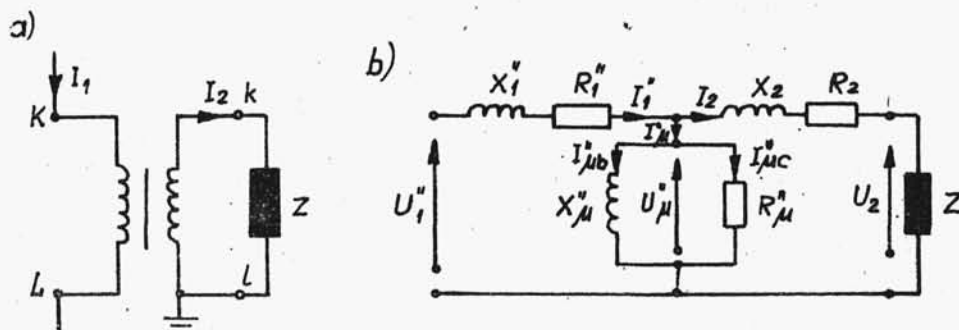


1. PRZEKŁADNIKI PRĄDOWE

1.1. Wstęp

Przekładniki prądowe (transformatory prądowe) są przeznaczone do transformowania prądów przemiennych, płynących w obwodach głównych sieci elektroenergetycznych wysokiego i niskiego napięcia na prądy o mniejszych wartościach, zasilające przyrządy pomiarowe i zabezpieczeniowe, izolując jednocześnie obwody pomiarowe i zabezpieczeniowe od obwodów głównych.

Schemat przekładnika prądowego magnetycznego, realizowanego jako transformator jednofazowy, przedstawiono na rys.1.1a, a jego schemat zastępczy na rys.1.1b. Przez uzwojenie pierwotne przekładnika przepływa prąd mierzony I_1 , w uzwojeniu wtórnym, do którego zacisków (k,l) przyłączone są szeregowo uzwojenia prądowe przyrządów pomiarowych i zabezpieczeniowych, zasilanych przez przekładnik, płynie prąd I_2 , którego wartość powinna być w określonej skali miarą prądu pierwotnego.



Rys.1.1. Przekładnik prądowy a) sposób oznaczania, b) schemat zastępczy

Pouczające jest porównanie warunków pracy przekładnika prądowego i transformatora energetycznego. Pierwszy z nich pracuje przy wymuszeniu prądowym, podczas gdy w transformatorze energetycznym mamy wymuszenie napięciowe.

Uzwojenie pierwotne przekładnika prądowego włączone jest szeregowo do sieci elektroenergetycznej, w związku z czym przepływa przez nie prąd płynący w tej sieci i stan uzwojenia wtórnego przekładnika nie ma praktycznie wpływu na wartość prądu pierwotnego. Stan uzwojenia wtórnego wpływa natomiast na wartość indukcji magnetycznej w rdzeniu przekładnika. Prąd I_2 wywołuje bowiem powstanie strumienia magnetycznego skierowanego przeciwnie do strumienia wymuszonego prądem I_1 . Uzwojenie wtórne przekładnika w normalnych warunkach pracy jest obciążone niewielką impedancją Z (uzwojeń prądowych przyrządów pomiarowych i zabezpieczeniowych) i znajduje się w stanie bliskim stanu zwarcia. Wartość indukcji magnetycznej w rdzeniu jest wówczas mała, gdyż prąd I_2 kompensuje wzbudzenie rdzenia wywołane prądem I_1 . Wynika to również z analizy schematu zastępczego przekładnika (rys.1.1b). Przy małej wartości Z , prąd magnesujący I''_μ ma również małą wartość, gdyż poprzeczna gałąź magnesowania Z''_0 o znacznej wartości jest zwierana przez równoległą gałąź charakteryzującą obciążenie. Przy małej wartości I''_μ indukcja magnetyczna w rdzeniu jest niewielka: w warunkach normalnego obciążenia indukcja w rdzeniu wynosi $B = (0,1 - 0,4)T$. Zwiększanie obciążenia uzwojenia wtórnego przekładnika prądowego oznacza wzrost impedancji przyłączanej do zacisków wtórnych. W skrajnym przypadku, gdy wartość tej impedancji wzrośnie do nieskończoności (zaciski wtórne przekładnika rozwarte), odwzbudzające działanie prądu I_2 przestaje występować, a indukcja magnetyczna w rdzeniu - wywołana jedynie prądem I_1 - osiąga znaczne wartości.

