

STABILIREA PARAMETRILOR DE BAZĂ ȘI PROIECTAREA UNUI FILTRU ACTIV PENTRU COMPENSAREA REGIMULUI DEFORMANT

Autori: Mihail Alexandru FEROIU ¹, Madalin MUCENIC ²

Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Ilie UTU ³

¹ Universitatea din Petrosani, Facultatea IME, Exploatarea instalatiilor electrice industriale: , anul II

² Universitatea din Petrosani, Facultatea IME, Energetica industrială:, anul III

³ Universitatea din Petrosani, Facultatea IME,, Departamentul: ACIEE

Rezumat

În cadrul acestei lucrări au fost elaborate procedurile de dimensionare pentru principalele componente de putere ale filtrului activ paralel. Procedurile se constituie într-un set de unelte automatizate, care permit o alegere optimă și rapidă a componentelor. Mai întâi se stabilește încărcarea filtrului, pornind de la parametrii consumatorului neliniar ce urmează a fi compensat (curent nominal, conținut de armonici), nivelul de compensare propus și strategia de compensare ce urmează a fi aplicată. Apoi se stabilesc criteriile de dimensionare a inductivității de la ieșirea filtrului activ.

O atenție deosebită este acordată filtrului pasiv pentru undulația de comutație. Sunt trecute în revistă diferite moduri de amplasare și implicațiile acestora, sunt identificate diferite topologii de filtre, se examinează avantajele și constrângerile fiecăreia.

Cuvinte cheie

Armonici, filtre, acționări reglabile

1. Introducere

În sistemele energetice moderne consumatorii neliniari au o pondere din ce în ce mai mare; folosirea pe scară largă a acționărilor reglabile de curent alternativ, având redresoare cu diode ca prim etaj de conversie, a acționărilor de curent continuu bazate pe redresoare cu tiristoare, a cicloconvertoarelor are drept consecință creșterea conținutului de armonici a curentului absorbit de consumatori.

Dezavantajele acestor armonici de curent sunt binecunoscute:

- disipație crescută de putere în cabluri, transformatoare, mașini electrice, și condensatoare.
- în sistemele trifazate cu nul, armonicile multiplu de trei se adună în conductorul de nul, astfel încât curentul din acest conductor ajunge la valori inacceptabile.
- armonicile de curent provoacă distorsionarea tensiunii de alimentare a tuturor consumatorilor, deci sunt afectați și consumatorii liniari, care nu generează armonici de curent.
- armonicile accelerează procesele de îmbătrânire a izolației și micșorează durata de viață a instalațiilor.

Metodele de limitare pot fi împărțite în trei grupe:

- filtre pasive,
- transformatoare de izolare și reducere a armonicilor,
- filtre active

Filtrele active sunt convertoare statice de putere, care pot îndeplini diverse funcțiuni. Schemele de filtrare actuale permit sintetizarea oricărei forme de curent cu componente armonice de frecvențe relativ ridicate, suficiente pentru cele mai multe cazuri practice și la niveluri de putere din ce în ce mai mari.

2. Inductanța de ieșire a filtrului

Procedura de dimensionare a inductanței de la ieșirea filtrului se bazează pe următoarele criterii:

- Se stabilește o *limită inferioară* a inductanței **LF(min)** astfel încât să se limiteze undulația curentului datorată componentelor cu frecvența de comutație și multipli ai acesteia (de exemplu la 5...15% din curentul injectat).
- Se stabilește o *limită superioară* a inductanței **LF(max)** astfel încât viteza minimă de variație a curentului generat de filtru să fie mai mare decât viteza maximă de variație a curentului consumatorului; numai așa este posibilă o compensare adecvată a armonicilor.

Limita inferioară a inductanței LF(min)

O relație cu caracter general se obține raportând undulația la valoarea maximă a curentului filtrului ÎF, ca în relația (1); pentru ÎF se poate adopta valoarea maximă a curentului consumatorului ÎL, adică Id (curentul continuu la ieșirea redresorului)

$$\frac{\hat{I}_{F,ripple}}{\hat{I}_F} = \frac{V_{dc}}{12 \cdot L_F \cdot f_{sw} \cdot I_d} \cdot 100 \quad [\%]$$

(1)

In fig. 1 este reprezentată relația (1) pentru $f_{sw} = 10 \text{ kHz}$, având drept parametru V_{dc} .

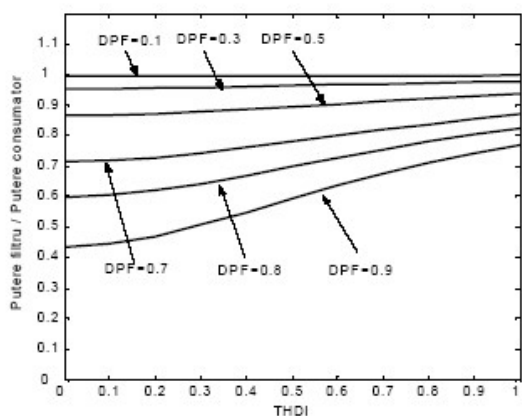


Fig. 1 Variația raportului dintre puterea aparentă a filtrului și puterea aparentă a consumatorului neliniar pentru cazul în care se compensează puterea reactivă și armonicile de curent

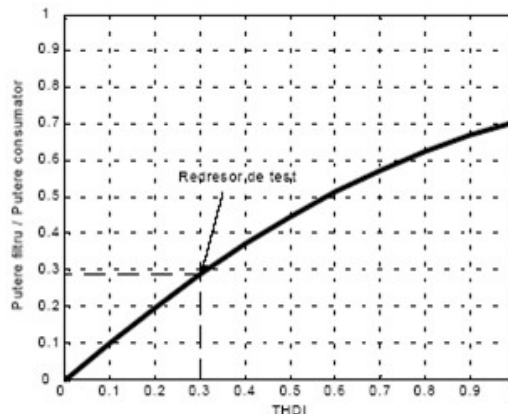


Fig. 2 Variația raportului dintre puterea aparentă a filtrului și puterea aparentă a consumatorului neliniar pentru cazul în care se compensează muma armonicile de curent.

