

Adam CICHY, Artur SKÓRKOWSKI

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, INSTYTUT METROLOGII, ELEKTRONIKI I AUTOMATYKI

Wirtualna realizacja quasi-zrównoważonego miernika do pomiaru wskaźników stanu izolacji elektrycznej typu pojemnościowego

Dr inż. Adam CICHY

Adiunkt w Instytucie Metrologii, Elektroniki i Automatyki Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Autor i współautor ponad 20 publikacji z dziedziny metrologii elektrycznej. Członek PTETiS i IEEE. Główne zainteresowania naukowe: pomiary składowych impedancji, szczególnie w paśmie częstotliwości podakustycznych, pomiary kąta fazowego.



e-mail: adam.cichy@polsl.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono wirtualną realizację układu do pomiaru wskaźników izolacji typu pojemnościowego. Uproszczony model dielektryka przedstawiono na rys. 1. Rezystancja dielektryka jest modelowana jako R_x , pojemność jako C_x oraz gałąź absorpcyjna jako połączenie szeregowo $R_a C_a$ [1]. Pojemność C_x zależy od częstotliwości i jedną z metod oceny stanu izolacji jest spektroskopia pojemnościowa. Wymaga ona wykonania szeregu pomiarów pojemności C_x w szerokim zakresie częstotliwości. Wspomniana metoda może być uproszczona poprzez pomiary tylko w dwóch punktach - przy 2 Hz i 50 Hz. Relacja pomiędzy pojemnościami przy tych częstotliwościach jest nazywana wskaźnikiem C_2/C_{50} i pozwala na ocenę stanu izolacji. Na przykład suchy materiał dielektryczny posiada wspomniany wskaźnik z zakresu 1,2...1,4. Przedstawiona metoda pomiaru wskaźnika typu pojemnościowego wykorzystuje ideę quasi-zrównoważonego pomiaru pojemności poprzez pomiar modułu impedancji [3] pokazaną na rys. 3. Mierzona pojemność jest obliczana według równania (5). Metoda została sprawdzona symulacyjnie oraz na rzeczywistym obiekcie typu RC. Schemat blokowy układu wirtualnego jest przedstawiony na rys. 3. Wyniki badań symulacyjnych i rzeczywiste pomiary potwierdziły możliwość pomiaru wskaźników typu pojemnościowego z dokładnością wystarczającą do testowania linii kablowych. Wyniki pomiarów pojemności w układzie wirtualnym przedstawiono w tab. 1. Zaprezentowana metoda jest łatwa do wirtualizacji z zastosowaniem karty pomiarowej USB i pakietu LabVIEW.

Słowa kluczowe: układ quasi-zrównoważony, pomiar pojemności, wskaźnik stanu izolacji elektrycznej typu pojemnościowego, przyrząd wirtualny.

Virtual realization of a quasi-balanced circuit for measuring the dielectric condition index of capacitance type

Abstract

A virtual realization of a circuit for measurements of capacitance insulation indicators is presented in this paper. The simplified dielectric model is shown in Fig. 1. The dielectric resistance is modelled as R_x , its capacitance as C_x and the absorption branch is modelled as a series $R_a C_a$ connection [1]. The capacitance C_x depends on the frequency and one of the methods of assessing the dielectric condition is the capacitance spectroscopy. It requires a number of capacity C_x measurements within a wide range of frequencies. This method can be simplified by measuring only at 2 points - at 2 Hz and 50 Hz. The relationship between capacitances at these frequencies is called the C_2/C_{50} index and allows assessing the insulation condition. For example a dry dielectric material has this index within the range of 1.2...1.4. The presented method for measurements of the capacitance index uses an idea of a quasi-balanced capacitance measurement by measuring the impedance modulus [3] shown in Fig. 2. The measured capacity is calculated according to (5). The method has been tested in simulations and in a real RC circuit. A block diagram of the virtual instrument is shown in Fig. 3. The results of simulations and real measurements confirmed the possibility of measuring the capacity indicators with the accuracy sufficient for testing cable lines. The results of capacitance measurements realized with the virtual meter for different frequencies are

