

უწყვეტი ელექტრომომარაგების სისტემები სამხედრო შეიარაღებისა და ობიექტებისთვის

გელა ჯავახიშვილი
თექნიკური მეცნიერების დოქტორი, პროფესორი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
ენერჯეტიკის ფაკულტეტი

აბსტრაქტი

სტატიაში განხილულია სამხედრო შეიარაღებისა და ობიექტების უწყვეტი ელექტრომომარაგების საკითხები მიკროქსელის დონეზე. წარმოდგენილია სხვადასხვა დანიშნულების, დიზაინის, ძაბვის, ენერგოტევადობის და სიმძლავრის ელექტროენერჯის მაგროვებელი მოწყობილობები - ბატარეის მოდულები, რომლებიც დაფუძნებულია ლითიუმ-იონურ ბატარეებზე. თანამედროვე ბატარეის მოდულების ანალიზი სხვადასხვა დიზაინის ავტონომიური ელექტროსადგურებისთვის მობილური და სტაციონარული მიზნებისთვის, განსხვავებული ნომინალური სიმძლავრით, ძაბვით და ენერგოტევადობით. ენერჯის მაგროვებლის სისტემის კონტროლერი მართვის სისტემასა და მომხმარებლის კონტროლის სისტემას შორის, რომელიც მხარს უჭერს აპლიკაციის კონკრეტულ მოთხოვნებს, როგორცაა სიბშირის რეგულირება, განახლებადი ენერჯის წყაროების გაძლიერება, დატვირთვის გადართვას ან სისტემის წინაშე წამოყენებული მოთხოვნებს. ენერჯის შენახვის კონტროლის სისტემების საუკეთესო პრაქტიკა გვკარნახობს, რომ ისინი იყოს მოდულური და მასშტაბირებადი.

საკვანძო სიტყვები: ბატარეის მოდული, ელექტრომომარაგება, ელექტროენერჯის მაგროვებელი, მიკროქსელი, ენერგოტევადობა, უწყვეტი კვების წყარო.

Uninterruptible power supply systems for military armaments and facilities

Gela Javakhishvili
Doctor of Science, Professor,
Georgian Technical University,
Faculty of Power Engineering

Abstract

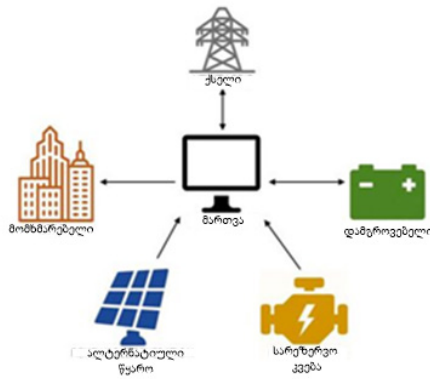
The article deals with the issues of uninterrupted power supply of military weapons and objects at the level of microgrids. Presented are energy storage units - battery modules, of various purposes, design, voltage, energy intensity and power, based on lithium-ion batteries. Analysis of modern battery modules for autonomous power plants of different designs for mobile and stationary purposes, with different rated voltage and power. An energy storage system controller between the battery management system and the electric consumer control system and supports specific application requirements like frequency regulation, renewable firming, load shifting, or demands made to the system. Best practices for energy storage control systems dictate that they are modular and scalable.

Key words: Battery module, Power supply, Electric energy storage, Microgrid, Energy intensity, Uninterruptible power supply

თანამედროვე პირობებში სამხედრო შეიარაღებისა და ობიექტების ელექტროენერგიით უზრუნველყოფა წარმოადგენს საკმაოდ მნიშვნელოვან საკითხს და კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება კონფლიქტური სიტუაციებისას, რადგან ამ დროს მკვეთრად იზრდება ელექტროენერგიის მომარაგების შეფერხების ალბათობა, რაც თავის მხრივ მოითხოვს სხვადასხვა ენერგოტექნოლოგიის და სიმძლავრის ელექტროენერგიის შესანახი მოწყობილობების გამოყენებას.

აქედან გამომდინარე უკანასკნელ პერიოდში სულ უფრო მეტად იზრდება მოთხოვნები უწყვეტი ელექტრომომარაგების სისტემებზე, უწყვეტი კვების წყაროს სისტემების განახლებადი ენერგიის წყრობთან ინტეგრაციის მიმართ ინტერესის ზრდასთან ერთად, უწყვეტი კვების წყაროს მანანსილებელი სისტემები შეიძლება იყოს შესაფერისი გამოსავალი მიკრო ქსელებში ენერგიის შესანახად (Josep M. Guerrero, Lijun Hang and Javier Uceda. 2008).

