



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

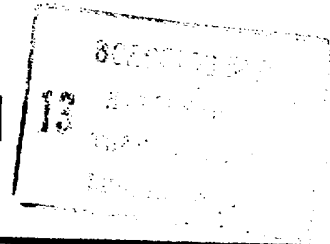
(19) SU (11) 1069054 A

3(5D) Н 02 Н 3/16; Н 02 Н 5/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3527941/24-07
(22) 30.12.82
(46) 23.01.84. Бюл. № 3
(72) Ю.Г.Сибаров, Н.Н.Сколотнев,
С.А.Хренов, Е.В.Сердобинцев
и Л.С.Лощинина
(71) Московский ордена Ленина и орде-
на Трудового Красного Знамени инсти-
тут инженеров железнодорожного транс-
порта
(53) 621.316.925(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 641580, кл. Н 02 Н 5/12, 1279.
2. Авторское свидетельство по за-
явке № 3410811/24-07, кл. Н 02 Н 3/16,
1982.
(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТНОГО ОТ-
КЛЮЧЕНИЯ В СЕТИ С ГЛУХОЗАЗЕМЛЕННОЙ
НЕЙТРАЛЬЮ, содержащее датчик тока
утечки, выход которого через сумма-
тор подсоединен к органу формирова-
ния токовременной характеристики, со-
стоящему из последовательно соединен-
ных выпрямителя, вход которого явля-
ется входом вышеупомянутого органа,
компаратора, интегратора с блоком
броса интегратора на ноль, порогово-
го блока, выход которого является
входом вышеупомянутого органа, орган
авторегулирования, состоящий из бло-

ка сравнения амплитуд, выход которо-
го через второй интегратор подклю-
чен к первому входу блока подстройки
амплитуды, блока подстройки частоты
и фазы, выход которого через третий
интегратор подсоединен к входу управ-
ляемого генератора, выход которого
подключен к второму входу блока под-
стройки амплитуды, а выход послед-
него подсоединен к вторым входам
блока сравнения амплитуд и блока под-
стройки частоты и фазы и является вы-
ходом органа авторегулирования, первые
входы блока сравнения амплитуд и
блока подстройки частоты и фазы
соединены и являются входом ор-
гана авторегулирования, отличаю-
щееся тем, что, с целью повы-
шения надежности путем обеспечения
работоспособности устройства при то-
ке утечки несинусоидальной формы,
в него введены n полосовых фильт-
ров, $(n-1)$ органов авторегулирования,
многовходовой сумматор, при этом
выход датчика тока утечки через со-
ответствующие полосовые фильтры и
органы авторегулирования подключен
к входам многовходового сумматора,
выход которого подключен к вычитаю-
щему входу сумматора.

(19) SU (11) 1069054 A

Изобретение относится к электротехнике, а именно к устройствам защитного отключения.

Известно устройство, которое отключает напряжение от контролируемого участка сети при пробое изоляции и прикосновении человека к токоведущим частям электроустановок [1].

Наиболее близким к изобретению является устройство, которое содержит датчик тока утечки, сумматор, орган формирования токовременной характеристики, состоящий из выпрямителя, компаратора, интегратора, блока сброса интегратора на ноль и порогового блока, орган авторегулирования, состоящий из управляемого генератора, блока подстройки амплитуды, блока сравнения амплитуд, блока подстройки частоты и фазы и двух интеграторов [2].

Недостаток известного устройства состоит в том, что в случае несинусоидальности тока утечки возможны ложные срабатывания устройства, так как система авторегулирования восстанавливает только гармонику сигнала датчика и на выходе сумматора появится разностный сигнал, определяемый высшими гармониками. Высшие гармоники в токе утечки появляются из-за наличия нелинейных нагрузок в зоне защиты (перемагничивание магнитопроводов, тиристорные регуляторы и т.д.)