Dr inż. Artur SKÓRKOWSKI

Pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Metrologii, Elektroniki i Automatyki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej. Główne kierunki działalności naukowo-badawczej to: miernictwo precyzyjne (konstruowanie i badania indukcyjnych dzielników napięcia), obróbka danych pomiarowych, systemy pomiarowe, interfejsy bezprzewodowe, przyrządy wirtualne (oprogramowanie w środowisku LabVIEW). Członek PTETiS, IEEE i Sekcji PPM KMiAN PAN.



e-mail: artur.skorkowski@polsl.pl

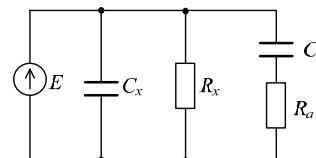
presented in Tab. 1. The method is easy for virtualization with an USB acquisition card and the LabVIEW packet.

Keywords: quasi-balanced circuit, capacitance measurement, dielectric condition index of capacitance type, virtual instrument.

1. Wprowadzenie

Izolacja aparatów elektrycznych poddawana jest diagnostyce bezpośrednio po wyprodukowaniu (w celu sprawdzenia jej jakości) oraz po upływie określonego w obowiązujących przepisach technicznych czasu (w celu oceny jej stanu). Badania izolacji muszą być badaniami nieniszczącymi i powinny dostarczyć odpowiednich informacji ułatwiających podjęcie decyzji o remoncie lub wycofaniu aparatu elektrycznego z eksploatacji.

Stan materiału elektroizolacyjnego może być oceniony na podstawie wielu różnych wskaźników stanu izolacji. Dotychczas nie znaleziono uniwersalnego wskaźnika stanu izolacji, mimo iż do oceny stanu izolacji wykorzystuje się różne metody - począwszy od metod elektrycznych, skończywszy na akustycznych czy też chemicznych. Oceny stanu izolacji aparatów elektrycznych pracujących w terenie lub znajdujących się na stacji prób dokonuje się praktycznie wyłącznie metodami elektrycznymi - stałoprądowymi oraz zmiennoprądowymi. Metody stałoprądowe pozwalają na pomiar prądu upływu, a także parametrów rezystancyjnych izolacji elektrycznej zarówno w stanie ustalonym, jak i zmian rezystancji związanych ze zjawiskiem absorpcji. Zjawisko absorpcji modeluje się najczęściej szeregową gałęzią typu $R_a C_a$, w sposób pokazany na rys. 1.



Rys. 1. Uproszczony model dielektryka
Fig. 1. Simplified model of dielectric

W zmiennoprądowych badaniach izolacji wykonuje się na ogół pomiary wskaźników typu pojemnościowego (pomiary współczynnika strat dielektrycznych $\tan \delta$ i pojemności izolacji C_x).

Prąd płynący przez dielektryk modeluje się jako sumę trzech składowych:

$$i = i_l + i_a + i_u. \quad (1)$$

Składowa i_l jest prądem ładowania kondensatora C_x związanym z dostarczaniem ładunku elektrycznego do dielektryka. Energia elektryczna magazynowana jest w polu elektrycznym dielektryka i oddawana w trakcie rozładowania kondensatora.

Składowa i_a jest prądem absorpcyjnym. Prąd absorpcyjny przy zasilaniu stałoprądowym zanika znacznie wolniej niż prąd ładowania, nawet przez kilka godzin. Prąd absorpcyjny jest skutkiem szeregu zjawisk polaryzacji dielektryka [1]. Z kolei składowa i_u jest prądem upływu płynącym przez rezystancję skrośną R_x , odpowiadająca za wydzielanie się ciepła (straty energii) w materiale izolacyjnym.

