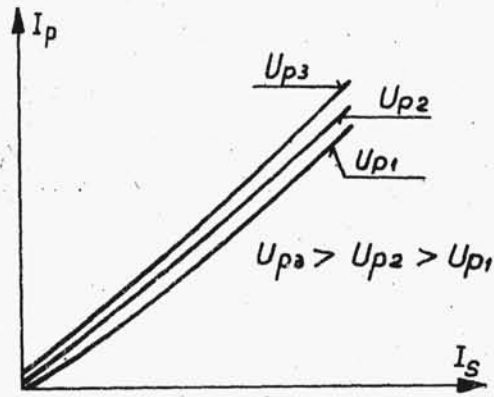


Rys.2.11. Wpływ strat na przebieg prądu przemiennego: 1-bez uwzględnienia strat 2 - z uwzględnieniem strat na histerezę i na prądy wirowe



Rys.2.12. Charakterystyki sterowania transduktora $I_p = f(I_s)$ dla różnych wartości napięcia przemiennego

Rzeczywiste rozwiązania konstrukcyjne przekładników prądu stałego są realizowane głównie dla potrzeb trakcji elektrycznej (3 kV) oraz dla potrzeb przemysłowej elektrolizy (niskie napięcia). Wartości prądów mierzonych mogą się zmieniać w zależności od zastosowań w bardzo szerokich granicach (od kilku do kilkudziesięciu kiloamperów). Są to z zasady rozwiązania opracowywane i wykonywane dla określonych potrzeb.

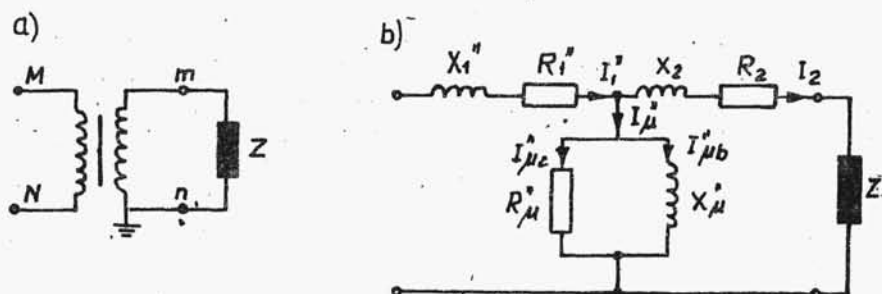
3. PRZEKŁADNIKI NAPIĘCIOWE

3.1. Wstęp

Przekładniki napięciowe (transformatory napięciowe) są przeznaczone do transformowania wysokich napięć pierwotnych na napięcia wtórne niskie, zasilające przyrządy pomiarowe i zabezpieczeniowe, izolując jednocześnie obwody pomiarowe i zabezpieczeniowe od obwodów głównych.

Przekładniki napięciowe są budowane w dwu odmianach, jako indukcyjne i pojemnościowe. Przekładniki pojemnościowe są budowane na napięcia ≥ 110 kV. Wprowadzenie przekładników po-

jemnościowych wynikało głównie z dużych trudności technicznych i związanych z tym znacznych kosztów realizacji izolacji uzwojenia pierwotnego przekładników indukcyjnych na najwyższe napięcia. Konstrukcje pojemnościowe mogą być jednocześnie wykorzystywane jako łącza telefonii nośnej. Mają one jednak i istotne wady, o których będzie mowa w dalszych punktach tego rozdziału.



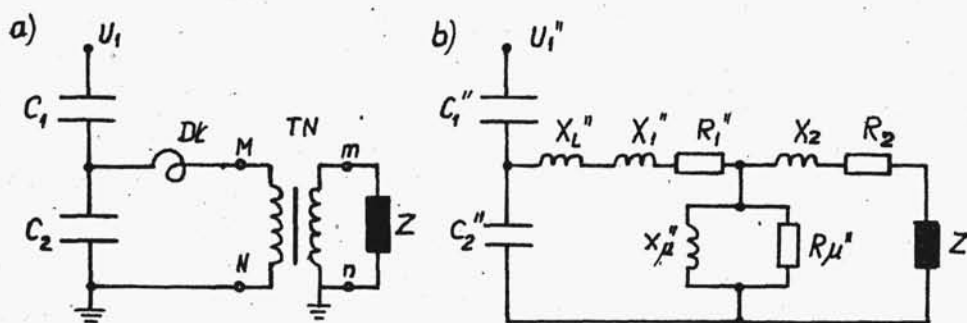
Rys. 3.1. Schemat przekładnika napięciowego indukcyjnego:
a) sposób oznaczania, b) schemat zastępczy

Schemat przekładnika napięciowego indukcyjnego, realizowanego jako transformator jednofazowy, przedstawiono na rys. 3.1a, a jego schemat zastępczy - na rys. 3.1b. Do uzwojenia pierwotnego jest przyłożone napięcie mierzone (U_1), na zaciskach uzwojenia wtórnego (m, n) - do których przyłączone są równolegle uzwojenia napięciowe przyrządów pomiarowych względnie zabezpieczeniowych - powstaje napięcie U_2 , którego wartość jest w określonej skali miarą napięcia pierwotnego. Uzwojenie pierwotne przekładnika jest przyłączane pomiędzy fazą a ziemią lub pomiędzy dwie fazy układu elektroenergetycznego. Do zacisków wtórnych przyłączane są (równolegle): woltomierze, uzwojenie napięciowe watomierzy, liczników lub przekładników zabezpieczających.

Porównując, analogicznie jak to miało miejsce w p.1.1, warunki pracy przekładnika napięciowego i transformatora energetycznego trzeba stwierdzić, że zarówno przekładnik napięciowy jak i transformator energetyczny pracują przy wymuszeniu napięciowym. Oznacza to, że prąd płynący w uzwojeniu pierwotnym przekładnika zależy od obciążenia uzwojenia wtórnego.

