

Zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych – prace prowadzone w Instytucie Łączności

Jan Komorowski

Paweł Kliś

Wskazano prace z zakresu zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, prowadzone w latach 1947–2009 najpierw w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym, a później w Instytucie Łączności w Warszawie. Zwrócono uwagę na duże zaangażowanie pracowników Zakładu Systemów Zasilania w rozwiązywanie skomplikowanych problemów dotyczących zasilania.

telekomunikacja, badania zasilania urządzeń telekomunikacyjnych w Instytucie Łączności

Wprowadzenie

Warunkiem działania wszystkich istniejących urządzeń telekomunikacyjnych jest dostarczenie im energii elektrycznej. Z tego względu zagadnienia zasilania, a w szczególności problemy konstruowania urządzeń zasilających, towarzyszą Instytutowi Łączności od początku jego istnienia. Postęp w technologii elektronicznej i technikach informacyjnych, zmiany wymagań odnośnie do zasilania narzucane przez coraz nowocześniejsze urządzenia, a także wymagania ekologiczne powodują, że choć celem jest zawsze dostarczenie energii elektrycznej w odpowiedniej postaci, to realizujące tę funkcję urządzenia zasilające ulegają ogromnym przeobrażeniom.

Pierwszą jednostką organizacyjną, zajmującą się zagadnieniem zasilania, utworzoną w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym (PIT), był Zakład Urządzeń Zasilających, który powstał w 1947 r. Jego kontynuatorem jest dziś Zakład Systemów Zasilania w Instytucie Łączności. Jednak, już w 1935 r. istniał w PIT dział sprzętu pomocniczego, którego zadaniem było m.in.: projektowanie i wykonywanie urządzeń zasilających opartych na zastosowaniu prostowników suchych (kuprytowych i selenowych) oraz prowadzenie badań nad stopami żelaza do transformatorów i do cewek telefonicznych. W latach następnych wykonywano w tym dziale prostownikowe urządzenia zasilające do central automatycznych, które zainstalowano m.in. w Józefowie i w Radości^①.

W opisanym w dalszej części opracowania okresie istnienia Zakładu można wyróżnić dwa etapy. W pierwszym etapie, obejmującym lata 1947–1990, Zakład opracował wiele różnorodnych urządzeń zasilających, które następnie zostały wdrożone do produkcji w zakładach Bester w Bielawie, a od 1975 r. w zakładach Telzas w Szczecinku. Drugi etap rozpoczął się na przełomie lat 1989 i 1990, gdy zakłady Telzas kupiły licencje oraz rozpoczęły produkcję nowoczesnych siłowni i zespołów prostownikowych. Pojawiły się też w Polsce importowane urządzenia zasilające firm: Benning, Voigt & Haeffner, Emerson, Delta, Eltek i wielu innych. W tej sytuacji Zakład Systemów Zasilania zajął się problemami eksploatacyjnymi w Telekomunikacji Polskiej SA (TP SA).

^① *Automatyczne centrale telefoniczne w małych miejscowościach były w tym czasie niezwykle rzadkością.*

Działalność w latach 1947–1990

Zasilanie central telefonicznych średniej i dużej pojemności

Pierwszą pracą, którą prowadził powstały w 1947 r. Zakład Urządzeń Zasilających, było opracowanie wielu transduktorów^①, które łącznie z tocznymi regulatorami napięcia^② stanowiły podstawę do uruchomienia w zakładach Bester produkcji stabilizowanych zespołów prostownikowych, służących do zasilania central telefonicznych średniej i dużej pojemności. Następną ważną pracą było opracowanie i uruchomienie produkcji siłowni do zasilania central Strowgera z wykorzystaniem wymienionych zespołów prostownikowych.



Inżynier Władysław Arnold Trembiński (w pierwszym rzędzie w środku), pierwszy kierownik Zakładu Urządzeń Zasilających, ze swoimi pracownikami (1953 r.)