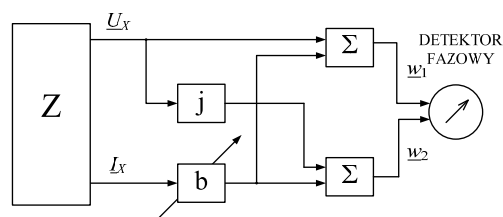
Przy zasilaniu przemiennoprądowym gałąź absorpcyjna jest zwykle pomijana. Stosunek mocy czynnej do mocy bierniej wydzielanej w układzie izolacyjnym nosi nazwę współczynnika strat dielektrycznych i jest stosunkiem prądu czynnego do prądu ładowania (prądu biernego) modelu równoległego $R_x C_x$. Z zależności geometrycznych wykresu wskazowego wynika, że współczynnik strat dielektrycznych jest tożsamy z tangensem kąta δ pomiędzy kierunkiem wskazu prądu płynącego przez dielektryk a kierunkiem ortogonalnym do wskazu napięcia na dielektryku. Straty w wysokonapięciowych układach izolacyjnych są pomijalnie małe w stosunku do strat przesyłowych, jednak pomiary współczynnika strat dielektrycznych mogą być ważnym źródłem informacji o degradacji materiału izolacyjnego przy czym istotna nie jest wartość omawianego współczynnika, a jego zmiana w czasie eksploatacji. Charakterystyczną cechą tego wskaźnika jakości izolacji jest jego zmiana w funkcji częstotliwości, a także w funkcji temperatury dielektryka [2]. Współczynnik strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ jest wskaźnikiem stanu izolacji, pozwalającym na wykrycie różnego rodzaju błędów wykonawczych, zawilgoceń materiału, szczelin, zanieczyszczenia izolacji itp. Niestety $\text{tg}\delta$ jako wskaźnik stanu materiału dielektrycznego jest niejednoznaczny, informacje uzyskiwane na podstawie jego pomiaru dotyczą degradacji izolacji w całej objętości i nie umożliwiają zdiagnozowanie lokalnych osłabień.

W podobny sposób informacje dotyczące stanu izolacji można uzyskać na podstawie pomiaru pojemności układu elektroizolacyjnego, szczególnie przydatnego do oceny stanu (zawilgoceń) izolacji papierowo-olejowej. Zawilgoceń izolacji wywołuje wzrost przenikalności dielektrycznej izolacji, a co za tym idzie wzrost pojemności układu izolacyjnego. Pojemność wyznacza się, podobnie jak $\text{tg}\delta$ w funkcji częstotliwości oraz temperatury izolacji. Zwykle zamiast wyznaczania charakterystyki pojemności w funkcji częstotliwości w szerokim zakresie wykonuje się pomiary pojemności przy dwóch wybranych częstotliwościach, najczęściej 2 Hz i 50 Hz w temperaturze 10-20°C. Dla izolacji suchej wartość wskaźnika C_2/C_{50} jest bliska jedności, natomiast wraz ze wzrostem zawilgoceń omawiany wskaźnik rośnie. Przyjmuje się, że wartość wskaźnika C_2/C_{50} na poziomie 1,2÷1,4 sugeruje konieczność suszenia lub remontu izolacji diagnozowanego aparatu.

Pomiary wskaźników izolacji typu $C(f_1)/C(f_2)$ najczęściej wykonuje się za pomocą specjalizowanych układów pomiarowych, np. mostkowych. Współczesne układy pomiarowe budowane są coraz częściej jako struktury wirtualne, tj. takie, w których przetwarzanie sygnałów pomiarowych odbywa się w łańcuchu przetwarzania złożonym z bloków programowo realizujących operacje na sygnałach pomiarowych w postaci cyfrowej. Pomiar wskaźnika stanu izolacji elektrycznej $C(f_1)/C(f_2)$ można w prosty sposób zrealizować w układzie wirtualnym dokonując pomiaru pojemności dowolną metodą przy dwóch założonych częstotliwościach źródła zasilania. Ponadto jest możliwa prosta programowa korekcja temperaturowa wskaźnika. Poniżej przedstawiona zostanie wirtualna realizacja miernika do pomiaru wskaźnika typu C_2/C_{50} i innych wskaźników typu pojemnościowego wykorzystującego quasi-zrównoważoną metodę pomiaru pojemności. Jest to metoda oparta na idei pomiaru pojemności poprzez pomiar modułu impedancji kondensatora [3].

