

УДК 621.316.925

ДИАГНОСТИКА ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

Подобед В.В., студент; Кобазев В.П., к.т.н., доцент

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк Украина)

Однофазные замыкания на землю в шахтных кабельных сетях напряжением 6-10 кВ составляют порядка 77% от общего числа повреждений. Опасность однофазных замыканий на землю чрезвычайно велика из-за появления перенапряжения, что ведет к выходу из строя электрооборудования и возникновению многоместных замыканий на землю.

Для определения поврежденного присоединения целесообразно использование устройства, в котором для определения поврежденного присоединения используется регистрация полярности импульсов сверхпереходного тока замыкания на землю. Поврежденное присоединение определяется путем сравнений знаков импульсов. При этом вначале определяется преобладающая полярность, которую затем сравнивают с полярностью импульсов тока каждого присоединения [1].

При однофазном замыкании на землю в сети с тремя присоединениями получим на выходе фиксаторов уровня и полярности импульсов тока нулевой последовательности присоединения такой возможный набор логических сигналов (табл.1).

Таблица 1.- Исходные логические сигналы

№п./п	Сигнал фиксатора		
	Хл1)	Хл2	Хл3
1	0	1	1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	1	0	0
5	0	1	0
6	0	0	1

В сети с n-присоединениями число вариантов возможных логических сигналов будет равна $2n$. Количество наборов сигналов и их структура может изменяться при неисправностях в цепях измерения, состоящей из трансформаторов тока нулевой последовательности, пороговых элементов уровней тока нулевой последовательности и соединительных проводов.

Для математического описания блока диагностики использовалось математическое описание работы логических цифровых элементов.

Для выделения преобладающей полярности применим операцию "исключающее ИЛИ" для нулевых и единичных логических сигналов фиксатора:

для единичных сигналов булевское выражение:

$$X1 = X1 \oplus X2 \oplus X3 \quad (1)$$

для нулевых сигналов:

$$X5 = \bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3 \quad (2)$$

Согласно этим выражениям единичный сигнал будет получен если любой только один из входных сигналов единичные и остальные нули или если только один из входных сигналов ноль и остальные единичные, т.е.

$$X1 \oplus X2 \oplus X3 \vee \bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3$$

Определение поврежденного присоединения выполняется двумя группами из n-логических элементов "2И". Первые входы элементов соединены между собой и образуют общий вход группы элементов.

На общий ввод первой группы подается логический сигнал, вычисленный по выражению (1). На вторые входы каждого элемента "2И" группы подаются логические сигналы с выхода пороговых элементов. На выходах логических элементов будут формироваться сигналы:

$$\left. \begin{aligned} X6 &= X1 \oplus X2 \oplus X3 \wedge X_{л1} \\ X7 &= X1 \oplus X2 \oplus X3 \wedge X_{л2} \\ X8 &= X1 \oplus X2 \oplus X3 \wedge X_{л3} \end{aligned} \right\}$$

Схемная реализация второй группы такая же, как и первой. Отличие в том, что на общий вход подается сигнал (2), а на вторые входы элементов "2И" поступают сигналы пороговых элементов через инверторы. Выходные сигналы группы формируются по следующим правилам:

$$\left. \begin{aligned} X9 &= \bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3 \wedge \bar{X}_{л1} \\ X10 &= \bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3 \wedge \bar{X}_{л2} \\ X11 &= \bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3 \wedge \bar{X}_{л3} \end{aligned} \right\}$$

При правильно работающем устройстве единичный сигнал должен появиться на выходе только одного элемента "2И" либо в первой (I), либо во второй группе (II).

Появление единичного логического сигнала либо в первой, либо во второй группе определяются по логическому выражению:

$$X_{изм} = ((X1 \oplus X2 \oplus X3 \wedge X_{л1}) \oplus (X1 \oplus X2 \oplus X3 \wedge X_{л2}) \oplus (X1 \oplus X2 \oplus X3 \wedge X_{л3}) \oplus (\bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3 \wedge \bar{X}_{л1}) \oplus (\bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3 \wedge \bar{X}_{л2}) \oplus (\bar{X}1 \oplus \bar{X}2 \oplus \bar{X}3 \wedge \bar{X}_{л3}))$$

Если поврежденное присоединение не удалось обнаружить, то значение выражения равно нулю, иначе - единице.

Дополнительный контроль правильности обнаружения поврежденного присоединения обеспечивается следующим образом. Как только значение выражения $X_{л1} \vee X_{л2} \vee X_{л3}$ становится единичным RS-триггер блока диагностики переключается в единичное состояние и происходит запуск реле

времени. По истечении заданной выдержки времени на выходе реле появляется единичный сигнал Хк. Он сравнивается со значением сигнала Хизм при помощи элемента "2И-НЕ" 18.

Хк А Хизм

Если значение этого выражения равно логической единице, то вырабатывается сигнал сброса фиксаторов полярности импульсов тока, RS-триггер и реле времени.

В соответствии с математическим описанием защиты, можно синтезировать схему замещения, приведенную на рис. 1

На вход схемы подаются логические информационные сигналы Хл1-Хл3 от фиксаторов полярности импульсов тока и сигнал Хк от таймера. Сигналы Хл1-Хл3 поступают на следующие элементы схемы. В элементах 1 и 5 они участвуют в определении преобладающей полярности импульса тока. На вход элемента 1 информационные сигналы подаются непосредственно, а на элемент 5 через инверторы 2-4. в результате на элементе 1 логический единичный сигнал появится при преобладающей отрицательной полярности, а на элементе 5 – при положительной полярности.

Поврежденное присоединение выявляется двумя группами логических элементов "2И" I и II.

