

INFLUENȚA FRECVENȚEI TENSIUNII DE ALIMENTARE ASUPRA SCHEMEI ECHIVALENTE A MOTOARELOR ASINCRONE TRIFAZATE UTILIZATE ÎN SISTEME DE ACȚIONĂRI ELECTRICE

Constantin GHITĂ, Daniel Ion ILINA, Octavian Mihai GHITĂ

Universitatea POLITEHNICA din București

În lucrare se prezintă determinarea experimentală a parametrilor schemei echivalente a motoarelor asincrone trifazate la diferite frecvențe ale tensiunii de alimentare. Se arată cum influențează frecvența asupra valorilor parametrilor schemei echivalente, atât la variația frecvenței sub valoarea nominală ($U_1/f_1 = \text{const.}$), cât și la variația frecvenței peste valoarea nominală ($U_1 = U_{1n} = \text{const.}$). Se constată că schema echivalentă a motorului asincron suferă o modificare destul de importantă a parametrilor de regim permanent atunci când frecvența tensiunii de alimentare este variabilă.

1. INTRODUCERE

Reglarea turației motoarelor asincrone prin variația frecvenței tensiunii de alimentare se face în funcție de tensiune astfel încât să fie verificată legea :

- Pentru frecvențe sub valoarea frecvenței nominale raportul $U_1/f_1 = \text{constant}$, iar pentru frecvențe peste valoarea frecvenței nominale se menține constantă tensiunea la bornele motorului ($U_1 = U_{1n}$).

În primul caz ($f_1 < f_{1n}$), fluxul magnetic al mașinii rămâne aproximativ constant la variația frecvenței, în ipoteza neglijării căderilor de tensiune pe impedanța statorică a motorului. În cel de al doilea caz ($f_1 > f_{1n}$) tensiunea motorului rămâne constantă și implicit fluxul magnetic scade cu creșterea frecvenței.

Pe de altă parte menținerea raportului $U_1/f_1 = \text{constant}$, pentru $f_1 < f_{1n}$ nu conduce riguros la menținerea unui flux magnetic constant în mașină deoarece există căderi de tensiune pe impedanța statorică a motorului.

Este de presupus că parametrii schemei echivalente a motorului să varieze cu variația frecvenței tensiunii întrucât fluxul magnetic din mașină variază puțin pentru $f_1 < f_{1n}$ și variază puternic pentru $f_1 > f_{1n}$.

În prezenta lucrare se determină, prin încercări experimentale de mers în gol și scurtcircuit, schema echivalentă în T a motorului asincron trifazat la variația frecvenței tensiunii de alimentare în gama $0,6 f_{1n} - 1,3 f_{1n}$, în cele două variante descrise mai sus. În interpretarea rezultatelor experimentale obținute trebuie ținut cont și de efectul pelicular asupra valorilor rezistențelor înfășurărilor motorului și de starea de saturație a circuitului magnetic al acestuia în cele două cazuri.

2. ÎNCERCĂRILE ÎN GOL ȘI SCURTCIRCUIT ALE MOTORULUI

S-a considerat un motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit care are următoarele date nominale: $P_n = 2,2 \text{ kW}$, $U_n = 220/380 \text{ V}$; $n_n = 1425 \text{ rot/min}$, $f_n = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi_n = 0,82$.

Încercările acestuia s-au realizat în Laboratorul de Mașini Electrice al Facultății de Electrotehnică folosindu-se schema experimentală prezentată în Fig. 1.

Sursa de frecvență variabilă a fost generatorul sincron GS antrenat la turație variabilă de motorul de curent continuu MCC, motor alimentat de la o tensiune continuă reglabilă obținută cu ajutorul autotransformatorului ATR și a redresorului cu diode RED.

Pentru determinarea parametrilor schemei echivalente s-au folosit metodele descrise în lucrările [4], [5] și [9].