W miarę wzrostu obciążenia (tj. zmniejszania impedancji przyłączonej do zacisków wtórnych) wzrasta prąd I_2 , a tym samym wzrasta również prąd w uzwojeniu pierwotnym (I_1). W normalnych warunkach pracy, moc pobierana z uzwojenia wtórnego jest niewielka, tak, że przekładnik pracuje w warunkach bliskich stanu jałowego.

Nadmierne zwiększanie obciążenia (tj. zmniejszanie impedancji przyłączonej do zacisków wtórnych przekładnika) prowadzi do nadmiernych wartości prądów w obu uzwojeniach, co przy długim czasie przepływu może spowodować cieplne uszkodzenie uzwojeń. W przypadku zwarcia zacisków wtórnych przekładnika, uszkodzenie może nastąpić już przy bardzo krótkich czasach przepływu prądu. Dlatego też zachodzi konieczność zabezpieczenia obwodów wtórnych przekładników napięciowych przed zwarciami (np. przy użyciu bezpieczników).



Rys. 3.2. Schemat przekładnika napięciowego pojemnościowego:
a) sposób oznaczania, b) schemat zastępczy

Schemat przekładnika napięciowego pojemnościowego przedstawiono na rys. 3.2a, a jego schemat zastępczy na rys. 3.2b. Przekładnik pojemnościowy składa się z dzielnika pojemnościowego oraz części indukcyjnej przyłączonej do dolnego członu dzielnika. Napięcie dolnego członu dzielnika wynosi zazwyczaj ok. 20 kV. Przekładniki pojemnościowe mogą mierzyć jedynie napięcia fazowe, gdyż dolny zacisk dzielnika musi być uziemiony.

W zależności od przeznaczenia przekładniki napięciowe dzielą się na pomiarowe i zabezpieczeniowe. Pierwsze z nich powinny transformować napięcie z dostateczną dokładnością (zależnie od rodzaju pomiaru) w zakresie pracy normalnej. Za pra-

cę normalną uważa się pracę w zakresie zmian napięcia $(0,8 \div 1,2) U_n$ oraz w zakresie zmian obciążenia uzwojenia wtórnego $(0,25 \div 1,0) S_n$. Od przekładników zabezpieczeniowych wymaga się prawidłowej transformacji w znacznie szerszym przedziale zmian napięcia $(0,05 \div k_N^x) U_n$, dopuszczając jednakże nieco większe - niż w przypadku przekładników pomiarowych - błędy transformacji.

Dla przekładników napięciowych są określone następujące parametry znamionowe:

- znamionowe napięcie pierwotne,
- znamionowe napięcie wtórne,
- współczynnik napięciowy k_N ,
- znamionowa moc obciążenia S_n i odpowiadająca jej klasa dokładności,
- moc graniczna.

Przekładniki są wykonywane na następujące napięcia znamionowe pierwotne: 3, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 110, 220 i 400 kV.

Napięcia znamionowe pierwotne przekładników przeznaczonych do pracy z jednym uziemionym zaciskiem uzwojenia pierwotnego są równe podanym wyżej wartościom podzielonym przez $\sqrt{3}$.

Napięcie znamionowe wtórne przekładników przeznaczonych do pomiaru napięć międzyprzewodowych wynosi 100 V, a przekładników do pomiaru napięć fazowych odpowiednio $100/\sqrt{3}$ V. W przypadku uzwojeń dodatkowych wynosi ono $100/3$ V.

Wartość współczynnika k_N wynosi:

- dla przekładników przeznaczonych do pomiaru napięć międzyprzewodowych $k_N = 1,2$;

- dla przekładników do pomiaru napięć fazowych w układach ze skutecznie uziemionym punktem zerowym $k_N = 1,5$;

- dla przekładników do pomiaru napięć fazowych w układach z izolowanym punktem zerowym $k_N = 1,9$.

x) k_N - współczynnik napięciowy określający krotność znamionowego napięcia pierwotnego, zależną od sposobu uziemienia punktu zerowego sieci.

Przekładniki są budowane dla następujących mocy znamionowych: 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 i 500 VA przy współczynniku mocy 0,8 ind. Należy podkreślić, że z mocą znamionową obciążenia 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.

Moc graniczna przekładnika napięciowego jest to największe długotrwałe obciążenie przekładnika przy napięciu znamionowym, przy którym w żadnej części przekładnika nie zostanie przekroczona temperatura dopuszczalna.

3.2. Praca normalna przekładników

Głównym wymaganiem stawianym przekładnikom napięciowym jest możliwie dokładna transformacja w określonych warunkach napięciowych i obciążeniowych.

Z analizy schematu zastępczego przekładnika indukcyjnego (rys.3.1b) wynika, że bezbłędna transformacja jest niemożliwa i że źródłem błędu jest spadek napięcia na szeregowej impedancji przekładnika.

Dla scharakteryzowania błędu transformacji wprowadza się pojęcie błędu napięciowego i kąтового.

Błąd napięciowy ΔU jest określony wzorem:

$$\Delta U = \frac{j_n U_2 - U_1}{U_1} 100\% , \quad (3.1)$$

przy czym U_1 jest napięciem pierwotnym U_2 napięciem wtórnym, a $j_n^{(x)}$ przekładnią znamionową przekładnika.

x) $j_n = \frac{U_{1n}}{U_{2n}}$; w przybliżeniu można przyjąć, że $j_n \approx \frac{z_1}{z_2}$, gdzie z_1, z_2 - liczby zwojów uzwojenia pierwotnego i wtórnego.