

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **24625**

(13) **С1**

(45) **2025.06.20**

(51) МПК

H 02J 9/06 (2006.01)

H 02H 7/26 (2006.01)

(54) **СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВА
В СЕКЦИОНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ
С НЕСКОЛЬКИМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20230032

(22) 2023.01.27

(43) 2024.09.05

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Калентиюнок Евгений Васильевич; Гецман Екатерина Михайловна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 851642, 1981.

ВУ 7415 U, 2011.

ВУ 14788 С1, 2011.

ВУ 11995 U, 2019.

ВУ 21880 С1, 2018.

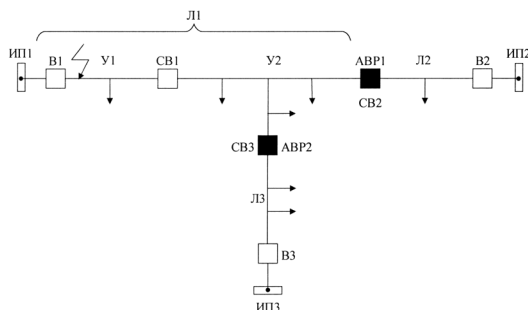
RU 2767501 С1, 2022.

SU 1192032 А, 1985.

DE 102014222598 А1, 2016.

(57)

Способ автоматического включения резерва в секционированной электрической сети с несколькими источниками питания, при котором измеряют напряжение на обеих секциях автоматического секционирующего выключателя и при снижении уровня напряжения на одной из секций упомянутого выключателя ниже допустимого значения и наличии уровня напряжения на другой секции выше допустимого значения формируют и подают управляющий сигнал на однократное включение секционирующего выключателя с выдержкой времени, обратно пропорциональной уровню напряжения на секции шин резервного источника питания, значение которого выше допустимого.



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике и может быть использовано в устройствах автоматики, релейной защиты и телемеханики.

ВУ 24625 С1 2025.06.20

Известен способ автоматического включения резервного питания потребителей путем измерения напряжения основного и резервного источников питания, угла между векторами напряжений основного и резервного источников, а также направления активной мощности основного источника питания и при одновременном превышении угла между указанными векторами больше заданного и направлении активной мощности от шин потребителя к основному источнику производят переключение потребителя на резервный источник [1].

Достоинством данного способа является повышение скорости переключения при наличии синхронных двигателей и надежности функционирования за счет обнаружения потери питания при ложных отключениях или трехфазных коротких замыканиях в цепях питания.

Недостатком данного способа является невозможность его применения для линий электропередачи с секционирующими устройствами, так как перетоки активной мощности по ним отсутствуют.

Наиболее близким по технической сущности к предполагаемому изобретению является способ для автоматического включения резерва (АВР) для секционированных линий путем измерения напряжения по обе стороны секционирующего выключателя: при исчезновении напряжения на любой из сторон секционированного выключателя с выдержкой времени производят однократное включение выключателя [2].

Недостатками данного способа являются недостаточное быстродействие, поскольку пуск осуществляется только при исчезновении напряжения на любой из сторон секционированного выключателя, и невозможность использования в электрических сетях с двумя и более источниками питания из-за необеспечения селективного срабатывания устройств автоматического включения резерва.

Задачей технического решения является повышение быстродействия и обеспечение оптимального срабатывания одного из устройств АВР в распределительных сетях с несколькими источниками питания.

Сущность предлагаемого способа автоматического включения резерва в секционированной электрической сети с несколькими источниками питания, при котором измеряют напряжения на обеих секциях автоматического секционирующего выключателя и при снижении уровня напряжения на одной из секций упомянутого выключателя ниже допустимого значения и наличии уровня напряжения на другой секции выше допустимого значения формируют и подают управляющий сигнал на однократное включение секционирующего выключателя с выдержкой времени, обратно пропорциональной уровню напряжения на секции шин резервного источника питания, значение которого выше допустимого.

Сущность изобретения поясняется фигурами, где на фиг. 1 представлена упрощенная схема секционированной распределительной электрической сети с двумя устройствами АВР, на фиг. 2 - функциональная схема устройства АВР для реализации предлагаемого способа автоматического включения резерва в секционированных электрических сетях с несколькими источниками питания, на фиг. 3 - графические зависимости изменения напряжений на секциях секционирующего выключателя в аварийном режиме линии электропередачи, на фиг. 4 - зависимость выдержки времени срабатывания АВР от уровня напряжения на резервном источнике.

