

# Militarne systemy fotowoltaiczne

Marcin Szczepaniak, Stanisław Maleczek

## 1. Wstęp

Zainteresowanie pozyskiwaniem energii z tego praktycznie niewyczerpanego źródła, jakim jest światło słoneczne [1], jest widoczne zarówno ze strony odbiorców indywidualnych, wielkich przedsiębiorstw, jak również wśród odbiorców militarnych [2]. Ogniwa wytwarzane [3] są obecnie przede wszystkim na bazie krzemu. Głównym czynnikiem warunkującym możliwości zastosowania ogniw fotowoltaicznych w danym systemie jest jego sprawność, decydująca o parametrach energetycznych paneli słonecznych. Możliwość zastosowania systemów fotowoltaicznych dla potrzeb wojska wymusza spełnienie również innych znaczących wymagań, m.in. maskowania, odporności na warunki środowiskowe, wymiarów i masy.

Urządzenia elektroniczne stały się podstawą wyposażenia nowoczesnych armii. Wiele z tych urządzeń stanowi część mobilnego wyposażenia zarówno urządzeń, jak i pojedynczego żołnierza. Konieczność stałego zasilania ich energią elektryczną daje kierunek rozwoju alternatywnych źródeł energii elektrycznej [4]. Baterie słoneczne mogą być stosowane jako awaryjne lub podstawowe źródło zasilania w miejscach o ograniczonej infrastrukturze energetycznej. Wykorzystanie ich podczas operacji militarnych w terenie zapewni pełną sprawność pododdziałów w przypadku braku dostępu do innych źródeł zasilania, zachowując jednocześnie ciszę na polu działań.

## 2. Zastosowania fotowoltaiki w wojsku

W ramach prac wykonywane zostały następujące urządzenia:

- system zasilający środki sygnalizacyjne;
- system zasilający pojedynczego żołnierza;
- system zasilający bojowe środki;
- system zasilający bezobsługową kamerę;
- autonomiczny system zasilania – polowa elektrownia słoneczna.

Wyżej wymienione zestawy wykonano we współpracy z Instytutem Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN, który jest producentem wykorzystywanych paneli słonecznych, jak również z Wojskowymi Zakładami Łączności nr 2, które dysponują doświadczeniem w produkcji sprzętu dla wojska.

## 3. Założenia techniczne i wykonanie

### 3.1. System zasilający środki sygnalizacyjne

Urządzenia w postaci tabliczki informacyjnej ze znakami widocznymi w ciemności, mającymi ostrzegać przez wejściem na oznakowany teren. Urządzenie ma się charakteryzować długotrwałą pracą przy zasilaniu z wbudowanych akumulatorów, których energia powinna być uzupełniana z baterii fotowoltaicznej. Konstrukcja ma być zwarta, umożliwiająca łatwe

**Streszczenie:** Długotrwałe operacje militarne (również podczas misji zagranicznych) na otwartej przestrzeni niosą ryzyko zaniku zasilania urządzeń militarnych, uzasadnione jest więc wykorzystanie tego typu alternatywnych źródeł energii. Wymienione zalety powodują, że konwencjonalne źródła prądu (np.: zespoły prądotwórcze) w określonych przypadkach mogą być zastępowane przez źródła alternatywne, co zostało omówione w pracy.

Niniejsza praca przedstawia zastosowanie baterii słonecznych w Siłach Zbrojnych RP. Przedstawione zostały prototypowe źródła zasilania wykonane w Wojskowym Instytucie Techniki Inżynierskiej na bazie ogniw produkowanych w kraju przez Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN.

Opracowano koncepcję nowych modeli solarnych dla Sił Zbrojnych i ustalono perspektywy działań na najbliższe lata.

Słowa kluczowe: solarny system zasilania, panele fotowoltaiczne, odnawialne źródła energii

### MILITARY PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

**Abstract:** Long-term military operations (including foreign missions) in the open carry a risk of loss of power to the military, so it is reasonable to use this type of alternative energy sources. These advantages make conventional power sources (eg.: generators) may in certain cases be replaced by alternative sources, as discussed in the work.

This paper presents application of solar cells in the Polish Armed Forces. They presented a prototype power source made at the Military Institute of Technical Engineering on the basis of cells produced in the country by the Institute of Metallurgy and Materials Science.

They developed the concept of new models of solar systems for the Armed Forces and determined prospects for the coming years.

