

Zaawansowane metody wzorcowania obciążeń przekładników

Grzegorz Sadkowski, Bogusław Pączek, Leszek Kotkiewicz (Zakład Elektryczny, GUM)

Artykuł ten opisuje aktualnie stosowane metody wzorcowań obciążeń przekładników w wybranych krajowych instytucjach metrologicznych (GUM w Polsce, ČMI w Czechach, PTB w Niemczech).

Opis i parametry obciążeń przekładników

Obciążenia przekładników (zwane potocznie skrzynkami obciążeń) są to przyrządy pomiarowe, które mają za zadanie odwzorować obciążenie elektryczne jakie stanowią dla przekładnika cewki wejściowe licznika energii elektrycznej. Istnieją dwa główne podziały obciążeń przekładników. Pierwszy ze względu na wielkość przetwarzaną: obciążenia napięciowe i prądowe. Drugi ze względu na charakter współczynnika mocy: rezystancyjne ($\cos\varphi = 1$) i indukcyjne ($\cos\varphi = 0,8$). Parametry obciążeń przekładników są znormalizowane, podobnie jak parametry samych przekładników. Występują obciążenia napięciowe na napięcia wtórne 100 V, $100/\sqrt{3}$ V, 110 V, $110/\sqrt{3}$ V. Znormalizowane wartości prądów obciążeń prądowych to 1 A i 5 A. Zakres wartości mocy pozornej obciążeń przekładników mieści się w szerokim zakresie od 1 do 500 VA.

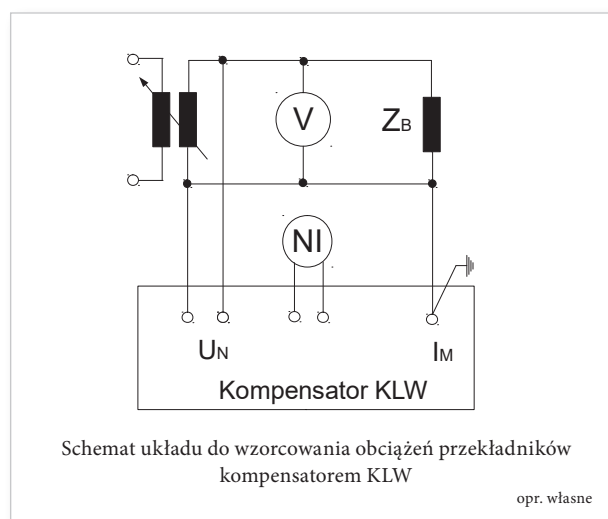
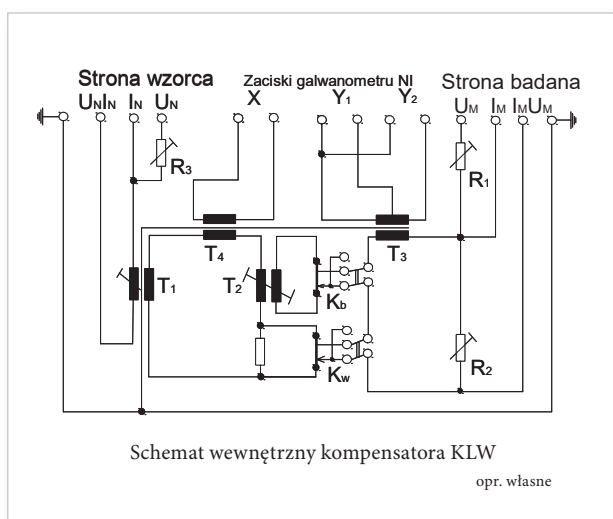
Błędy składowych czynnej i biernej nie powinny przekraczać wartości $\pm 3\%$ wartości znamionowych [2].