Упрощенная схема распределительной электрической сети (фиг. 1) имеет три секционирующих выключателя (СВ1, СВ2 и СВ3), три линии электропередачи (Л1, Л2, Л3), причем линия Л1 состоит из двух секционированных участков (У1, У2), два устройства АВР (АВР1 и АВР2), три источника питания (ИП1, ИП2 и ИП3), подключаемых к линиям электропередачи соответствующими выключателями (В1, В2 и В3).

Устройство АВР (фиг. 2) содержит секционный выключатель СВ, подключенный к секции шин I линии 1 и секции шин II линии 2, трансформаторы ТН1 и ТН2 напряжения,

ВУ 24625 С1 2025.06.20

датчики 1, 2 напряжения, блоки 3, 4 сравнения, логический элемент 5 "ИЛИ", блок 6 выдержки времени, логические блоки 7, 8, блок 9 включения СВ, блок 10 отключения СВ, блок 11 релейной защиты, блок 12 системы 13 управления электрическими сетями верхнего уровня.

Первичные обмотки трансформаторов ТН1 и ТН2 напряжения присоединены к соответствующим секциям шин I и II линий 1 и 2. Вторичные обмотки трансформаторов ТН1 и ТН2 напряжений присоединены ко входам датчиков 1, 2 напряжений, выходы которых соединены со входами блоков 3, 4 сравнения и логического блока 7. Выходы блоков 3, 4 сравнения подключены ко входам логического элемента 5 "ИЛИ", выход которого соединен с первым входом блока 6 выдержки времени, второй вход которого соединен с выходом логического блока 7. Входы логического блока 8 соединены с выходами блока 6 выдержки времени, блока 11 релейной защиты и блока 12 системы 13 управления, второй выход которого присоединен к одному из входов блока 10 отключения СВ, второй вход которого соединен с блоком 11 релейной защиты. Выход логического блока 8 присоединен ко входу блока 9 включения СВ.

Функционирование устройства для реализации предлагаемого способа автоматического включения резерва рассмотрим применительно к секционированной распределительной электрической сети с двумя устройствами АВР, приведенной на фиг. 1. В нормальном режиме секционные выключатели СВ1 и СВ2 отключены, на обеих их секциях шин имеются напряжения, значения которых находятся в допустимых пределах ($U_{\min} : U_{\max}$), т. е. $U'_{\max} > U_{\text{доп}} > U'_{\min}$ и $U''_{\max} > U'' > U''_{\min}$. Поэтому сигналы с блоков 3 и 4 отсутствуют, соответственно, отсутствует сигнал с логического элемента 5 "ИЛИ", и устройства АВР1 и АВР2 не запускаются и находятся в ждущем режиме.

При аварийном, например, отключении выключателей В1 и СВ1 участка У1 линии Л1 на секциях шин секционных выключателей СВ2 и СВ3 со стороны линии Л1 напряжение U' начинает уменьшаться, становится ниже допустимого значения $U_{\text{доп}}$ (фиг. 3). Поэтому на выходе блоков 3 устройств АВР1 и АВР2 появляются сигналы, которые через логический элемент 5 "ИЛИ" запускают работу блоков 6 выдержки времени. Значение выдержки времени зависит от уровня напряжения U'' на секции шин резервного источника, подаваемого в блоки 6 выдержки времени от логических блоков 7. Поскольку $U1''$ больше $U2''$ (фиг. 4), то устройство АВР1 с выдержкой времени $t1$ сработает и включит секционный выключатель СВ2. Поскольку выдержка времени в устройстве АВР2 больше ($t2 > t1$), то срабатывание АВР2 не произойдет, и при восстановлении напряжения U' на секции шин I секционного выключателя сигнал с блока 3 сравнения исчезнет, и устройство АВР2 вернется в исходное состояние, соответствующее нормальному (послеаварийному) режиму функционирования распределительной электрической сети.

При включении секционного выключателя СВ2 устройством АВР1 на неустранившееся повреждение на линии Л1, например, из-за неотключения СВ1, блок 11 релейной защиты подает сигнал на блок 10 отключения СВ2. В этом случае сигнал с блока 11 релейной защиты поступает на логические блоки 8 всех устройств АВР распределительной электрической сети с несколькими источниками питания. В рассматриваемой электрической сети логический блок 8 АВР1 вводит запрет на повторное включение секционного выключателя СВ2, тем самым обеспечивает требование однократности срабатывания АВР, а логический блок 8 АВР2 исключает первичное включение секционного выключателя СВ3 блоком 9 его отключения.

