

# 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 Techniek 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%.

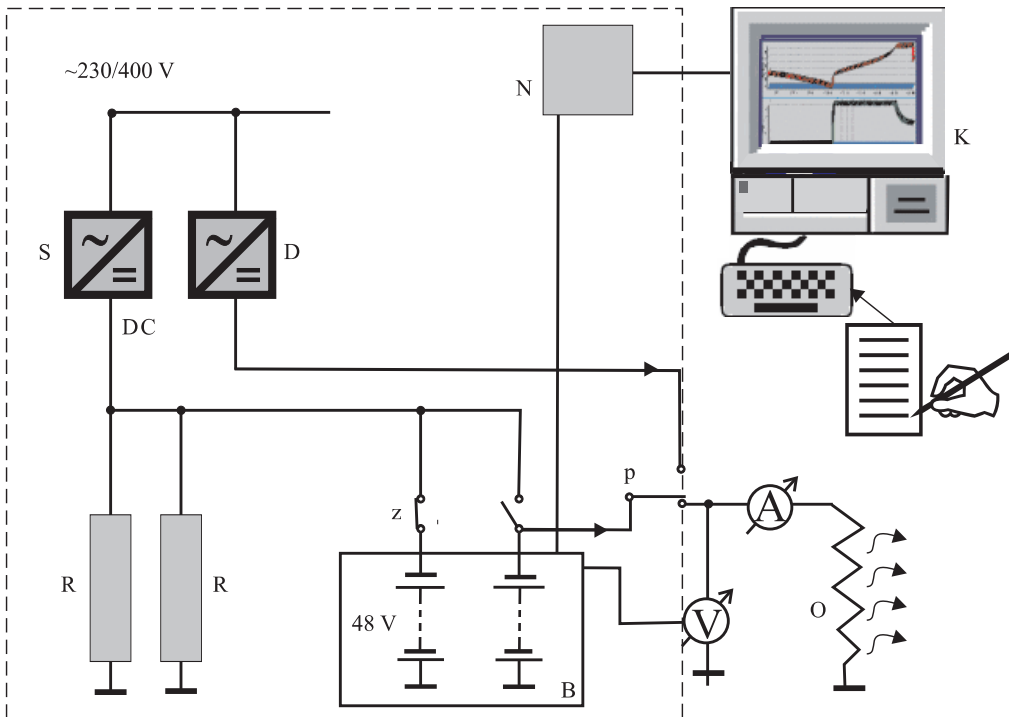
Po 2–3 latach pracy takich baterii w zmiennych warunkach klimatycznych i obciążeniowych należy je albo profilaktycznie wymieniać na nowe (co stosują niektóre administracje), albo poddawać okresowemu kontrolnemu ładowaniu i rozładowaniu – w celu regeneracji lub eliminacji ich uszkodzonych ogniw/bloków, 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<sup>①</sup> 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

<sup>①</sup> 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 – przełącznik 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).

