

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2012/128660 A1

(43) Дата международной публикации
27 сентября 2012 (27.09.2012)

WIPO | PCT

- (51) Международная патентная классификация:
H02J 3/06 (2006.01) *H02J 3/24* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: PCT/RU2011/000551
- (22) Дата международной подачи:
26 июля 2011 (26.07.2011)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2011110544 21 марта 2011 (21.03.2011) RU
2011110545 21 марта 2011 (21.03.2011) RU
2011111140 24 марта 2011 (24.03.2011) RU
- (71) Заявители (для всех указанных государств, кроме US):
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ" (ОАО "ФСК ЕЭС") («FEDERAL GRID COMPANY UNIFIED ENERGY SYSTEMS», JOINT-STOCK COMPANY («FGC UES», JSC)) [RU/RU]; ул. Академика Челомея, 5А, Москва, 117630, Moscow (RU).
УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РАН (ОИВТ РАН) (INSTITUTION

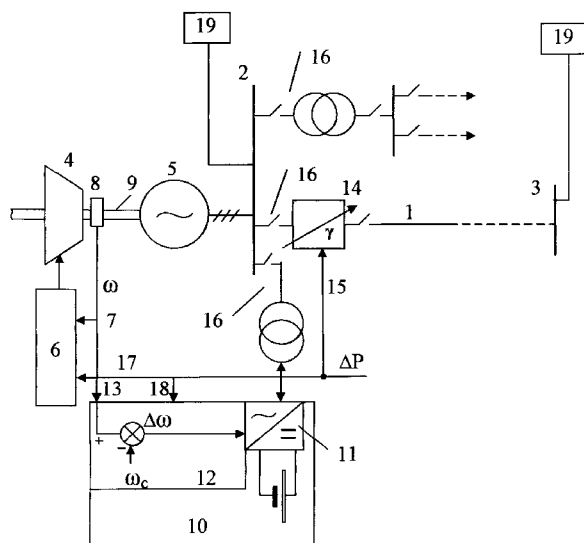
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES JOINT INSTITUTE FOR HIGH TEMPERATURES RAS (JIHT RAS)) [RU/RU]; ул. Ижорская, 13/2, Москва, 125412, Moscow (RU).
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ" (ОАО "НТЦ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ") (JOINT STOCK COMPANY «RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER FOR POWER ENGINEERING» (JSC «R&D CENTER FOR POWER ENGINEERING»)) [RU/RU]; Каширское шоссе, 22/3, Москва, 115201, Moscow (RU).

- (72) Изобретатели; и
(75) Изобретатели/Заявители (только для US):
БЕРДНИКОВ, Роман Николаевич (BERDNIKOV, Roman Nikolaevich) [RU/RU]; Волжский бульвар, квартал 95/6-27, Москва, 109125, Moscow (RU).
ТИМОФЕЕВ, Дмитрий Германович (TIMOFEEV, Dmitrij Germanovich) [RU/RU]; ул. Плющиха, 42-273, Москва, 119121, Moscow (RU).
ФОРТОВ, Владимир Евгеньевич (FORTOV, Vladimir Evgen'evich) [RU/RU]; ул. Академика Зелинского, 6-48, Москва, 119334, Moscow (RU).
СОН, Эдуард Евгеньевич (SON, Jeduard Evgen'evich) [RU/RU]; ул. Тверская,

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: METHOD FOR QUICK-RESPONSE ACTIVE POWER FLOW CONTROL AND FRAGMENT OF AN INTELLIGENT ELECTRIC POWER SYSTEM FOR IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Название изобретения : СПОСОБ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕТОКОМ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ФРАГМЕНТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ



Фиг. 1

(57) Abstract: The invention relates to the field of electrical engineering. The technical result consists in increasing the speed of active power correction without reducing the quality of the electrical energy and the stability margin of a power system. The method consists in that, during the correction of the active power flow between parts of the power system which are connected by an electrical transmission line (1), the active power imbalance on the shaft (11) of a generator set is monitored, and the active power flow on the line (1) is adjusted by correcting the phase angle between the voltage phasors at the terminal points of said line on buses (2) and (3) by means of a controllable phase-shifting device (12), which is connected into the line (1). A limited time interval is selected in which the imbalance of the active power is compensated for by switching an electrical energy store (7) to discharge or charge mode in the case of insufficient or excess active power, respectively, and the power balance is recovered by adjusting the power generated by the generator set accordingly.

