



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

GENERATOARE CU MAGNEȚI PERMANENȚI PENTRU AGREGATE EOLIENE ȘI HIDRAULICE

Petru CHIONCEL, Nicoleta GILLICH, Elisabeta SPUNEI,
Cristian Paul CHIONCEL

PERMANENT MAGNETS GENERATORS FOR WIND AND WATER PLANTS

This paper presents some particularities in the construction of synchronous generators for wind and hydro-plants and low power generators with permanent magnets with a simplified construction. Also, a comparison between variants of generators with electromagnetic excitation and permanent magnets is done.

The advantages of the use of supermagnete from rare earths, Neodim Iron Bor (NeFeB), especially the increase of the efficiency of these generators, are highlighted, and finally the maximization of efficiency is mentioned by replacing the conductive materials (copper, aluminium) with superconducting ceramic materials at ambient temperature.

Keywords: wind power, electrical generators, supermagnete
Cuvinte cheie: energie eoliană, generatoare electrice, supermagnet

1. Introducere

În ultima perioadă au început odată cu creșterea puterii unitare a agregatelor eoliene care se apropie de hidroagregatele de puteri medii, să se folosească pe scară largă așa numiții supermagneți, realizați din pământuri rare, cum sunt magneții neodim (NeFeB) neodim, fier, bor la construcția generatoarelor cu magneți permanenți [6]. Există diferențe semnificative între hidro- și aerogeneratoare în

special datorită vitezelor de lucru diferite, sistemele eoliene funcționând într-un pronunțat regim aleatoriu, în ambele cazuri puterea are o dependență cubică de viteza curentului de aer respectiv de apă.

Una din cele mai importante cerințe tehnice impuse sistemelor de conversie a energiei, în special generatoarelor electrice este randamentul. Majorarea randamentului este calea de bază pentru reducerea cheltuielilor, începând cu investițiile și apoi în timpul funcționării [3].

2. Particularitățile generatoarelor cu magneți permanenți pentru aero și hidrogeneratoare

Generatoarele electrice cu excitație electromagnetice, proiectate în mod obișnuit nu corespund cerințelor impuse de aero și hidrogeneratoare [9], [11]. Realizarea acestor generatoare la viteze mici de rotație conduce inevitabil la micșorarea randamentului [5]. Soluția nouă promovată atât la agregatele eoliene cât și la hidroagregate este utilizarea unei scheme simple de tip turbină-generator cuplate direct. Cerințele contradictorii ce apar pot fi reduse dacă se substituie excitația tradițională electromagnetică cu excitația de la magneți permanenți de mare putere din pământuri rare așa cum s-a menționat mai sus. Se constată un trend de înlocuire a excitației electromagnetice, cu magneți permanenți, rezultând astfel o majorare a randamentului, o micșorare a cheltuielilor de materiale active (cupru și tablă electrotehnică) și a masei totale a mașinii.

Dacă ne referim la generatoarele sincrone cu excitație electromagnetică și cei cu magneți permanenți, se observă că cei cu excitație electromagnetice au posibilitatea reglării tensiunii și a factorului de putere. Conectarea la rețea a acestor generatoare se face prin variația curentului de excitație [8]. În cazul turbinelor eoliene frecvența și tensiunea variază cu viteza vântului. Pentru a stabili tensiunea sau frecvența se folosesc convertoare electronice și numai este necesară reglarea curentului de excitație [7].

Un dezavantaj important al generatoarelor cu excitație electromagnetice este evident, prin creșterea numărului de poli ce trebuie amplasați la periferia rotorului [10]. Pentru a realiza cuplarea directă a generatorului cu turbina, generatorul va avea viteza de rotație mică. Dar amplasarea unui număr mare de poli pe rotor conduce la micșorarea pasului polar și a suprafeței ferestrei rezervate pentru înfășurarea de excitație [12]. Prin urmare trebuie majorată înălțimea polilor pentru a obține aceeași suprafață a ferestrei, respectiv să fie mărit generatorul. Ca atare, soluția înlocuirii excitației electromagnetice,

care necesită și o sursă separată de curent continuu cu una cu magneți permanenți [2], [4] este mai favorabilă.

