



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ

(21) 2018/0843.1

(22) 18.11.2018

(45) 22.05.2020, бюл. №20

(76) Машрапов Бауыржан Ерболович

(56) Q.P. Wang , X.Z. Dong , Z.Q. Bo , B. Caunce , D. Tholomier, A. Apostolov Protection scheme of cross differential relay for double transmission lines, Published in IEEE Power Engineering Meeting, 2005

KZ 33004 B, 06.08.2018

RU 2631679 C1, 26.09.2017

KZ 33003 B, 06.08.2018

WO 2011072732 A1, 23.06.2011

(54) СПОСОБ ЗАЩИТЫ 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 – повышение надежности защиты параллельных линий.

Способ защиты параллельных линий, при котором измеряют токи в одноименных фазах линий, определяют их абсолютные значения $|I_1|$ и $|I_2|$, вычисляют разность $(|I_1| - |I_2|)$, вычисляют сумму $(|I_1| + |I_2|)$, затем определяют вектора токов I_1 и I_2 в одноименных фазах первой и второй линий и вычисляют вектор тока $I_{11} = (I_1 - I_2)$,определяют модуль разности $(|I_1| - |I_2|)$,вычисляют отношение модуля разности к сумме $(|I_1| + |I_2|)$, вычисляют вектор тока $I_{22} = (I_2 - I_1)$, измеряют угол φ_1 между I_1 и I_2 , измеряют угол φ_2 между I_2 и I_{22} измеряют действующие значения токов I_1 и I_2 в одноименных фазах первой и второй линий и сравнивают их с заданной величиной тока, и, если I_2 превышает заданную величину тока, угол φ_2 больше угла φ_1 , и отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$ больше заданнойвеличины, то подают сигнал на отключение первой линии, если I_1 превышает заданную величину тока, угол φ_1 больше угла φ_2 , а также отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$ больше заданной величины, то подают сигнал на отключение второй линии.

Экономический эффект – уменьшение финансовых потерь от недоотпуска электроэнергии и затрат на ремонт параллельных линий электропередач за счет своевременного отключения поврежденной линии путем повышения надежности работы защиты.

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

Известен способ защиты параллельных линий [Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения – М.: Высш. Шк., 2008. – 639 с.: ил.], при котором измеряют разность токов одноименных фаз линий и сравнивают ее с эталоном, измеряют угол между результирующим током и напряжением на шинах, от которых питаются линии, определяют в каком из двух диапазонов углов он находится, и, если он находится в первом диапазоне и разность токов больше заданной величины, то отключают первую линию, если угол между результирующим током и указанным напряжением попадает во второй диапазон и разность токов больше заданной величины, отключают вторую линию.

Известен способ защиты параллельных линий [Q.P. Wang, X.Z. Dong, Z.Q. Bo, B.R.J. Caunce, D. Tholomier, A. Apostolov. Protection Scheme of Cross Differential Relay for Double Transmission Lines. // IEEE Power Engineering Society General Meeting – 2005. – Vol. 3. – pp 2697 – 2701.], при котором измеряют напряжение обратной последовательности и сравнивают его с заданной величиной напряжения, измеряют три линейных напряжения и сравнивают их с другой заданной величиной напряжения, если указанные напряжения больше заданных величин напряжений то разрешают работу защиты, измеряют токи в одноименных фазах первой и второй линий, определяют их абсолютные значения $|I_1|$ и $|I_2|$, вычисляют разности $(|I_1| - |I_2|)$ и $(|I_2| - |I_1|)$, вычисляют сумму $(|I_1| + |I_2|)$, вычисляют отношения $(|I_1| - |I_2|) / (|I_1| + |I_2|)$ и $(|I_2| - |I_1|) / (|I_1| + |I_2|)$

сравнивают с заданной величиной, затем определяют вектора токов I_{11} и I_{12} в одноименных фазах первой и второй линий и вычисляют вектор тока $I_{11} = (I_1 - I_2)$, и вектор тока $I_{12} = (I_1 + I_2)$, находят отношение модулей этих векторов токов и сравнивают с заданной величиной, измеряют угол между вектором I_{11} и линейным напряжением между неповрежденными фазами, сравнивают данный угол с заданным значением угла, если этот угол больше заданной величины угла, отношение модуля вектора I_{11} к модулю вектора I_{12} больше заданной величины, отношение $(|I_1| - |I_2|) / (|I_1| + |I_2|)$ больше заданной величины, то отключают первую линию, если угол больше заданной величины угла, отношение модуля

вектора I_{11} к модулю вектора I_{12} больше заданной величины, отношение $(|I_2| - |I_1|) / (|I_1| + |I_2|)$

больше заданной величины, то отключают вторую линию.