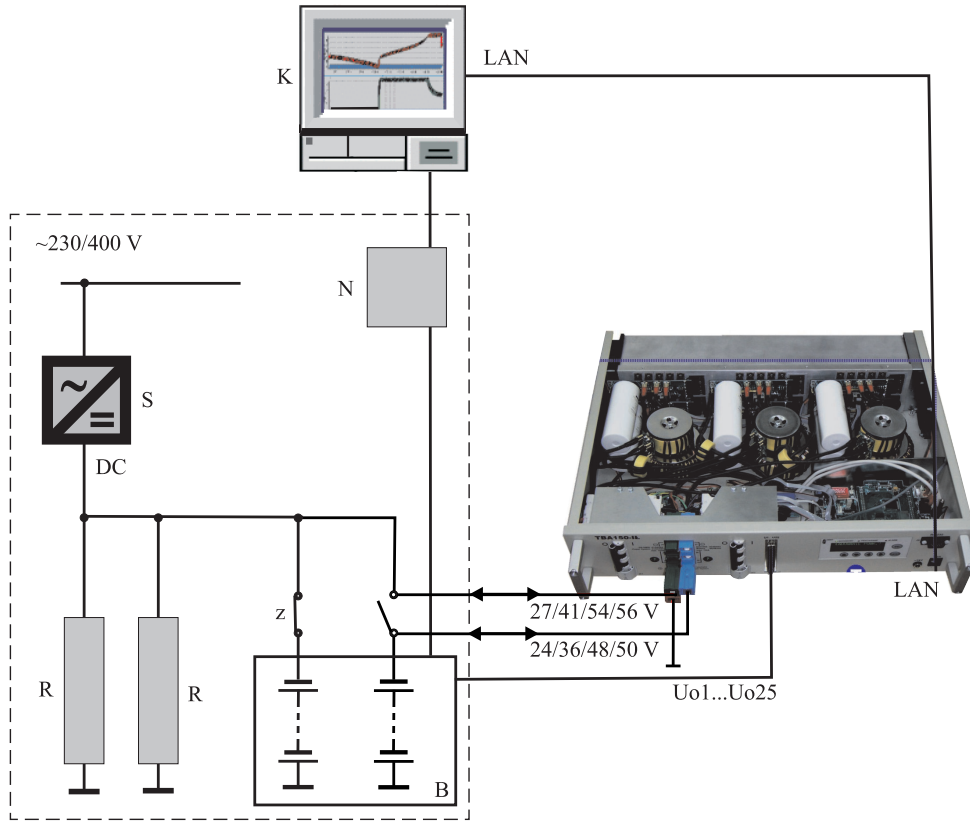


**Rys. 2.** Konwerter TBA150-IŁ, wyróżniony na Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik EUREKA 2007 w Brukseli

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

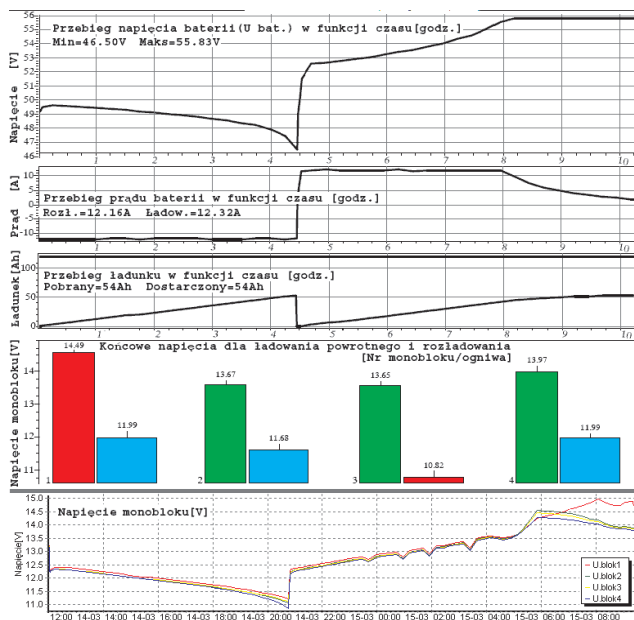
B – baterie akumulatorów, S – prostowniki siłowni, K – komputer PC lub komputer systemu nadzoru, N – sterownik systemu nadzoru, R – obciążenia siłowni, z – „ręczne” odłączniki baterii, LAN (Local Area Network) – lokalna sieć komputerowa

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.