Metoda wzorcowania obciążeń przekładników stosowana w Głównym Urzędzie Miar (GUM)

Podstawową metodą stosowaną w GUM jest metoda mostkowa. Wykorzystywany jest w tym celu kompensator prądu przemiennego K LW firmy Hartmann & Braun. Kompensator jest mostkiem równoważonym ręcznie. Jest to przyrząd uniwersalny służący do pomiaru wielu wielkości elektrycznych. Wyniki pomiarów odczytuje się z nastaw dekad K_w i K_b . Żeby wyznaczyć wartość mierzonej wielkości należy odczytane wyniki podstawić do odpowiednich wzorów (1)(2) [1].

Obciążenia przekładników Z_B podłącza się jak na rysunku poniżej [1]. Spadek napięcia U_N na badanym obciążeniu Z_B jest równoważony w K LW napięciem wytwarzanym przez prąd I_M za pomocą rezystancji wchodzących w skład dekad K_w i K_b . Stan kompensacji (równowagi mostka) wskazuje galwanometr oscylograficzny NI.

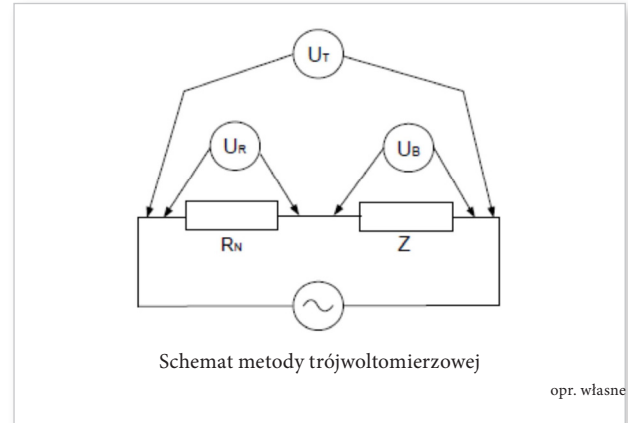
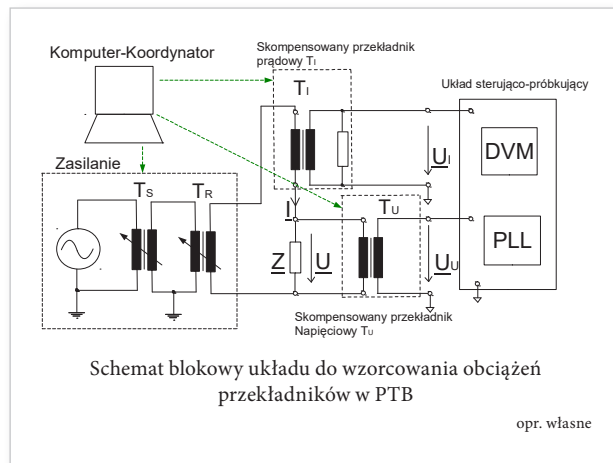
$$R = \frac{U_N}{I_M} K_w \quad (1)$$



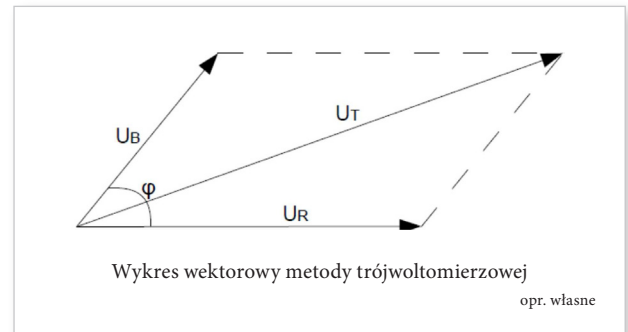
$$X = \frac{U_N}{I_M} K_B \quad (2)$$

Metoda wzorcowania obciążeń przekładników stosowana w Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) w Niemczech [3]

Układ do wzorcowania obciążeń przekładników pracujący w PTB przedstawiono na rysunku poniżej [3]. Wzorcowanie badanego obciążenia Z , polega na próbkowaniu woltmierzem DVM napięcia U_U proporcjonalnego do spadku napięcia na Z oraz napięcia U_I proporcjonalnego do prądu przepływającego przez Z . Próbkowanie odbywa się z częstotliwością zsynchronizowaną do częstotliwości sieci zasilającej za pomocą pętli synchronizacji fazowej PLL. Komputer koordynujący proces kalibracji oblicza dyskretną transformatę Fouriera (DFT) dla spróbkowanych napięć U_U i U_I i wyznacza zespoloną impedancję Z .