Недостатком данных способов является то, что они основаны на измерении напряжения, что влечет за собой ненадежность устройств, реализующих их.

Технический результат – повышение надежности защиты параллельных линий.

Технический результат достигается тем, что в способе защиты параллельных линий, при котором измеряют токи в одноименных фазах линий, определяют их абсолютные значения $|I_1|$ и $|I_2|$, вычисляют разность $(|I_1| - |I_2|)$, вычисляют сумму $(|I_1| + |I_2|)$, затем определяют вектора токов I_{11} и I_{12}

в одноименных фазах первой и второй линий и вычисляют вектор тока $I_{11} = (I_1 - I_2)$,

дополнительно определяют модуль разности, $(|I_1| - |I_2|)$ вычисляют отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$, вычисляют вектор

тока $I_{22} = (I_2 - I_1)$, измеряют угол φ_1 между I_{11} и

I_{11} , измеряют угол φ_2 между I_{12} и I_{22} , измеряют действующие значения токов I_1 и I_2 в одноименных фазах первой и второй линий и сравнивают их с заданной величиной тока, и, если I_2 превышает заданную величину тока, угол φ_2 больше угла φ_1 , и отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$ больше заданной величины, то подают

сигнал на отключение первой линии, если I_1 превышает заданную величину тока, угол φ_1 больше угла φ_2 , а также отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$ больше заданной величины, то подают сигнал на отключение второй линии.

На фиг.1 представлено устройство, реализующее способ защиты параллельных линий.

Способ защиты параллельных линий может быть реализован с помощью устройства, которое содержит блоки измерительных преобразователей тока 1, 2, которые входами подключены к одноименным фазам первой и второй линий, к выходам блоков измерительных преобразователей тока 1, 2 соответственно подключены блоки измерения действующего значения тока 3, 4, блоки измерения абсолютного значения тока 5, 6 и блоки измерения вектора тока 7, 8, схемы сравнения с заданной величиной тока 9, 10 входами подключены к блокам измерения действующего значения тока 3,

4, а выходами к элементам И 11, 12, сумматор 13 подключен к блокам измерения абсолютного значения тока 5, 6, а выходом к делителю 14, вычитатель 15 подключен к блокам измерения абсолютного значения тока 5, 6, а выходом к делителю 14, схема сравнения с заданной величиной 16 подключена к делителю 14, а выходом – к элементам И 11, 12, вычитатели 17, 18 подключены к блокам измерения вектора тока 7, 8, а выходом к одному из входов блоков измерения угла между векторами тока 19, 20, другой вход которых подключен соответственно к блокам измерения вектора тока 7, 8, схемы сравнения 21, 22 подключены к блокам измерения угла между векторами тока 19, 20, а выходами соответственно – к элементам И 11, 12, выходы элементов И 11, 12 подключены в цепи отключения выключателей соответственно первой и второй линий.

Рассмотрим работу защиты для двух параллельных линий электропередач напряжением 35 кВ с током холостого хода 5 А при трехфазном коротком замыкании на первой линии. Предварительно определяем заданные величины. Найдем заданную величину тока I_3 , с которой выполняется сравнение действующих значений измеренных токов в фазах обеих линий. Считая, что датчики тока уменьшают ток холостого хода, а устройство увеличивает, получим.

$$I_3 = 1,05 \cdot 5 = 5,25 \text{ А}$$

При этом в схемах сравнения с заданной величиной тока 9, 10 устанавливаем величину тока I_3 с учетом коэффициента преобразования блоков измерительных преобразователей тока 1,2 - I'_3 . Примем указанный коэффициент преобразования равным 100, тогда.