Pod koniec lat sześćdziesiątych rozpoczęto opracowywanie siłowni prądu stałego do zasilania central krzyżowych K-66 produkowanych w Zakładach Wytwórczych Urządzeń Telefonicznych (ZWUT) oraz central Strowgera. W obydwu siłowniach zastosowano po raz pierwszy w Polsce system zasilania z przetwornicą dodawczą^③. Konieczne więc było opracowanie, wchodzących w skład siłowni, tyrystorowych zespołów prostownikowych i przetwornic dodawczych oraz tablic rozdzielczo-sterujących.

- ^① Transduktor – element magnetyczny, składający się z rdzenia (bądź rdzeni magnetycznych) i uzwojeń, w którym prądem stałym płynącym w jednym z uzwojeń można sterować parametrami prądu przemiennego płynącego w innym uzwojeniu.
- ^② Toczny regulator napięcia – regulator elektromechaniczny, w którym zmiana napięcia regulowanego powoduje zmianę położenia cewki sprzężonej z tocznym elementem stykowym i zmianę wartości rezystorów regulacyjnych, włączonych w obwód wzbudzenia transduktora.
- ^③ Przetwornica dodawcza – źródło prądu, którego napięcie dodaje się do napięcia źródła podstawowego. Może ono być stosowane w celu otrzymywania innej wartości napięcia albo napięcia o lepszej stabilności.

Dokonany we wczesnych latach siedemdziesiątych zakup licencji na centrale elektroniczne E-10 i centrale krzyżowe Pentaconta, bez urządzeń zasilających, postawił przed zespołem Zakładu pilne zadanie, polegające na opracowaniu siłowni do zasilania tych central. Wykorzystano do tego celu wcześniej wykonany prototyp siłowni -50 V , wprowadzając w nim konieczne zmiany, tak aby mógł on zasilać pierwszą (pilotową) elektroniczną centralę E-10, zainstalowaną w Winogradach w Poznaniu. Po badaniach eksploatacyjnych prototyp stanowił podstawę do uruchomienia produkcji siłowni prądu stałego -48 V w zakładach Telzas.

Prace naukowo-badawcze w zakresie stabilizacji i sterowania cyfrowego umożliwiły opracowanie jednolitego układu siłowni prądu stałego na znamionowe napięcia -48 V i -60 V (to drugie napięcie ze względu na eksport). W obydwu siłowniach zastosowano układ z regulowaną przetwornicą dodawczą. W zespołach prostownikowych, przetwornicach dodawczych oraz w tablicach rozdzielczo-sterujących zastosowano cyfrowe układy scalone. Opracowano także zespół prostownikowy 48 V , 630 A oraz tranzystorową przetwornicę dodawczą 8 V , 630 A . Stanowiło to podstawę do opracowania siłowni SCG 48 V , 2400 A , z możliwością pracy równoległej dwóch siłowni, co umożliwiło zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych o poborze prądu do 4800 A .

W drugiej połowie lat osiemdziesiątych opracowano wspólnie z zakładem Telzas siłownię prądu stałego typu SCI z tranzystorowymi przetwornicami dodawczymi. Siłownie typu SCI, SCF (siłownia z zespołami prostownikowymi 48 V , 200 A) i SCG praktycznie zaspokajały potrzeby krajowe w zakresie zasilania central telefonicznych o poborze prądu od 100 A do 2400 A (4800 A).



Wykładowcy oraz uczestnicy kursu szkoleniowego z zakresu eksploatacji urządzeń zasilających (1975 r.)

Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych zaprzestano produkcji wymienionych siłowni, z uwagi na pojawienie się na rynku krajowym siłowni z zespołami prostownikowymi, w których zastosowano technikę tranzystorową z ponadakustyczną częstotliwością przetwarzania.

Zasilanie central telefonicznych małej pojemności

W latach pięćdziesiątych pojawił się problem zasilania central małej pojemności, ponieważ dotychczas takie centrale były zasilane z niestabilizowanych zespołów prostownikowych. Opracowano wówczas cztery wielkości stabilizowanych zespołów prostownikowych, które były produkowane jako prostowniki-rozdzielacze, ponieważ zawierały w jednej obudowie wszystkie elementy potrzebne do współpracy z baterią akumulatorów oraz odbiorem.