2. Metoda pomiaru pojemności

Na rys. 2 przedstawiono schemat strukturalny quasi-zrównoważonego układu do pomiaru modułu impedancji, którego synteza przedstawiona została w pracy [4].



Rys. 2. Struktura quasi-zrównoważonego układu do pomiaru modułu impedancji

Fig. 2. Block diagram of the quasi-balanced circuit for measuring the impedance modulus

Blok Z zawiera badaną impedancję Z_x (izolację elektryczną) oraz generator zasilający. Sygnałami wyjściowymi bloku Z są: \underline{U}_x – spadek napięcia na badanej izolacji oraz \underline{I}_x – prąd badanej izolacji. Sygnały \underline{U}_x oraz \underline{I}_x przetwarzane są zgodnie ze schematem z rys. 2. Sygnały wyróżnione w_1 oraz w_2 doprowadzone do detektora fazowego są opisane zależnościami:

$$\begin{cases} w_1 = \underline{U}_x + b\underline{I}_x \\ w_2 = j\underline{U}_x + b\underline{I}_x \end{cases} \quad (2)$$

W procesie pomiarowym należy doprowadzić omawiany układ poprzez regulację parametru b do tzw. stanu quasi-równowagi, co oznacza, że kąt przesunięcia fazowego pomiędzy sygnałami w_1 oraz w_2 układu jest równy $-\pi/4$. Stan taki opisuje zależność:

$$\text{Arg}\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = -\frac{\pi}{4} \quad (3)$$

W stanie quasi-równowagi moduł impedancji można wyznaczyć z równania:

$$|Z_x| = b \quad (4)$$

Omawiany układ wykorzystywany jest do pomiaru pojemności, zatem równanie na wyznaczenie przybliżonej wartości pojemności będzie miało postać:

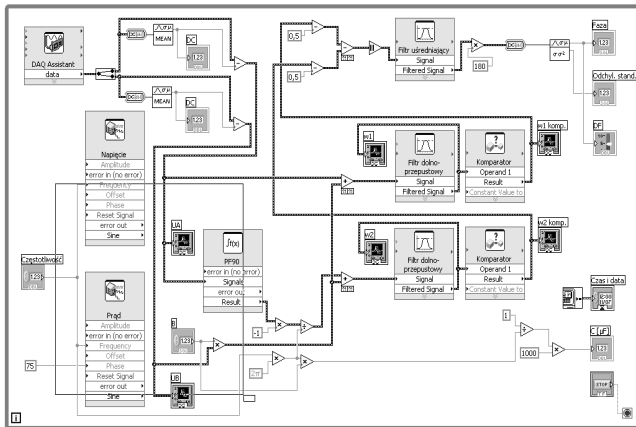
$$C \approx \frac{1}{\omega|Z_x|} = \frac{1}{\omega b} \quad (5)$$

W pracy [4] wykazano, że dla kondensatorów niskostratnych (a zatem dla typowych układów izolacyjnych) błąd systematyczny spowodowany przybliżeniem składowej biernej modułem impedancji może być pomijalny.