$$I'_3 = I_3 / 100 = 0,0525 \text{ А}$$

Определим заданную величину k , с которой выполняется сравнение отношения модуля разности между абсолютными значениями токов в одноименных фазах первой и второй линий к их сумме. Оно должно быть таким, чтобы защита не срабатывала излишне, когда короткие замыкания на линиях отсутствуют, а отношение модуля разности между абсолютными значениями токов в одноименных фазах первой и второй линий к их сумме максимально. Это имеет место при трехфазных коротких замыканиях на шинах противоположной подстанции, когда погрешности ε_1 блоков измерительных преобразователей тока и ε_2 устройства достигают максимальных значений. В соответствии с существующими допущениями, принимаем ε_1 равной 0,1, ε_2 равной 0,05. Тогда

$$k = \frac{\left| I_k^\phi \right| \cdot (1 - \varepsilon_1) - \left| I_k^\phi \right|}{\left| I_k^\phi \right| \cdot (1 - \varepsilon_1) + \left| I_k^\phi \right|} \cdot (1 + \varepsilon_2) \cdot 1,1 = 0,06$$

где I_k^ϕ - ток в одноименных фазах первой и второй линий при трехфазном коротком замыкании на шинах противоположной подстанции.

Это значение заданной величины k и устанавливают в схеме сравнения с заданной величиной 16.

При возникновении трехфазного короткого замыкания на первой линии, например, на расстоянии от шин противоположной подстанции равном 0,25 длины линии, токи в одноименных фазах обеих линий совпадают по фазе, но ток в первой линии больше тока во второй. При этом на выходе измерительных преобразователей появляются сигналы, пропорциональные токам в фазах линий, и поступают на входы блоков измерения действующего значения тока 3, 4, блоков измерения абсолютного значения тока 5, 6 и блоков измерения вектора тока 7, 8, на выходах которых соответственно появляются сигналы, пропорциональные действующим значениям токов в первой и второй линий I_1 равный 25 А, I_2 равный 15 А; абсолютным значениям этих токов $\left| I_1 \right|$ равный 35,35 А, $\left| I_2 \right|$ равный 21,21 А; векторным значениям этих токов \underline{I}_1 равный $35,35e^{j65}$ А, \underline{I}_2 равный $21,21e^{j65}$ А. Указанные значения токов поступают соответственно на входы схем сравнения с заданной величиной тока 9, 10; сумматора 13 и вычитателя 15; вычитателей 17, 18 и блоков измерения угла между векторами тока 19, 20. При этом схемы сравнения с заданной величиной тока 9, 10 выдают сигналы на входы элементов И 11, 12, так как I_1 равный 25 А и I_2 равный 15 А больше заданной величины тока $I'_3 = 0,0525 \text{ А}$. На выходах сумматора 13 и вычитателя 15 появляются, соответственно, сумма абсолютных значений токов $\left| I_1 \right|$ и $\left| I_2 \right|$ равная 56,56 А, и модуль разности абсолютных значений токов $\left| I_1 \right|$ и $\left| I_2 \right|$ равный 14,14 А, которые поступают на делитель 14. На выходе делителя получают величину, равную отношению модуля разности абсолютных значений токов в фазах линий к их сумме – 0,25. Так как это число больше заданной величины k равной 0,06, то схема сравнения с заданной величиной 16 выдает сигнал на входы элементов И 11, 12. На выходах вычитателей 17 и 18 появляются вектора токов, равные, соответственно, $14,14e^{j65}$ А ($\underline{I}_1 - \underline{I}_2 = 14,14e^{j65}$ А) и $14,14e^{-j245}$ А ($\underline{I}_2 - \underline{I}_1 = 14,14e^{-j245}$ А). В блоках измерения угла между векторами токов 19, 20 измеряются, соответственно, угол φ_1 между вектором тока в фазе первой линии \underline{I}_1 равным $35,35e^{j65}$ А и вектором тока равным $14,14e^{j65}$ А и угол φ_2 между вектором тока в фазе второй линии \underline{I}_2 равным $21,21e^{j65}$ А и вектором тока равным $14,14e^{-j245}$ А. В результате измерений получим φ_1 равен 0° , φ_2 равен 180° . Так как φ_2 больше φ_1 , то схема сравнения 21 выдает сигнал на вход элемента И 11, а схема сравнения 22 сигнала на вход элемента И 12

