

**inż. Bogdan Chojnacki**  
**inż. Paweł Godlewski**  
**mgr inż. Ryszard Kobus**

Zakład Zastosowań Technik Łączności Elektronicznej (Z-10)  
Instytut Łączności - Państwowy Instytut Badawczy (IŁ-PIB)

# Ocena sprawności baterii akumulatorów

Streszczenie

W artykule przedstawiono przyczyny przyspieszonego zużycia baterii VRLA, metody oceny stopnia ich zużycia oraz „rodzinę” nowoczesnych urządzeń TBA-IŁ przeznaczonych do badania stanu i pojemności baterii w obiektach telekomunikacyjnych. Obecnie, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka jest konstruowane najnowsze urządzenie TBA160-IŁ.

## 1 Wstęp

Od systemów telekomunikacyjnych wymaga się ciągłej i bezawaryjnej pracy nawet w razie awarii sieci elektroenergetycznej. Dlatego też siłownie prądu stałego obiektów telekomunikacyjnych mają rezerwowe źródło energii, zapewniające urządzeniom telekomunikacyjnym ciągłość zasilania. Zazwyczaj takim źródłem są baterie akumulatorów o znamionowym napięciu 48 V, wspierane stacjonarnym lub przewoźnym agregatem prądotwórczym.

W celu uzyskania możliwości efektywnej kontroli baterii VRLA Instytut Łączności realizuje aktualnie projekt pt „Nowa generacja urządzenia do kontroli baterii VRLA telekomunikacyjnych systemów zasilających”. Projekt ten uzyskał dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Priorytet 1 „Badania i rozwój nowoczesnych technologii”, Działanie 1.3. „Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe”, Podziałanie 1.3.1 „Projekty rozwojowe”.

Jako rezerwowe źródło energii od wielu lat są stosowane baterie akumulatorów ołowiowych kwasowych, składające się z szeregowo połączonych ogniw o znamionowym napięciu 2 V każde. W latach 90-tych kłopotliwe w obsłudze i wydzielające wodór otwarte baterie klasyczne zostały zastąpione baterie hermetyczne lub z zaworem regulacyjnym, określane mianem VRLA<sup>1</sup>. Wśród baterii VRLA występują akumulatory z elektrolitem w postaci żelu oraz akumulatory AGM, w których elektrolit związany jest matą szklaną. Ołowiowe kwasowe akumulatory VRLA, wprawdzie kłopotliwe w transporcie ze względu na masę, zajmują niewiele miejsca i mogą pracować w dowolnej pozycji, a deklarowany przez producentów czas ich życia, zależnie od typu wynosi 5 – 18 lat. Są również najtańsze pomimo ciągłego rozwoju innych rezerwowych źródeł energii.

Instalowane w obiektach telekomunikacyjnych baterie akumulatorów muszą zapewnić urządzeniom telekomunikacyjnym ciągłość zasilania, w zależności od lokalizacji i znaczenia obiektu, typowo przez czas od 3 do 24 godzin. W związku z tym typowa siłownia współpracuje z co najmniej dwiema bateriami o pojemności od 100 Ah do 3 000 Ah, a stosowanie w każdym obiekcie więcej niż jednej baterii (oraz kilku wymiennalnych „pod napięciem” modułów prostownikowych) pozwala na prace konserwacyjne każdego z tych elementów przy zagwarantowaniu ciągłości zasilania systemu telekomunikacyjnego.

Zalety stosowanych od kilkunastu lat baterii VRLA to ograniczenie wymaganych zabiegów konserwacyjnych (nie trzeba uzupełniać elektrolitu), praca w dowolnym położeniu (zaciski prądowe mogą być z góry lub z boku) oraz możliwość instalowania w pomieszczeniach wspólnych z zasilanymi systemami telekomunikacyjnymi (nie wydzielają wodoru). Obok licznych zalet baterie VRLA mają też wady: wieloletnie doświadczenia służb eksploatacyjnych operatorów

---

<sup>1</sup> Valve Regulated Lead Acid

telekomunikacyjnych i badania własne Zakładu Energetyki Łączności Instytutu Łączności wykazały, że pojemność ich zmniejsza się do poziomu 80 % pierwotnej wartości po czasie prawie dwa razy krótszym od deklarowanego przez ich producentów–dostawców. Przedwczesnej masowej utraty pojemności nie zauważano u prawidłowo eksploatowanych tradycyjnych „obsługiwanych” (otwartych) baterii ołowiowych.

Stwierdzono, że przyczyną przedwczesnej utraty pojemności jest ciągle niedoładowywanie płyt ujemnych akumulatorów współpracujących z siłowniami. Literatura fachowa na podstawie wieloletnich już obserwacji zjawiska proponuje następujące metody korekcyjne:

- a) zastosowanie podwyższonego napięcia pracy buforowej baterii;
- b) okresowe ładowanie wyrównawcze baterii podwyższonym napięciem (trwające do 24 godzin ładowanie wyrównawcze nie wywołuje takich skutków cieplnych jak stała praca buforowa przy podwyższonym napięciu).

