



BIULETYN

TECHNICZNO - INFORMACYJNY



Zarządu Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 6/2006 (35)

ISSN 1428-8966

Grudzień 2006



BOTT

NAPRĘŻENIA POD KONTROLĄ



ALSTOM

Zakład Wytwórczy Aparatów Elektrycznych Sp. z o.o.



84-300 Lębork, ul. Gdańska 60
tel.: (059) 863-36-15, fax (059) 863-33-86
e-mail: zvae@zvae.com.pl, <http://www.zvae.com.pl>



ZAKRES PRODUKOWANEJ APARATURY:

- odłączniki napowietrzne typu ONIII na napięcie 72,5 i 123 kV;
- uziemniki napowietrzne typu UNIII na napięcie 72,5 i 123 kV;
- napędy silnikowe NSO80 oraz ręczne NR080 do aparatury wysokiego napięcia;
- rozłączniki napowietrzne typu RS-24 na napięcie 24 kV;
- napędy silnikowe NSL60, NSO30 oraz ręczne do rozłączników napowietrznych średniego napięcia;
- wyłączniki próżniowe typu 3AH5 średniego napięcia;
NOWOŚĆ
- rozłączniki wewnętrzne typu OM i OMB na napięcia 12 i 24 kV;
- odłączniki wewnętrzne typu OW na napięcia 7,2; 12; 24; 36 kV;
- uziemniki wewnętrzne typu UW na napięcia 7,2; 12; 24 ; 36 kV;
- napędy silnikowe typu NSW30 oraz ręczne typu NR-1 do aparatury wewnętrznej średniego napięcia;
- podstawy bezpiecznikowe wewnętrzne typu PB średniego napięcia.



Spis treści:

Blok ograniczeń termicznych turbin parowych – <i>A. Turczak, M. Banaszkiewicz</i>	2
O słyszeniu obrazów – systemy wspomagania osób niewidomych w percepcji otoczenia – <i>M. Pec, P. Strumiłło, P. Pełczyński, M. Bujacz</i>	6
Ultraszybkie wyłączniki prądu stałego – <i>M. Bartosik, R. Lasota, F. Wójcik</i>	11
Miernik rezystancji izolacji MIC-5000 – <i>M. Szkudniewski</i>	18
Jubileusz 95-lecia inż. Zbigniewa Kopczyńskiego	19
Międzynarodowa Konferencja International Conference on Signals and Electronic Systems – ICSES 2006 – <i>H. Morawska, M. Tadeusiewicz</i>	21
Odsłonięcie tablicy pamiątkowej prof. zw. inż. Bronisława Sochora – <i>K. Januszkiewicz</i>	22
Konferencja Naukowo-Techniczna „SEP a współczesna energetyka”, Bełchatów, 21–22 września 2006 r. – <i>T. Kotlicki</i>	24
Forum Transformatory Energetyczne	25
Obchody Światowego Dnia Elektryki w szkołach w 2006 roku – <i>H. Szumigaj</i>	26
Nagrody i dyplomy w konkursach o tytuł Najaktywniejszego Koła SEP za rok 2005 przyznane przez Zarząd Główny SEP w Warszawie dla Kół Łódzkiego Oddziału SEP – <i>H. Szumigaj</i>	27
Biopaliwa w Zespole Elektrowni Ostrołęka SA – <i>J. Kuczkowski</i>	28

Komitet Redakcyjny:

mgr inż. Mieczysław Balcerek – Sekretarz
dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. P.Ł.
– Przewodniczący

mgr Anna Grabiszewska
mgr inż. Lech Grzelak
dr inż. Adam Ketner
dr inż. Tomasz Kotlicki
mgr inż. Jacek Kuczkowski
prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński
prof. dr inż. Władysław Pełczewski
mgr inż. Krystyna Sitek
dr inż. Józef Wiśniewski

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń. Zastrzegamy sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych w zgłoszonych do druku artykułach.

Redakcja:
Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a, pok. 404
tel. 042-632-90-39, 042-630-94-74
Skład: Alter
tel. 042-676-45-10, 0605 725 073
Druk: BiK
Łódź, ul. Obywatelska 106/112
tel. 042-676-07-78

Wydawca:

Zarząd Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a

tel./fax (0-42) 630-94-74, 632-90-39

e-mail: seplodz@onet.pl sep.lodz@neostrada.pl

http://sep.p.lodz.pl

www.sep.lodz.wizytowka.pl

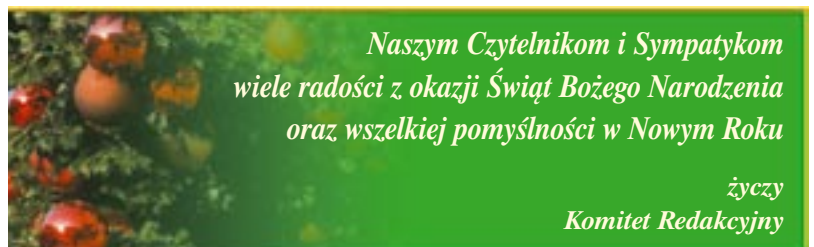
Konto: I Oddział KB SA w Łodzi 21 1500 1038 1210 3005 3357 0000

Szanowni Państwo

Niniejszy numer, szósty z kolei, zamyka bogaty w wydarzenia rok 2006, rok, w którym gościliśmy w Łodzi delegatów z całego kraju na XXXIII Walny Zjazd naszego Stowarzyszenia. Kontynuując rozpoczętą z okazji tego Zjazdu prezentację ważnych dokonań technicznych związanych z elektryką, w tym numerze przekazywanym w Państwa ręce zamieszczamy trzy artykuły naukowo-techniczne.

W pierwszym z nich, autorstwa Andrzeja Turczaka i Mariusza Banaszkiewicza z ALSTOM Power, omawiane są główne założenia algorytmu bloku ograniczeń termicznych turbiny i jego sposób realizacji obiektowej z wykorzystaniem przemysłowego sterownika programowalnego GE Fanuc. W drugim artykule zespół profesora Pawła Strumiły z Instytutu Elektroniki Politechniki Łódzkiej porusza bardzo ciekawe zagadnienie technicznego wspomagania osób niewidomych przy poruszaniu się lub „obserwowaniu” otoczenia. Pomysł polega na przełożeniu obrazu rejestrowanego specjalną kamerą – po jego przeanalizowaniu – na odpowiednią „scenę” dźwiękową. Na obecnym etapie badań przygotowywana jest procedura do dokładniejszej, ilościowej oceny przestrzennej percepcji źródeł dźwięku o różnych parametrach akustycznych. Trzeci artykuł przygotował zespół profesora Marka Bartosika z Instytutu Aparatów Elektrycznych Politechniki Łódzkiej. O ultraszybkich wyłącznikach ograniczających dla pojazdów trakcji elektrycznej prądu stałego, opracowanych przez ten zespół, pisaliśmy już w naszym Biuletynie przed czterema laty. Wyłączniki te są produkowane od 1996 roku i stopniowo zdobywają pozycję na rynku. Cały czas trwają prace nad udoskonalaniem ich konstrukcji. Obecnie jest w eksploatacji ok. 200 takich wyłączników, które spełniają na poziomie światowym wszystkie wymagania właściwych norm, zarówno z zakresu elektrotechniki, jak i ochrony środowiska.

Część informacyjną naszego Biuletynu otwiera sprawozdanie z uroczystego seminarium, którym polskie środowisko „transformatorowców” uczciło jubileusz 95-lecia inżyniera Zbigniewa Kopczyńskiego. Zamieszczamy w tej części również sprawozdanie z kolejnej, międzynarodowej konferencji ICSES, na temat sygnałów i systemów elektronicznych zorganizowanej przez Instytut Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa Politechniki Łódzkiej we współpracy z Oddziałem Łódzkim SEP, oraz relację z konferencji „SEP a współczesna energetyka” zorganizowanej przez Koło Zakładowe SEP przy Elektrowni Bełchatów oraz BOT Elektrownia Bełchatów S.A. Sprawozdanie z uroczystości odsłonięcia tablicy upamiętniającej profesora Bronisława Sochora w Galerii Pamięci Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej i informacja o innych aktualnych wydarzeniach w Oddziale Łódzkim SEP tradycyjnie zamykają nasz numer.



Naszym Czytelnikom i Sympatykom
wiele radości z okazji Świąt Bożego Narodzenia
oraz wszelkiej pomyślności w Nowym Roku

życzy
Komitet Redakcyjny

Andrzej Turczak, Mariusz Banaszekiewicz

Blok ograniczeń termicznych turbin parowych

Artykuł przedstawia główne założenia oraz sposób realizacji obiektowej algorytmu modułu Bloku Ograniczeń Termicznych Turbiny w oparciu o sterownik przemysłowy PLC produkcji GE Fanuc z serii PACSystem RX3i dla projektu retrofitu turbiny 200 MW.

1. Wstęp

Eksploatacja turbin parowych coraz częściej sterowana i nadzorowana jest za pomocą wyspecjalizowanych systemów komputerowych. Zakres sterowania może obejmować wiele procesów oraz różne fazy eksploatacji. W czasie rozruchu najważniejszą sprawą jest kontrola stanu dynamicznego oraz wyłączeniowego elementów. Rozruch turbiny odbywa się zazwyczaj zgodnie z charakterystykami rozruchowymi. Temperatura pary świeżej i wtórnej, ciśnienie a także obroty i moc powinny zmieniać się wg odpowiednich krzywych rozruchowych. Praktyka eksploatacyjna wskazuje, że w trakcie rozruchu prowadzonego wg krzywych rozruchowych prędkości nagrzewania elementów mogą być wyższe od wartości dopuszczalnych podanych w instrukcji eksploatacji.

Elementy turbin są obiektami złożonymi i stąd też obecnie najbardziej wskazanym sposobem prowadzenia rozruchu turbin jest sterowanie za pomocą bloku ograniczeń termicznych turbiny (BOTT). Poprawnie dobrany układ BOTT zapewnia takie prowadzenie rozruchu, że w elementach turbiny nie powstają naprężenia niebezpieczne oraz chroni te elementy przed nadmierną intensyfikacją procesów zużycia.

W niniejszym artykule przedstawiono najnowsze rozwiązanie układu BOTT współpracującego z układem elektrohydraulicznej regulacji (EHR) turbiny. Zastosowano w nim algorytm obliczania naprężeń cieplnych wykorzystujący wyniki modelowania MES. Układ BOTT zrealizowano na niezależnym sterowniku przemysłowym (PLC) mogącym współpracować z różnymi typami regulatorów turbiny lub systemami nadrzędnymi bloku.

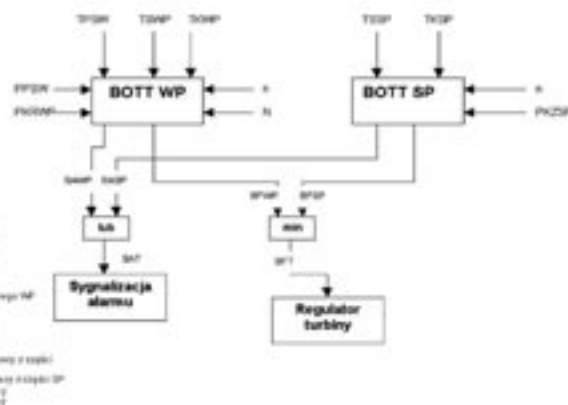
2. Blok Ograniczeń Termicznych Turbiny – założenia teoretyczne

Blok Ograniczeń Termicznych Turbiny (BOTT) jest zespołem zabezpieczeń stanowiącym integralną część regulatora turbiny. W oparciu o pomiary temperatur, ciśnień, prędkości obrotowej i mocy obliczane są naprężenia w głównych ele-

mentach turbiny (wirnik WP i SP, kadłub wewnętrzny WP i SP), które są funkcją bieżących parametrów eksploatacyjnych (p, T, n, N, m).

Istotą działania układu jest reakcja na wzrost naprężeń w nadzorowanych elementach w odniesieniu do własności materiału i jego zdolności przenoszenia obciążeń.

Zadaniem BOTT jest informowanie w trybie on-line o poziomie wyłączenia oraz, w przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych, oddziaływanie na stopień otwarcia zaworów (oddziaływanie na szybkość otwierania / zamykania zaworów), a tym samym na szybkość prowadzenia rozruchu (obciążenia / odciążenia / odstawienia).



Rys. 1. Struktura algorytmu modułu BOTT

BOTT realizuje następujące zadania cząstkowe (rys. 2) [1]:

- Formuje sygnał zapasu naprężeń w turbinie BFT będący minimum zapasu naprężeń części wysokoprężnej BFWP oraz części średnioprężnej BFSP (rys. 3)

$$BFT = \text{MIN}(BFWP, BFSP).$$

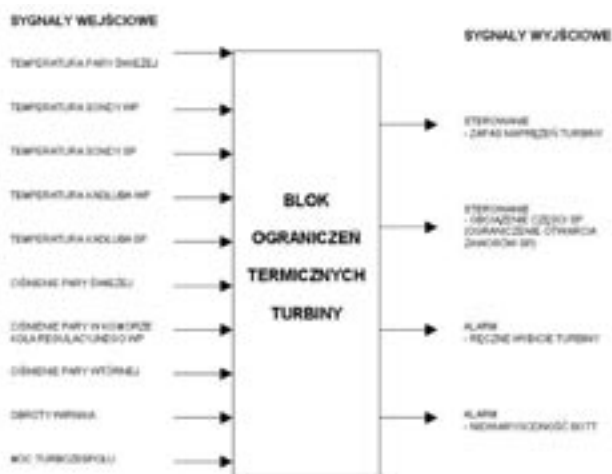
Sygnał BFT wpływa na otwieranie zaworów w trybie naboru prędkości oraz obciążenia (na zamykanie w trybie odciążania), a tym samym ogranicza szybkość zmian prędkości obrotowej i mocy turbiny, przez co kontrolowany jest poziom naprężeń w elementach turbiny (wirnik WP i SP, kadłub wewnętrzny WP i SP).

- Generuje sygnał alarmowy – polecenie „Ręczne wyłączenie turbiny”.

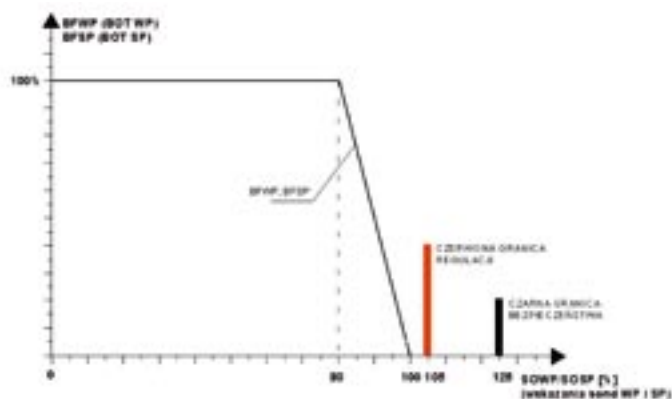
- Generuje sygnał alarmowy niewiarygodność pracy BOTT – „BOTT NW”.

BOTT pracuje w czterech różnych trybach:

- rozruch zimny turbiny,
- rozruch ciepły turbiny,
- rozruch gorący turbiny,
- odciążenie / odstawienie turbiny.



Rys. 2. Schemat funkcjonalny BOTT



Rys. 3. Charakterystyka sygnałów zapasu naprężeń termicznych BFWP i BFSP

W zależności o trybu pracy BOTT, ustalane są różne wartości naprężeń dopuszczalnych zależne od charakterystyk zmęzeniowych materiału [2]. Naprężenia zredukowane obliczane są z wykorzystaniem algorytmu opartego na całce Duhamela i funkcjach Greena [3]. Współczynniki algorytmu określone są na podstawie symulacji MES [4]. W algorytmie tym uwzględniane są zarówno naprężenia cieplne, jak i mechaniczne pochodzące od obrotów wirnika, ciśnienia pary i wcisku pierścieni skurczowych.

W dalszej części artykułu scharakteryzowano najważniejsze parametry sprzętowe dla realizacji modułu BOTT dla projektu retrofitu turbiny 200 MW.

3. Charakterystyka sterownika przemysłowego PLC PACSystem RX3i [5]

Sterowniki te odznaczają się łatwością instalowania i konfigurowania, oferują zaawansowane mechanizmy programowania. Pozwalają na wykonywanie programu jak

i na realizację innych zadań, takich jak: przeprowadzanie czynności diagnostycznych, skanowanie wejść/wyjść i przetwarzanie alarmów. Zaletą jest zastosowanie magistrali szeregowych, umożliwiającej zastosowanie w jednej kaskadzie bazowej także standardowych modułów wejść/wyjść sterownika GE Fanuc 90-30, dzięki czemu system może być dobierany precyzyjnie do aplikacji.

RX3i obsługuje szeroki zakres powszechnie stosowanych standardów złączy dla układów wejść/wyjść i protokołów komunikacyjnych. RX3i posiada najmocniejszy procesor wśród dostępnych na rynku systemów tej klasy, co pozwala uzyskiwać większą wydajność całego systemu. Opcja wymiany modułów w systemie „na ruchu”, bez względu na to czy to są nowe moduły dedykowane dla RX3i czy też moduły wejść/wyjść sterownika 90-30.

PACSystems to bardzo nowoczesne i elastyczne rozwiązanie, które cechuje się bardzo dużą wydajnością i możliwościami niespotykanymi dotąd na rynku automatyki. Najważniejsze cechy kontrolera RX3i to:

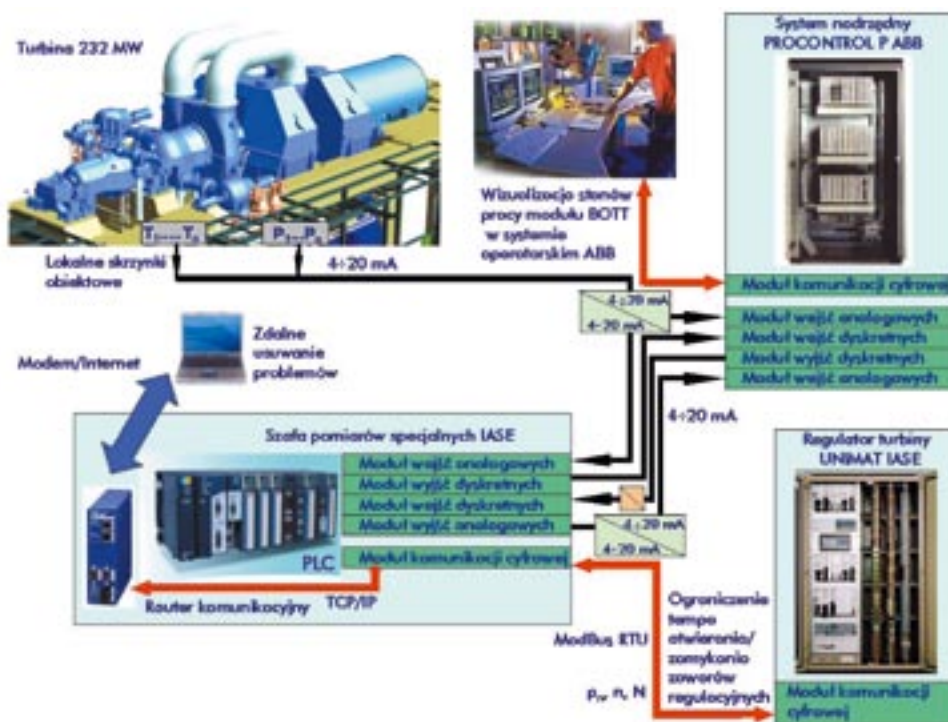
- szybki procesor Pentium III 300 MHz oraz technologia wysokowydajnej, bezkolizyjnej wymiany informacji,
- 10 MB pamięci, w tym pamięć na przechowywanie w kontrolerze dokumentacji programu sterującego i samych urządzeń, która może być pomocna w sprawnym serwisowaniu,
- zgodność sprzętowa i programowa z dotychczas produkowanym sterownikiem 90-30, co oznacza, że można w łatwy sposób, bez jakichkolwiek czynności adaptacyjnych, przenieść oprogramowanie aplikacyjne z tego sterownika na nową jednostkę centralną, a także używać wymiennie nowej generacji modułów systemu RX3i z dotychczas posiadanymi, niezawodnymi modułami sterownika 90-30,
- zgodność programowa z kontrolerem RX7i, co umożliwia łatwe przenoszenie aplikacji pomiędzy tymi kontrolerami,
- szybka magistrala CompactPCI (oparta na standardzie PCI, znanym z komputerów PC), wykorzystywana przez nowe, zaawansowane moduły wejść/wyjść, wymagające wysokiej wydajności magistrali,
- magistrala szeregową zgodną z systemem 90-30, funkcjonująca w każdym gnieździe kasety bazowej równolegle z CompactPCI, umożliwiającą wykorzystanie posiadanych modułów wejść/wyjść sterownika 90-30,
- otwartość komunikacyjna - obsługiwane są liczne protokoły komunikacyjne, m.in. Ethernet, Genius, Profibus, DeviceNet i protokoły szeregowy,
- możliwość wymiany modułów wejść/wyjść bez konieczności zatrzymywania pracy systemu sterowania (hot insertion)”.

