

Analiza odpowiedzi częstotliwościowej transformatora metodą indeksów zgrupowanych z wykorzystaniem ruchomego okna danych

Streszczenie. Transformatory są jednym z ważniejszych składników systemu elektroenergetycznego. Dlatego powinny być poddawane okresowym badaniom diagnostycznym. W celu określenia ich stanu mechanicznego stosuje się metodę FRA – analizę odpowiedzi częstotliwościowej. W artykule przedstawiono wpływ szerokości okna danych na ocenę odpowiedzi częstotliwościowej transformatora z zastosowaniem metody indeksów zgrupowanych. Przeprowadzone analizy umożliwiły poprawę oceny stanu technicznego części aktywnej transformatora metodą FRA.

Słowa kluczowe: transformator, analiza odpowiedzi częstotliwościowej, FRA, uzwojenia, indeksy numeryczne.

Wprowadzenie

Powszechnie stosowaną metodą nieniszczącą w diagnostyce transformatorów jest analiza odpowiedzi częstotliwościowej FRA. Badanie wykonywane w szerokim zakresie częstotliwości umożliwia wykrywanie uszkodzeń mechanicznych lub zwarć w uzwojeniach. Analiza wyników polega na porównaniu odpowiedzi wzorcowej danej jednostki (tzw. fingerprint) z badaniem aktualnie wykonanym. Na podstawie tego porównania identyfikowane i analizowane są różnice w odpowiedziach częstotliwościowych [1]. Przez złożoność sygnału odpowiedzi częstotliwościowej, na którą wpływają wszystkie parametry elektryczne transformatora (rezystancja, pojemność, sprzężenia magnetyczne itp.), interpretacja wyników jest często wspierana przez indeksy numeryczne [2].

Metoda indeksów zgrupowanych z wykorzystaniem ruchomego okna danych

Do analizy wyników odpowiedzi częstotliwościowej stosuje się wiele wskaźników numerycznych; autorzy przeanalizowali i porównali 14 najpopularniejszych indeksów liczbowych, a następnie dokonali podziału na cztery charakterystyczne grupy i opracowali „metodę indeksów zgrupowanych” [3]. Zazwyczaj wskaźniki te są stosowane dla całego zakresu częstotliwości rejestrowanych danych, zwracając jako wynik pojedynczą liczbę. Takie podejście jest mało dokładne i może prowadzić do wyciągnięcia niewłaściwych wniosków na temat aktualnego stanu badanej jednostki. To ograniczenie można ominąć obliczając wartość danego wskaźnika, nie dla całego analizowanego zakresu, ale dla określonego okna danych [4].

Wnioski

W artykule przedstawiono zastosowanie metody indeksów zgrupowanych wraz z wykorzystaniem ruchomego okna danych, co ułatwia i przyspiesza analizę porównywanych odpowiedzi częstotliwościowych. Przetestowano czternaście współczynników numerycznych na danych pochodzących z transformatora, w którego uzwojenia zostały wprowadzone kontrolowane deformacje. Relacja między znaną skalą deformacji, a uzyskanymi wynikami pozwoliła podzielić je na cztery grupy, co umożliwiło wprowadzenie metody indeksów zgrupowanych – GIM. Dokonując oceny czterema wybranymi wskaźnikami, wyniki obejmują wszystkie możliwe zachowania z badanej grupy 14 formuł. Następnie wyniki analizowano dla różnych szerokości ruchomego okna interpretowanych danych. Podejście to jest dokładniejsze i pozwala na wykrycie zmian geometrii uzwojenia, które są niewykrywalne przy standardowym podejściu z pojedynczą (globalną) wartością.

Literatura

1. IEEE Guide for the Application and Interpretation of Frequency Response Analysis for Oil-Immersed Transformers, IEEE Std C57.149-2012, 2013, pp. 1-72.
2. Szoka, W. Zastosowanie algorytmów do interpretacji wyników FRA, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 94 NR 10/2018, 134-137.
3. Banaszak, S.; Szoka, W. Transformer frequency response analysis with the grouped indices method in end-to-end and capacitive inter-winding measurement configurations. IEEE Trans. Power Deliv. 2019, 35, 571-579.
4. Banaszak, S.; Kornatowski, E.; Szoka, W. The Influence of the Window Width on FRA Assessment with Numerical Indices. Energies 2021, 14, 362.

Autorzy: dr hab. inż. Szymon Banaszak, prof. ZUT, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Wysokich Napięć i Elektroenergetyki, ul. Sikorskiego 37, 70-310 Szczecin, E-mail: szymon.banaszak@zut.edu.pl;
mgr inż. Wojciech Szoka, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Wysokich Napięć i Elektroenergetyki, ul. Sikorskiego 37, 70-310 Szczecin, E-mail: wojciech.szoka@zut.edu.pl