W latach sześćdziesiątych opracowano siłownię prądu stałego w jednolitym buforowo-różnicowym układzie z tranzystorowo-transduktorową stabilizacją napięcia i prądu wyjściowego. Cechą charakterystyczną tych siłowni była możliwość samoczynnego ładowania baterii nie odłączonej od odbioru (podwyższonym napięciem). Siłownie produkowano na znamionowe napięcia 48 V i 60 V oraz oznaczano symbolem TAB. Ze względu na złe właściwości dynamiczne, siłownie te nadawały się tylko do zasilania central elektromechanicznych.

Zakup licencji na centrale elektroniczne E-10 i krzyżowe Pentaconta spowodował konieczność opracowania i uruchomienia produkcji również siłowni, spełniających wymagania licencjodawcy w zakresie koncentratorów wyniesionych central elektronicznych. Siłownie produkowano na znamionowe napięcie 48 V i 60 V oraz znamionowe prądy od 10 A do 100 A i oznaczano symbolem SCD. Wykonywano je w układzie z półprzewodnikowym reduktorem napięcia oraz z tyrystorową stabilizacją napięcia i prądu wyjściowego. Dzięki zastosowaniu dwustopniowego reduktora napięcia istniała możliwość ładowania baterii akumulatorów nie odłączonych od odbioru do napięcia 2,4 V na ogniwo. Siłownie SCD od początku lat pięćdziesiątych nie są produkowane.

Zasilanie urządzeń teletransmisyjnych i linii radiowych

Pod koniec lat pięćdziesiątych rozpoczęto opracowywanie wielu zespołów prostownikowych do zasilania stacji wzmacniakowych. Stacje wzmacniakowe były wyposażone wtedy w urządzenia lampowe, a zatem należało opracować zespoły prostownikowe do zasilania obwodów żarzenia i obwodów anodowych. Należy dodać, że zleceniodawca wymagał, aby w zespołach prostownikowych zastosowano statyczny układ stabilizacji napięcia i prądu wyjściowego (wówczas stosowano regulatory węglowo-dociskowe^①). W kraju w tym czasie nie były produkowane zespoły prostownikowe o takiej stabilizacji napięcia i prądu wyjściowego. W pierwszej kolejności opracowano trzy wielkości magnetycznych regulatorów napięcia i prądu wyjściowego, które sterowały transduktorami z wewnętrznym sprzężeniem zwrotnym. Zespoły prostownikowe produkowano pod nazwami: TNA-220/10-20, TNC-212/2-6, TNB-24160-250 oraz TND-24/60-100. Następnie opracowano zespoły prostownikowe STB-24/20 i STB-24/40 o tyrystorowej stabilizacji napięcia i prądu wyjściowego do zasilania tranzystorowych urządzeń teletransmisyjnych oraz linii radiowych. Od 1990 r. urządzenia te również nie są produkowane.

Zasilacze, przetwornice oraz zespoły prostownikowe różnego przeznaczenia

W latach sześćdziesiątych, w wyniku rozwoju elementów półprzewodnikowych, rozpoczęto prace nad ich zastosowaniem w urządzeniach zasilających. Zaowocowały one produkcją, w WZT-Teletra oraz Zarat-Toruń, przetwornic tranzystorowych, stosowanych w centralach telefonicznych i w stacjach wzmacniakowych. Przetwornice te dostarczały napięcie licznikowych, zasilania rezerwowego lampek

^① Regulator węglowo-dociskowy – regulator elektromechaniczny, w którym zmiana wartości napięcia regulowanego wywołuje zmianę rezystancji węglowego elementu regulacyjnego, w wyniku zmiany siły ściskającej ten element.

sygnalizacyjnych na stanowiskach centrali międzymiastowej (CMM), zdalnego zasilania lub stanowiły źródła prądów zewowych.

W pierwszej połowie lat osiemdziesiątych opracowano, a następnie uruchomiono produkcję:

- stojaka napięć dodatkowych;
- stojaka napięć dodawczych 20 V, 240 A;
- stojaka przetwornic dodawczych 8 V, 600 A;
- tranzystorowej przetwornicy dodawczej 8 V, 50 A.