მიკროქსელი (ნახ.1) - არის სისტემა, სადაც ადგილზე ერთდროულად ხდება ელექტროენერგიის გამომუშავება და შენახვა, რომელიც უზრუნველყოფს ელექტრომომხმარებლის საიმედო მომარაგებას, მიუხედავად იმისა დაკავშირებულია თუ არა მთავარ ელექტროქსელთან. მიკროქსელები უზრუნველყოფენ ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას და საიმედოობას. მიკროქსელები შეიძლება დაპროგრამდეს სხვადასხვა პარამეტრებით, რათა მაქსიმალურად დაიზოგოს ხარჯები, შენარჩუნდეს დაბალი ენერგიის მოთხოვნილება, იმუშაოს მთავარი ქსელისგან დამოუკიდებლად (www.hsgs.solar/microgrids 03.11.2021).



ნახ.1 მიკროქსელის სქემა

ენერგიის მაგროვებლის სისტემის კონტროლერი არის ინტერფეისი ბატარეების მართვის სისტემასა და მომხმარებლის კონტროლის სისტემას შორის და მხარს უჭერს აპლიკაციის კონკრეტულ მოთხოვნებს, როგორცაა, სიხშირის რეგულირება, განახლებადი ენერგიის წყაროების გაძლიერება, დატვირთვის გადართვა ან სისტემისადმი წაყენებული მოთხოვნები. ენერგიის შენახვის კონტროლის სისტემების საუკეთესო პრაქტიკა გვკარნახობს, რომ ისინი მოდულური და მასშტაბირებადი უნდა იყოს. ენერგიის შენახვის სისტემის კონტროლერს, როგორც წესი, სჭირდება უნარი იფუნქციონიროს როგორც ქსელთან დაკავშირებულ, ასევე ავტონომიურ რეჟიმში. მართვის სისტემებმა უნდა უზრუნველყონ ცვლადი პროცესების მონიტორინგი (www.imia.com.Battery-Storage 03.11.202).

მიკროქსელებში შეიძლება ეფექტურად იქნას გამოყენებული უწყვეტი კვების წყაროს სისტემები, რომლებიც ხასიათდებიან გაზრდილი სიმძლავრით და დენის ორმაგი კონვერტაციით. გამოყენების არეალიდან გამომდინარე, ხშირად საჭიროა კომპრომისი მწარმოებლურობის სხვადასხვა პარამეტრებს შორის, როგორცაა - ენერგია, სიმძლავრე, მომსახურების ვადა, ღირებულება, უსაფრთხოება და გარემოზე ზემოქმედება, რაც დაკავშირებულია ნივთიერებების ქიმიური შემადგენლობის სერიოზულ პრობლემებთან (Arumugam Manthiram 2017).

ენერგიის სტაბილურად მზარდი მოთხოვნილების და დაბინძურების შემცირებასთან დაკავშირებით კონსენსუსის გათვალისწინებით, ადამიანებმა დიდი ყურადღება დაუთმეს მზის, ქარის, მოქცევის, ლითიუმ-იონური ბატარეების და თბური ელემენტების ენერგიის განვითარებას. უპირატესობებმა, როგორცაა ენერგიის მაღალი სიმკვრივე, გარემოს ნაკლები დაბინძურება, სტაბილური მუშაობა და ექსპლუატაციის გრძელი ვადა, ბევრ ალტერნატივასთან შედარებით, ლითიუმ-იონური ბატარეები ელექტროენერგიის დომინანტურ წყაროებად აქცია (Dongxu Ouyang at al. 2019).

მსოფლიოს წამყვანი მწარმოებლები აწარმოებენ სხვადასხვა კონსტრუქციული შესრულების საბაზისო ბატარეის მოდულების ფართო სპექტრს ავტონომიური ენერგეტიკული დანადგარებისათვის, განსხვავებული

ნომინალური სიმძლავრით, ძაბვით და ენერგოტევადობით. განსაკუთრებით დიდი ენერგომოცულობის ელექტროენერჯის მაგროვებლების ანყობისას, სხვადასხვა დიზაინის დიდი ენერგოტევადობის ან სიმძლავრის ლითიუმ-იონური ბატარეები ყველაზე შესაფერისია მაგისტრალურ-მოდულური პრინციპის მიხედვით აგებულ ელექტროტექნიკურ მოდულებში გამოსაყენებლად. საბაზისო ბატარეის მოდულების და მაგისტრალურ-მოდულური პრინციპის გამოყენებით იქმნება ელექტრული ენერჯის მაგროვებლები საჭირო ენერგოტევადობით, სიმძლავრით და ძაბვით.

