

Д.Н. Олейников, Р.А. Башмаков, Д.А. Шестаков,
М.С. Казачков, К.И. Афанасьев

СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАРЯДКИ
ИОНИСТОРА ОТ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ УЗЛА
БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Описывается концепция эффективной зарядки ионистора, выступающего в качестве аккумулирующего устройства узла беспроводной сенсорной сети, от источника альтернативной электроэнергии (солнечной панели).

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, альтернативные источники электроэнергии, узел беспроводной сенсорной сети, ионистор, солнечная панель.

D.N. Oleynikov, R.A. Bashmakov, D.A. Shestakov,
M.S. Kazachkov, K.I. Afanasyev

EFFECTIVE SUPERCAPACITOR CHARGING
VIA SUN PANEL FOR MOTE OF WIRELESS SENSOR
NETWORK ALGORITHM CREATION

The concept of the effective charge of an supercapacitor as an accumulating device for mote of wireless sensor network from alternative electricity source (solar panel in current occasion) is described.

Keywords: wireless sensor networks, alternative sources of electricity, node of wireless sensor network, supercapacitor, solar panel.

Современные беспроводные сенсорные сети (БСС) часто в своем составе содержат узлы, источниками питания в которых являются химические источники электроэнергии различных типов: щелочные, ртутные, серебряные, литиевые и другие типы батарей и аккумуляторов [2; 5].

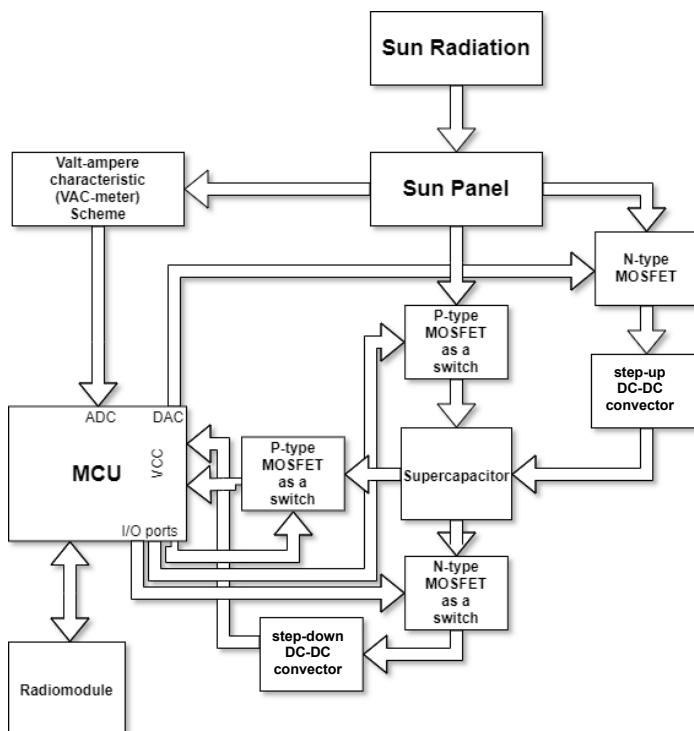
Применение химических источников питания в качестве источников электрической энергии узлов БСС сопровождается рядом недостатков и налагает такие ограничения при проектировании, как сильная зависимость источников питания от значений температуры окружающей среды, неконтролируемый процесс окисления отрицательного электрода, малый срок функционирования, значительные удельные массогабаритные показатели химических элементов при соответствующих малых значениях плотности емкости источников питания на единицу объема [6; 8; 9].

Целью настоящей работы является исследование возможности создания алгоритма зарядки ионистора от реальной солнечной панели с учетом получения мгновенных данных инсоляции солнечной панели с обеспечением контроля соответствующих параметров тока зарядки при заданном напряжении. При построении алгоритма и структурной схемы зарядки необходимо учесть такие факторы, как наличие источника электроэнергии, максимально достижимые эффективные параметры зарядки при данном облучении сол-

нечным светом панели, а также их контроль и периодический расчет эффективных параметров заряда, связанный с изменяющимися условиями работы источника электрической энергии (наличие облачности, тумана, изменение положения солнца с течением времени и др.). Также в схеме должны быть учтены наиболее выгодные параметры потребления энергии (наименьший уровень напряжения, при котором обеспечивается корректная работа составляющих узла БСС вычислительных и приемопередающих участков схемы).

Ионисторы, или суперконденсаторы, обладают высокой емкостью, значение которой более чем в 100 раз превышает максимальную величину емкости других типов конденсаторов. Достоинством ионисторов является практически неограниченное количество циклов перезарядок благодаря отсутствию внутренних процессов деградации [9; 10]. Количество циклов заряда-разряда у отдельных ионисторов достигает порядка полумиллиона, прежде чем их емкость уменьшится на 20% от начального значения. При разработке узла БСС, питающегося от ионистора, емкость которого уменьшилась от первоначальной на 50%, существует возможность увеличить время корректной работы узла сенсорной сети с заданной вероятностью отказа до двадцати лет [1; 3; 4]. Также ионисторы обладают высокой скоростью заряда, малой относительной рассеиваемой мощностью. К их недостаткам следует отнести малое рабочее напряжение и большое нелинейное значение последовательного эквивалентного сопротивления, вследствие чего математическое моделирование процесса заряда ионисторов сопровождается затруднениями [7; 10].