4. Konfiguracja sprzętowa sterownika PLC dla realizacji modułu BOTT

Dla potrzeb realizacji modułu BOTT wytypowano ostatecznie następującą konfigurację sprzętową opierając się na sterownikach przemysłowych firmy GE Fanuc z serii PAC i 90-30:

- IC695CPU310 – Jednostka centralna – 10MB pamięci swobodnie konfigurowalnej, porty RS232 i RS485,

- IC695CHS012 – 12-gniazdowa kasetka bazowa,
- IC695PSD040 – Zasilacz 24 VDC, 40 W,
- IC695ETM001 – Moduł komunikacyjny do sieci Ethernet, 2 x 10/100BaseT (switch),
- IC693ALG223 – Moduł wejść analogowych, 16-kanalowy, prądowy,
- IC693ALG392 – Moduł wyjść analogowych, 8-kanalowy, napięciowo – prądowy,
- IC694MDL645 – Moduł wejść dyskretnych, 16-punktowy,
- IC693MDL940 – Moduł wyjść dyskretnych, 16-punktowy, a dodatkowo:
- CTRLink EIAR-10T/A – Przemysłowy router firmy Contemporary Controls z portem Ethernet 10Base-T oraz zintegrowanym modemem analogowym i firewall.



Rys. 5. Konfiguracja obiektowa modułu BOTT dla turbiny 200 MW



Rys. 4. Konfiguracja sprzętowa sterownika PLC modułu BOTT dla turbiny 200 MW

Dla potrzeb modułu BOTT doprowadzonych zostało do sterownika PLC dwanaście sygnałów analogowych (prąd w zakresie $4 \div 20$ mA). Do zasilacza sterownika doprowadzono zasilanie 24 V DC (ze źródła zasilania gwarantowanego). Zasilanie modułów IC693ALG223, IC693ALG392 oraz IC694MDL645 doprowadzono ze źródła zasilania gwarantowanego 24 V DC.

Zasilanie przetworników pomiarowych z modułu wejść analogowych sterownika GE Fanuc, sygnały pomiarowe bezpośrednio podłączone do wejść modułu, a przez separatory $4 \div 20$ mA/ $4 \div 20$ mA osiem z nich połączono z systemem PROCONTROL (rejestracja, wizualizacja). Każdy tor pomiarowy zabezpieczony jest bezpiecznikiem.

Dziesięć sygnałów analogowych (prąd w zakresie $4 \div 20$ mA) dla potrzeb wizualizacji wyprowadzono z modułu wyjść analogowych IC693ALG392 poprzez separatory $4 \div 20$ mA/ $4 \div 20$ mA do systemu PROCONTROL.

Dla potrzeb sterowania pracą modułu BOTT z systemu PROCONTROL doprowadzono do sterownika PLC trzy sygnały dwustanowe. Dwadzieścia siedem sygnałów dwustanowych dla potrzeb wizualizacji wyprowadzono z modułów IC693MDL940 do systemu PROCONTROL.

Pięć sygnałów (pomiar mocy czynnej generatora, obrotów turbozespołu, ciśnienia w komorze koła regulacyjnego WP, wartości zadanej docelowej mocy przez operatora oraz układ nadrzędny), po walidacji, przesyłane są z regulatora turbiny UNIMAT do sterownika PLC w postaci cyfrowej za pomocą łącza szeregowego RS232, Modbus RTU.

Wszystkie sygnały wypracowane przez sterownik PLC i wykorzystywane do regulacji turbiny przesyłane są ze sterownika PLC do regulatora turbiny UNIMAT za pomocą łącza cyfrowego.

Dodatkowo pomiędzy regulatorem turbiny UNIMAT i sterownikiem PLC łączem cyfrowym przesyłane są sygnały alarmów, walidacji torów pomiarowych i komunikacyjnych, załączeń i wyłączeń. Wizualizacja sygnałów prezentowana jest na pulpicie operatorskim EMT-1.

W celu umożliwienia zdalnych działań serwisowych zastosowano router komunikacyjny CTRLink.

5. Proficy Machine Edition – programowanie sterownika PLC

„Moduł Logic Developer PLC to wspólne narzędzie do konfiguracji i programowania sterowników PLC. Pakiet ten obsługuje cały zestaw sterowników od VersaMax Nano,

VersaMax Micro poprzez VersaMax, 90-30, 90-70, a także nową rodzinę kontrolerów PACSystems z najwydajniejszymi jednostkami RX3i oraz Rx7i.

Za pomocą modułu Logic Developer PLC można tworzyć programy wykorzystując proste w użyciu języki: drabinkowy (Ladder) oraz listy instrukcji (Instruction List) lub tekst strukturalny dla PACSystems. Dla niektórych sterowników rodziny 90-30 i 90-70 oraz kontrolerów PACSystems można również dołączać wcześniej przygotowane i skompilowane programy w języku C.

W oprogramowaniu Proficy Machine Edition istnieje specjalne, dynamicznie zmieniane okno z właściwościami danego elementu (obiektu). Umożliwia ono łatwy i szybki dostęp do parametrów wybranego obiektu, którym może być zmienna, ale również okno wizualizacji czy też cały podsystem.

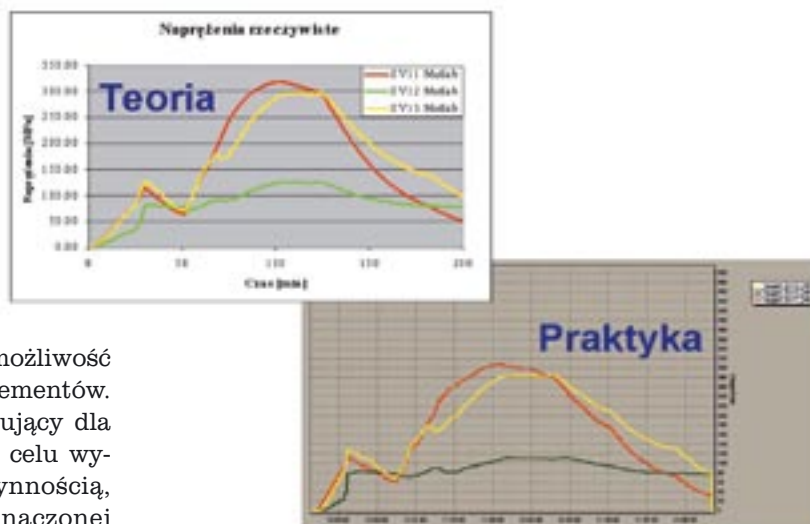
Proficy Machine Edition posiada bibliotekę gotowych elementów, które można wykorzystywać w trakcie pisania programu sterującego czy okna wizualizacji.

Jedną z największych zalet programu jest możliwość tworzenia także własnej biblioteki gotowych elementów. Na przykład, programista pisząc program sterujący dla sterownika chce zachować pewną jego część w celu wykorzystania w innych aplikacjach. Jedyną czynnością, którą musi wykonać, jest przeciągnięcie zaznaczonej części programu do okna biblioteki elementów. Metoda ta pozwala programiście na szybkie stworzenie własnej bazy danych gotowych elementów. Szablony takie mogą obejmować zmienne, fragmenty kodu oraz wygląd elementów graficznych. Tak stworzone obiekty można następnie wielokrotnie wykorzystywać w kolejnych aplikacjach. Wszystkie podsystemy projektu są ze sobą ściśle zintegrowane i umożliwiają zarówno monitorowanie, jak i sterowanie procesem, a co najważniejsze – korzystają ze wspólnej bazy danych deklarowanych zmiennych. Ma to szczególnie duże znaczenie w przypadku, gdy zmieniamy adres fizyczny zmiennej bądź jej opis, ponieważ zmia-

na w jednym miejscu automatycznie dokonywana jest w całym projekcie (we wszystkich podsystemach)”.

Za pomocą tych narzędzi w ramach prac laboratoryjnych następuje weryfikacja poprawności działania programu sterującego modułu BOTT (rys. 6).

Wyniki testów pozwalają w sposób pewny i jednoznaczny zdecydować o instalacji aplikacji na obiekcie. Dla przykładu na rys. 7. pokazano wyniki badania naprężeń zredukowanych w wirniku części WP (czas symulacji – 200 min).



Rys. 7. Porównanie testów laboratoryjnych działania programu sterującego modułu BOTT w założeniach i wynikach obliczeń sterownika PLC

Dotychczasowe doświadczenia ALSTOM Power w zakresie realizacji modułów BOTT na niezależnych sterownikach PLC opierają się na kilku projektach, zarówno retrofitowych jak i modernizacyjnych, na turbinach o mocy 100÷380 MW. Łączny czas niezawodnej pracy modułu BOTT na sterownikach PLC sięga 107 tys. godzin.

6. Bibliografia

- [1]. *Blok Ograniczeń Termicznych Turbiny 13K232*. Opis techniczny, Dokument wewnętrzny ALSTOM.
- [2]. *Blok Ograniczeń Termicznych Turbiny 13K232*. Założenia, Dokument wewnętrzny ALSTOM.
- [3]. A. Rusin, W. Radulski, M. Banaszekiewicz: *Zastosowanie całki Duhamela w układach kontroli zużycia turbin parowych*, Materiały Konferencji „Problemy badawcze energetyki cieplnej”, Warszawa, grudzień 2001.
- [4]. A. Rusin, T. Chmielniak, H. Łukowicz, G. Nowak, M. Roskosz, M. Lipka: *Blok Ograniczeń Termicznych Turbiny 13K232*, Praca Naukowo-Badawcza, Gliwice, 2005.
- [5]. Materiały informacyjne wydane przez GE Fanuc Automation i Astor Sp. z o.o.



Rys. 6. Panel sterujący – testy laboratoryjne działania programu sterującego modułu BOTT

mgr inż. Andrzej Turczak
dr inż. Mariusz Banaszekiewicz
ALSTOM Power Sp. z o.o.

Michał Pec, Paweł Strumiłło, Paweł Pełczyński, Michał Bujacz

O słyszeniu obrazów – systemy wspomaganie osób niewidomych w percepcji otoczenia

1. Wstęp

Według raportów Światowej Organizacji Zdrowia liczba osób z poważnymi wadami wzroku, których nie można skorygować za pomocą okularów korekcyjnych wynosi ok. 135 milionów, z czego około 45 milionów to niewidomi [1]. Trudno jest dokładniej określić liczbę osób niewidomych w Polsce. W spisie Polskiego Związku Niewidomych notuje się ok. 20 tys. osób w pierwszej grupie inwalidztwa wzrokowego. Prognozuje się też, że wśród osób, które ukończyły 40 rok życia, liczba osób niewidomych lub upośledzonych wzrokowo będzie się potrajać z każdym dziesięcioleciem ich życia. Dane te wskazują, na narastający problem społeczny związany z zapewnieniem odpowiedniego standardu życia osobom niewidomym i osobom w podeszłym wieku. Wzrok jest najważniejszym zmysłem człowieka. Blisko 90% informacji z otoczenia jest odbierane za pomocą tego zmysłu. Jego utrata oznacza nie tylko trudności w poruszaniu się, lecz wpływa także na czynność kory mózgowej, której aż 70% odpowiada za percepcję wzrokową [2]. Ślepotą wpływa na sferę psychiczną, tworzy poważną barierę w kontaktach międzyludzkich, ogranicza samodzielność i zdolności poznawcze. Bariera ta jest szczególnie dokuczliwa w dobie społeczeństwa informacyjnego, które w coraz większym stopniu wykorzystuje obrazy jako główne medium informacyjne. Z drugiej strony też postęp technologiczny otwiera nowe możliwości zwiększenia komfortu życia osoby niewidomej. Powszechne stało się korzystanie z komputerów wyposażonych w syntezatory mowy. Jednakże podstawowym i nadal nie rozwiązany kompleksowo problem, w Polsce w szczególności, pozostaje zapewnienie osobie niewidomej sposobu na samodzielne i bezpieczne poruszanie się.

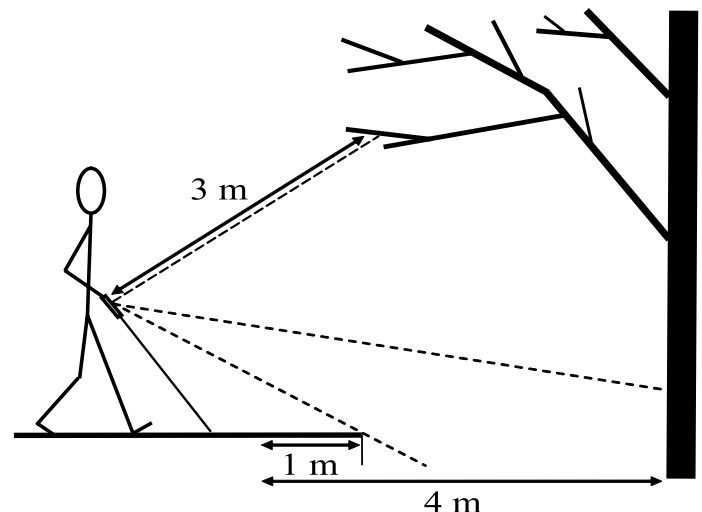
2. Przegląd elektronicznych systemów wspomagających osoby niewidome w samodzielnym poruszaniu się

Próby skonstruowania urządzenia elektrycznego umożliwiającego osobie niewidomej samodzielne poruszanie się trwają od drugiej połowy XIX wieku. Za pioniera tej dziedziny można uznać polskiego uczonego Kazimiera Noiszewskiego profesora okulistyki Uniwersytetu Warszawskiego, który w 1897 roku skonstruował Elektrofalm, urządzenie zwane sztucznym okiem. Noiszewski wykorzystał zmienność przewodnictwa selenu do przetwarzania natężenia światła na bodźce dźwiękowe i dotykowe.

Współcześnie konstruowane urządzenia wspomagające osoby niewidome w samodzielnym poruszaniu się można podzielić na takie, które przekazują informację o otoczeniu za pomocą bodźców mechanicznych (wibracje urządzenia lub stymulacja powierzchni skóry) oraz na takie, które używają systemów kodowania dźwiękowego. Ze względu na ilość jednocześnie prezentowanej informacji urządzenia takie można podzielić na dwie podstawowe grupy:

- detektory przeszkód,
- urządzenia obrazujące.

Podstawowe detektory przeszkód stanowią w istocie rozwinięcie funkcji pełnionej przez białą laskę osoby niewidomej. Do tej grupy można zaliczyć UltraCane [3] i LaserCane [4], urządzenia wykorzystujące ultradźwięki i promienie lasera do wykrywania przeszkód (rys. 1). Niewidomy korzysta z tych urządzeń w sposób podobny, w jaki posługuje się białą laską, tj. cyklicznie przeszukuje drogę przed sobą. Wykrycie przeszkody jest sygnalizowane wibracją rękojeści lub krótkim dźwiękiem.



Rys. 1. Idea działania urządzenia LaserCane

Bardziej zaawansowane urządzenia nawigacyjne sygnalizują przeszkody za pomocą rozbudowanych kodów dźwiękowych. Umożliwiają one przekazanie bogatszej informacji o położeniu i wielkości przeszkody. Do tej klasy urządzeń można zaliczyć The Sonic Pathfinder [5] i KASPA (Kay's Advanced Perception Aid) [6].

The Sonic Pathfinder jest urządzeniem przenoszonym na głowie, składa się z dwóch nadajników i trzech odbiorników ultradźwiękowych. Na podstawie sygnałów odbitych

od przeszkód jest generowany prosty kod zawierający informację o położeniu przeszkody. KASPA podobnie jak UltraCane i LaserCane opiera się na koncepcji białej laski, lecz charakteryzuje się znacznie większą rozdzielczością. Wysokość dźwięku koduje odległość a barwa dźwięku – kształt przeszkody.

Urządzenia wspomagające osobę niewidomą działające wg koncepcji obrazowania otoczenia, wykorzystują system dźwięków do przekazania bogatszej informacji o rozkładzie obiektów w otoczeniu, nie ograniczając się jedynie do najbliższych przeszkód. Do tej grupy urządzeń można zaliczyć The vOICe [7] skonstruowane w Holandii i Espacio Acustico Virtual (EAV) opracowane na Uniwersytecie La Laguna w Hiszpanii [8].

W urządzeniu The vOICe monochromatyczny obraz widziany przez kamerę jest przeszukiwany od lewej do prawej w jednosekundowych cyklach. Punktem obrazu jest przypisywany dźwięk o wysokości proporcjonalnej do pionowego położenia tego punktu w kolumnie i natężeniu proporcjonalnym do jego jasności. Algorytm pomimo swej prostoty jest daleki od naturalnego sposobu postrzegania otoczenia i wymaga ok. 6-miesięcznego treningu.

Sposób prezentacji sceny znacznie bliższy naturalnej percepcji zastosowano w urządzeniu EAV. Rejestrowane za pomocą pary kamer obrazy są poddawane rekonstrukcji trójwymiarowej, a odwzorowana scena jest równomiernie pokrywana wirtualnymi źródłami dźwięku brzmiącymi jednocześnie. Dźwięki są prezentowane przy użyciu technologii umożliwiającej wytwarzanie trójwymiarowej sceny dźwiękowej.

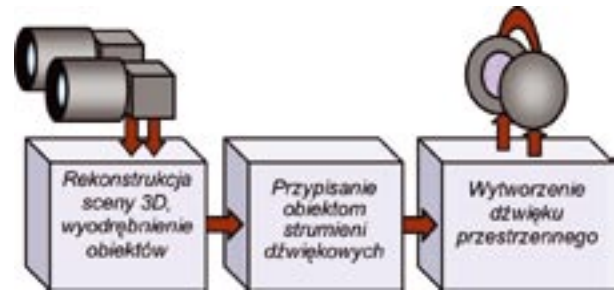
W opisanych powyżej urządzeniach nie zastosowano metod obróbki obrazu. Należy pamiętać, że zarówno zmysł dotyku jak i słuch mają znacznie mniejszą pojemność percepcyjną niż wzrok. Zachodzi konieczność selekcji obiektów sceny, które powinny być wydzielone do prezentacji osobie niewidomej.

3. System wspomagania osób niewidomych opracowywany w Instytucie Elektroniki Politechniki Łódzkiej

W Zakładzie Elektroniki Medycznej Instytutu Elektroniki Politechniki Łódzkiej od blisko dwóch lat trwają prace badawcze, których celem jest opracowanie systemu (pod roboczą nazwą Videoton) wspomagającego osobę niewidomą w postrzeganiu otoczenia i samodzielnym poruszaniu się. Idea konstruowanego systemu jest rozwinięciem koncepcji zastosowanej w urządzeniu EAV polegającej na wytwarzaniu w słuchawkach stereofonicznych dźwięków przestrzennych odwzorowujących otoczenie. Innowacyjnym rozwiązaniem zastosowanym w Videotonie jest procedura przetwarzania sekwencji obrazów stereowizyjnych na strumienie dźwiękowe. W uproszczeniu idea ta polega na trójwymiarowej rekonstrukcji sekwencji obrazów, selekcji obiektów otoczenia i dynamicznym przypisaniu im odpowiednich strumieni dźwiękowych. Projektowane urządzenie ma konstrukcję podobną do rozbudowanych okularów, wyposażonych w parę miniaturowych kamer telewizyjnych oraz słuchawki stereofoniczne o tzw. konstrukcji otwartej

tak, aby naturalne dźwięki dochodzące z otoczenia nie podlegały tłumieniu. Rozwijany system będzie umożliwiał komunikację z telefonem komórkowym pełniącym funkcje dźwiękowego asystenta osoby niewidomej. Główne moduły funkcjonalne systemu zilustrowano na rys. 2.

W niniejszym opracowaniu główny nacisk położono na opis modułu wytwarzania dźwięku przestrzennego, a inne tylko krótko scharakteryzowano. Bardziej szczegółowy opis bloków rejestracji i rekonstrukcji sceny trójwymiarowej, które zawarto w pracach [9, 10], zaś koncepcje dotyczące syntezy kodu dźwiękowego w pracach [11] i [12].



