A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

CREŞTEREA PRODUCTIVITĂŢII DE ENERGIE ELECTRICĂ ŞI REDUCEREA PIERDERILOR PRIN GĂSIREA DE SOLUŢII OPTIME LA GENERATOARELE DE ENERGIE EOLIANĂ

Dorel BUNCIANU, Mihai JĂDĂNEANŢ

INCREASE PRODUCTIVITY AND REDUCE ELECTRICITY LOSSES BY OPTIMUM SOLUTIONS FOR WIND ENERGY GENERATORS

Decentralized energy production, currently receiving a very important development, applicable in various industries. It covers a huge range of power from a few kW to tens of MW. What to do is to find as many injection points in the low voltage network. In this article we present a detailed study of the performance of energy systems to produce electricity by using wind energy and optimization solutions to reduce costs.

Keywords: Energy, Wind Energy, Green Energy
Cuvinte cheie: energie, centrale eoliene, energie verde

1. Descrierea sistemului energetic utilizat în producerea de energie eoliană

Generatoarele eoliene folosite momentan sunt asincrone, și se comportă având la bază două principii după care se ghidează, viteza fixă și viteza variabilă.

Pentru producția de energie electrică, eolienele utilizează sisteme energetice cu viteză variabilă [5]. Producția de electricitate a

aerogeneratoarelor situate într-un loc izolat, necesită utilizarea altor mașini electrice – convertizoare statice.

Puterea unui generator eolian P_v poate fi determinată cu relația:

$$P_v = ½ \times \rho \times S \times V \times R^3 \qquad [W] \qquad (1)$$

unde:
ρ – densitatea [kg/m^3];
S – suprafața de trecere a aerului [m^2];
R – raza rotorului eolienei [m];
V – viteza vântului [m/s]

Puterea produsă de către rotorul eolienei este calculată cu ajutorul relației :

$$P = ½ \times \rho \times C_p \times S \times V^3 \qquad [kW] \qquad (2)$$

C_p - coeficient ce depinde de forma rotorului și de viteza vântului, existând o relație liniară între viteza vântului și viteza unghiulară a rotorului:

$$k = \omega \times R / V$$

ω - viteza unghiulară a rotorului eolienei.

Coeficientul C_p este funcție de k, [C_p = f(k)] și el este dat de constructor. Definim cuplul dezvoltat de către rotorul eolienei prin formula (3):

$$T = \frac{\omega \cdot R}{V} = \frac{\rho \cdot S \cdot V^3}{2 \cdot \omega} = C_p \cdot \frac{R \cdot \rho \cdot S \cdot V^2}{2 \cdot k} \qquad [N.m] \qquad (3)$$

Valorile pentru coeficientul k și Cp pentru generatoarele eoliene rapide sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

k	0	1,3	2,1	2,7	3,4	5	5,8	6,3
C_p	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

2. Aplicații

Tehnic vorbind, variația electronică a vitezei ne permite o mai bună exploatare a energiei vântului.

Pentru soluția cu viteză variabilă, generatorul furnizează energie în rețeaua de alimentare între 10 % și 100 % din puterea nominală a generatorului.

Regularizarea foarte rapidă permite gestionarea tranzitorie în rețea și optimizarea puterii debitate, care poate ajunge la 15 MW. Dezvoltarea centralelor eoliene de putere medie și mică destinate alimentării locuințelor izolate, utilizează mașini electrice fiabile, cu o viteză scăzută și un cuplu ridicat.

Momentan, conversia electromagnetică la centralele eoliene este asigurată de către generatoare sincrone sau asincrone cuplate la rotorul turbinei, pentru o multiplicare mecanică a vitezei (20 -100 rot/min).

Acest tip de producție este realizat în parte de unități de putere mică, instalate foarte aproape de locul de consum, devenind astfel foarte competitive [2, 3].

2.1. Viteza vântului

Generatoarele asincrone cu care sunt echipate eolienele sunt legate la rețea.

Viteza este impusă atât de frecvența rețelei, cât și de perechile de poli ai generatorului.

Pentru un generator standard, viteza de comandă este de 1500 rot/min, ceea ce înseamnă că necesită o ajustare a unui multiplicator pentru cuplarea la generator a rotorului de 25 la 100 rot/min.

Aerogeneratorul injectează în rețea o putere electrică variabilă, unde valorile maximale corespund cu puterea nominală a mașinii. Puterea furnizată crește, când avem vânt, și descrește când nu avem vânt.

Plecând de la o rețea cu tensiune și frecvență fixă, este posibil, cu utilizarea unui variator de frecvență să fie controlat un motor electric având tensiune și frecvență variabilă.

Montajul prezentat în figura 1 descrie schema sistemelor energetice utilizate în producția de energie eoliană.