Metoda pierwsza ma następujące zasadnicze wady:

- długotrwałe podwyższone napięcie pracy buforowej może być zbyt wysokie dla niektórych zasilanych urządzeń, a praca buforowa stanowi ponad 95% czasu pracy siłowni;
- podawanie na ogniwa baterii napięcia o wartości zbliżonej do dopuszczalnej wymaga dużej dokładności prostowników oraz ich precyzyjnych regulacji w funkcji temperatury baterii;
- trwale podwyższone napięcia pracy buforowej powoduje, że wprawdzie płyty ujemne są doładowane, lecz płyty dodatnie zostają przeładowane, co przyspiesza korozję i również skraca żywotność akumulatora;
- podwyższone napięcie pracy buforowej, w przypadku ogniw akumulatorów AGM, powiększa zjawisko ich rozbiegania termicznego.

Stosowanie drugiej metody wymaga:

- siłowni przystosowanych do okresowego, trwającego 24 godziny, ładowania wyrównawczego (odbiorcy muszą być dostosowane do zasilania podwyższonym napięciem) lub
- dedykowanego urządzenia, zapewniającego 24 godzinne ładowanie wyrównawcze (napięciem wyższym od napięcia buforowania) wybranej baterii, odłączonej na czas tej operacji od odbiorów.

Zjawiskiem niekorzystnie wpływającym na dysponowaną pojemność baterii jest temperatura. Bateria wyładowywana w obniżonej temperaturze ma mniejszą pojemność, a ładowana w bardzo niskiej temperaturze pozostaje niedoładowana (te zmiany są odwracalne), natomiast eksploatowana w podwyższonej temperaturze – zdecydowanie szybciej się starzeje (zmiana nieodwracalna). Podwyższenie temperatury baterii o każde 10°C powoduje dwukrotne skrócenie czasu jej eksploatacji (każde 3 miesiące pracy „buforowej” w temperaturze +40°C lub 6 miesięcy w temperaturze +30°C odpowiada rocznej eksploatacji w warunkach katalogowych +20°C).

Dysponowana pojemność baterii akumulatorów jest kluczowym parametrem przy ocenie ich przydatności eksploatacyjnej. Zazwyczaj przyjmuje się, że baterie o pojemności poniżej 80% pojemności początkowej (znamionowej) kwalifikują się do wymiany. Dla stosunkowo nowych baterii dysponowana pojemność może być szacowana na podstawie pojemności znamionowej i czasu oraz warunków eksploatacji, ale rzeczywistą pojemność baterii ponad 2-letnich można (ze względu na zmienne warunki środowiskowe i liczbę oraz prądy wyładowywania–ładowania) zweryfikować jedynie poprzez pomiar ładunku – najlepiej podczas wyładowania kontrolnego i ładowania powrotnego ustalonym, 10-godzinnym prądem. Wynik takiej weryfikacji jest często uzależniony od „najślabszego ogniwa” całej baterii – ogniwa które było permanentnie przegrzewane z powodu umiejscowienia wewnątrz konstrukcji, lub „lepszego” lecz permanentnie niedoładowywanego z powodu większej niż pozostałe pojemności (prąd ładujący praktycznie

przestaje płynąć, gdy większość spośród niejednorodnych ogniw tworzących baterię 48V osiągnie końcowe napięcie ładowania).

## 2 Metody oceny stanu technicznego baterii

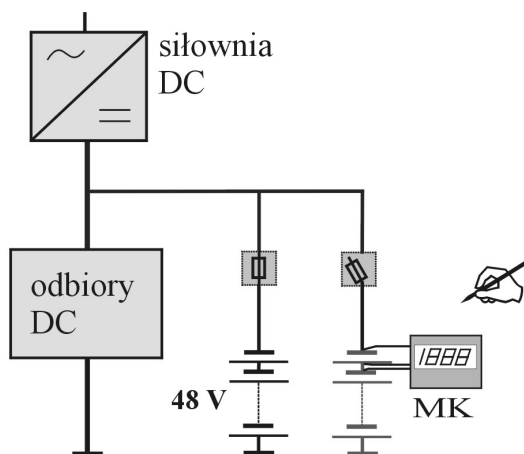
Stosowane są różne metody utrzymania baterii. Operator sieci telekomunikacyjnej może zróżnicować swoje procedury, uzależniając je od umiejscowienia w hierarchii, pojemności baterii, a tym samym kosztów wymiany baterii oraz kosztów prowadzenia badań. W przypadku baterii o małych pojemnościach, których masa i koszt są niewielkie, może być opłacalna okresowa profilaktyczna wymiana baterii i ewentualnie ocena ich dalszej przydatności w specjalizowanym laboratorium. Natomiast okresowe badania kontrolne „w obiekcie telekomunikacyjnym” baterii o średnich i dużych pojemnościach (ze względu na ich cenę, gabaryty i ciężar) są w pełni ekonomicznie uzasadnione.

Stosowanych jest kilka metod oceny stanu technicznego baterii. Charakteryzują się one różną pracochłonnością i zapewniają różny poziom dokładności. Najczęściej używane metody oceny to:

- pomiar rezystancji wewnętrznej baterii (i/lub jej ogniw/bloków składowych),
- ocena na podstawie cząstkowego wyładowania baterii (prądem odbiorów),
- ocena na podstawie pełnego wyładowania baterii ustalonym prądem (typowo 3- lub 10-godzinnym) przy wykorzystaniu opornicy,
- programowany cykl badawczy, obejmujący ładowanie wyrównawcze, wyładowanie kontrolne i ładowanie powrotne zadaniem prądem (typowo 10- lub 20-godzinnym).