Rys. 2. Ogólna koncepcja przenośnego urządzenia wspomagającego osobę niewidomą w samodzielnym poruszaniu się

3.1. Przetwarzanie obrazu sceny trójwymiarowej

Moduł rekonstrukcji sceny trójwymiarowej składa się z pary kolorowych kamer cyfrowych o równoległych osiach optycznych oddalonych od siebie o ok. 8 cm. Obrazy z kamer podlegają korekcji zniekształceń geometrycznych i kalibracji [9]. Sekwencje obrazów są następnie poddawane procedurze porównywania bloków w obrazie lewym i prawym w celu wyznaczenia głębi dla każdego z punktów sceny znajdujących się w polu widzenia kamer. Wynikiem tych obliczeń jest mapa odległości punktów sceny od obserwatora (rys. 3). Kolejnym etapem przetwarzania obrazów stereowizyjnych jest selekcja obiektów, dla których są tworzone strumienie dźwiękowe.

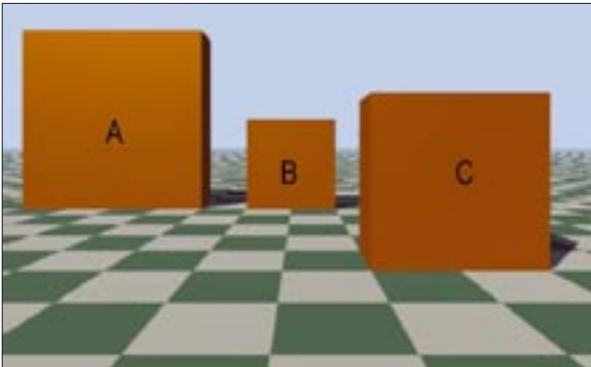


Rys. 3. Pojedyncza klatka pochodząca z jednej kamery (u góry) i wyliczona mapa odległości (u dołu); wzrastająca jasność punktów obrazu głębi oznacza zmniejszającą się odległość elementów sceny od obserwatora

Z uwagi na duży nakład obliczeń związany z wyznaczeniem sekwencji obrazów głębi i ich analizą zastosowano platformę sprzętową bazującą na wydajnym procesorze sygnałowym firmy Texas Instruments TMS320DM642 [13]. Procesor ten dysponuje mocą obliczeniową ok. 6000 MIPS i jest specjalnie przystosowany do przetwarzania par obrazów wideo. Testy algorytmów wyznaczania obrazów głębi, korekcji geometrycznej układów optycznych kamer oraz kalibracji układu stereowizyjnego zostały pomyślnie przeprowadzone z zastosowaniem układu rozwojowego wyposażonego w ww. procesor sygnałowy.

3.2. Dźwiękowe „obrazowanie” obiektów sceny

Przyjęta koncepcja udźwiękowania sceny przypisuje odrębną ikonę dźwiękową każdemu z wyodrębnionych obiektów sceny. Kluczowe w tym zadaniu (zgodnie z koncepcją strumieni dźwiękowych Bregmana [14]), jest takie dobranie parametrów dźwięku, aby podczas równoczesnej prezentacji wielu źródeł dźwięku mogły być one odbierane jako oddzielne strumienie dźwiękowe. Kolejnym zagadnieniem jest dobranie parametrów dźwięku kodujących cechy geometryczne obiektów. Przyjęto, że wysokość dźwięku (częstotliwość podstawowa) jest związana z rzeczywistą wielkością obiektu. Zgodnie z tym założeniem obiektowi oznaczonemu jako B na rys. 4 jest przyporządkowana taka sama częstotliwość podstawowa jak obiektowi C pomimo ich różnej wielkości w obrazie sceny. Dźwięk przypisany obiektowi A ma częstotliwość niższą. Do odwzorowania odległości obiektu od obserwatora zarezerwowano natężenie dźwięku. Zatem obiekt C będzie brzmiał głośniejsz niż obiekt B.



Rys. 4. Przykład wirtualnej sceny trójwymiarowej zawierającej trzy obiekty; rzeczywiste rozmiary obiektów B i C są takie same podczas gdy obiekty A i C zajmują taką samą powierzchnię obrazu sceny

4. Budowanie przestrzennej sceny dźwiękowej

4.1. Słyszenie przestrzenne

Zmysł słuchu jest drugim po wzroku najważniejszym zmysłem człowieka. Oprócz podstawowej roli, jaką jest komunikacja werbalna ma on także zasadnicze znaczenie w orientacji przestrzennej. W odróżnieniu od wzroku za pomocą słuchu człowiek potrafi jednocześnie odbierać bodźce ze wszystkich kierunków i skupiać uwagę na dowolnym z nich bez konieczności poruszania głową. Ważną właści-

wością zmysłu słuchu jest możliwość precyzyjnej lokalizacji źródła dźwięku. Badania przeprowadzone przez zespoły Damaske & Wagener oraz Oldfield & Parker pokazały, że jest możliwe wskazanie źródła dźwięku z dokładnością dochodzącą do 2 stopni kątowych [15].

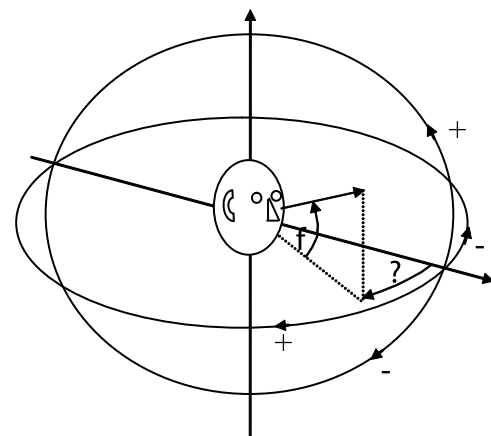
Pierwszą próbą wyjaśnienia mechanizmu słyszenia przestrzennego była tzw. Teoria Dwoistości (ang. *duplex theory*) sformułowana przez Lorda Raileigha na przełomie wieków XIX i XX [16]. W myśl tej teorii w procesie lokalizacji przestrzennej źródła dźwięku biorą udział dwa zjawiska:

- opóźnienie międzykanałowe (ang. *Interaural Time Difference* – ITD) wynikające z różnicy odległości ucha lewego i prawego od źródła dźwięku,

- międzykanałowa różnica poziomów (ang. *Interaural Level Difference* – ILD), która jest efektem „zasłaniania” źródła dźwięku przez głowę i zmniejszenia natężenia dźwięku w uchu bardziej oddalonym od źródła.

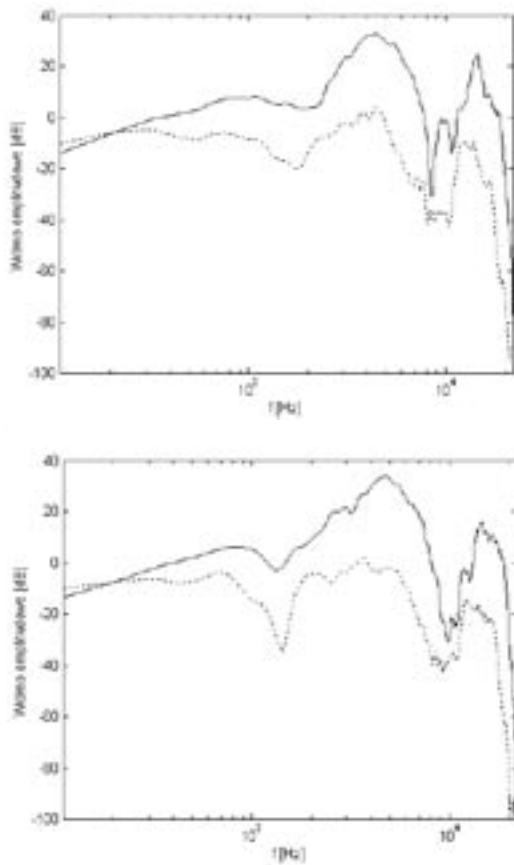
Teoria Dwoistości nie tłumaczy jednak dostępnej człowiekowi zdolności do lokalizacji źródeł dźwięków umieszczonych poza płaszczyznę horyzontalną. Oznacza to, że w percepcji dźwięku u człowieka biorą również udział inne mechanizmy nie uwzględnione w Teorii Dwoistości.

Zamiana ciśnienia akustycznego na drgania układu mechanicznego odbywa się w błonie bębenkowej. Jeśli słuchacz słyszy zmiany parametrów dźwięku wraz ze zmianą jego położenia, oznacza to, że widmo sygnału akustycznego, który dociera do błony bębenkowej podlega modyfikacjom zależnym od położenia źródła dźwięku. Fala dźwiękowa, na drodze propagacji od źródła do błony bębenkowej, podlega wielokrotnym odbiciom i „ugięciom” od ramion, powierzchni głowy i zagłębien małżowiny usznej. Funkcja odwzorowująca wymienione modyfikacje widma dźwięku jest znana pod nazwą charakterystyki akustycznej odniesionej do głowy (ang. *Head Related Transfer Function* – HRTF) i jest unikatowa dla każdej osoby. Jest to funkcja częstotliwości i położenia opisanego za pomocą dwóch kątów w biegunowym układzie współrzędnych (rys. 5) $HRTF = F(\omega, \varphi, \theta)$. Kąt azymutu θ wyznacza położenie w płaszczyźnie poziomej, zaś kąt wzniesienia φ wyznacza położenie w płaszczyźnie pionowej. Kąty te mają wartość 0, gdy źródło dźwięku znajduje się na wprost słuchacza.



Rys. 4. Biegunowy układ współrzędnych do określenia lokalizacji źródła dźwięku względem słuchacza

Przykładowe charakterystyki HRTF zmierzone za pomocą aparatury skonstruowanej w ramach prowadzonego projektu wykreślono na rys. 6.



Rys. 6. Wykresy charakterystyk HRTF (widma amplitudowe) dla położenia kątowych $\theta = -45^\circ$ i $\varphi = -11^\circ$ (u góry) i i (u dołu); linia ciągła odpowiada charakterystyce ucha lewego a linia przerywana charakterystyce ucha prawego

Obserwując kształt charakterystyk wykreślonych na rys 6. daje się zauważyć, że największe zmiany amplitudy widma występują w zakresie częstotliwości $2 \div 10$ kHz zaś największy udział mają składowe częstotliwości z zakresu $3 \div 6$ kHz. Dźwięki położone w tym paśmie są najdokładniej lokalizowane [17].

Uwzględnienie charakterystyk HRTF w torze dźwiękowym oddzielnie dla ucha lewego i prawego umożliwia wytworzenia trójwymiarowej sceny dźwiękowej za pomocą słuchawek wymuszających ciśnienie akustyczne bezpośrednio u wejścia kanału usznego. Funkcję modyfikacji fali dźwiękowej, którą w naturalnych warunkach spełniają małżowiny uszne może przejąć para filtrów liniowych o skończonej odpowiedzi impulsowej (ang. *Head Related Impulse Response* – *HRIR*) zależnej od położenia kierunkowego dźwięku $HRIR = h(t, \varphi, \theta)$.

4.2. Pomiary charakterystyk akustycznych odniesionych do głowy

Kształt małżowiny usznej jest niepowtarzalną cechą każdej osoby. Wiadomo też, że małżowina uszna ma decydujący wpływ na przebieg charakterystyk HRTF. Zatem system wytwarzania dźwięku przestrzennego w słuchawkach

stereofonicznych powinien zawierać w torze sygnałowym filtry opisane „osobniczymi” charakterystykami HRTF. W projekcie poczyniono próby syntezy przestrzennej sceny dźwiękowej przy użyciu charakterystyk HRTF dostępnych w sieci Internet (CIPIIC [18], KEMAR [19]). Nie były jednak one pomyślne. Nie uzyskiwano tzw. efektu eksternalizacji dźwięku. Osoby badane odbierały wrażenia słuchowe umiejscowione wewnątrz głowy zamiast wrażeń słuchowych pochodzących od źródeł dźwięku z otaczającej przestrzeni.

W ramach prowadzonego projektu podjęto zatem zadanie zbudowania własnego systemu do pomiaru charakterystyk HRTF. Nawiązano współpracę z Zakładem Akustyki, Instytutu Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki, Politechniki Wrocławskiej posiadającego wieloletnie doświadczenie w konstruowaniu specjalizowanej aparatury do pomiarów akustycznych. W wyniku tej współpracy w maju 2006 roku powstało jedno z pierwszych zbudowanych w kraju urządzeń do pomiaru charakterystyk akustycznych głowy. Opracowany system (rys. 7) składa się z 16-głośników rozmieszczonych na łuku o promieniu jednego metra, obrotowego fotela sterowanego elektrycznie oraz dwukanałowego toru pomiarowego. Pomiar charakterystyk akustycznych głowy jest przeprowadzany w komorze bezchowej i sprowadza się do określenia funkcji transmitancji dla wielu kierunków padania dźwięku. Funkcję tę określa się jednocześnie dla obu uszu poprzez porównanie dźwięku wyemitowanego przez głośnik znajdujący się w określonym położeniu względem głowy słuchacza z dźwiękiem zarejestrowanym za pomocą mikrofonów umieszczonych u wejścia kanałów słuchowych. Skonstruowany system umożliwia zautomatyzowany pomiar charakterystyk HRTF w szerokim zakresie kątów: $\theta = [0^\circ, \dots, 360^\circ]$ z regulowanym krokiem o dokładności sięgającej 1° , i $\varphi = [-45^\circ, \dots, 90^\circ]$ ze stałym krokiem 9° , co daje możliwość uzyskania do 5760 punktów pomiarowych. Zebrane charakterystyki HRTF są przetwarzane do postaci odpowiedzi impulsowych z dyskretnym czasem $HRIR = h(t_n, \varphi, \theta)$ o maksymalnej liczbie współczynników $N = 4096$ przy częstotliwości próbkowania $f_s = 44,1$ kHz.



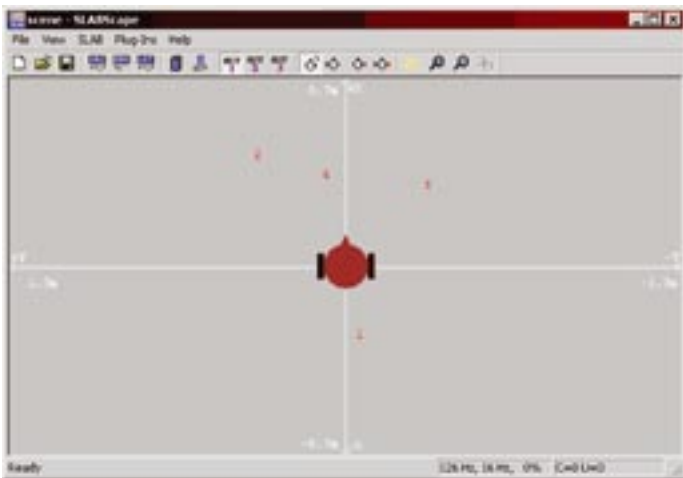
Rys. 5. Pomiar charakterystyk HRTF w komorze bezpogłosowej

Dla potrzeb prowadzonego projektu wystarczający jest pomiar ze skokiem azymutu $\Delta\theta = 5^\circ$, co daje 1152 punkty pomiarowe. Dla takiej rozdzielczości przestrzennej procedura pomiaru charakterystyk HRTF zajmuje około pół godziny, przy czym sam proces rejestracji charakterystyk trwa ok. 10 minut.

W okresie od lipca do października 2006 roku wykonano pomiar charakterystyk HRTF u dziewięciu osób niewidomych zrzeszonych w Polskim Związku Niewidomych. Osoby te zostały wybrane spośród 20 kandydatów, z którymi przeprowadzono ankiety kwalifikujące do udziału w projekcie.

4.3. Ocena dokładności lokalizacji obiektów w wirtualnej scenie dźwiękowej

Do weryfikacji zmierzonych charakterystyk HRTF u osób badanych oraz do określenia ich zdolności lokalizacji wirtualnych źródeł dźwięku zastosowano środowisko SLAB opracowane przez Spatial Auditory Displays Lab at NASA Ames Research Center [20]. Jest to środowisko programowe Open Source umożliwiające wytwarzanie wirtualnej sceny dźwiękowej w czasie rzeczywistym. W scenie tej można umieścić kilkanaście wirtualnych obiektów dźwiękowych i nadać im indywidualne cechy (rodzaj dźwięku, rozmiar źródła). W wytworzonej scenie jest możliwe modelowanie pogłosu poprzez dodanie powierzchni odbijających o różnych współczynnikach pochłaniania dźwięku.



Rys. 6. Widok okna programu SLAB; cyfry 1 – 4 symbolizują wirtualne obiekty umieszczone w otoczeniu głowy słuchacza

Wstępną weryfikację przeprowadzano bezpośrednio po rejestracji charakterystyk HRTF. W wirtualnej scenie dźwiękowej umieszczano źródła emitujące szum biały. Wytwarzane źródła były stacjonarne i umieszczane w różnych położeniach przestrzennych albo poruszały się po hipotetycznym okręgu na różnej wysokości wokół głowy osoby badanej. Spośród dziewięciu osób uczestniczących w badaniach u pięciu osób uzyskano efekt eksternalizacji dźwięku. Potrafiły one wskazać z zadowalającą dokładnością położenia wirtualnych źródeł dźwięku (rys. 9). Dwie osoby wymagały krótkiego treningu zanim uzyskały zdolność do prawidłowego wskazywania położenia obiektów dźwiękowych.



Rys. 7. Weryfikacja zmierzonych charakterystyk HRTF; osoba niewidoma prawidłowo wskazuje położenie wirtualnego źródła dźwięku

5. Podsumowanie

W pracy scharakteryzowano obszar badań związanych z elektronicznymi systemami wspomaganymi osób niewidomych w samodzielnym poruszaniu się. Pokrótko omówiono ideę takiego systemu konstruowanego w Zakładzie Elektroniki Medycznej Instytutu Elektroniki PŁ. Dokładniej opisano problem budowania sceny dźwiękowej odwzorowującej otoczenie osoby niewidomej. W szczególności wyjaśniono rolę charakterystyk akustycznych odniesionych do głowy jako kluczowego elementu systemu umożliwiającego uzyskanie efektu eksternalizacji źródeł dźwięków wytwarzanych w słuchawkach stereofonicznych. Na obecnym etapie badań jest przygotowywana procedura do dokładniejszej ilościowej oceny przestrzennej percepcji źródeł dźwięku o różnych parametrach akustycznych. W zakresie prac konstrukcyjnych, na etapie testowania jest moduł elektroniczny zbudowany na bazie układów programowanych FPGA służący do wytwarzania 8 ruchomych źródeł dźwięku z uwzględnieniem pogłosu i filtrów HRIR w torze sygnałowym.

Podziękowanie

Autorzy wyrażają serdeczne podziękowanie osobom niewidomym, które wzięły udział w badaniach w charakterze wolontariuszy. Dziękujemy również dyrekcji i pracownikom Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych za udostępnienie pomieszczenia komory bezdechowej oraz pomoc w organizacji pomiarów akustycznych. Prace badawcze opisane w niniejszym opracowaniu wykonano w ramach grantu badawczego nr 3 T11B 03827 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2005–2007.

Literatura

- [1] World Health Organization: *Global initiative for the prevention of avoidable blindness*, WHO/PBL/97.61. Geneva, WHO, 1997.

