



(51) МПК

H02H 7/00 (2006.01)*H02H 7/22* (2006.01)*H02H 3/26* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014114344/07, 10.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.04.2014

(45) Опубликовано: 10.05.2015 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1527683 A1, 07.12.1989. RU 74249
U1, 20.06.2008. SU 1434521 A, 30.10.1988. SU
898545 A2, 15.01.1982. WO 2005/078886 A 1,
25.08.2005

Адрес для переписки:

634050, г.Томск, пр. Ленина, 30, ФГБОУ ВПО
"Национальный исследовательский Томский
политехнический университет", отдел правовой
охраны результатов интеллектуальной
деятельности

(72) Автор(ы):

Клецель Марк Яковлевич (KZ),
Машрапов Бауыржан Ерболович (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Национальный исследовательский Томский
политехнический университет" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ И ПРИСОЕДИНЕНИЙ,
ОТХОДЯЩИХ ОТ ОБЩИХ ШИН

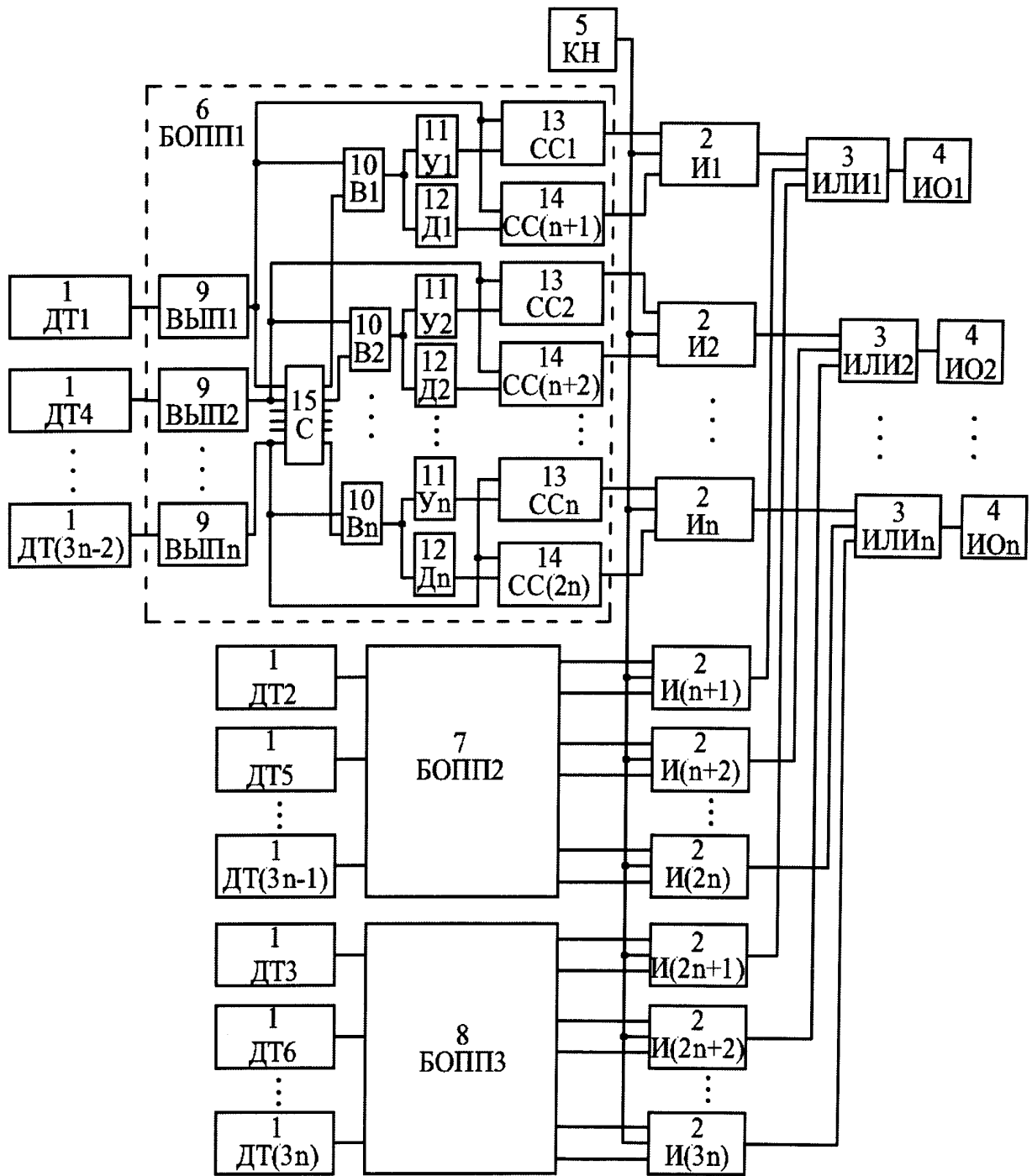
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, а
именно к технике релейной защиты, и может быть
использовано для защиты присоединений
подстанции от коротких замыканий. Технический
результат заключается в повышении
чувствительности устройства и расширении
области его использования. Для этого заявленное
устройство содержит n присоединений подстанции
от коротких замыканий, содержащее для каждой
фазы 1-го, ..., n -го присоединения датчик тока,
установленный в рассечку токопровода фазы,
выпрямитель, подключенный к датчику тока,
вычитатель, подключенный к выпрямителю,
усилитель и делитель, подключенные к
вычитателю, первую схему сравнения,

