

1. Cel ćwiczenia

Poznanie metod pomiaru błędów przekładników prądowych do zabezpieczeń w stanach przejściowych.

Wykonanie pomiaru błędów dla przekładników klasy TPZ, wyznaczenie charakterystyk linearyzowanych przekładników o różnej liczbie szczelin powietrznych. Wyznaczenie szczytowego chwilowego błędu składowej przemiennej prądu $\hat{\varepsilon}_{ac}$ przy zastosowaniu alternatywnej metody prądu stałego. Zarejestrowanie przebiegów napięć na bocznikach oraz odpowiadające im przebiegi prądów: pierwotnego, wtórnego i magnesującego.

2. Podstawy teoretyczne

Przekładniki zabezpieczeniowe do stanów przejściowych klasy **TP** (Transient Performance) dostarczają informacji o stanach awaryjnych. Nie muszą spełniać szczególnych wymagań dokładności transformacji w zakresie prądów znamionowych, natomiast powinny działać szybko i wymaga się od nich dokładnej transformacji prądów pierwotnych silnie odkształconych. Dokładność przekładników klasy TPX (rdzeń ferromagnetyczny nielinearyzowany) i TPY (rdzeń ferromagnetyczny nieznacznie nielinearyzowany) jest określana przez chwilowy błąd szczytowy $\hat{\varepsilon}$. Natomiast dla badanych w tym ćwiczeniu przekładników **klasy TPZ z rdzeniem ferromagnetycznym silnie linearyzowanym** przez szczytowy chwilowy błąd składowej przemiennej prądu $\hat{\varepsilon}_{ac}$.

Błąd szczytowy chwilowy (całkowity) $\hat{\varepsilon}$ jest to maksymalna wartość chwilowego prądu błędu dla określonego cyklu łączeniowego w stosunku do szczytowej wartości chwilowej znamionowego pierwotnego prądu zwarciovego, wyrażana w procentach

$$\hat{\varepsilon} = \frac{\hat{i}_{\varepsilon}}{\sqrt{2}I_{psc}} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie *chwilowy prąd błędu* i_{ε} jest to różnica pomiędzy wartościami chwilowymi prądu wtórnego i_s , pomnożonego przez znamionową przekładnię zwojową K_n i prądu pierwotnego i_p

$$i_{\varepsilon} = K_n i_s - i_p, \quad (2)$$

błąd szczytowy chwilowy składowej przemiennej prądu $\hat{\varepsilon}_{ac}$ jest to maksymalna wartość chwilowa błędu składowej okresowej w stosunku do szczytowej wartości chwilowej znamionowego pierwotnego prądu zwarciovego, wyrażona w procentach

$$\hat{\varepsilon}_{ac} = \frac{\hat{i}_{\varepsilon ac}}{\sqrt{2}I_{psc}} \cdot 100\% \quad (3)$$

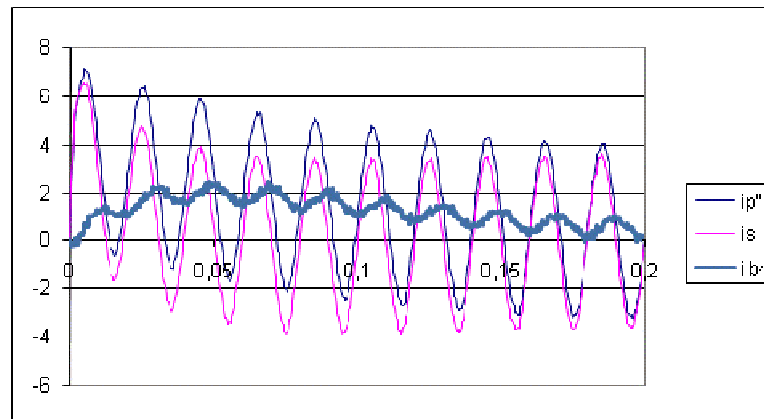
gdzie $\hat{i}_{\varepsilon ac}$ – amplituda składowej przemiennej prądu błędu.

W zasadzie sieć można traktować jako obwód inercyjny pierwszego rzędu określony zastępczą rezystancją R_p i zastępczą indukcyjnością L_p . Dla takiego obwodu można wyznaczyć stałą czasową sieci T_p , zwaną stałą czasową obwodu pierwotnego, która określa czas trwania stanu nieustalonego w sieci *przy założeniu, że wcześniej nie zadziałała zabezpieczenia*. Wówczas można przewidzieć postać prądu pierwotnego przekładnika o składowej symetrycznej I_{psc} , zwanej znamionowym pierwotnym prądem zwarciovym