Keywords: solar power system, photovoltaic panels, renewable energy sources

przenoszenie i przechowywanie. Do podświetlenia tabliczki informacyjnej wybrano diody LED wraz ze sterownikiem. Układ ten zbudowano w oparciu o regulator, który steruje ładowaniem akumulatora z baterii fotowoltaicznej oraz pracą diody LED w zależności od natężenia oświetlenia zewnętrznego. Ponieważ możliwa jest dowolna lokalizacja urządzenia

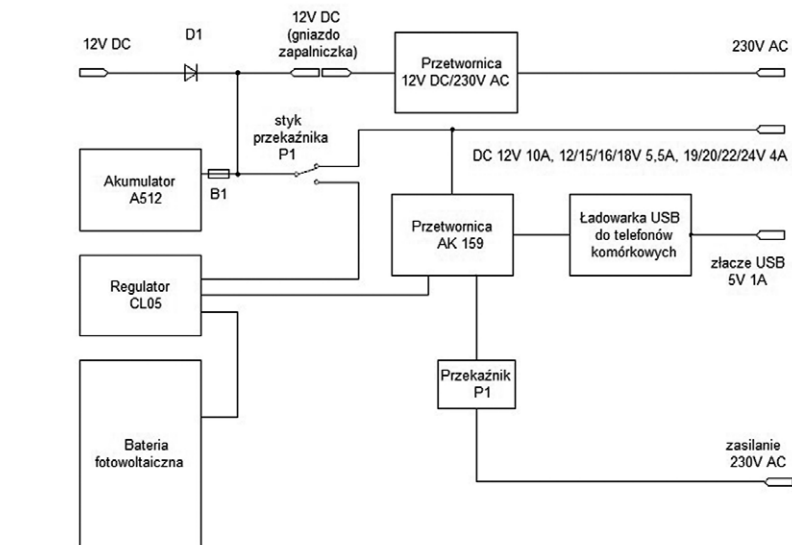


Rys. 1. Demonstrator systemu zasilania środków sygnalizacyjnych

w terenie, przewidziano możliwość regulacji położenia baterii fotowoltaicznej względem Słońca. Ze względów konstrukcyjnych wyróżniono pięć podstawowych pozycji baterii w płaszczyźnie pionowej, ustalanych dokręceniem śrub regulacyjnych.

### 3.2. System zasilający pojedynczego żołnierza

System zapewnia zasilanie różnorodnych urządzeń elektrycznych będących na wyposażeniu żołnierza i stanowi rodzaj przenośnej stacji zasilania wykorzystywanej w przypadku braku innych źródeł energii elektrycznej. Podstawą systemu ma być akumulator ładowany przy pomocy baterii słonecznej oraz innych aktualnie dostępnych źródeł energii elektrycznej. System wyposażony jest w komplety wymiennych końcówek do laptopów i telefonów komórkowych oraz przetwornicę dostarczającą napięcia stałego o różnych wartościach, od 12 do 24 V. W razie potrzeby akumulator systemu doładowywany jest z sieci 230 V lub z akumulatora samochodowego 12 V. Bateria fotowoltaiczna wykonana jest z ogniw krzemu monokrystalicznego, jest składana, a moc jej przy dobrym oświetleniu światłem słonecznym wynosi około 12–15 W. Demonstrator składa się z obudowy mieszczącej urządzenia elektroniczne. Ponieważ urządzenia takie zasilane są różnymi napięciami poprzez rozmaite złącza, zastosowano uniwersalną przetwornicę AK-159, przetwarzającą napięcie 12 V DC (lub 230 V AC) na napięcie stałe 12–24 V zmieniające skokowo przełącznikiem co 2 V, oraz dodatkowo napięcie 5 V do ładowania telefonów komórkowych poprzez złącze USB.



Rys. 2. Schemat blokowy systemu zasilania pojedynczego żołnierza

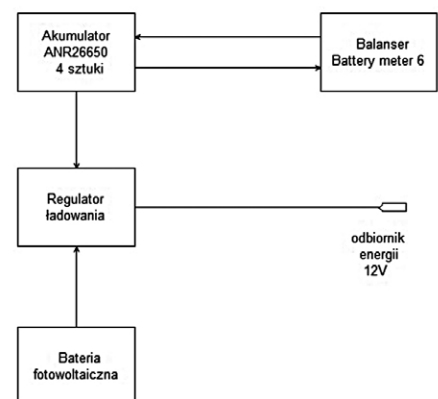
### 3.3. System zasilający środki bojowe