(57) Реферат:

[продолжение на следующей странице]

WO 2012/128660 A1



6/5-272, Москва, 125009, Moscow (RU). **ШАКАРЯН, Юрий Гевондович (SHAKARJAN, Jurij Gevondovich)** [RU/RU]; ул. Фестивальная, 15/4-101, Москва, 125195, Moscow (RU). **НОВИКОВ, Николай Леонтьевич (NOVIKOV, Nikolaj Leont'evich)** [RU/RU]; ул. 6-я Кожуховская, 15/2-16, Москва, 115193, Moscow (RU). **СОКУР, Павел Вячеславович (SOKUR, Pavel Vjacheslavovich)** [RU/RU]; проезд Черепановых, 72-102, Москва, 125183, Moscow (RU).

(74) **Агент: ЩЕДРИН, Михаил Борисович (SHCHEDRIN, Mikhail Borisovich)**; ул. Косыгина, 5-35, Москва, 119334, Moscow (RU).

(81) **Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,

KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Изобретение относится к области электротехники. Технический результат - повышение быстродействия регулирования активной мощности без снижения качества электроэнергии и запаса устойчивости энергосистемы. Способ заключается в том, что при регулировании перетока активной мощности между частями энергосистемы, связанными линией (1) электропередачи, контролируют небаланс активной мощности на валу (11) генерирующего агрегата, изменяют переток активной мощности по линии (1) регулированием фазового угла между векторами напряжений в ее оконечных точках на шинах (2) и (3) посредством включенного в линию (1) управляемого фазоповоротного устройства (12). Выделяют ограниченный временной интервал, на котором компенсируют небаланс активной мощности путем перевода накопителя (7) электроэнергии в режим разряда или заряда при недостатке или избытке активной мощности соответственно, и восстанавливают баланс мощности соответствующим изменением генерируемой мощности агрегата.

Способ быстросействующего управления перетоком активной мощности и фрагмент интеллектуальной электроэнергетической системы для его осуществления

Область техники

Изобретение относится к электроэнергетике и может быть применено в интеллектуальных электроэнергетических системах с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС) для регулирования активной мощности.

Уровень техники

Известен способ управления активной мощностью в линии электропередачи, согласно которому изменяют в соответствии с требуемым перетоком мощности фазовый угол между векторами напряжений в конечных точках линии электропередачи посредством включенного в нее управляемого фазоповоротного устройства [RU2393608, МПК H02J3/06, G05F1/66, оп. 2010г.]. Регулирование перетока, согласно известному способу,

представляет собой перераспределение потребляемой активной мощности между линией электропередачи, в которой установлено фазоповоротное устройство, с одной стороны, и параллельными линиями электропередачи, с другой стороны. Воздействия на генерируемую активную мощность указанный способ не предусматривает. Поэтому небаланс генерируемой и потребляемой мощности, возникающий в процессе регулирования потока (например, при отсутствии или отключении параллельных линий), вызывает длительные (до 30 сек.) отклонения электрических параметров (частоты и/или напряжения), определяемые инерционностью генерирующих агрегатов, питающих линию. Это снижает качество электроэнергии и увеличивает риск потери устойчивости электроэнергетической системы.

Указанный недостаток отсутствует в групповом изобретении, выбранном в качестве прототипа заявляемого изобретения [патент RU2121746, МПК H02J 3/06, 1998г.].

По известному способу – прототипу управляют перетоком активной мощности по линии электропередачи, изменяя генерируемую турбогенератором активную мощность (путем воздействия на вентиль, перекрывающий трубопровод отбора пара от турбины). Возникающий при этом небаланс мощности компенсируется с помощью накопителя электроэнергии, подключенного к шинам турбогенератора. Это позволяет уменьшить отклонения параметров электропитания в процессе регулирования перетока и, тем самым, сохранить качество электроэнергии и снизить риски потери устойчивости.