Limita superioară a inductanței $L_F(\max)$

In fig. 2 este reprezentată relația (2), având ca parametru V_{dc} .

$$\frac{di_F}{dt} = \frac{\frac{2}{3} \cdot V_{dc} - \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot V_{LL}}{L_F} \quad (2)$$

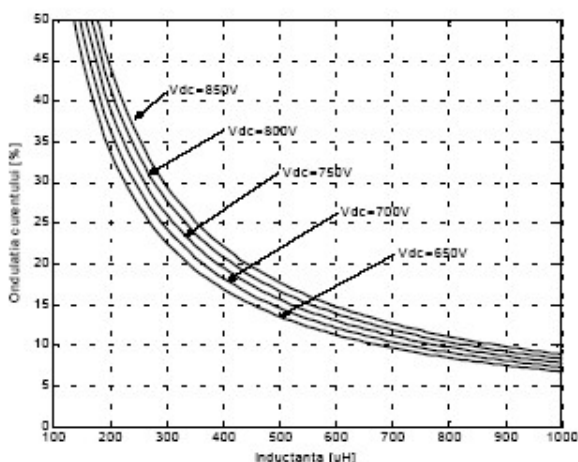


Fig. 4 Curbele $i_{F, ripple} = f(L_F)$ pentru stabilirea limitei minime a inductanței $L_{F(\min)}$.

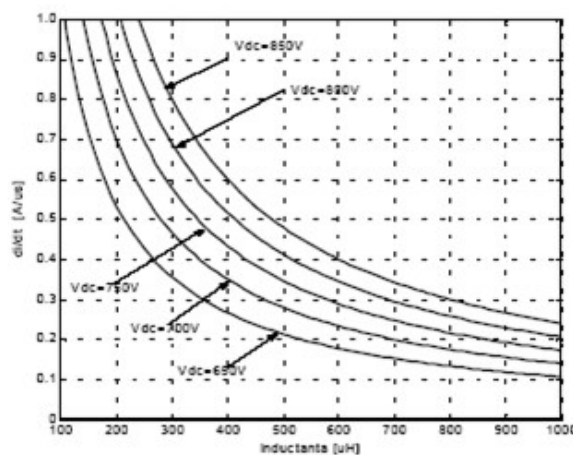


Fig. 5 Curbele $di_F/dt = f(L_F)$ pentru stabilirea limitei maxime a inductanței $L_{F(\max)}$.

3. Condensatorul de filtrare

Procedura de dimensionare a condensatorului de filtrare se bazează pe bilanțul puterilor. Ipotezele de calcul sunt următoarele:

- Puterea activă disipată în convertizor este neglijabilă.
- Energia stocată în inductivitatea de ieșire este neglijabilă.
- Tensiunea continuă este menținută constantă cu ajutorul buclei de reglare special destinate, deci, componenta ondulatorie a tensiunii continue $v_{dc, \sim}(t)$ este mult mai mică decât valoarea medie V_{dc}

$$v_{dc}(t) = V_{dc} + v_{dc, \sim}(t) \cong V_{dc} \quad (3)$$

- Deoarece frecvența de comutație f_{sw} aleasă (10kHz) este mult mai mare decât frecvența rețelei f_s , componenta ondulatorie la frecvența de comutație și multiplii acesteia a curentului absorbit de condensator $i_{C, sw}$ este neglijabilă în raport cu componenta ondulatorie de joasă frecvență a curentului absorbit de condensator $i_{C, \sim}$ (multiplii ai frecvenței rețelei)

$$i_C(t) = I_C + i_{C,\sim}(t) + i_{C,sw}(t) \cong i_{C,\sim}(t) \quad (4)$$

În relația (4) componenta medie I_C este nulă ca o consecință a faptului că se neglijează pierderile în convertizor – prima ipoteză de calcul.

➤ Se compensează numai armonicile de curent, nu se compensează puterea reactivă.

Este utilă o exprimare a componentei ondulatorii Δv_{dc} raportate la valoarea medie V_{dc}

$$\frac{\Delta v_{dc}}{V_{dc}} \cong \frac{THD_I}{\sqrt{1+THD_I^2}} \cdot \frac{S_L}{C_d \cdot V_{dc}^2 \cdot \omega_S} \quad (5)$$

O formă utilă de materializare a procedurii de dimensionare este reprezentarea relației (5) ca în fig. 6. Este pusă în evidență dependența ondulației relative de valoarea capacității de filtrare. Se observă că, în cazul în care se dorește compensarea puterii reactive, valoarea necesară a capacității de filtrare este mult mai mare la același procent de ondulație.

4. Filtrul pasiv pentru ondulația de comutație

În lipsa măsurilor de limitare a ondulației de comutație a curentului absorbit de filtrul activ, aceste armonici pătrund în consumatorul nelinier de compensat și în rețeaua de alimentare, ceea ce poate avea drept consecință deformarea tensiunii de alimentare în PCC. Structurile simple de filtre active folosesc inductanțele de ieșire ale filtrului LF ca unică interfață între convertor și rețea.

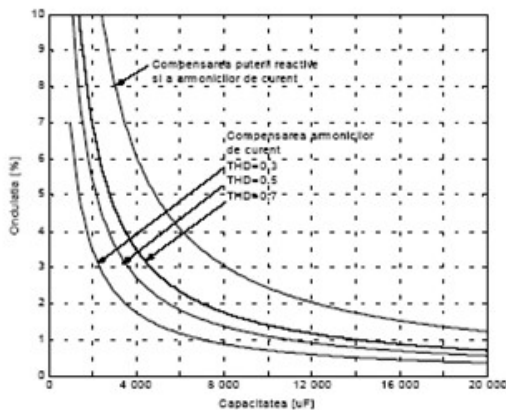


Fig. 6 Curbele pentru stabilirea valorii condensatorului de filtrare în funcție de ondulația admisă a tensiunii continue ($V_{dc}=750V$, $S_L=45kVA$).

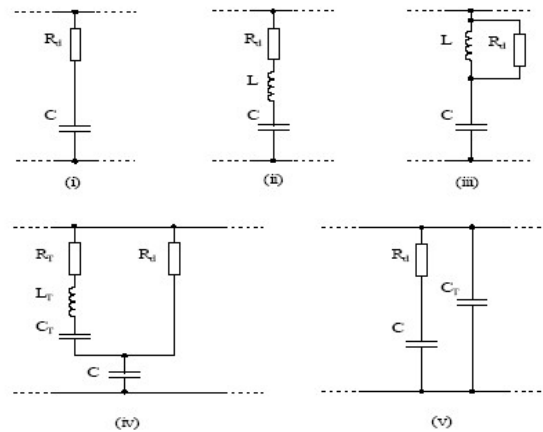


Fig. 7 Topologii de filtre pasive pentru ondulația de comutație.

