



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2022/0696.1

(22) 07.11.2022

(45) 01.03.2024, бюл. №9

(72) Машрапов Бауыржан Ерболович; Клецель Марк Яковлевич; Машрапова Ризагуль Мегданиятовна; Әмірбек Динара Әмірбекқызы

(73) Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет»

(56) KZ 33003 B, 06.08.2018;

KZ 33004 B, 06.08.2018;

RU 2734107 C1, 13.10.2020;

RU 2159980 C1, 27.11.2000.

(54) СПОСОБ ЗАЩИТЫ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

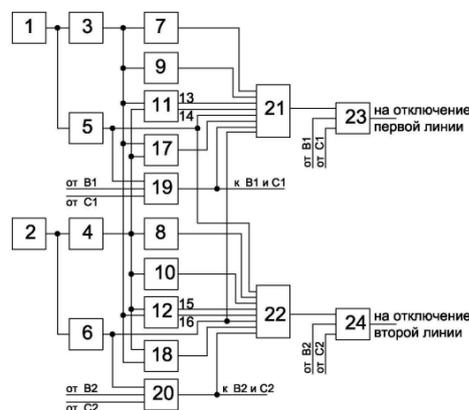
(57) Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты параллельных линий от коротких замыканий.

Технический результат – обеспечение возможности построения устройств защиты чувствительных к коротким замыканиям на защищаемых линиях.

Способ защиты параллельных линий, при котором измеряют мгновенные значения токов i_1 и i_2 в

одноименных фазах первой и второй линий при их нарастании, сравнивают эти значения с первым эталоном тока $i_{эт1}$, фиксируют очередность моментов достижения токами i_1 и i_2 значения $i_{эт1}$, измеряют время Δt между моментом, когда $i_1=i_{эт1}$, и моментом, когда $i_2=i_{эт1}$, и сравнивают Δt с эталоном времени $t_{эт1}$, отсчитывают время $t_{эт2}$ и $t_{эт3}$ после достижения мгновенными значениями токов i_1 и i_2 значения $i_{эт}$, сравнивают мгновенные значения токов i_1 и i_2 со вторым эталоном (током $i_{эт2}>i_{эт1}$), фиксируют количество фаз каждой линии, в которых токи больше или равны $i_{эт2}$, и если $\Delta t \geq t_{эт1}$, то отключают ту линию, ток в которой достиг $i_{эт1}$ первым и в течение $t_{эт2}$ достигает $i_{эт2}$, если $\Delta t < t_{эт1}$, и ток в одной линии больше или равен $i_{эт2}$, а в другой меньше $i_{эт2}$, то отключают ту линию, ток в которой больше или равен $i_{эт2}$, и если токи в одной из линий через время $t_{эт3}$ не достигли $i_{эт2}$, то отключают ту линию, токи в двух фазах которой через время $t_{эт3}$ больше или равны значения $i_{эт2}$.

Экономический эффект – способ позволяет создавать устройства защиты параллельных линий с более высокой чувствительностью и, тем самым, уменьшать ущерб от коротких замыканий.



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты двух параллельных линий от коротких замыканий.

Известен способ защиты с питающей стороны двух параллельных линий с односторонним питанием [Клецель М.Я. Принципы построения и модели дифференциальных защит электроустановок на герконах// Электротехника – 1991. – №10. – С. 47-50.], при котором измеряют мгновенные значения токов i_1 и i_2 в одноименных фазах первой и второй линии при нарастании токов, и сравнивают i_1 и i_2 с эталоном (током $i_{э1}$).

Недостатком этого способа является необходимость выполнять большое количество операций и связанные с этим трудность реализации и низкая надежность.

Наиболее близким к предлагаемому является способ защиты с питающей стороны двух параллельных линий с односторонним питанием [KZ 33003 МПК Н02Н 7/22, опубл. 06.08.2018], при котором измеряют мгновенные значения токов i_1 и i_2 в одноименных фазах первой и второй линий при их нарастании, сравнивают эти значения с первым эталоном тока $i_{э1}$, фиксируют очередность моментов достижения токами i_1 и i_2 значения $i_{э1}$, измеряют время Δt между моментом, когда $i_1=i_{э1}$, и моментом, когда $i_2=i_{э1}$, и сравнивают Δt с эталоном времени $t_{э1}$.

Недостатком этого способа является недостаточная надежность, так как при протекании по линиям тока меньшего тока при КЗ на шинах приемной подстанции ограниченная чувствительность защиты к коротким замыканиям на линиях.