В устройстве по патенту RU2121746 генератор представляет собой синхронный турбогенератор на основе конденсаторной паровой турбины, датчик измеряет электрический параметр (ток, напряжение, частоту или мощность), а выход блока управления обратимым преобразователем дополнительно подключен к вентилю, перекрывающему трубопровод отбора пара, поступающего от турбины на подогрев питательной воды.

Недостатком решения – прототипа является инерционность регулирования активной мощности в линии и ограниченность возможностей регулирования, поскольку перекрытием вентиля в трубопроводе отбора пара могут быть скомпенсированы только кратковременные нагрузочные пики, но не провалы или набросы нагрузки. Наличие этого недостатка не позволяет эффективно использовать решение – прототип для оперативного управления перетоком активной мощности в ИЭС ААС.

Задача изобретения – устранить указанный недостаток.

Раскрытие изобретения

Технический результат изобретения – ускорение регулирования активной мощности без снижения качества электроэнергии и запаса устойчивости энергосистемы, что, в свою очередь, дает возможность применять предлагаемое изобретение в ИЭС ААС для быстрого дистанционного управления перетоком активной мощности и поддержания ее баланса в реальном масштабе времени.

Предметом изобретения является способ управления перетоком активной мощности между связанными линией электропередачи частями интеллектуальной электроэнергетической системы, по меньшей мере, одна из которых содержит генерирующий агрегат, поддерживающий синхронную частоту, и снабжена накопителем электроэнергии, характеризующийся тем, что контролируют небаланс активной мощности на валу генерирующего агрегата, изменяют переток активной мощности в линии электропередачи регулированием фазового угла между векторами напряжений в ее оконечных точках посредством включенного в линию фазоповоротного устройства, выделяют ограниченный временной интервал, на котором компенсируют небаланс активной мощности путем перевода накопителя электроэнергии в режим разряда или заряда при недостатке или избытке активной мощности

соответственно и восстанавливают баланс активной мощности изменением генерируемой мощности агрегата.

Эта совокупность признаков способа позволяет получить указанный выше технический результат.

Предметом настоящего изобретения является также устройство, осуществляющее предлагаемый способ, которое представляет собой фрагмент интеллектуальной электроэнергетической системы, содержащий, по меньшей мере, один генерирующий агрегат, состоящий из турбины с регулятором оборотов и генератора переменного тока, к шинам которого через цепи присоединения подключены накопитель электроэнергии с обратимым статическим преобразователем и, по меньшей мере, одна линия электропередачи, при этом регулятор оборотов турбины и блок управления обратимым статическим преобразователем подключены входами к датчику скорости вращения вала генерирующего агрегата, блок управления обратимым статическим преобразователем выполнен с возможностью перевода преобразователя в режим инвертора или выпрямителя при заданном отклонении скорости вращения вала генерирующего агрегата от ее синхронного значения вниз или вверх соответственно, а в линию электропередачи включено фазоповоротное устройство, управляющий вход которого предназначен для дистанционного воздействия на активную мощность.

Эта совокупность признаков устройства также позволяет получить указанный выше технический результат.

Заявляемый способ имеет развития.

Одно развитие заявляемого способа состоит в том, что недостаток или избыток активной мощности определяют путем измерения отклонения скорости вращения вала генерирующего агрегата от синхронного значения вниз или вверх соответственно, а указанный временной интервал выделяют путем сравнения величины измеренного отклонения с уставками.

Другое развитие заявляемого способа состоит в том, что уставки по отклонению скорости вращения вала генерирующего агрегата от синхронного значения устанавливаются в пределах (0,1 - 1,0)%, если генерирующий агрегат выполнен в виде синхронного или асинхронизированного турбогенератора, и в пределах (5 - 10)%, если генерирующий агрегат выполнен в виде асинхронизированного гидрогенератора.

Третье развитие заявляемого способа состоит в том, что синхронно измеряют векторы напряжений в оконечных точках линии электропередачи и ограничивают изменения фазового угла пределами, допустимыми по условию устойчивости.