- [2] Lindsay P. H., Norman D. A.: *Procesy przetwarzania informacji u człowieka*, PWN, Warszawa, 1984.
- [3] Witryna internetowa firmy *Sound Foresight*: <http://www.soundforesight.co.uk/>
- [4] Witryna internetowa projektu *LaserCane*: <http://www.lasercane.com/>
- [5] System wspomagania osób niewidomych *The Sonic Pathfinder*: <http://www.sonicpathfinder.org/>
- [6] Witryna internetowa firmy *Bay Advanced Technologies Ltd.*: <http://www.batforblind.co.nz>
- [7] Witryna internetowa projektu *The vOICe*: <http://www.seeingwithsound.com/>
- [8] Witryna internetowa projektu *EAV*: <http://www.iac.es/project/eavi/>
- [9] Rzeszotarski D., Strumiłło P., Pełczyński P., Więcek B., Lorens A.: *System obrazowania stereoskopowego sekwencji scen trójwymiarowych*, Zeszyt Elektronika – Prace Naukowe Instytutu Elektroniki PŁ, nr 10, str. 165–184, 2005.
- [10] Skulimowski P., Strumiłło P.: *Refinement of disparity map sequences from stereo camera ego-motion parameters*, *ICSES 2006*, International Conference on Signals and Electronics Systems, Łódź, Poland, September 17–20, 2006, Łódź, Poland, pp. 379–382.
- [11] Strumiłło P., Pełczyński P., Bujacz M., Pec M.: *Space perception by means of acoustic images: an electronic travel aid for the blind*, *ACOUSTICS High Tatras 06 – 33rd International Acoustical Conference*, Štrbské Pleso, Slovakia, October 2006, pp. 296–299.
- [12] Pełczyński P., Strumiłło P., Bujacz M.: *Formant-based speech synthesis in auditory presentation of 3d scene elements to the blind*, *ACOUSTICS High Tatras 06 – 33rd International Acoustical Conference*, Štrbské Pleso, Slovakia, October 2006, pp. 346–349.
- [13] Karta katalogowa procesora sygnałowego TMS320DM642: <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/tms320dm642.html>
- [14] Bregman A. S.: *Auditory scene analysis: the perceptual organization of sound*, A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990.
- [15] Hollander A. J.: *An Exploration of Virtual Auditory Shape Perception*, Master Thesis, University of Washington, 1994.
- [16] Everest F. A.: *The master handbook of acoustics*, McGraw-Hill, USA, 2001.
- [17] Moore B. C. J.: *An Introduction to the Psychology of Hearing*, Academic Press, San Diego, CA, 1997.
- [18] Witryna internetowa *CIPIC Interface Laboratory*: <http://interface.cipic.ucdavis.edu>
- [19] Baza charakterystyk HRTF dla manekina KEMAR: <http://sound.media.mit.edu/KEMAR.html>
- [20] Symulator wirtualnej sceny dźwiękowej SLAB: <http://human-factors.arc.nasa.gov/SLAB/>

mgr inż. Michał Pec,
dr hab. inż. Paweł Strumiłło, prof. PŁ,
dr inż. Paweł Pełczyński, mgr inż. Michał Bujacz
Zakład Elektroniki Medycznej Instytutu Elektroniki
Politechniki Łódzkiej

Marek Bartosik, Ryszard Lasota, Franciszek Wójcik

Ultraszybkie wyłączniki prądu stałego

1. Wstęp

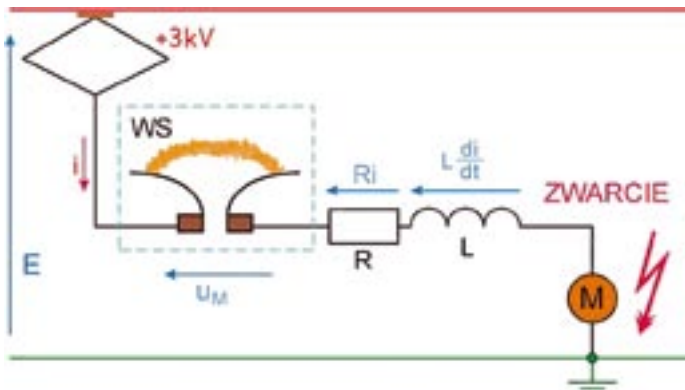
Problematyka dotycząca specjalnych metod wyłączania prądów stałych rozwijana jest w Instytucie Aparatów Elektrycznych Politechniki Łódzkiej od ponad 25-ciu lat. Bezpośrednim czynnikiem stymulującym te prace była i jest w dalszym ciągu potrzeba doskonalenia metod i aparatów łączeniowych umożliwiających skuteczne wyłączanie prądów stałych w elektrycznej trakcji kolejowej 3 kV_~ i tramwajowej 600 V_~. Wraz z dynamicznym rozwojem i elektryzacją taboru oraz wzrostem mocy podstacji zasilających, klasyczna aparatura zestykowa nie mogła już spełniać wysokich wymagań i niezbędnym stało się stworzenie konstrukcji alternatywnych, odpowiednio szybkich i eliminujących otwarty łuk z układów gaszeniowych a więc bezpiecznych dla środowiska. Nowo opracowane

aparaty musiały posiadać wysokie parametry techniczne i być całkowicie zamienne z dotychczas eksploatowanymi, gdyż tylko to mogło być gwarancją ich pełnej akceptacji przez eksploatację.

Ponieważ w każdym obwodzie elektrycznym bezpieczeństwo urządzeń i otoczenia zależy od szybkości i skuteczności wyłączania zwarć, dlatego większość prac prowadzonych w IAE PŁ została ukierunkowana na opracowanie nowoczesnych wyłączników zarówno pojazdowych, stosowanych w taborze trakcyjnym jak i podstacyjnych, chroniących całe odcinki linii trakcyjnych.

2. Warunki obwodowe

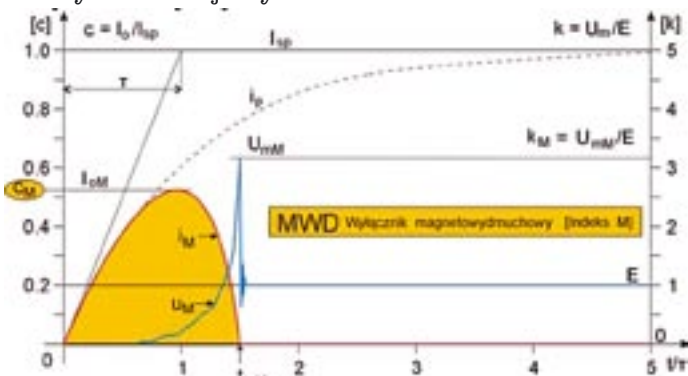
Typowy obwód pracy wyłącznika szybkiego zamontowanego na pojeździe trakcyjnym pokazano na rys.1.



Rys. 1. Uproszczony schemat obwodu chronionego przez wyłącznik szybki.

Oznaczenia: WS – wyłącznik szybki; M – zespół silników napędowych; R, L – parametry zastępcze obwodu zwarcia; E – napięcie sieci, i – prąd obwodu

Ponieważ wyłącznik umieszczony jest bezpośrednio za pantografem, dlatego chroni pojazd praktycznie przed wszystkimi, mogącymi wystąpić zwarciami. Jak wykazują doświadczenia eksploatacyjne, podstawową przyczyną powstawania zwarć jest łuk okrężny zapalający się na komutatorze silnika. Jeśli dostatecznie szybko nastąpi wyłączenie zwarcia tak, aby narastający prąd nie spowodował uszkodzenia silnika, to po dejonizacji obszaru wokół komutatora możliwe jest ponowne załączenie napięcia i kontynuowanie jazdy.



Rys. 2. Przebiegi prądu zwarcia i napięcia na wyłączniku przy wyłączeniu obwodu z rys. 1 przez klasyczny wyłącznik szybki. Oznaczenia: c_M – współczynnik ograniczenia prądu, I_0 – prąd ograniczony, I_{sp} – prąd spodziewany, I_M – prąd wyłączany, u_M – napięcie na wyłączniku, k_M – współczynnik przebieg, T – stała czasowa obwodu, t_{WM} – czas wyłączenia zwarcia

Przedstawione na rys. 2 przebiegi są typowymi dla klasycznych wyłączników magnetydmuchowych i charakterystycznym parametrem jest dla nich bardzo duża wartość współczynnika c_M ograniczenia prądu zwarcia. Oznacza to, że ograniczony prąd o dużej wartości w wielu przypadkach i tak spowoduje uszkodzenia chronionych przez wyłącznik odbiorników i sytuacja taka ma miejsce przy wyłączeniu zwarcia występującego w obwodach silników napędowych elektrycznych zespołów trakcyjnych i lokomotyw, gdzie wartość krótkotrwałe płynącego przez silnik prądu nie powinna przekroczyć $7 \div 10$ kA aby nie spowodować uszkodzenia tych maszyn.

Dodatkowym zagrożeniem dla otoczenia jest stosunkowo długi, bo dochodzący do kilkudziesięciu milisekund czas

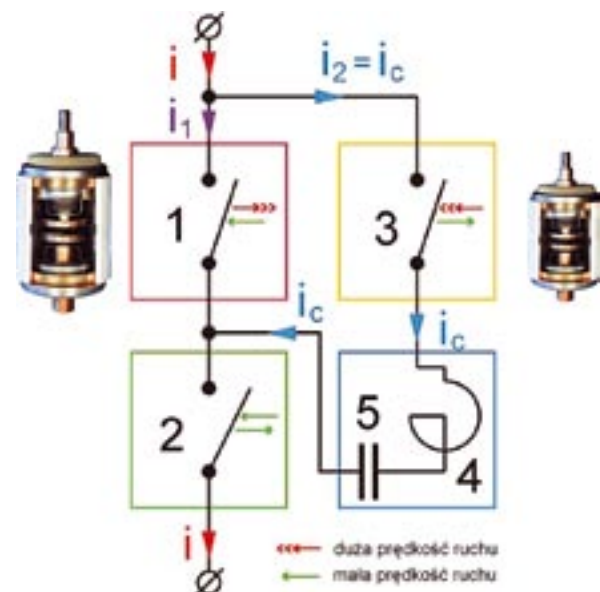
palenia się łuku na stykach wyłącznika i charakterystyczna dla wyłączników magnetydmuchowych zależność tego czasu od wyłączanego prądu. Ponadto, ponieważ proces wyłączenia czyli gaszenia łuku w wyłączniku klasycznym trwa stosunkowo długo, powoduje to znaczną erozję styków głównych ograniczając w ten sposób radykalnie trwałość łączeniową wyłączników klasycznych.

3. Wyłączanie za pomocą przeciwprądu

Jedną z możliwych metod szybkiego ograniczenia prądu zwarcia jest wyłączenie prądu zwarcia za pomocą przeciwprądu. Metoda ta polega na:

wymuszonym sprowadzeniu do zera prądu stałego w komorze próżniowej za pomocą impulsu prądu o kierunku przeciwnym

Zestykiem w którym następuje wyłączenie prądu jest komora próżniowa i również komora pełni rolę załącznika przeciwprądu. Schemat obwodu głównego takiego wyłącznika pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Schemat obwodu głównego wyłącznika o wyłączeniu przeciwprądem.

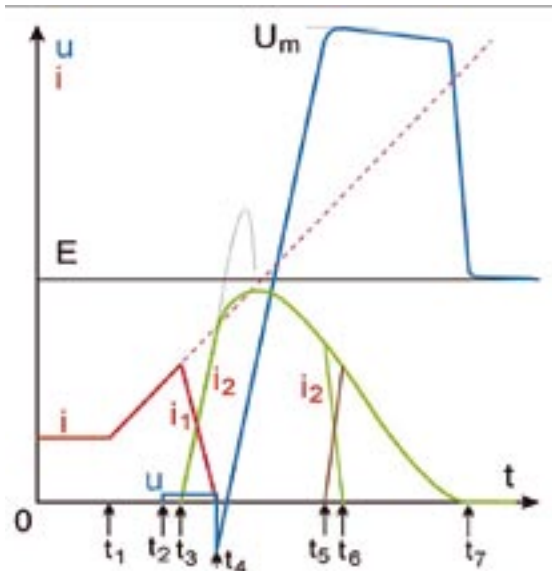
Oznaczenia: 1,3 – główna i pomocnicza komora próżniowa, 2 – zestyk izolacyjny, 4 – dławik komutacyjny, 5 – kondensator komutacyjny, i – prąd obwodu, i_1 – prąd komory głównej, i_2 – prąd komory pomocniczej i kondensatora (5) – przeciwprąd

Główna komora próżniowa (1) pełni rolę zestyku załączającego i wyłączającego prąd obwodu, komora pomocnicza (3) załącza przeciwprąd, natomiast zestyk (2) pełni funkcję izolacyjną i przestawiany jest zawsze bezprądowo. Zasobnik energii składa się z kondensatora komutacyjnego (5), ładowanego do napięcia pracy z pomocniczego układu zasilającego. Dławik (4) określa parametry impulsu przeciwprądu i_2 .

Warunkiem poprawnego działania wyłącznika w przedstawionym układzie jest właściwe zsynchronizowanie pracy komór (1) i (3). Oznacza to, iż komora (3) powinna zamknąć swoje styki impulsowo gdy otwierana z palącym się łukiem

komora (1) osiągnie przerwę zestykową o wartości 2÷3 mm. Możliwy jest wtedy przepływ półfali przeciwprądu i sprowadzenie wyłączanego prądu do zera.

Odpowiednie przebiegi obrazujące ten proces przedstawia rys. 4.



Rys. 4. Wybrane przebiegi prądów i napięć przy wyłączaniu prądu za pomocą impulsu przeciwprądu.

Oznaczenia: E – napięcie zasilające, u – napięcie na stykach wyłącznika, U_m – poziom ochrony przeciwprzepięciowej, chwile czasowe $t_1 \div t_7$ do opisu w tekście. Pozostałe oznaczenia jak na rys. 3

Jeśli podczas przepływu prądu roboczego przez wyłącznik powstanie zwarcie (t_1) to szybko narastający prąd spowoduje zadziałanie zabezpieczeń nadprądowych i uruchomienie szybkiego, impulsowego napędu wyłącznika. W chwili t_2 zostają otwarte styki komory głównej i zapala się między nimi łuk. Po osiągnięciu odpowiedniej przerwy zestykowej w chwili t_3 zostaje załączony przeciwprąd i_2 , który szybko narastając sprowadza prąd i_1 do zera (t_4). Efektem tego jest wzrost napięcia na wyłączniku aż do wartości U_m wynikającej z poziomu ochrony warystorowego ogranicznika przepięć. Warystor zaczyna przejmować prąd (t_5-t_6) i przewodzi go aż do wytracenia całej energii obwodu. Po pewnym czasie (t_7) napięcie na wyłączniku osiąga wartość napięcia zasilającego. Gotowość do kolejnego załączenia wyłącznik osiąga po kilkunastu sekundach, czyli po naładowaniu kondensatora komutacyjnego i kondensatorów napędów.

Ponieważ wyłączenie prądu obwodu w próżniowej komorze głównej trwa kilka milisekund, wartości prądu ograniczonego nawet przy dużej stromości prądu zwarcia są kilkakrotnie mniejsze niż w przypadku wyłączników klasycznych, co w efekcie zapewnia doskonałą ochronę zasilanych odbiorników oraz półprzewodników mocy stosowanych w aparaturze energoelektronicznej. Proces wyłączania jest niezależny od wartości wyłączanego prądu, a ponadto nie naraża otoczenia na działanie łuku elektrycznego. Ze względu na fakt, iż naturalną konsekwencją szybkiego wyłączenia jest powstające przepięcie, wyłączniki działające według opisanej zasady wyposażone zostały w wysokoenergetyczne ograniczniki przepięć, zapewniają-

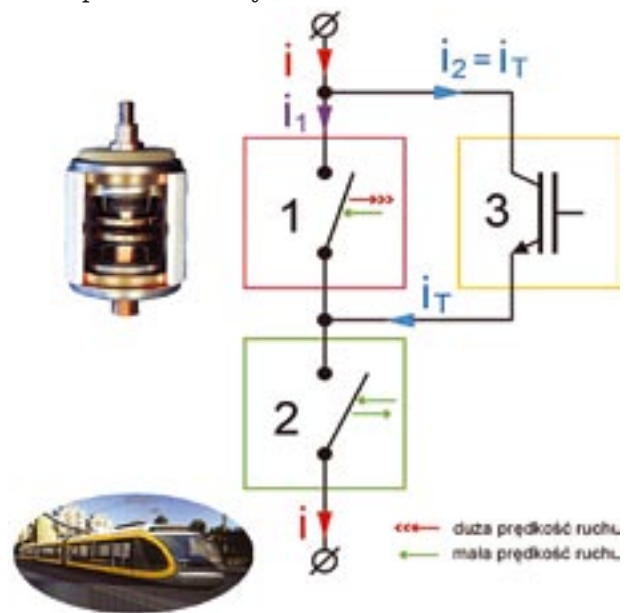
ce bezpieczną pracę nie tylko zasilanym odbiornikom, ale również innym urządzeniom pracującym w tej samej sieci. Poza tym duża selektywność przedstawionych wyłączników umożliwia właściwą korelację zabezpieczeń, zwłaszcza w przypadku współpracy wyłączników zamontowanych na podstacji i w pojazdach trakcyjnych.

4. Wyłączanie za pomocą elementu półprzewodnikowego

Pojawienie się na rynku sterowanych półprzewodnikowych elementów mocy o bardzo wysokich parametrach łączeniowych umożliwiło realizację procesu wyłączania prądu stałego za pomocą:

wymuszonego sprowadzenia do zera prądu stałego w komorze próżniowej zbocznikowanej półprzewodnikowym elementem mocy, przejmującym i wyłączającym prąd.

Przyrządami najlepiej nadającymi się do realizacji łączników hybrydowych na napięcia do 1 kV są tranzystory IGBT. Ich parametry osiągają obecnie wartości pozwalające na realizację konstrukcji łączników spełniających wymagania eksploatacji. Konfigurację obwodu głównego takiego łącznika pokazano na rys. 5.

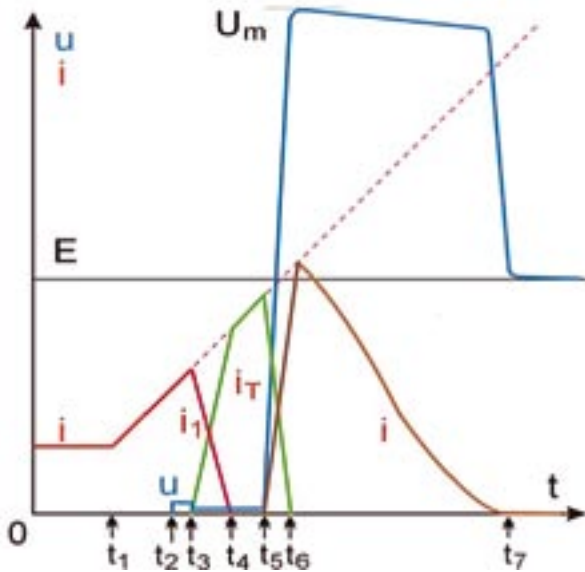


Rys. 5. Uproszczony schemat głównego obwodu wyłącznika hybrydowego.

Oznaczenia: 1 – główna komora próżniowa, 2 – zestyk izolacyjny, 3 – tranzystor IGBT, i_T – prąd obwodu, i_1 – prąd komory głównej, i_2 – prąd tranzystora IGBT

Najistotniejszym zespołem łącznika hybrydowego jest półprzewodnik mocy – tranzystor (3), połączony równolegle z komorą próżniową (1). Tranzystor pracuje tylko przy wyłączaniu, to znaczy przejmuje prąd z łuku palącego się pomiędzy rozchodzącymi się stykami komory próżniowej i po zakończeniu tego procesu, czyli zgaszeniu łuku, wyłącza prąd obwodu. Łącznik (2) otwiera się bezprądowo stwarzając przerwę izolacyjną.

Wybrane przebiegi przy wyłączeniu prądu łącznikiem hybrydowym zamieszczono na rys. 6.



Rys. 6. Wybrane przebiegi prądów i napięć przy wyłączeniu prądu za pomocą łącznika hybrydowego.

Oznaczenia: E – napięcie zasilające, u – napięcie na stykach wyłącznika, U_m – poziom ochrony przeciwprzepięciowej, chwile czasowe $t_1 \div t_7$ do opisu w tekście. Pozostałe oznaczenia jak na rys. 3

Pojawiający się w chwili t_1 prąd zwarciový powoduje zadziałanie zabezpieczeń nadprądowych i uruchomienie szybkiego napędu wyłącznika, który otwiera styki komory głównej (t_2), powodując w niej zapłon łuku. Przy wymaganym odstępnie międzystykowym następuje załączenie tranzystora bocznikującego komorę główną (t_3). Po całkowitym przejściu prądu (t_4) i zgazowaniu łuku w komorze, następuje proces wyłączenia prądu obwodu przez tranzystor (t_5), co jest równoznaczne z szybkim wzrostem napięcia na łączniku. Gdy napięcie to osiągnie wartość poziomu ochrony ogranicznika przepięć, element ten zaczyna przewodzić wytracając energię obwodu aż do całkowitego zaniku stanów nieustalonych.

Czas pracy tranzystora w łączniku hybrydowym nie przekracza kilkuset mikrosekund i zależy od wartości oraz stromości przejmowania i wyłączenia prądu obwodu. Z tego względu połączenia pomiędzy tranzystorem a komorą powinny być zredukowane do minimum. Tak krótki czas pracy półprzewodnika, przy jednoczesnych długich przerwach sięgających co najmniej kilkunastu sekund pomiędzy kolejnymi załączeniami, pozwala na jego kilkukrotne przeciążenie, pomimo adiabatycznego wydzielania ciepła w strukturze.

