

УДК 621 314 (075)

Сиддиков И.Х., Хужаматов Х.Э., Амурова Н.Ю., Хасанов Д.Т.

Моделирование и исследование интеллектуально-адаптивных электрических сетей

Аннотация. В данной статье рассматривается адаптивное управление источниками питания для телекоммуникационного оборудования и моделируется в программной среде PROTEUS. Адаптивное управление источниками питания телекоммуникационного оборудования одновременно с напряжением питания выбирает соответствующий источник нагрузки с учетом нагрузки и подключает его через устройство управления реле. Все имитационные модели контролируются микроконтроллерами Arduino на основе датчиков.

Ключевые слова: Электроэнергия, программное обеспечение, интеллектуальные элементы, мощность, ветреная станция, солнечная станция, датчики, источники питания.

С начала XXI века, появились возможности воспользоваться новшествами в области электронных технологий для устранения недостатков и стоимости электрической сети (ЭС) передачи электроэнергии. Например, технологические ограничения на потребление около пиковой мощности отражается на всех потребителях электроэнергии в равной степени. Растущая проблема по поводу экологического ущерба ископаемого топлива источников электроэнергии привела к желанию использовать большее количество возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Такие источники как ветроэнергетика и солнечная энергетика, крайне непостоянны, и поэтому возникает потребность в более сложных системах управления, для облегчения их подключения источников электроэнергии к высокой степени управляемой ЭС [1,2].

Мощность от солнечных батарей (и в меньшей степени ветрогенераторов) ставит под сомнение необходимость крупных, централизованных систем электроснабжения. Быстрое снижение расходов указывают на переход от централизованной топологии ЭС на сильно распределенную, когда производство и расход электроэнергии происходит в пределах локальной электрической сети [2].

Существенное расширение возможностей передачи электроэнергии потребует усовершенствования управления сетью передач электроэнергии. Такая реорганизация направлена на создание открытого рынка, где альтернативные источники энергии географически отдаленных мест могут легко быть проданы потребителям в любой точке мира. Благодаря информации в распределенных электрических сетях мелкие источники энергии смогут выработать и реализовать электроэнергию на локальном уровне с помощью альтернативных источников, таких как установленный на крыше гальванический фотоэлемент, небольшие ветровые турбины, микрогидрогенераторы. Без дополнительных сведений, предоставленных датчиками и программным обеспечением, которые мгновенно реагируют на вызванную ненадежными источниками электроэнергии неустойчивость, может ухудшиться качество системы электроснабжения [1].

Традиционно, электрическая сеть всегда строилась как система односторонней передачи электроэнергии. Она состояла из одной или нескольких очень мощных источников, связанных с потребителями энергии. Переход к ВИЭ и появление новых интеллектуальных устройств, требуют иного подхода - электроэнергия может идти и от потребителей, т.е. в обратную сторону. На помощь должна прийти технология интеллектуальных электрических сетей (ИЭС) [2].

ИЭС поможет решить основные проблемы, стоящие перед энергетическими компаниями и потребителями. ИЭС - это интеллектуальные элементы и устройства, динамическое управление электрическими сетями пере-

дачи электроэнергии, регулирование спроса, повышение безопасности и экономия расходов первичного энергоносителя. В будущем, такие элементы и устройства смогут отслеживать потребление энергии со всеми устройствами и электрооборудованиями и поддерживать определенные правила их поведения в часы пиковой нагрузки и в разное время суток. ИЭС необходима для более полного использования энергии из всех возобновляемых источников для их объединения с существующей энергетической инфраструктурой. По своему значению ИЭС так же важна, как и сами ВИЭ [2,3].

Изменение климата и экологические проблемы неуклонно ведут к тому, что число ВИЭ будет постоянно расти. В основном они неустойчивы в природе. Технологии ИЭС дадут возможность оборудованию и системам производства электроэнергии работать с большим количеством таких ресурсов [2].

Значительное развитие ИЭС было обусловлено не только проблемами в сфере энергосбережения и энергоэффективности, но и полностью установленными задачами, которые необходимо было немедленно разрешать. Значительная часть альтернативной энергетики в мире увеличивалась, и с этим появлялись соответствующие трудности. ВЭИ, например, такие как ветряная электроустановка. Она имеет малопривлекательную отличительную черту, такую как неустойчивую выработку мощности в электрическую сеть. Это очевидно, потому что скорость ветра постоянно меняется. Выработку электроэнергии от такого источника энергии тяжело предсказать [3].