подключенную к усилителю и выпрямителю,
вторую схему сравнения, подключенную к
делителю и выпрямителю, элемент И,
подключенный к первой и второй схемам
сравнения, для каждого из присоединений - по
элементу ИЛИ, подключенному к
соответствующим элементам И, и
исполнительному органу, подключенному к
элементу ИЛИ, а выходом в цепь отключения
выключателя соответствующего присоединения,
блок контроля линейных напряжений,
подключенный выходом к каждому элементу И,
общий для группы одноименных фаз сумматор,
входами подключенный к выпрямителям, а
выходами - к вычитателям. 1 ил.

RU 2 550 084 C1

RU 2 550 084 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02H 7/00 (2006.01)
H02H 7/22 (2006.01)
H02H 3/26 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014114344/07, 10.04.2014

(24) Effective date for property rights:
10.04.2014

Priority:

(22) Date of filing: 10.04.2014

(45) Date of publication: 10.05.2015 Bull. № 13

Mail address:

634050, g.Tomsk, pr. Lenina, 30, FGBOU VPO
"Natsional'nyj issledovatel'skij Tomskij
politekhicheskij universitet", otdel pravovoj
okhrany rezul'tatov intellektual'noj dejatel'nosti

(72) Inventor(s):

**Kletsel' Mark Jakovlevich (KZ),
Mashrapov Bauyrzhan Erbolovich (KZ)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj
issledovatel'skij Tomskij politekhicheskij
universitet" (RU)**

(54) **SHORT CIRCUIT PROTECTION DEVICE FOR n CONNECTIONS BRANCHED FROM COMMON BUSES**

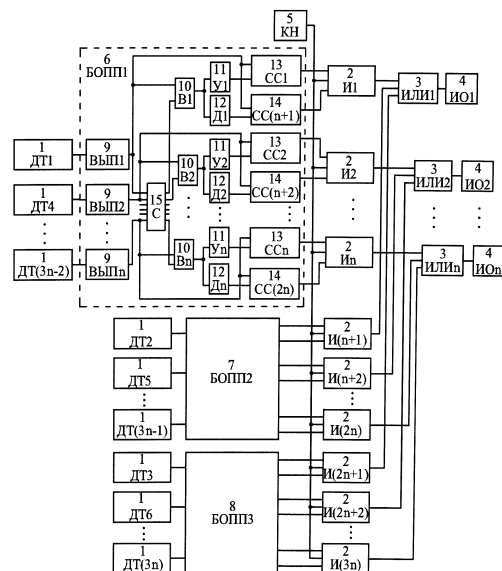
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: device contains n substation connections protected from short circuits containing for each phase of 1st, ..., nth connection a current sensor installed in the split of the conductor phase, a rectifier connected to a current sensor, a subtracter connected to the rectifier, an amplifier and a divider connected to the subtracter, the first comparison circuit connected to the amplifier and the rectifier, the second comparison circuit connected to the divider and the rectifier, the AND element connected to the first and the second comparison circuit, for each of connections - by the OR element connected to the respective elements AND, and the executive body connected to the OR element, and by the output in the switch shutdown circuit of the respective connection, the linear voltage monitoring unit connected by the output to each AND element, the adder common for the group of homonymous phases, with the inputs connected to rectifiers, and with outputs - to subtracters.

EFFECT: improvement of sensitivity of the device and expansion of scope of its application.

1 dwg



RU 2 550 084 C1

RU 2 550 084 C1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты присоединений подстанции от коротких замыканий.