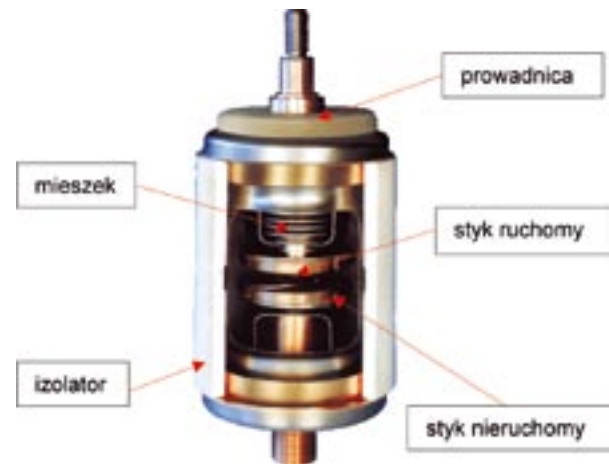
Podstawową zaletą przedstawionego układu łącznika jest brak zasobnika energii niezbędnej w procesie komutacji, a więc również brak konieczności oczekiwania na jego naładowanie. Pozostaje jedynie zasobnik energii napędu szybkiego, który gotowość do pracy uzyskuje po kilku sekundach. Ponadto, układ sterowania łącznika może bardzo dokładnie określać chwile załączenia i wyłączenia tranzystora mającego powtarzalne czasy propagacji, a tym samym ustalać najkorzystniejsze warunki pracy komory próżniowej.

Szczególnie istotne dla bezawaryjnej pracy łącznika jest zapewnienie odpowiednio dobranej ochrony napięciowej tranzystora, co przy szerokiej ofercie dostępnych warystorów wysokoenergetycznych i wysokich klasach napięciowych tranzystorów nie stanowi obecnie problemu.

5. Komora próżniowa

Praktyczna realizacja członu zestykowego wyłącznika ultraszybkiego możliwa jest przy użyciu komór próżniowych stosowanych do łączenia obwodów prądu przemiennego. Podstawową zaletą komory próżniowej jest skokowy wzrost wytrzymałości jej przerwy zestykowej po wyłączeniu prądu oraz odseparowanie palącego się łuku od otoczenia. Głównie te dwa czynniki powodują, że komora próżniowa z szybkim napędem jest najlepszym rozwiązaniem układu zestykowego dla wyłączników szybkich.

Na rys. 7 przedstawiono typową komorę próżniową z zaznaczonymi podstawowymi elementami składowymi.



Rys. 7. Próżniowa komora łączeniowa – układ zestykowy

Warunkiem uzyskania wysokich parametrów napięciowych komory po wyłączeniu prądu, jest wcześniejsze występowanie tylko dyfuzyjnej formy łuku próżniowego, a więc łuku, dla którego środowiskiem wyładowczym są pary metalu emitowane z katody, a spadek napięcia na łuku zawiera się w przedziale ($10 \div 27$) V i jest praktycznie stały. Dyfuzyjna postać łuku zależy przede wszystkim od wartości prądu oraz od układu geometrycznego styków, ich materiału i od przestrzennego rozkładu natężenia pola magnetycznego w przerwie zestykowej. Przy dużych prądach pojawiający się łuk przewożony z aktywną anodą stwarza ryzyko niewyłączenia zwarcia przy dużych stromościach sprowadzania prądu stałego do zera.

Aby została zachowana dyfuzyjna postać łuku przy wyłączeniu, muszą być spełnione poniższe warunki:

$$a) i_t \leq i_g \approx \sim 9 \text{ kA} \quad b) D/d > 2 \quad c) d \geq d_k$$

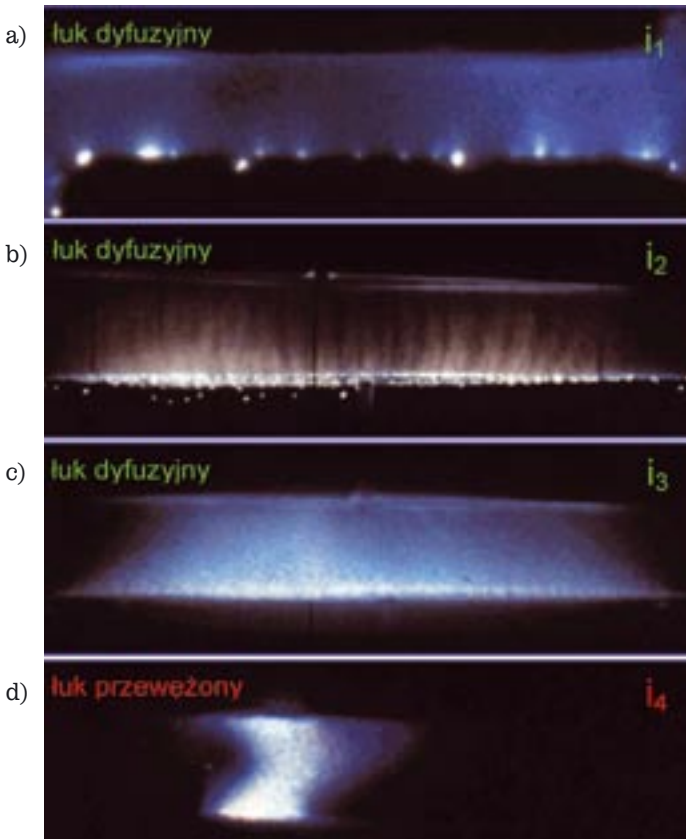
gdzie: i_t – prąd łuku, i_g – graniczny prąd łuku dyfuzyjnego, D – średnica styków, d – odległość styków, $d_k \approx (0,1 \div 0,3)$ mm – odległość krytyczna styków, przy której dla $d \uparrow$ stadium przejściowe przechodzi w łukowe.

Jeśli spełnione są podane warunki, to wytrzymałość powrotną przerwy zestykowej w komorze próżniowej można określić zależnością:

$$u_{zt+} = u_{ps} = K d$$

gdzie: u_{zt+} – początkowa wytrzymałość powrotna, u_{ps} – statyczna wytrzymałość elektryczna zimnej przerwy próżniowej, K – statyczne natężenie przeskoku w próżni.

Przykładowe zdjęcia obrazujące formy łuku w próżni zamieszczono na rys. 8.



Rys. 8. Formy łuku w próżni. $i_1 < i_2 < i_3 < i_g < i_4$; gdzie: i_g – graniczny prąd łuku dyfuzyjnego

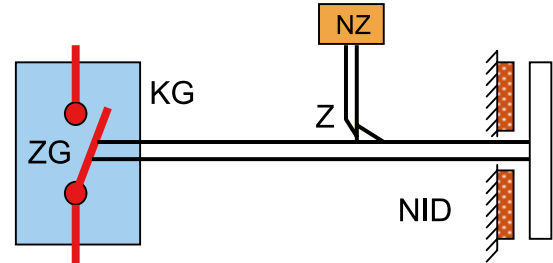
Jeśli przyjąć, że $i_g \approx \sim 9 \text{ kA}$, i rzeczywiste maksymalne wartości stromości prądu zwarcia zawierają się w przedziale $2 \div 5 \text{ A}/\mu\text{s}$, to ograniczanie prądu zwarcia musi się rozpocząć w czasie od 1,8 do 4,5 ms od jego powstania. Tak szybkie działanie wyłącznika możliwe jest tylko przy zastosowaniu specjalnych ultraszybkich napędów impulsowych.

6. Napęd ultraszybki

Jak wykazały badania, spośród różnych rozwiązań napędów szybkich, szczególnie przydatne do napędu komór próżniowych są napędy indukcyjno-dynamiczne (NID), w których metalowy dysk pracujący jako zwój zwarty jest odrzucany od cewki napędowej, przez którą przepływa impuls wielkopądowy wytwarzany przez rozładowanie kondensatora. Napędy te są najbardziej niezawodne, charakteryzują się prostą budową i relatywnie dużą trwałością mechaniczną. NID potrafią krótkotrwale wytwarzać wielkie siły nadające organom ruchomym zespołu stykowego, w zależności od ich masy, przyspieszenia nawet rzędu $10^4 \div 10^6 \text{ m/s}^2$, a osiągnięty czas własny przy otwieraniu wyłącznika jest rzędu $400 \mu\text{s}$.

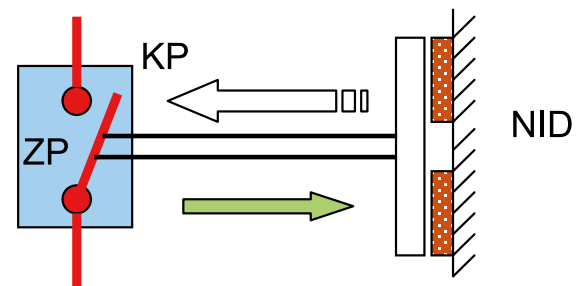
Uproszczony schemat takiego napędu z komorą pokazano na rys. 9.

Niezbędnym elementem zespołu napęd-komora główna jest zamek Z, utrzymujący zestyk ZG w pozycji otwartej po zadziałaniu napędu. Jego konstrukcja musi zapewnić zablokowanie elementów ruchomych napędu po kilku ms od jego zadziałania, co jest szczególnie trudne, gdy wcześniej nastąpiło załączenie na zwarcie.



Rys. 9. Schemat napędu indukcyjno-dynamicznego z główną komorą próżniową.
Oznaczenia: NID – napęd indukcyjno-dynamiczny, KG – komora główna, ZG – zestyk główny, Z – zamek, NZ – napęd zamka

Drugim zespołem złożonym z komory próżniowej i napędu typu NID jest załącznik przeciwprądu (zespół 3 na rys. 3) – rys. 10. Układ ten nie posiada zamka, ponieważ przeznaczony jest do pracy impulsowej.



Rys. 10. Schemat napędu indukcyjno-dynamicznego z pomocniczą komorą próżniową.
Oznaczenia: NID – napęd indukcyjno-dynamiczny, KP – komora pomocnicza, ZP – zestyk pomocniczy

Przedstawiony na rys. 10 układ jest załącznikiem przeciwprądu o amplitudzie impulsu dochodzącej do kilkunastu kiloamperów, uzyskanego z naładowanego kondensatora komutacyjnego.

7. Sterowanie

Ze względu na dużą ilość sterowanych podzespołów, wyłączniki próżniowe i hybrydowe posiadają wyspecjalizowane sterowniki mikroprocesorowe. Mają one aluminiową obudowę a wszystkie sygnały we-wy prowadzone są światłowodami co radykalnie eliminuje wpływ wewnętrznych i zewnętrznych zakłóceń na pracę wyłącznika. Układ zasilany jest odseparowanym galwanicznie napięciem po dwustopniowej filtracji i stabilizacji. Dzięki temu nigdy nie stwierdzono wpływu pól magnetycznych na pracę sterownika.

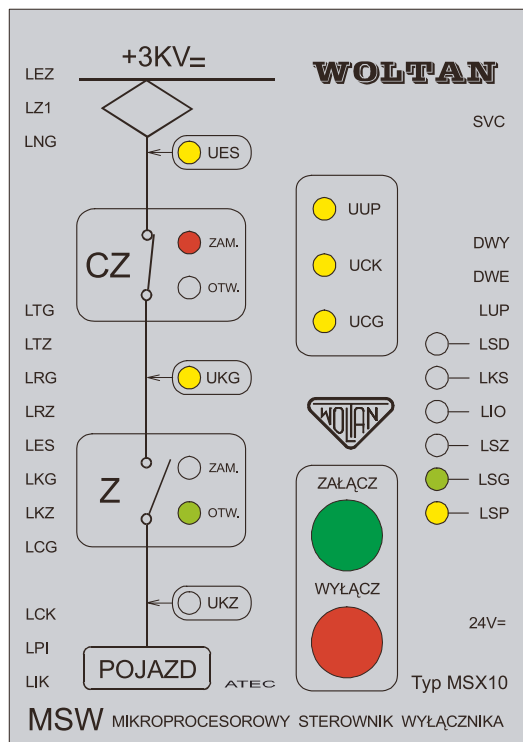
Sterowniki mają serwisowe gniazdo SVC do współpracy z komputerem oraz światłowodowy port szeregowy DWY-DWE, umożliwiający dzięki opracowanemu oprogramowaniu

komunikację z wyłącznikiem w trybie on-line, we wszystkich stanach jego pracy.

Wszystkie moduły wykonawcze znajdują się przy sterowanych obiektach a ich rozwiązanie konstrukcyjne umożliwia szybką wymianę w przypadku uszkodzenia.

Dla wyłączników opracowano nowy, wielofunkcyjny przekaźnik nadprądowy, mający znacznie lepsze możliwości kształtowania charakterystyk czasowo-prądowych w zakresie prądów przeciążeniowych i zwarciovych. Dzięki progowo-stromościowej metodzie detekcji zwarć PIW zapewnia identyfikację prądu zwarciovego za pomocą analizy stromości wzrostu prądu, natychmiastowe zadziałanie po przekroczeniu przez prąd zwarciovych wartości prądu nastawczego, opóźnione zadziałanie w zakresie przeciążeń, w dużym zakresie czasów nastawczych, identyfikację prądu zwarciovego za pomocą analizy stromości wzrostu prądu, natychmiastowe zadziałanie po przekroczeniu przez prąd zwarciovych wartości prądu nastawczego.

Rys. 11 przedstawia widok płyty czołowej sterownika wyłączników ultraszybkich.



Rys. 11. Widok płyty czołowej sterowników wyłączników ultraszybkich

Sterowniki współpracują z zespołem interfejsu umożliwiającym obustronne przesyłanie sygnałów pomiędzy zewnętrznym układem sterowania a sterownikiem. W normalnych warunkach eksploatacyjnych transmisja sygnałów sterujących i kontrolnych odbywa się poprzez światłowody ale w przypadku awarii możliwe jest sterowanie klasyczne, sygnałami elektrycznymi.

Przyjęte rozwiązania konstrukcyjne umożliwiły uzyskanie:

1. dużej niezawodności układów sterowania,
2. optoelektronicznej separacji sterownika od obiektów,
3. całkowitej zamienności z wyłącznikami klasycznymi,
4. budowy modułowej,

5. możliwości współpracy sterownika MSW z zewnętrznymi układami nadzorującymi pracę większych systemów,

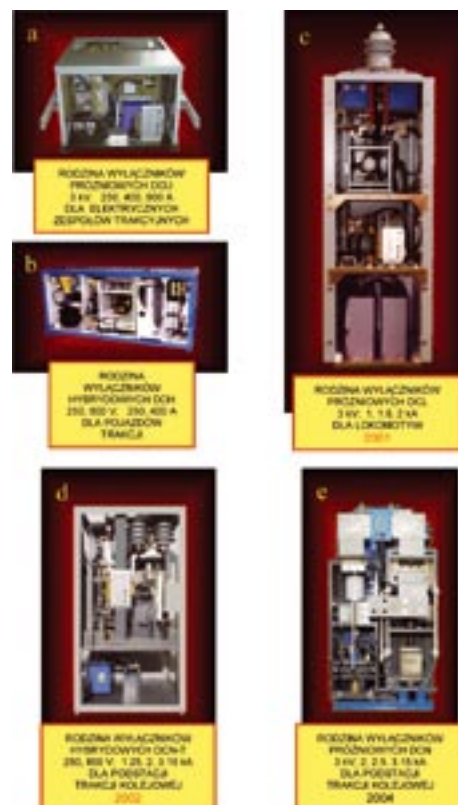
6. prostoty serwisu i eksploatacji.

Oprócz powyższych cech, układ sterowania, a zwłaszcza jego oprogramowanie, umożliwia pełną archiwizację zdarzeń związanych z eksploatacją wyłączników i taboru, na którym zostały zainstalowane oraz rejestrację działań serwisowych producenta, a oprogramowanie serwisowe daje obsłudze możliwość szybkiej identyfikacji uszkodzenia na podstawie kodów błędów. Możliwa jest również pełna ingerencja w nastawy wyłącznika oraz kontrola stanu wszystkich podzespołów i wartości sygnałów przesyłanych z monitorowanych obiektów, co daje możliwość podjęcia działań prewencyjnych w celu uniknięcia awarii.

8. Podsumowanie

Próżniowe i hybrydowe wyłączniki ultraszybkie są wynikiem połączenia nowych zasad działania i nowych koncepcji budowy układów wyłączających. W szczególności szybki postęp w dziedzinie warystorów z tlenków metali, półprzewodnikowych elementów mocy oraz impulsowych napędów wielkiej mocy, zwłaszcza indukcyjno-dynamicznych, stworzył nowe możliwości budowy tych wyłączników. Mogą one być wykorzystywane we wszystkich dotychczasowych zastosowaniach, a ich skrajnie szybkie działanie powoduje niezwykle skuteczne ograniczanie prądów zwarciovych bez niekontrolowanych przepięć łączeniowych, eliminowanych przez autonomicznie działające ograniczniki przepięć.

Na rys. 12 przedstawiono nową generację ultraszybkich wyłączników prądu stałego.



Rys. 12. Nowa generacja ultraszybkich wyłączników prądu stałego: a) wyłącznik pojazdowy DCU, b) wyłącznik pojazdowy DCH, c) wyłącznik pojazdowy DCL, d) wyłącznik podstacyjny DCN-T, e) wyłącznik podstacyjny DCN

W stosunku do typowych wyłączników magnetowydmuchowych wyłączniki ultraszybkie w przybliżeniu mają graniczny zwarciovą prąd wyłączalny znacząco większy przy większej stałej czasowej (100 kA przy 20 ms; 150 kA przy 30 ms), czas otwierania – ponad 5-krotnie mniejszy, czas wyłączania – ponad 10-krotnie mniejszy, prąd ograniczony – ponad 3-krotnie mniejszy, współczynnik ograniczania prądu – ponad 3-krotnie mniejszy, maksymalną energię magnetyczną obwodu – ponad 10-krotnie mniejszą, całkowitą energię Joule'a – ponad 30-krotnie mniejszą i energię łuku wydzielaną w wyłączniku – ponad 3000-krotnie mniejszą. Przy tak małych wartościach energii łuku erozja łukowa komór próżniowych i styków praktycznie nie ogranicza trwałości łączeniowej nawet w warunkach zwarciovych. Wyłączniki magnetowydmuchowe zazwyczaj mogą wyłączyć zwarcie tylko kilkanaście razy, a prąd roboczy 500 ÷ 1000 razy. Wyłączniki ultraszybkie mogą wyłączyć zwarcie ponad 10 000 razy, tj. ich zwarciovą trwałość łączeniową jest zbliżona do trwałości mechanicznej. Ze względu na małe wartości całkowitej energii Joule'a wyłączniki te skutecznie zabezpieczają elementy półprzewodnikowe o prądach ciągłych $I_{th} \geq 250$ A. Jest to równoznaczne z pokonaniem ważnej bariery ograniczającej zastosowania półprzewodnikowych układów w napędach trakcyjnych oraz innych układach przemysłowych prądu stałego.

Relatywnie niskie i praktycznie niezmiennie poziome ograniczania przepięć, w połączeniu z małymi wartościami prądu ograniczonego sprawiają, że w przypadku użycia wyłączników ultraszybkich liczba awarii oraz ich skutki znacząco zmniejszają.

Wyłączniki te nie mają zakresu prądów krytycznych i nie wymagają strefy ochronnej. Do ich budowy użyto neutralnych środowiskowo materiałów i najlepszych jakościowo podzespołów dostępnych na rynku. Dlatego są one bezobsługowe w granicach trwałości mechanicznej.

Są również bezkonkurencyjne pod względem neutralności środowiskowej.

Wyłączniki spełniają na poziomie światowym wszystkie wymagania właściwych norm krajowych i międzynarodowych zarówno z zakresu elektrotechniki, jak i ochrony środowiska.

Program realizacji wyłączników był współfinansowany przez KBN, ABB Zwar S.A. oraz ZAE WOLTAN Sp. z o.o. Wyłączniki są produkowane od 1996 r., stopniowo zdobywają pozycję na rynku. Obecnie jest w eksploatacji ok. 200 wyłączników. Na lata 2006/2007 zamówiono ponad 75 wyłączników, sygnalizowany jest znaczący wzrost zamówień zgodnie z planami modernizacji taboru trakcyjnego w najbliższych latach. Krótka seria wyłączników została wyeksportowana.