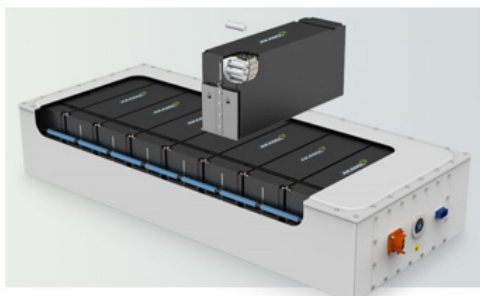
ბატარეის მოდულის კონსტრუქცია მოიცავს მიმდევრობით და/ან პარალელურად დაკავშირებულ ლითიუმ-იონურ ბატარეებს, მართვისა და კონტროლის სისტემას. ბატარეის მოდულის კონსტრუქციაში შეიძლება გათვალისწინებული იქნას ჰაერით ან სითხით გაგრილება. ამ უკანასკნელს ძირითადად იყენებენ დიდი სიმძლავრის ბატარეის მოდულების წარმოებაში, ამასთან შესაძლებელია გათბობის სისტემის გამოყენება, დაბალ ტემპერატურაზე მუშაობისთვის.

სისტემის დონეზე ენერჯის ძალიან მაღალი სიმკვრივის და კომპაქტური თხევადი გაგრილების სისტემის გამო, AKASOL ბატარეის სისტემები (ნახ. 2). ძალიან მცირე ადგილს იკავებს და ძალიან ცოტა სითბოს გამოყოფს. ეს იდეალური წინაპირობებია, ბატარეის მაღალი სიმძლავრის გამომუშავებისთვის უსაფრთხო, საიმედო და გრძელვადიანი მუშაობისთვის (www.akasol.com 03.11.2021).



ნახ. 2. Akasol ბატარეის მოდული თხევადი გაგრილების სისტემით

AKASystem CYC ულტრა მაღალი ენერჯის ბატარეის სისტემა იყენებს ახალ ცილინდრულ ბატარეის მოდულებს ენერჯის ძალიან მაღალი სიმკვრივით. ის საიმედო და მასშტაბირებადია და კვტ/სთ-ზე შექმნის ღირებულება შედარებით დაბალია. იმასთან შედარებით, რასაც თანამედროვე ტექნოლოგია იძლევა, ეს ახალი ტექნოლოგია ელექტრომობილებს საშუალებას მისცემს გაზარდონ მათი დიაპაზონი 60 პროცენტზე მეტით. ეს სისტემა განკუთვნილია შორ მანძილზე სატვირთო მანქანებით გადაადგილებისათვის (www.akasol.com 03.11.2021).



ნახ.3 AKASystem CYC ულტრა მაღალი ენერჯის ბატარეის სისტემა

ბატარეის მოდულის ნომინალური ძაბვა უნდა შეირჩეს ექსპლუატაციის პირობებიდან და განისაზღვრება მიმდევრობით მიერთებული ბატარეების რაოდენობით. ბატარეის მოდულის ენერგოტევადობის საჭირო მნიშვნელობა მიიღწევა საბაზო ბატარეის ელექტრული ტევადობის მნიშვნელობის ან/და პარალელურად დაკავშირებული ბატარეების რაოდენობის შერჩევით. სიმძლავრე და სპეციფიკური ენერჯია განისაზღვრება გამოყენებული ბატარეების ტიპის მიხედვით. ბატარეის მოდულის დასაკომპლექტებლად, განმუხტვის სიჩქარის მოთხოვნებიდან გამომდინარე, გამოიყენება შესაბამისი ენერჯის ან სიმძლავრის ბატარეები.

ნახ.4-ზე წარმოდგენილია Flex'ion™ Gen2 ბატარეა, რომელიც ადგენს ახალ სტანდარტს უწყვეტი კვების სისტემებისათვის. მე-2 თაობის ლითიუმ-იონური ბატარეების სისტემა უზრუნველყოფს 220 კვტ-მდე სიმძლავრეს თითოეული კარადაზე, რაც აკმაყოფილებს მაღალი სიმძლავრის საჭიროებას. ეკოლოგიური,

Flex'ion™ Gen2 მუშაობს მაღალ ტემპერატურაზე (+350C), რაც უზრუნველყოფს ელექტროენერჯის და წყლის მნიშვნელოვან დაზოგვას. ლითიუმ-იონური სუპერტოვადატის ტექნოლოგია უზრუნველყოფს უსაფრთხოებას უმაღლეს დონეზე (www.saftbatteries.com/products 03.11.2021).



