|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **logo_AGH.tif**  **Wydział**: EAIiIB | **Imię i nazwisko:**  **Konrad Kaczmarczyk**  **Jakub Cios**  **Damian Krakowiecki**  **Dawid Blajer**  **Jakub Kiepas**  **Maksymilian Jura** | | **Rok: III** |
| **Blok: B** |
| **Grupa: 1** |
| **Data wykonania:**  **06.11.23** | **LABORATORIUM MASZYN ELEKTRYCZNYCH**  **Ćw. T1 Transformator trójfazowy - pomiary parametrów** | | |
| **Zaliczenie:** | **Podpis prowadzącego:** | **Uwagi:** | |

# Wstęp

Celem danego ćwiczenia było sprawdzenie działania transformatora w praktyce. Badania przeprowadzaliśmy na transformatorze trójfazowym 380/240V, 11,4/18,1A o mocy 7,5kVA i układzie połączeń Yy0 co oznacza, że strona górna oraz dolna   
jest połączona w gwiazdę, a napięcie wejściowe w stosunku do wyjściowego jest przesunięte o 0st.

# Pomiary

## Stan jałowy

Podłączyliśmy transformator do zasilania o napięciu 240V. Ustawiliśmy przekładnie przekładników prądowych na 5/5A. Korzystając z miernika N10, dokonaliśmy pomiaru średnich wartości napięć, prądów, mocy czynnej oraz mocy pozornej i cosφ. Zmienialiśmy napięcie zasilania zgodnie z instrukcjami, zaczynając od wartości maksymalnej i stopniowo zmniejszając. Przeprowadziliśmy jeden z pomiarów przy nominalnej wartości napięcia w celu określenia przekładni napięciowej.

Obraz zawierający diagram, Plan, linia, Rysunek techniczny

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 1 Układ połączeń do pomiarów w stanie jałowym



Przekładnia napięciowa obliczona kolejno z wartości nominalnych oraz przeprowadzonych pomiarów.

Jak można zauważyć obliczona przez nas przekładnia wyszła większa.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 2 Zależność prądu biegu jałowego od napięcia

Związek między prądem jałowym a napięciem w przypadku wyższych wartości napięcia znacznie odbiega od liniowego przebiegu. W tym zakresie, przybliżenie tego związku za pomocą funkcji kwadratowej generuje mniejsze odchyłki w porównaniu   
do funkcji liniowej. Szybszy wzrost prądu niż w przypadku linii wynika z nasycenia się żelaza rdzenia przy większych wartościach indukcji. W rezultacie efektywna impedancja gałęzi magnesującej schematu zastępczego maleje.

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 3 Zależność mocy na biegu jałowym od napięcia

Wzrost strat mocy P0 jest dobrze przybliżony funkcją kwadratową. Taki kształt charakterystyki znajduje uzasadnienie w kwadratowej zależności strat w żelazie od indukcji magnetycznej. Straty mocy w uzwojeniu są niewielkie podczas pracy bez obciążenia.

Obraz zawierający tekst, Wykres, linia, zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 4 Zależność współczynnika cosφ na biegu jałowym od napięcia

W miarę zwiększania głównie składowej biernej prądu, obserwujemy równoczesny spadek współczynnika mocy cosφ.

## Stan zwarcia

W tej konfiguracji zasilaliśmy stronę wysokiego napięcia transformatora, podczas gdy strona 240V była zwarciem. Ustawiliśmy przekładniki prądowe na 20/5. Zaciski prądowe,   
tj. U1, V1, W1, zostały połączone zgodnie z poniższym schematem, natomiast zaciski U2, V2, W2 zostały spięte. W celu podwyższenia napięcia, zaciski napięciowe U, V, W zostały połączone za pomocą przekładników napięciowych o przekładni 30/150. Otrzymane średnie wartości napięć, prądów, mocy czynnej oraz mocy pozornej i cosφ, odczytane z miernika N10, zostały następnie pomnożone przez mnożniki określone przez przekładniki, aby uzyskać wartości rzeczywiste.

Obraz zawierający diagram, Plan, Rysunek techniczny, linia

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 5 Układ połączeń do pomiarów w stanie zwarcia



Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, Wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 6 Zależność prądu biegu zwarciowego od napięcia

Prąd zmienia się niemalże liniowo wraz z napięciem. Ten efekt wynika z braku nasycenia rdzenia, gdyż prąd zwartego uzwojenia drugiej strony działa odmagnesowująco.

Obraz zawierający tekst, Wykres, diagram, linia

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 7 Zależność mocy zwarciowej od napięcia

Dobrze oddając charakterystykę, moc została przybliżona funkcją kwadratową   
ze względu na to, że straty mocy głównie występują w uzwojeniu i są zatem proporcjonalne do kwadratu prądu.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, Wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 8 Zależność współczynnika cosφ od napięcia podczas zwarcia

Z uwagi na to, że parametry są niezależne od napięcia, współczynnik mocy cosφ pozostaje praktycznie stały.

**Schemat zastępczy transformatora**

Obraz zawierający diagram, linia, Rysunek techniczny, Plan

Opis wygenerowany automatycznie

Grafika 9 Schemat zastępczy transformatora

Dla uproszczenia obliczeń wartości schematu zastępczego przyjmujemy,   
iż transformator jest jednofazowy. Widok parametrów obliczamy od strony wysokiego napięcia, pamiętając o tym iż zwarcie było dla zasilania strony wysokiego napięcia, a stan jałowy dla zasilania strony niskiego napięcia.

Stan jałowy: U10=240,5V, I0=0,972A, P0=112,55

Stan zwarcia: U1k=12,76V, I1k=11,76A, Pk=221,12W

Zatem ostateczne wartości przyjętego schematu zastępczego są następujące:

R1=R2’=0,27

X1=X2’=0,17

RFe=515,10

Xµ=149,30

**Sprawność transformatora**

Sprawność transformatora obliczyliśmy metodą strat poszczególnych dla warunków znamionowych korzystając z poniższego wzoru.

Sprawność jest proporcją mocy oddanej do sumy mocy pobranej i oddanej. W kontekście transformatora i powyższego równania, moc oddana jest oznaczana jako Podd,   
PdFe reprezentuje straty w rdzeniu związane z histerezą i prądami wirowymi, a PdCu to straty   
w przewodach wynikające z ich rezystancji. Indeksy Fe i Cu odnoszą się odpowiednio   
do żelaza i miedzi. Wartości użyte w powyższym równaniu zostały obliczone na podstawie tablicy znamionowej oraz parametrów elementów schematu zastępczego, które zostały obliczone w poprzednim punkcie.