Dar pentru a avea o dinamică bună a filtrului activ se impune o limită maximă pentru valoarea inductanței LF; astfel, este necesară o frecvență de comutație foarte ridicată pentru a menține ondulația de comutație a curentului absorbit în limite acceptabile, numai cu o inductanță LF de valoare redusă la ieșire. Pentru a realiza performanțe dinamice bune și a elimina ondulația de curent la o frecvență de comutație mai coborâtă, este necesar un filtru pasiv, amplasat între faze.

Obiectivul acestui filtru este înlăturarea armonicilor de curent cu frecvența de comutație și multipli ai acesteia, produse de convertor. Dacă este proiectat corespunzător, filtrul pasiv pentru ondulația de comutație poate atenua și armonicile superioare din curentul absorbit de consumatorul nelinier, aflate deasupra benzii de frecvențe a regulatorului filtrului activ.

Câteva din tipologiile mai răspândite pentru filtrele pasive sunt prezentate în fig. 7. Abordarea din fig. 7, constă în crearea a două căi separate: o cale LT, CT, C pe frecvența de comutație a convertorului (fig. 8, a) și alta de bandă largă R_d , C (fig. 8, b). Rezistorul R_d se dimensionează astfel încât să asigure amortizarea oricărei posibilități de rezonanță cu rețeaua sau consumatorii, la frecvențe deasupra benzii filtrului activ.

De aceea, nu este necesar să crească banda de frecvență a convertorului, pentru a realiza amortizarea activă a rezonanțelor. Valoarea curentului de frecvența rețelei este determinată de condensatorul C. La frecvența rețelei impedanța condensatorului C este mult mai mare decât rezistența R_d și, ca urmare, tensiunea fundamentală se regăsește pe condensatorul C, iar pe circuitul acordat LT, CT amplitudinea componentei fundamentale a tensiunii rețelei este foarte redusă (fig. 9).

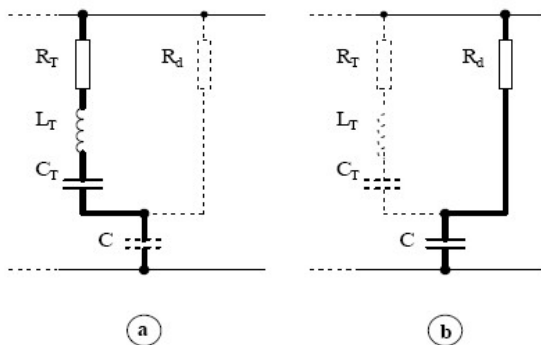


Fig. 8 Topologia din fig. 7,
 (a) Calea pentru frecvența de comutație.
 (b) Calea de bandă largă.

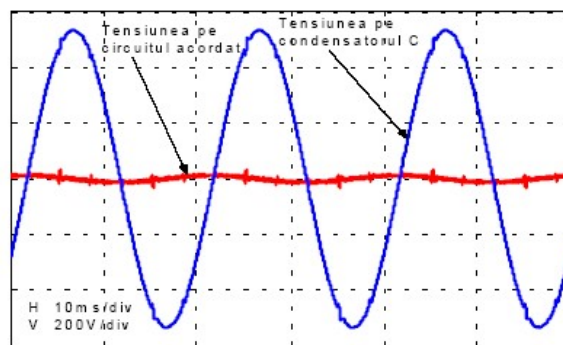


Fig. 9 Topologia din fig. 7,
 Tensiunea fundamentală se regăsește pe condensatorul C

5. Dimensionarea elementelor de bază

5.1. Specificația de sarcină

Filtrul activ trebuie să realizeze compensarea armonicilor de curent ale consumatorului neliniar, astfel încât factorul de distorsiune al curentului total absorbit să se încadreze în limitele impuse. Invertorul pe care este implementat filtrul activ este o punte cu tranzistoare IGBT de 200A, 1700V, tip SKM 200GB173D1, răcite cu un ventilator axial tip SKF16B (SEMIKRON, Germania). S-a estimat o capacitate în curent a invertorului de 55A la 16kHz. Asamblarea a fost realizată în București, la firma SC Electrotehnica SA (fig.10).

5.2. Dimensionarea filtrului pasiv pentru undulația de comutație

Scopul filtrului pasiv este de a crea o cale de deviere a curentului de ondulație, astfel încât acesta să nu pătrundă în rețeaua de alimentare. Eficiența filtrului pasiv poate fi evaluată cu ajutorul factorului de transfer în curent cu ieșirea în scurtcircuit H_{21} . Criteriile de eficiență (ideale) ale filtrului pasiv sunt:

- modulul $|H_{21}|$ să fie unitar în toată banda de frecvențe și nul la frecvența f_{sw} și
- defazajul introdus să fie zero în toată banda de frecvențe.

Desigur, un filtru fizic realizabil va îndeplini parțial aceste cerințe. Se alege pentru filtrul pasiv topologia din fig. 7, care are o structură optimă. Fie valoarea capacității condensatorului C de $60\mu F$; impedanța sa la 50Hz este de circa 53Ω și, dacă se dorește reducerea tensiunii pe circuitul acordat $\{L_T, C_T\}$ la circa 10V, rezultă o rezistență R_d de circa $1,3\Omega$

f_{sw}	10,8	kHz
L_T	32	μH
C_T	6,8	μF
R_T	50	$m\Omega$
C	60	μF
R_d	1,5	Ω



Fig. 10 Punte cu tranzistoare IGBT

Se alege $C_T=6.8\mu\text{F}$ și rezultă $L_T=32\mu\text{H}$. Parametrii filtrului pasiv cu structura din fig. 5.9, sunt recapitulați în tabelul de mai sus; rezistența R_T este rezistența înfășurării inductanței L_T de circa $50\dots 100\text{m}\Omega$, ceea ce conduce la un factor de calitate de $50\dots 100$ pentru circuitul acordat L_T, C_T .

6. Concluzii

Practic, toate echipamentele electrice și electronice moderne au surse în comutație sau controlează într-un fel sau altul puterea absorbită și astfel rezultă ca sarcini nelineare.

Sarcinile lineare sunt relativ rare, lămpile incandescente necontrolate și sistemele necontrolate de încălzire ar fi singurele exemple.