3. Wirtualny miernik wskaźników pojemnościowych

Wirtualny miernik wskaźników stanu izolacji elektrycznej typu pojemnościowego realizuje dwukrotny pomiar pojemności $C(f)$ dla dwóch różnych częstotliwości sygnału zasilającego badaną izolację. Pomiary najczęściej są wykonywane dla częstotliwości $f_1 = 2$ Hz i $f_2 = 50$ Hz, co pozwala na wyznaczenie wskaźnika C_2/C_{50} . Pomiar pojemności $C(f)$ można zrealizować w układzie wirtualnym przedstawionym na rysunku 3.

Sygnały pomiarowe dla badanej impedancji: spadek napięcia oraz prąd przetworzony na napięcie dołączono do karty pomiarowej USB NI 6009. Dalsze przetwarzanie sygnałów wykonywane jest przez program zrealizowany w graficznym środowisku programowania LabVIEW zgodnie z diagramem przedstawionym na rysunku 3.



Rys. 3. Wirtualny przyrząd do pomiaru pojemności $C(f)$ przy różnych częstotliwościach, zrealizowany w środowisku LabVIEW
Fig. 3. The LabVIEW realization of the virtual capacitance meter for different frequencies

Podstawowe moduły opracowanego przyrządu wirtualnego, przeznaczonego do pomiaru pojemności przy różnych częstotliwościach, stanowią:

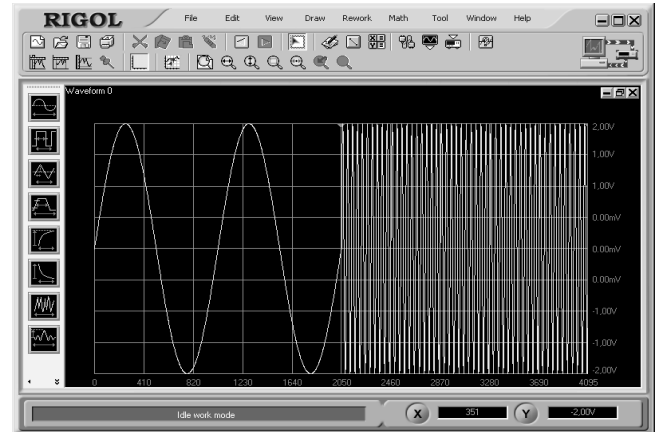
- wzmacniacz B o regulowanym wzmocnieniu b sygnału U_B proporcjonalnego do prądu I_x płynącego przez badaną impedancję,
- przesuwnik fazowy PF realizujący przesunięcie przebiegu czasowego sygnału $U_A = \underline{U}_x$ o kąt fazowy 90° (mnożenie przez jednostkę urojoną j),
- węzły sumacyjne generujące sygnały wyróżnione \underline{w}_1 i \underline{w}_2 ,
- detektor fazoczuły DF wskazujący przesunięcie fazowe między sygnałami wyróżnionymi \underline{w}_1 i \underline{w}_2 .

Sygnał U_A jest różniczkowany przez przesuwnik fazowy PF a następnie wraz z sygnałem U_B są doprowadzone do węzła sumacyjnego w celu wygenerowania sygnału \underline{w}_2 . Zarówno sygnał \underline{w}_2 jak i sygnał \underline{w}_1 będący sumą sygnału U_A oraz sygnału $b \cdot U_B$ są doprowadzane do komparatorów, które porównują te sygnały z poziomem odniesienia równym zero (detekcja przejścia sygnału sinusoidalnego przez zero). Powstałe w ten sposób sygnały prostokątne są poddawane detekcji fazoczułej w celu określenia przesunięcia fazowego między nimi. W procesie pomiarowym należy doprowadzić omawiany układ poprzez regulację parametru b na wzmacniaczu B do tzw. stanu quasi-równowagi, co oznacza, że kąt przesunięcia fazowego pomiędzy wyróżnionymi sygnałami \underline{w}_1 oraz \underline{w}_2 układu jest równy $-\pi/4$. Dla takiego stanu, co wyrażono równaniami (3) ... (5), możliwe jest wyznaczenie szukanej pojemności $C(f)$ na podstawie znanych parametrów b i ω .