Целью изобретения является повышение надежности путем обеспечения работоспособности устройств при токе утечки несинусоидальной формы.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для защитного отключения в сети с глухозаземленной нейтралью, содержащее датчик тока утечки, выход которого через сумматор присоединен к органу формирования токовременной характеристики, состоящему из последовательно соединенных выпрямителя, вход которого является входом вышеупомянутого органа, компаратора, первого интегратора с блоком сброса интегратора на ноль, порогового блока, выход которого является выходом вышеупомянутого органа, орган авторегулирования, состоящий из блока сравнения амплитуд, выход которого через второй интегратор подключен к первому входу блока подстройки амплитуды, блока подстройки частоты и фазы, выход которого через третий интегратор подсоединен к входу управляемого генератора, выход которого подключен к второму входу блока подстройки амплитуды, а выход последнего подсоединен к вторым входам блока сравнения амплитуд и блока подстройки частоты и фазы и явля-

ется выходом органа авторегулирования, а первые входы блока сравнения амплитуд и блока подстройки частоты и фазы соединены и являются входом органа авторегулирования, в него введены n полосовых фильтров, $(n-1)$ органов авторегулирования, многовходовой сумматор, при этом выход датчика тока утечки через соответствующие полосовые фильтры и органы авторегулирования подключен к входам многовходового сумматора, выход которого подключен к вычитающему входу сумматора.

На чертеже представлена блок-схема устройства.

Устройство содержит датчик 1 тока утечки, сумматор 2, орган 3 формирования токовременной характеристики, орган 4 авторегулирования, многовходовой сумматор 5, полосовые фильтры 6, выделяющий основную и высшие гармоники сигнала датчика тока выпрямитель 7, компаратор 8, первый интегратор 9, блок 10 сброса интегратора на ноль, пороговый блок 11, управляемый генератор 12, второй интегратор 13, блок 14 подстройки амплитуды, блок 15 подстройки частоты и фазы, блок 16 сравнения амплитуд, третий интегратор 17.

Устройство работает следующим образом.

Ток утечки в зоне защиты I_{Σ} создает сигнал на выходе датчика 1: тока утечки, в общем случае отличный от синусоидальной формы. Этот сигнал можно представить в виде

$$U_g(t) = K_g \cdot I_{\Sigma} = U_1 \cdot \sin(\omega t + \varphi_1) + U_2 \cdot \sin(2\omega t + \varphi_2) + U_3 \cdot \sin(3\omega t + \varphi_3) + \dots + U_n \cdot \sin(n\omega t + \varphi_n),$$

где K_g - коэффициент трансформации датчика.

Сигнал датчика тока утечки поступает на суммирующий вход сумматора, а также на входы полосовых фильтров 6, на выходе фильтра первой гармоники появляется сигнал $V(f_1) = V_1 \cdot \sin(\omega t + \varphi_1)$, на выходе фильтра второй гармоники $V(f_2) = V_2 \cdot \sin(2\omega t + \varphi_2)$ и т.д. (где ω - частота питающей сети).

Сигналы с выходов полосовых фильтров поступают на входы соответствующих органов 4 авторегулирования.

Рассмотрим работу органов авторегулирования на примере органа первой (основной) гармоники.

С выхода полосового фильтра 6 на напряжение первой гармоники сигнала датчика тока утечки поступает на первые входы блоков 15 и 16. На вторые входы тех же блоков поступает сигнал генератора 12, прошедший через блок 14. В случае отличия частоты и фазы сигнала генератора от сигнала датчика, который используется в качестве опорного сигнала, блок 15,

выполненный, например, по схеме дискриминатора частоты и фазы, вырабатывает сигнал перестройки, который через третий интегратор 17, в качестве которого может быть применена обычная интегрирующая цепь с достаточно большой (единицы минут) постоянной времени, подается на вход генератора 12. В качестве управляемого генератора может быть использован RC-генератор с мостом Вина, в плечи которого установлены резистивные оптроны, управляемые напряжением с входа блока 15. Генератор подстраивается таким образом, что на его выходе сигнал будет с точностью до фазы совпадать с напряжением первой гармоники сигнала датчика 1 тока утечки. Если сигнал с выхода блока 14 отличается по амплитуде от сигнала первой гармоники датчика 1, то блок 16, выполненный, например, по схеме дифференциального усилителя, на входы которого после выпрямления подаются сравниваемые сигналы, вырабатывает сигнал подстройки амплитуды, который через второй интегратор 13 поступает на управляющий вход блока 14 подстройки амплитуды, в качестве которого может быть применен управляемый делитель на оптронах.