5 Известно устройство для защиты присоединений, отходящих от общих шин [Фигурнов Е.П. Релейная защита. - М: Желдориздат. 2002 г. - с.233-237], содержащее для каждого присоединения измерительный элемент, элемент И и исполнительный орган, подключенный к выходу элемента И, и общую логическую часть, входами подключенную ко всем измерительным элементам, а выходами к инверсным входам элементов И.

10 Это устройство обладает высокой чувствительностью, но оно предназначено только для защиты параллельно работающих линий и не может быть использовано.

Известно устройство для защиты от коротких замыканий и присоединений, отходящих от общих шин [SU 1527683 A1, МПК 4 H02H 3/26, H02H 7/22, опубл. 07.12.1989.], выбранное в качестве прототипа, содержащее датчики тока, выполненные на магнитоуправляемых элементах для установки в зоне действия магнитного поля токопроводов, отходящих и подходящих к шинам одноименных фаз, первый элемент ИЛИ, подключенный к первым выходам датчиков питаемых токопроводов одноименных фаз, первый элемент ИЛИ-НЕ, подключенный к их вторым выходам, и по числу токопроводов исполнительные органы и элементы И, один из которых 20 подключен к элементу ИЛИ-НЕ и к первому выходу датчика питающего ввода, к которому подключены остальные элементы И, подключенные еще и к первому элементу ИЛИ и к вторым выходам соответствующих датчиков питаемых токопроводов. Второй элемент ИЛИ-НЕ подключен к первым выходам датчиков питаемых токопроводов. Элемент И подключен к второму выходу датчика питающего ввода и к второму 25 элементу ИЛИ-НЕ. Многовходовой элемент ИЛИ подключен к вторым выходам датчиков питаемых токопроводов. Элементы И по числу питаемых токопроводов подключены к выходу многовходового элемента ИЛИ и к второму выходу датчика питающего ввода. Элементы ВРЕМЯ, двухвходовые элементы ИЛИ, элементы ПАМЯТЬ последовательно включены между элементами И и исполнительными 30 органами. Элемент НЕ для каждого питаемого токопровода входом подключен к выходу элемента ПАМЯТЬ, а выходом - к входам элементов И всех токопроводов, кроме своего.

Каждый датчик тока выполнен в виде двух герконов с управляющими обмотками, подключенными встречно к источнику оперативного постоянного тока, и контактами, 35 подключенными к этому источнику и элементам ПАМЯТЬ, выходы которых служат выходами датчика.

Это устройство имеет ограниченную область использования из-за низкой чувствительности, вызванной необходимостью отстраиваться от влияния токов в соседних электроустановках и в земле.

40 Задачей изобретения является расширение арсенала технических средств аналогичного назначения.

Поставленная задача решена за счет того, что устройство для защиты от коротких замыканий и присоединений, отходящих от общих шин, так же как и в прототипе, содержит для каждой фазы 1-го, ..., n-го присоединения датчик тока и элемент И и для 45 каждого из присоединений - по элементу ИЛИ и исполнительному органу, выходом подключенному в цепь отключения выключателя соответствующего присоединения.

Согласно изобретению датчик тока выполнен в виде трансформатора тока и установлен в рассечку каждой фазы 1-го, ..., n-го присоединения, первый, второй, ...,

n -ный элементы И выходами соответственно подключены к первому, второму, ..., n -ному элементам ИЛИ, причем $n+1$, $n+2$, ..., $2n$ элементы И выходами соответственно подключены к первому, второму, ..., n -ному элементам ИЛИ, а $2n+1$, $2n+2$, ..., $3n$ элементы И выходами соответственно подключены к первому, второму, ..., n -ному элементам ИЛИ, которые соединены с соответствующими исполнительными органами, причем выход блока контроля линейных напряжений подключен к каждому элементу И, а первый, второй и третий блоки определения поврежденного присоединения соответственно для группы одноименных фаз А, В и С выполнены одинаково и содержат для каждой одноименной фазы 1-го, ..., n -го присоединения выпрямитель, подключенный к соответствующему датчику тока, вычитатель, подключенный к выпрямителю, усилитель и делитель, подключенные к вычитателю, при этом первая схема сравнения абсолютных величин подключена к выпрямителю и усилителю, а вторая схема сравнения абсолютных величин подключена к выпрямителю и делителю, а выходы первой и второй схем сравнения абсолютных величин подключены к соответствующему элементу И, причем общий для всех одноименных фаз сумматор подключен входами к выпрямителям, а выходами к вычитателям каждой одноименной фазы.