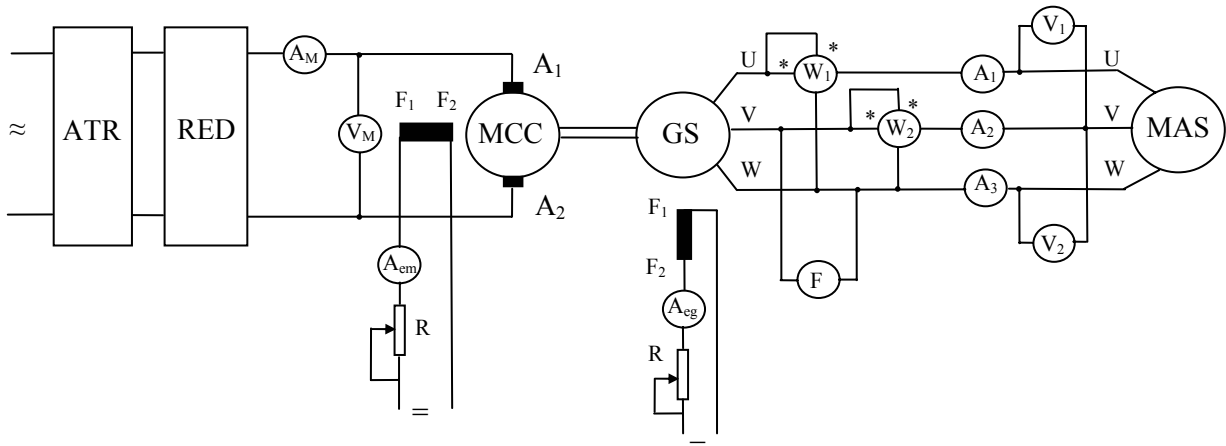


Fig. 1. Schema de montaj pentru determinarea parametrilor motorului asincron trifazat alimentat la tensiune și frecvență variabilă.

La încercarea de funcționare în gol frecvența tensiunii motorului a fost variată după cele două legi: pentru frecvențe sub valoarea frecvenței de 50 Hz, raportul U_1/f_1 s-a menținut constant, iar pentru frecvențe peste valoarea frecvenței de 50 Hz s-a menținut constantă tensiunea la bornele motorului ($U_1 = U_{1n} = 220$ V).

În cazul încercării în scurtcircuit a motorului tensiunea de alimentare a fost variată ținând seama tot de cele două legi, dar procedând astfel: pentru frecvențe sub valoarea frecvenței de 50 Hz, tensiunea U_{1k} a fost variată astfel încât curentul de scurtcircuit să fie egal, ca valoare efectivă, cu curentul nominal, iar pentru frecvențe peste 50 Hz s-a menținut constantă tensiunea la bornele motorului, de la valoarea corespunzătoare frecvenței nominale de 50 Hz. Faptul că la încercarea de scurtcircuit, pentru frecvențe inferioare celei nominale, s-a menținut curentul constant înseamnă că de fapt s-a menținut fluxul magnetic aproximativ constant. În acest caz, raportul U_1/f_1 măsurat efectiv (care a asigurat curentul absorbit constant) are totuși o variație de 12 %, datorată în principal căderilor de tensiune pe impedanța statorică a motorului.

În figurile 3, 4, 5, 6 se prezintă variația parametrilor motorului în funcție de frecvența tensiunii de alimentare în cazul celor două ipoteze: pentru frecvențe sub valoarea frecvenței de 50 Hz, raportul U_1/f_1 s-a menținut constant, iar pentru frecvențe peste valoarea frecvenței de 50 Hz s-a menținut constantă tensiunea la bornele motorului.

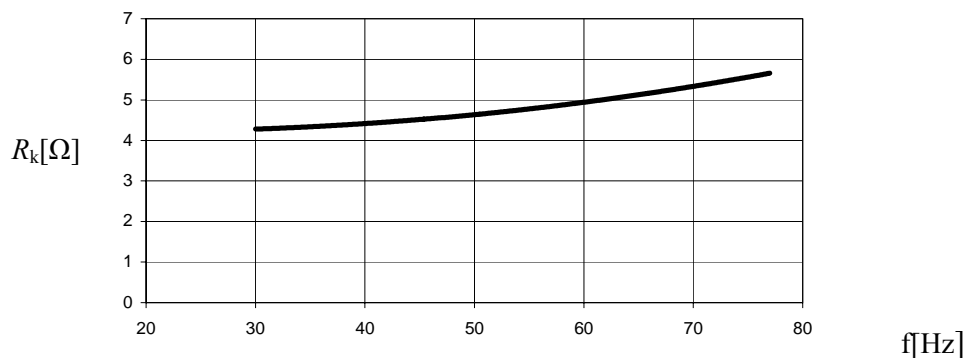


Fig. 3. Variația rezistenței R_k în funcție de frecvența tensiunii de alimentare.

