

Urządzenie TBA150-IŁ do kontroli baterii akumulatorów w siłowniach obiektów telekomunikacyjnych

Paweł Godlewski

Zaprezentowano, opracowany w Instytucie Łączności, konwerter TBA150-IŁ do programowego ładowania i rozładowywania baterii akumulatorów w siłowniach obiektów telekomunikacyjnych. Urządzenie zostało wyróżnione brązowym medalem podczas Światowych Targów Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik EUREKA 2007 w Brukseli.

siłownie telekomunikacyjne, akumulatory ołowiowo-kwasowe, eksploatacja akumulatorów, badania

Wprowadzenie

Siłownie prądu stałego obiektów telekomunikacyjnych muszą zapewnić urządzeniom telekomunikacyjnym ciągłość zasilania. Każda siłownia współpracuje, dla bezpieczeństwa, z dwiema bateriami akumulatorów o napięciu 24, 36, 48 lub 50 V, które zasilają obiekty z chwilą zaniku napięcia przemiennego 230/400 V w sieci elektroenergetycznej. Powszechnie stosowane baterie akumulatorów ołowiowych kwasowych VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) mogą pracować i pracują w szerokim zakresie temperatur oraz prądów, jednak producenci gwarantują utrzymanie parametrów katalogowych (pojemność, żywotność) tylko wtedy, gdy baterie są eksploatowane w ściśle określonych warunkach. Na przykład, praca baterii w temperaturze przekraczającej o 10°C temperaturę odniesienia +20°C powoduje skrócenie jej żywotności o 50%.

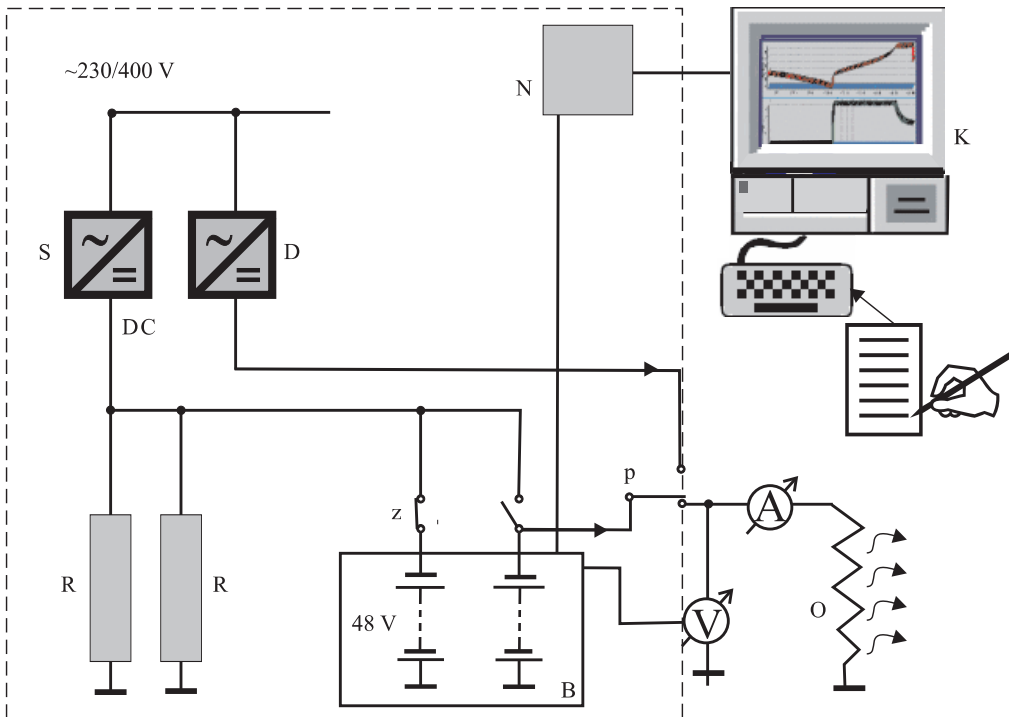
Po 2–3 latach pracy takich baterii w zmiennych warunkach klimatycznych i obciążeniowych należy je albo profilaktycznie wymieniać na nowe (co stosują niektóre administracje), albo poddawać okresowemu kontrolnemu ładowaniu i rozładowaniu – w celu regeneracji lub eliminacji ich uszkodzonych ogniw/bloków, mających wpływ na stan oraz żywotność całej baterii.