### Pomiar rezystancji wewnętrznej baterii

Metoda (rys. 1) ta polega na oszacowaniu stanu technicznego, stopnia naładowania oraz dysponowanej pojemności baterii akumulatorów na podstawie pomiaru jej rezystancji/konduktancji wewnętrznej. Oparta jest na obserwacji zjawiska wzrostu rezystancji wewnętrznej akumulatora, wynikającego z jego starzenia się. Może być także stosowana bez odłączania akumulatora od siłowni i odbiorów.



Rys. 1. Pomiar konduktancji ogniw i rezystancji łączników (MK – miernik konduktancji)

Metoda ta ma swoich zagorzałych zwolenników i przeciwników. Podaje się, że na wyniki oceny pojemności baterii duży wpływ mają stan naładowania baterii i zakłócenia wynikające z pracy dołączonych zasilanych urządzeń.

Otrzymane wartości rezystancji zależą nie tylko od producenta i typu baterii. Stwierdzono nawet różnice dla poszczególnych serii produkcyjnych. W celu minimalizacji błędów, pomiary powinny być dokonywane dla w pełni naładowanej baterii przy odłączonym prostowniku i odłączonych odbiorach. Otrzymane wyniki pomiaru rezystancji poszczególnych ogniw powinny być porównane z wynikami pomiarów wykonanymi dla tej samej, nowozainstalowanej baterii.

Obecnie oferowane mierniki dokonują pomiaru z wymuszeniem prądu przemiennego pomiarowego.

W literaturze proponuje się [5] uznanie baterii za sprawną, jeżeli przyrost rezystancji ogniwa nie przekracza 30% oraz uznanie za niesprawną, jeżeli przyrost rezystancji przekracza 40%. Brak jest jednoznacznej oceny dla przedziału od 30 % do 40 %, co jest jedną z wad tej metody.

Sama realizacja testu jest bardzo prosta i tania, co pozwala na objęcie testami również baterii o mniejszych pojemnościach. Należy dodać, że producenci baterii zalecają okresową kontrolę optyczną i pomiary rezystancji łączników baterii, a przyrządy do pomiaru konduktancji baterii umożliwiają również pomiar rezystancji łączników.

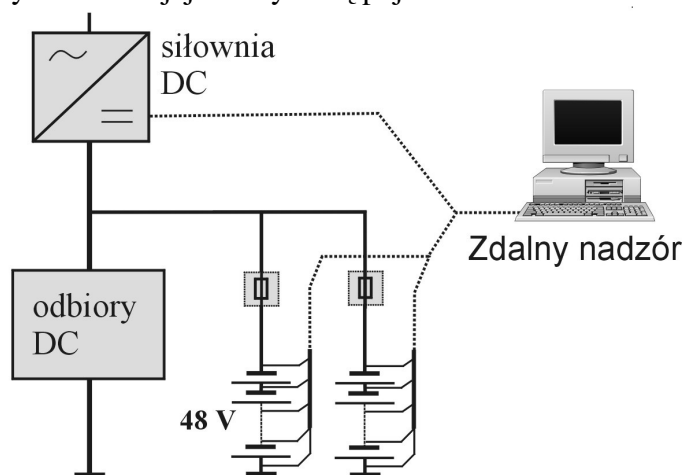
### Ocena na podstawie częściowego wyładowania baterii „na odbiory siłowni”

Poprzez częściowe wyładowanie obu baterii (zwykle stosuje się dwie) „na odbiory” można oszacować ich pojemność i stopień sprawności technicznej. Ze względu na możliwość zaniku podczas testu napięcia w sieci elektroenergetycznej, nie zaleca się wykorzystywania więcej niż 40% pojemności znamionowej baterii.

Test można wykonać „ręcznie” poprzez czasowe wyłączenie zasilania prostowników siłowni i obserwację napięcia oraz prądu baterii. Przy obciążeniu baterii prądem mniejszym niż 3-godzinny, test powinien trwać około godziny (po około 30 minutach napięcie powinno zacząć się stopniowo i jednakowo obniżać na wszystkich ogniwach/blokach).

Test może być także wbudowany w funkcje siłowni (rys. 2). Na polecenie z „centrum utrzymania” prostowniki siłowni obniżają napięcie wyjściowe do wartości ok. 47 V, wtedy energia do odbiorów jest pobierana z baterii akumulatorów. „Centrum” monitoruje zdalnie pracę baterii przez pomiary prądów obu baterii i napięć poszczególnych ogniw lub monobloków. Test kończy się po zadanym czasie (baterie poprawne) lub z chwilą osiągnięcia napięcia baterii równego napięciu prostowników. Po teście zaleca się wykonanie ładowania baterii do podwyższonego napięcia.

Na podstawie zmian napięcia, wartości prądu wyładowania i znajomości charakterystyk wyładowania można oszacować stan obu baterii. Przy ocenie należy uwzględnić wpływ prądu wyładowania i temperatury baterii na jej rzeczywistą pojemność.