Literatura

- [1] Projekt celowy KBN nr 8 8258 94 C/1809, 1994–1996. Raporty roczne i końcowe. (DCV/DCU).
- [2] Projekt celowy KBN nr 8 T10A 045 96 C/3245, 1997–1999. Raporty roczne i końcowe. (DCH).
- [3] Projekt celowy KBN KBN nr 8 T10A 080 98 C/3810, 1997–2001. Raporty roczne i końcowe. (DCL).
- [4] Projekt celowy KBN nr 8 T10A 128 99 C/4689, 1999–2002. Raporty roczne i końcowe. (DCN-T).
- [5] Projekt celowy KBN KBN nr 10 T 10 036 2000 C/5320, 2002–2004. Raporty roczne i końcowe. (DCN; DCN-L).

dr hab. inż. Marek Bartosik prof. PŁ,
dr inż. Ryszard Lasota, dr inż. Franciszek Wójcik
Institut Aparatów Elektrycznych
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki
i Automatyki Politechniki Łódzkiej

Marcin Szkudniewski

Miernik rezystancji izolacji MIC-5000

Firma SONEL S.A. od wielu lat posiada w swojej ofercie cyfrowe mierniki do pomiaru rezystancji izolacji. Najnowszym produktem uzupełniającym serię mierników rezystancji izolacji jest przyrząd MIC-5000, który przeznaczony jest do wykonywania pomiarów napięciem probierczym do 5000V.

Pomiary rezystancji izolacji służą do zbadania stanu izolacji instalacji oraz odbiorników energii elektrycznej. Stan izolacji ma decydujący wpływ na bezpieczeństwo obsługi i prawidłowe funkcjonowanie urządzeń elektrycznych.

Dobra izolacja jest gwarancją ochrony przed dotykiem bezpośrednim.

Systematyczne wykonywanie badań jest niezbędne w celu wykrycia pogarszającego się stanu izolacji i jest stałym elementem prac kontrolno-pomiarowych. Istnieje pięć podstawowych elementów mających wpływ na degradację izolacji: narażenia elektryczne i mechaniczne, agresja chemiczna, narażenia termiczne oraz zanieczyszczenie środowiska. W czasie normalnej pracy instalacji i urządzeń elektrycznych, izolacja starzeje się na skutek ich oddziaływania.



Rys. 1. Miernik
MIC-5000

Cyfrowy miernik rezystancji izolacji MIC-5000 (rys. 1) przeznaczony jest do bezpośrednich

pomiarów rezystancji izolacji linii kablowych, transformatorów, silników i innych urządzeń elektroenergetycznych. Napięcie 5 kV coraz częściej wykorzystywane jest w energetyce do dokładniejszego sprawdzania stanu izolacji kabli średniego napięcia. Zdarza się, że przy napięciu 2,5 kV kabel przejawia jeszcze dobrą rezystancję izolacji, a przy wyższym napięciu (5 kV) izolacja zostaje przebita.

Dodatkowo przyrząd umożliwia pomiar napięć stałych i przemiennych. Wszystkie wejścia pomiarowe wyposażone są w układy zabezpieczające miernik. Dzięki temu użytkownik może mieć pewność, że wskutek przypadkowego pojawienia się napięcia sieciowego (do 600 V), miernik nie zostanie uszkodzony. Przyrząd jest skonstruowany zgodnie z normą EN-IEC 61557.

Do najważniejszych cech przyrządu MIC-5000 należą:

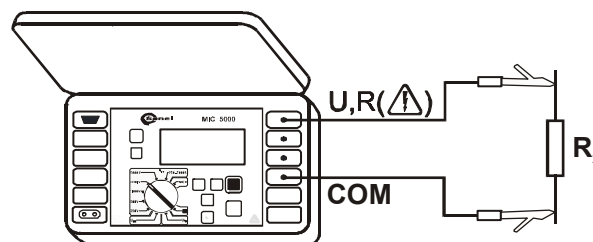
- napięcia pomiarowe wybierane w zakresie 250...5000 V co 50 V,
- zakres pomiarowy 250 kΩ...5 TΩ,
- wskazywanie prądu upływu,
- samoczynne rozładowywanie pojemności mierzonego obiektu po zakończeniu pomiaru,
- bezpośredni pomiar jednego lub dwóch współczynników absorpcji,
- pamięć 999 wyników,
- wskazania rzeczywistego napięcia pomiarowego podczas pomiaru,
- duży, czytelny wyświetlacz z łukowym bargrafem,
- zasilanie pakietem akumulatorów (niskie koszty eksploatacji),
- sygnalizacja stopnia naładowania akumulatorów,
- ergonomiczna obsługa.

Obsługa przyrządu jest bardzo prosta, co jest szczególnie ważne przy wykonywaniu większej ilości pomiarów. Wszelkie ustawienia trybów pomiarowych wybiera się przełącznikiem obrotowym. Można nim wybrać jeden ze standardowych poziomów napięcia: 250, 500, 1000, 2500 i 5000 V. Jeśli zachodzi potrzeba wyboru napięcia niestandardowego, wówczas można płynnie (co 50 V) ustawić dowolne napięcie z przedziału 250...5000 V.

Pomiar rezystancji izolacji

Pomiar rezystancji izolacji polega na podaniu na zaciśki mierzonego obiektu stałego napięcia pomiarowego U

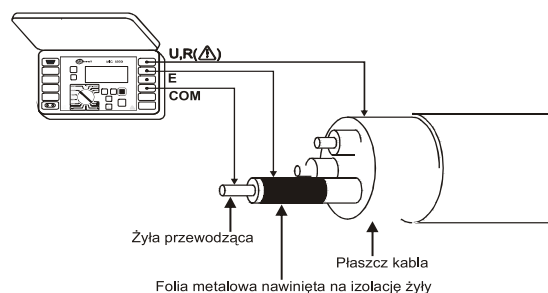
i określeniu płynącego w obwodzie pomiarowym prądu (rys. 2.).



Rys. 2. Pomiar rezystancji izolacji

Przyrząd posiada wbudowany stoper do kontroli czasu pomiaru, czas można zaprogramować z rozdzielczością jednej sekundy. Po pomiarze obiekt powinien być bezwzględnie rozładowany. MIC-5000 posiada układ, który automatycznie rozładowuje badany obiekt, dzięki czemu niwelowane jest ryzyko porażenia.

Bardzo często pomiary rezystancji izolacji wykonuje się w ciężkich warunkach środowiskowych. W celu wyeliminowania wpływu rezystancji powierzchniowych w transformatorach, kablach, itp. stosuje się pomiar trójzaciśkowy (rys. 3).



Rys. 3. Pomiar rezystancji izolacji kabla metodą trójzaciśkową

W przypadku pomiarów rezystancji uzwojeń transformatorów, dodatkowy przewód należy podłączyć do kadzi, aby wyeliminować prąd powierzchniowy.

Wyposażenie, akcesoria

Miernik posiada w wyposażeniu standardowym pakiet akumulatorów wraz z przewodem zasilającym do wbudowanej ładowarki, przewody pomiarowe 1,8 m przystosowane do napięć 5 kV, przewód ekranujący do metody trójzaciśkowej, trzy krokodylki, szelki oraz przewód RS-232. Akcesoria wraz z miernikiem są w poręcznym futerale. Przyrząd standardowo posiada również w zestawie certyfikat kalibracji.

Dodatkowo można nabyć program komputerowy SONEL PE do tworzenia dokumentacji pomiarowej.

Przemysłana konstrukcja, trzyletnia gwarancja oraz bardzo dobre parametry metrologiczne w połączeniu z ergonomiczną obsługą i korzystną ceną powodują, że przyrząd MIC-5000 jest bardzo ciekawą propozycją dla osób wykonujących badania rezystancji izolacji w energetyce.

mgr inż. Marcin Szkudniewski
SONEL S.A.
58-100 Świdnica, ul. Armii Krajowej 29

Jubileusz 95-lecia inż. Zbigniewa Kopczyńskiego

W dniu 25 października 2006 r. w Klubie Nauczyciela w Łodzi odbyło się seminarium rocznicowe „Od Elektrobudowy poprzez Eltę do ABB – 95 rocznica urodzin i 55 lat pracy Zbigniewa Kopczyńskiego”. Seminarium to było poświęcone uhonorowaniu 95 urodzin inż. Zbigniewa Kopczyńskiego – Członka Honorowego SEP oraz jego długoletniej pracy zawodowej, którą całkowicie związał z łódzką fabryką transformatorów, pracując tam od 1936 do 1991 roku. Organizatorami seminarium byli: ABB Sp. z o.o., Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych Politechniki Łódzkiej.



Życzenia w imieniu ABB przekazuje dyrektor Grzegorz Sołtysiak i Andrzej Gabler

Jubilata – honorowego gościa seminarium – jego rodzinę i przyjaciół oraz wszystkich przybyłych, przywitał prezes Oddziału Łódzkiego SEP, prof. Franciszek Mosiński. Następnie wiceprezes SEP, Andrzej Boroń wręczył Jubilatowi Medal im. prof. Alfonsa Hoffmanna oraz odczytał list gratulacyjny od prezesa SEP, Jerzego Barglika, który nie mógł przybyć osobiście na tę uroczystość.

Seminarium poprowadził dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ prof. Andrzej Materka.

Pierwszy z wygłoszonych referatów miał charakter wspomnieniowy. Jego autor, prof. Michał Jabłoński przytoczył wspomnienia z okresu młodości, kiedy to rozpoczął prace w powojennej Elektrobudowie pod kierunkiem Jubilata. Prof. Mirosław Dąbrowski (Politechnika Poznańska) przybliżył zebrany, podstawy naukowe i wczesny okres rozwoju transformatorów. Trzecim autorem był prof. Janusz Turowski. Przedstawił początki swojej drogi



Wiceprezes SEP Andrzej Boroń wręcza Jubilatowi Medal im. Alfonsa Hoffmanna

naukowej, którą zaczynał od wzoru Kopczyńskiego oraz zaprezentował możliwości programów komputerowych na użytek obliczenia strat dodatkowych poza uzwojeniami. Seminarium zakończył referat inż. Grzegorza Płuciennika (ABB Sp. z o.o.) i Adama Ketnera (emerytowany pracownik ABB Sp. z o.o.), którzy opisali drogę od licencji do obecnej konstrukcji autotransformatora 160 MVA o przekładni 230/120 kV. Pełne teksty referatów zostały zamieszczone w numerze 5/2006 Biuletynu T-I ZOŁ SEP, wydanym z okazji Jubileuszu i Seminarium.



Życzenia od Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ przekazuje prof. Kazimierz Zakrzewski w towarzystwie Grażyny Sobiczewskiej i Ryszarda Szczerbanowskiego

Po wysłuchaniu części seminaryjnej składano Jubilatowi życzenia, wręczano kwiaty i listy gratulacyjne, a nawet podarki. W imieniu ABB życzenia przekazał Grzegorz Sołtysiak. OŁ SEP reprezentował wiceprezes Andrzej Boroń oraz członkinie Zarządu Oddziału Krystyna Sitek i Izabella Mróz-Radłowska. Następnie listy gratulacyjne wręczyli przedstawiciele Politechniki Łódzkiej: prof. Andrzej Materka



Życzenia w imieniu Rady Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ przekazuje Dziekan prof. Andrzej Materka

– dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ, prof. Kazimierz Zakrzewski – dyrektor Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych. Po oficjalnych życzeniach nadszedł czas na te bardziej oso-



Życzenia w imieniu Oddziału Łódzkiego przekazuje Wiceprezes OŁ SEP Andrzej Boroń w towarzystwie członkiń Zarządu Oddziału Krystyny Sitek i Izabelli Mróz-Radłowskiej

biste, od rodziny i przyjaciół. Listy gratulacyjne nadeszli również: prezes zarządu Zakładu Energetycznego Łódź-Teren SA – Zbigniew Fałek, prezes zarządu Zakładów Energetycznych Okręgu Radomsko-Kieleckiego SA – Sylwester Bania, prezes zarządu Zakładu Energetycznego Warszawa – Teren SA – Wojciech Lutek.

Po zakończeniu części oficjalnej, na wszystkich zebranych czekał poczęstunek w towarzystwie zacnego Jubilata.

Zwieńczeniem Seminarium był wyjazd do Fabryki ABB w Łodzi. Wszyscy przybyli, mieli zatem okazję do odwie-



Życzenia w imieniu Koła Seniorów OŁ SEP przekazuje Jędrzej Lelonkiewicz i Andrzej Rosicki



Fot. Andrzej Gabler

Uczestnicy Seminarium podczas zwiedzania Fabryki ABB w Łodzi

dzenia miejsc, w których inż. Zbigniew Kopczyński spędził 55 lat swojego życia.

Głównym sponsorem seminarium była fabryka ABB.

(AK i AG)
fot. SEP OŁ

Międzynarodowa Konferencja International Conference on Signals and Electronic Systems – ICSES 2006

Przez 4 dni września łódzki Grand Hotel stał się światowym centrum wymiany myśli i doświadczeń w dziedzinie sygnałów i systemów elektronicznych. W Łodzi, na terenie Grand Hotelu, w dniach od 17 do 20 września 2006 r. odbyła się kolejna, międzynarodowa Konferencja ICSES. Została ona zorganizowana przez Instytut Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa Politechniki Łódzkiej we współpracy ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich, Oddział Łódzki. Komitetowi Organizacyjnemu przewodniczył prof. dr hab. Michał Tadeusiewicz – kierownik Zakładu Elektrotechniki Teoretycznej. Ponadto w skład Komitetu Organizacyjnego wchodziło: prof. dr hab. Ryszard Pawlak – zastępca przewodniczącego, dr inż. Marek Ossowski – sekretarz, prof. dr hab. Franciszek Mosiński, mgr inż. Mieczysław Balcerek, mgr inż. Andrzej Boroń, dr inż. Stanisław Hałgas, dr inż. Andrzej Kuczyński, dr inż. Hanna Morawska, mgr inż. Krzysztof Pawlak, dr inż. Jacek Rymaszewski, mgr inż. Piotr Sidyk, st. technik Andrzej Wrona. Międzynarodowemu Komitetowi Naukowemu przewodniczył prof. dr hab. Marian Piekarski z Politechniki Wrocławskiej.



Uroczyste otwarcie konferencji.

Od lewej; prof. R. Pawlak – prodziekan WEELIA, prof. M. Piekarski – przewodniczący Komitetu Naukowego, prof. M. Tadeusiewicz – przewodniczący Komitetu Organizacyjnego, dr M. Ossowski – sekretarz konferencji

Tematyka konferencji obejmowała między innymi teorię sygnałów, obwodów i systemów elektronicznych, przetwarzanie sygnałów, analizę i projektowanie układów analogowych i cyfrowych, systemy telekomunikacyjne i multimedialne, systemy sztucznej inteligencji, układy mikrofalowe, a także różnorodne zastosowania (medycyna, komunikacja, środowisko) i problematykę edukacyjną. Powierzenie organizacji konferencji o tak szerokiej tematyce ośrodkowi łódzkiemu było niewątpliwym

wyróżnieniem, a zawdzięczamy to wysokiej ocenie osiągnięć naukowców z Politechniki Łódzkiej. Konferencja odbyła się pod auspicjami IEEE, Circuits and Systems Society (USA), z udziałem wiceprezydenta tego stowarzyszenia, International Federation of Automatic Control oraz Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji Polskiej Akademii Nauk.

Konferencja ICSES'06 była piątą z cyklu konferencji międzynarodowych, poprzedzoną 22 krajowymi konferencjami „Teoria obwodów i układów elektronicznych”. Stanowiły one główne forum prezentacji najważniejszych osiągnięć naukowych w dziedzinie sygnałów, obwodów i układów elektronicznych w czołowych polskich uczelniach technicznych i odznaczały się bardzo wysokim poziomem naukowym. Wieloletnim przewodniczącym Komitetu Naukowego tych konferencji był prof. dr Jerzy Osowski. Tegoroczna edycja konferencji ICSES pokazała jej rosnącą popularność i udowodniła, że zajęła ona znaczące miejsce w światowej przestrzeni naukowej w obszarze sygnałów i systemów elektronicznych. Do Łodzi przyjechali naukowcy z 30 krajów, z niemal wszystkich kontynentów. Niektórzy z nich po raz pierwszy byli nie tylko w Łodzi, ale i w Polsce. Organizatorzy chcieli więc zaprezentować możliwie najkorzystniej i najgodniej nasz region, nasze miasto i naszą uczelnię – Politechnikę Łódzką i wykorzystać okazję do promocji i przedstawienia naszym gościom Łodzi, jako miasta atrakcyjnego i prawdziwie europejskiego.

Jako miejsce konferencji wybrano Grand Hotel, aby goście znaleźli się w sercu Łodzi, mogli poznać jej klimat i secesyjną aurę starego śródmieścia, a zwłaszcza ulicy Piotrkowskiej.

W otwarciu konferencji wziął udział wiceprezydent Łodzi, pan Marek Michalik, który dwie godziny później uczestniczył w podpisaniu umowy z firmą Dell w sprawie jednej z największych polskich inwestycji ostatnich lat. Te dwa wydarzenia, które zbiegły się w czasie i miejscu miały różny charakter i rangę, ale obydwie dotyczyły elektroniki, miały międzynarodowy zasięg i udowodniły, że Łódź znalazła się na stałe na mapie elektroniki w nauce i gospodarce. W otwarciu uczestniczyli prorektorzy Politechniki Łódzkiej, profesorowie Andrzej Napieralski i Edward Jezierski oraz dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ, prof. Andrzej Materka. Na ręce przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego konferencji – prof. Tadeusiewicza wpłynął list z życzeniami od pana prezydenta Łodzi dr. Jerzego Kropiwnickiego.

Na konferencję nadesłano ponad 180 referatów z 30 krajów. Każda praca była opiniowana przez dwóch recenzentów z Międzynarodowego Komitetu Naukowego.

Czterech wybitnych profesorów z uniwersytetów w Bochum, Ohio, Hanowerze i Madrycie wygłosiło plenarne



Duża grupa gości z Japonii czuła się w Polsce znakomicie

referaty zaproszone. Prof. Alfred Fettweis z Ruhr-Universität Bochum wygłosił referat *Kirchhoff Circuits, Relativity Theory and Beyond*, prof. Janusz Starzyk z Ohio University mówił o *Challenges of Embodied Intelligence*, prof. Wolfgang Mathis z University of Hanover przedstawił *Challenges of Nano-scaled RF CMOS Devices and Circuits*, a prof. Eduard Babulak z Universidad Carlos III de Madrid brawurowo przedstawił przyszłość skomputeryzowanego świata w *Pervasive and Future Computing Domain*.

Odbyły się dwie sesje specjalne, 15 sesji regularnych oraz dwie sesje plakatowe. W ramach pierwszej sesji specjalnej na

temat analizy nieliniowych układów i systemów elektronicznych wygłoszono osiem referatów przez autorów z siedmiu uniwersytetów japońskich. Właśnie na tę sesję przyjechała do Łodzi trzynastoosobowa grupa naukowców z Japonii. Druga sesja specjalna dotyczyła różnych aspektów zastosowania elektronicznych kart studenckich w edukacji. Obejmowała osiem referatów wygłoszonych przez autorów z Polski, Irlandii i Szwecji.

Wydano dwa tomy materiałów konferencyjnych o łącznej objętości około 800 stron, ponadto opracowano materiały konferencyjne na płycie CD. Zamieszczono w nich 163 artykuły obejmujące 103 prezentacje ustne oraz 60 prezentacji plakatowych. Wszyscy uczestnicy otrzymali materiały promocyjne i informacyjne o Łodzi. Aby zaprezentować uczestnikom konferencji Łódź, jako miasto z ciekawą historią, zorganizowano wycieczkę po Łodzi, zakończoną zwiedzaniem Centralnego Muzeum Włókiennictwa. Odbyły się spotkania koleżeńskie, atakże bankiet konferencyjny. Organizatorzy zadbali o to, aby bankiet różnił się od innych tego typu imprez. Gości zabrano więc autokarami do zamku w Uniejowie, a że pogoda dopisała fantastycznie – biesiadowanie przeniosło się ze średniowiecznych murów na taras i do ogrodów.

Konferencja odniosła niewątpliwy sukces naukowy i organizacyjny, goście wyjeżdżając dawali tego dowody w swych podziękowaniach. Jak zwykle przy takich okazjach nawiązane zostały bliższe kontakty i przyjaźnie.

Hanna Morawska, Michał Tadeusiewicz

Odsłonięcie tablicy pamiątkowej prof. zw. inż. Bronisława Sochora

W dniu 19 września bieżącego roku odbyła się uroczystość odsłonięcia tablicy upamiętniającej prof. zw. inż. Bronisława Sochora, współtwórcy Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej, twórcy Łódzkiej Szkoły Elektrotermii. Uroczystość miała miejsce w Galerii Pamięci Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej znajdującej się w budynku przy ul. Stefanowskiego 18/22.