Metody okresowej kontroli baterii akumulatorów

W tradycyjnej metodzie okresowej kontroli stanu i pojemności baterii akumulatorów (rys. 1) bateria po pełnym naładowaniu, odłączona od zacisków siłowni, jest rozładowywana prądem 10-godzinnym^① albo do momentu pobrania założonego ładunku, albo do minimalnego dopuszczalnego napięcia końcowego „najgorszego” ogniwa.

Obciążenie stanowi opornica rozładowcza o ręcznie lub automatycznie zmienianej rezystancji, utrzymująca stałą wartość prądu przy malejącym napięciu baterii. W czasie rozładowywania baterii (ok. 10 h) należy okresowo, np. co 15 min, mierzyć prąd, napięcie baterii, napięcia poszczególnych

^① Wartość prądu „10-godzinnego” = $\frac{\text{pojemność baterii [Ah]}}{10 \text{ [h]}}$.



Rys. 1. Kontrolne rozładowywanie-ładowanie baterii akumulatorów w siłowni telekomunikacyjnej
 B – baterie akumulatorów, S – prostowniki siłowni, D – prostownik do ładowania odłączonej baterii,
 K – komputer systemu nadzoru, N – sterownik systemu nadzoru, O – opornica rozładowcza, p – przełącz-
 nik rozładowanie/ładowanie, R – obciążenia siłowni, z – odłączniki baterii

ogniw/bloków i temperaturę baterii/otoczenia, potrzebne do obliczenia rzeczywistej pojemności baterii. Po rozładowaniu należy, za pomocą dodatkowego prostownika, ładować baterię stałym prądem 10-godzinnym do momentu osiągnięcia napięcia ok. 2,4 V/ogniwo. Czas trwania takiego ładowania wynosi ok. 13 h, a kontrola obu baterii zajmuje prawie tydzień.

Po 1990 r. zaczęto wprowadzać do eksploatacji baterie akumulatorów klasy VRLA. Powstały wówczas także komputerowe systemy do monitorowania ich pracy w siłowniach telekomunikacyjnych oraz urządzenia kontrolne: przenośny (! o masie 130 kg) przekształtnik tyrystorowy do bezobsługowego kontrolnego rozładowywania i ładowania baterii, przekazujący przy rozładowywaniu ich energię do sieci elektroenergetycznej oraz opornice rozładowcze ze sterowaniem elektronicznym, utrzymujące prąd rozładowywania nastawiony przez obsługę i mierzące pojemność pobraną z akumulatora. Nie został jednak zautomatyzowany cały proces „ładowanie wyrównawcze – rozładowywanie – ładowanie powrotne”, a urządzenia wydzielały dużo ciepła podczas pracy.

W Instytucie Łączności w Warszawie od prawie dziesięciu lat też są prowadzone prace nad urządzeniami do okresowej kontroli baterii akumulatorów w siłowniach telekomunikacyjnych [1, 2, 3]. W tym czasie opracowano, wykonano, zbadano i wdrożono do eksploatacji przenośne urządze-

nie TBA2-IŁ (30 sztuk w TP SA i Netia SA), urządzenie TBA150-IŁ (w TP SA i Netia SA) oraz opracowano modele urządzeń stacjonarnych (TBA20-IŁ, TBA56-IŁ ...).

Konwerter TBA150-IŁ

Konwerter TBA150-IŁ (rys. 2 i 3) jest przenośnym urządzeniem programowalnym. Użytkownik, po doprowadzeniu i załączeniu napięć, może wprowadzić – za pomocą wbudowanego wyświetlacza z klawiaturą – parametry kontrolowanej baterii, zaprogramować i zainicjować pracę, obejrzeć lub zarejestrować – w dołączanym (np. przez sieć internet) komputerze PC – wyniki trwającego lub zrealizowanego cyklu badań. Możliwe jest także wpisanie indywidualnego numeru, adresu IP (*Internet Protocol*), zmiana ustawień konfiguracyjnych i wybór języka komunikatów (polski/angielski).