Wykorzystana została bateria fotowoltaiczna zbudowana z dwóch połączonych szeregowo sekcji po 20 ogniw. Do pracy buforowej z baterią fotowoltaiczną użyto baterii akumulatorów nanofosfatowych LiFePo<sub>4</sub>, które charakteryzują się dużą odpornością na skrajne warunki klimatyczne, mogą pracować w zakresie temperatur od 40°C do +75°C, są trwałe i bezpieczne oraz nie posiadają efektu pamięciowego. W celu zapewnienia poprawnej współpracy baterii fotowoltaicznej z akumulatorem zastosowano regulator napięcia, który steruje procesem ładowania akumulatora, a także zabezpiecza akumulator przed przeładowaniem bądź nadmiernym rozładowaniem. Rozwiązanie konstrukcyjne obudowy zabezpiecza, w czasie transportu lub przechowywania, powierzchnie baterii słonecznych przed uszkodzeniem. Rozkładana (w formie książki) metalowa obudowa pozwala powiększyć powierzchnię baterii słonecznej przy zachowaniu małych rozmiarów obudowy w stanie złożonym.

Demonstrator wyposażony został w bezpiecznik chroniący akumulator przed uszkodzeniem, gniazdo rezerwowego doładowania akumulatora, układ sygnalizacji stanu regulatora oraz kabel umożliwiający pobieranie energii elektrycznej.



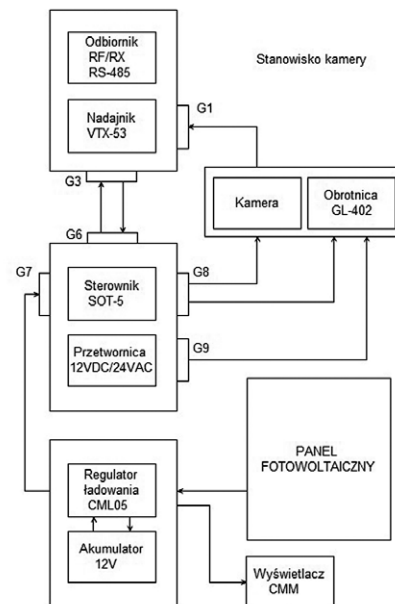
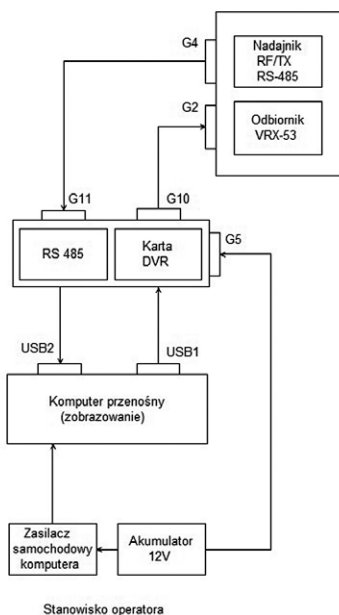
Rys. 3. Demonstrator systemu zasilania pojedynczego żołnierza



Rys. 4. Schemat blokowy systemu zasilania środków bojowych



Rys. 5. Demonstrator systemu zasilania środków bojowych



Rys. 6. Schematy stanowisk kamery i operatora

### 3.4. System zasilający kamerę bezobsługową

Kompletny system zasilania bezobsługowej kamery składa się z dwóch stanowisk: stanowiska kamery oraz stanowiska operatora.

Stanowisko bezobsługowej kamery zasilanej z systemu fotowoltaicznego zawiera:

- wózek, który jest wyposażony w maszt, uchwyty umożliwiające przytwierdzenie baterii fotowoltaicznej oraz skrzynię służącą jako miejsce przechowywania aparatury (na czas transportu);
- maszt posiadający uchwyty do mocowania: kamery, mechanizmu obrotowego oraz urządzeń radiowych;
- skrzynię, w której powinny znajdować się akumulatory oraz układ regulatora sterującego procesem ładowania akumulatora z baterii fotowoltaicznej.

Do masztu przymocowana jest kamera CCD z obrotnicą GL-402 oraz urządzeniem antenowym i układem sterowania obrotnicą. Na okres transportu lub przechowywania kamera z obrotnicą i osprzętem są demontowane z masztu i umieszczane w skrzyni transportowej. Stanowisko kamery lokalizuje się w terenie, na którym wymagana jest obserwacja, a nie ma możliwości wykorzystania zasilania z sieci 230 V. Stanowisko operatora (komputer przenośny wraz z osprzętem) umieszcza się w miejscu, gdzie prowadzona będzie obserwacja monitorowanego obszaru. Odległość od stanowiska kamery może wynosić do 300 m w terenie otwartym bez sterowania



Rys. 7. Rozłożona bateria fotowoltaiczna dla stanowiska kamery bezobsługowej

ruchem kamery lub do 100 m z przesyłaniem sygnału sterownia. Dla przesłania sygnału sterującego ruchem kamery wykorzystano tor radiowy pracujący na częstotliwości 868 MHz, przesyłający dane RS485 z prędkościami 2400, 4800 lub 9600 bps. Natomiast do transmisji obrazu z kamery wykorzystano tor radiowy umożliwiający przesyłanie informacji wideo na odległość do około 100 m.