Uroczystość prowadził dziekan Wydziału prof. dr hab. inż. Andrzej Materka. Udział w uroczystości wzięły delegacje z krajowych uczelni technicznych oraz delegacja Oddziału Łódzkiego SEP w osobach: prezesa OŁ SEP Franciszka Mosińskiego, wiceprezesa OŁ SEP Andrzeja Boronia i członkini Zarządu OŁ SEP i prezesa Koła Pracowników PŁ Izabella Mróz-Radłowska, członkini Zarządu Koła Pracowników PŁ Sabiny Domaradzkiej. Zarząd Główny SEP reprezentował Andrzej Boroń, który odczytał stosowny adres od prezesa SEP Jerzego Barglika. W czasie uroczystości sylwetkę profesora B. Sochora, jego działalność naukową i dydaktyczną, przedstawił kierownik Katedry Elektrotermii prof. dr hab. inż. Krzysztof Januszkiewicz. Następnie odsłonięcia tablicy pamiątkowej dokonał syn

prof. Sochora, mgr inż. Andrzej Sochor, w towarzystwie prorektora prof. dr hab. inż. Andrzeja Napieralskiego oraz prof. dr hab. inż. Krzysztofa Januszkiewicza. Pod tablicą złożono wiązanki kwiatów. Wiązankę od Zarządu OŁ SEP złożyła delegacja w składzie: prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński i dr inż. Izabela Mróz.

Prof. zw. inż. Bronisław Sochor urodził się 15 marca 1909 r. w Stanisławowie. Studia na Oddziale Elektrotechnicznym Wydziału Elektrycznego Politechniki Lwowskiej ukończył w roku 1933. Bezpośrednio po studiach podjął pracę zawodową. Do wybuchu powstania pracował w Warszawie, między innymi w Dyrekcji Okręgowej PKP przy elektryfikacji warszawskiego węzła kolejowego.

Z Łodzią prof. Sochor był związany od roku 1945, kiedy z nominacji Pełnomocnika Rządu Tymczasowego RP objął kierownictwo i przystąpił do uruchamiania Fabryki Pieców Elektrycznych i Gazowych w Łodzi, która przyjęła następnie nazwę Zakładów Wytwórczych Urządzeń Termotechnicznych M-14, a później Łódzkich Zakładów Termotechnicznych „Elcal”. W Zakładach tych pracował do roku 1955, pełniąc kolejno stanowiska: dyrektora, głównego konstruktora i w końcowym okresie doradcy

technicznego. Swoją działalnością przyczynił się nie tylko do odbudowy, ale również do znacznej rozbudowy oraz unowocześnienia i powiększenia produkcji zakładu. Ten ogromny wkład pracy został nagrodzony między innymi nagrodą wiceprezesa Rady Ministrów.

W roku 1947 wykładami z grzejnictwa elektrycznego zapoczątkował pracę na Wydziale Elektrycznym w Politechnice Łódzkiej. Praca ta trwała nieprzerwanie przez 32 lata, aż do przejścia na emeryturę w roku 1979. Był współorganizatorem powstającego Wydziału Elektrycznego, na którym zorganizował w roku 1951 Zakład Elektrotermii, przekształcony w roku 1956 w Katedrę Elektrotermii. Pełnił wiele funkcji organizacyjnych na Uczelni, w tym funkcję prorektora oraz prodziekana i dziekana Wydziału Elektrycznego i kierownika katedry od momentu jej powstania.

Głównym kierunkiem prac naukowych Profesora, związanych z elektrotermią, były zagadnienia dotyczące: pomiarów i regulacji temperatury w urządzeniach elektrotermicznych, grzejnictwa oporowego bezpośredniego i pośredniego, elektrycznego akumulacyjnego ogrzewania pomieszczeń, indukcyjnego nagrzewania metali oraz problematyki elektrotermicznej związanej z gospodarką energetyczną kraju. Prace te były ściśle związane z potrzebami przemysłu krajowego i w większości zostały wdrożone. Większość z nich została ogłoszona drukiem w 7 książkach i ponad 100 artykułach naukowych. Wydane książki były pierwszymi wydawnictwami z tej tematyki w Polsce po wojnie. Był również promotorem 10 prac doktorskich oraz recenzentem wielu prac doktorskich i habilitacyjnych, a trzech z pośród jego doktorantów uzyskało tytuły profesorów.

Pracę zawodową oraz pracę na uczelni prof. Sochor łączył z pracą społeczną w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich oraz innych organizacjach naukowych i technicznych. Do SEP wstąpił w roku 1946 w Łodzi i został członkiem Zarządu Oddziału Łódzkiego. Był współorganizatorem pierwszego po wojnie XII Walnego Nadzwyczajnego Zgromadzenia Członków SEP, który odbył się w roku 1946 w Łodzi. W czasie tego zjazdu uchwalono statut SEP uzgodniony z NOT. Przez wiele lat był przewodniczącym Komisji Rewizyjnej Oddziału.

W roku 1957, z inicjatywy profesorów: Sochora, Mazura, Schwartza i Skrzypka, Zarząd Główny SEP powołał Polski Komitet Elektrotermii (PKEt), którego pierwszym przewodniczącym został prof. B. Sochor. Funkcję tę piastował z przerwami przez wiele lat i w dowód zasług otrzymał godność Honorowego Przewodniczącego.

Aktywnie działający PKEt został przyjęty w skład Międzynarodowej Unii Elektrotermii (UIE) w Paryżu. Pozwoliło to na rozwinięcie kontaktów międzynarodowych, zarówno

środowisku elektrotermików polskich, jak i SEP. Od tego momentu prof. Sochor rozwinął ożywioną współpracę z ośrodkami naukowymi w Belgii, Francji, Holandii, Wielkiej Brytanii i ZSRR.

W roku 1972 pod jego kierownictwem został zorganizowany VII Międzynarodowy Kongres Elektrotermii UIE w Warszawie, który zakończył się wielkim sukcesem (udział wzięło 500 specjalistów z 25 krajów) i należał w tym okresie w kraju do nielicznych naukowych imprez międzynarodowych o takim zakresie.

W roku 1968 prof. Sochor został wybrany wiceprezydentem, a następnie w roku 1972 prezydentem Międzynarodowej Unii Elektrotermii.

W SEP pełnił także funkcję członka, a następnie przewodniczącego Głównego Sądu Koleżeńkiego.

Prof. Sochor był także przez wiele lat członkiem Sekcji Elektrotermii PAN, przewodniczącym Komitetu Studiów UIE oraz członkiem Zarządu Oddziału Łódzkiego Towarzystwa Naukowego. Był również jednym z sześciu członków założycieli Oddziału Łódzkiego Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTETiS).

Działalność naukowa, dydaktyczna i społeczna prof. Sochora została wyróżniona wieloma odznaczeniami. Spośród najważniejszych wymienić można: Medal X-lecia Polski Ludowej, Złoty Krzyż Zasługi, Krzyż Oficerski OOP, Medaille d'Honneur (nadany przez UIE), Zasłużony Nauczyciel PRL, Złotą OH NOT, Złotą i Srebrną OH SEP, Medal prof. Pożarskiego, Odznakę Honorową Miasta Łodzi, Nagrodę Naukową Miasta Łodzi, godność Członka Honorowego SEP i PTETiS, Odznakę Zasłużonego dla Politechniki Łódzkiej.

Swoją działalnością i postawą Profesor wywarł ogromny wpływ na środowisko elektryków w kraju, a zwłaszcza elektrotermików polskich, na kształtowanie postaw zawodowych i etycznych wielu pokoleń jego wychowanków oraz podniesienie rangi elektrotermików w kraju i zagranicą. Swoją działalnością międzynarodową ukształtował pozytywny obraz polskiej elektrotermii w świecie w trudnych latach izolacji politycznej kraju. Umożliwił wielu osobom działalność w ramach naukowych organizacji międzynarodowych oraz wyjazdy na zagraniczne staże naukowe w renomowanych placówkach naukowych. Jego osobowość może służyć za wzór nauczyciela akademickiego i człowieka o niespożytej pracowitości, rzetelności naukowej i ogromnej kulturze osobistej, bardzo silnie zaangażowanego w pracę społeczną i stowarzyszeniową.

Prof. B. Sochor zmarł w Łodzi 28 sierpnia 1989 roku i spoczywa w Łodzi na cmentarzu na Dołach.

K. Januszkiewicz



Konferencja Naukowo-Techniczna „SEP a współczesna energetyka” Bełchatów, 21–22 września 2006 r.

Pod koniec września tego roku odbyła się w Hotelu Wodnik pod Bełchatowem konferencja poświęcona aktualnym problemom energetyki. Współorganizatorami spotkania były: Koło Zakładowe SEP przy elektrowni Bełchatów oraz BOT Elektrownia Bełchatów SA. Honorowy patronat nad Konferencją objęło Centralne Kolegium Sekcji Energetyki SEP.

W konferencji wzięło udział kilkudziesięciu uczestników reprezentujących organizacje SEP-owskie, począwszy od szczebla centralnego, poprzez prezesów oddziałów, a skończywszy na szeregowych członkach SEP pracujących w instytucjach i firmach związanych z energetyką.

Podczas konferencji wygłoszono dziesięć referatów; zostały one także zamieszczone w materiałach konferencyjnych. Sesję pierwszą rozpoczął prof. Maciej Pawlik z Politechniki Łódzkiej. W swoim wystąpieniu przedstawił perspektywy rozwoju nowych technologii wytwórczych dla polskiej energetyki. Podkreślił konieczność rozwoju nowoczesnych bloków węglowych na parametry nad- i super-nadkrytyczne, które z jednej strony będą wykorzystywały potencjał paliwowy naszego kraju, a drugiej – zapewnią ograniczenie emisji spalin do poziomu wymaganego przez dyrektywę UE. Profesor zwrócił też uwagę na niedostateczny rozwój w naszym kraju elektrowni i elektrociepłowni gazowych i gazowo-parowych, szczególnie tych wykorzystujących lokalne zasoby gazu ziemnego. W referacie podkreślona została też rola energetyki jądrowej, jako technologii przyszłościowej dla Polski.

Kolejny referat wygłosił Piotr Szmaj – kierownik projektu bloku 833 MW w Elektrowni Bełchatów. Przedstawił on główne założenia techniczno-ekonomiczne nowobudowanego bloku na parametry nadkrytyczne opalanego węglem brunatnym. Wg tych założeń, blok ten będzie (a właściwie już jest) budowany w oparciu o sprawdzone technologie bloków typu BoA, realizowane od kilku lat w Europie, a szczególnie w Niemczech. Ma on osiągnąć gwarantowaną sprawność netto powyżej 41,7%, co z pewnością będzie pewną „rewolucją” na tle pozostałych bloków opalanych węglem brunatnym w naszym kraju, wytwarzających energię elektryczną ze sprawnością rzędu 35%. Nowy blok ma być zsynchronizowany z KSE pod koniec 2010 roku.

Rozwój sektora wytwórczego w KSE to także dość dynamicznie rozwijające się (jak na nasze warunki) elektrownie wiatrowe. Referat na temat nowej inwestycji tego typu w Polsce przedstawił Mateusz Gawdzik, reprezentujący Elektrownię Wiatrową Kamięnsk. Inwestycja ta, po kilku latach przygotowań o charakterze logistycznym i badawczym, wchodzi wreszcie w etap budowy. Referent przedstawił w ciekawy sposób główne założenia techniczne budowy farmy wiatrowej na sztucznej górze w pobliżu Kamięnska zbudowanej z nadkładu ziemi powstałego podczas powstawania kopalni odkrywkowej węgla brunatnego koło

Bełchatowa. Farma ma składać się z 15 turbin wiatrowych o mocy 2 MW każda. Są to nowoczesne turbiny produkcji niemieckiej (Enercon) o nietypowym bezprzekładniowym połączeniu między wirnikiem turbiny a generatorem. Według referenta, badania wietrzności prowadzone przez jego firmę wskazują, że wykorzystanie łącznej mocy znamionowej farmy przez będzie na poziomie 2500 godzin w ciągu roku. Jest to dość dobry wynik, jak na usytuowanie w centrum kraju, porównywalny z elektrowniami wiatrowymi zlokalizowanymi w pasie nadmorskim. Podłączenie do sieci 110 kV ma nastąpić w połowie 2007 roku.

Drugą sesję rozpoczęła prezentacja referatu Krzysztofa Lipko, przewodniczącego CKSE SEP. Referat poświęcony był restrukturyzacji sektora elektroenergetycznego w Polsce i prezentował przemiany własnościowe i organizacyjne w energetyce od początku lat 80. aż do chwili obecnej. Obszernie zostały również omówione bieżące, rządowe plany konsolidacyjne sektora.



Przedstawiciel Państwowej Agencji Atomistyki, Andrzej Mikulski, zaprezentował ciekawy i obszerny referat będący podsumowaniem odbytej w czerwcu 2006 roku konferencji „Elektrownie jądrowe dla Polski – NPPP 2006”. Konferencja dotyczyła wielu aspektów rozwoju tej dziedziny energetyki, także prawnych i organizacyjnych. Podstawowy wniosek z niej wynikający, to przede wszystkim konieczność wznowienia planów budowy elektrowni jądrowej w Polsce. Elektrownia taka jest wręcz koniecznością wobec ciągle rosnących wymogów ekologicznych stawianych obecnie energetyce, kurczenia się zapasów paliw konwencjonalnych i ograniczonych możliwości rozwoju OZE. Podkreślano także, że obecne technologie jądrowe (generacji III i III+), bezpieczne i wykazujące coraz lepszą ekonomikę, stanowią najlepsze rozwiązanie w tym względzie dla Polski. Duży nacisk powinno się także położyć na szerokie edukowanie i informowanie społeczeństwa.

Tematyce odnawialnych źródeł energii poświęcony był kolejny referat, przedstawiony przez profesora Antoniego Dmowskiego z Politechniki Warszawskiej. Profesor omówił podstawowe OZE wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej w Polsce i główne problemy natury technicznej związane ze współpracą tych źródeł z siecią i jakością produkowanej energii elektrycznej. Szczególną uwagę referent poświęcił ogniowom paliwowym i zastosowaniu ich w hybrydowych układach łączących turbiny wiatrowe, wodne i elektory słoneczne. Takie mikroelektrownie wyposażone w nowoczesne systemy sterowania mogą być w podstawą rozwoju tzw. energetyki rozproszonej w naszym kraju.

Kolejny referat przedstawiony przez Piotra Biczela z Politechniki Warszawskiej dotyczył także energetyki rozproszonej, a konkretnie koncepcji mikrosieci prądu stałego jako uzupełnienia lub wręcz zastąpienia tradycyjnego zasilania odbiorców z KSE przez lokalne źródła energii elektrycznej wykorzystujące zasoby wiatru, wody, słońca i biomasy. Według referenta, takie układy na razie nie stanowią zagrożenia dla systemowych elektrowni konwencjonalnych, ale, póki co, mogą z powodzeniem stosowane tam, gdzie budowanie linii elektroenergetycznych jest nieopłacalne lub trudne technicznie.

Trzecią sesję rozpoczął Janusz Buchta z Politechniki Łódzkiej, który zaprezentował nowatorską koncepcję wykorzystania gorących źródeł geotermalnych do regeneracyjnego podgrzewu wody zasilającej w elektrowni kondensacyjnej. Autor przedstawił obliczenia symulacyjne, w których udowodnił niewielki wpływ takiego hybrydowego rozwiązania na zmniejszenie zużycia paliwa przez elektrownię. Jednak, zdaniem referenta, część energii elektrycznej wyprodukowanej w takim układzie może być zaliczona do tzw. energii zielonej i stanowić dodatkowe źródło przychodu dla elektrowni z tytułu sprzedaży świadectw pochodzenia energii odnawialnej.

Referat Tomasza Kotlickiego z Politechniki Łódzkiej (autora niniejszego sprawozdania) dotyczył koncepcji suszenia węgla brunatnego spalane w elektrowni i efektów ekonomiczno-ekologicznych z tego tytułu. W referacie zaprezentowane zostały wyniki obliczeń, które pokazują, że podsuszanie węgla daje wymierny wzrost sprawności wytwarzania energii elektrycznej oraz powoduje zmniej-

szenie emisji CO₂, SO₂, NO_x, pyłów oraz popiołu i żużla do otoczenia. Aby przedsięwzięcie było opłacalne i faktycznie powodowało ww. efekty, należy do suszenia węgla wykorzystać ciepło odpadowe z elektrowni – może to być energia zawarta w gorących spalinach odlotowych lub ciepło oddawane do otoczenia w układzie chłodzenia skraplacza. Autor uważa, że wobec rosnących wymogów ekologicznych, elektrownie opalane węglem brunatnym powinny być w niedalekiej przyszłości zainteresowane koncepcją podsuszania węgla.

Ostatnim referat, autorstwa Marka Wdowiaka z firmy ELBIS, dotyczył finansowania odnawialnych źródeł energii przy wykorzystaniu jednostek emisji CO₂. Autor przedstawił problemy prawne i organizacyjne związane z projektami finansowania inwestycji dotyczących OZE. Problemy te są dość skomplikowane, a procedury uzyskiwania funduszy dość zagmatwane – jednym z wniosków wynikającym z prezentacji referatu jest stwierdzenie że potencjalni inwestorzy muszą korzystać z fachowych porad instytucji lub firm konsultingowych. A to z kolei podnosi – czasem dość znacznie – koszty inwestycji.

Prezentacji referatów towarzyszyła dyskusja, w której uczestnicy, poza szczegółowymi pytaniami do referentów, podkreślali konieczność podnoszenia na wszelkich branżowych spotkaniach problematyki szybkiego rozwoju krajowego sektora elektroenergetycznego w oparciu o nowoczesne, sprawdzone technologie. W szczególności zobligowani do tego powinni być członkowie SEP. Stowarzyszenie powinno ponadto wspierać rozwój rodzimych technologii i rozwiązań opracowywanych w placówkach naukowo-badawczych.

Konferencji towarzyszyła także krótka, aczkolwiek miła, uroczystość wręczenia odznaczeń i nagród konkursowych dla członków Koła SEP przy Elektrowni Bełchatów. Niemniej miłym, aczkolwiek dłuższym, akcentem konferencji było spotkanie koleżeńskie połączone z bankietem zorganizowanym w restauracji hotelowej. Pierwszy dzień konferencji skończył się więc w nieco rozluźnionej atmosferze. Drugiego dnia konferencji odbyła się wycieczka dla zainteresowanych uczestników do Elektrowni i Kopalni Bełchatów.

Tomasz Kotlicki

Forum Transformatory Energetyczne

W dniach 14–15 listopada br. odbyło się w Łodzi – z inicjatywy Centrum Badawczego ABB w Krakowie i Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich – Forum „Transformatory Energetyczne” dla pracowników ABB.

Na forum dyskutowano wybrane zagadnienia z dziedziny konstrukcji i eksploatacji transformatorów energetycznych. Podstawą do dyskusji były następujące referaty:

1. Straty w rdzeniu, kadzi i elementach konstrukcyjnych transformatora – dr inż. M. Kaźmierski,

2. Straty dodatkowe w różnych rodzajach uzwojeń transformatorów mocy – dr inż. W. Pewca,

3. Impedancje i prądy zwarciovowe w warunkach awarii wewnętrznej transformatora prof. dr hab. inż. M. Jabłoński,

4. Chłodzenie olejowych transformatorów energetycznych – dr inż. I. Pinkiewicz,

5. Wybrane zagadnienia wytrzymałości zwarciovowej transformatorów – dr inż. W. Pewca,

6. Wytrzymałość elektryczna izolacji papierowo – olejowej transformatorów energetycznych – prof. dr hab. inż. F. Mosiński),
7. Narażenia napięciowe izolacji transformatora podczas prób odbiorczych – dr inż. A. Ketner,
8. Wibroakustyka transformatorów – dr inż. K. Majer).

Przygotowali je specjaliści z poszczególnych dziedzin o dużej wiedzy i bogatym doświadczeniu zawodowym. W forum uczestniczyło około 50 osób. Uczestnicy dobrze ocenili tę inicjatywę i wyrazili nadzieję, że będzie ona kontynuowana.

(AK)

Obchody Światowego Dnia Elektryki w szkołach w 2006 roku

Obchodzony w bieżącym roku Światowy Dzień Elektryki stanowił kontynuację obchodów zapoczątkowane przez nauczycieli i młodzież .