Заявляемое устройство имеет развития, согласно которым если генерирующий агрегат выполнен в виде синхронного или асинхронизированного турбогенератора, то заданное отклонение скорости вращения вала от ее синхронного значения составляет $\pm (0,1 - 1,0) \%$, а если в виде асинхронизированного гидрогенератора, то заданное отклонение составляет $\pm (5 - 10) \%$.

Другие развития устройства предусматривают, что в частных случаях цепи присоединения могут содержать силовые трансформаторы и коммутационные устройства, а на концах линии электропередачи могут быть установлены датчики векторов напряжения.

Еще одно развитие устройства состоит в том, что регулятор оборотов турбины и блок управления обратимым статическим преобразователем снабжены дополнительными входами, соединенными с управляющим входом фазоповоротного устройства, при этом блок управления обратимым статическим преобразователем выполнен с возможностью перевода преобразователя в режим инвертора или выпрямителя при положительном или отрицательном знаке дистанционного воздействия на активную мощность.

Это дополнительно повышает быстродействие и эффективность устройства.

Осуществление изобретения с учетом его развитий

На фиг.1 представлена структурная схема устройства, осуществляющего предлагаемый способ, в виде фрагмента интеллектуальной электроэнергетической системы, с учетом развитий изобретения.

Линия 1 электропередачи связывает шины 2 и 3, принадлежащие двум частям электроэнергетической системы.

Часть электроэнергетической системы с шинами 2 содержит генерирующий агрегат, поддерживающий синхронную частоту и состоящий из турбины 4 и генератора 5 переменного тока. Регулятор 6 оборотов турбины 4 подключен входом 7 к датчику 8 скорости вращения вала 9 генерирующего агрегата. К шинам 2 подключен накопитель 10 электроэнергии с обратимым статическим преобразователем 11. Блок 12 управления преобразователем 11 подключен входом 13 к датчику 8.

В линию 1 электропередачи включено управляемое фазоповоротное устройство 14, управляющий вход 15 которого предназначен для подачи дистанционного воздействия ΔP на активную мощность, отдаваемую в линию 1. Воздействуя на управляющий вход 15, можно изменять угол γ между векторами напряжения на выходе и входе устройства 14.

Подключения к шинам 2 осуществляются через цепи присоединения 16, которые могут содержать силовые трансформаторы и коммутационные устройства.

Блок 12 выполнен с возможностью перевода преобразователя 11 в режим инвертора или выпрямителя при заданном отклонении скорости вращения вала 9 от ее синхронного значения вниз или вверх соответственно, а также при положительном или отрицательном знаке дистанционного воздействия ΔP .

Дополнительные входы 17 и 18 регулятора 6 и блока 12 соединены с входом 15.

В оконечных точках линии 1 на шинах 2 и 3 установлены РМУ-датчики 19, измеряющие векторы напряжений (фазоры).

Устройство работает и осуществляет предлагаемый способ следующим образом.

Генератор 5, вращаемый турбиной 4, вырабатывает электроэнергию, передаваемую через устройство 14 по линии 1 на шины 3 другой части энергосистемы. Регулятор 6 оборотов турбины 4 под воздействием сигнала с датчика 8 управляет подачей в турбину 4 рабочего тела (пара, газа, воды), поддерживая синхронную скорость вращения вала 9, соответствующую синхронной частоте переменного тока (50 гц). Значения векторов переменного напряжения на шинах 2 и 3 частей энергосистемы синхронно измеряются датчиками 19. Измерения синхронизируются сигналами спутниковой системы GPS и/или ГЛОНАСС.

Известно [П.С. Жданов. Вопросы устойчивости электрических систем. Москва. «Энергия», 1979, стр. 14], что активная мощность P , передаваемая по линии электропередачи, определяется формулой

$$P = \frac{U_1 U_2}{X_l} \sin \delta_{12},$$

где U_1 и U_2 - действующие значения напряжений на концах линии (т.е. на шинах 2 и шинах 3 соответственно), δ_{12} - фазовый угол сдвига между векторами этих напряжений, X_l - индуктивное сопротивление линии 1.

