} = \frac{I_{C1.2}}{3\omega \cdot C_{y\partial 1} \cdot U_\phi} = \frac{3\omega \cdot C_{y\partial 1} \cdot l_{C1.2} \cdot U_\phi}{3\omega \cdot C_{y\partial 1} \cdot U_\phi} = l_{1.2} \quad (8)$$

или можно поделить на $I_{y\partial 1}$, но при случае, что линия однородна, т.е. имеет одинаковые КЛЭП или ВЛЭП с одинаковыми сечениями вдоль всей линии:

$$\frac{I_{C\Sigma} - I_{31}}{I_{y\partial 1}} = \frac{I_{C1.2}}{I_{y\partial 1}} = \frac{I_{y\partial 1} \cdot l_{C1.2}}{I_{y\partial 1}} = l_{1.2} \quad (9)$$

Таким образом по предложенному алгоритму [3, 4] можно определить место повреждение или расстояние от конца линии w_1 до места ОЗЗ или от начала. Однако, следует отметить, что периодическое искусственное ОЗЗ является недостатком такого способа.

2.3 Реализация алгоритма

На рис.3 представлена структурная схема устройства для определения поврежденного присоединения и места однофазного замыкания в сети с изолированной нейтралью при выполнении на жесткой логике.

На схеме $Q_1, Q_2, \dots, Q_n, K$ – выключатели 1, 2, ..., n -го и k -го присоединений соответственно; $ПТ_1, ПТ_2, \dots, ПТ_n, ПТ_k$ – преобразователи тока 1, 2, ..., n -го присоединений соответственно; $B_{1.1}, B_{1.2}, \dots, B_{1.n}$ и $B_{2.1}, B_{2.2}, \dots, B_{2.n}$ – первые и вторые вычитатели 1, 2, ..., n -го присоединений соответственно; $П1.1, П1.2, \dots, П1.n, П1.k$ и $П2.1, П2.2, \dots, П2.n$ – первые и вторые запоминающие устройства 1, 2, ..., n -го присоединений соответственно; $K_1, K_2, \dots, K_n$ – компараторы 1, 2, ..., n -го присоединений соответственно; $O_1, O_2, \dots, O_n$ – определители расстояния 1, 2, ..., n -го присоединений соответственно; $I_1, I_2, \dots, I_n$ – индикаторы 1, 2, ..., n -го присоединений соответственно; ГПИ – генератор периодических импульсов; ИЛИ – логический элемент «ИЛИ».

Устройство работает следующим образом. С определенным периодом ГПИ подает команду для замыкания выключателя K , который делает искусственное замыкание одной фазы (на схеме «А»). Периодичность зависит от частоты изменения параметров схемы. Если схема стабильна и меняется сезонно, то и замыкание выключателя K происходит раз в месяц или сезон. Замыкание происходит практически на шинах, в точке замыкания протекает суммарный ток сети $I_{C\bar{Z}}$, а в ТТНП каждого присоединения протекают соответствующие токи $I_{C1}, I_{C2}, \dots, I_{Cn}$.

При замыкании подается команда на запоминающие устройства $П1.1, П1.2, \dots, П1.n$ и $П1.k$ запомнить соответствующие токи $I_{C1}, I_{C2}, \dots, I_{Cn}$ и $I_{C\bar{Z}}$.

В нормальном режиме (при отсутствии ОЗЗ) токов от преобразователей тока $ПТ_1, ПТ_2, \dots, ПТ_n, ПТ_k$ не поступает, поэтому на вычитателях $B_{1.1}, B_{1.2}, \dots, B_{1.n}$ присутствует отрицательная величина и ни один из компараторов $K_1, K_2, \dots, K_n$ не срабатывает.

В режиме возникновения ОЗЗ на 1-ом присоединении. По неповрежденным линиям начинает протекать собственный емкостный ток $I_{C2}, \dots, I_{Cn}$, при этом на соответствующих выходах компараторов будут «нули». На поврежденном присоединении на выходе вычитателя $B_{1.1}$ будет присутствовать величина

$$I_{B1.1} = I_{31} - I_{C1} = I_{Cn} + \dots + I_{C2} + I_{C1.1} - I_{C1} >> 0, \quad (10)$$