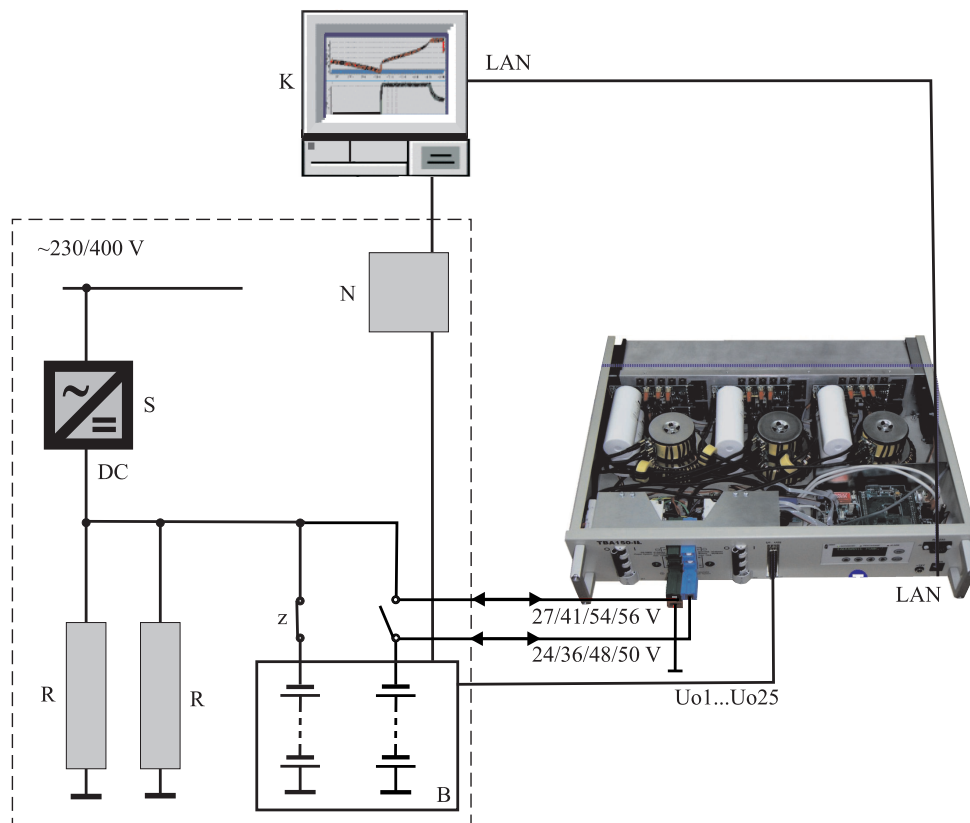


Rys. 2. Konwerter TBA150-IŁ, wyróżniony na Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik EUREKA 2007 w Brukseli

W cyklu ładowania baterii (wyrównawczego lub powrotnego) konwerter pobiera energię z prostowników siłowni. W końcowej fazie ładowania tak ogranicza dostarczany prąd i napięcie, aby na żadnym mierzonym bloku/ogniwie ładowanej baterii napięcie nie wzrosło o więcej niż 20 mV/ogniwo ponad zaprogramowaną wartość końcowego napięcia ładowania. Ze względów bezpieczeństwa ładowanie baterii jest natychmiast przerywane, jeżeli różnica napięć przekroczy: między ogniwami 300 mV, a między blokami 200 mV/ogniwo.

W cyklu rozładowywania baterii konwerter przekazuje pobraną energię do odbiorów dołączonych do wyjść siłowni, odciażając w tym czasie prostowniki. Programowany prąd rozładowywania powinien być mniejszy od prądu pobieranego przez odbiory (jeżeli zaprogramowano większy, to zostanie on automatycznie ograniczony do takiej wartości).

W trakcie pracy w pamięci urządzenia TBA150-IŁ (a po zakończeniu badania do bazy danych w komputerze PC) są zapisywane dane, zawierające: numer urządzenia, datę-czas początku i bieżący



Rys. 3. *Urządzenie TBA150-IŁ w siłowni telekomunikacyjnej*

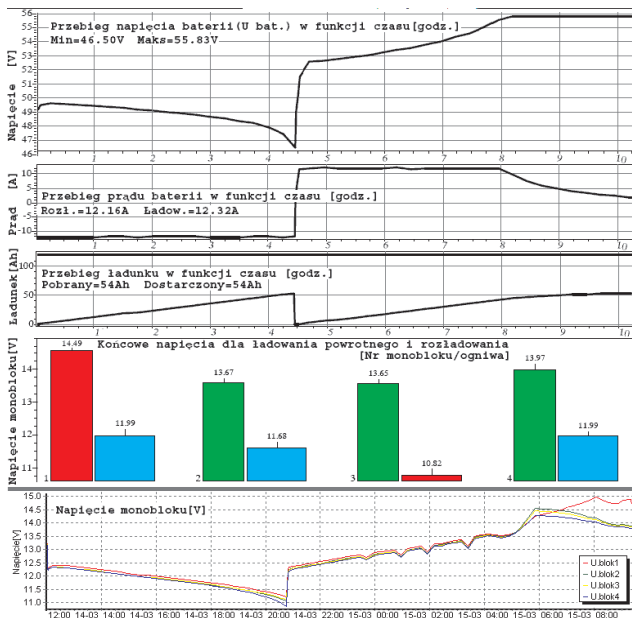
B – baterie akumulatorów, S – prostowniki siłowni, K – komputer PC lub komputer systemu nadzoru, N – sterownik systemu nadzoru, R – obciążenia siłowni, z – „ręczne” odłączniki baterii, LAN (Local Area Network) – lokalna sieć komputerowa

czas trwania operacji, napięcia (baterii, siłowni, ogniw/bloków), prąd baterii, temperaturę baterii/otoczenia, pobrany lub dostarczony ładunek, rodzaj alarmu. Dane te są zapamiętywane:

- w momencie startu procesu ładowania lub rozładowywania;
- co 1 min przez pierwsze 5 min po starcie procesu ładowania lub rozładowywania;
- co 15 min w trakcie dalszego trwania procesu ładowania lub rozładowywania;
- w momencie wystąpienia nieprawidłowości, sygnalizowanej alarmem;
- w momencie ręcznego lub automatycznego zakończenia ładowania/rozładowywania.

Odebrane przez komputer PC i zapisane w bazie danych informacje można przeglądać na ekranie, wydrukować w formie raportu (rys. 4) oraz zapisać w postaci dokumentu. Dane tabelaryczne są uzupełnione wykresami prądu, napięć i ładunku w funkcji czasu.

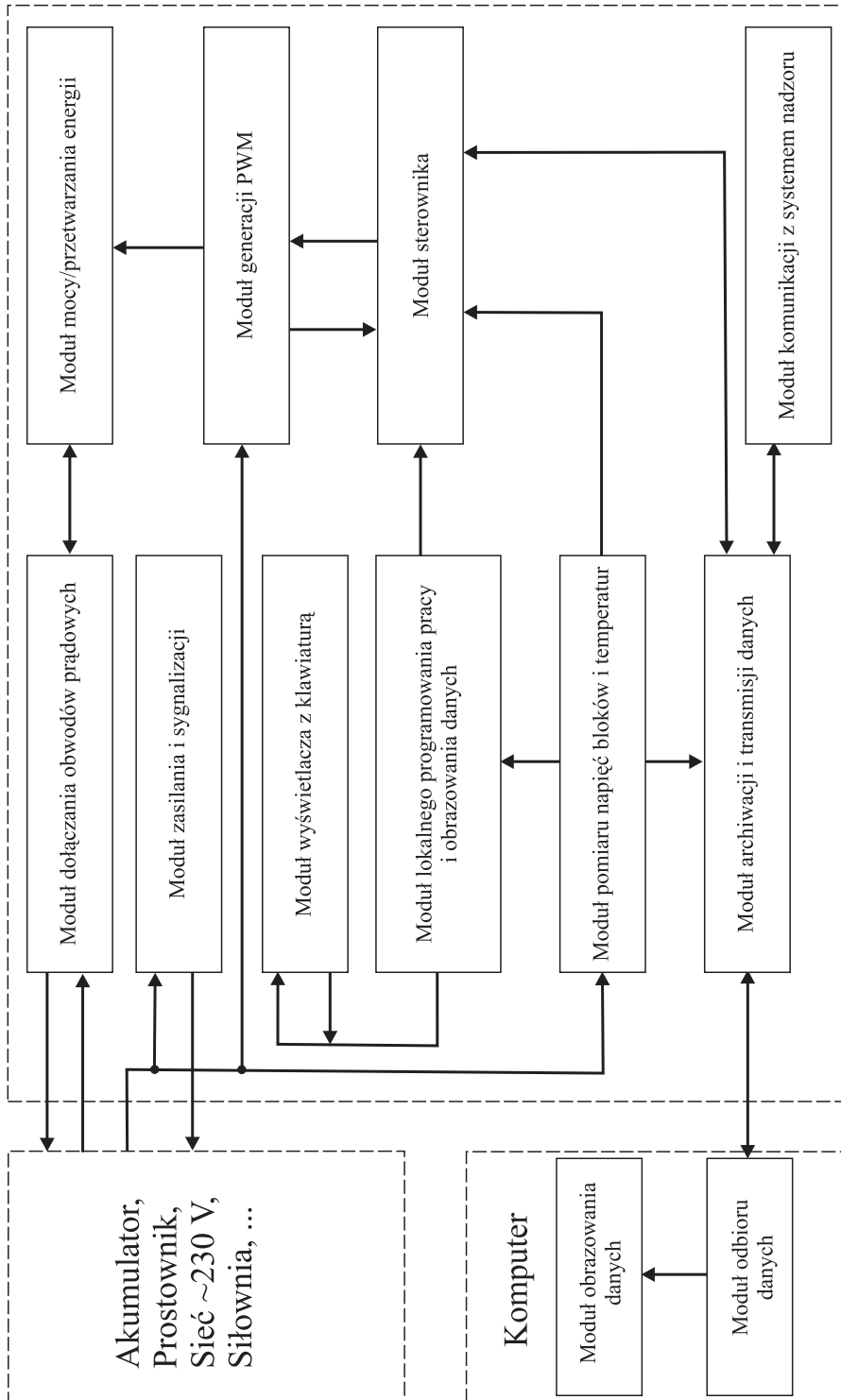
PROTOKÓŁ przeglądu baterii akumulatorów regulowanych wentylami										
Rezystancja izolacji		1 000 000		Ohm						
Rezystancja łączników		0,1		Ohm						
Moment dokręcenia łączników		20		Nm						
Protokół badań baterii akumulatorów. Rozpoczęcie 2007-04-27 15:06 - TBA-II nr 30										
Obiekt	Koszyńców			Nr baterii	1	Rok instalacji	1998			
Producent	VARTA		Ilość ogniw	4	Rodzaj baterii	bezołowiowa		Typ baterii		Bat
Rozładowanie kontrolne od 2007-04-27 15:07 do 2007-04-27 19:28										
Czas [h]	0	1	2	3	4	5				
Prąd [A]	12,0	12,1	12,0	12,1	12,0	11,8				
Temp. [°C]	18	17	17	17	18	18				
U bat. [V]	49,2	49,4	49,1	48,7	47,9	46,5				
Napięcia bloków [V]										
