



INFLUENȚA MĂRIMII ÎNTREFIERULUI UNUI GENERATOR SINCRON TRIFAZAT, ASUPRA COSTULUI TOTAL AL ACESTUIA

Elisabeta SPUNEI, Ion PIROI, Ladislau AUGUSTINOV

INFLUENCE OF SIZE AIR GAP A THREE-PHASE SYNCHRONOUS GENERATOR THE TOTAL COST OF ITS

The total cost of a three-phase synchronous generator, containing the cost of manufacturing and operating costs throughout its life, depends on the size of the generator and its air gap. The air gap is size with a small value compared with dimensions of synchronous generator, but is strongly influenced by electromagnetic requests. In this paper we aimed to analyze the influence of air gap variation on overall dimensions, mass of active materials, loss of these and implicitly on the total cost. This analysis was possible after writing a program for optimal design of synchronous generator using MathCAD software.

Cuvinte cheie: întrefier, generator sincron, optimizare, cost total
Keywords: air gap, synchronous generator, optimization, total cost

1. Introducere

Se cunoaște că pentru generatoarele sincrone trifazate, cu poli aparenti și întrefier variabil sub talpa polară, mărimea întrefierului, δ_0 , este influențată substanțial de valoarea solicitărilor electromagnetice (pătura de curent, A , inducția în întrefier, B_δ) și de pasul polar τ , conform relației [1]:

$$\frac{\delta_0}{\tau} = 0,4 \frac{A}{B_\delta} \cdot 10^{-4} \quad (1)$$

Solicitările electromagnetice depind, la rândul lor, de dimensiunile generatorului sincron, în consecință, și mărimea întrefierului este dependentă de dimensiunile geometrice care determină masa materialelor active (fier, cupru) și masa totală a generatorului sincron. Masa materialelor active și masa totală, influențează însă pierderile în cupru, p_{Cu} , pierderile în fier, p_{Fe} și costul total al acestuia.

În prezenta lucrare ne-am propus să analizăm influența mărimii întrefierului asupra dimensiunilor geometrice, a masei materialelor active și masei totale, a pierderilor, a costului total și a randamentului generatorului sincron [1].

2. Date inițiale pentru analiză

Pentru un generator sincron trifazat, având conexiunea fazelor în stea, destinat să funcționeze atât în regim autonom cât și conectat la rețea, având următoarele date nominale: puterea nominală – $S_n = 300$ kVA; tensiunea nominală – $U_n = 400$ V; turația – $n = 1000$ rot/min, factor de putere – $\cos\varphi = 0,9$, prin proiectarea clasică s-au obținut valori pentru dimensiunile acestuia, mase, pierderi, randament și cost, numite valori de referință și notate în grafice cu indicele g .

În urma unei proiectări optimale, realizată prin scrierea unui program în MathCAD, am obținut valorile optimale ale mărimilor amintite mai sus, valori diferite de cele rezultate din proiectarea clasică și notate în grafice cu indicele opt .

Toate mărimile analizate sunt prezentate în valori raportate la valorile aceluiași mărimi rezultate din proiectarea clasică, conform relației:

$$X [u.rap.] = \frac{X}{X_g} \quad (2)$$

unde $X [u.rap.]$ este valoarea mărimii în unități raportate, X este valoarea reală a mărimii, X_g este valoarea mărimii obținute din proiectarea clasică.

3. Analiza influenței mărimii întrefierului asupra dimensiunilor geometrice

Pentru a determina influența mărimii întrefierului asupra dimensiunilor geometrice, am scris în programul MathCAD, că variabila independentă este întrefierul. Au rezultat curbele de variație ale dimensiunilor geometrice, (a lungimii pachetului de tole, L_{Fe} și a

diametrului exterior al acestuia, D_{e_2}), în funcție de înțrefier, prezentate în figura 1. În acest sens, s-au atribuit înțrefierului 200 de valori, în jurul valorii rezultate prin proiectarea clasică [2]. Astfel, dacă pentru generatorul proiectat prin metoda clasică s-a obținut, pentru înțrefier, valoarea de $\delta_g = 3,856$ mm, în cazul proiectării optime s-a obținut valoarea $\delta_{opt} = 2,715$ mm.

Constatăm că o scădere a valorii înțrefierului cu 1,141 mm, adică cu aproximativ 30 % din valoarea determinată în urma proiectării clasice, determină o creștere a lungimii generatorului sincron cu 0,8 % și o scădere a diametrului exterior cu 0,3 %.

Rezultă că, modificarea valorii înțrefierului, de la valoarea rezultată din proiectarea clasică la valoarea optimă, influențează foarte puțin dimensiunile exterioare ale generatorului sincron.