Rys. 2. Wyładowanie bezpośrednio „na odbiory siłowni”

Niepełna znajomość charakterystyk baterii dla różnych prądów i ich wzrost w miarę rozładowywania baterii oraz niekontrolowane chwilowe zmiany obciążenia baterii wynikające z działania zasilanych systemów telekomunikacyjnych nie zapewnią dużej dokładności oszacowania pojemności baterii.

### Ocena na podstawie pełnego wyładowania odłączonej od siłowni baterii

Metoda ta zapewnia pewną ocenę pojemności baterii. Na rynku dostępnych jest kilka urządzeń umożliwiających wykonanie takiego testu i zapewniających różną prędkość

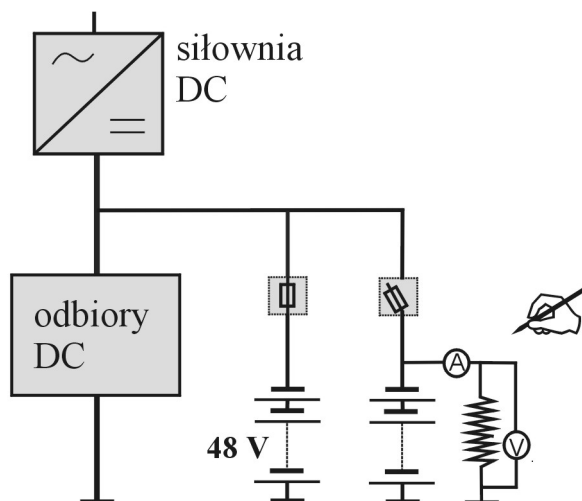
wykonania badania i różne dokładności oceny pojemności. Poważną wadą tej metody jest długi czas realizacji testów. Producenci baterii podają pojemność baterii 3-godzinnego, 10-godzinnego i czasami 20-godzinnego prądu wyładowania i jeden z takich prądów wyładowania powinien być stosowany.

Najstarszą historycznie metodą pomiaru było wyładowanie kontrolne z wykorzystaniem opornicy o manualnej zmianie rezystancji. Konserwator odłączał wyznaczoną baterię od siłowni i odbiorów, dołączał do niej opornicę (rys. 3) i zmieniając jej nastawy starał się utrzymać stały prąd wyładowania. W stałych (np. 15-minutowych) odstępach czasu regulował prąd i notował jego wartość, notował napięcie całej baterii i poszczególnych ogniw/bloków oraz temperaturę baterii. Po osiągnięciu minimalnego napięcia baterii lub któregoś z jej bloków/ogniw (dalsze wyładowanie grozi trwałym zniszczeniem baterii lub jej bloku), lub po upływie wymaganego czasu (np. 8 godzin przy 10-godzinym prądzie wyładowania) kończył operację i obliczał pojemność baterii. Jeżeli bateria nadawała się do dalszej eksploatacji, to dołączał ją do wydzielonego zespołu prostownikowego w celu powrotnego naładowania (wyładowanej baterii nie wolno łączyć z baterią naładowaną) i zostawiał ją na 24–36 godzin, po czym odłączał dodatkowy prostownik i łączył baterię z siłownią.

Metoda została obecnie nieco zautomatyzowana – opornica automatycznie utrzymuje zadany prąd wyładowania i odłącza się, gdy napięcie całej baterii spadnie do ustalonego lub zaprogramowanego poziomu.

Modyfikacją metody jest kontynuowanie (po ręcznych przełączeniach) wyładowywania tych bloków (w celu obliczenia pozostałej w nich energii), które nie osiągnęły zadanego napięcia końcowego wyładowania podczas kontroli całej baterii – do wyselekcjonowania jeszcze sprawnych bloków/ogniw, przeznaczonej do wymiany baterii.

Przed kontrolnym wyładowaniem baterii, dobrze jest wykonać 24-godzinne „ładowanie wyrównawcze”, które pozwoli na pełne naładowanie ogniw/bloków baterii przed dokonaniem oceny jej pojemności.



Rys. 3. Wyładowanie baterii odłączonej od odbiorów „na opornicę”

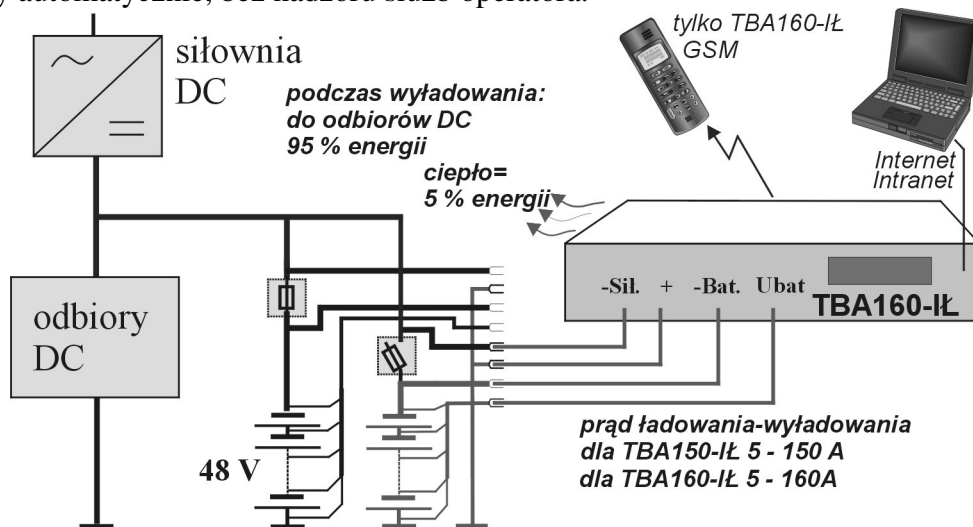
Metoda wymaga stosunkowo niewielkich inwestycji, ale realizacja badania wymaga ciągłej obecności konserwatora przynajmniej podczas wyładowywania baterii i dlatego jest w efekcie wyjątkowo kosztowna i wymaga ręcznej rejestracji wyników pomiarowych.

