

PRINCIPII ȘI SISTEME DE REGLARE A TURBINEI EOLIENE CONECTATE LA SISTEMUL ELECTROENERGETIC

Botnariuc Anatolii

Conducător Științific: Conf. Univ. Dr. Macovei Ilie

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Pe măsura creșterii și evoluării preocupărilor producătorilor de generatoare eoliene, au fost elaborate măsuri care îmbunătățesc conectarea generatoarelor eoliene la sistemele energetice în scopul asigurării unor proprietăți electrice avansate (advanced electrical properties). Aceste măsuri asigură realizarea reglajului frecvenței, a tensiunii, trecerea peste defect etc. și sunt absolut necesare pentru orice CEE (centrală electrică eoliană)/generator eolian. Din motive care țin de impactul asupra rețelei electrice la care urmează a fi conectate CEE/generatoarele eoliene, respectiv asupra sistemului energetic, se vor considera două seturi de cerințe tehnice minime: controlul puterii active generate de CEE/generatoarele eoliene în funcție de frecvență și controlul puterii reactive.

Cuvinte cheie: Reglare, redresoare, frecvența sincronă, generatoare cu inducție, alunecare, viteza vântului, cuplul de rotație, sistem de comandă.

La momentul de față puterea parcurilor eoliene conectate la sistemul energetic în unele cazuri constituie 150 MW și mai mult cu turbine cu puterea 2,5-3 MW fiecare.

Una din problemele fundamentale ale funcționării turbinelor eoliene în paralel cu sistemul energetic este asigurarea frecvenței sincrona a generatoarelor de energie electrică.

După principiul de funcționare se utilizează 4 tipuri de generatoare împreună cu care se utilizează turbinele eoliene (fig.1, a ,b ,c, d).

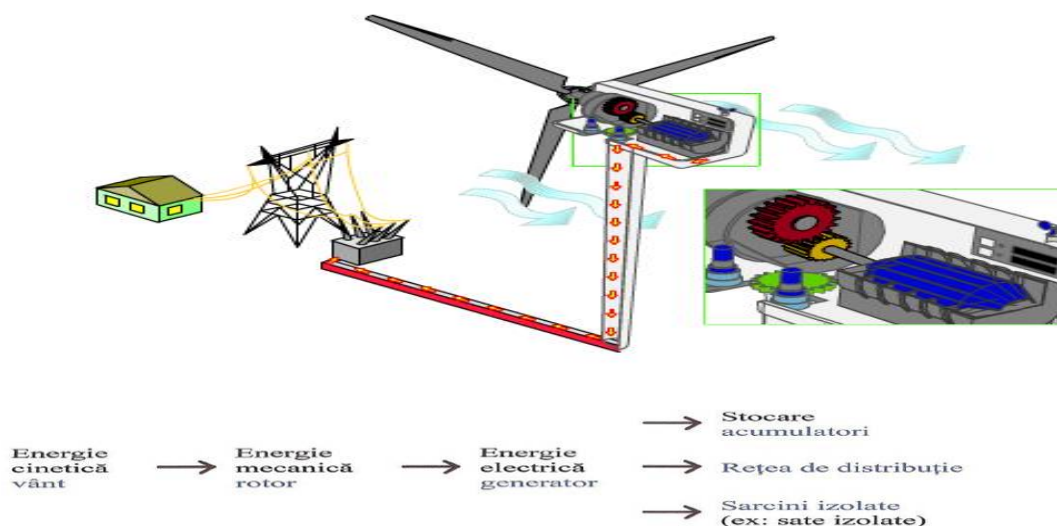


Fig.1. Principiul de funcționare al turbinei eoliene

Viteza turbinei eoliene alcătuiește 10-25 turații pe minut. Pentru a aduce numărul turațiilor generatorului în corespondență cu frecvența curentului electric din rețea se utilizează cutii de viteze.

Ajustarea fină a frecvenței energiei produse de generator cu cea din sistem se realizează de generator și sistemele respective de reglare (fig.1 a).Unul din generatoarele utilizate este generatorul asincron (Fig.1 a).