Această clasă de echipamente determină cea mai mare parte a problemelor cauzate de armonici, întâlnite în industrie și în comerț, pe de o parte datorită numărului mare instalat și pe de altă parte datorită tipului de armonici pe care îl produc – cu rang multiplu de trei.

Ca urmare a creșterii numărului de echipamente și fără aplicarea unor norme severe, care să fie urmate de măsuri drastice, este probabil că poluarea armonică va crește. Este un risc pentru întreprinderile care au investit, pe baza unei practici corecte de proiectare, în echipamente corect alese și într-o bună mentenanță.

Bibliografie:

1. Arie A. ș.a. - *Poluarea cu armonici a sistemelor electroenergetice funcționând în regim permanent simetric*. Editura Academiei Române, 1994
2. Georgescu Gh., Neagu B. - *Analiza regimurilor permanente de funcționare ale rețelelor electrice din sistemul electroenergetic*, Vol. 1, Ed. PIM, Iași, 2014, ISBN 978- 606-13-2127-8.
3. P. K. Steimer et al., "IGCT – *A new emerging technology for high power, low cost inverters*, IEEE IAS Annu. Meet. Conf. Rec., pp. 1592–1599, 1997.
4. Popescu, F.G., Arad, S.L., Marcu, M.D. - *Reducing energy consumption by modernizing drives of high capacity equipment used to extract lignite*. Papers SGEM2013/Conference Proceedings, Vol. Energy and clean technologies, ISBN 978-619-7105-03-2, ISSN 1314-2704, 183 - 190 pp, DOI: 10.5593/SGEM2013, Albena Co., Bulgaria
5. Uțu, I., Stochițoiu M. D. - *Voltage and current harmonics simulation*. Annals of University of Petroșani, Petroșani, 2015,

SINCRONIZAREA GENERATORULUI SINCRON CU REȚEAUA SEN LA TERMOCENTRALA MINTIA

Autori: Bogdan Grigore VARZOB ¹, Dumitru CIUMAC ²

Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Ilie UTU ³

¹ Universitatea din Petrosani, Facultatea IME, Exploatarea instalatiilor electrice industriale: , anul II

² Universitatea din Petrosani, Facultatea IME, Energetica industrială:, anul III

³ Universitatea din Petrosani, Facultatea IME,, Departamentul: ACIEE

Rezumat

În această lucrare se prezintă operațiunea de cuplare în paralel a două generatoare cu respectarea tuturor condițiilor impuse. Timpul de realizare a tuturor condițiilor este relativ mare și în caz de avarie, sincronizarea precisă nu mai poate fi oportună. În această situație, dacă sistemul energetic este puternic, se utilizează autosincronizarea care nu necesită îndeplinirea tuturor condițiilor de punere în paralel.

Este prezentat sistemul automat de sincronizare a unui generator de la Termocentrala Mintia.

Cuvinte cheie

Generator sincron, sincronizare, hidrocentrale

1. Metode de sincronizare

Sincronizarea este o manevra complexă și vitală pentru exploatarea sistemelor energetice; se realizează cu ocazia fiecărei cuplări a unui *generator sincron* în paralel cu celelalte *generatoare sincrone* care funcționează în sistem. În principiu, *printr-o sincronizare se realizează:*

- punerea în concordanță a două sisteme de tensiune;
- cuplarea în paralel a celor două sisteme de tensiuni prin conectarea unui întreruptor.

Sincronizarea unui generator oarecare cu sistemul energetic interconectat reprezintă operația de conectare a generatorului în paralel cu sistemul la momentul oportun respectiv atunci când sunt îndeplinite simultan condițiile:

- a. egalitatea tensiunilor (ca mărime efectivă)
- b. egalitatea frecvențelor
- c. identitatea succesiunii fazelor
- d. decalaj minim între fazele omoloage (pe cât posibil fără decalaj).

Dintre aceste patru condiții, identitatea succesiunii fazelor se determină o singură dată la primul paralel al generatorului după care (dacă nu se produce vreă inversiune în circuitele primare la lucrările de reparații), turbina rotindu-se într-un singur sens, succesiunea fazelor se menține aceeași; celelalte trei condiții se determină pentru fiecare sincronizare (paralel) în parte cu ajutorul circuitelor și aparaturii de comutație secundară special destinate acestui sens.

După modul în care sunt urmărite condițiile impuse pentru sincronizare, respectiv este transmis impulsul (comanda) pentru conectarea întreruptoarelor generatorului, sincronizarea poate fi manuală sau automată. (ambele situații putând fi utilizate în cazul generatoarelor de 210 MW de la S.E. Deva)

Sincronizarea manuală

La sincronizarea manuală egalitatea tensiunilor se verifică cu voltmetru dublu sau voltmetre procentuale iar egalitatea frecvențelor cu un frecvențmetru dublu sau frecvențmetre pentru sistem și pentru generator. Identificarea momentului de coincidență de fază a tensiunilor se realizează cu ajutorul sincronoscopului.

Manevrele care se execută la sincronizarea manuală a unui generator:

1. Se introduce cheia de sincronizare aferentă întreruptorului propriu și după o ușoară apăsare se răsucește în poziția „**manual**” (prin această operație se pun sub tensiune voltmetrele procentuale și respectiv sincronoscopul).
2. Se verifică indicațiile celor două voltmetre procentuale să fie relativ identice, respectiv cu o ușoară superioritate a tensiunii generatorului (fără ca prin aceasta să se depășească valoarea efectivă maxim admisibilă). În caz contrar se va acționa asupra excitației generatorului pentru îndeplinirea acestei condiții.
3. Se urmărește rotirea acului sincronoscopului și se acționează asupra admisiei turbinei astfel încât sincronoscopul să ajungă la o rotire uniformă și lentă (o rotație completă în minim 5 secunde) și de preferință în sensul orar.

- Cu o anticipare de cca. 5^o momentului trecerii prin zero a acului sincronoscopului se comanda anclanșarea întrepruatorului 220 KV din cheia de comanda aferenta.

Sincronizarea automata

Automatizarea procesului de sincronizare poate fi partiala sau totala, functie de comenzile pe care le realizeaza sistemul de sincronizare. Este descris in continuare sincronizatorul automat Synchrotact 5 dublu canal, utilizat in CTE DEVA pentru sincronizarea generatoarelor la SEN.

Sincronizatorul digital SYNCHROTACT 5 constă din unul sau doua canale independente cu hardware și software diferite; versiunea cu doua canale, SYN 5202, maximizează siguranța împotriva legării în paralel incorecte. Toți parametrii necesari pentru legarea în paralel sunt stocați într-un set de parametri, fiind disponibile șapte intrări și ieșiri configurabile pentru selectarea și indicarea unui set de parametri.