В результате работы органа авторегулирования на выходе образуется сигнал с точностью до фазы и амплитуды, совпадающей с напряжением первой гармоники сигнала датчика, который поступает на один из входов многовходового сумматора 5.

Органы авторегулирования высших гармоник сигнала датчика работают аналогичным образом. На выходах этих органов будут сформированы напряжения, совпадающие по амплитуде, частоте и фазе с соответствующими гармониками сигнала датчика тока утечки. Количество органов 4 выбирается в зависимости от частотного состава сигнала датчика тока утечки и необходимой точности его восстановления, которая определяется чувствительностью устройства в целом. В реальных сетях существенное влияние на работу оказывает (кроме первой) третья гармоника, так как третьи гармоники токов утечки различных фаз всегда суммируются. Поэтому в большинстве случаев достаточно ограничиться двумя органами авторегулирования.

Синтезированные напряжения гармоник суммируются на многовходовом сумматоре 5, на выходе которого образуется сигнал, совпадающий с сигналом датчика тока утечки, который подается на вычитающий вход сумматора 2. Напряжение на выходе сум-

матора 2 будет равно нулю, и устройство в целом будет находиться в дежурном режиме.

При прикосновении человека к токоведущим частям в зоне защиты через его тело потечет ток J_n , который суммируется с током утечки J_{yn} , и напряжение на выходе датчика тока утечки примет вид

$$U_q^n(t) = K_q J_n + U_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + U_2 \sin(2\omega t + \varphi_2) + \dots + U_n \sin(n\omega t + \varphi_n).$$

В то же время синтезированные напряжения гармоник сигнала датчика на выходе органов 4 останутся неизменными за счет инерционности второго 13 и третьего 17 интеграторов, входящих в органы авторегулирования. Напряжение на выходе многовходового сумматора 5 (и на вычитающем входе сумматора 2) останется неизменным. На выходе сумматора 2, таким образом, появится напряжение, равное разности $[U_q(t) - U_q^n(t)]$, т.е. $U_p = K_q J_n$. Это напряжение поступает на вход органа формирования токовременной характеристики, на выходе выпрямителя которого образуется постоянное напряжение, равное амплитуде напряжения U_p . Выпрямленное напряжение U_p подается на вход компаратора 8, где сравнивается с опорным напряжением U_{on} , которое определяет уставку срабатывания устройства в целом. Если $U_p > U_{on}$, то на выходе блока 8 появится сигнал $(U_p - U_{on})$, который поступает на вход интегратора 9; на выходе которого появится напряжение, возрастающее по закону

$$U_{инт}(t) = K \int_{t_1}^t (U_p - U_{on}) dt,$$

и, поскольку U_p пропорционально току через человека, а U_{on} определяет ток уставки срабатывания J_{ycr} , можно записать

$$U_{инт}(t) = K_1 \int_{t_1}^t (J_n - J_{ycr}) dt,$$

где t_1 — момент прикосновения человека к токоведущим частям;

K_1 и K — коэффициенты пропорциональности, учитывающие чувствительность датчика и постоянную интегрирования интегратора.

Напряжение $U_{инт}(t)$ подается на вход порогового блока 11, и при превышении им напряжения срабатывания U_{cp} порогового блока вызовет срабатывание всего устройства и отключение напряжения от контролируемого участка сети.

Если же за время нарастания напряжения на выходе интегратора $U_{инт}(t)$ до величины U_{cp} произойдет самостоятельное отсоединение челове-