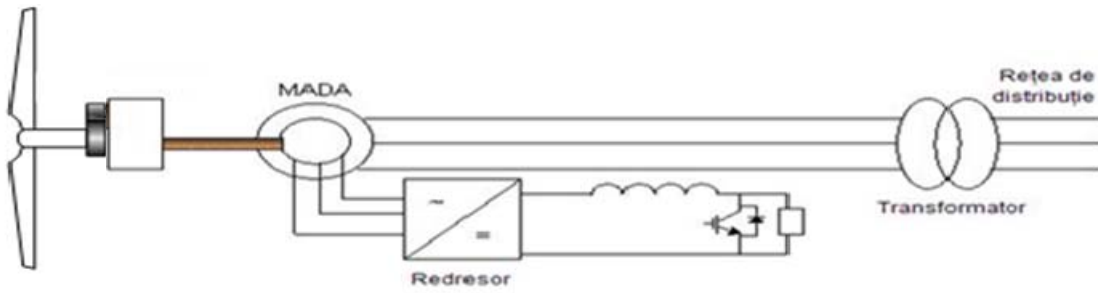


Fig. 1 a. Schema de conectare la rețea a unei turbine eoliene cu mașina asincronă cu rotor bobinat

El reprezintă un motor cu rotorul bobinat. Pentru a se autoexcita el consumă o cantitate mare de putere reactivă. Pentru a evita afectarea sistemului electroenergetic cauzată de consumul de putere reactivă generatorul se echipează cu sisteme de compensare-condensatoare.

Un alt tip de generator utilizat anterior a fost generatorul cu inducție cu frînare artificială a rotorului trifazat bobinat (DOIG) (fig. 1.b).

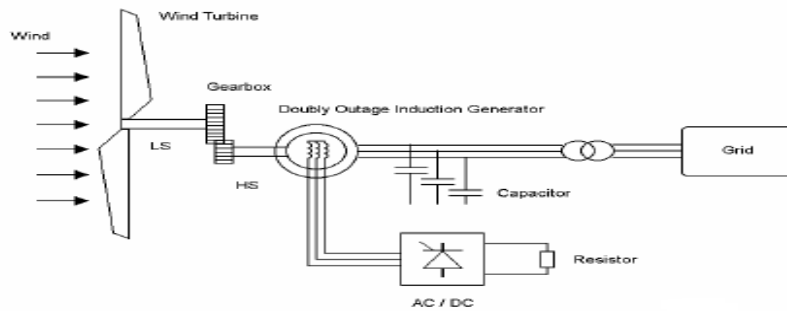


Fig. 1 b. Schema de conectare la rețea a generatorului cu inducție cu frînare artificială a rotorului trifazat bobinat

Alunecarea rotorului se reglează cu ajutorul unui rezistor alimentat de la un redresor comandat. Acest tip de generator de asemenea necesită compensarea puterii reactive și la bornele lui se conectează condensatoare.

Cel mai răspândit tip de generator utilizat în ultimul timp este generatorul cu inducție cu alimentare dublă (fig. 1.c).

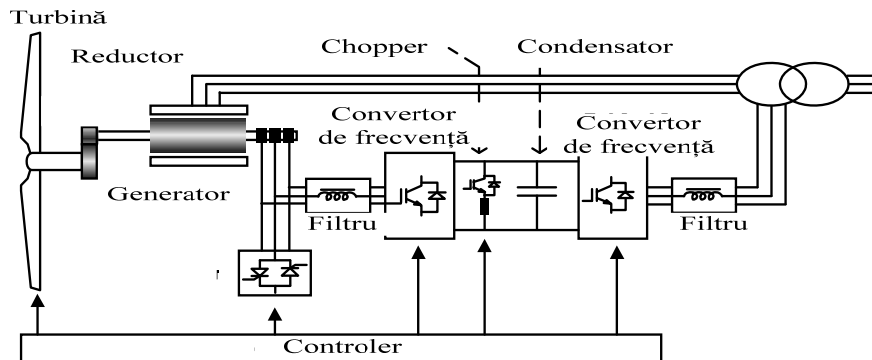


Fig. 1 c. Schema principală de conectare la rețea a generatorului cu inducție cu alimentare dublă