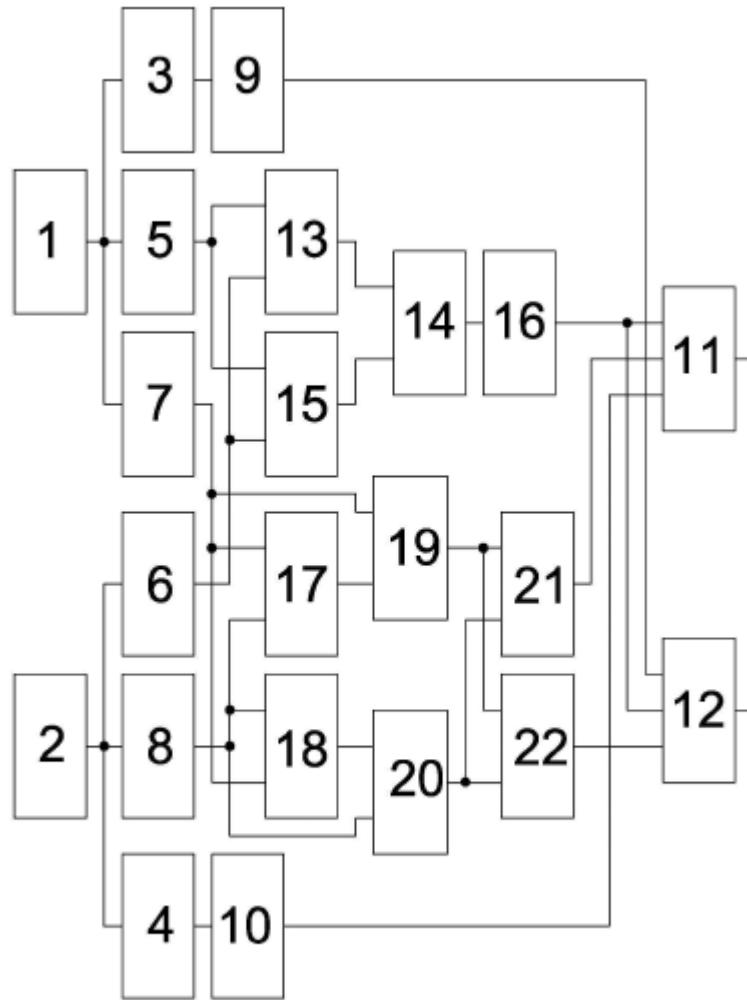
не выдает, так как не выполнилось условие φ_1 больше φ_2 . В результате элемент И 11 подает сигнал на отключение первой линии.

Экономический эффект – уменьшение финансовых потерь от недоотпуска электроэнергии и затрат на ремонт параллельных линий электропередач за счет своевременного отключения поврежденной линии путем повышения надежности работы защиты.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ защиты параллельных линий, при котором измеряют токи в одноименных фазах линий, определяют их абсолютные значения $|I_1|$ и $|I_2|$, вычисляют разность $(|I_1| - |I_2|)$, вычисляют сумму $(|I_1| + |I_2|)$, затем определяют вектора токов I_1 и I_2 в одноименных фазах первой и второй линий и вычисляют вектор тока $I_{11} = (I_1 - I_2)$, отличающийся тем, что определяют модуль

разности $(|I_1| - |I_2|)$, вычисляют отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$, вычисляют вектор тока $I_{22} = (I_2 - I_1)$, измеряют угол φ_1 между I_1 и I_{11} , измеряют угол φ_2 между I_2 и I_{22} , измеряют действующие значения токов I_1 и I_2 в одноименных фазах первой и второй линий и сравнивают их с заданной величиной тока, и, если I_2 превышает заданную величину тока, угол φ_2 больше угла φ_1 , и отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$ больше заданной величины, то подают сигнал на отключение первой линии, если I_1 превышает заданную величину тока, угол φ_1 больше угла φ_2 , а также отношение модуля разности $(|I_1| - |I_2|)$ к сумме $(|I_1| + |I_2|)$ больше заданной величины, то подают сигнал на отключение второй линии.



Фигура