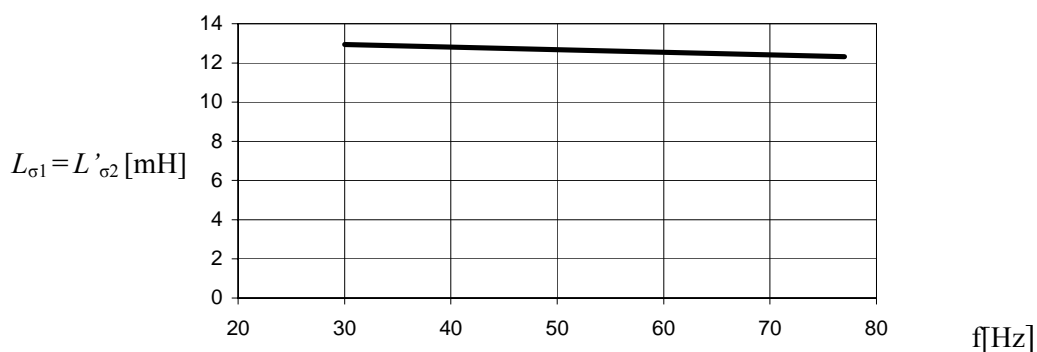


Fig. 4. Variația inductivității de dispersie L_{σ} în funcție de frecvența tensiunii de alimentare.

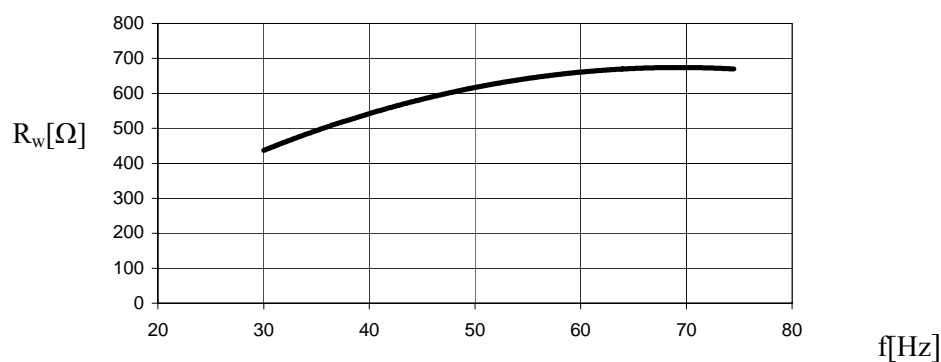


Fig. 5. Variația rezistenței R_w în funcție de frecvența tensiunii de alimentare.

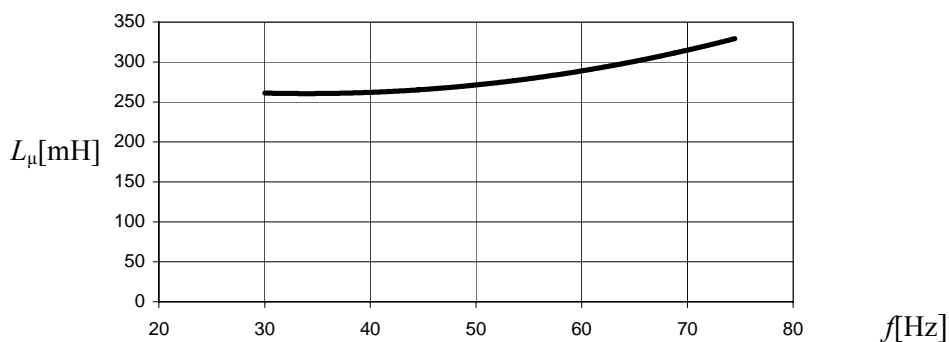


Fig. 6. Variația inductivității de magnetizare L_{μ} în funcție de frecvența tensiunii de alimentare.