### **Automatyczna realizacja pełnego cyklu badaniowego**

Optymalnym rozwiązaniem jest wykonanie pełnego testu baterii, odłączonej na czas tej operacji od odbiorów siłowni, składającego się z:

- trwającego 24 godziny ładowania wyrównawczego,
- wyładowania kontrolnego ustalonym prądem,
- ładowania powrotnego.

Z uwagi na długi czas realizacji pełnego cyklu badaniowego (ok. 48 godzin) jego realizacja jest opłacalna jedynie przy wykorzystaniu specjalizowanych urządzeń (rys. 4), realizujących zadany cykl badaniowy automatycznie, bez nadzoru służb operatora.



Rys. 4. Kontrola baterii za pomocą urządzenia TBA-IL (pokazano TBA160-IL).

Wyładowanie wyrównawcze zapewnia doprowadzenie wszystkich ogniw baterii do stanu pełnego naładowania, umożliwiając ocenę faktycznej pojemności baterii nawet w sytuacji, gdy badanie poprzedziło wyładowanie baterii i niepełne naładowanie po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej. Ładowanie wyrównawcze powinno być dokonywane prądem 10- lub 20-godzinnym. Zaleca się podczas jego trwania obserwację napięć ogniw baterii i takie ograniczanie prądu, aby nie były trwale przekraczane ich dopuszczalne napięcia. Realizowane przed wyładowaniem i po nim ładowanie wyrównawcze (kończone przy napięciu wyższym niż napięcie buforowania) zmniejsza wpływ niedoładowania płyt ujemnych baterii, wydłużając w ten sposób czas jej eksploatacji. Działanie ładowania wyrównawczego może być wzmocnione działaniami specjalizowanych układów wyrównujących napięcia poszczególnych ogniw, tzw. „wyrównywaczy napięcia”. Powinno się je wykonywać przy temperaturze baterii +5°C - +30°C.

Wyładowanie kontrolne powinno być prowadzone przy wartości prądu tzw. 10-godzinnego wyładowania, ale dopuszcza się wyładowanie prądem 3-godzinnym lub 20-godzinnym. Powinno być prowadzone przy stałej wartości prądu i prowadzone do osiągnięcia minimalnej wartości napięcia baterii lub ogniwa o najniższym napięciu lub pobrania wymaganego (np. stanowiącego 80% pojemności znamionowej) ładunku. Przekroczenie wartości granicznej napięcia grozi trwałym uszkodzeniem baterii lub jej „najgorszego” ogniwa. Urządzenie realizujące kontrolę mierzy ładunek pobrany z baterii i przelicza na wartość równoważną dla temperatury +20°C (lub +25°C, zgodnie z zaleceniami producenta baterii). Pojemność dla temperatury odniesienia oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$Q_{T0} = \frac{Q_t}{1 + 0,01 * (t - T0)} \quad (1)$$

gdzie:

$Q_t$  – pojemność/ładunek zmierzony w temperaturze „t”,

$Q_{T0}$  – pojemność/ładunek odniesiony do temperatury  $T0$  (+20°C lub +25°C)

Producenci podają wszystkie wartości charakterystyczne napięć również dla temperatury odniesienia +20°C lub +25°C, a dla innych temperatur baterii napięcia powinny być korygowane zgodnie z wytycznymi producenta (typowo 4 mV /ogniwo na 1°C).

Ładowanie powrotne zapewnia przywrócenie stanu pełnego naładowania baterii po jej wyładowaniu. Po osiągnięciu wartości zadanej napięcia końcowego ładowania baterii (wyższego niż napięcie buforowania), prąd ładowania jest stopniowo zmniejszany. Ładowanie powrotne powinno być dokonywane prądem 10-godzinnym. Zaleca się podczas jego trwania obserwację

napięć ogniw baterii i takie ograniczanie prądu, aby nie były trwale przekraczane ich dopuszczalne napięcia. Ładowanie powinno być kończone, gdy prąd spadnie do wartości  $(2 \text{ mA}) \times$  (pojemność baterii w Ah) lub po 24 godzinach od osiągnięcia napięcia końcowego ładowania baterii.

Ponadto pełen cykl pomiarowy zawiera także operacje konserwacyjne dla baterii (ładowanie wyrównawcze), a w pewnych przypadkach zapewnia działanie regeneracyjne [7].