В предлагаемом устройстве в отличие от прототипа в качестве датчиков тока использованы трансформаторы тока, а не герконы. Такая конструкция устройства не требует отстройки от влияния токов в соседних электроустановках и в земле и, как следствие, имеет более высокую чувствительность и широкую область использования.

На фиг.1 изображена схема предлагаемого устройства.

Устройство для защиты от коротких замыканий n присоединений, отходящих от общих шин, содержит датчики тока 1 (ДТ1), ..., 1 (ДТ($3n$)), установленные в рассечку фаз А, В, С 1-го, ..., n -го присоединения соответственно. Элементы И 2 (И1), 2 (И2), ..., 2 (И n) выходами соответственно подключены к элементам ИЛИ 3 (ИЛИ1), 3 (ИЛИ2), ..., 3 (ИЛИ n). Элементы И 2 (И($n+1$)), 2 (И($n+2$)), ..., 2 (И($2n$)) выходами соответственно подключены к элементам ИЛИ 3 (ИЛИ1), 3 (ИЛИ2), ..., 3 (ИЛИ n). Элементы И 2 (И($2n+1$)), 2 (И($2n+2$)), ..., 2 (И($3n$)) выходами соответственно подключены к элементам ИЛИ 3 (ИЛИ1), 3 (ИЛИ2), ..., 3 (ИЛИ n). Исполнительные органы 4 (ИО1), ..., 4 (ИО n) входами, соответственно, подключены к элементам ИЛИ 3 (ИЛИ1), ..., 3 (ИЛИ n), а выходами соответственно - в цепи отключения выключателей 1-го, ..., n -го присоединений.

Выход блока контроля линейных напряжений 5 (КН) подключен к входам элементов И 2 (И1), ..., 2 (И($3n$)). Первый 6 (БОПП1), второй 7 (БОПП2) и третий 8 (БОПП3) блоки определения поврежденного присоединения выполнены одинаково. Например, первый блок определения поврежденного присоединения 6 (БОПП1) содержит выпрямители 9 (ВЫП1), 9 (ВЫП2), ..., 9 (ВЫП n), которые соответственно подключены к датчикам тока 1 (ДТ1), 1 (ДТ4), ..., 1 (ДТ($3n-2$)) фаз А 1-го, 2-го, ... n -го присоединения. Вычитатели 10 (В1), 10 (В2), ..., 10 (В n) соответственно подключены к выпрямителям 9 (ВЫП1), 9 (ВЫП2), ..., 9 (ВЫП n). Усилители 11 (У1), 11 (У2), ..., 11 (У n) соответственно подключены к вычитателям 10 (В1), 10 (В2), ..., 10 (В n). Делители 12 (Д1), 12 (Д2), ..., 12 (Д n), соответственно, подключены к вычитателям 10 (В1), 10 (В2), ..., 10 (В n). Схемы сравнения абсолютных величин 13 (СС1), 13 (СС2), ..., 13 (СС n) соответственно подключены к усилителям 11 (У1), 11 (У2), ..., 11 (У n) и выпрямителям 9 (ВЫП1), 9 (ВЫП2), ..., 9 (ВЫП n). Схемы сравнения абсолютных величин 14 (СС($n+1$)), 14 (СС($n+2$)), ..., 14 (СС($2n$)) соответственно подключены к делителям 12 (Д1), 12 (Д2), ..., 12 (Д n) и выпрямителям 9 (ВЫП1), 9 (ВЫП2), ..., 9 (ВЫП n). Выходы схем сравнения абсолютных величин 13 (СС1), 13 (СС2), ..., 13 (СС n) соответственно подключены к

элементам И 2 (И1), 2 (И2), ..., 2 (Иn). Выходы схем сравнения абсолютных величин 14 (СС(n+1)), 14 (СС(n+2)), ..., 14 (СС(2n)) соответственно подключены к элементам И 2 (И1), 2 (И2), ..., 2 (Иn). Сумматор 15 (С) входами подключен к выпрямителям 9 (ВЫП1), 9 (ВЫП2), ..., 9 (ВЫПn), а выходами - к вычитателям 10 (В1), 10 (В2), ..., 10 (Вn).

