

DETERMINAREA FLUXULUI MAGNETIC DE DISPERSIE ȘI MUTUAL ÎN TRANSFORMATOARE CU APLICAȚIA METODEI ELEMENTELOR FINITE

Autor: Grigore TOFAN
Conducător științific: prof. univ. dr. hab. Tudor AMBROS

Abstract: *se propune metoda de calcul a parametrilor transformatorului electric monofazat cu aplicația metodei elementelor finite. Rezultatele pot fi folosite în proiectarea transformatoarelor.*

Cuvinte cheie: *flux mutual, câmp magnetic, înfășurare, parametrii, reactanță, coloană, transformator.*

Cercetarea mașinilor electrice inclusiv a transformatoarelor este strâns legată de descrierea câmpului electric și magnetic existent în interiorul și exteriorul dispozitivului în studiu. Aceste câmpuri sunt descrise de ecuațiile Poisson juste pentru repartizarea sarcinilor electrice sau a curenților din interiorul spațiului respectiv.

Ecuațiile Laplace sunt un caz particular al sistemului de ecuații Poisson. Aceste ecuații sunt frecvent folosite în descrierea câmpului magnetic în mașinile și transformatoarele electrice.

Metodele de soluționare a acestor ecuații se împart în analitice și numerice. Metodele analitice reprezintă soluționarea ecuațiilor algebrice fiind folosite valorile parametrilor care determină câmpul magnetic.

Pentru metodele numerice soluția reprezintă totalitatea valorilor numerice care descriu funcția câmp pentru o valoare parțială a totalității valorilor parametrilor. Ultima metodă a căpătat o extindere tot mai amplă în soluționarea multor probleme inclusiv dedicate descrierii și calculul câmpului magnetic din transformatoarele electrice datorită implementării tehnicii de calcul în aplicațiile practice.

În lucrare este folosită programul FEMM pentru determinarea câmpului magnetic mutual și de dispersie în vederea calculului reactanțelor X_m și X_σ . Calculul acestor parametri depinde în mare măsură de geometria sistemului magnetic, felul de montare a înfășurărilor pe coloane și nu în ultimul rând de neglijarile adoptate.

Metoda elementelor finite fiind aplicată corect adică harta sau tabloul repartizării liniilor magnetice trebuie să fie descris în așa mod ca acesta să fie apropiat de cel real existent în dispozitivul electromagnetic.

Fie cunoscută geometria și parametrii unui transformator monofazat calculate cu aplicația unuia [1,2,3] din metodele clasice. Pentru aceasta în calculator sunt introduse dimensiunile geometrice ale sistemului magnetic și parametrii înfășurărilor. Determinarea reactanței mutuale corespunzătoare fluxului magnetic se realizează la calculator în regimul de mers în gol al transformatorului. În baza de date introduce în calculator anterior se adaugă valoarea curentului de mers în gol închis prin înfășurarea primară, cea secundară fiind deschisă. Cu aplicația programului FEMM obținem harta câmpului magnetic (fig.1). Se ridică valorile fluxurilor magnetice și inducțiilor magnetice din secțiunile A, B, C (fig.2. a, b, c).

Fluxul de dispersie corespunzător coloanei A se calculează după cum urmează:

$$\Phi_{\sigma 10} = \Phi_{A\sigma} - \Phi_{B\sigma}$$

Fluxul de dispersie corespunzător înfășurării secundare montată pe coloana C se determină după cum urmează

$$\Phi_{\sigma 20} = \Phi_{B\sigma} - \Phi_{C\sigma}$$

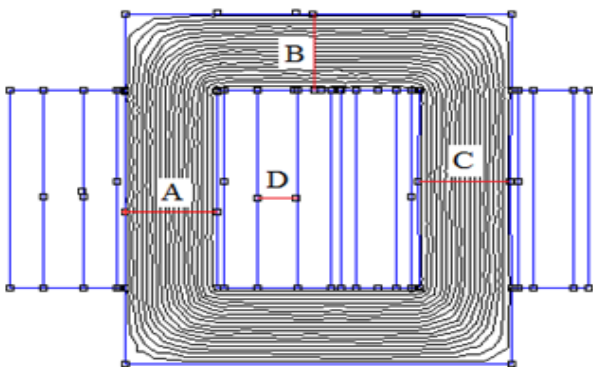
Acest flux are valori extrem de mici și poate fi considerat nul.

Inductivitatea de dispersie pentru înfășurarea primară:

$$L_{\sigma 10} = \frac{\Phi_{\sigma 10} \cdot W_1}{I_0}$$

Atunci reactanța de dispersie la mers în gol se calculează cu expresia $X_{\sigma 20} = L_{\sigma 10} \cdot \omega$

Fluxul magnetic mutual cuprinde ambele înfășurări și valoarea acestuia corespunde fluxului închis prin secțiunea B, astfel fluxul mutual total



$$\Psi_{mB} = \Phi_{mB} \cdot W_1$$

Fig.1 Câmpul magnetic în secțiunea transversală a transformatorului monofazat

Fig.2 Valorile calculate ale fluxurilor și inducțiilor magnetice în secțiunile A, B și C

prin urmare inductivitatea mutuală

$$L_m = \frac{\Psi_{mB}}{I_0}$$

Atunci reactanța mutuală

$$X_m = L_m \cdot \omega$$

Fiind comparate valorile $X_{\sigma 1}$ și X_m se observă că $X_{\sigma 1}$ constituie aproximativ 2,5 % din valoarea inductivității mutuale, mărime care se încadrează în limitele frecvent întâlnite în transformatoare. Pentru transformatorul dat fluxul principal se determină la mers în gol cu relația

$$\Phi_m = \frac{U}{4,44 \cdot f \cdot W_1}$$

Fluxul total

$$\Psi_m = \Phi_m \cdot W_1$$

Ca urmare inductivitatea mutuală

$$L_m = \frac{\Psi_m}{I_0}$$

atunci reactanța mutuală

$$X_m = L_m \cdot \omega$$

Valoare erorii constituie aproximativ 3,6%.

Concluzii

Sa elaborate metoda de calcul a fluxurilor magnetice mutual și de dispersie la mers în gol pentru transformatoarele monofazate.

Calculul au demonstrate prioritatea și simplitatea determinării parametrilor transformatorului.

Rezultatele obținute prin metode clasice de calcul sunt mult mai dificile decât cele indicate în metoda propusă.

Bibliografie

- [1] K. I. Binns, P. I. Lawrenson, Analysis and Computation of electric and magnetic fluid problems, Pergamon Press, Oxford, 1963
- [2] G. Buhgoliț. Rasciot electriceshih i magnitnîh polei, Izd-vo inostr. Lit. M, 1961
- [3] B. P. Demidovici, I. A. Moron, E. Z. Șuvalov. Cislennîe metodî analiza, izd-vo, Nauka, 1967
- [4] T. A. Ambos, Mașini electrice: Volumul I. I: Ch. Universitas, 1992