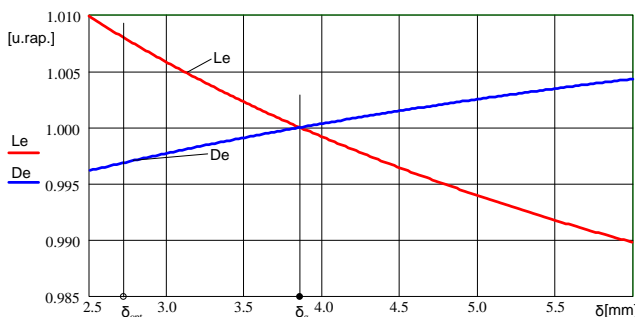


Fig. 1

Modul de variație a dimensiunilor de gabarit

Influența variației înțrefierului asupra masei active și a masei totale a generatorului rezultă din figura 2.

Observăm că pentru valoarea optimă a înțrefierului, masa de fier este mai mică cu 7 %, masa de cupru este mai mică cu 13,9 % iar masa totală este mai mică cu 4,2 % decât cele rezultate din proiectarea clasică.

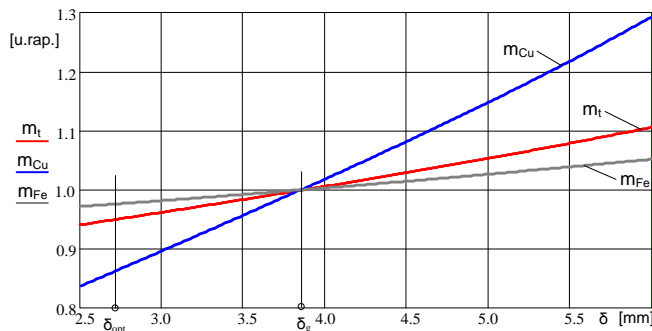


Fig. 2

Modul de variație a masei materialelor active

Pentru valori mai mari ale întrefierului (5,5 mm), decât cele rezultate din proiectarea clasică, am constatat că masa de fier crește cu 3,8 %, masa de cupru crește foarte mult, cu aproximativ 22 %, iar masa totală crește cu 7,8 %.

Deci, prin proiectarea optimă, odată cu modificarea întrefierului de la valoarea δ_g la valoarea optimă, δ_{opt} , masele analizate în figura 2 prezintă o scădere considerabilă.

În figura 3 am reprezentat influența variației mărimii întrefierului asupra pierderilor în fier, p_{Fe} , pierderilor în cupru, p_{Cu} și pierderilor totale, Σp , din generatorul sincron.

Se constată că pentru valori mai mari ale întrefierului (5,5 mm), decât cele rezultate din proiectarea clasică, s-a constatat că pierderile în fier sunt aproape constante (constatare explicabilă prin aceea că și masa de fier prezenta o variație foarte mică), pierderile în cupru cresc considerabil, adică cu 13 %, (constatare explicabilă prin aceea că și masa de cupru prezintă o variație mare – 22 %), iar pierderile totale se modifică cu 11 %.

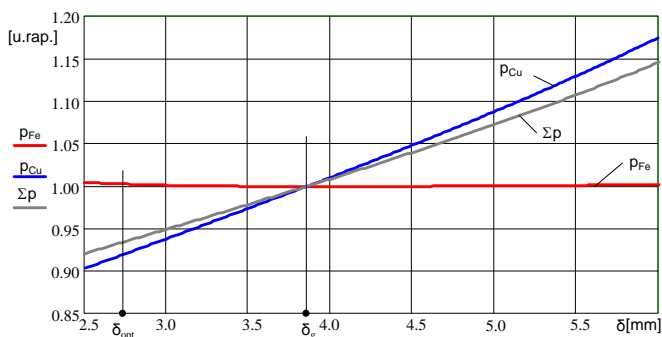


Fig. 3
Modul de variație a pierderilor

Pentru valoarea optimă a întrefierului, pierderile în fier nu prezintă o variație sesizabilă, pierderile în cupru sunt mai mică cu circa 8 % iar pierderile totale sunt mai mici cu 7 % decât cele rezultate din proiectarea clasică.

Aceste valori mai mici pentru pierderi conduc la o valoare mai mare a randamentului cu 0,38 % decât valoarea rezultată din proiectarea clasică. Pentru valori mai mari ale întrefierului, (5,5 mm), randamentul scade cu aproximativ 0,54 %, scădere determinată de creșterea pronunțată a pierderilor.