Stojak napięć dodatkowych stanowił źródło zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, wymagających napięć o innej biegunowości lub wartości niż źródło napięcia podstawowego –48 V. Stojak przetwornic dodawczych 20 V, 240 A służył do zasilania urządzeń, wymagających napięcia –60 V w obiektach wyposażonych w źródła napięcia podstawowego –48 V. Stojak przetwornic dodawczych 8 V, 600 A przeznaczono do zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, dla których tolerancje napięcia systemu pracy buforowej na wprost były za duże do zasilanych urządzeń.

Urządzenia zasilające różnego przeznaczenia

W Zakładzie opracowano ponadto wiele urządzeń o innym przeznaczeniu niż poprzednio wymienione, a mianowicie:

- szereg stabilizatorów ferrezonansowych;
- szereg stabilizatorów napięcia przemiennego o stabilizacji tranzystorowo-transduktorowej;
- tranzystorowe regulatory napięcia i prądu o parametrach oraz konstrukcji mechanicznej, umożliwiające zastąpienie importowanych regulatorów tocznych i węglowo-dociskowych;
- stacje katodowe do ochrony katodowej metalowych konstrukcji podziemnych przed korozją elektrochemiczną;
- urządzenia drenażu wzmocnionego do ochrony metalowych konstrukcji podziemnych przed korozją elektrolityczną;
- zespoły prostownikowe do rewersyjnego ładowania baterii akumulatorów w elektrowózkach.

Działalność po 1990 roku

Jak już wcześniej wspomniano, na przełomie lat 1989 i 1990 zakłady Telzas kupiły licencję na nowoczesne siłownie i zespoły prostownikowe, co spowodowało, że współpraca Instytutu Łączności z tą firmą ograniczyła się praktycznie do badań technicznych i certyfikacyjnych urządzeń produkowanych w tych zakładach.

W tej sytuacji Zakład Systemów Zasilania zmienił profil zainteresowań i zajął się problemami eksploatacyjnymi w TP SA. Miał do wykonania następujące zadania:

- opracowanie komputerowego systemu kontroli oraz nadzoru urządzeń zasilających i klimatyzacyjnych (KSN);
- badania urządzeń zasilających w warunkach eksploatacji;
- opracowywanie instrukcji eksploatacji urządzeń zasilających i klimatyzacyjnych;
- inne prace zlecane przez TP SA.



Konferencja Energetyków Łączności „Jurata 1995” – w prezydium inż. Jan Komorowski (trzeci od prawej), ówczesny kierownik Zakładu Systemów Zasilania

Zakład prowadził w ramach prac statutowych również prace o charakterze wyprzedzeniowym i poznawczym, które w późniejszym okresie stanowiły podstawę do oferowania TP SA modeli użytkowych urządzeń zasilających lub badaniowych oraz unowocześnionych procesów eksploatacyjnych.

Prace badawcze, związane z opracowaniem komputerowego systemu kontroli oraz nadzoru urządzeń zasilających i klimatyzacyjnych KSN, rozpoczęły się na początku lat dziewięćdziesiątych i są kontynuowane do dnia dzisiejszego. W okresie początkowym Zakład opracował i zainstalował w obiektach TP SA około 100 szt. urządzeń KSN. Ponadto Oddział Konstrukcyjno-Warsztatowy IŁ w Miedzeszynie oraz Oddział IŁ w Pułtuskach wyprodukowały i zainstalowały w obiektach TP SA ok. 1000 szt. tych urządzeń. Kiedy zapotrzebowanie na KSN przekroczyło możliwości IŁ, produkcję przekazano do firmy EP & M (*Electronic Power and Market*) w Szczecinku, gdzie system ten jest ciągle unowocześniany, a jego funkcje rozszerzane.