Для зарядки ионисторов была разработана функциональная схема (рис.).



Функциональная схема зарядки ионистора от солнечной панели

Олейников Д.Н. и др. Создание алгоритма эффективной зарядки ионистора...

Алгоритм зарядки ионистора включает три режима работы узла БСС:

- режим зарядки ионистора непосредственно от солнечной панели при значении напряжения на ионисторе менее требуемого для запуска микроконтроллера и питания вычислительной части напрямую от обкладок ионистора;
- режим зарядки ионистора через повышающий DC-DC преобразователь и питания микроконтроллера напрямую от обкладок ионистора;
- режим зарядки ионистора через повышающий DC-DC преобразователь с одновременным обеспечением питания микроконтроллера через понижающий DC-DC преобразователь.

При условии полного отсутствия запасенной в ионисторе энергии (начальные условия работы узла БСС) при возникновении ненулевого потенциала на положительном электроде солнечной панели, обусловленного облучением панели солнечным светом, затворы транзисторов Р-типа, работающих в ключевом режиме, подтянуты к земле; ток через открытый канал стока-истока транзистора протекает в направлении от солнечной панели в ионистор и, в свою очередь, от ионистора к питающему входу микроконтроллера (VCC). При достижении порогового значения напряжения питания микроконтроллера происходит инициализация тактирования, портов ввода-вывода МК, аналого-цифрового преобразователя (АЦП), цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) и других необходимых периферийных устройств, входящих в состав микроконтроллера.

Далее посредством цепи измерения вольт-амперной характеристики, содержащей прецизионный резистор, значение падения напряжения на котором используется для вычисления тока в датчике тока, а также включающей полевой транзистор, затвор которого управляет цифроаналоговым преобразователем МК, с помощью известных методов вычисления отслеживания точки максимальной мощности солнечной панели производится вычисление значений тока и напряжения, при которых в данных условиях облучения солнечная панель может выдать максимальную мощность. После вычисления точки максимальной мощности управляющим сигналом порта вывода МК посредством транзистора Р-типа размыкается цепь питания ионистора от солнечной панели и одновременно с этим происходит коммутация цепи питания повышающего преобразователя. Функция данного преобразователя – при вычисленных оптимальных параметрах проводить зарядку ионистора до номинального его напряжения, причем для отбора максимальной мощности от солнечной панели ток зарядки ограничивается широтно-импульсной модуляцией напряжения затвора транзистора, управляющего цифроаналоговым преобразователем микроконтроллера.

При достижении значения напряжения на обкладках ионистора выше значения нижнего порога питания микроконтроллера становится нецелесообразным питать МК при относительно высоком напряжении. Для решения данной проблемы для питания микроконтроллера при минимальном напряжении в схеме применяется понижающий DC-DC преобразователь, включающийся полевым транзистором N-типа, одновременно с отключением МК от ионистора.

Перспективным решением и логическим продолжением рассмотренной концепции узла БСС являются разработка принципиальной электрической схемы, проведение расчета параметров радиоэлектронных компонентов (выбор номинального значения ионистора, соответствующей солнечной панели, а также соответствующей схемотехнической

составляющей, обеспечивающей корректную работу каждого из участков схемы), создание проекта печатной платы, трассирование, ее производство и монтаж компонентов.

Для обоснованного выбора ионистора и солнечной панели необходимо создание адекватной математической модели процесса заряда ионистора от солнечной панели с учетом данных инсоляции по конкретным регионам, где предполагается размещение узлов БСС с возможностью подзарядки.

Приведенный в статье алгоритм зарядки позволит при любых условиях работы солнечной панели с наивысшей эффективностью аккумулировать и потреблять энергию в электрическом виде, необходимую для нормальной работы узла БСС. В дальнейшем планируется создать математическую модель процесса заряда ионистора от солнечной панели с учетом нелинейности параметров его внутреннего сопротивления, вольт-амперной характеристики, а также с учетом анализа усредненных данных инсоляции солнечного света по регионам России.