natomiast wzór na $\cos \varphi$ (4) wynika z wykresu wektorowego na rysunku poniżej. Jest to przekształcenie wzoru na przekątną równoległoboku.



$$\cos \varphi = \frac{U_T^2 - U_B^2 - U_R^2}{2U_B U_R} \quad (4)$$

Znając Z i $\cos \varphi$ można wyznaczyć składowe impedancji: czynną (5) i bierną (6).

$$R = (\operatorname{Re}Z) = Z \cos \varphi \quad (5)$$

$$X = (\operatorname{Im}Z) = Z \sin \varphi \quad (6)$$

Metoda wzorcowania obciążeń przekładników stosowana w Czeskim Instytucie Metrologicznym (ČMl) [4]

Metoda trójwoltmierzowa wykorzystywana przez pracowników Czeskiego Instytutu Metrologicznego polega na jednoczesnym pomiarze trzech napięć, U_B w badanym obciążeniu Z , U_R na rezystorze wzorcowym R_N oraz napięciu U_T na dwójniku $Z-R_N$ według rysunku.

Wzór na impedancję Z otrzymujemy z dzielnika napięciowego $Z-R_N$ (3),

$$Z = \frac{U_B}{U_R} R_N \quad (3)$$

Wdrożenie metody trójwoltmierzowej w GUM

W Zakładzie Elektrycznym w GUM przeprowadzono próby wzorcowania napięciowych obciążeń przekładników metodą trójwoltmierzową. Na początku wywzorcowano kompensatorem KLV badane obciążenie napięciowe. Następnie to samo obciążenie wywzorcowano za pomocą metody trójwoltmierzowej. Wyniki otrzymane za pomocą KLV zostały użyte jako referencyjne w stosunku do wyników z metody trójwoltmierzowej. Wyniki uzyskane przy pomocy metody trójwoltmierzowej dla składowej biernej różniły się od uzyskanych

za pomocą KLV w niektórych punktach pomiarowych w granicach 1–2 %. Powyższe wartości są zbyt duże, żeby na obecnym etapie używać metody trójwoltomierzowej w GUM jako podstawowej metody sprawdzania obciążeń przekładników.

Wnioski

Zaletą metody trójwoltomierzowej i metody stosowanej w PTB jest możliwość pełnej automatyzacji pomiaru, przez którą rozumie się nastawianie punktów pomiarowych, zapis wyników pomiarów, wykonanie niezbędnych obliczeń oraz tworzenie protokołu pomiarowego. Kolejną zaletą jest możliwość łatwego uzyskania spójności pomiarowej dla tej metody od wzorców podstawowych znajdujących się w GUM (wzorce napięcia i rezystancji). Dokładność metody trójwoltomierzowej można podnieść poprzez zastosowanie woltomierzy o lepszych paramet-

trach metrologicznych, rezystora wzorcowego o dużej mocy i wysoko stabilnego źródła zasilania. Zaletą stosowania obecnie w GUM metody mostkowej jest wzorcowanie obciążeń przekładników w szerokim zakresie. Wadą tej metody jest brak możliwości automatyzacji procesu pomiarowego oraz konieczność wzorcowania przyrządu w zagranicznej instytucji metrologicznej.

Literatura

- [1] Instrukcja obsługi Kompensatora KLV.
- [2] PTB Testing Instructions, wydanie 12 *Instrument Transformers*, Physikalisch-Technische Bundesanstalt 1977.
- [3] Mohns E., Roeissle G., Kurten Ihnenfld W. G.: *PTB Instrument Transformer Burden Measurement System*.
- [4] Draxler K., Styblikova R., Ulvr M.: *Advanced Procedures for Calibration of Instrument transformer Burdens*.