W ciągu ostatnich pięciu lat, na zlecenie TP SA, Zakład Systemów Zasilania wykonał lub opracował między innymi takie prace, jak:

- badania urządzeń zasilających w warunkach eksploatacji, w tym siłowni, baterii VRLA^①, KSN, SDA^②, SRDA^③ i innych;
- poradnik baterii kwasowo-ołowiowych;
- system automatycznego badania baterii VRLA, wykorzystujący urządzenia pomiarowe i diagnostyczne znajdujące się na rynku krajowym;

^① VRLA – zamknięte baterie ołowiowo-kwasowe regulowane wentylami (*Valve Regulated Lead Acid*).

^② SDA – system dostępu abonenckiego.

^③ SRDA – system radiowego dostępu abonenckiego.

- analiza dostępnych na rynku krajowym baterii NiCd pod kątem zastosowania ich w systemach zasilania SDA;
- analiza możliwości globalizacji systemów KSN w zakresie standaryzacji sygnałów;
- procedury programowe nadzoru, realizujące proces transmisji danych z rozdzielnic niskiego napięcia;
- sposoby monitorowania urządzeń zasilających i klimatyzacyjnych w obiektach z radiodostępem;
- statystyki występowania przerw w zasilaniu z sieci elektroenergetycznej w poszczególnych regionach Polski;
- analiza oraz ocena parametrów użytkowych zintegrowanych systemów nadzoru urządzeń zasilających różnych firm na podstawie badań w warunkach eksploatacji;
- instrukcje eksploatacji baterii ołowiowo-kwasowych, siłowni telekomunikacyjnych, tablic rozdzielczych niskiego napięcia, zespołów spalinowo-elektrycznych oraz urządzeń klimatyzacyjnych;
- nowelizacja norm zakładowych ZN-2006/TPSA-036 (*Urządzenia ochrony ludzi i instalacji przed przepięciami i przetężeniami*) oraz ZN-2006/TPSA-037 (*Systemy uziemiające telekomunikacyjnych obiektów budowlanych*);
- ocena negatywnego oddziaływania obiektów telekomunikacyjnych na sieć elektroenergetyczną;
- zasady równowagi między obecnie ponoszonymi kosztami na zakup i utrzymanie baterii w systemach dostępowych a stosowanymi technologiami i czasami podtrzymania bateryjnego w TP SA.

Natomiast w ramach prac statutowych w okresie ostatnich pięciu lat Zakład wykonał między innymi następujące prace:

- programowe i sprzętowe środki wspomagania oraz integracji systemów zasilania, w tym opracowanie koncepcji nowoczesnego systemu kontroli i nadzoru urządzeń zasilających w aspekcie wspomagania i integracji systemów zasilania oraz metody i koncepcje programowo-sprzętowego wspomagania decyzji w zakresie oceny stanu baterii akumulatorów;
- dwukierunkowy układ przekazywania energii w słoneczno-wiatrowych systemach zasilania;
- systemy zasilania jednostek dostępu abonenckiego SDA, w tym opracowanie zasad współpracy KSN z kontrolerami jednostek SDA z wykorzystaniem sieci korporacyjnych;
- system zasilania współpracujący z bateriami nikielowo-kadmowymi, w tym opracowanie zasad wykorzystania łączy ISDN^① do monitorowania urządzeń zasilających, analiza możliwości zastosowania ogni w paliwowych w systemach zasilania urządzeń telekomunikacyjnych oraz opracowanie systemu wczesnego ostrzeżenia o stanie baterii;
- metody badania akumulatorów sodowo-niklowych pod kątem ich przydatności w systemach zasilania urządzeń telekomunikacyjnych;
- system zasilania globalnego urządzeń telekomunikacyjnych, wykorzystujący najnowsze technologie w podzespołach energoelektronicznych oraz nowe źródła elektrochemiczne, w tym dwukierunkowe hybrydowe urządzenie zasilające, kontroler sterowania nadrzędnego systemu zasilania;

^① ISDN – sieć cyfrowa z integracją usług (*Integrated Services Digital Network*).