În figura 1 este ilustrată majorarea înălțimii polilor odată cu creșterea numărului acestora în cazul generatoarelor cu excitație electromagnetică în comparație cu aceeași mașină la care grosimea magnetului permanent rămâne aceeași în cazul generatoarelor cu magneți permanenți, figura 2. [1]

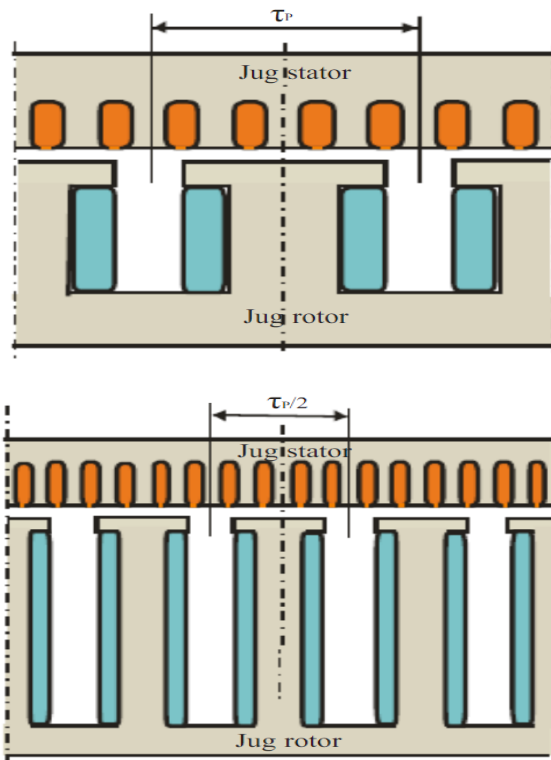


Fig.1 Varianta generator cu excitație electromagnetică [1]

Din analiza celor două variante ale circuitului magnetic (figura 1, figura 2) și folosind simplificările uzuale, adică neglijarea fluxului de dispersie a căderilor de tensiune magnetică pe porțiunile de fier și a caracteristicilor neliniare a curbei de magnetizare, se va putea determina inducția magnetică în intrefier B_g în cazul generatorului cu magneți permanenți:

$$B_{\delta} = B_r \frac{h_{Mp}}{h_{Mp} + \delta} \quad (1)$$

unde B_r este inducția remanentă a magnetului, iar h_{Mp} este grosimea magnetului.

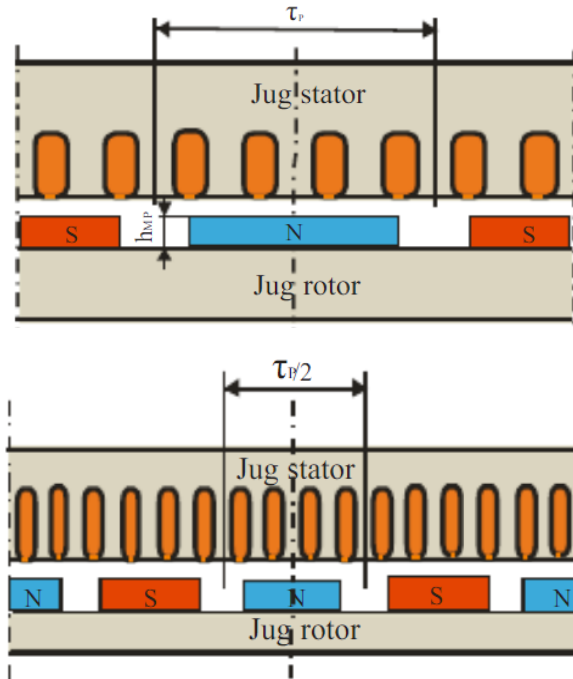


Fig. 2 Varianta generator cu excitație cu magneți permanenți [1]

Cu cât este mai mare grosimea magnetului permanent în raport cu întrefierul δ , cu atât mai mică este diferența dintre B_r și B_{δ} .

Magneții folosiți pe scară largă din: neodim-fier bor au inducția remanentă cuprinsă între 1.1 și 1.5T, ceea ce permite realizarea valorilor inducției din întrefier B_{δ} între 0.85 ÷ 1T.