Najistotniejszym modułem opracowanego przyrządu wirtualnego, decydującym w głównej mierze o dokładności pomiaru jest detektor fazoczuły DF. Po przeanalizowaniu wielu znanych rozwiązań układów do pomiaru przesunięcia fazowego ostatecznie zdecydowano się na zastosowanie fazomierza uśredniającego. Fazomierz taki wykorzystuje zależność między wartością średnią z różnicy wartości chwilowych dwóch przebiegów napięcia w czasie półokresu a wartością przesunięcia fazowego między przebiegami czasowymi tych napięć. Jest to idea pomiaru przesunięcia fazowego łatwo adaptowalna w przyrządach wirtualnych.

Dla ułatwienia obserwacji zmian pojemności przy zmianie częstotliwości sygnału zasilającego można zasilić badaną izolację z generatora przebiegów arbitralnych, który okresowo zmienia częstotliwość sygnału z $f_1 = 2$ Hz na $f_2 = 50$ Hz. Dla zastosowanego w układzie pomiarowym generatora RIGOL DG1011 odpowiedni przebieg sygnału zasilającego został wygenerowany w programie UltraWave for DG Series, którego interfejs użytkownika przedstawiono na rysunku 4.

Po zasileniu badanej izolacji wygenerowanym uprzednio sygnałem, dla wyznaczenia wartości wskaźnika C_2/C_{50} wystarczy teraz zapamiętać wyznaczone w układzie przyrządu wirtualnego wartości mierzonych pojemności $C(2)$ i $C(50)$.



Rys. 4. Interfejs użytkownika programu UltraWave for DG Series
Fig. 4. User interface of UltraWave for DG Series program

4. Ocena wstępnych wyników badań

Podczas wstępnych badań, przedstawionego w pracy rozwiązania quasi-zrównoważonego miernika do pomiaru wskaźników stanu izolacji elektrycznej typu pojemnościowego, jako obiekty pomiarów pojemności przy różnych częstotliwościach wykorzystano stare kondensatory o pojemności kilkunastu μF . Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Przykładowe wyniki pomiarów wirtualnym przyrządem do pomiaru pojemności $C(f)$ przy różnych częstotliwościach
Tab. 1. Exemplary results of measurements by means of the virtual capacitance meter for different frequencies

f [Hz]	C [μF]	$\pm \Delta\varphi$ [$^\circ$]
50,00	13,045	0,08
40,00	13,175	0,08
30,00	13,673	0,08
20,00	14,764	0,08
10,00	20,378	0,08
2,00	21,560	0,22

Podczas badań wykonanych dla różnych częstotliwości (nie tylko 2 Hz i 50 Hz) można było zaobserwować iż przy mniejszych częstotliwościach (poniżej 10 Hz) pojawiają się problemy z dokładną detekcją przesunięcia fazowego między sygnałami wyróżnionymi \underline{w}_1 i \underline{w}_2 . Przy prawidłowo skonfigurowanych filtrach dolnoprzepustowych oraz filtrze uśredniającym typowe odchylenie standardowe mierzonego przesunięcia fazowego wynosi $0,08^\circ$ przy pomiarach w zakresie częstotliwości 10 ... 50 Hz. Dla częstotliwości poniżej 2 Hz odchylenie standardowe mierzonego przesunięcia fazowego gwałtownie rośnie powyżej $0,2^\circ$.

Opracowany wirtualny przyrząd do pomiaru pojemności $C(f)$ przy różnych częstotliwościach, zrealizowany w środowisku LabVIEW pozwala na wyznaczenie nie tylko wskaźnika C_2/C_{50} , ale również umożliwia wyznaczenie zależności badanej pojemności od częstotliwości dla całego zakresu zmian częstotliwości.

