

INFLUENȚA GEOMETRIEI ARMĂTURII MOBILE ASUPRA PERFORMANȚELOR MECANICE ALE UNUI CONVERTOR ELECTROMECHANIC PAS CU PAS

Autori: Alexandru ANDREI, Mircea COVRIG, Sanda PAȚURCĂ

Universitatea Politehnica București, Facultatea de Electrotehnică

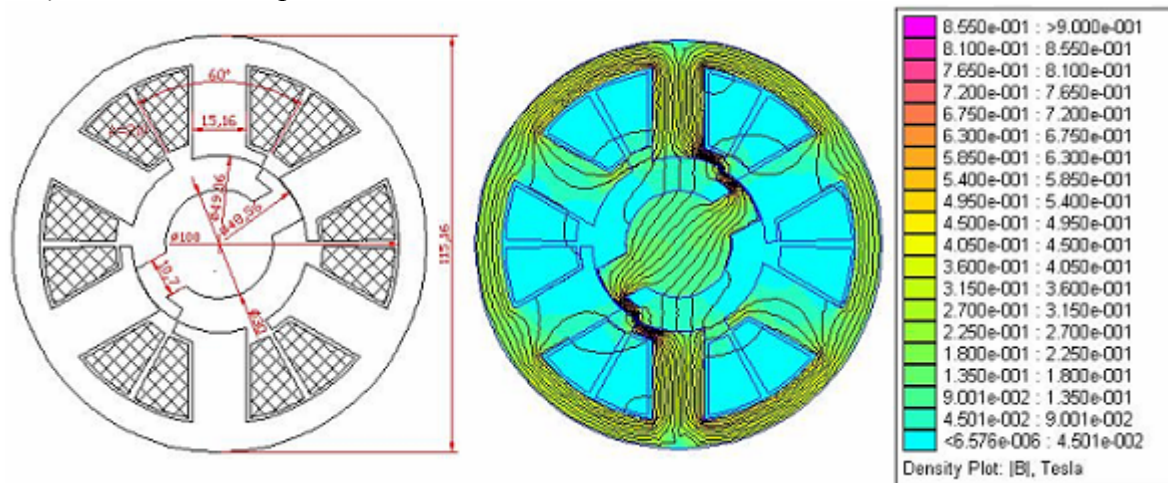
1. INTRODUCERE

Pentru anumite aplicații sunt necesare convertoare electromecanice care să poată dezvolta cuplu pentru o anumită deplasare unghiulară impusă. Un asemenea convertor poate fi executat ca un convertor cu energie magnetică intermediară, cu reluctanță variabilă.

Tema de proiectare a impus deplasarea convertorului la 60° și o valoare a cuplului rezistiv de $0,06\text{Nm}$, convertorul fiind comandat prin curent, în curent continuu.

2. DETERMINAREA STRUCTURII GEOMETRICE A CONVERTORULUI

Dimensionarea convertorului s-a efectuat folosind metoda clasică pentru un convertor de tip sincron respectiv solicitări magnetice și electrice uzuale. În figura 1a este prezentată o secțiune transversală prin convertor.



a) Secțiune transversală prin convertor

b) Spectrul liniilor de câmp

Fig. 1. Convertorul electromecanic – prezentare generală

Pentru determinarea solicitărilor magnetice respectiv a performanțelor mecanice s-a rezolvat problema de câmp electromagnetic plan paralelă folosind programul Femm [5]. În figura 1b este prezentat spectrul liniilor de câmp pentru una din pozițiile rotorului, considerată poziția inițială. Polii și jugurile funcționează practic nesaturat, inducția maximă în juguri ajungând în poziția cea mai solicitantă din punct de vedere magnetic la o valoare de aproximativ $1,7\text{T}$. Densitatea de curent maximă aleasă pentru bobine este de $2,8\text{A/mm}^2$, considerând și regimul scurt de funcționare a alimentării bobinelor [1].

