

## Projekty rozwojowe – promocja

### Zrealizowane projekty rozwojowe

#### KARTA INFORMACYJNA PROJEKTU ROZWOJOWEGO

1	Numer projektu rozwojowego	<b>R01 006 01</b>
2	Tytuł projektu	<b>System ekspertowy oceny stanu układów izolacyjnych transformatorów elektroenergetycznych z wykorzystaniem metody emisji akustycznej</b>
3	Kierownik projektu	<b>Dr hab. inż. Tomasz BOCZAR, prof. PO</b>
4	Nazwa instytucji finansującej projekt	<b>Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego</b>
5	Nazwa beneficjenta	<b>Politechnika Opolska</b>
6	Miejsce realizacji projektu( <i>nazwa wydziału, instytutu, katedry</i> )	<b>Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, Instytut Elektroenergetyki, Katedra Wysokich Napięć</b>
7	Data rozpoczęcia/zakończenia realizacji projektu	<b>12.09.2006 – 11.03.2009</b>
8	Poniesione koszty ogółem	<b>1 327 991, 75 zł</b>
9	Słowa kluczowe	<b>metoda emisji akustycznej, wyładowania niezupełne, układy izolacyjne, transformatory elektroenergetyczne, systemy eksperckie, systemy diagnostyczne on-line</b>
10	Obszar zainteresowania	<b>diagnostyka układów izolacyjnych transformatorów elektroenergetycznych z wykorzystaniem nieniszczącej metody emisji akustycznej</b>
11	Adres kontaktowy <i>(osoba do kontaktu)</i>	<b>Politechnika Opolska, Instytut Elektroenergetyki Dr hab. inż. Tomasz BOCZAR, prof. PO ul. Prószkowska 76 Budynek nr 2 45-758 Opole t.boczar@po.opole.pl</b>

#### **Opis projektu (krótkie streszczenie)**

Tematyka projektu badawczego związana była z doskonaleniem metody emisji akustycznej (EA) w zastosowaniu do detekcji, pomiaru oraz lokalizacji wyładowań niezupełnych (WNZ), jakie mogą występować w papierowo-olejowych układach izolacyjnych transformatorów elektroenergetycznych. Natomiast szczegółowa problematyka dotyczyła zagadnień związanych z wykorzystaniem nowoczesnych metod cyfrowego przetwarzania sygnałów i sztucznych sieci neuronowych (SSN) do analizy sygnałów EA zmierzonych podczas technicznych pomiarów wysokonapięciowych.

Głównym celem projektu było opracowanie koncepcji i wykonanie projektu systemu eksperckiego oceny stanu układów izolacyjnych transformatorów elektroenergetycznych z wykorzystaniem metody emisji akustycznej. Działanie systemu opiera się na analizie wyników otrzymywanych bezpośrednio na obiekcie diagnozowanym. Sygnały EA rejestrowane za pomocą układu pomiarowego poddawane są analizie i obróbce cyfrowej w celu wyznaczenia deskryptorów je charakteryzujących. Obliczone parametry przekazywane są następnie do bloku klasyfikatora, gdzie następuje ich porównywanie z odpowiednimi deskryptorami zawartymi w utworzonej bazie danych, zawierającej „odciski palców” dla podstawowych form WNZ. W ten sposób dokonywany jest proces identyfikacji i klasyfikacji rejestrowanych WNZ oraz w rezultacie możliwa jest ocena stanu mierzonej izolacji. Jako narzędzie umożliwiające wnioskowanie zastosowano sztuczną sieć neuronową. Zaletą

wykonanej w ten sposób diagnostyki jest niezależnienie uzyskiwanych wyników od subiektywnej oceny osób wykonujących pomiary i możliwość jej wykonywania podczas normalnej eksploatacji transformatorów w warunkach przemysłowych.

Najważniejszym, obok mechanizmu wnioskowania (blok klasyfikatora), elementem wykonanego systemu eksperckiego jest baza wiedzy zawierająca wieloparametryczne deskryptory stanowiące wzorce podstawowych form WNZ. Z grupy ponad 100 parametrów, które mogą być wykorzystywane do opisu sygnałów EA, wyselekcjonowano kilkadziesiąt deskryptorów, które stanowią kryteria porównawcze przy rozpoznawaniu podstawowych form WNZ, które można powiązać ze ściśle określonym typem defektu badanej izolacji transformatora.

W ramach realizacji projektu wykonano następujące zadania badawcze:

- zaprojektowano i wykonano układ modelujący transformator elektroenergetyczny,
- zaprojektowano i wykonano układy modelujące osiem podstawowych formy WNZ, jakie mogą występować w izolacji papierowo-olejowej,
- zaprojektowano oraz wykonano uchwyty mocujące przetworniki pomiarowe do powierzchni kadzi transformatora
- przeprowadzono doświadczalny dobór warunków pomiaru WNZ generowanych w układzie modelującym układ izolacyjny transformatora elektroenergetycznego oraz wybór parametrów metrologicznych mierzonych sygnałów EA,
- wykonano pomiary sygnałów EA generowanej w układach modelujących podstawowe formy WNZ
- wykonano pomiary WNZ wielokrotnych, wieloźródłowych i różnych typów.
- zbadano wpływ szeregu parametrów konstrukcyjno-technicznych wykorzystanych iskierników oraz parametrów fizykochemicznych oleju elektroizolacyjnego na powtarzalność uzyskiwanych wyników pomiarów i analiz,
- przeprowadzono analizę czasową, częstotliwościową i czasowo-częstotliwościową przy wykorzystaniu ciągłej i dyskretnej transformaty falkowej oraz krótkoczasowej transformaty Fouriera zmierzonych sygnałów EA,
- wyznaczono przebiegi funkcji autokorelacji i gęstości prawdopodobieństwa dla obliczonych przebiegów aproksymujących oraz dla poszczególnych detali,
- wykreślono wykresy funkcji autokowariancji, kowariancji wzajemnej oraz koherencji
- przeprowadzono analizę statystyczną pod kątem oceny powtarzalności i odtwarzalności uzyskiwanych wyników,
- wyznaczono wykresy i wskaźniki statystyk opisowych dla badanych form WNZ,
- dokonano doboru i wyznaczono wartości deskryptorów charakteryzujących zarejestrowane sygnały EA
- wykonano analizę porównawczą otrzymanych wyników pod kątem określenia ich przydatności do identyfikacji badanych form WNZ
- dokonano doboru sztucznej sieci neuronowej jako narzędzi klasyfikacji badanych form WNZ,
- utworzenie bazy wiedzy zawierającej wieloparametryczne deskryptory będące tzw. „odciskami palców” (ang. fingerprints) dla badanych form WNZ,
- zaprojektowanie systemu ekspertowego umożliwiającego diagnostykę układu izolacyjnego transformatora elektroenergetycznego podczas jego normalnej pracy z wykorzystaniem metody EA.
- wykonanie pomiarów WNZ przy wykorzystaniu metody EA w warunkach przemysłowych, podczas normalnej eksploatacji transformatorów elektroenergetycznych.
- przeprowadzono analizę porównawczą wyników pomiarów wykonanych w warunkach przemysłowych i laboratoryjnych pod kątem określenia przydatności praktycznej zaproponowanego systemu eksperckiego.