W Polsce wykorzystywanych jest kilka typów urządzeń, które w sposób automatyczny realizują pełny cykl badań baterii akumulatorów w obiektach telekomunikacyjnych. Są to:

- urządzenie firmy Benning – (produkowane w latach 90’),
- urządzenie TBA2-IŁ – produkowane do 2005 roku w Instytucie Łączności – PIB,
- urządzenie TBA150-IŁ – produkowane obecnie w Instytucie Łączności – PIB.

Do grupy takich urządzeń wejdzie również urządzenie nowej generacji TBA160-IŁ, stanowiące produkt Projektu współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

### **3 Obecnie eksploatowane urządzenia do kontroli baterii – urządzenia TBA-IŁ**

#### **Urządzenie TBA2-IŁ**

Pierwszym urządzeniem serii TBA-IŁ, produkowanym w Instytucie Łączności i oferowanym komercyjnie, było urządzenie TBA2-IŁ [2, 3]. Założenia konstrukcyjne były dość wygórowane:

- prąd ładowania/wyładowania kontrolowanej baterii ustawiany w zakresie 2 – 50A,
- urządzenie dostosowane do przenoszenia, tzn. waga do 18 kg,
- wysoka sprawność (> 85%), uzyskiwana dzięki przekazywaniu energii pobieranej z kontrolowanej baterii do odbiorów lokalnej sieci elektroenergetycznej,
- małe zniekształcenia napięcia sinusoidalnego, przekazywanego do „sieci”,
- pełna automatyzacja pomiarów,
- sygnalizacja stanów awaryjnych,
- tworzenie raportu oraz rejestracja i archiwizacja wyników szczegółowych w komputerze,
- wysoki poziom bezpieczeństwa obsługi urządzenia,
- zabezpieczenia uniemożliwiające uszkodzenie baterii,
- możliwość synchronicznej pracy do trzech urządzeń równolegle.

Urządzenie TBA2-IŁ umożliwia realizację:

- pełnego cyklu badaniowego złożonego z ładowania wyrównawczego, wyładowania kontrolnego i ładowania powrotnego,
- jednego wybranego testu spośród wyżej wymienionych,
- cyklu badaniowego złożonego z wyładowania kontrolnego i ładowania powrotnego.

Wszystkie parametry badania: napięcie baterii, prąd ładowania/wyładowania, napięcia każdego ogniwa/monobloku baterii i temperatura baterii są rejestrowane przez cały czas trwania testu.

Przekroczenie wartości granicznych, a także przypadkowe odłączenie kabli pomiarowych powoduje przerwanie cyklu pomiarowego, odłączenie urządzenia i nadanie sygnału alarmowego. Zabezpiecza to w pełni przed przypadkowym uszkodzeniem testowanej baterii. Dodatkowym zabezpieczeniem są dwa poziomy, obsługi tj. operatora i administratora. Administrator urządzenia może, w zależności od potrzeb, zawęzić lub rozszerzyć zakres ustawianych wartości granicznych dostępnych dla operatora.

W urządzeniu TBA2-IŁ zastosowano szereg unikalnych rozwiązań. Należy do nich impulsowa przetwornica DC/AC przekazująca energię wyładowywanej baterii do sieci elektroenergetycznej, w której sygnał sinusoidalny był generowany przez modulację szerokości impulsów o częstotliwości 25 kHz. Wszystkimi elementami wykonawczymi sterował bezpośrednio

mikrokontroler typu NEC V853A. W celu zapewnienia pełnego bezpieczeństwa służb na początku każdej sinusoidy dokonywane było sprawdzenie czy: obwód sieci elektroenergetycznej umożliwi przyjęcie energii przetwornicy (pomiar rezystancji obwodu), oraz czy w obwodzie występuje napięcie przemiennie 230V.

Zabezpieczało to skutecznie przed oddawaniem przez urządzenie energii do obwodu, odłączonego np. w celu konserwacji (a więc przed porażeniem prądem jego konserwatora).

Wyniki kilku ostatnich cykli pomiarowych były przechowywane w nieulotnej pamięci urządzenia i mogły być archiwizowane na komputerze z dedykowanym oprogramowaniem. Oprogramowanie to umożliwiało archiwizację szczegółowych wyników w bazie oraz wykonywanie raportów z testu baterii, umożliwiając śledzenie historii eksploatowanych baterii.

## **Urządzenie TBA150-IŁ**

Przekazywanie energii do odbiorów w sieci elektroenergetycznej było rozwiązaniem bardzo ciekawym, niemniej posiadało pewne niedogodności, a mianowicie:

- elementy magnetyczne wymagane do izolacji obwodu baterii od obwodu odbiorów (sieć AC 230 V) znacząco wpływały na ciężar urządzenia,
- rozwiązanie było skomplikowane i drogie,
- ograniczenie masy urządzenia (maksymalnie 18 kg) wpłynęło na ograniczenie do 2 kVA mocy oddawanej do sieci elektroenergetycznej,
- urządzenie było wrażliwe na zniekształcenia nieliniowe napięcia w sieci i przy dużych zniekształceniach nie realizowało wyładowywania baterii.