Nr bloku	1	2	3	4	5					
	12,26	12,30	12,23	12,14	12,04	11,99				
	12,36	12,40	12,32	12,20	11,99	11,68				
	12,34	12,37	12,29	12,16	11,84	10,82				
	12,29	12,32	12,25	12,15	12,04	11,99				
Pojemność oczekiwana		120		Ah		% oczekiwanej pojemności		45		%
Prąd rozładowania [10h]		12,00		A		Średnie nap. końcowe		1,94		V/Ogn.
Czas rozładowania		297		minut		Najniższe nap. w bloku		1,80		V/Ogn.
Zadane nap. końcowe rozład.		1,80		V/Ogn.		Początkowa temp. baterii		18		°C
Pojemność wykorzystana		54		Ah		Końcowa temp. baterii		18		°C
Ładowanie powrotne od 2007-04-27 19:30 do 2007-04-28 01:21										
Czas [h]	0	1	2	3	4	5	6			
Prąd [A]	2,4	12,1	11,8	12,0	7,5	3,3	1,7			
Temp. [°C]	18	18	18	18	18	18	18			
U bat. [V]	49,0	52,9	53,6	54,6	55,8	55,8	55,8			
Napięcia bloków [V]										
Nr bloku	1	2	3	4						
	12,29	13,12	13,32	13,64	14,27	14,44	14,49			
	12,25	13,27	13,43	13,66	13,82	13,73	13,67			
	12,04	13,28	13,44	13,68	13,81	13,71	13,65			
	12,32	13,18	13,35	13,60	13,87	13,92	13,97			
Pojemność znamionowa [10h]		120		Ah		Władowana pojemność		54		Ah
Zadany prąd ładowania [10h]		12,00		A		Prąd końcowy ładowania		1,72		A
Czas ładowania		358		minut		Początkowa temp. baterii		18		°C
Zadane napięcie ładowania		2,32		V/Ogn.		Końcowa temp. baterii		18		°C



Rys. 4. Protokół (z komputera PC) badań baterii akumulatorów konwertera TBA150-II