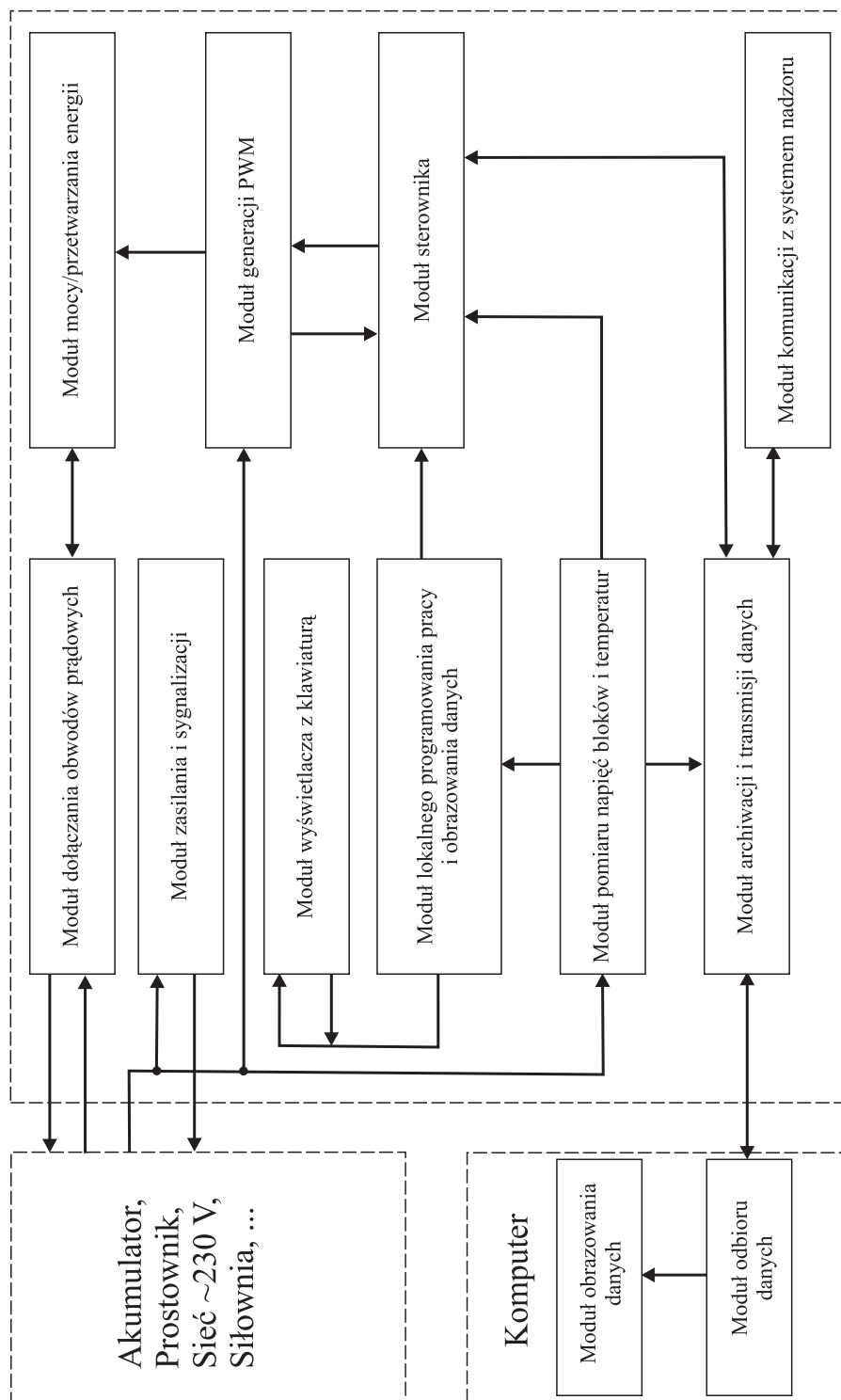
PROTOKÓŁ przeglądu baterii akumulatorów regulowanych wentylami									
Rezystancja izolacji		1 000 000		Ohm					
Rezystancja łączników		0,1		Ohm					
Moment dokręcenia łączników		20		Nm					
Protokół badań baterii akumulatorów. Rozpoczęcie 2007-04-27 15:06 - TBA-IŁ nr 30									
Obiekt	Koszyńców			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				
1	12,26	12,30	12,23	12,14	12,04	11,99			
2	12,36	12,40	12,32	12,20	11,99	11,68			
3	12,34	12,37	12,29	12,16	11,84	10,82			
4	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	Srednie 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	5				
1	12,29	13,12	13,32	13,64	14,27	14,44	14,49		
2	12,25	13,27	13,43	13,66	13,82	13,73	13,67		
3	12,04	13,28	13,44	13,68	13,81	13,71	13,65		
4	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-IŁ

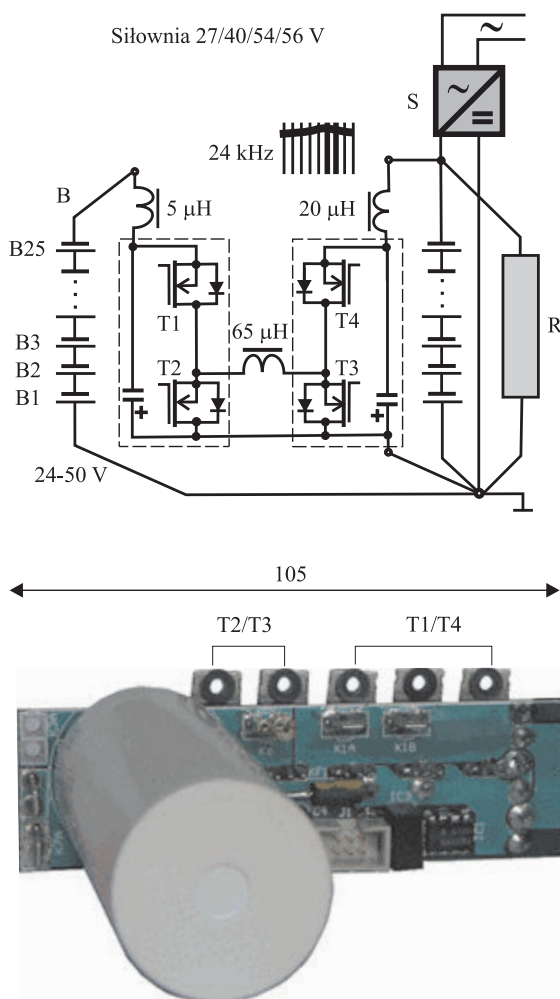
### Schemat blokowy

Konwerter TBA150-IŁ 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-IŁ.