Поскольку в линию 1 включено фазоповоротное устройство 14, угол $\delta_{12} = \gamma + \delta_l$, где γ и δ_l - углы сдвига, вносимые соответственно устройством 14 и линией 1. Угол δ_{12} представляет собой угол между векторами напряжения, измеряемыми датчиками 19, и контролируется в процессе управления перетоком.

В отсутствие возмущений и управляющих воздействий по входу 15 турбина 4 под управлением своего регулятора 6 вращает вал 9 с постоянной скоростью. Синхронное значение этой скорости соответствует получению тока синхронной частоты на выходе генератора 5.

От диспетчера или средств автоматики активно-адаптивной сети (ААС) на вход 15 фазоповоротного устройства 14 поступает управляющее воздействие ΔP на увеличение (ΔP с положительным знаком) или уменьшение (ΔP с отрицательным знаком) активной мощности, передаваемой по линии 1 электропередачи. При этом устройство 14 соответственно увеличивает или уменьшает угол γ . Требуемое значение угла δ_{12} и его нахождение в пределах, допустимых по условию устойчивости, контролируется с помощью датчиков 19, показания которых считываются системой мониторинга ААС.

Современные фазоповоротные устройства [см., например, Стельмаков В.Н. и др. Фазоповоротные устройства с тиристорным управлением. «Энергетик» № 8, 2010] характеризуются высоким быстродействием. Поэтому активная мощность, отбираемая от генератора 5 по линии 1, возрастает (или снижается) существенно быстрее, чем мощность турбины 4, управляемой регулятором 6. Временно возникающий небаланс мощности приводит соответственно к замедлению или ускорению турбины 4, сопровождаемому отклонением ее скорости вращения ω , измеряемой датчиком 8, от синхронной скорости ω_c .

Под воздействием отклонения $\Delta\omega = \omega - \omega_c$ регулятор 6 изменяет мощность турбины и восстанавливает баланс мощности, обеспечивающий синхронную скорость вращения вала 9, за время, зависящее от инерционности турбины 4. На этом интервале требуемое качество электроэнергии и необходимый запас устойчивости обеспечивает временная компенсация небаланса с помощью накопителя 10.

Выделение интервала компенсации и управление накопителем 10 осуществляется следующим образом.

Блок 12 контролирует небаланс активной мощности по отклонению $\Delta\omega = \omega - \omega_c$. Когда отклонение $\Delta\omega$ превысит по абсолютной величине соответствующую уставку, блок 12 переключает преобразователь 11 в режим инвертора или выпрямителя до тех пор, пока скорость вращения не отклонится в другую сторону на величину соответствующей уставки. В течение этого интервала времени накопитель 10 соответственно отдает в сеть ранее накопленную энергию или забирает из сети избыточную энергию, компенсируя, тем самым, временно возникший небаланс мощности и соответствующее ему отклонение скорости вращения вала 9 генерирующего агрегата от синхронной.

Диапазон абсолютных значений, в котором целесообразно располагать уставки по отклонению скорости вращения, зависит от свойств турбины 4 и генератора 5. Для случаев, когда используется синхронный или асинхронизированный генератор с паровой, газовой или парогазовой турбиной, и ее инерционность обеспечивает относительно небольшие отклонения скорости вращения от синхронной при скачках потребляемой активной мощности, этот диапазон может составлять (0,1 - 1,0) %, а для случая использования асинхронизированного генератора с гидротурбиной, имеющей меньшую инерционность, уставки по отклонению могут устанавливаться в диапазоне (5 - 10) %.

При поступлении воздействия ΔP оно одновременно поступает на вход 17 регулятора 6 и вход 18 блока 12. При положительном знаке ΔP регулятор 6 увеличивает мощность турбины, а при отрицательном знаке ΔP – уменьшает. Одновременно с этим блок 12 переводит преобразователь 11 соответственно в режим инвертора (накопитель 10 отдает мощность) или в режим выпрямителя (накопитель 10 заряжается и накапливает мощность). Для исключения теоретически возможных неопределенностей из-за

разнонаправленности воздействий по мощности и скорости вращения на регулятор 6 и блок 12 они могут быть выполнены с приоритетом по одному из воздействий, например, по воздействию ΔP , поступающему на фазоповоротное устройство. При отсутствии этого воздействия накопитель 10, как и в прототипе, демпфирует кратковременные колебания активной мощности в линии.