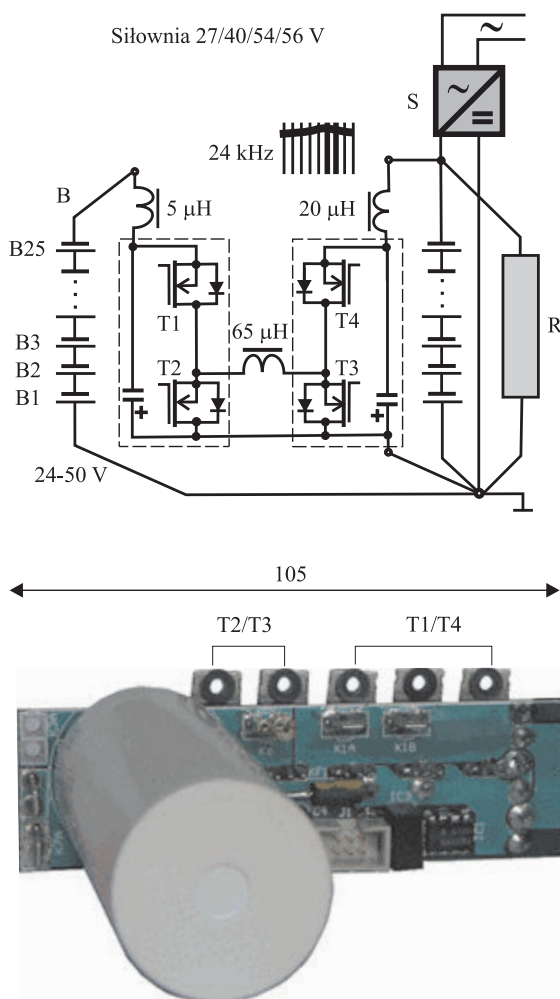
Schemat blokowy

Konwerter TBA150-II składa się z wielu modułów (rys. 5) układowych i programowych. Moduły sterownika, wyświetlacza z klawiaturą, komunikacji, odbioru danych i ich obrazowania w komputerze PC są takie same, jak we wcześniej opracowanych urządzeniach TBA-II.



Rys. 5. Moduły urządzenia TBA150-IL

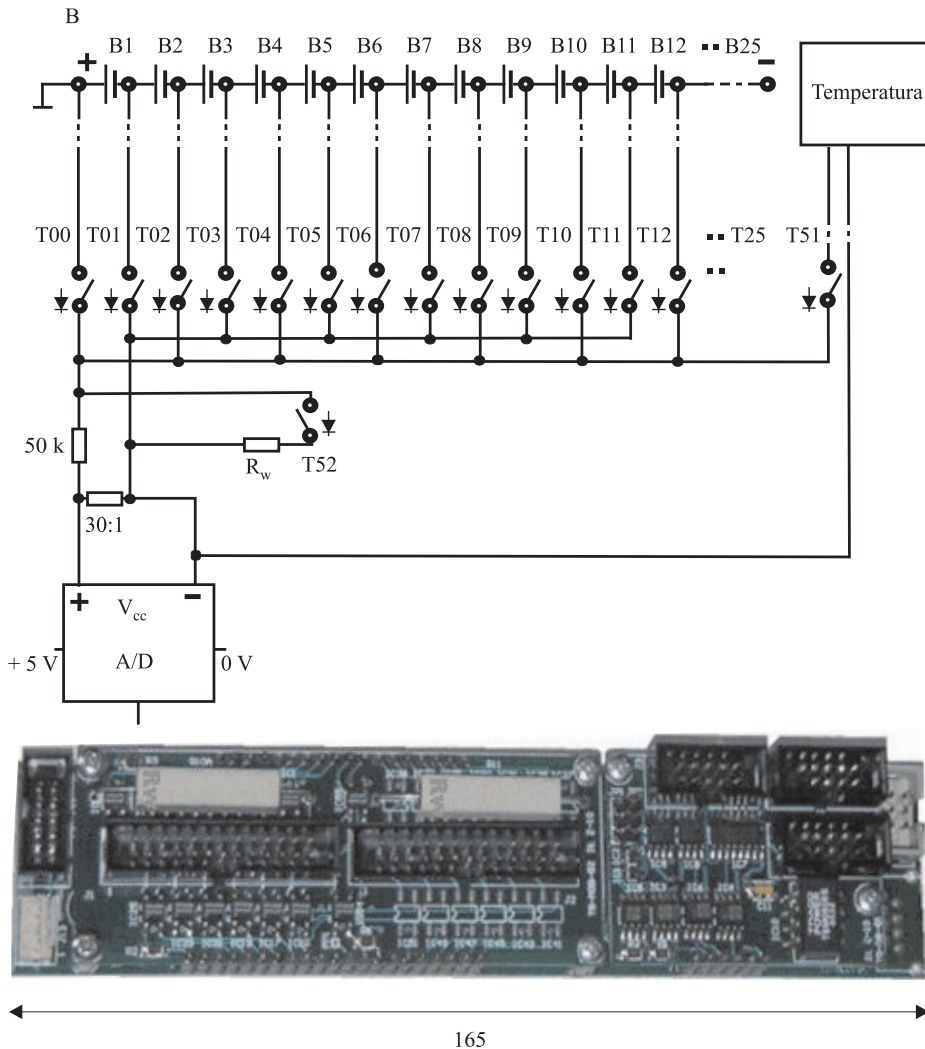
Moduł sterownika odpowiada za podstawowe funkcje urządzenia, w tym: programowanie pracy, wyświetlanie informacji, generację impulsów PWM (*Pulse Width Modulation*), regulację napięcia i prądu, reakcję na sytuacje alarmowe. Jego podstawowym elementem jest szybki procesor μ PD70FF3003, firmy NEC, zawierający: dużą pamięć programu i danych, szeregowy porty synchroniczne oraz asynchroniczne, wejścia analogowe, wyjścia PWM i wejścia/wyjścia cyfrowe.