Bateria fotowoltaiczna, umieszczona na skrzyni transportowej, zbudowana jest z 3 sekcji ogniów z krzemu monokryształicznego o wymiarach 5 × 5 cm, po 36 ogniów w sekcji.



Rys. 8. Kamera z obrotnicą GL-402

### 3.5. Autonomiczny system zasilania – polowa elektrownia słoneczna

Elektrownia składa się z systemu 10 paneli fotowoltaicznych, zespołu prądotwórczego, zestawu regulatorów, falowników i akumulatorów oraz przyczepy transportowej. Dedykowany, specjalnie wykonany dla elektrowni zespół prądotwórczy (rys. 10) jest źródłem energii elektrycznej w przypadku braku światła słonecznego i rozładowania się akumulatorów systemu.

Elektrownia ta przeznaczona jest do zasilania: stanowisk dowodzenia, węzłów łączności, szpitali polowych



Rys. 9. Panel fotowoltaiczny przewoźnego systemu zasilania

itp. W związku z powyższym docelowa moc paneli słonecznych jest na poziomie 2 kW. System jest zainstalowany na przyczepie, na której znajduje się układ przetwarzania energii wraz z zespołem prądotwórczym [5, 6].

#### 4. Podsumowanie

Zastosowanie baterii słonecznych w wojsku daje możliwość korzystania z niewyczerpalnego źródła energii elektrycznej, jakim jest energia słoneczna w obszarach o silnym nasłonecznieniu. Ponieważ długotrwałe operacje militarne (również podczas misji zagranicznych) na otwartej przestrzeni niosą ryzyko zaniku zasilania urządzeń militarnych, uzasadnione jest wykorzystanie tego typu alternatywnych źródeł energii. Innym przykładem implementacji mogą być autonomiczne i bezobsługowe systemy obserwacyjne lub ochronny



Rys. 10. Zespół prądotwórczy polowej elektrowni słonecznej

zasilane z akumulatorów. Wykorzystanie baterii słonecznych daje możliwość ich ładowania, minimalizując konieczność bezpośredniej ingerencji czynnika ludzkiego, a także eliminuje konieczność uruchamiania głośnych zespołów prądotwórczych. Niewątpliwie obiecujące staje się zastosowanie nowoczesnych, funkcjonalnych powłok dla ogniw fotowoltaicznych opartych o przezroczyste tlenki półprzewodnikowe. Temu zagadnieniu będą poświęcone dalsze prace w WITI we współpracy z Politechniką Wrocławską i Instytutem Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN. W dalszym etapie prac badania powinny skupiać się nad możliwością udoskonalenia wykonanych zestawów. W szczególności z punktu widzenia zastosowania w wojsku interesujące są zagadnienia dotyczące maskowania i polepszenia parametrów elektrycznych.

#### Literatura

- [1] JOSHUA M. PEARCE: *Industrial symbiosis of very large-scale photovoltaic manufacturing*. „Renewable Energy” 33/2008.
- [2] SOLER-BIENTZ R., RICALDE-CAB L.O.: *Developing a mobile alone photovoltaic generator*. „Energy Conversion and Management” 47/2006.
- [3] BÄCHLER M.: *Thin future – outlook for grid-connected PV systems in Europe*. „Renewable Energy World” 4/2006.
- [4] MAŁECZEK S.: *Zastosowanie baterii słonecznych w Siłach Zbrojnych RP*. Inżynieria Wojskowa – problemy i perspektywy, WSOWL, Wrocław 2008.
- [5] SZCZEPANIAK M.: *Hybrydowe źródło zasilania elektrycznego urządzeń wspomagających akcje ratownicze i ewakuację*. „Elektronika” 7/2013.
- [6] WOJCIECHOWSKI A.: *Akumulatory litowo-fosfatowe – możliwości wykorzystania w technice wojskowej*. Inżynieria Wojskowa – Problemy i perspektywy, Konferencja Naukowo-Techniczna WITI 2013, Wrocław 2013.

dr inż. Marcin Szczepaniak  
dr inż. Stanisław Małeczek  
Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej

artykuł recenzowany

reklama

reklama