

Realizacja zadania

1. Zbudować model uzwojenia głównego w FEMM

- Utworzyć przekrój osiowo-symetryczny.
- Zamodelować uzwojenie cylindryczne o promieniu R_1 , grubości d_r i długości d_z .
- Przypisać materiał: miedź dla uzwojenia, powietrze dla otoczenia.
- Zadać prąd w uzwojeniu głównym.

2. Obliczyć parametry geometryczne uzwojenia głównego

- Grubość promieniowa uzwojenia wynika z liczby warstw n_r .
- Długość osiowa wynika z liczby zwojów w warstwie n_z .
- Trzeba uwzględnić średnicę drutu i izolację.

3. Wykonać analizę dla samego uzwojenia głównego

- Obliczyć pole magnetyczne.
- Wyznaczyć rozkłady $|B|$, B_r i B_z :
 - wzdłuż osi z , czyli na odcinku B_0B_1 ,
 - wzdłuż odcinka B_mC_1 ,
 - promieniowo na płaszczyźnie symetrii B_0C_0 ,
 - promieniowo na płaszczyźnie brzegowej B_1C_2 .

4. Obliczyć gęstości prądu

- J_w — rzeczywista gęstość prądu w miedzianym drucie uzwojenia głównego.
- J — techniczna/uśredniona gęstość prądu w całym przekroju uzwojenia.
- Analogicznie później dla dozwojeń: J_{dw} i J_d .

5. Zaprojektować parę dozwojeń

- Dozwojenia mają być nawinięte symetrycznie względem środka układu.
- Należy dobrać:
 - wysokość/dopełnienie osiowe d_{dz} ,
 - grubość promieniową d_{dr} ,
 - liczbę zwojów w warstwie n_{dz} ,
 - liczbę warstw n_{dr} ,
 - całkowitą liczbę zwojów n_d ,
 - prąd dozwojenia I_d .

6. Optymalizować układ

- Celem głównym jest poprawa jednorodności pola na osi.
- Celem dodatkowym jest minimalizacja indukcji B_{m1} na wewnętrznej krawędzi uzwojenia głównego.
- W praktyce trzeba iteracyjnie zmieniać geometrię i prąd dozwojeń, a następnie porównywać wyniki.

7. Policzyć układ z dozwojeniami

- Uruchomić analizę FEMM dla pełnego układu: uzwojenie główne + dwa dozwojenia.
- Wykonać te same wykresy i pomiary pola co dla samego uzwojenia głównego.

8. Wyznaczyć stopień jednorodności pola

- Dla odcinka B_0B_1 policzyć:

$$h = |B_{\max} - B_{\min}| / B_{\max}$$

- Porównać h dla układu bez dozwojeń i z dozwojeniami.

9. Obliczyć długości przewodów

- Osobno dla uzwojenia głównego.
- Osobno dla dozwojeń.
- Uwzględnić różne promienie kolejnych warstw.

11. Obliczyć rezystancję i indukcyjność

- Dla samego uzwojenia głównego.
- Dla układu z dozwojeniami.
- Rezystancję można policzyć z długości przewodu i przekroju miedzi.
- Indukcyjność najlepiej odczytać/wyznaczyć z FEMM.

12. Przygotować sprawozdanie

- Dane wejściowe.
- Model geometryczny.
- Parametry dozwojeń.
- Wykresy $|B|$, B_r , B_z .
- Porównanie pola przed i po dodaniu dozwojeń.
- Obliczenia J_w , J , J_{dw} , J_d , długości przewodów, rezystancji i indukcyjności.
- Wniosek: czy dozwojenia poprawiły jednorodność pola i jakim kosztem.