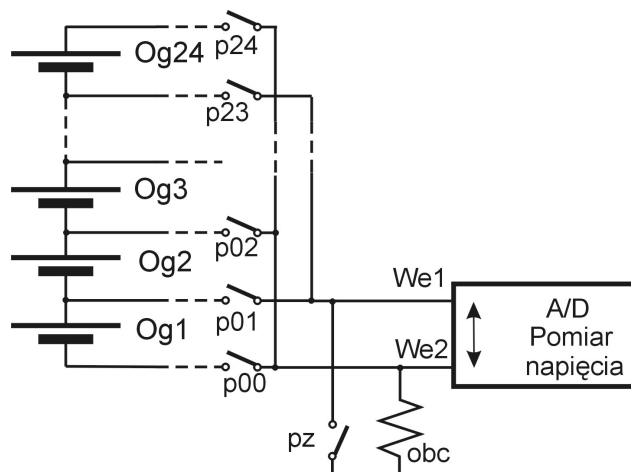
Dlatego też nowe (2005 r.) urządzenie TBA150-IŁ [4] opracowano w oparciu o zmienione założenia. W nowej konstrukcji uwzględniono uwagi służb energetycznych operatorów telekomunikacyjnych. Urządzenie TBA150-IŁ energię z wyładowywanej kontrolnie baterii akumulatorów oddaje, bez separacji galwanicznej, do odbiorów stałoprądowych, co umożliwiło zastosowanie mniejszych i tańszych elementów mocy. W porównaniu do TBA2-IŁ osiągnięto:

- obniżenie ceny urządzenia o 25%,
- zmniejszenie wagi urządzenia o 25%,
- 3-krotne zwiększenie prądu kontrolnego ładowania/wyładowania,
- zwiększenie sprawności energetycznej urządzenia do poziomu 95%.

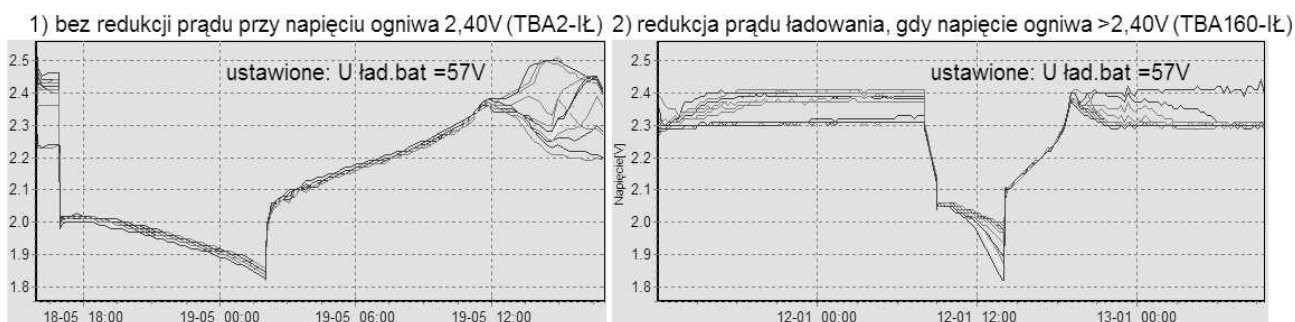
Urządzenie TBA150-IŁ (i jego nowsza wersja TBA150-2-IŁ) jest złożone z trzech równolegle pracujących modułów wykonawczych – przetwornic dodawczo-odjemczych, sterowanych jednym kontrolerem. Z uwagi na ceny tranzystorów mocy rozwiązanie takie okazało się najtańsze i dodatkowo zapewniło niewielki ciężar urządzenia. Urządzenie może badać baterie o pojemności od 50 Ah do 1500 Ah, a godząc się na prąd 20-godzinny, nawet do 3000 Ah.

W urządzeniu zastosowano oryginalne rozwiązanie pomiaru napięć ogniów/monobloków, połączone z funkcją wyrównywania ich poszczególnych napięć (rys. 5). Układ pomiarowy napięcia (16-bitowy przetwornik A/D) dołączany jest do poszczególnych ogniów baterii poprzez pojedyncze przekaźniki elektroniczne. W ten sposób czas ustalenia się napięć jest krótki i pomiar napięć 24 ogniów zajmuje około 1 sekundy, przy czym polaryzacja napięcia na wejściu układu pomiarowego jest inna dla ogniów parzystych i nieparzystych. W procesie ładowania lub wyładowywania baterii, w przerwach pomiędzy kolejnymi cyklami pomiaru napięć, do ogniwa o najwyższym napięciu dołączane jest obciążenie, co po wielogodzinnym cyklu dosyć skutecznie wyrównuje napięcia na poszczególnych ogniwach. Rozwiązanie takie pozwala na zgromadzenie w baterii większego ładunku poprzez pełne i równomierne naładowanie wszystkich jej ogniów.