3. CONCLUZII PRIVIND VARIAȚIA PARAMETRILOR CU FRECVENȚA

Rezultatele prezentate în paragraful 2 sunt obținute **pentru cele două ipoteze de variație a frecvenței precizate** mai sus. Examinând, în aceste două ipoteze, variațiile parametrilor schemei echivalente prezentate în figurile 3 ... 6 se constată că acestea sunt relativ mari și trebuie să se țină seama de ele atunci când se proiectează comanda unui sistem de acționare electrică cu motor asincron, alimentat la frecvență variabilă.

ATEE - 2004

Rezistența totală pe fază $R_k = R_1 + R_2'$ crește cu 20,3 % atunci când frecvența variază în gama (30 ... 50) Hz și cu 24,9% când frecvența variază în gama (50 ... 75) Hz. La fel, rezistența echivalentă pierderilor în miez R_w crește cu 27,2 %, respectiv cu 6,35 %, când frecvența variază în cadrul celor două game. Aceste majorări pot fi puse pe seama efectului pelicular care se accentuează odată cu creșterea frecvenței, respectiv pe creșterea pierderilor în miez odată cu creșterea frecvenței.

O variația mai redusă cu frecvența o are inductivitatea de dispersie $L_{\sigma 1} = L_{\sigma 2} = L_{\sigma k} / 2$. Astfel, când frecvența variază în gama (30 ... 50) Hz, inductivitatea de dispersie scade cu 10,6%, iar când frecvența variază în gama (50 ... 75) Hz aceasta crește cu 3,25 %.

În ceea ce privește variația inductivității de magnetizare cu frecvența se poate spune că aceasta are două domenii distincte de variație: pentru gama (30 ... 50) Hz inductivitatea de magnetizare are o mică scădere de 4,6 %, în timp ce pentru gama (50 ... 75) Hz inductivitatea de magnetizare are o creștere mare de 23,7 %. La flux constant, această inductivitate are valori relativ constante. În momentul în care fluxul magnetic suferă o scădere, mașina devine nesaturată și, în consecință, inductivitatea de magnetizare crește.

În concluzie, se poate spune că schema echivalentă a motorului asincron suferă o modificare destul de importantă a parametrilor de regim permanent atunci când frecvența tensiunii de alimentare a motorului variază după legea uzuală de comandă folosită la comanda sistemelor de acționare electrică cu motoare alimentate de la convertizoare de frecvență, lege compusă din cele două ipoteze descrise în lucrare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] BĂLĂ, C., Mașini electrice E.D.P., București, 1982;
- [2] COVRIG, M., GHIȚĂ, C., SAVIN, M., Transformatorul și mașina asincronă - Încercări de laborator, Editura BREN, București, 1998;
- [3] DRĂGĂNESCU, O., Încercările mașinilor electrice rotative, EDP, 1980;
- [4] FRANSUA, AL., Mașini și acționări electrice - Probleme fundamentale - Ed. Tehnică, București, 1985;
- [5] Constantin GHIȚĂ, *Convertoare electromecanice*, Vol. 1, Editura ICPE, București, 1999;
- [6] GALAN, N., GHIȚĂ, C., CISTELECAN, M., Mașini electrice, București, E.D.P. 1981;
- [7] GHEORGHIU, I. S., FRANSUA, AL., *Tratat de mașini electrice*, Vol. 1, 2, 3, 4 București, Ed. Academiei, 1970 -1971;
- [8] RICHTER, R., Mașini electrice, Vol.1, 2, 3 și 4, Ed. Tehnică, București, 1959 -1961;
- [9] Constantin GHIȚĂ, Daniel Ion ILINA, Mașini electrice – Îndrumar de laborator, București, Ed. Printech, 2003.