Аналогично выпрямители (на фиг.1 не показаны) второго блока определения поврежденного присоединения 7 (БОПП2) подключены к датчикам тока 1 (ДТ2), 1 (ДТ5), ..., 1 (ДТ(3n-1)) фаз В 1-го, ... n-го присоединения, а схемы сравнения - к элементам И 2 (И(n+1)), 2 (И(n+2)), ..., 2 (И(2n)). Выпрямители (на фиг.1 не показаны) третьего блока определения поврежденного присоединения 8 (БОПП3) подключены к датчикам тока 1 (ДТ3), 1 (ДТ6), ..., 1 (ДТ(3n)) фаз С 1-го, ... n-го присоединения, а схемы сравнения - к элементам И 2 (И(2n+1)), 2 (И(2n+2)), ..., 2 (И(3n)).

В качестве датчиков тока 1 (ДТ1), ..., 1 (ДТ(3n)) могут быть использованы, например, трансформаторы тока типа ТВЛМ-6, в качестве выпрямителей 9 (ВЫП1), ..., 9 (ВЫПn), например, выпрямители типа ВУК - 170/13, в качестве исполнительных органов 4 (ИО1), ..., 4 (ИОн) могут быть использованы промежуточные реле РП 16-1, в качестве блока контроля линейных напряжений - реле минимального напряжения типа РН-54, сумматор 15 (С1), вычитатели 10 (В1), ..., 10 (Вn), усилители 11 (У1), ..., 11 (Уn), делители 12 (Д1), ..., 12 (Дn), схемы сравнения абсолютных величин 13 (СС1), ..., 13 (ССn), 14 (СС(n+1)), ..., 14 (СС(2n)) и элементы И 2 (И1), ..., И 2 (И(3n-2)), ИЛИ 3 (ИЛИ 1), ..., ИЛИ 3 (ИЛИn) могут быть выполнены на микроконтроллере серии 51 производителя amtel AT89S53.

Устройство работает следующим образом.

При отсутствии коротких замыканий в режиме нагрузки устройство не может сработать, так как напряжение на шинах, к которым подключены защищаемые присоединения, не снижается до напряжения срабатывания

$$U_{CP}=0,45U_H, \quad (1)$$

где U_H - номинальное напряжение;

0,45 U_H - принято в связи с тем, что для действия устройства необходимо, чтобы электродвигатели (на фиг.1 не показаны) присоединений перешли в генераторный режим, а это, как известно, происходит, если при коротком замыкании на присоединениях остаточное напряжение на шинах $U_{OCT} \leq 0,5U_H$.

При этом нет сигнала на выходе блока контроля линейных напряжений 5 (КН) и на один из входов элементов И 2 (И1), ..., 2 (И(3n)) сигнал не поступает. Элементы И 2 (И1), ..., 2 (И(3n)) не приходят в действие, поэтому не срабатывают элементы ИЛИ 3 (ИЛИ1), ..., 3 (ИЛИn) и исполнительные органы 4 (ИО1), ..., 4 (ИОн).

При коротком замыкании между фазами А и В n-го присоединения сумма токов, например, протекающих в фазах А всех присоединений, кроме n-го, равна току в n-ом присоединении (по закону Кирхгофа). Если повреждение на первом присоединении, тогда

$$|I_1| = |I_2| + \dots + |I_n| \quad (2)$$

где $|I_1|$, $|I_2|$, ..., $|I_n|$ - токи в фазах А 1-го, 2-го, ..., n-го присоединения.

Однако в связи с тем, что необходимо учитывать погрешности датчиков тока, элементов устройства и расчетов, условие срабатывания защиты записывается не по (2), а в виде неравенства

$$k_1 \cdot (|I'_2| + \dots + |I'_n|) \leq |I'_1| \leq k_2 \cdot (|I'_2| + \dots + |I'_n|), \quad (3)$$

где k_1, k_2 - коэффициенты, учитывающие максимально возможные отрицательные и положительные погрешности, $k_1 < 1, k_2 > 1$;

$|I'_1|, |I'_2|$ и $|I'_n|$ - токи, полученные от датчиков тока 1 (ДТ1), 1 (ДТ4), ..., 1 (ДТ(3n-2)) фаз А 1-го, второго и n-го присоединений соответственно.