În mărimi reale, aplicând relația 2, rezultă valoarea minimă a randamentului:

$$\eta_{\min} = \eta_g \cdot \eta_{\min rap} = 0,946 \cdot 0,9946 = 0,942 \% \quad (3)$$

iar valoarea randamentului corespunzătoare valorii optime, δ_{opt} , este:

$$\eta_{opt} = \eta_g \cdot \eta_{optrap} = 0,946 \cdot 1,0038 = 0,9496\% \quad (4)$$

Constatăm că între cele două valori există o diferență de 0,0074, deci putem afirma că variația întrefierului în jurul valorii rezultate din proiectarea clasică are o influență mai mare decât modificarea păturii de curent [3].

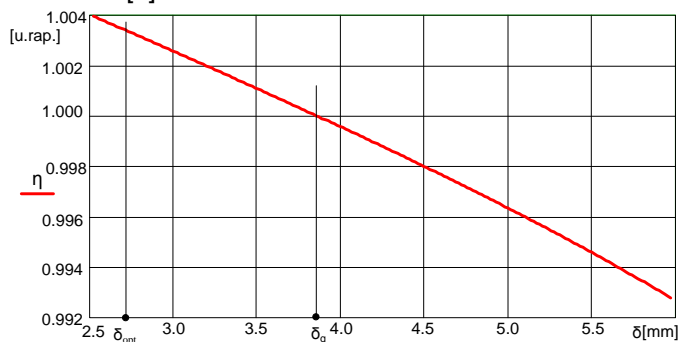


Fig. 4

Modul de variație a randamentului

În figura 5 s-a prezentat influența variației întrefierului asupra costului de fabricație, C_f , asupra costului de exploatare, C_e și asupra costului total, C_b , al generatorului sincron.

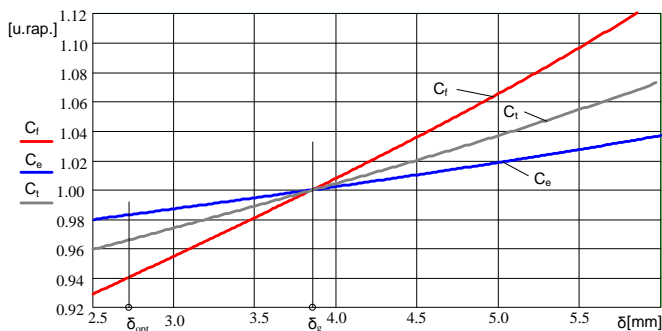


Fig. 5

Modul de variație a costurilor raportate

Am constatat că pentru valoarea optimă a întrefierului, costul de fabricație scade cu aproximativ 6 %, costul de exploatare scade cu 1,5 %, iar costul total scade cu 3,5 % față de costurile rezultate din proiectarea clasică.

Pentru valori mai mari ale randamentului (5,5 mm), costul de fabricație crește cu 9,5 %, costul de exploatare cu 2,8 % iar costul total crește cu 5,5 % față de costurile rezultate din proiectarea clasică.

4. Concluzii

■ Din analiza datelor rezultă o influență logică a întrefierului asupra mărimilor analizate.

■ Astfel, modificarea nesemnificativă a dimensiunilor, determină o modificare nesemnificativă a masei de fier, și în consecință a pierderilor în fier.

■ În schimb, scăderea masei de cupru determină pierderi în cupru mai scăzute și în consecință o creștere a randamentului cu 0,036 % față de valoarea, δ_g , rezultată din calculul clasic.

■ Ca o consecință a scăderii masei de cupru, scad costurile de fabricație dar și costurile de exploatare. Deci, analiza influenței mărimii întrefierului asupra costului total al generatorului, a fost benefică.

BIBLIOGRAFIE

[1] Spunei, E., Piroi, I., *Mașini electrice – proiectarea generatorului sincron*, Editura "Eftimie Murgu", Reșița, 2011.

[2] Vlad, I., ș.a., *Proiectarea asistată a mașinilor asincrone – probleme de optimizare*, Editura Universitaria, Craiova, 2011.

[3] Spunei, E., ș.a., *Influența păturii de curent din înfășurarea trifazată a unui generator sincron asupra costului total al acestuia*, în curs de publicare, Știință și Inginerie, A XII-a Conferință Națională – multidisciplinară, cu participare internațională, "Profesorul Dorin Pavel - fondatorul hidroenergeticii românești" – Sebeș, 2012.

[4] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.

Asist.Drd. Ing. Elisabeta SPUNEI

e-mail: e.spunei@uem.ro

Prof.Dr.Ing. Ec. Ion PIROI

prodecan la Facultatea de Inginerie Electrică și Informatică,

e-mail: i.piroi@uem.ro

Șef lucr.Dr.Ing. Ladislau AUGUSTINOV,

e-mail: l.augustinov@uem.ro

Universitatea "Eftimie Murgu" Reșița,

membri AGIR