Первая группа I определяет поврежденное присоединение по отрицательной полярности импульса тока, вторая II – по положительной. Для этого в первой группе подаются на все первые входы элементов "2И" выходной сигнал элемента 1, а на вторые входы поступают информационные сигналы Хл1-Хл3 непосредственно. Во второй группе общий сигнал поступает от элемента 5 и сигналы Хл1-Хл3 через инверторы 2-3. Выходы элементов контролирующие одно и тоже присоединение подсоединены к входам одного и того же элемента "2ИЛИ" 12-14. На их выходе включены светодиоды НЛ1-НЛ3, которые сигнализируют о том, какое присоединение повреждено.

Факт правильного определения поврежденного присоединения контролируют в группе I элемент 15 и в группе II элемент 16. Если поврежденное присоединение определено правильно, то на выходе элемента 17 появится единичный сигнал. Через некоторое время появляется единичный сигнал Хк от таймера.

Элементы 2И-НЕ 18 и 2И 19 формируют сигнал "Сброс" при появлении единичного сигнала Хк от таймера при нулевом логическом сигнале на выходе элемента 17. Последний переключается в единичное состояние только при правильном определении поврежденного присоединения. Следовательно, сигнал "Сброс" появляется при единичном сигнале Хк и нулевом сигнале на элементе 17.

Таким образом, блок диагностики работы защиты от замыканий на землю исключает ошибочное определение поврежденного присоединения, что позволяет надежность работы защиты и точность определения поврежденного присоединения

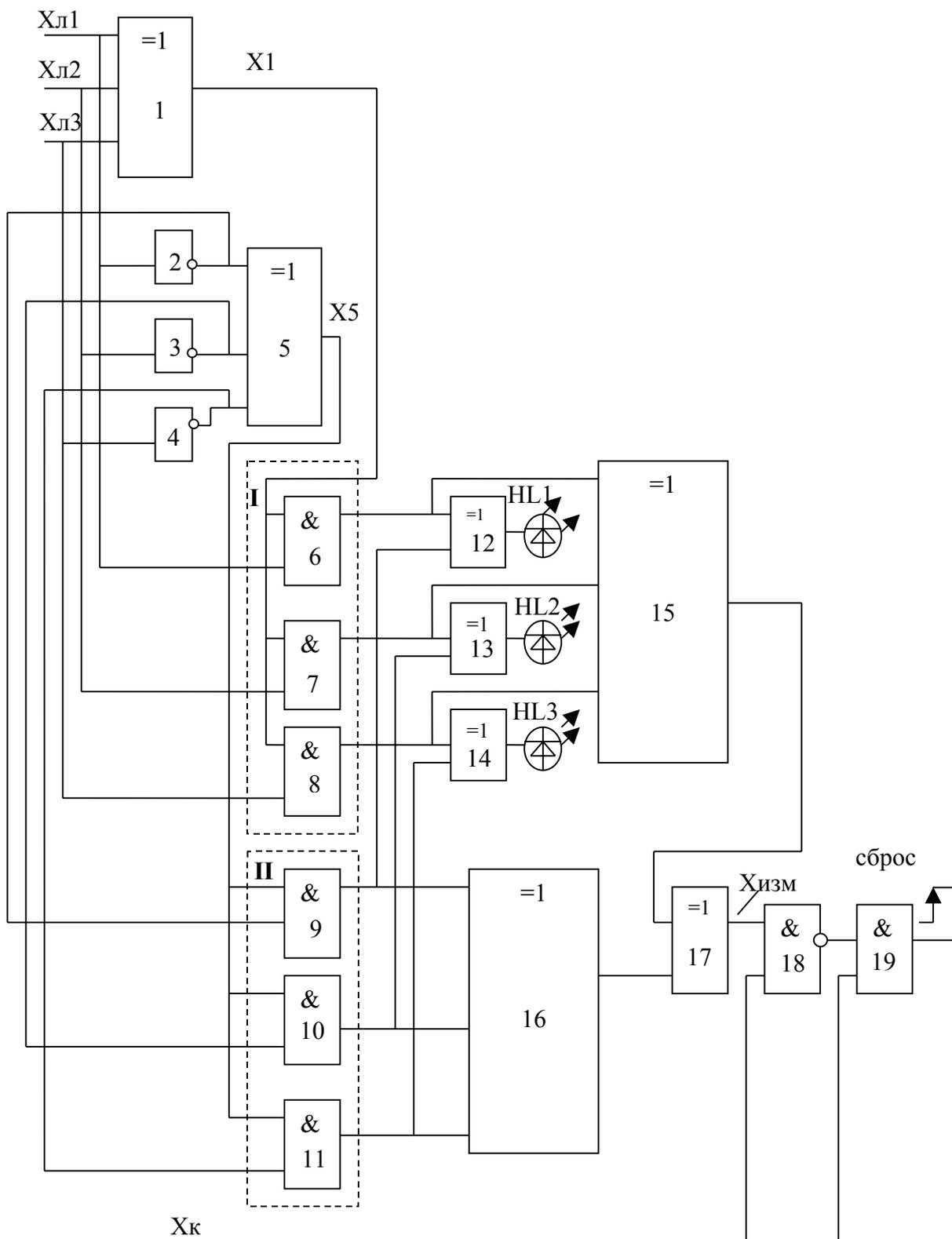


Рисунок 1 - Схема логической части блока диагностики

Перечень ссылок

1 Патент №49333 А (Україна). Спосіб визначення пошкодженого приєднання в електричній мережі// Кобазева В.П., Чупайленко А.А., Седов Р.М., Терванесов М.Р.– Опубл. Бюл. №9, 2002р.