Технический результат – повышение чувствительности защиты, за счет уменьшения зоны каскадного действия

Технический результат достигается тем, что в способе защиты с питающей стороны двух параллельных линий с односторонним питанием, при котором измеряют мгновенные значения токов i_1 и i_2 в одноименных фазах первой и второй линий при их нарастании, сравнивают эти значения с первым эталоном тока $i_{э1}$, фиксируют очередность моментов достижения токами i_1 и i_2 значения $i_{э1}$, измеряют время Δt между моментом, когда $i_1=i_{э1}$, и моментом, когда $i_2=i_{э1}$, и сравнивают Δt с эталоном времени $t_{э1}$, дополнительно отсчитывают время $t_{э2}$ и $t_{э3}$ после достижения мгновенными значениями токов i_1 и i_2 значения $i_{э1}$, сравнивают мгновенные значения токов i_1 и i_2 со вторым эталоном тока $i_{э2}$ ($i_{э2}>i_{э1}$), фиксируют количество фаз каждой линии, в которых токи больше или равны $i_{э2}$, и если $\Delta t \geq t_{э1}$, то отключают ту линию, ток в которой достиг $i_{э1}$ первым и в течение $t_{э2}$ достигает $i_{э2}$, если $\Delta t < t_{э1}$, и ток в одной линии больше или равен $i_{э2}$, а в другой меньше $i_{э2}$, то отключают ту линию, ток в которой больше или равен $i_{э2}$, и если токи в одной из линий через время $t_{э3}$ не достигли $i_{э2}$, то отключают ту линию, токи в двух фазах которой через время $t_{э3}$ больше или равны значения $i_{э2}$.

Способ может быть реализован с помощью устройства, представленного на фигуре 1.

Устройство содержит датчики тока 1, 2, блоки 3 и 4 сравнения мгновенных значений тока с первым эталоном тока $i_{э1}$, подключенные к датчикам тока 1 и 2, блоки 5 и 6 сравнения мгновенных значений тока со вторым эталоном тока $i_{э2}$, подключенные к датчикам тока 1 и 2, блоки 7 и 8 отсчета времени $t_{э2}$, подключенные к блокам 3 и 4, блоки 9 и 10 отсчета времени $t_{э3}$, подключенные к блокам 3 и 4, блок 11 фиксации очередности достижения токами i_1 и i_2 значения $i_{э1}$ с выходами 13, 14, подключенный к блокам 3 и 4, блок 12 фиксации очередности достижения токами i_1 и i_2 значения $i_{э1}$ с выходами 15, 16, подключенный к блокам 3 и 4, блоки 17, 18 измерения времени Δt и сравнения его с эталоном времени $t_{э1}$, подключенные к блокам 3 и 4, блоки 19 и 20 фиксации количества фаз первой и второй линий, в которых токи больше или равны $i_{э2}$, подключенные к блокам 5 и 6, блоки 21 и 22 логики, подключенные к блокам 7, 9, 11, 17, 19 и 8, 10, 12, 18, 20, элементы ИЛИ 23, 24, подключенные к блокам 21, 22. Сигналы на выходах 13 и 15 блоков 11 и 12 появляются, если первым достиг значения $i_{э1}$ ток i_1 (сработал блок 3), а на выходах 14 и 16 – если i_2 (сработал блок 4).

Устройство работает следующим образом. В режиме нагрузки от датчиков тока 1 и 2 поступают сигналы на входы блоков 3, 5 и 4, 6. При достижении токами i_1 и i_2 значения $i_{э1}$ блоки 3, 4 выдают сигналы на входы блоков 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18. При этом токи i_1 , i_2 достигают значения $i_{э1}$ разновременно из-за наличия различных погрешностей. Поэтому, например, если первым достиг значения $i_{э1}$ ток i_1 , то блок 3 выдает сигналы на входы блоков 7, 9, 11, 12, 17, 18 раньше, чем блок 4. В результате блок 17 начинает измерять время Δt , блок 18 блокируется, и на выходах 13 и 15, соответственно, блоков 11 и 12 появляются сигналы, которые поступают на входы блоков логики 21, 22. Блоки 7 и 9 начинают измерять время $t_{э2}$ и $t_{э3}$. При достижении током i_2 значения $i_{э1}$ блок 4 выдает сигнал на входы блоков 8, 10, 11, 12, 17, 18. Блок 17 прекращает измерять время t_1 и сравнивает его с $t_{э1}$. Так как $\Delta t < t_{э1}$, то блок 17 сигнала не выдает. Не выдают сигналов и блоки 5, 6 и 19, 20, так как мгновенные значения токов i_1 , i_2 в течение времени $t_{э2}$ и после измерения времени $t_{э3}$ не достигли значения $i_{э2}$. В результате на выходе блока логики 21 сигнала нет. Защита не срабатывает. При отключении по каким-либо причинам одной из линий с противоположной стороны в режиме нагрузки защита не срабатывает ложно, так как ток оставшейся линии не достигает значения $i_{э2}$.