Сравнение заявляемого способа с прототипом показывает следующее.

В обоих случаях после подачи управляющего воздействия на изменение перетока активной мощности в линии электропередачи возникает небаланс генерируемой и потребляемой мощности, который компенсируют с помощью накопителя, подключенного к шинам генерирующего агрегата. Накопитель на ограниченное время меняет знак своей мощности, суммируемой с мощностью генератора, переходя от режима потребления энергии к ее генерации и обратно.

Это относится как к прототипу, так и к заявляемому способу.

Однако, последовательность основных операций по заявляемому способу (процесс регулирования начинается с изменения перетока в линии, затем временная компенсация возникшего небаланса мощности с помощью накопителя и, наконец, восстановление баланса, путем изменения генерируемой мощности) практически обратна последовательности операций прототипа, которая начинается с изменения мощности турбины (т.е. генерируемой мощности) и заканчивается установлением требуемого перетока в линии.

Это различие приводит к тому, что при осуществлении способа – прототипа накопитель препятствует изменениям перетока в линии, замедляя его нарастание или спад, а при осуществлении заявляемого способа накопитель, наоборот, способствует быстрым изменениям перетока.

Это принципиальное различие можно проиллюстрировать следующим примером.

Допустим, управляющее воздействие направлено на увеличение перетока активной мощности в линии.

По способу – прототипу такое воздействие, поступая на вентиль отбора пара, увеличивает мощность турбины 4. Возникший на валу 9 положительный небаланс мощности приводит к разгону турбины 4 и повышению скорости вращения вала 9 выше синхронной. В соответствии с сигналом датчика 8 блок 12 управления переводит накопитель 10 в режим потребления избыточной мощности и накопления энергии. Накопитель 10 демпфирует переходной процесс и, забирая избыточную энергию, замедляет возрастание перетока в линии 1.

По заявляемому способу воздействие аналогичной направленности, поступая на управляющий вход 15 фазоповоротного устройства 14, увеличивает переток активной мощности в линии 1. Возникший на валу 9 отрицательный небаланс мощности приводит к замедлению турбины 4 и снижению контролируемой датчиком 8 скорости вращения вала 9 ниже синхронной. В соответствии с сигналом датчика 8 блок 12 управления переводит накопитель 10 в режим генерации дополнительной мощности и выдачи энергии. Накопитель 10 демпфирует переходной процесс и, отдавая накопленную энергию, способствует быстрому возрастанию перетока в линии 1.

Аналогичные выводы (противоположные для заявляемого изобретения и прототипа) можно получить, рассматривая случай управляющего воздействия, направленного на уменьшение перетока.

Как видно из изложенного, заявляемые способ и устройство для его осуществления, используя известные операции и средства, обеспечивают новое свойство: быстродействующее регулирование активной мощности в линии без рисков снижения качества электроэнергии и потери устойчивости электроэнергетической системы.

Формула изобретения

1. Способ управления перетоком активной мощности между связанными линией электропередачи частями интеллектуальной электроэнергетической системы, по меньшей мере, одна из которых содержит генерирующий агрегат, поддерживающий синхронную частоту, и снабжена накопителем электроэнергии, характеризующийся тем, что контролируют небаланс активной мощности на валу генерирующего агрегата, изменяют переток активной мощности в линии электропередачи регулированием фазового угла между векторами напряжений в ее конечных точках посредством включенного в линию фазоповоротного устройства, выделяют ограниченный временной интервал, на котором компенсируют небаланс активной мощности путем перевода накопителя электроэнергии в режим разряда или заряда при недостатке или избытке активной мощности соответственно и восстанавливают баланс активной мощности изменением генерируемой мощности агрегата.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что недостаток или избыток активной мощности определяют путем измерения отклонения скорости вращения вала генерирующего агрегата от синхронного значения вниз или вверх соответственно, а указанный временной интервал выделяют путем сравнения величины измеренного отклонения с уставками.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что уставки по отклонению скорости вращения вала генерирующего агрегата от синхронного значения устанавливают в пределах $(0,1 - 1,0)\%$, если генерирующий агрегат выполнен в виде синхронного или асинхронизированного турбогенератора, и в пределах $(5 - 10)\%$, если генерирующий агрегат выполнен в виде асинхронизированного гидрогенератора.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что синхронно измеряют векторы напряжений в конечных точках линии электропередачи, и