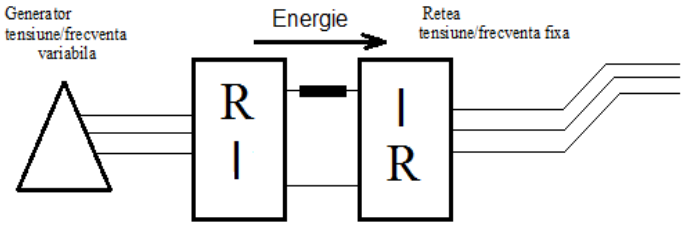

Fig.1 Schema de principiu a variatoarelor cu turație reversibilă
R : redresor I : invertor

2.2. Costuri

Producția de energie electrică a parcurilor eoliene pentru putere dată are un cost de instalare, care reprezintă valoarea investiției. Costul C, estimat pe kWh pentru parcurile eoliene este dat de următoarea formulă:

$$C = \frac{I \cdot R}{E} + \frac{O}{E} \tag{4}$$

unde I - investiția,
E - energia produsă anual,
O - costul anual al mentenanței,
R - factorul de capital

$$R = \frac{r}{\left(1-(1+r)^{-n}\right)} \tag{5}$$

n - durata amortismentului (15 ani); r - rata inflației nete.

Costul anual pe kWh produs de eoliene, depinde foarte mult de momentul investiției. Durata de viață a instalațiilor este estimată la 25 de ani, din care cauză este important să se găsească o soluție de echilibru între diferiții parametri utilizați în costul kWh produs[4].

Creşterea performanțelor sistemului energetic se poate realiza prin utilizarea de variatoare de viteză în utilizarea energiei eoliene.

Acestea prezintă un plus de avantaje:

- funcționarea fiabilă a eolienelor având un zgomot redus,
- optimizarea transferului de energie,
- reducerea solicitărilor mecanice,
- posibilitatea de asamblare într-un număr mare de regiuni.

Aceste avantaje nu vor exclude anumite inconveniente, cum ar fi prezența armonicelor.

Armonicele sunt un produs secundar al echipamentelor moderne de control al curentului electric. Dacă este folosit un invertor de frecvență, acesta generează armonice.

Curenții armonici au ca rezultat:

- creșterea consumului de energie,
- creșterea pierderilor în sistem,
- solicitarea echipamentelor de serie,
- creșterea distorsiunilor în rețeaua electrică.

Problema curentului distorsionat este că această formă de undă duce la deformări ale tensiunii.

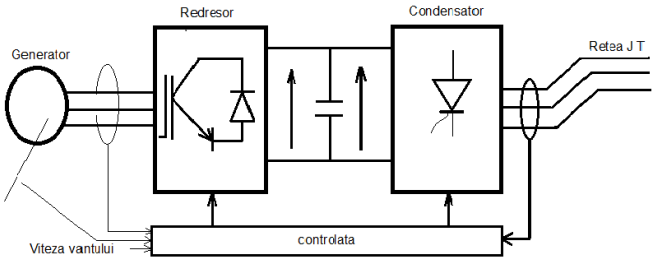

Fig. 2 Variator de viteză, pe o plajă de variații de la 0 la 100 % Nm

Pentru evitarea acestor fenomene, avem două soluții:

- instalarea de filtre anti-armonice,
- modificarea structurii variatoarelor de viteza (figura 2).

Prin instalarea de filtre active anti-armonice, generatoarele eoliene pot fi echipate cu reactanțe special calculate, astfel încât împreună cu condensatoarele să formeze circuite acordate de filtrare a armonicelor periculoase.

A doua îmbunătățire raportată la sistemul energetic este de a plasa un invertor la tranzistorul de putere.

3. Concluzii

■ Recentele studii și diferitele experim nte efectuate ne permit să concluzionăm că generatoarele eoliene cu viteză variabilă au un randament net superior față de generatoarele eoliene cu viteză fixă.

■ Utilizarea centralelor eoliene în locuri izolate necesită un ansamblu de mașini asincrone – convertizor static cu o viteză variabilă, care funcționează cu succes și permite îmbunătățirea performanțelor sistemelor energetice obținându-se rezultate foarte bune.

BIBLIOGRAFIE

[1] Martin, J., *Energies Eoliennes*, Techniques de l'Ingénieur.

[2] Natarajan, K., Sivakumar, S., Naganathan, S., *Modelling and Control Design for Wind Energy Power Conversion Scheme Using Self Excited Induction Generator'*, IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol 3, September 1987.

[3] Soderland, L., Salonen, J., *A Permanent-Magnet Generator for Wind Power Applications*', IEEE Trans. on Magnetics, Vol 32, N°4, July 1996.

[4] Broe, de A.M., Drouillet, S., Gevorgian, V., *A Peak Power Tracker for Small Wind Turbine in Battery Charging Applications,* IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol 14, Nº 4, pag. 1630-1635. 1999.

[5] * * * Rapport n° 007442-02 du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable *: « Instruction administrative des projets éoliens ».* Mai 2011.

Drd.Ing. Dorel BUNCIANU
Şcoala Doctorală, Universitatea „Politehnica" din Timişoara,
e-mail: dorelbuncianu@yahoo.com

Prof.Dr.Ing. Mihai JĂDĂNEANŢ
Şcoala Doctorală, Universitatea „Politehnica" din Timişoara,
membru AGIR
e-mail: mihai_jadaneant@yahoo.com