Transformator energetyczny zasilany jest napięciowo, a wartość prądu w obu jego uzwojeniach zależy również od stopnia obciążenia uzwojenia wtórnego. W tych warunkach zwiększanie obciążenia oznacza oczywiście zmniejszanie wartości impedancji przyłączonej do zacisków uzwojenia wtórnego. Nadmierne jej zmniejszenie prowadzi do stanu zwarcia, który - z uwagi

na zbyt duże wartości prądu w obu uzwojeniach transformatora - jest stanem nienormalnym. Powyższe porównanie miało na celu zwrócenie uwagi Czytelnika na specyfikę warunków pracy przekładnika prądowego.

W zależności od przeznaczenia, przekładniki prądowe dzielą się na pomiarowe i zabezpieczeniowe. Pierwsze z nich powinny transformować prądy z dostateczną dokładnością (w zależności od rodzaju pomiaru) w zakresie pracy normalnej^{x)}. Od przekładników zabezpieczeniowych wymaga się natomiast poprawnej transformacji w znacznie szerszym zakresie prądów, dopuszczając jednakże nieco większe - niż w przypadku przekładników pomiarowych - błędy transformacji. Współczesne konstrukcje przekładników (szczególnie w zakresie najwyższych napięć) są realizowane jako wielordzeniowe ze wspólnym uzwojeniem pierwotnym, z których część rdzeni wraz z uzwojeniami wtórnymi używana jest jako przekładniki zabezpieczeniowe, a część jako pomiarowe.

Dla przekładników prądowych są określane następujące parametry znamionowe:

- znamionowe napięcie izolacji U_n ,
- znamionowy prąd pierwotny I_{1n} ,
- znamionowy prąd wtórny I_{2n} ,
- znamionowa moc obciążeniowa S_n i odpowiadająca jej klasa dokładności Δ ,
- znamionowy prąd szczytowy i_{sn} ,
- znamionowy prąd jednosekundowy I_{1s} ,
- znamionowa liczba przetężeńowa n (prądowa bądź wskazowa),
- największa odległość wspornika przewodu.

Przekładniki prądowe są budowane na następujące prądy pierwotne: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 3000 i 4000 A. Prądów znamionowych większych od 4000 A nie normalizuje się.

^{x)} Za pracę normalną uważa się zakres prądów $(0,1 \div 1,2)I_n$ -
- gdzie I_n - znamionowy prąd ciągły przekładnika.

Znamionowe prądy wtórne powinny mieć wartości: 5, 2 lub 1 A.

Przekładniki są budowane dla następujących mocy znamionowych: 2,5; 5; 10; 15; 30; 45; 60 i 90 VA przy współczynniku mocy 0,8 ind. Należy przy tym pamiętać, że z pojęciem mocy znamionowej przekładnika związana jest ściśle klasa dokładności. Wytwórca określa wartość mocy w danej klasie dokładności, przy czym ten sam przekładnik może mieć różne wartości mocy znamionowych w różnych klasach dokładności.

Norma PN-71/E-06552 zaleca następujące wartości znamionowych prądów szczytowych: 1; 2; 3,5; 4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160 kA oraz znamionowych prądów jednosekundowych: 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 50; 63 kA.

1.2. Praca normalna przekładnika

Warunki pracy normalnej dotyczą przede wszystkim przekładników pomiarowych, gdyż w tym zakresie prądów tj. $(0,1 \div 1,2) I_n$ powinny one spełniać poprawnie swoją funkcję. Z analizy schematu zastępczego przekładnika (rys.1.1b) wynika, że bezbłędna transformacja jest niemożliwa i że źródłem błędu jest prąd magnesujący.

Dla scharakteryzowania błędu transformacji wprowadza się pojęcia błędu prądowego i kąтового.

Błąd prądowy ΔI jest określany wzorem:

$$\Delta I = \frac{I_2 \mathfrak{I}_n - I_1}{I_1} 100\% , \quad (1.1)$$

przy czym I_1 jest prądem pierwotnym, I_2 prądem wtórnym a $\mathfrak{I}_n^{x)}$ przekładnią znamionową przekładnika.

^{x)} W przybliżeniu można przyjąć, że:

$$\mathfrak{I}_n = \frac{I_{1n}}{I_{2n}} \approx \frac{z_2}{z_1}$$

gdzie z_1 , z_2 - liczby zwojów uzwojenia pierwotnego i wtórnego.