ნახ. 2. Flex'ion™ Gen 2 მაღალი სიმძლავრის ლითიუმ-იონური ბატარეა

ტექნიკური მახასიათებლები: ენერჯის დიაპაზონი: 4 - 325 კვტ/სთ; სიმძლავრის დიაპაზონი: 0,05 - 4,2 მგვტ; განმუხტვის სიმძლავრე: 185 კვტ, ნომინალური მუდმივი ძაბვა 480 ვ; განმუხტვის მუდმივი დენი: 400 A (უნყვეტი); მაქსიმალური განმუხტვის დენი: 500 A (10 წამი); გარემოს ტემპერატურა -20°C - +35°C-მდე; მ.ქ.კ. 97%.

ძალზე მნიშვნელოვანია უნყვეტი კვების სისტემების დიზაინებში დაბალი ღირებულების, მაღალი ეფექტიანობისა და საიმედოობის მიღწევა, ამავე დროს ელექტროენერჯის ხარისხის სტანდარტების დაცვა (დამოკიდებულება სიმძლავრის კოეფიციენტის მახასიათებელსა და შემავალი დენის ჰარმონიული დამახინჯებას შორის) (Nimrod Vázquez at al. 2002)

უნყვეტი კვების სისტემების წამყვანი მწარმოებლები, როგორცაა, ABB, Active Power, Alpha, CE+T NextGen, Eaton, Toshiba, Schneider Electric და სხვა, გთავაზობენ ყოვლისმომცველ პროდუქციას გლობალურად აღიარებულ, ტექნოლოგიურად მოწინავე, ხარისხიანი ელექტროენერჯის უზრუნველყოფად გადანყვეტილებებს, სიმძლავრით 100 ვა-დან რამოდენიმე მეგავატამდე, ერთფაზა და სამფაზა, 3 წუთიდან რამდენიმე საათამდე მუშაობის დროით, უნყვეტი კვების მრავალფეროვან სისტემებს, კრიტიკულად საჭირო ინფრასტრუქტურის დაცვისათვის და მაღალ ხელმისაწვდომობას უზრუნველყოფენ დაბალი ღირებულებით (www.power-solutions.com/ups 03.11.2021).

სამხედრო შეიარაღებისა და ობიექტებისათვის საჭიროა ისეთი მრავალფუნქციური ელექტრომომარაგების მოდულების შექმნა, რომლებიც საშუალებას იძლევა ელექტრომომხმარებლებს მიაწოდონ როგორც მუდმივი, ისე ცვლადი დენი. უნყვეტი კვების სისტემებში, სხვადასხვა დიაპაზონის ენერგოტევადობის, სიმძლავრისა და ძაბვის ელექტროენერჯის მაგროვებელი მონოციკლოების შესაქმნელად ლითიუმ-იონურ ბატარეებზე დაფუძნებული საბაზისო მოდულური პრინციპის გამოყენება, ამჟამად არის ყველაზე პროგრესული და ფართოდ გამოყენებული გადანყვეტა სტაციონარული და მობილური გამოყენებისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

Arumugam Manthiram. An Outlook on Lithium Ion Battery Technology. ACS Central Science 3, (2017):1063-1069.

Dongxu Ouyang, Mingyi Chen, Que Huang, Jingwen Weng, Zhi Wang, Jian Wang. A Review on the Thermal Hazards of the Lithium-Ion Battery and the Corresponding Countermeasures. Applied Sciences. 2019, 9, 2483.

<https://www.akasol.com/en/akasystem-akm-cyc> 03.11.2021.

<https://www.akasol.com/en/battery-systems> 03.11.2021.

<http://www.hsgs.solar/microgrids.html> 03.11.2021

<https://www.imia.com/wp-content/uploads/2020/01/IMIA-WGP-112-19-Battery-Storage> 03.11.2021

<https://www.power-solutions.com/ups> 03.11.2021

<https://www.saftbatteries.com/products> 03.11.2021

Josep M. Guerrero, Lijun Hang and Javier Uceda. Control of Distributed Uninterruptible Power Supply Systems. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume: 55, Issue: 8, Aug. (2008): 2845-2859.

Nimrod Vázquez, Carlos Aguilar, Jaime Arau, Ramón O. Cáceres, Ivo Barbi, Jaime Alvarez Gallegos. A Novel Uninterruptible Power Supply System With Active Power Factor Correction, IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 17, NO. 3, MAY (2002):405-412.