Procesul de legare în paralel automată poate fi împărțit în principal în patru blocuri de funcții:

- Măsurare
- Ajustare tensiune și frecvență
- Monitorizarea condițiilor de legare în paralel
- Generare comandă legare în paralel

În fig.1,diagrama de circuit a blocurilor funcțiilor legare în paralel de bază a SYNCHROTACT 5 este simplificată și prezintă o configurație cu un singur canal. Funcțiile individuale sunt descrise mai precis în secțiunile următoare.

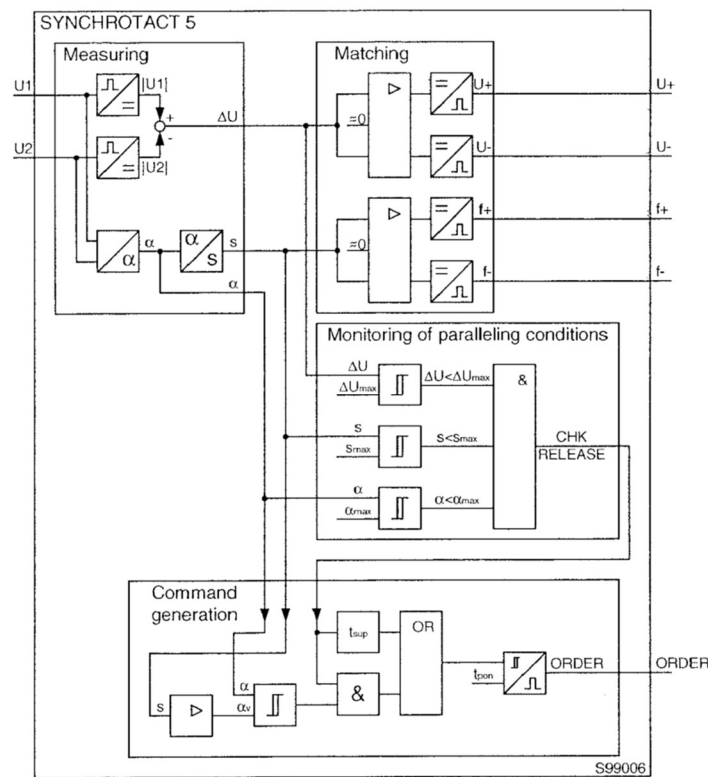


Fig.1 –Diagrama cu funcțiile Synchrotact

Măsurare :

Următoarele variabile măsurate sunt generate din cele două tensiuni de măsurare :

- **Tensiunea U1, U2 :** U1 este tensiunea de referință, de ex. a liniei, U2 este tensiunea reglabilă, de ex. a generatorului
- **Frecvența f1, f2:** f1 este frecvența de referință, f2 este frecvența reglabilă
- **Diferența de tensiune ΔU:** $\Delta U = |U1| - |U2|$
 - $\Delta U > 0$ Tensiunea reglabilă este mai mică
 - $\Delta U < 0$ Tensiunea reglabilă este mai mare
- **Alunecare s**
 - $s > 0$ frecvența reglabilă este mai mică (de ex. generatorul este sub-sincron)
 - $s < 0$ frecvența reglabilă este mai mare (de ex. generatorul este suprasincron)
- **Diferența unghi fază α**
 - $= \varphi1 - \varphi2$
 - 0 frecvența reglabilă încetează

- < 0 frecvența reglabilă accelerează
- **Accelerația ds/dt**
 - $ds/dt > 0$ frecvența reglabilă este redusă (de ex. generatorul este accelerat)
 - $ds/dt < 0$ frecvența reglabilă crește (de ex. generatorul este înceteșit)

2. Manevre de sincronizare a generatorului nr.3 din CTE Deva-Mintia

Sincronizarea generatorului nr.3 se realizează automat din DCS (Sistemul de control distribuit) din camera de comandă tehnologică a blocului 3. Schema pentru sincronizare a generatorului 3 la SEN este dată în fig.2.

În principiu funcționarea instalației de sincronizare este următoarea:

a) Sincronizarea generatorului prin întrerupătorul 220 KV propriu.

După cum s-a arătat mai înainte sincronizarea generatorului cu sistemul prin întrerupătorul 220 KV propriu poate fi făcută fie manual, fie automat. În continuare se descrie sincronizarea automată. Și într-un caz și în celălalt, în prealabil, generatorul trebuie adus la turația nominală (3000 rot/min), și pregătită corespunzător celula 220 KV aferentă generatorului, adică închiderea separatorului de bară 3AC01 și a separatorului de borne 3AC04.

Prin închiderea separatorului de bare la care se va sincroniza generatorul, în mod automat, prin releul de copiere a poziției separatorului, respectiv se aduce tensiunea buclei corespunzătoare barei de 220 KV pe care urmează să se conecteze generatorul, în dulapul 3HH02 unde se află aparatul necesar efectuării sincronizării: sincronizatorul automat – Synchrotact 5 și SyncoChek și KV-metre, sincronoscop, frecvențmetre, lămpi semnalizare poziție, butoane și chei comandă manuală. În continuare sunt descrise manevrele din foaia de manevre de execuție – FME, cu explicațiile aferente, care se execută pentru conectarea la SEN a generatorului nr.3.