При ликвидации повреждения на линии Л1 и восстановлении по сети нормального режима электроснабжения потребителей блок 12 системы 13 управления электрическими сетями верхнего уровня подает сигнал на блок 10 АВР1 для отключения СВ2 или подает сигналы на логические блоки 8 АВР1 и АВР2 для снятия запрета на их срабатывания.

Таким образом, предлагаемый способ автоматического ввода резерва позволяет повысить быстродействие и обеспечить оптимальный приоритет и селективность срабатывания

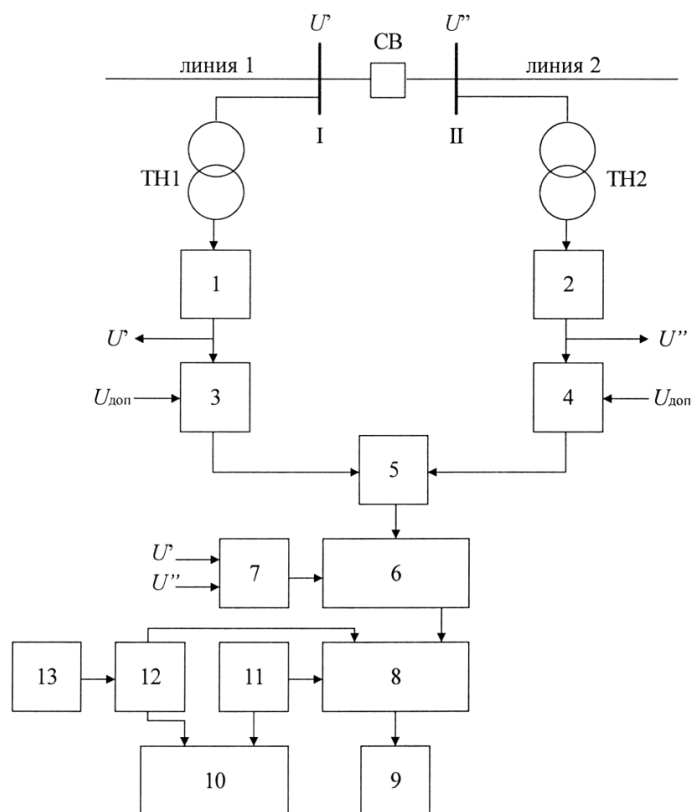
ВУ 24625 С1 2025.06.20

устройств АВР в автоматических секционированных распределительных электрических сетях с несколькими (более двух) источниками питания.

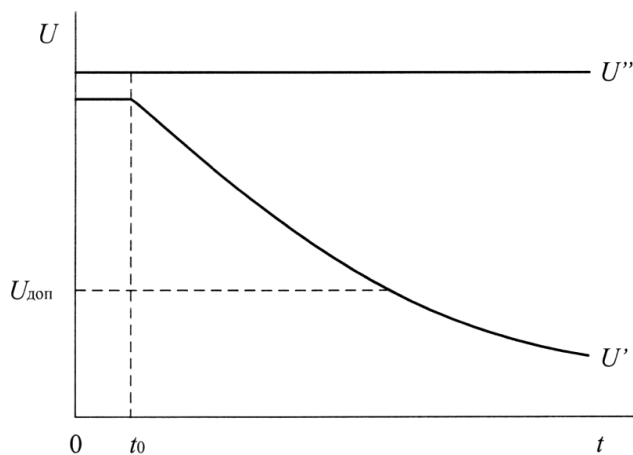
Устройство, реализующее данный способ, может быть изготовлено на базе типового электротехнического оборудования и микропроцессорной техники.

Источники информации:

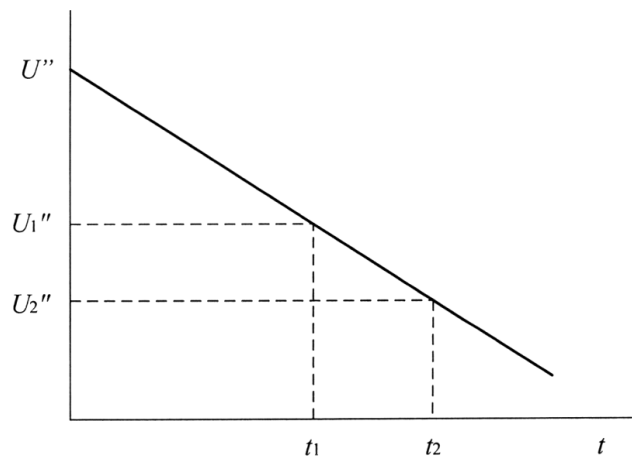
1. SU 493858, 1975.
2. SU 851642, 1981.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4