- zastosowanie półprzewodnikowych przyrządów termoelektrycznych, wykorzystujących zjawisko Peltiera w celu zapewnienia właściwych warunków klimatycznych urządzeń zasilających w systemach zasilania;
- system nadzoru, monitoringu i sterowania rozproszonych siłowni telekomunikacyjnych, wykorzystujących odnawialne i inne źródła energii;
- sterownik mikroprocesorowy układu grzewczo-chłodzącego, wykorzystującego ogniwa Peltiera;
- opracowanie metody predykcji czasu życia baterii na obiekcie i oceny jej aktualnego stanu na podstawie analizy bieżących parametrów jej eksploatacji;
- rdzeń modułowego systemu czasu rzeczywistego do profesjonalnych aplikacji hybrydowych systemów zasilania i systemów automatycznego nadzoru;
- telekomunikacyjny system zasilania zintegrowany na napięciu 230 V (AC).

Obecne prace Zakładu dotyczą:

- zastosowania ogniw paliwowych w systemach zasilania;
- zastosowania ogniw fotowoltaicznych w systemach zasilania;
- badań nad wykorzystaniem w systemach zasilania nowych elektrochemicznych źródeł napięcia, umożliwiających ograniczenie stosowania baterii ołowiowo-kwasowych w tych systemach;
- poprawy warunków eksploatacji baterii ołowiowo-kwasowych, wydłużających ich czas życia, a zatem zmniejszających ich negatywne oddziaływanie na środowisko.

Zakład Systemów Zasilania współpracuje z innymi zakładami Instytutu Łączności, a w szczególności z Zakładem Zastosowań Technik Łączności Elektronicznej w zakresie opracowań nowych urządzeń. We współpracy z tym Zakładem powstały przekształtniki do kontrolnego rozładowania i ładowania baterii akumulatorów w systemach zasilania:

- przekształtnik TBA 2-IŁ, zwracający do sieci zasilającej energię pobraną z baterii w czasie jej kontrolnego rozładowywania;
- przekształtnik TBA 56-IŁ;
- przekształtnik TBA 150-IŁ, o znamionowym prądzie 150 A, nagrodzony brązowym medalem na Międzynarodowych Targach Wynalazczości w Brukseli w 2007 r.

W Zakładzie jest akredytowane Laboratorium Badań Urządzeń Zasilających Łączności, prowadzące od 2000 r. badania homologacyjne urządzeń zasilających stosowanych w telekomunikacji, a obecnie – badania techniczne oraz certyfikacyjne parametrów funkcjonalnych, kompatybilności elektromagnetycznej i bezpieczeństwa użytkowania tych urządzeń.

W Zakładzie Systemów Zasilania jest obecnie zatrudnionych 8 osób, w tym: dwóch adiunktów, trzech starszych specjalistów, jeden specjalista oraz dwóch starszych techników.

Kierownikami Zakładu byli: inż. Władysław Arnold Trembiński – adiunkt (1947–1959), mgr inż. Jan Skowroński – adiunkt (1959–1970), inż. Henryk Naimski – adiunkt (1970–1971), mgr inż. Stanisław Kudelski – adiunkt (1971–1987), inż. Jan Komorowski – adiunkt (1988–2005) oraz inż. Paweł Kliś – st. specjalista (od 2005 do chwili obecnej).



Spotkanie przedstawicieli IŁ – inż. Pawła Klisia (trzeci od lewej), obecnego kierownika Zakładu Systemów Zasilania oraz inż. Jana Komorowskiego (szósty od lewej) – z dyrekcją i kadrą firmy Philips w czasie badań certyfikacyjnych urządzeń zasilających

Pracownicy Zakładu, mający znakomite doświadczenie zawodowe, byli asystentami na Politechnice Warszawskiej, wykładowcami w technikach oraz na kursach organizowanych w Instytucie Łączności i poza Instytutem (PKP, energetyka, służba zdrowia). Mają oni w swoim dorobku ponad 100 artykułów opublikowanych w czasopismach technicznych, w materiałach z kursokonferencji energetyków łączności oraz konferencji energetyki zawodowej. Są autorami dwóch książek oraz dwóch skryptów z dziedziny zasilania, a także autorami lub współautorami 40 patentów. Byli też rzeczoznawcami w Biurze Badawczym Jakości. Za osiągnięcia zawodowe pracownicy Zakładu otrzymali wiele nagród Ministra Łączności, Dyrektora Generalnego PPTT, Dyrektora Instytutu Łączności oraz Dyrektora Ośrodka Postępu Technicznego.