În acest tip de generator statorul este alimentat de la rețea, iar rotorul de la un convertizor de frecvență. Se mai utilizează și un redresor, care redresează curentul alternativ din partea rețelei (tensiunea pe condensator) și un convertizor de frecvență – un invertor. Frecvența invertorului trifazat se asigură de un sistem de comandă astfel ca viteza de rotație a fluxului magnetic față de rotor să completeze viteza produsă de la cutia de viteze și care trebuie să corespundă frecvenței rețelei.

Un alt tip de generator utilizat în sistemele eoliene este generatorul cu magneți permanenți. Acest tip de generator se conectează la rețea prin convertizor de frecvență.

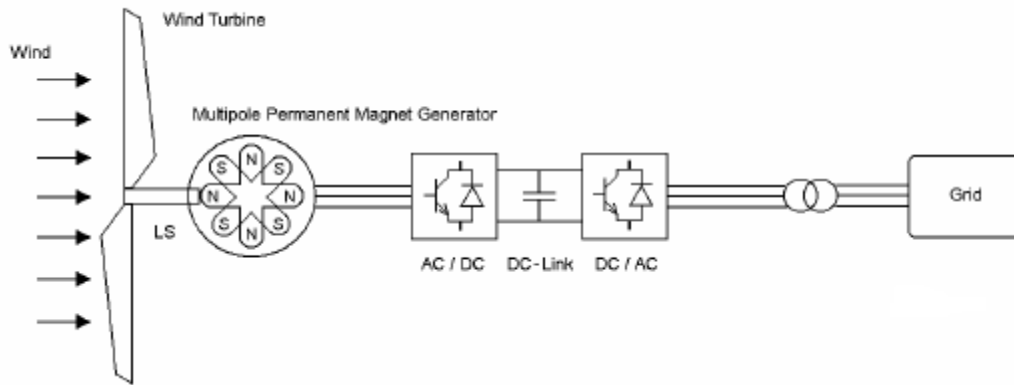


Fig. 1. d.Schema generatorului cu magneți permanenți

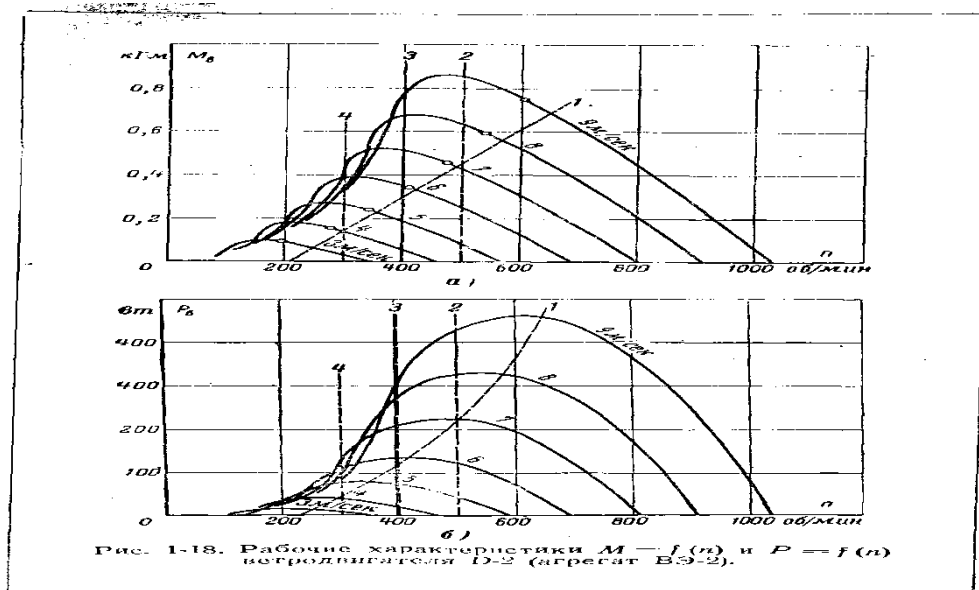


Fig.2. Dependența momentului turbinei și a puterii turbinei eoliene de viteza vântului