Rys. 5. Pomiar i wyrównanie napięć ogniw baterii w TBA150-IŁ lub TBA160-IŁ



Rys. 6. Działanie wyrównywacza powoduje zmniejszenie różnicy napięć pomiędzy poszczególnymi ogniwami baterii

Urządzenie TBA150-IŁ jest przystosowane do pracy bezobsługowej. Konserwator odłącza od siłowni baterię przeznaczoną do kontroli i pomiędzy nią a siłownię z odbiorami włącza urządzenie TBA150-IŁ, następnie programuje jego pracę oraz uruchamia badania. Po zakończeniu cyklu pomiarowego urządzenie samoczynnie odłącza się od badanej baterii i nadaje sygnał zakończenia badania. Konserwatorowi pozostaje przepisanie wyników przez LAN do komputera, odłączenie urządzenia i dołączenie baterii. Realizacja pełnego cyklu badaniowego może być także zdalnie nadzorowana przez sieć LAN, a wtedy dostępne są wyniki pomiarów w czasie rzeczywistym.

### Urządzenie TBA160-IŁ

Urządzenie TBA160-IŁ, będące rozszerzeniem funkcjonalnym TBA150-IŁ, jest obecnie opracowywane w ramach Projektu pt „Nowa generacja urządzenia do kontroli baterii VRLA telekomunikacyjnych systemów zasilających”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

W opracowaniu wykorzystano wszystkie doświadczenia uzyskane podczas eksploatacji urządzeń TBA150-IŁ, jednak wprowadzono znaczące zmiany zarówno w konstrukcji jak i we wszystkich modułach funkcjonalnych tego urządzenia.

Urządzenie TBA160-IŁ zapewnia większy prąd ładowania/wyładowania baterii (160 A) oraz takie nowe funkcje jak:

- rejestracja wyników na wymiennej karcie pamięci typu SD,
- powiadamianie o zmianach stanu urządzenia przez sieć GSM,
- objęcie wszystkimi badaniami również baterii o napięciu 24 V i 36 V,
- umożliwienie wyładowania baterii o małych pojemnościach na rezystor wbudowany w urządzenie,
- przyjazne dla użytkownika oprogramowanie komputera do archiwizacji wyników.

W III i IV kw. 2010 roku urządzenia z serii prototypowej zostaną poddane testom laboratoryjnym w akredytowanym Laboratorium Badań Urządzeń Zasilających Łączności L3 w Instytucie Łączności. W I kw. 2011 roku planowane są badania eksploatacyjne prototypów urządzenia TBA160-IŁ, realizowane u potencjalnych użytkowników – operatorów sieci telekomunikacyjnych.

Dokumentacja prototypu urządzenia TBA160-IŁ, opracowana w ramach Projektu, będzie mogła być udostępniana, na równych prawach, firmom zainteresowanym produkcją urządzenia.

#### **4 Podsumowanie**

Zapewnienie bezprzerwowej pracy systemów telekomunikacyjnych wymaga okresowej kontroli baterii eksploatowanych w obiektach telekomunikacyjnych. Okresowe testowanie, poprzez pełne wyładowanie-naładowanie kontrolne, zapewnia najdokładniejszą ocenę ich pojemności, niemniej realizacja testów wymaga dużo czasu. Realizacja pełnego testu obejmującego 24-godzinne ładowanie wyrównawcze zajmuje ponad dwie doby. Z uwagi na koszty badania, realizacja takich testów w obiektach jest możliwa jedynie z wykorzystaniem urządzeń realizujących badania bez udziału obsługi.

Urządzenia z rodziny TBA-IŁ są proekologiczne. Pozwalają na odzyskiwanie energii rozładowania kontrolnego baterii akumulatorów, a wydłużenie czasu ich eksploatacji zmniejsza koszty utylizacji baterii i zatrucie środowiska ołowiem.

#### **Bibliografia**

- [1] Godlewski P., Kunert T.: Konwerter TBA20-IŁ do siłowni telekomunikacyjnej. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 2004, nr 1-2, s.87-93.
- [2] Godlewski P., Kunert T.: Konwerter TBA2-IŁ do siłowni telekomunikacyjnej. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 2003, nr 3-4, s.117-121.
- [3] Kunert T., Godlewski P.: Urządzenia TBA-IŁ do kontroli baterii w siłowniach telekomunikacyjnych. Elektronika, 2007, nr 5, s.25-30.
- [4] Godlewski P.: Urządzenie TBA150-IŁ do kontroli baterii w siłowniach obiektów telekomunikacyjnych. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 2008, nr 3-4, s.67-76.
- [5] Monitoring of VRLA batteries guidelines, No. GL/BAT-04/02 MAR 2007 Telecommunication Engineering Centre Khurshidlal Bhawan, Janpath, New Delhi-110001 (India)
- [6] Świątek J.: Pomiar pojemności oraz stanu naładowania baterii kwasowych na obiektach przemysłowych, VIII Międzynarodowa Konferencja „Nowoczesne urządzenia zasilające w energetyce” 2-4.03.2005, Elektrownia Kozienice S.A Świerże Górne
- [7] Świątek J.: Przedwczesna utrata żywotności w akumulatorach VRLA. Metody diagnostyki uszkodzeń w akumulatorach, VII Międzynarodowa Konferencja „Nowoczesne urządzenia zasilające w energetyce” 10-12.03.2004, Elektrownia Kozienice S.A Świerże Górne

Dane publikacji: Referat na KSTiT2010 – Wrocław,

opublikowano na CD dołączonej do PTiWE nr 8-9/2010 str 1098-1107