La dimensionarea generatoarelor cu magneți permanenți, principalii factori ce intervin sunt: volumul magnetului permanent, care determină costul acestuia; influența reacției indusului care va fi cu atât mai mică cu cât este mai mare mărimea întrefierului și fiabilitatea mecanică a mașinii.

În afara soluției prezentate de generatoare sincrone cu magneți permanenți de puteri mari, se pot avea în vedere și generatoare de puteri mici/medii care utilizează magneți permanenți atât în rotor cât și în stator și a căror tensiune este proporționată cu viteza de rotație:

$$U = k_E \cdot n \quad (2)$$

unde U – tensiunea mașini, k_E – constanta constructivă a mașinii, n – turația.

3. Concluzii

■ Dezideratul optimizării randamentului generatoarelor electrice (aero și hidro) poate fi atins prin folosirea magneților permanenți de mare putere (supermagneți), iar în perspectiva prin utilizarea materialelor supraconductoare.

■ Astfel, înlocuind cuprul sau aluminiul cu materiale ceramice supraconductoare se obține o nouă stare a materiei care asigură supraconducția la temperatura ambiantă.

■ Astfel convertoarele electromecanice ale viitorului realizate cu supermagneți și supraconducție vor asigura reducerea pierderilor și maximizarea randamentului.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bostan, I., Dulgheru, V., Sobor, I., Bostan, V., Sochirean, A., *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile*, Editura Tehnica-Info, Chișinău, 2007.
- [2] Chioncel, P., *Materiale electromecanice*, Editura Eftimie Murgu, Reșița, 2003.
- [3] Chioncel, C.P., *Contribuții privind controlul turației la mașina asincronă*, Editura Politehnica, Timișoara, 2008.
- [4] Cedighian, S., *Materiale magnetice. Îndreptar*. Editura Pedagogică București, 1974.
- [5] Chioncel, C.P., Tirian, G.-O., Gillich, N., Hațiegan, C., Spunei, E., *Overview of the wind energy market and renewable energy policy in Romania*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 163, Issue 1, 2017.
- [6] Livinti, P., Ghandour, M., *Experimental Stand for the Study of a Three-Phase Synchronous Generator with Permanent Super Magnets*, Procedia Engineering, Vol. 69, pp. 231-236, 2014.

- [7] Chioncel, C.P., Tirian, G.-O., Gillich, N., Raduca, E., *Vector control structure of an asynchronous motor at maximum torque*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 106, Issue 1, 2016.
- [8] Chioncel, C.P., Erdodi, G-M, Petrescu, D.I., Spunei, E., Gillich, N., *Control of wind power systems imposing the current in the intermediate circuit of the converter at variable wind speed*, 9th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE) (Bucharest, Romania, 7-9 May), 2015.
- [9] Chioncel, C.P., Spunei, E., Anghel, Drugărin, C.V., Piroi, I., *Direct Self Control Structure for the Asynchronous Machine, Implemented in Scilab/Xcos*, Acta Electrotehnica, Vol. 56, Issue 3, 2015.
- [10] Băbescu, M., *Mașini electrice. Culegere de probleme rezolvate*, Editura Tehnică, ISBN 973310843X, 1996.
- [11] Spunei, E., Piroi, I., *The comparative analysis of the performances of the synchronous generator air gap magnetic induction as main variable*, International Conference on Applied and Theoretical Electricity ICATE, Craiova, 2012.
- [12] Spunei, E., Piroi, I., *Mașini electrice – proiectarea generatorului sincorn*, Editura Eftimie Murgu, Reșița, 2011.

Prof. Univ. Dr. Ing. Petru CHIONCEL,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița
e-mail: p.chioncel@uem.ro

Prof. Univ. Dr. Ing. Nicoleta GILLICH,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița, membru AGIR
e-mail: n.gillich@uem.ro

Șef lucr. Univ. Dr. Ing. Elisabeta SPUNEI,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița, membru AGIR
e-mail: e.spunei@uem.ro

Conf. Univ. Dr. Ing. Cristian Paul CHIONCEL,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița
e-mail: c.chioncel@uem.ro