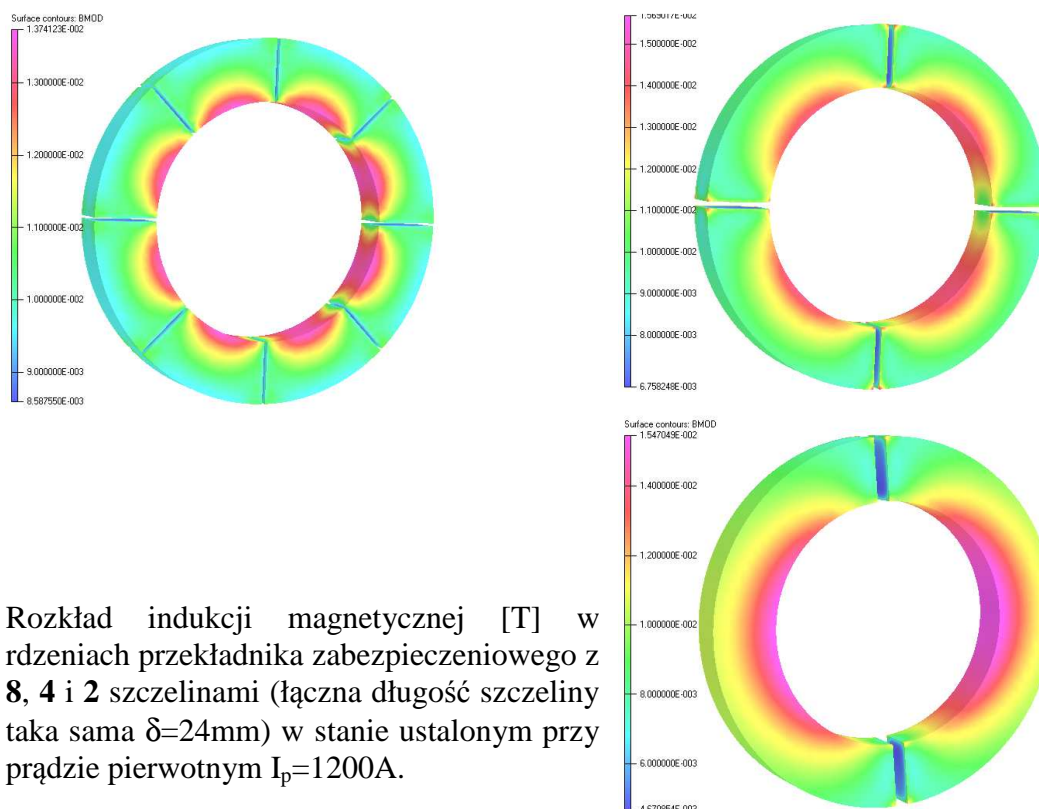
$$i_p = \sqrt{2}I_{psc} \left\{ \cos(\omega t + \Theta) - \cos \Theta \cdot e^{-\frac{t}{T_p}} \right\} \quad (4)$$

gdzie: $T_p = \frac{L_p}{R_p}$ – zastępcza stała czasowa obwodu pierwotnego, Θ – kąt, przy którym wystąpiło zwarcie w obwodzie pierwotnym.

Założenie, że zwarcie wystąpiło przy $t=0$ i $\Theta=0$ pozwala (zgodnie z normą) rozpatrzeć najgorszy przypadek, gdy występuje największa wartość składowej przejściowej prądu i_p .



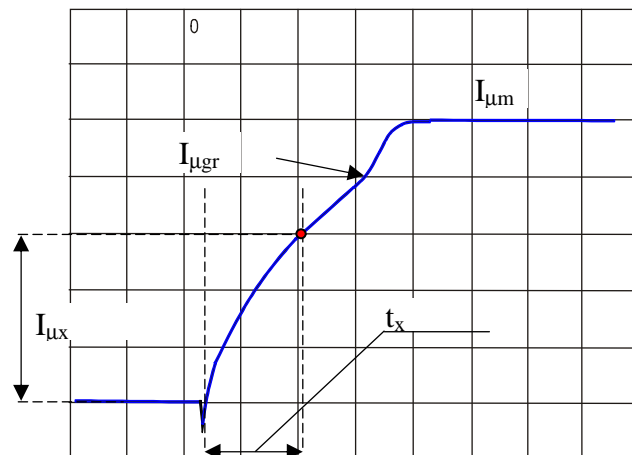
Przykładowe przebiegi prądu pierwotnego $i_p(t)$ i wtórnego z udziałem składowej aperiodycznej, oraz prądu błędu $i_\epsilon(t)$ pokazano są na rysunku.



Rozkład indukcji magnetycznej [T] w rdzeniach przekładnika zabezpieczeniowego z **8, 4 i 2** szczelinami (łączna długość szczeliny taka sama $\delta=24\text{mm}$) w stanie ustalonym przy prądzie pierwotnym $I_p=1200\text{A}$.

Znamienne parametry stanu przejściowego przekładnika zabezpieczeniowego typu TPZ takie jak; stała czasowa obwodu wtórnego T_s , szczytowy chwilowy błąd składowej przemiennej $\hat{\varepsilon}_{ac}$ i maksymalny prąd magnesujący $I_{\mu m}$ mogą być określone przy zastosowaniu alternatywnej metody prądu stałego.

Pomierzone wartości prądu granicznego stanu nasycenia, maksymalny prąd magnesujący $I_{\mu m}$ wybranego punktu $(t_x, I_{\mu x})$ przebiegu $i_{\mu}(t)$ umożliwiają wyznaczenie stałej czasowej obwodu wtórnego T_s :



Przykładowy przebieg prądu magnesującego w alternatywnej metodzie prądu stałego

$$T_s = \frac{-t_x}{\ln \left(1 - \frac{I_{\mu x}}{I_{\mu m}} \right)} \quad (5)$$

gdzie $I_{\mu x}$, t_x parametry **wybranego punktu** na liniowej części charakterystyki magnesowania. Wartość stałej czasowej obwodu wtórnego pozwala na wyznaczenie szczytowego błędu chwilowego składowej przemiennej $\hat{\varepsilon}_{ac}$.

$$\hat{\varepsilon}_{ac} = \frac{100}{\omega T_s} \% = \frac{50}{\pi f_n T_s} \% \quad (6)$$

gdzie f_n - częstotliwość znamionowa.

oraz dokonanie oceny, czy w stanie przejściowym maksymalna wartość chwilowa prądu magnesującego $I_{\mu m}$ (łącznie ze składową nieokresową) nie przekracza wartości granicznej $I_{\mu gr}$. W tym celu należy sprawdzić słuszność następującej relacji:

$$I_{\mu m} = \sqrt{2} K_{ssc} I_{sn} \left(\frac{T_p}{T_s} \right)^{\frac{T_s}{T_s - T_p}} \leq I_{\mu gr} \quad (7)$$