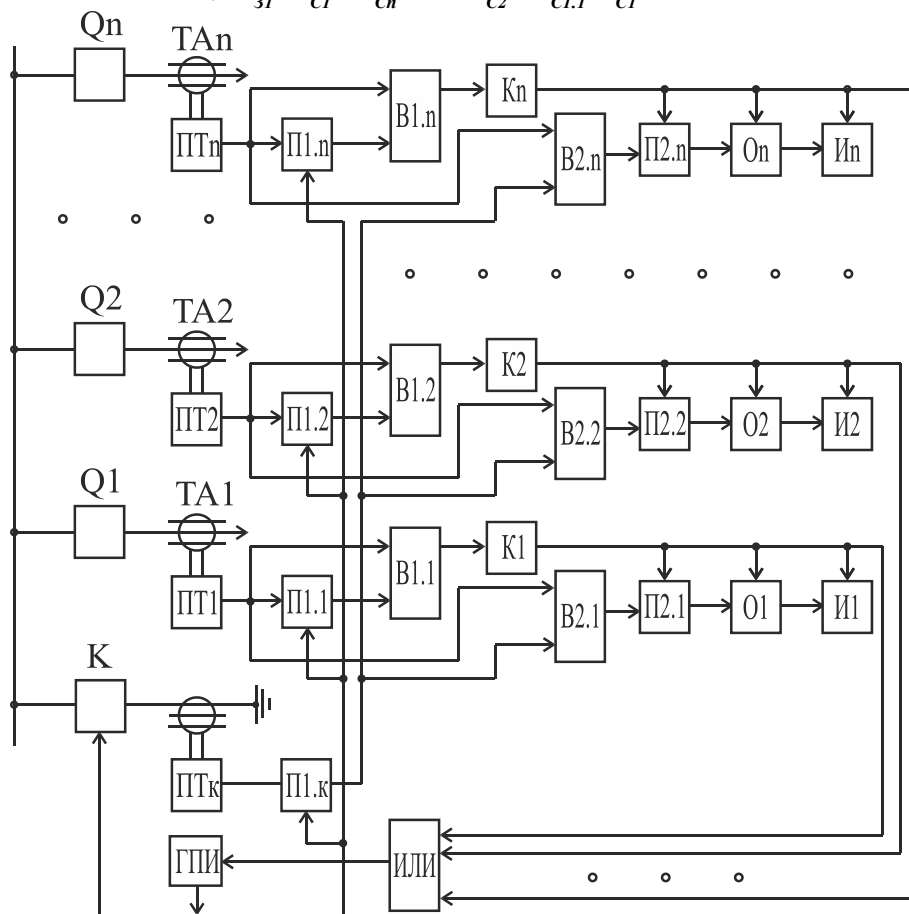


Рис. 3: Структурная схема устройства для определения поврежденного присоединения и места ОЗЗ

Что намного больше величины отстройки компаратора К1, поэтому он срабатывает, подает команду запоминающему устройству П2.1, определителю расстояния О1 и индикатору И1. В запоминающем устройстве П2.1 сохраняется величина в соответствии с (7):

$$I_{П1.1} = I_{В1.1} = I_{C\Sigma} - I_{31} = I_{C1} - I_{C1.1} = I_{C1.2} \quad (11)$$

Определитель расстояния О1 масштабирует ток $I_{C1.2}$ в соответствии с удельным $I_{уд1}$ током данной линии:

$$L_{O1} = I_{C1.2} / I_{уд1} = L_{Л1.2} \quad (12)$$

и на индикаторе И1 поврежденной линии будет отображаться расстояние от конца линии до места повреждения.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Устройство по предложенному алгоритму определяет поврежденное присоединение.
2. Для сетей с изолированной нейтралью устройство вычисляет место ОЗЗ.
3. Недостатком такого способа следует отметить периодическое искусственное ОЗЗ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шалыт Г.М., Айзенфельд А.И., Малый А.С. Определение мест повреждения линий электропередачи по параметрам аварийного режима – М.: Энергоатомиздат, 1983.-208 с
- [2] Арцишевский Я.Л. Определение мест повреждений линий электропередачи в сетях с изолированной нейтралью. –М.: Высш. Шк.,1989.-87 с
- [3] Пат. № 2174690 РФ, МПК G01R 31/08, 3/38, Способ определения поврежденного присоединения и места однофазного замыкания в сети с изолированной нейтралью / Авданин В.В., Никитин К.И., Тупуреин В.Ю. Заявлено 28.09.99; Оpubл. 10.10.2001, Бюл. № 28. – 4 с.: ил
- [4] Положительное решение на выдачу патента по заявке №2009111640/28(015902), МПК G01R 31/08, Адаптивный способ определения поврежденного присоединения и места однофазного замыкания в сети с изолированной нейтралью / Никитин К.И. Заявлено 30.03.2009
- [5] Шуин В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6-10 кВ. – М.НТФ «Энергопрогресс», 2001. – 104 с.; ил. [Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик»; Вып. 11(35)]