1. Dispecerul șef tura pe centrală aprobă efectuarea manevrelor.
2. Se cere confirmarea dispecerului șef tura centrală că T.G.3 este în SSV.
3. Se verifică poziția închisă a separatorului de nul Trafo 250MVA - 3AC08.
4. Se face un control în camera releelor, camera excitație, generator.
5. Se verifică agenții de răcire ai generatorului :
 - debit distilat răcire stator 24-30m³/h
 - conductivitate distilat răcire stator max 2,5μS/cm
 - presiune hidrogen, 3 bar
 - puritate hidrogen min. 97%.
 - temperaturi : infasurări, miez, gaze.
6. În DCS ecranul 6.1, (fig.3) în câmpul EXCITAȚIE PRINCIPALĂ se verifică:
 - SELECTAT DISTANTĂ (din dulapul 3JD 01 cheia S.640.1 REMOTE/LOCAL)
 - MOD AUTO ACTIVAT
 - Auto Setpoint 15.75 kv
7. Se activează RAT 1 din dulapul 3JD 01 astfel :
 - se comută cheia pe LOCAL.
 - se apasă butonul AVR 1 care se aprinde.
 - se trece cheia pe REMOTE.
8. Se verifică în DCS în ecranul 6.1 RAT 1 – ACTIVAT, RAT 2- REZERVĂ.
9. Se închide separator de c.a..S.600.1 din 3 FA 01.
10. Se închide separator de c.c. S.607.3 din 3 HQ 06.
11. Se verifică turația generatorului să fie 3000 r/min.
12. Se primește confirmarea din stația exterioară că T.G.3 este în rezervă caldă.
13. În ecranul 6.1 se închide (CLOSE) întrerupătorul de câmp NES.
14. Se urmărește creșterea tensiunii statorice la valoarea setată 15,75 KV.
15. În DCS în ecranul 6.1 se urmăresc:
 - creșterea tensiunii statorice $U_{L1-L2}, U_{L2-L3}, U_{L3-L1}$.
 - tensiune excitație aprox.91V.
 - curent excitație aprox. 820-930A.
16. În dulapul 3HH 02 se trece cheia de sincronizare pe poziția REMOTE.
17. În DCS în ecranul 6 (fig.4.) se verifică în câmpul SINCRONIZARE
 - activ SINCRONIZARE DISTANTĂ (verde).
18. În DCS în ecranul 6 în câmpul sincronizare se selectează IO-ul propriu, se verifică activarea:
 - IO-ul propriu , 3AC 00 SELECTAT (verde).

- PREGATIT PENTRU SINCRONIZARE (verde).
19. In DCS, ecranul 6 in campul sincronizare se da comanda START sincronizare.
 20. Se verifica sincronizarea generatorului la retea prin conectarea automata a IO-ului propriu 3AC 00.
 21. Se primeste confirmarea din statia exterioara ca intreruptorul propriu IO-220 KV 3AC 00 a conectat corect.
 22. In dulapul 3HH 02 se trece cheia de sincronizare pe pozitia ZERO.
 23. Se verifica incarcarea cu sarcina activa si reactiva a generatorului.
 24. In DCS, in ecranul 6.1 in campul excitatiei principale se ajusteaza putera reactiva astfel : se modifica Auto Set point prin cresterea tensiunii astfel incat sa obtinem o putere reactiva inductiva de aprox. 10-30 Mvar.
 25. In DCS in ecranul 6 se verifica pornirea racirii Trafo 250 MVA-3AT 01 COMANDA RACIRE ON (verde).
 26. Se confirma si se anuleaza semnalele din ecranele: 89 (Alarme electrice),88 (Alarme turbina-generator).
 27. Se anunta dispecherul sef tura centrala de efectuarea manevrelor.