ограничивают изменения фазового угла пределами, допустимыми по условию устойчивости.

5. Фрагмент интеллектуальной электроэнергетической системы, содержащий, по меньшей мере, один генерирующий агрегат, состоящий из турбины с регулятором оборотов и генератора переменного тока, к шинам которого через цепи присоединения подключены накопитель электроэнергии с обратимым статическим преобразователем и, по меньшей мере, одна линия электропередачи, при этом регулятор оборотов турбины и блок управления обратимым статическим преобразователем подключены входами к датчику скорости вращения вала генерирующего агрегата, блок управления обратимым статическим преобразователем выполнен с возможностью перевода преобразователя в режим инвертора или выпрямителя при заданном отклонении скорости вращения вала генерирующего агрегата от ее синхронного значения вниз или вверх соответственно, а в линию электропередачи включено фазоповоротное устройство, управляющий вход которого предназначен для дистанционного воздействия на активную мощность.

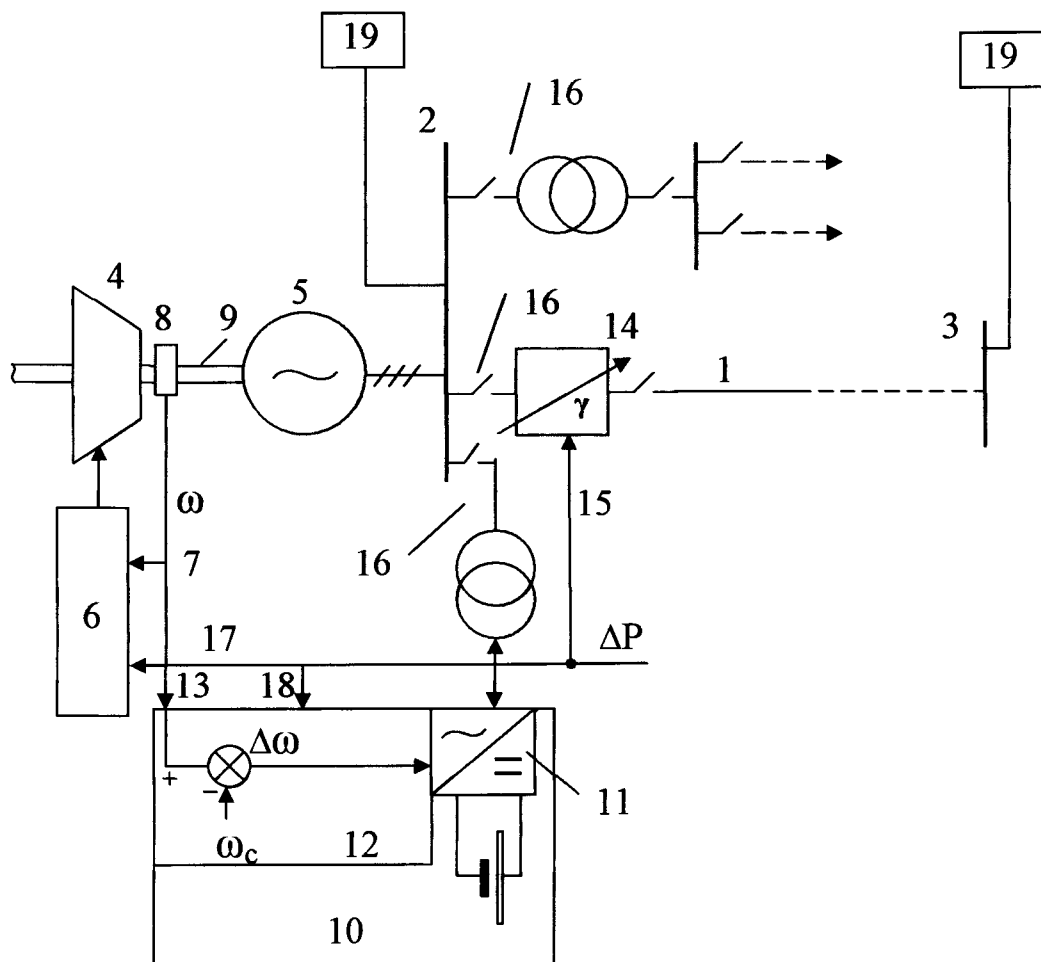
6. Фрагмент электроэнергетической системы по п. 5, в котором генерирующий агрегат выполнен в виде синхронного или асинхронизированного турбогенератора, а заданное отклонение составляет $\pm (0,1 - 1,0) \%$.