5. Uwagi końcowe i kierunki dalszych badań

Zaprezentowana w pracy wirtualna realizacja quasi-zrównoważonego układu do pomiaru wskaźników stanu izolacji elektrycznej typu pojemnościowego bazuje na układzie do pomiaru pojemności jako modułu impedancji. Koncepcja takiego pomiaru była testowana zarówno dla sygnałów pomiarowych generowanych w sposób programowy (symulacja) jak i w rzeczywistym obwodzie z impedancją mierzona typu RC zasilana z generatora

sygnałów arbitralnych RIGOL DG1011 (częstotliwość pomiarowa 2Hz i 50Hz, amplituda 5V). Wyniki symulacji oraz weryfikacja doświadczalna funkcjonowania układu pomiarowego potwierdziły możliwości pomiaru pojemności z rozdzielczością 0,1nF co pozwala na wyznaczenie wskaźników C_2/C_{50} z zadowalającą precyzją. Rozdzielczość pomiarowa w testowanym układzie została zdeteminowana przez impedancję wejściową zastosowanej karty pomiarowej. Przedstawiona koncepcja realizacji pomiaru pojemności przy różnych częstotliwościach na wstępnym etapie testowania w pełni się sprawdziła i okazała się szczególnie dogodną do wirtualnej realizacji. Kierunki dalszych badań zakładają zwiększenie rozdzielczości pomiaru oraz zwiększenie zakresu częstotliwości mierzonych sygnałów, szczególnie w kierunku infraniskich częstotliwości, co pozwoli w przyszłości na wyznaczenie innych wskaźników stanu izolacji elektrycznej typu pojemnościowego.

6. Literatura

- [1] Flisowski Z.: Technika wysokich napięć. WNT Warszawa 1999.
- [2] Matulewicz W.: Diagnostyka transformatorów energetycznych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1998.
- [3] Cichy A., Skórkowski A.: Wirtualny miernik pojemności realizujący quasi-zrównoważoną metodę pomiaru modułu impedancji. PAK vol. 53, nr 12/2007.
- [4] Cichy A.: Matematyczny model układów quasi-zrównoważonych. Materiały XII Symposium Modelowanie i Symulacja Systemów Pomiarowych „MiSSP 2002”, Krynica 2002.

Artykuł recenzowany

INFORMACJE

Konferencja naukowo - techniczna PiDwE'08

”Pomiary i diagnostyka w elektroenergetyce”

W dniach 14-17 października br. odbyła się w Karlovej Studance (Republika Czeska) pierwsza konferencja naukowo - techniczna ”Pomiary i diagnostyka w elektroenergetyce” - PiDwE'08, której organizatorem był Instytut Elektroenergetyki Politechniki Opolskiej. W konferencji uczestniczyło ponad 60 naukowców reprezentujących 10 polskich ośrodków politechnicznych i instytutów naukowych, a także ponad 30 przedstawicieli przemysłu z 12 firm sektora elektroenergetycznego. Patronat prasowy nad konferencją objęło czasopismo Pomiary Automatyka Kontrola, a jej sponzorami były koncerny energetyczne EnergiaPro, PSE Operator oraz firma Energo-Complex Sp. z o.o. Należy podkreślić, że konferencja została zorganizowana przy współfinansowaniu ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu rozwojowego nr 0304/R/2/T02/06/01 zatytułowanego „System ekspertowy oceny stanu układów izolacyjnych transformatorów elektroenergetycznych z wykorzystaniem metody emisji akustycznej”. Przewodniczącym liczącego 27 profesorów komitetu naukowego był Rektor Politechniki Opolskiej prof. Jerzy Skubis, a organizacyjnego kierownik Katedry Wysokich Napięć prof. Tomasz Boczar. W ramach konferencji zostało wygłoszonych 26 referatów plenarnych, które zaprezentowano w trakcie sześciu sesji oralnych, a dalsze 32 zostały przedstawione w formie plakatów. Tematyka zgłoszonych referatów dotyczyła m. in. nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń elektroenergetycznych, awaryjności i niezawodności ich pracy, nowych materiałów elektroizolacyjnych stosowanych w elektroenergetyce, projektowaniu urządzeń i instalacji elektroenergetycznych z uwzględnieniem metod prognozowania ich bezawaryjnej pracy, metod i systemów pomiarowych wykorzystywanych w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych, nowoczesnych metod, algorytmów i programów komputerowych wykorzystywanych w pomiarach i diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych, technik mikroprocesorowych wykorzystywanych w nowoczesnych systemach diagnostyki wysokonapięciowej oraz monitoringu on-line i off-line urządzeń elektroenergetycznych. Zaprezentowane, a następnie poddane recenzji artykuły zostały opublikowane w kolejnych wydaniach miesięcznika PAK. Wszystkie sesje odbywały się w największym wykonanym z drewna pawilonie uzdrowskiemu Slezski Dom, zlokalizowanym w centrum założonej w 1785 roku, w miejscu starej osady żelaznej Hubertow, Karlovej Sudanki. Uzdrowsko to położone w dolinie rzeki Bílá