Rys. 6. Moduł mocy/przetwarzania energii

Moduł mocy/przetwarzania energii (rys. 6) charakteryzuje się wysoką sprawnością energetyczną, prostotą i niewielkimi wymiarami, co uzyskano, rezygnując z galwanicznego oddzielenia baterii B od stałoprądowych odbiorów energii R w siłowni. Podczas rozładowywania baterii akumulatorów, gdy urządzenie oddaje energię do odbiorów stałoprądowych R siłowni, odciążając w tym czasie jej prostowniki S, tranzystor T1 jest załączony na stałe, a o wartości prądu pobieranego z baterii decyduje sterowany impulsami tranzystor T3, pracuje też dioda wsteczna tranzystora T4. Podczas ładowania, gdy urządzenie pobiera energię z prostowników siłowni S – do momentu zrównania się

napięcia baterii z napięciem prostowników, zostaje załączony tranzystor T1, a tranzystor T4 jest sterowany impulsami o rosnącym do 100% wypełnieniu. Następnie jest wyłączany tranzystor T1 i załączany T4, a tranzystor T2 jest sterowany impulsami o wzrastającym do ok. 10% wypełnieniu. Pracuje też dioda wsteczna wyłączzonego tranzystora T1. W urządzeniu jest 6 identycznych zespołów (3 z tranzystorami T1+T2 i 3 z T3+T4), w których zastosowano łączone równoległe tranzystory MOSFET (łącznie pracuje po 9 tranzystorów T1 i T4 oraz po 6 tranzystorów T2 i T3).



Rys. 7. Moduł pomiaru napięć bloków i temperatur

Moduł pomiaru napięć bloków i temperatur (rys. 7) mierzy, w cyklu 10-sekundowym, napięcia ogniw/bloków (B1 ... B25) kontrolowanej baterii akumulatorów B. Bieguny ogniw/bloków tej baterii są kolejno dołączane, za pomocą odpowiednio sterowanych, zawsze dwóch elektronicznych przekaźników, do 15-bitowego przetwornika A/D, odizolowanego galwanicznie od reszty układów. Gdy jest aktywna funkcja wyrównywacza napięć, to na czas między kolejnymi pomiarami elektro-

niczny przekaźnik T52, przez rezystor R_w , zamyka pętlę prądową dla ogniwa/bloku o najwyższym napięciu, powodując jego rozładowywanie prądem ok. 50 mA.

Moduł dołączania obwodów prądowych tworzą dwa komplety (dla obwodu baterii i obwodu prostownika) silnopiędowych złącz (3 × 75 A) *powerpole* oraz 3-biegunowych bezpieczników-wyłączników 63 A do szyny DIN, sprzężonych z wyzwalaczami podnapięciowymi, które zapewniają bezpieczne włączanie i wyłączanie urządzenia oraz ochronę obwodów zewnętrznych przed zwarciami wewnątrz obudowy.

Moduł wyświetlacza z klawiaturą zawiera własny procesor i odpowiada wyłącznie za odczyt klawiatury oraz wyświetlanie znaków alfanumerycznych. Zastosowano, wygaszany po zaprogramowanym czasie, wyświetlacz 2 × 16 znaków alfanumerycznych, wykonany w technologii OLED (*Organic Light Emitting Diode*).

Moduł zasilania i sygnalizacji tworzą dwa modułowe zasilacze DC/DC, pracujące z napięciem stałym od 18 do 75 V; jeden zasila wszystkie układy elektroniczne, a drugi – wentylatory i wyzwalacze podnapięciowe. Do sygnalizacji stanów „praca” i „alarm” zastosowano elektroniczne przekaźniki, dopuszczające sygnały 100 mA/350 V.

Moduł archiwacji i transmisji danych umożliwia przechowanie wyników z sześciu ostatnich seansów pomiarowych oraz na żądanie przetransmitowanie ich do komputera PC lub transmitowanie do komputera bieżących danych pomiarowych aktualizowanych co 10 s.