Rys. 5. Moduły urządzenia TBA150-IL

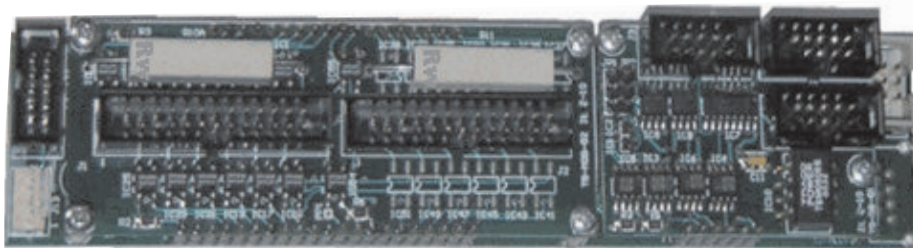
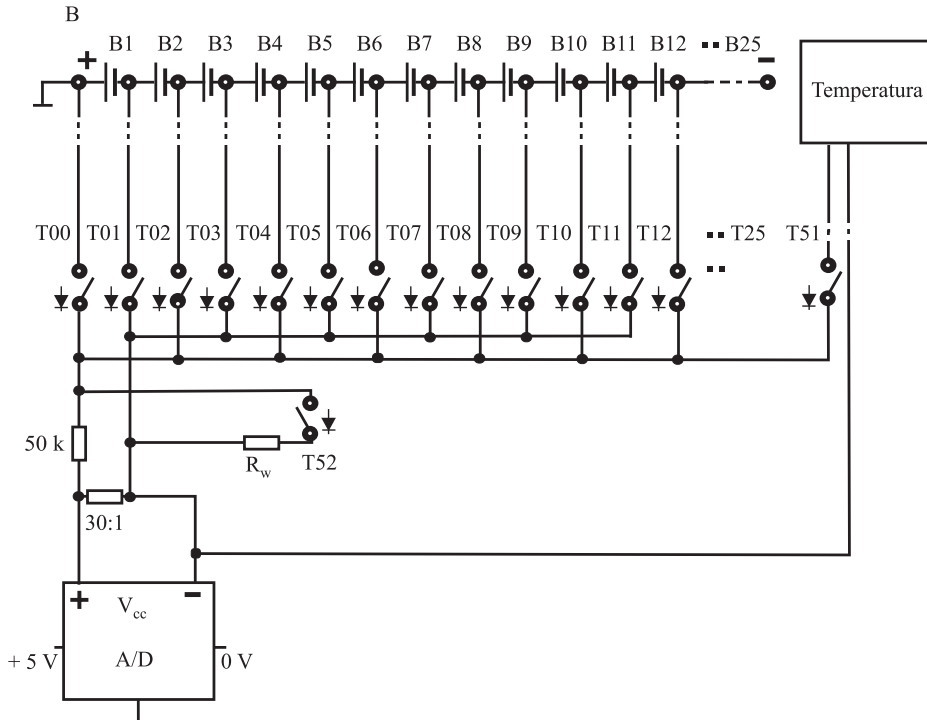
**Moduł sterownika** odpowiada za podstawowe funkcje urządzenia, w tym: programowanie pracy, wyświetlanie informacji, generację impulsów PWM (*Pulse Width Modulation*), regulację napięcia i prądu, reakcję na sytuacje alarmowe. Jego podstawowym elementem jest szybki procesor  $\mu$ PD70FF3003, firmy NEC, 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).



165

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) silnoprądowych złączy ( $3 \times 75$  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  $2 \times 16$  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	$5 \div 150$ A, rozdzielczość 1 A
Dokładność stabilizacji napięcia podczas ładowania	$\pm 1\%$
Dokładność stabilizacji prądu ładowania i rozładowywania	$\pm 1,5\%$
Zakres programowania i pomiaru pojemności baterii	do 3000 Ah
Dokładność pomiaru pojemności baterii	$\pm 2\%$
Programowane min. napięcia ogniw przy rozładowywaniu	$1,95 \div 1,6$ 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)	$\geq 95\%$ (typowo 96%)
Temperatura pracy	$+5 \div 40^\circ\text{C}$
Zabezpieczenie przed zmianą zaprogramowanych ustawień	kod dostępu użytkownika i serwisu
Komunikacja z urządzeniami zewnętrznymi (komputer PC)	LAN 10/100
Wymiary (wysokość $\times$ szerokość $\times$ głębokość), masa	$88 \times 484 \times 350$ (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.)

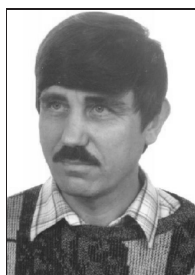
Jeżeli dzięki regularnej kontroli zostanie wydłużony o rok średni czas eksploatacji każdej baterii, to przy ponad 25 tysiącach obiektów oszczędności mogą wynieść kilka milionów euro, a do utylizacji w tym okresie trafi o kilkanaście tysięcy mniej bloków akumulatorowych, zawierających ołów i kwas siarkowy.

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