Opava w Hrubém Jeseníku na wysokości 800 m n.p.m. charakteryzuje się najczystszyim powietrzem w całej Republice Czeskiej. Obecnie tutejsze źródła naturalnej żelaznej kwaskowatej wody mineralnej, torf, a w szczególności jedyny w swoim rodzaju górski klimat jest wykorzystywany w leczeniu chronicznych chorób gardła, zatok, nosa, płuc, oskrzeli, alergii, astmy i uszkodzeń płuc spowodowanych zawodowymi chorobami górników, chorób nowotworowych i układu naczyniowego.

Oprócz interesujących, owocnych i pracowitych obrad uczestnicy mogli wziąć udział w wycieczce turystyczno-krajoznawczej do bajkowego zamku Bouzov, gdzie odbył się koncert Artura Thomasa - wybitnego polskiego artysty grającego na Fletni Pana. Sponsorem występu w ramach, którego były prezentowane utwory z najnowszej płyty muzyka zatytułowanej *Ave Maria*, była firma Energo-Complex. Ponadto do dyspozycji uczestników PiDwE był nowo oddany kompleks rekreacyjno-rehabilitacyjny, a w ramach wieczornej uroczystej kolacji wystąpiła 14 osobowa orkiestra *Four-Jazz Band* z Brna, która oprócz standardów smooth jazzowych zagrała kilka autorskich kompozycji.

Na zakończenie konferencji członek Zarządu koncernu PSE Operator dr inż. Waldemar Skomudek wręczył okolicznościowe albumy *Historia Elektroenergetyki* dla wszystkich młodych doktorantów oraz nagrody-niespodzianki dla członków komitetu naukowego, którzy recenzowali zgłoszone referaty. Prezes firmy Energo-Complex pan Marek Szrot ufundował nagrodę za najciekawszy artykuł dotyczący praktycznych implementacji technicznych badań naukowych, którą wręczył panu mgr inż. Tomaszowi Klitali z Elektrowni Łaziska za wygłoszony przez niego referat zatytułowany „Przegląd metod diagnostycznych układów izolacyjnych transformatorów dużej mocy w eksploatacji”. Natomiast redaktor naczelny PAK prof. Tadeusz Skubis wyróżnił mgra inż. Andrzeja Błachowicza z Politechniki Opolskiej roczną prenumeratą czasopisma za najciekawszy artykuł pod tytułem „Zastosowanie systemu czasu rzeczywistego Nut/OS w mobilnym systemie pomiarowym”, zaprezentowany przez młodego doktora w czasie sesji posterowej. Uczestnicy PiDwE'08 wyrazili przekonanie o konieczności kontynuacji wspólnych spotkań w ramach kolejnych konferencji, które miałyby odbywać się cyklicznie co dwa lata.

Opracowanie: Prof. Tomasz Boczar