Нужно всегда использовать момент с самым мощным ветром, чтобы выработать и передать максимум электроэнергии в сеть. Использование технологии ИЭС должно решить данные трудности. Цель усугубляется, если в ИЭС много разных переменных и тяжело предсказуемых источников альтернативной энергии. Однако, ИЭС призваны упростить данную задачу. Благодаря им возможно использование большего количества малых генерирующих источников электроэнергии в различные периоды времени [4].

Помимо этого, описанная технология дает возможность группировать в сеть восстанавливаемые источники энергии - к примеру: солнечную и ветровую энергоустановки. Также «умные сети» ведут борьбу с изменением климата, снижая выбросы CO₂, и сокращают потери электроэнергии. Благодаря этому ИЭС имеют огромный интерес для энергетики.

Для нашего государства, технология ИЭС необходима для решения таких проблем, как экономия энергоресурсов, энергосбережение и обеспечение бесперебойного энергоснабжения. Имеющаяся система электроснабжения стала неактуальной, на физическом уровне изношена и никак не может эффективно разрешить инновационные задачи. Производители электроэнергии убеждены в

потребности создания новейшей научно-технической платформы единой энергетической системы, непосредственно на основе активно-адаптивных сетей.

На рис.1. представлена структура адаптивного управления гибридными источниками электроэнергии.

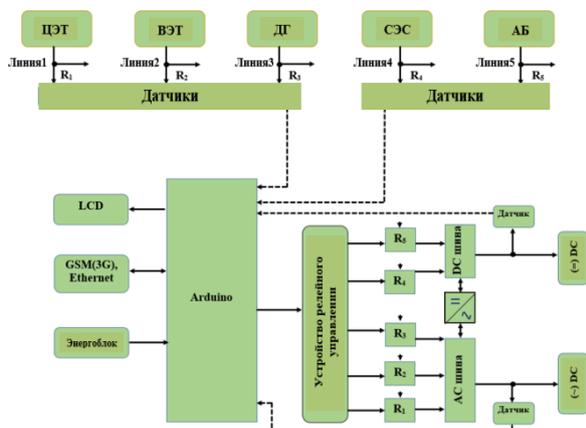


Рис.1. Структура адаптивного управления гибридными источниками электроэнергии

Здесь: ИЭС – централизованная электрическая система, ВЭС – ветровая электрическая станция, СЭС – солнечная электрическая станция, ДГ – дизель генератор, АБ – аккумуляторная батарея.

Сетевая матрица (рис.1), присущая системе ИЭС обеспечивает подключение и к узлам системы электроснабжения (подстанции). Каждый узел подключается к линии электропередач (R1-R5). Это позволяет измерять перетоки электроэнергии и напряжение в каждой точке, тем самым контролировать параметры ИЭС, позволяет реализовать дистанционное управление посредством сети интернет.

Система аккумуляторных накопителей энергии ИЭС состоит из 3-фазных двунаправленных инверторов, которые могут как заряжать, так и разряжать накопители. Накопительные приборы состоят из: Li-ion батареи в качестве источника энергии. Также в ИЭС имеются суперконденсатор для пикового потребления. Очевидна возможность экономичного и высокоэффективного без инверторного подключения в ИЭС гидрогенератора, дизель-генератора и пикового накопителя компенсатора электроэнергии. Внешняя сеть будет иметь 3-фазный выпрямитель (AC/DC) 3-фазный инвертор (DC/AC).

Концепция ИЭС является в качестве идеи интеллектуальной активно-адаптивной сети, которую можно охарактеризовать следующими свойствами:

- система сбора и обработки информации (программно-аппаратные комплексы), а кроме того ресурсы управления активными элементами сети и электроустановками потребителей;
- насыщенность сети активными элементами, позволяющими изменять топологические параметры электрической сети;
- система автоматической оценки текущей ситуации и построения прогнозов работы электрической сети;
- высокое быстродействие управляющей системы и информационного обмена;

-огромное количество датчиков, измеряющих показатели в реальном времени для оценки состояния электрической сети в различных режимах работы системы электропитания;

-наличие важных безотказных исполнительных органов и механизмов, позволяющих в режиме реального времени изменять топологические характеристики электрической сети, а также взаимодействовать с различными энергетическими электрооборудованиями и объектами.