Dane techniczne

Poniżej zestawiono niektóre ważniejsze parametry techniczne konwertera TBA150-IŁ.

Napięcie znamionowe obsługiwanych baterii (siłowni)	24, 36, 48, 50 V (27, 42, 54, 56 V)
Liczba mierzonych (nadzorowanych) monobloków baterii	1, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 18, 24, 25
Programowany prąd ładowania i rozładowywania baterii	5 ÷ 150 A, rozdzielczość 1 A
Dokładność stabilizacji napięcia podczas ładowania	±1%
Dokładność stabilizacji prądu ładowania i rozładowywania	±1,5%
Zakres programowania i pomiaru pojemności baterii	do 3000 Ah
Dokładność pomiaru pojemności baterii	±2%
Programowane min. napięcia ogniw przy rozładowywaniu	1,95 ÷ 1,6 V/ogn., rozdzielczość 0,05 V
Ograniczane (wartość nie programowana) maksymalne napięcia końcowe ogniw lub bloków podczas ładowania	20 mV/ogn. powyżej średniej z zaprogramowanego napięcia baterii
Ustawiana kompensacja temperaturowa napięcia ogniw (wzgl. 20/25°C)	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 mV/ogn.°C
Sprawność (dla siłowni 54 V i > 50% mocy znamionowej)	≥ 95% (typowo 96%)
Temperatura pracy	+5 ÷ 40°C
Zabezpieczenie przed zmianą zaprogramowanych ustawień	kod dostępu użytkownika i serwisu
Komunikacja z urządzeniami zewnętrznymi (komputer PC)	LAN 10/100
Wymiary (wysokość × szerokość × głębokość), masa	88 × 484 × 350 (390) mm, 15 kg

Wnioski

W siłowniach urządzeń telekomunikacyjnych pracują dziesiątki tysięcy baterii akumulatorów różnych pojemności (w Polsce ponad 50 tys.). Muszą być one albo profilaktycznie odpowiednio często wymieniane, albo co najmniej raz w roku kontrolowane. (Także do celów reklamacyjnych są potrzebne wyniki przynajmniej jednego w roku rozładowania i naładowania, realizowanego znamionowym 10- lub 20-godzinnym prądem.)

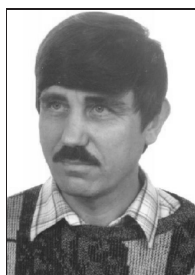
Jeżeli dzięki regularnej kontroli zostanie wydłużony o rok średni czas eksploatacji każdej baterii, to przy ponad 25 tysiącach obiektów oszczędności mogą wynieść kilka milionów euro, a do utylizacji w tym okresie trafi o kilkanaście tysięcy mniej bloków akumulatorowych, zawierających ołów i kwas siarkowy.

Oczywiście, kontrola baterii też kosztuje. Tradycyjna metoda wymaga kilku wielogodzinnych wizyt obsługi w roku, w każdym obiekcie. Konwertery TBA150-IŁ umożliwiają jednemu pracownikowi, dysponującemu kilkoma takimi urządzeniami, skontrolowanie trzykrotnie więcej obiektów rocznie (powyżej 150) niż metodą tradycyjną, co wielokrotnie zmniejsza koszty takich kontroli. Uwzględniając cenę urządzeń TBA150-IŁ oraz koszt ewentualnego przygotowania okablowania usprawniającego ich dołączanie do siłowni, można stwierdzić, że inwestycja w takie rozwiązanie zwróci się szybciej niż po dwóch latach. Dlatego TBA150-IŁ ma szansę stać się podstawowym przyrządem stosowanym, m.in. w TP SA do kontroli baterii akumulatorów.

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.: *Przekształtnik TBA2-IŁ*. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 2003, nr 3–4, s. 117–121
- [3] Kunert T., Godlewski P.: *Urządzenia TBA-IŁ do kontroli baterii akumulatorów w siłowniach telekomunikacyjnych*. Elektronika, 2007, nr 5, s. 25–30

Paweł Godlewski



Inż. Paweł Godlewski (1949) – absolwent Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej (1973); długoletni pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1973); autor wielu prac konstrukcyjnych, współautor systemu oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IŁ i urządzeń serii TBA-IŁ, autor licznych publikacji naukowych; współautor wielu patentów; zainteresowania naukowe: systemy wizualizacji danych dla systemów telekomunikacyjnych, urządzenia sterowane programowo (procesorami) w telekomunikacji.
e-mail: P.Godlewski@itl.waw.pl