Podsumowanie

Zakład Systemów Zasilania charakteryzował się stabilnością w całym okresie swojego istnienia i z powodzeniem dokonał niezbędnej transformacji w latach 1989–1990. Intensywnie współpracował z przemysłem, a w późniejszych latach z TP SA. Ma na swym koncie bardzo dużą liczbę wdrożeń i zastosowań eksploatacyjnych, co jest – szczególnie dziś podkreślane – zasadniczym zadaniem jednostki badawczo-rozwojowej.

Bibliografia

- [1] Binkiewicz A.: *Baterie sodowo-niklowe jako alternatywa dla baterii kwasowo-ołowiowych w systemach zasilania urządzeń telekomunikacyjnych*. Wiadomości Elektrotechniczne, 2006, nr 12, s. 44–46
- [2] Komorowski J.: *Zagadnienia współpracy baterii VRLA z krajowymi urządzeniami zasilającymi w odniesieniu do doświadczeń telekomunikacji*. W: *Materiały z Konferencji Naukowo-Technicznej Nowoczesne urządzenia zasilające w energetyce*, Elektrownia Kozienice SA w Świerżach Górnych, 2001

- [3] Paschke P., Płonczak M., Kliś P., Grunt M.: *Perspectives of development of integrated monitoring system of power supply and air conditioning equipment towards technical environment equipment monitoring system of the operator*. W: Materiały z konferencji *IEEE 30th Annual International Telecommunications Energy Conference INTELEC 2008*, San Diego, USA, 2008, pp. 302–307
- [4] Samborski R.: *Dwukierunkowy układ przekazywania energii w hybrydach systemach zasilania*. Elektro-Info, 2004, nr 7–8, s. 43–46
- [5] Samborski R.: *Telekomunikacyjny system zasilania gwarantowanego z ogniwem paliwowym PEMFC zintegrowany na napięciu przemiennym 230 V AC, umożliwiający współpracę ze źródłami energii odnawialnej*. W: Materiały z *VI Krajowej Konferencji Elektroniki KKEVI*, Darłowo, 2007

Jan Komorowski



Inż. Jan Komorowski (1929) – absolwent Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej (1956); długoletni pracownik naukowy Instytutu Łączności (od 1945), kierownik Zakładu Systemów Zasilania (1988–2005); twórca lub współtwórca wielu systemów i urządzeń zasilających (większość wdrożona do produkcji w Zakładach Bester i Telzas); działacz SEP (od 1963), wieloletni przewodniczący Sekcji Urządzeń Zasilających Łączności SEP; wieloletni rzeczoznawca w Biurze Badań Jakości; wieloletni wykładowca w Technikum Radiowym, wykładowca na kursach szkoleniowych w resorcie łączności i innych resortach; współtwórca 12 wynalazków (większość wdrożona do produkcji); współautor 60 artykułów, dwóch książek, trzech skryptów; odznaczony Złotym Krzyżem Zasługi, Złotą Odznaką Zasłużonego Pracownika Łączności, Medalem 35 lat w Służbie Łączności, Odznaką 400-lecia Poczty Polskiej; zainteresowania: hybrydowe systemy zasilania w telekomunikacji, metody eksploatacji (w tym monitoring baterii VRLA).
e-mail: J.Komorowski@itl.waw.pl

Paweł Kliś



Inż. Paweł Kliś (1952) – absolwent Wydziału Elektrycznego Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Opolu (1976); długoletni pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1976), kierownik Zakładu Systemów Zasilania i Laboratorium Badań Urządzeń Zasilających Łączności; współtwórca wielu urządzeń zasilających; współtwórca 3 wynalazków; współautor kilku artykułów; wykładowca na kursach szkoleniowych z dziedziny urządzeń zasilających stosowanych w telekomunikacji; zainteresowania: systemy zasilania, elektrochemiczne źródła energii.
e-mail: P.Klis@itl.waw.pl