Pentru analiza performanțelor s-a considerat un convertor având lungimea $l=1\text{mm}$, problema fiind plan-paralelă. Lungimea reală a convertorului rezultă din condiția de a obține cuplu de pornire în ipoteza cuplului rezistiv impus [3].

3. STUDIUL INFLUENȚEI GEOMETRIEI ARMATURII ROTOR ASUPRA VALORII CUPLULUI ELECTROMAGNETIC OBTINUT

Inițial s-a considerat o armătură rotorică de tip bară – vezi figura 2a. Variația cuplului electromagnetic în raport cu poziția armăturii rotorice indică faptul că sistemul nu are cuplu de pornire. S-au analizat variante cu armături de lățimi variabile, diferența constând numai în lățimea zonei în care cuplul electromagnetic este nenul, fără a obține și o valoare medie mai ridicată pentru acesta.

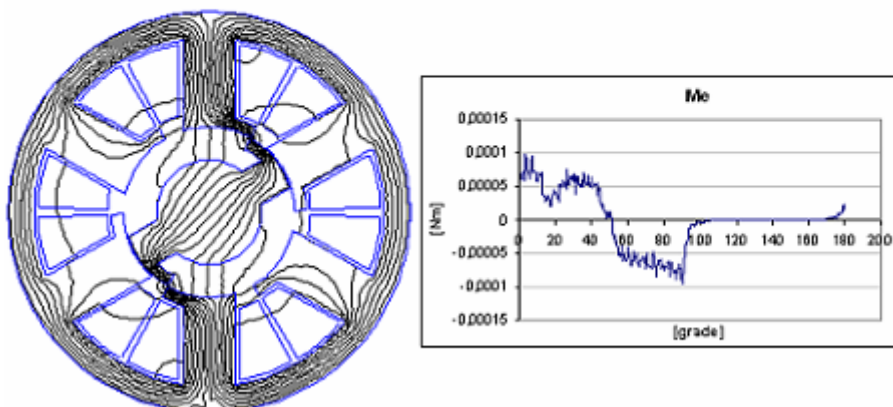
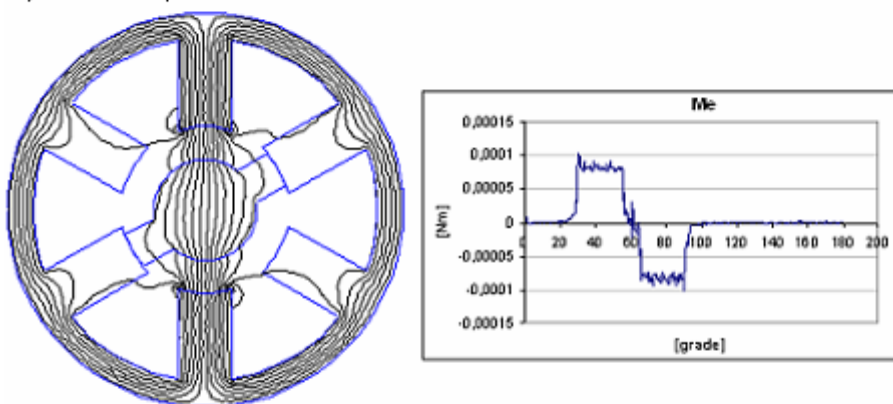
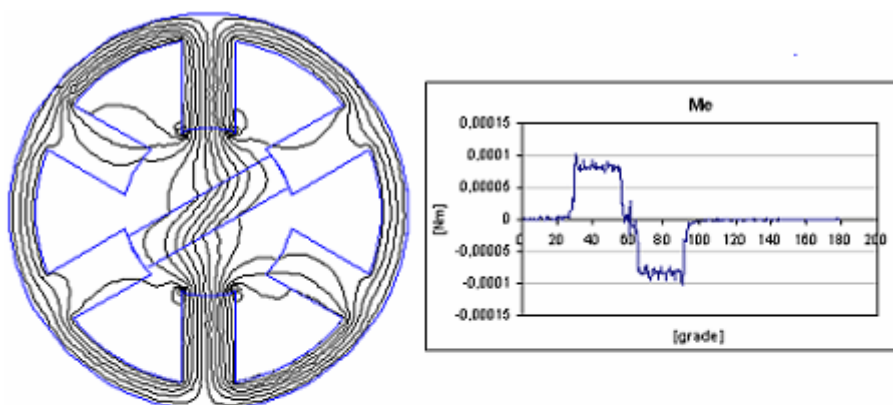