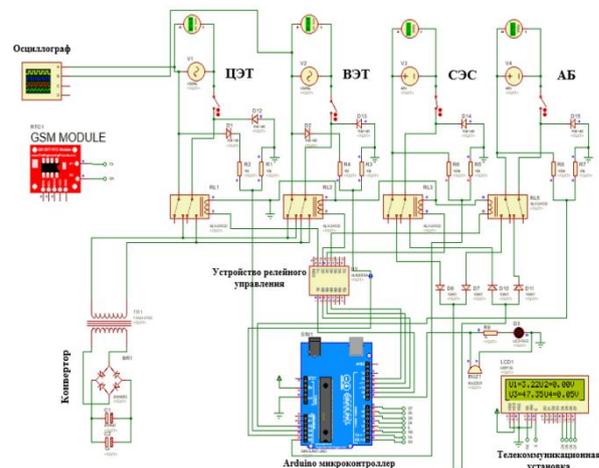


Рис.2. Имитационная модель управления гибридными источниками электроэнергии на программном комплексе Proteus Professional 8.4

На рисунке 3 представлена структура дистанционного мониторинга гибридными источниками электроэнергии.

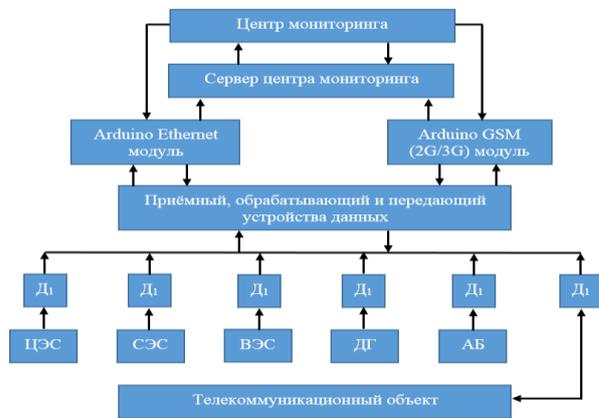


Рис.3. Структура дистанционного мониторинга гибридными источниками электроэнергии

На рис.4 и рис.5 представлены датчики, измеряющие показатели в реальном времени для оценки состояния конструкции электрической сети и результаты их исследования.

Не мало важно применение компенсатора реактивной мощности и пикового накопителя электроэнергии. Компенсация реактивной мощности и повышенная стойкость к броскам нагрузки в ИЭС обеспечивается за счет использования пикового накопителя компенсатора электроэнергии.

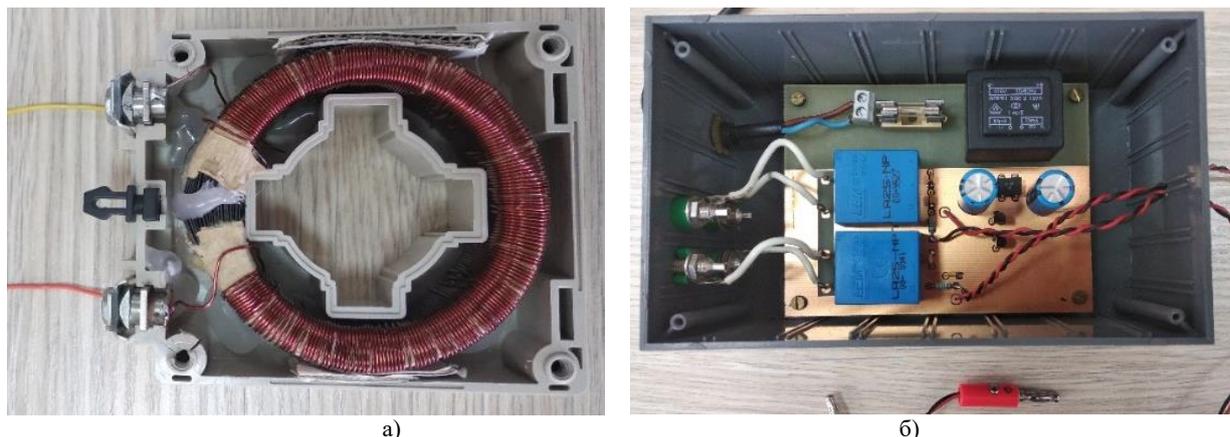


Рис. 4. Датчики, измеряющих показатели в реальном масштабе времени: а)- датчик переменного тока, б)- датчик постоянного тока