**SCHEMA ELECTRICA PENTRU TESTELE DE SINCRONIZARE BLOC 3
DUPA RETEHNOLOGIZARE**

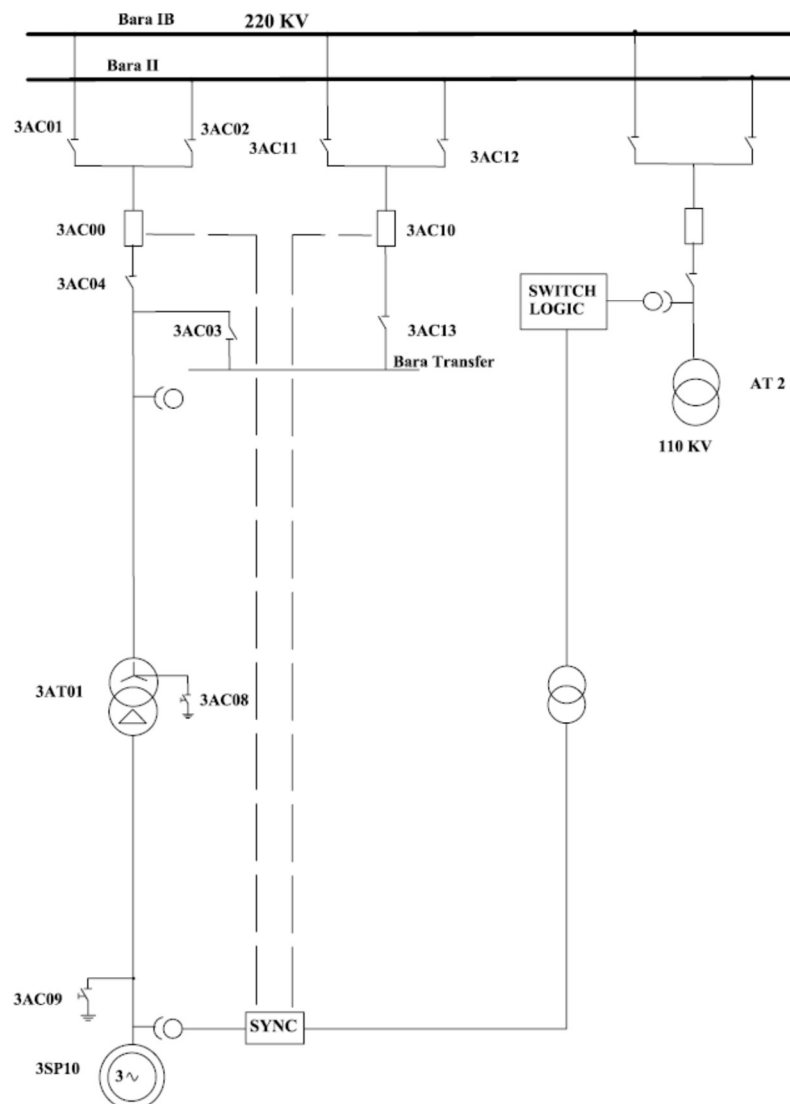


Fig.2 – Schema monifilara teste sincronizare

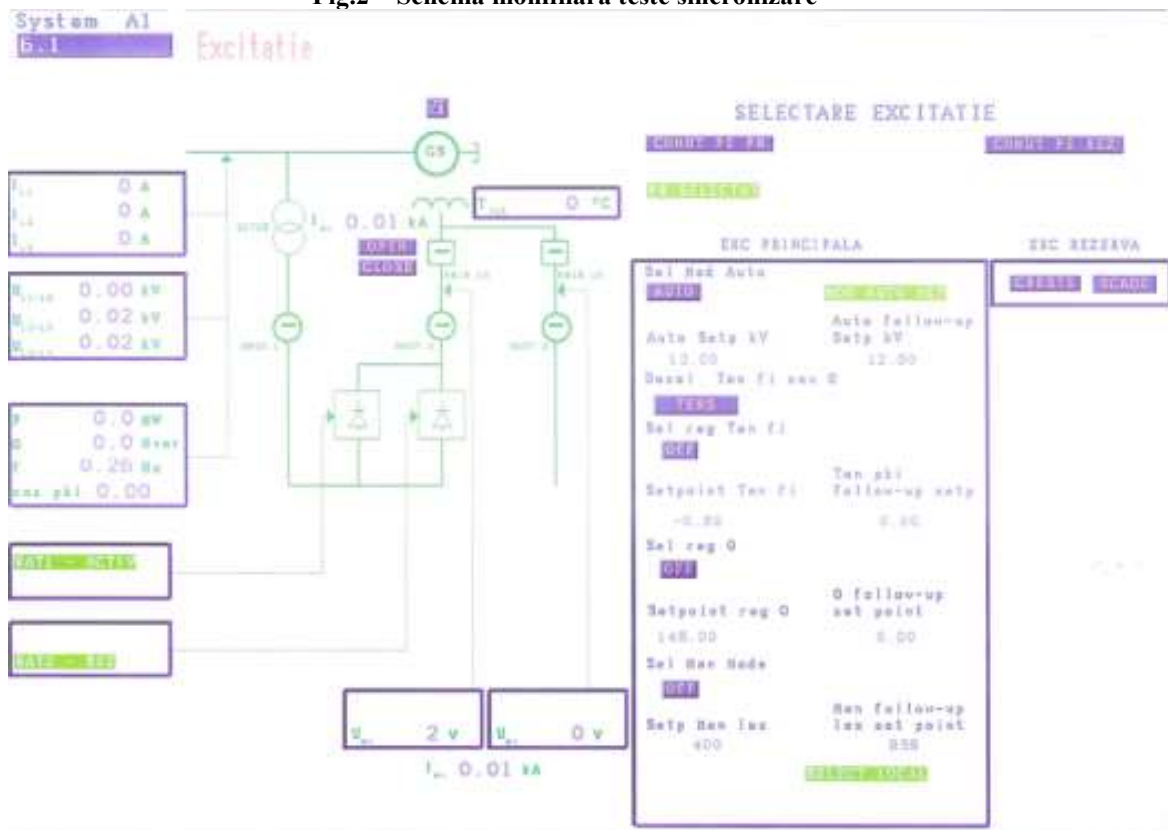


Fig.3 – Ecran DCS cu sistemul de excitatie statica- NES

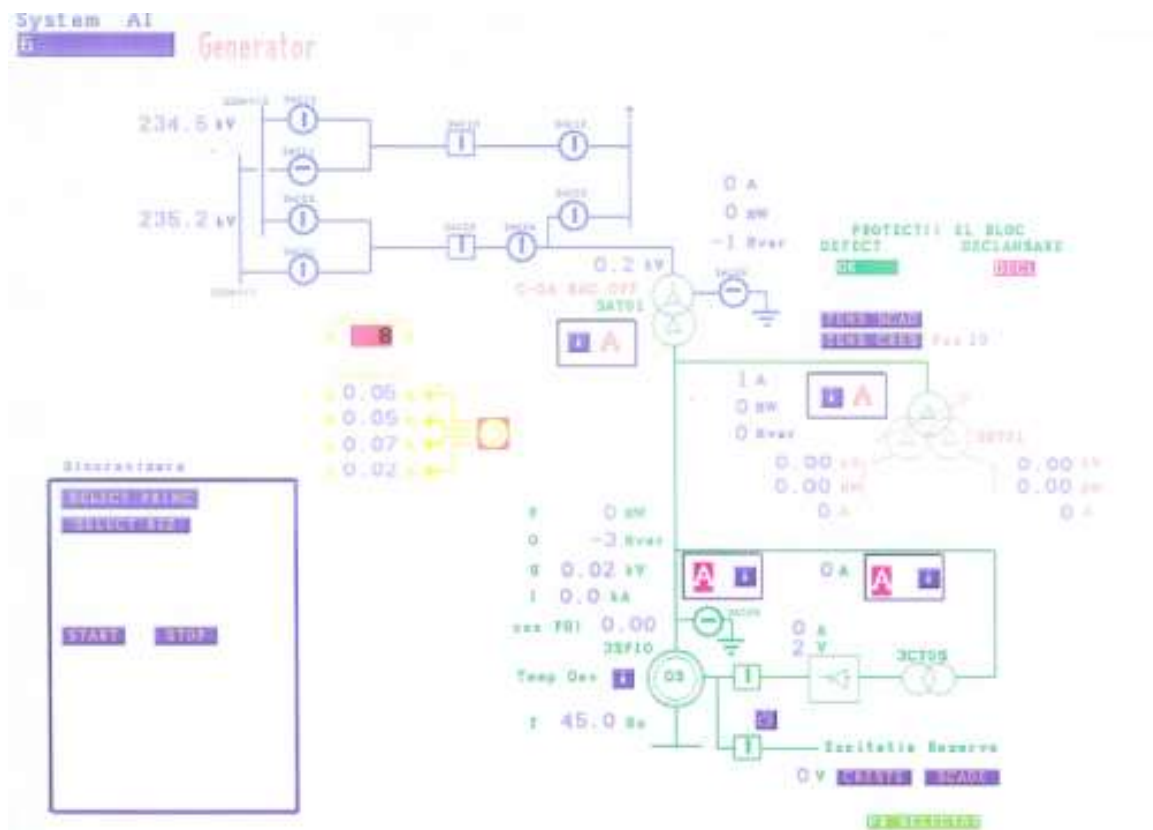


Fig.4 – Ecran DCS cu generatorul

b) Sincronizarea generatorului prin întrerupătorul 220 KV cupla combinata.

Pentru situatiile de indisponibilitate a întrerupătorului propriu de 220 KV propriu, orice generator este prevazut cu posibilitatea trecerii pe o cupla de transfer și, ca atare, inclusiv cu posibilitatea de sincronizare prin cupla (in cazul generartorului nr.3 cu cupla combinata nr.2 – CC 2)

Manevrele se executa similar cu cele descrise la sincronizarea cu intreruptorul propriu, dar se vor executa manevrele de separator transfer generator si separatorii aferenti celulei CC-2 (cupla combinata nr.2) iar in DCS se vor face manevre cu intreruptorul 3AC10.