Fig. 2 Diverse forme constructive ale convertorului electromecanic

S-au analizat și alte variante constructive în care armătura rotor are o parte plină în zona centrală – vezi figura 2b. Deoarece zona polară nu a fost modificată forma cuplului electromagnetic nu s-a modificat, în schimb s-a obținut o micșorare a oscilațiilor, rămânând zgomotul datorat erorii de discretizare a modelului.

Pentru obținerea unui cuplu electromagnetic nenul în zona de pornire s-a considerat necesară o deformare unilaterală a polilor în direcția de mișcare – vezi figura 2c. În această figură este prezentată ultima variantă propusă pentru construcția convertorului, varianta asigurând un cuplu de pornire suficient astfel încât convertorul să aibă lungimea de 20mm [2].

Pentru a caracteriza funcțional convertorul s-a determinat variația fluxului prin bobina statorică respectiv variația cuplului electromagnetic la diverse poziții ale armăturii rotorice, pentru diverși curenți de excitație, fără a depăși curentul maxim impus de regimul termic [2]. În figura 3 este reprezentat spațial cuplul electromagnetic precum și fluxul prin bobina de excitație.

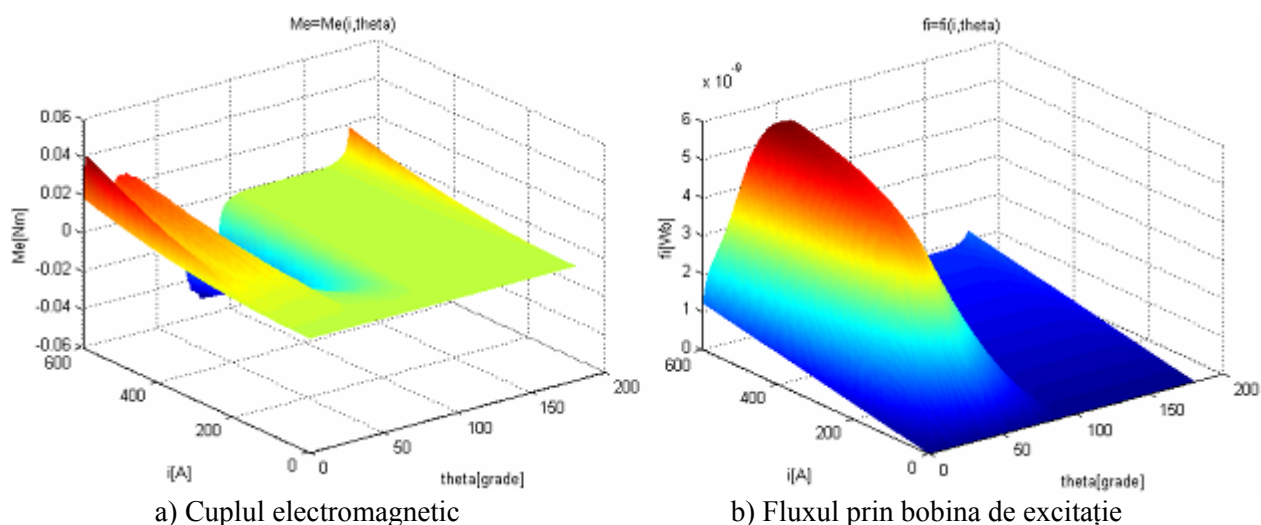


Fig. 3. Cuplul respectiv fluxul magnetic prin convertor

4. ANALIZA PERFORMANȚELOR DINAMICE ALE CONVERTORULUI

Simplul calcul electromagnetic al convertorului nu este suficient pentru definitivarea constructivă fiind necesară o analiză în regim dinamic. Pentru aceasta folosind programul Matlab respectiv Simulink s-a rezolvat în regim dinamic ecuația de mișcare:

$$J \frac{d\Omega}{dt} = m_e - (m_r + F \cdot \Omega) \quad (1)$$

în care cuplul rezistiv este format din cuplul rezistiv m_r constant impus de tema de proiectare și un cuplu de frecări vâscoase cu coeficient ales corespunzător pentru lagăre de alunecare vâscoase.

În figura 4 este reprezentat modelul Simulink al ecuației de mișcare (1), cuplul electromagnetic m_e fiind determinat din matricea valorilor obținute din rezolvarea problemei de câmp electromagnetic, vezi figura 3a.

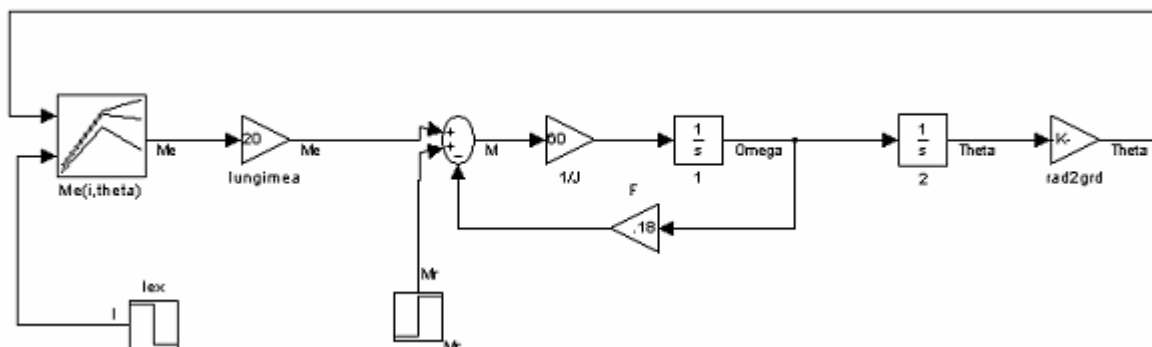


Fig. 4. Modelul SIMULINK al ecuației de mișcare

În figura 5 sunt prezentate comparativ viteza unghiulară de deplasare a rotorului Ω , respectiv poziția θ a acestuia pentru diverse cazuri. În figura 5a este prezentată comportarea convertorului la funcționarea în gol, iar în figura 5b cazul în care cuplul rezistiv este constant și egal cu cel impus. Se observă că indiferent de încărcare armătura rotor se oprește în jurul valorii de 48° , diferența constând în modul de variație a vitezei, respectiv de timpul de stabilizare în jurul poziției finale. Această constatare privind poziția în care convertorul se oprește se observă și în cazul în care curentul de excitație se majorează cu 30% - vezi figura 5c.