На выходах сумматора 15 (С) появляется напряжение, соответствующее сумме токов

$$|I'_1| + |I'_2| + \dots + |I'_n|. \quad (4)$$

Также напряжение появляется на выходе сумматора второго и третьего блоков определения поврежденного присоединения 7 (БОПП2), 8 (БОПП3) и подается на вычитатели 10 (В1), 10 (В2), ..., 10 (Вn), на другие входы которых подается напряжение от выпрямителей 9 (ВЫП1), 9 (ВЫП2), ..., 9 (ВЫПn), соответствующее току в фазах А 1-го, 2-го, ..., n-го присоединения. В результате, на усилитель 11 (У1) и делитель 12 (Д1) подается разность напряжений от вычитателя 10 (В1), и на выходе усилителя 11 (У1) появляется напряжение, соответствующее правой части неравенства (3), а на выходе делителя 12 (Д1) - левой части. Эти напряжения подаются на схемы 13 (СС1), 14 (СС (n+1)) сравнения абсолютных величин, на другие входы которых подается напряжение от выпрямителя 9 (ВЫП1), соответствующее току I_1 в первом присоединении. Если левая и правая части неравенства (3) выполняются, то на два входа элемента И 2 (И1) подаются сигналы. На оставшийся вход элемента И 2 (И1) подается сигнал с выхода блока контроля линейных напряжений 5 (КН), так как напряжение понизилось до $0,45U_H$, и элемент И 2 (И1) срабатывает, запуская (через элемент ИЛИ 3 (ИЛИ1)) исполнительный орган 4 (ИО1), который и отключает первое присоединение.

При этом исполнительный орган 4 (ИОн) не срабатывает из-за того, что не выполняется неравенство

$$k_1 \cdot (|I'_1| + |I'_2| + \dots + |I'_{n-1}|) \leq |I'_n| \leq k_2 \cdot (|I'_1| + |I'_2| + \dots + |I'_{n-1}|), \quad (5)$$

где $|I'_{n-1}|$ - ток, полученный от трансформатора тока фазы А (n-1)-го присоединения, которое является условием отключения n-го присоединения (на один из входов элемента И 2 (Иn) сигнал не поступает, так как не выполняется левая часть неравенства (5)).

Значения коэффициентов k_1 и k_2 равны, соответственно, 0,7 и 1,3, считая, что погрешности в сторону уменьшения не превышают 15%, а в сторону увеличения 10% [Клецель М.Я., Кабдуалиев Н.М., Машрапов Б.Е. Быстродействующая защита шин и отходящих присоединений напряжением 6-10 кВ. // Известия Томского политехнического университета. - 2013. - т.323. - №4. - С.175-178].

Таким образом, предложенное устройство позволяет защищать присоединения, которые не способно защищать устройство-прототип.

Формула изобретения

Устройство для защиты от коротких замыканий n присоединений, отходящих от общих шин, содержащее для каждой фазы 1-го, ..., n-го присоединения датчик тока (1) и элемент И (2) и для каждого из присоединений по элементу ИЛИ (3) и исполнительному органу (4), выходом подключенному в цепь отключения выключателя соответствующего присоединения, отличающееся тем, что датчик тока (1) выполнен в виде трансформатора

тока и установлен в рассечку каждой фазы 1-го, ..., n-го присоединения, первый, второй, ..., n-ый элементы И (2) выходами соответственно подключены к первому, второму, ..., n-ному элементам ИЛИ (3), причем n+1, n+2, 2n элементы И (2) выходами соответственно подключены к первому, второму, ..., n-ному элементам ИЛИ (3), а 2n+1, 2n+2, 3n элементы И (2) выходами соответственно подключены к первому, второму, n-ному элементам ИЛИ (3), которые соединены с соответствующими исполнительными органами (4), причем выход блока контроля линейных напряжений (5) подключен к каждому элементу И (2), а первый (6), второй (7) и третий (8) блоки определения поврежденного присоединения соответственно для группы одноименных фаз А, В и С выполнены одинаково и содержат для каждой одноименной фазы 1-го, ..., n-го присоединения выпрямитель (9), подключенный к соответствующему датчику тока (1), вычитатель (10), подключенный к выпрямителю (9), усилитель (11) и делитель (12), подключенные к вычитателю (10), при этом первая схема сравнения абсолютных величин (13) подключена к выпрямителю (9) и усилителю (11), а вторая схема сравнения абсолютных величин (14) подключена к выпрямителю (9) и делителю (12), а выходы первой (13) и второй (14) схем сравнения абсолютных величин подключены к соответствующему элементу И (2), причем общий для всех одноименных фаз сумматор (15) подключен входами к выпрямителям, а выходами к вычитателям (10) каждой одноименной фазы.

20

25

30

35

40

45