7. Фрагмент электроэнергетической системы по п. 5, в котором генерирующий агрегат выполнен в виде асинхронизированного гидрогенератора, а заданное отклонение составляет $\pm (5 - 10) \%$.

8. Фрагмент электроэнергетической системы по п. 5, в котором цепи присоединения содержат трансформаторы и коммутационные устройства.

9. Фрагмент электроэнергетической системы по п. 5, в котором на концах линии электропередачи установлены датчики векторов напряжения.

10. Фрагмент электроэнергетической системы по любому из пп. 5 - 9, в котором регулятор оборотов турбины и блок управления обратимым статическим преобразователем снабжены дополнительными входами, соединенными с управляющим входом фазоповоротного устройства, при этом блок управления обратимым статическим преобразователем выполнен с возможностью перевода преобразователя в режим инвертора или выпрямителя при положительном или отрицательном знаке дистанционного воздействия на активную мощность.



Фиг. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2011/000551A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J 3/06 (2006.01) H02 J 3/24 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J 1/00, 1/02, 3/00, 3/04, 3/06, 3/08, 3/18, 3/24, 3/26, 3/28, 13/00, 15/00, G05F 1/00, 1/70

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch, Esp@cenet, PAJ, USPTO, WIPO, RUPTO

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2121746 C1 (SIMENS AG et al.) 10.11.1998	1-10
A	RU 2035107 C1 (KOZURMAN IGOR ANATOLIEVICH) 10.05.1995	1-10
A	SU 1735965 A1 (KIROVSKII POLITEKHNICHESKII INSTITUT) 23.05.1992	1-10
A	US 5469044 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION) 21.11.1995	1-10

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 December 2011 (06.12.2011)

Date of mailing of the international search report

22 December 2011 (22.12.2011)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2011/000551

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ

H02J 3/06 (2006.01)
H02J 3/24 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации МПК

B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА

Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)

H02J 1/00, 1/02, 3/00, 3/04, 3/06, 3/08, 3/18, 3/24, 3/26, 3/28, 13/00, 15/00, G05F 1/00, 1/70

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)

PatSearch, Esp@cenet, PAJ, USPTO, WIPO, RUPTO

C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:

Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2121746 C1 (СИМЕНС АГ и др.) 10.11.1998	1-10
A	RU 2035107 C1 (КОЗУРМАН ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ) 10.05.1995	1-10
A	SU 1735965 A1 (КИРОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ) 23.05.1992	1-10
A	US 5469044 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION) 21.11.1995	1-10

последующие документы указаны в продолжении графы C.

данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение
“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности
“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста
“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“&” документ, являющийся патентом-аналогом
“О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	
“Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	

Дата действительного завершения международного поиска

06 декабря 2011 (06.12.2011)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске

22 декабря 2011 (22.12.2011)

Наименование и адрес ISA/RU:

ФИПС,
РФ.123995. Москва, Г-59. ГСП-5. Бережковская наб., 30-1

Факс: (499) 243-33-37

Уполномоченное лицо:

С. Чернякова

Телефон № (499)240-2591