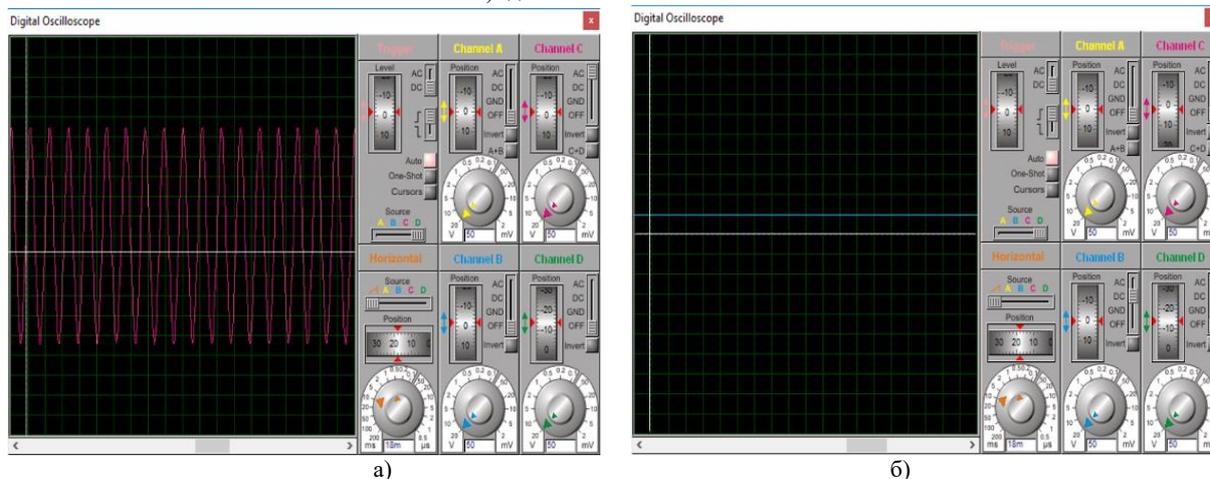


Рис.5. Результаты исследования: а) от датчика переменного тока, б) от датчика постоянного тока

Как показали результаты моделирования и исследования применения ИЭС в системах электроснабжения с централизованной системой, ВИЭ как солнечной и ветряной установками и аккумуляторной батареей, позволяет повышать надежность и бесперебойность, а также значительно сократить потери, более эффективно использовать имеющуюся электроэнергию, интегрировать и распределять электроэнергию. Имитационная модель управления гибридными источниками электроэнергии на программном комплексе Proteus Professional 8.4 позволила в автоматическом режиме диагностировать и устранять возникающие проблемы обеспечения качественной электроэнергией при производстве электроэнергии на основе ВИЭ.

Литература

- [1] Siddikov I.Kh. Elektr energiyasi iste'molini nazorat qilish. T.: ILM ZIYO NMIU, 2016. - 96 c.
- [2] Allaev K.R., Siddikov I.Kh. va b. Stsansiya va podstansiyalarning elektr qismi. T.: CHOLPON NMIU, 2016.- 304 c.
- [3] Siddikov I.Kh., Abdullaeva S.M., Borisova Y.A. Meropriyatiya po uluchsheniyu pokozateley kachestva

elektricheskoy energii v trex faznix elektricheskix setyax. Vestnik TUIT, Tashkent, 2015. -№3(35) – с.196-200.

- [4] Siddikov I.Kh., Qodirov F.M., Mirzaeva M.B., Usmanaliev S.U. Issledovanie kombinirovannix istochnikov elektroshabjeniya ustroystv informacionnix tekhnologiy. Mejd. NTJ «Ximicheskaya texnologiya. Kontrol I upravlenie». Tashkent, 2015. - №6 – С.42-47.

I.Kh.Siddikov, Kh.E.Huzhamatov, N.Yu.Amurova,
D.T.Hasanov

Modeling and research of intellectual-adaptive electric networks

Annotation. This article discusses the adaptive control of power sources for telecommunications equipment and modeled in the PROTEUS software environment. Adaptive control of power sources of telecommunications equipment simultaneously with the supply voltage selects the appropriate load source taking into account the load and connect it through the relay control device. All simulation models are controlled by Arduino microcontrollers based on sensors.

Key words: Electric power, software, intellectual elements, power, wind station, solar station, sensors, power sources.

90-992-04-17 Амурова Н.Ю.