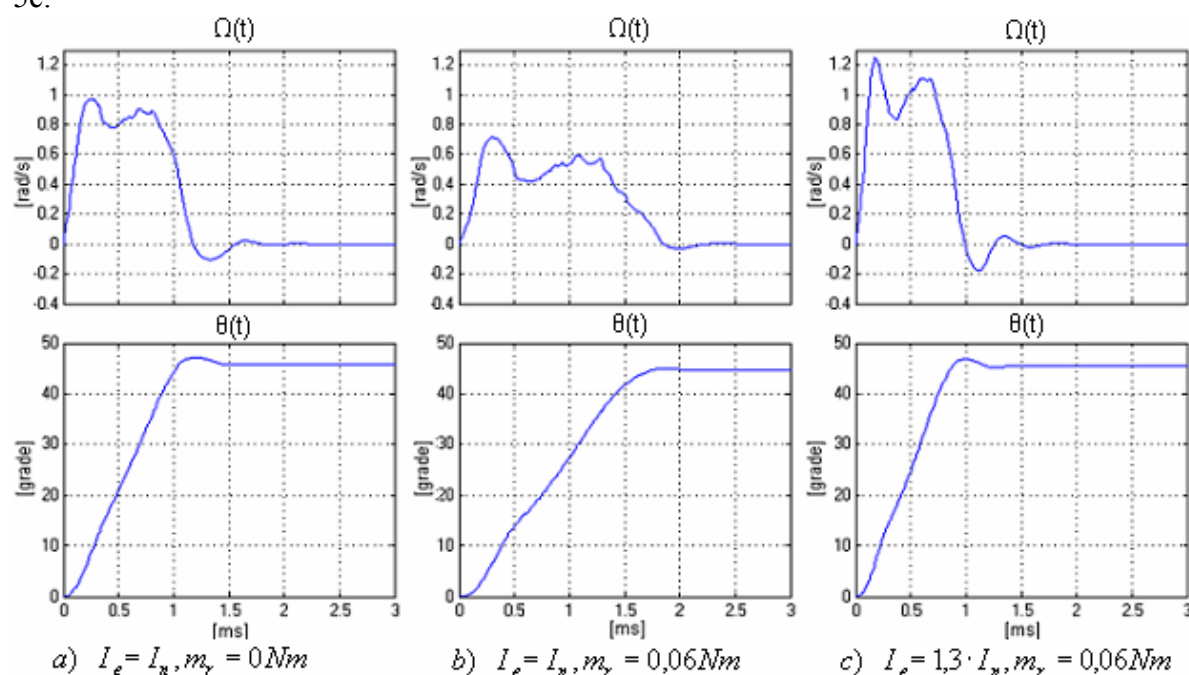


Fig. 5 Performanțele dinamice ale convertorului

Concluzia este evidentă și anume deformarea nesimetrică a polilor armăturii duce la creșterea cuplului de pornire dar la o frânare dinamică care duce la oprirea armăturii rotorice la unghiul de 48° .

În această poziție câmpul magnetic statoric respectiv rotoric sunt aliniate. Se constată că în cazul în care mașina ar fi supradimensionată prin mărirea lungimii acesteia și s-ar folosi curenții limită termici, s-ar obține numai o modificare a cuplului mașinii, unghiul de stabilizare fiind practic de 50° . Pentru așezarea sistemului în poziția dorită este necesară comandarea excitației a două perechi de poli, perechea a doua funcționând un timp limitat.

5. CONCLUZII

Lucrarea de față prezintă analiza influenței construcției nesimetrice a armăturii rotor asupra performanțelor mecanice ale convertorului. Se subliniază faptul că este necesară o analiză a câmpului electromagnetic corelat cu o rezolvare în regim dinamic a ecuației de mișcare a mașinii pentru a putea determina performanțele acesteia. Nesimetrizarea formei polilor conduce la o majorare evidentă a cuplului de pornire, respectiv la o aliniere a câmpurilor magnetice statoric și rotoric într-o poziție diferită față de axa magnetică a polilor statorici.

BIBLIOGRAFIE

- [1] A. Andrei, *Element de acționare rotativ alimentat în curent continuu*, Proiect de diplomă, Universitatea Politehnica București, iunie 2003
- [2] M. Covrig, *Mașini electrice – probleme specifice* vol I, Ed. ICPE, București, 1996
- [3] A. Andrei, A. Fociuc, *Studiu privind efectul ipotezelor simplificatoare asupra caracteristicilor funcționale ale unui convertor electromecanic cu poli aparenti*, Sesiunea de comunicări științifice studențești, Universitatea Politehnica București, aprilie 2003
- [4] B. Stănciulescu, *Motor sincron monofazat cu magneți permanenți*, Universitatea Politehnica București, iunie 2004
- [5] D. Meeker, *Finite Element Method Magnetics*, User's Manual, 2003