Zasięg organizacyjny objął 420 osób. Liczba organizatorów wynosiła 18. Zaproszono 63 gości. Łączny czas zegarowy wszystkich form organizacyjnych wynosił 105 godzin. Obchody miały zróżnicowane formy organizacyjne i były rozłożone w czasie, zaś ostatni dzień stanowił podsumowanie .

W Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 przy AI. Politechniki zorganizowano wycieczkę do Elektrowni Bełchatów dla uczniów dwóch klas i uczniów Zespołu Szkół w Zgierzu. Firma „Oram” przedstawiła prezentację na temat: „Technologia wytwarzania i zastosowania wyłączników próżniowych”. Przeprowadzono szkolenie i egzamin na grupę kwalifikacyjną SEP. Świadectwo Kwalifikacyjne do 1 kV uzyskało 36 uczniów, 2 absolwentów, 12 uczniów ZSP nr 10, 4 uczniów ZSP nr 20. Zrealizowano projekty „Mechatronika w życiu człowieka”. Najlepsze projekty zostały zaprezentowane w czasie obchodów Światowego Dnia Elektryki. Wystąpił wiceprezes SEP dr inż. Józef Wiśniewski i omówił zadania oraz cele SEP.

Odbył się występ orkiestry szkolnej i przedstawienie szkolnego kabaretu „Niepunktualni” pt. „Anegdota o wielkich uczonych”. Przygotowano wystawę i prezentację najlepszych prac modelowo konstrukcyjnych. Instytucje, które reprezentowali goście: Oddział Łódzki SEP, Międzyszkolne koło Pedagogiczne SEP, Studenckie koło SEP przy Politechnice Łódzkiej, Terenowe Koło SEP nr 2, Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego, uczniowie klasy II Gimnazjum nr 3 z wychowawcą, absolwenci ZSP nr 9.

Zgierski Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych w Zgierzu zorganizował prezentację przedstawiciela firmy Legrand – R. Jagasa nt. „Ochrona przeciwporażeniowa w instalacjach nn. Wyłączniki różnicowoprądowe”. Uczniowie uczestniczyli w wycieczce do elektrociepłowni „Boruta”. Opracowano projekt „Niekonwencjonalne źródła energii elektrycznej-wiatr, woda, słońce, ziemia”. Odbył się konkurs prac modelowo-konstrukcyjnych. Drugą wycieczkę zorganizowano do Elektrowni Bełchatów, Kopalni Węgla Brunatnego Szczerców, Przedborza, Wolborza, Podklasztorza. Trzecia wycieczka odbyła się na poligon energetyczny

w Grotnikach, do Zakładu Obsługi Energetyki ze Zgierza. Odbyły się dwa konkursy „Najlepsi z najlepszych”, konkurs z podstaw elektrotechniki dla klas pierwszych.

Podczas zakończenia obchodów Światowego Dnia Elektryki wystąpił wiceprezes SEP dr inż. Józef Wiśniewski – omówił zadania oraz cele SEP.

Wiceprezes SEP Józef Wiśniewski i członek Zarządu Izabela Mróz-Radłowska wręczyli uczniom legitymacje SEP. Nastąpiło wręczenie nagród laureatom konkursów. Odbyła się prezentacja multimedialna przedstawiciela firmy ZEP „Enika” – „Urządzenia energoelektroniczne w komunikacji miejskiej”. Uczniowie zaprezentowali filmy dotyczące elektrowni Bełchatów. W Dniu Światowego Dnia Elektryki gośćmi byli: przedstawiciele SEP przedstawiciele Zakładu Elektroniki Przemysłowej „Enika”, Zakładu Obsługi Energetyki Zgierza, Ilustrowanego Tygodnika Zgierza.

Światowy Dzień Elektryki w **Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20 przy ul. Wareckiej** zainaugurowano uczestnictwem uczniów w Wojewódzkich Dniach Młodego Elektryka zorganizowanych przez Studenckie Koło SEP na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej. Główna część obchodów odbyła się 6 czerwca. Uczestniczyli w niej uczniowie klas o profilu elektrycznym oraz nauczyciele przedmiotów elektrycznych ze Szkoły i Warsztatów Międzyszkolnych. Stowarzyszenie Elektryków Polskich reprezentowała Henryka Szumigaj – prezes Międzyszkolnego Koła Pedagogicznego SEP, wręczyła legitymacje członkom Uczniowskiego Koła SEP oraz zaświadczenia kwalifikacyjne uczniom, którzy zdali egzamin kwalifikacyjny w zakresie eksploatacji urządzeń elektrycznych do 1 kV. Odbyło się też tradycyjne dla szkoły pasowanie na elektryka. Przedstawiciel firmy Solar Elektro Polska zaprezentował historię firmy, a następnie producentów urządzeń elektrycznych i osprzętu elektrycznego, z którymi współpracuje. Deklarował stałą współpracę i pomoc w organizacji szkoleń.

Ofertę urządzeń energoelektronicznych przedstawił pracownik firmy Schneider Electric.

W czasie prezentacji uczniowie-laureaci konkursu zapewнили wsparcie techniczne wykonanym przez siebie sprzętem nagłaśniającym. Uczestnicy spotkania otrzymali katalogi i płyty CD z katalogami. Współorganizator Dnia Elektryki – absolwent szkoły, wyjaśnił jakie warunki muszą

spełniać osoby starające się o pracę u dystrybutora urządzeń elektrycznych.

Organizatorzy Światowego Dnia Elektryki w szkołach mają nadzieję, że różnorodne formy organizacyjne

pozwoły młodzieży na zaprezentowanie swoich możliwości i sprawdzenie umiejętności, a także na poszerzenie wiedzy.

Henryka Szumigaj

Nagrody i dyplomy w konkursach o tytuł Najaktywniejszego Koła SEP za rok 2005 przyznane przez Zarząd Główny SEP w Warszawie dla Kół Łódzkiego Oddziału SEP

W dniu 28 września 2006 roku w Małej Auli Politechniki Warszawskiej odbyła się uroczystość rozstrzygnięcia konkursów zorganizowanych przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

Program uroczystości był następujący.

- rejestracja uczestników,
- otwarcie,
- wręczenie nagród laureatom konkursu „Na najaktywniejsze Koło SEP” w 2005 roku,
- ogłoszenie wyników konkursu im. prof. Mieczysława Pożaryskiego na najlepszy artykuł w prasie stowarzyszeniowej i wręczenie nagród,
- koncert big-bandu Politechniki Warszawskiej,
- zebrania: Centralnej Komisji Kół i Oddziałów SEP-Centralnej Komisji Wydawnictw SEP. Zwiedzenie laboratoriów Politechniki Warszawskiej-Wydziału Elektrycznego, Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych.

Na uroczystość przybyli laureaci konkursów, redaktorzy czasopism SEP, sponsorzy nagród, dziękani wydziałów Politechniki Warszawskiej – Elektrycznego oraz Elektroniki i Technik Informatycznych, członkowie Centralnej Komisji Kół, prezesi macierzystych oddziałów SEP, członkowie Centralnej Komisji Kół i Współpracy z Oddziałami SEP i Centralnej Komisji Wydawnictw SEP.

Wręczenia wyróżnień, dyplomów i proporców przechodni laureatom konkursu dokonali: prof. Jerzy Barglik – prezes SEP, prof. Andrzej Jakubiak – prorektor ds. studenckich Politechniki Warszawskiej i prezes Oddziału Elektroniki, Informatyki, Telekomunikacji SEP w Warszawie w towarzystwie Tadeusza Malinowskiego – przewodniczącego jury konkursu.

Regulamin konkursu wyodrębnił koła:

- A – koła zakładowe liczące 6 do 30 członków,
- B – koła zakładowe liczące 31 do 60 członków,
- C – koła zakładowe liczące ponad 60 członków,
- T – koła terenowe,
- S – koła szkolne i studenckie,
- E – koła seniorów i emerytów.

Zestawienie wyników konkursu.

Grupa „B”

IV miejsce, Oddział Łódzki, **Koło przy ZEC-S.A. w Łodzi.**

Grupa „S”

II miejsce, Oddział Łódzki, **Międzyszkolne Koło SEP przy Zarządzie Oddziału Łódzkiego,**

III miejsce, Oddział Łódzki, **Studenckie Koło SEP przy Politechnice Łódzkiej.**

Grupa „E”

I Wyróżnienie, Oddział Łódzki, **Koło Seniorów SEP przy Zarządzie Oddziału Łódzkiego.**

Nagrody

Za zajęcie pierwszych trzech miejsc w każdej grupie:

- I miejsca proporzec przechodni, nagroda pieniężna do dyspozycji koła, dyplom dla koła,
- II miejsca nagroda pieniężna do dyspozycji koła, dyplom dla koła,
- III miejsca nagroda pieniężna do dyspozycji koła, dyplom dla koła.
- Wyróżnienie nagroda pieniężna do dyspozycji koła, dyplom dla koła.

Nagrody i dyplomy w konkursie im. prof. M. Pożaryskiego na najlepsze artykuły opublikowane w roku 2005 w czasopismach z zakresu elektryki – organach SEP.

Jury Konkursu im. prof. M. Pożaryskiego na najlepsze artykuły opublikowane w roku 2005 w czasopismach z zakresu elektryki – organach SEP rozpatrzyło 19 wniosków zgłoszonych przez redakcje czasopism.

W składzie jury byli: prof.dr hab. Mieczysław Hering – przewodniczący, członkowie: prof. dr hab. Andrzej Dąbrowski, prof. dr hab. Antoni Dmowski, prof. dr hab. Stanisław Krzemiński. Nagrodzono 6 artykułów, pozostałe artykuły wyróżniono.

I miejsce uzyskał artykuł pt.:

„Perspektywy rozwoju systemów łączności satelitarnej”, opublikowany w numerze 1 „Przeglądu Telekomunikacyjnego-Wiadomości Telekomunikacyjnych”. Autorami artykułu są prof. dr hab. inż. Józef Modelski i dr inż. Krzysztof Kurek, obaj z Politechniki Warszawskiej.

II miejsce równorzędnie artykuły pt.:

dwuczęściowy „Rozległe systemy pomiarów synchronicznych w automatyce elektroenergetycznej – część 1. Synchroniczny pomiar fazorów, część 2. Przykłady zastosowań i kierunki prac”, opublikowany w numerach 2 i 3 „Automatyki Elektroenergetycznej”, którego autorem jest prof. dr hab. inż. Jan Machowski z Politechniki Warszawskiej;

oraz dwuczęściowy artykuł pt.:

„Lasery półprzewodnikowe wciąż pozostają przedmiotem zainteresowań nauki i przemysłu-część 1. Lasery

bipolarne- technologia podąża za potrzebami rynku, część 2. Lasery unipolarne (kaskadowe) – nowe perspektywy optoelektroniki”, opublikowany w numerach 5 i 6 „Elektroniki” autorstwa prof. dr hab. inż. Bohdana Mrozewicza z Instytutu Technologii Elektronowej w Warszawie.

III miejsce wśród trzech równorzędnych nagród otrzymał artykuł pt. „Przygotowanie elektrowni Bełchatów S.A

do obrony i restytucji w stanach katastrofalnych” opublikowany w numerze 8 „Energetyki”, którego autorami są: inż. Wincenty Bekasiak i mgr inż. Edward Mazurkiewicz z BOT Elektrownia Bełchatów S.A.

Henryka Szumigaj

Biopaliwa w Zespole Elektrowni Ostrołęka SA

W dniach 9–11 października 2006 r. Koło SEP przy Dalkia Łódź SA zorganizowało wyjazd do Zespołu Elektrowni Ostrołęka S.A..

Bardzo życzliwe przyjęcie i pokaz specjalnie przygotowanej prezentacji komputerowej, a następnie w wizyta terenie, pozwoliły na zdobycie wielu informacji.

Uruchomiony 23 kwietnia 1997 r., we współpracy z firmą Foster Wheeler, kocioł pozwolił na fluidalne spalanie odpadów kory w stacjonarnym, tzw. pęcherzykowym złożu fluidalnym. Kocioł pracuje do chwili obecnej, a wobec braków dostatecznej ilości kory z bieżącej produkcji, spalane są także zrębki drzewne. Zrębków tych są wystarczające ilości, po niedawnym huraganie, który zniszczył dużo drzew w Puszczy Piskiej. W roku 2005 zużycie biopaliwa (kora, zrębki, trociny) to 110 tys. ton, co stanowiło 2,4% zużytego paliwa.

Odrębny obiekt, który wzbudził nasze szczególne zainteresowanie to elektrownia Ostrołęka B (3 bloki po 200 MW pracujące od 1972 r.) – aktualnie po modernizacji 647 MW.

Wiszące z całkowicie ruchomymi ścianami komory paleniskowej, są przystosowywane do spalania biomasy. W tym roku zostanie przekazywana do eksploatacji instalacja współspalania węgla kamiennego i biomasy.

Pojawiają się także inne problemy, jak pogorszenie dynamiki kotłów i zwiększone skłonności do szlakowania czy trudności z mieleniem biomasy w młynach typu MKM, nie projektowanych do takiego paliwa. Według dotychczasowych prób i doświadczeń przewiduje się możliwość jednoczesnego spalania biopaliwa w ilości około 5% zużywanego węgla.

Z kronikarskiego obowiązku muszę dodać, że poza programem zawodowym uczestnicy wyjazdu poznali Kolegiatę w Tumie k. Łęczycy, najokazalszy pomnik architektury okresu romańskiego. Zabytki Płocka wraz z jego najciekawszymi obiektami: miejsce objawienia Faustyny Kowalskiej

w Zgromadzeniu Sióstr Matki Bożej Miłosierdzia i Katedrę wraz z Klasztorem Mariawitów, wybudowane w stylu neogotyckim w 1911 roku.

Zupełnie odrębnym doświadczeniem było zwiedzenie skansenu Ziemi Mazowieckiej w Sierpcu czy poznanie kolegiaty i pałacu biskupów w Pułtusku – obecnie Domu Polonii.



Po uzyskaniu tych wszystkich informacji i doświadczeń ze spalaniem biomasy, które stały się udziałem energetyków z Ostrołęki nasuwa się obawa, wniosek dla łódzkiej praktyki. W Łodzi może się okazać, że problemy logistyczne i organizacyjne pozyskiwania biomasy będą większe i znacznie trudniejsze, a ich pokonanie będzie kosztowniejsze, niż problemy techniczne.

Łódź nie leży w zagłębiu łatwej i obfitej produkcji biomasy, a i konkurencja indywidualnych odbiorców i małych ciepłowni, np. Uniejów na np. brykiety drzewne czy słomiane jest znacznie większa.

tekst i foto: Jacek Kuczkowski

Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP zwraca się z prośbą do wszystkich Członków Stowarzyszenia o zgłaszanie do Biura Zarządu OŁ SEP zmian w danych telefonicznych i adresowych. Pozwoli to na aktualizowanie bazy danych i ułatwi kontakt z Członkami.

Pl. Komuny Paryskiej 5a; 90-007 Łódź, tel./fax (42) 630 94 74; 632 90 39
e-mail: sep.lodz@neostrada.pl; sep.lodz@onet.pl

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH



Oddział Łódzki

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a

Dom Technika, IV p., pok. 409 i 404

tel./fax (0 42) 630 94 74, 632 90 39

e-mail: seplodz@onet.pl sep.lodz@neostrada.pl

<http://sep.p.lodz.pl>

świadczy wszelkiego rodzaju usługi we wszystkich dziedzinach elektryki:

- ▶ usługi techniczno-ekonomiczne w ramach Ośrodka Rzeczoznawstwa
- ▶ kursy specjalistyczne w zakresie doskonalenia zawodowego
- ▶ kursy przygotowawcze do egzaminów kwalifikacyjnych (wszystkie grupy)
- ▶ szkolenia audytorów wewnętrznych systemów jakości (normy ISO 9000)
- ▶ egzaminy kwalifikacyjne dla osób na stanowiskach EKSPLOATACJI I DOZORU w zakresach: elektroenergetycznym, ciepłym i gazowym
- ▶ usługi marketingowe
- ▶ prezentacje
- ▶ reklamy w Biuletynie Techniczno-Informacyjnym OŁ SEP
- ▶ rekomendacje dla wyrobów i usług branży elektrycznej
- ▶ organizacja imprez naukowo-technicznych (konferencje, seminaria)

OŚRODEK RZECZOZNAWSTWA OŁ SEP

oferuje bogaty zakres usług technicznych i ekonomicznych:

- Projekty techniczne i technologiczne
- Ekspertyzy i opinie
- Badania eksploatacyjne
- Badania techniczne urządzeń elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych
- Ocena zagrożeń i przyczyn wypadków powodowanych przez urządzenia elektryczne
- Ocena prototypów wyrobów, maszyn i urządzeń produkcyjnych
- Ocena usprawnień, pomysłów, projektów i wniosków racjonalizatorskich
- Opracowywanie projektów przepisów oraz instrukcji obsługi, eksploatacji, remontów i konserwacji
- Wykonywanie wszelkich pomiarów w zakresie elektryki
- Prowadzenie nadzorów inwestorskich i autorskich
- Wykonywanie ekspertyz o charakterze prac naukowo-badawczych
- Prowadzenie stałych i okresowych obsług technicznych (konserwatorskich i serwisowych) oraz napraw
- Prowadzenie pośrednictwa handlowego (materiały, wyroby, maszyny, urządzenia i usługi)
- Odbiory jakościowe
- Pośrednictwo w zagospodarowywaniu rezerw mocy produkcyjnych, materiałów, maszyn i urządzeń
- Wyceny maszyn i urządzeń
- Ekspertyzy i naprawy sprzętu AGD i audio-video
- Tłumaczenia dokumentacji technicznej i literatury fachowej
- Doradztwo i ekspertyzy ekonomiczne
- Audyty i plany marketingowe
- Przekształcenia własnościowe
- Przygotowywanie wniosków koncesyjnych dla producentów i dystrybutorów energii

OR SEP tel. (0 42) 632 90 39, 630 94 74

Pozycja i ranga SEP jest gwarancją najwyższej jakości, niezawodności i wiarygodności

BOTT

Blok Ograniczeń Termicznych Turbiny

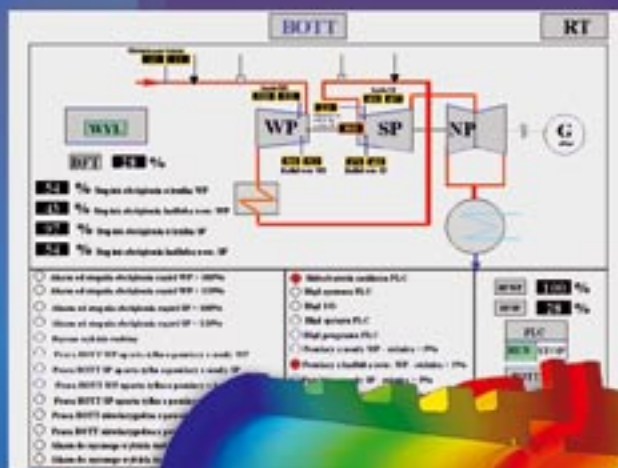
Do kontroli stanów termicznych i wytrzymałościowych elementów turbiny podczas jej rozruchów i odstawień firma ALSTOM Power Sp. z o.o. oferuje nowoczesny moduł BOTT.

Charakterystyka układu:

- BOTT realizuje w sposób automatyczny nadzór nad krytycznymi elementami turbiny i oddziałuje na rozruch/obciążanie turbiny
- Głównym elementem BOTT jest program obliczeniowy wykonujący w trybie on-line obliczenia temperatur i naprężeń w nadzorowanych elementach
- Program BOTT oparty jest na algorytmach opracowanych w oparciu o modele matematyczne procesu wymiany ciepła i skonfigurowany na podstawie obliczeń numerycznych metodą elementów skończonych (MES)
- Układ pomiarowy BOTT oparty jest na specjalnej konstrukcji sondach temperaturowych zapewniających najwyższą niezawodność pomiaru

Korzyści z zastosowania modułu BOTT:

- Zwiększone bezpieczeństwo eksploatacji
- Lepsza elastyczność pracy
- Wydłużenie trwałości głównych elementów
- Możliwość dostosowania eksploatacji do zmiennych wymagań operatora sieci
- Możliwość optymalizacji rozruchów
- Zredukowane ryzyko wystąpienia błędu ludzkiego
- Możliwość rozbudowy o licznik żywotności
- Możliwość zdalnej komunikacji cyfrowej



ALSTOM - Tradycja i Doświadczenie

ALSTOM Power Sp. z o.o. w Warszawie, Oddział w Elblągu, Zakład Serwisu,
ul. Stoczniowa 2, 82-300 Elbląg tel. +48 55 239 12 30, fax +48 232 80 40