При трехфазном КЗ на одной из линий, например на первой, токи в ее фазах превосходят токи в одноименных фазах второй линии. Поэтому ток i_1 достигает значения $i_{э1}$ первым. Блоки 7, 9 и 17 начинают измерять время $t_{э2}$, $t_{э3}$ и $t_{э1}$, и на выходах блоков 11, 12 появляются сигналы. После достижения током i_2 значения $i_{э1}$ блок 17 выдает сигнал на вход блока логики 21, так как $\Delta t \geq t_{э1}$. Поскольку ток КЗ больше $i_{э2}$, то в течение времени

$t_{эт2}$ ток i_1 достигает значения $i_{эт2}$, и блок 5 выдает сигнал на входы блоков 19 и 21. На другие входы блока 19 поступают сигналы от соответствующих блоков для фаз В1 и С1 первой линии. Так как на входах блока логики 21 присутствуют сигналы с выхода 13 блока 11 и от блоков 5 и 17, то блок логики 21 срабатывает и подает сигнал на вход элемента ИЛИ 23, который выдает сигнал на отключение первой линии.

При трехфазном КЗ в зоне каскадного действия, например на второй линии, разница в величинах токов i_1 и i_2 незначительна. Поэтому $\Delta t < t_{эт1}$ и защита не срабатывает. После отключения выключателя второй линии с приемной стороны ток i_1 уменьшается до тока нагрузки и начинает опережать i_2 . Поэтому, если $i_1 > i_{эт1}$, то первым достигнет значения $i_{эт1}$ ток i_1 , а не i_2 . В результате на выходах 13 и 15 блоков 11 и 12, на выходе блока 17, и будет отсутствовать на выходе блока 18. При этом $i_1 < i_{эт2}$, а $i_2 > i_{эт2}$. Поэтому на выходе блока 5 сигнала нет, а блок 6 выдает сигнал. Так как на блок 22 поступили сигналы от блоков 12 и 6, и не поступили от блоков 18 и 5, то он выдает сигнал на исполнительный орган 24. Защита срабатывает.

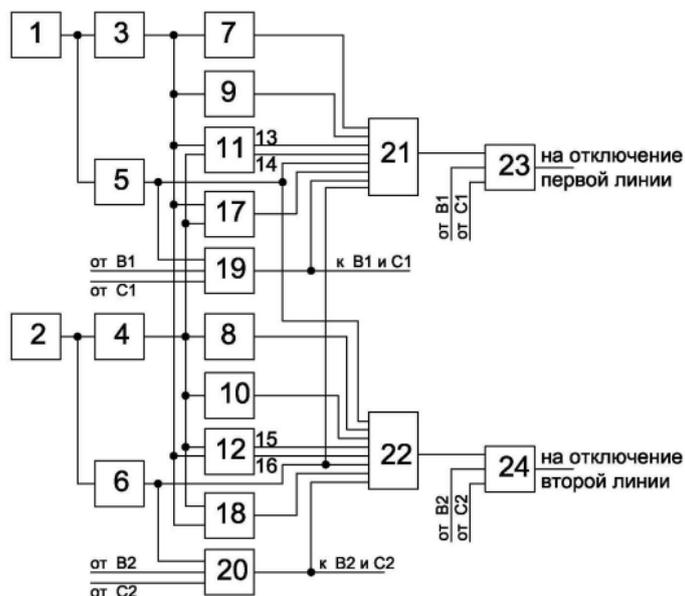
Аналогично рассматривается поведение защиты в других режимах. Отметим, что оперативный ток в защиту подается, только если выключатели с питающей стороны обеих линий включены.

Экономический эффект – способ позволяет создавать устройства защиты параллельных линий с более высокой чувствительностью и, тем самым, уменьшать ущерб от коротких замыканий.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP13268753).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ защиты параллельных линий, при котором измеряют мгновенные значения токов i_1 и i_2 в одноименных фазах первой и второй линий при их нарастании, сравнивают эти значения с первым эталоном тока $i_{эт1}$, фиксируют очередность моментов достижения токами i_1 и i_2 значения $i_{эт1}$, измеряют время Δt между моментом, когда $i_1 = i_{эт1}$, и моментом, когда $i_2 = i_{эт1}$, и сравнивают Δt с эталоном времени $t_{эт1}$, отличающийся тем, что отсчитывают время $t_{эт2}$ и $t_{эт3}$ после достижения мгновенными значениями токов i_1 и i_2 значения $i_{эт}$, сравнивают мгновенные значения токов i_1 и i_2 со вторым эталоном (током $i_{эт2} > i_{эт1}$), фиксируют количество фаз каждой линии, в которых токи больше или равны $i_{эт2}$, и если $\Delta t \geq t_{эт1}$, то отключают ту линию, ток в которой достиг $i_{эт1}$ первым и в течение $t_{эт2}$ достигает $i_{эт2}$, если $\Delta t < t_{эт1}$, и ток в одной линии больше или равен $i_{эт2}$, а в другой меньше $i_{эт2}$, то отключают ту линию, ток в которой больше или равен $i_{эт2}$, и если токи в одной из линий через время $t_{эт3}$ не достигли $i_{эт2}$, то отключают ту линию, токи в двух фазах которой через время $t_{эт3}$ больше или равны значения $i_{эт2}$.



Фиг. 1