Maximul fiecărei curbe $P_n=f(n)$ corespunde vitezei de rotație la care turbina, la viteza dată a vântului, funcționează cu un număr normal de module $Z = \frac{\omega \cdot R}{v}$, număr pentru care coeficientul de utilizare a curentului de aer are valoare maximală: $\xi = \xi_{max}$. Numărul modulelor caracterizează viteza turbinei eoliene. Caracteristicile de lucru reprezintă nu altceva decât dependențe ale puterii și momentului turbinei de turațiile ei. Odată cu micșorarea vitezei vântului se micșorează cuplul de rotație, astfel încât toate curbele se deplasează în stînga în direcția diminuării turațiilor.

Avînd la bază caracteristicile de lucru ale turbinei $P_n=f(n)$ pot fi trasate caracteristicile de lucru de putere după viteza vântului.

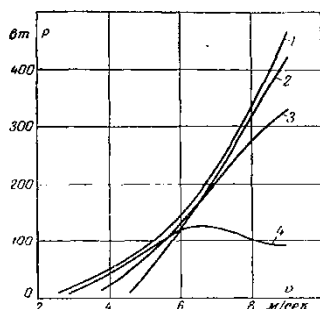


Fig.3. Dependenta puterii turbinei eoliene de viteza vântului - $P_n=f(v)$

Din analiza dependențelor din (Fig.3) se observă următoarele: **1** - puterea maximă dezvoltată de turbină-generator careia îi corespunde viteza mare de vânt; **2**- se referă la generatorul care funcționează la o viteză constantă $n = 500 \text{rot} / \text{min}$ și respectiv puterea de calcul a rotorului devine aproape egală cu puterea maximală; **3**- exprimă micșorarea puterii dezvoltate derotor la viteze mariși la turații constante ale vântului și majorarea ei la viteze mici ale vântului; **4** - reprezintă descreșterea considerabilă a puterii la turații constante de $n = 300 \text{rot} / \text{min}$.

Puterea mecanică produsă de rotor este funcție numai de geometria acestuia și de viteza vântului. Proiectarea parametrilor care influențează performanțele aerodinamice include unghiul palelor (unghiul de atac), subțirimea (soliditatea) și profilul. Cuplul produs de rotor poate fi controlat prin două căi: modificând geometria, prin modificarea unghiului palei sau prin schimbarea vitezei de rotație a rotorului astfel încât acesta sa lucreze la raportul de viteză optim al vârfului palei.

În sistemele moderne de turbine eoliene sunt prezente urmatoarele tipuri principale de control al puterii prin modificarea geometriei:

- Controlul înclinării
- Controlul frânării
- Controlul activ al opririi

Controlul înclinării

Scopul reglării unghiului este de a pastra constantă puterea la ieșirea turbinei.

Reglarea frânării

În regimul de reglare a frânării, controlul puterii rotorului este obținut prin exploatarea caracteristicilor frânării provenite de la pala elicei.

Reglarea unghiului palelor (controlul activ al frânării)

În cazul acestei reglări este necesar ca palele elicei să se poată roti în jurul axelor proprii. Reglarea poziției acestora are ca scop asigurarea unei puteri constante la ieșire, indiferent de viteza vântului.

Bibliografie

1. Tomas Petru, *Modeling of windturbines for powersystemstudies*, Departament of electric power Engineering, Sweden 2003.
2. Vladislav Akhmatov, *Analysis of dinamic*, Technical University of Denmark 2003.
3. Андрианов В.Н., Быстрицкий Д.Н., Вашкевич К.П., Секторов В.Р. – *Ветроэлектрические станции*, Государственное энергетическое издательство, Москва 1960.