Литература

1. Панкрайшин А. Ионисторы Panasonic: Физика, принцип работы, параметры // Компоненты и технологии. 2006. № 9. С. 12–17.
2. Dargie W, Poellabauer C. Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice. [S. l.]: Wiley Series, 2011.
3. Ghazanfari A., Hamzeh M., Mokhtari H., Karimi H. Active Power Management of Multi-hybrid Fuel Cell/Supercapacitor Power Conversion System in a Medium Voltage Microgrid // IEEE Transactions on Smart Grid. 2012. Vol. 3, issue 4. P. 1903–1910.
4. Halper M.S., Ellenbogen J.C. Supercapacitors: A Brief Overview. McLean: Mitre, 2006.
5. Kansal A., Hsu J., Zahedi S., Srivastava M.B. Power Management in Energy Harvesting Sensor Networks // ACM Transactions on Embedded Computing Systems. 2007. Vol. 6. P. 32–38.
6. Ovshinsky S., Fetcenko M., Ross J. A Nickel Metal Hydride Battery for Electric Vehicles // American Association for the Advancement of Science. 1997. Vol. 260, issue 5105. P. 179–181.
7. Simjee E, Chou P.H. Everlast: Long-Life, Supercapacitor-Operated Wireless Sensor Node. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.446.3345&rep=rep1&type=pdf> (date of the application: 22.01.2020).
8. Smith D.F., Gucinski J. Synthetic Silver Oxide and Mercury-Free Zinc Electrodes for Silver-Zinc Reserve Batteries // Journal of Power Sources. 1999. Vol. 80, issues 1–2. P. 66–71.
9. Zhang S., Xu K., Jow T. Electrochemical Impedance Study on the Low Temperature of Li-Ion Batteries // Electrochimica Acta. 2003. Vol. 49, issue 7, 15. P. 1057–1061.
10. Zhang Y., Yang H. Modeling and Characterization of Supercapacitors for Wireless Sensor Network Applications // School of Electrical and Computer Engineering. 2010. Vol. 196. P. 4128–4135.

Literatura

1. Pankrashin A. Ionistory Panasonic: Fizika, printsip raboty, parametry // Komponenty i tekhnologii. 2006. № 9. S. 12–17.
2. Dargie W, Poellabauer C. Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice. [S. l.]: Wiley Series, 2011.
3. Ghazanfari A., Hamzeh M., Mokhtari H., Karimi H. Active Power Management of Multi-hybrid Fuel Cell/Supercapacitor Power Conversion System in a Medium Voltage Microgrid // IEEE Transactions on Smart Grid. 2012. Vol. 3, issue 4. P. 1903–1910.

Артюшкин А.Б., Куксенко М.А., Пантенков А.П. Экономное кодирование как метод...

4. Helper M.S., Ellenbogen J.C. Supercapacitors: A Brief Overview. McLean: Mitre, 2006.
5. Kansal A., Hsu J., Zahedi S., Srivastava M.B. Power Management in Energy Harvesting Sensor Networks // ACM Transactions on Embedded Computing Systems. 2007. Vol. 6. P. 32–38.
6. Ovshinsky S., Fetcenko M., Ross J. A Nickel Metal Hydride Battery for Electric Vehicles // American Association for the Advancement of Science. 1997. Vol. 260, issue 5105. P. 179–181.
7. Simjee F., Chou P.H. Everlast: Long-Life, Supercapacitor-Operated Wireless Sensor Node. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.446.3345&rep=rep1&type=pdf> (date of the application: 22.01.2020).
8. Smith D.F., Gucinski J. Synthetic Silver Oxide and Mercury-Free Zinc Electrodes for Silver-Zinc Reserve Batteries // Journal of Power Sources. 1999. Vol. 80, issues 1–2. P. 66–71.
9. Zhang S., Xu K., Jow T. Electrochemical Impedance Study on the Low Temperature of Li-Ion Batteries // Electrochimica Acta. 2003. Vol. 49, issue 7, 15. P. 1057–1061.
10. Zhang Y., Yang H. Modeling and Characterization of Supercapacitors for Wireless Sensor Network Applications // School of Electrical and Computer Engineering. 2010. Vol. 196. P. 4128–4135.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.01.P.043

УДК 621.396

А.Б. Артюшкин, М.А. Куксенко, А.П. Пантенков

ЭКОНОМНОЕ КОДИРОВАНИЕ КАК МЕТОД
ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ
В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Оцениваются возможности применения экономных кодов в каналах передачи телеметрической информации. Рассматриваются вопросы, связанные с подготовкой и приведением телеметрических данных к виду, обеспечивающему наиболее эффективное их использование, а также предлагаются принципы построения и логическая структура группового телеметрического сигнала, обеспечивающие возможность передачи кодированной информации.

Ключевые слова: экономное кодирование, код Хаффмана, групповой телеметрический сигнал, сжатие данных, телеметрируемые параметры.

A.B. Artyshkin, M.A. Kyksenko, A.P. Pantakov

ECONOMICAL CODING AS A METHOD
OF INCREASING THE SPEED OF INFORMATION
TRANSMISSION IN TELEMETRY SYSTEMS

The article evaluates the possibilities of using economical codes in telemetry information transmission channels. We consider the problems of preparing telemetry data and their bringing to the form that would ensure the most effective use thereof. We suggest the principles of forming a group telemetry signal and its logical structure to provide the ability to transfer the coded information.

Keywords: economical coding, Huffman code, group telemetry signal, data compression, telemetry parameters.