In fig.5 este aratata inregistrarea primei sincronizari la retea a generatorului nr.3, cu intreruptorul propriu 3AC00, de la CTE DEVA.

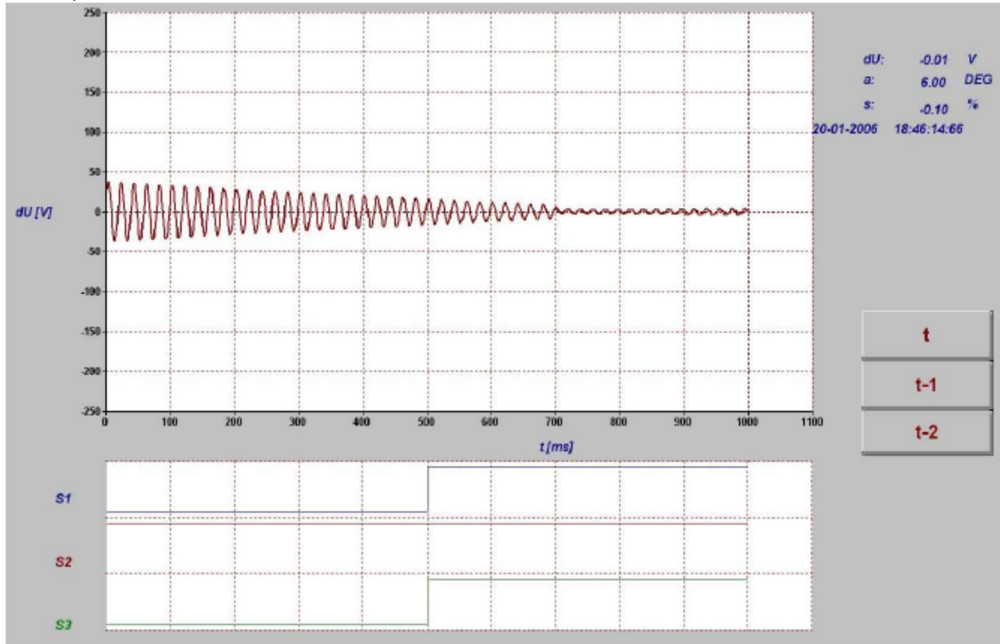


Fig.5 – Inregistrare sincronizare generator 3 dupa retehnologizare cu IO propriu, 3AC00

In fig.6 este redata inregistrarea sincronizarii la retea SEN a generatorului 3 cu intreruptorul cuplei combinate 3AC10.

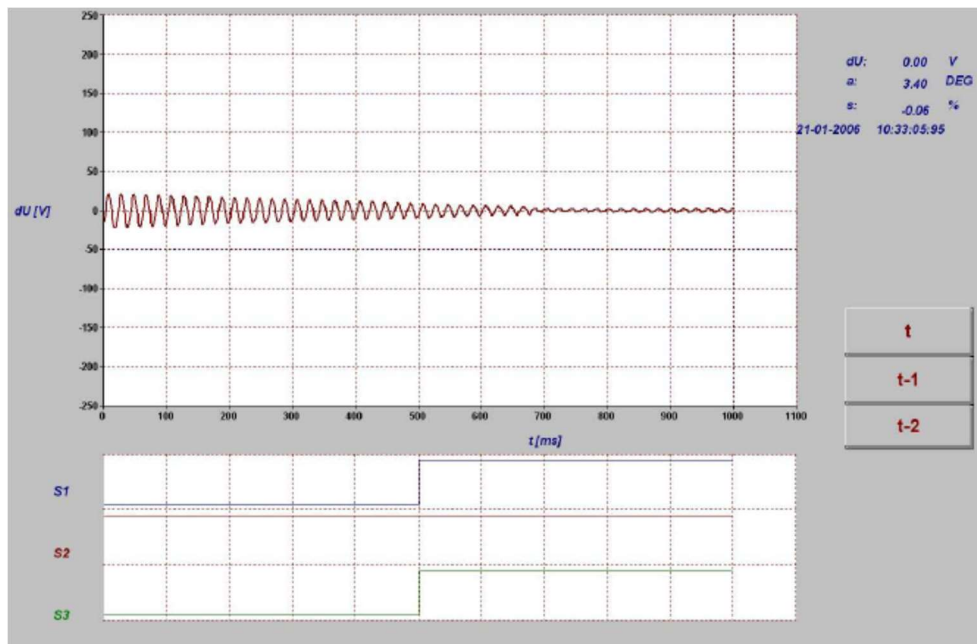


Fig.5 – Inregistrare sincronizare generator 3 dupa retehnologizare cu IO cupla combinata, 3AC10

3. Concluzii

Procesul de cuplare în paralele (sincronizare) a doua generatoare sincrone este o activitate deosebit de importantă deoarece îndeplinirea condițiilor trebuie urmărită cu mare atenție deoarece pot apărea avarii. Neîndeplinirea condițiilor menționate anterior poate avea urmări grave atât pentru generatorul care se sincronizează cât și pentru sistemul energetic interconectat.

Astfel sincronizarile cu tensiuni inegale sunt însoțite de șocuri ale sarcinii reactive generate sau absorbite de generator după cum diferența tensiunilor (raportată la tensiunea generatorului în cauză) este pozitivă sau negativă, sincronizarile cu frecvențe egale sunt însoțite de șocuri ale sarcinii active generate sau absorbite de generator după cum diferența frecvențelor (raportată la frecvența generatorului în cauză) este pozitivă sau negativă, iar sincronizarile cu decalaje de fază între fazele omoloage ale generatorului și sistemului sunt însoțite de șocuri mecanice la arborele turbinei, respectiv de oscilații (pendulații) ale rotorului generatorului în câmpul magnetic statoric, oscilații ce pot fi amortizate (caz în care generatorul intră până la urmă în sincronism – sincronizare grosolană) sau neamortizate, cu repercusiuni și asupra celorlalte grupuri și chiar a sistemului (caz în care generatorul trebuie imediat deconectat de la rețea).

O altă situație deosebit de gravă pentru generatoarele sincrone o constituie conectarea în antifază (opozitie a fazelor tensiunilor omoloage) care se poate solda cu distrugerea generatorului și chiar a turbinei datorită eforturilor de rasturnare a rotorului în câmpul magnetic statoric (180° geometrice la o singură pereche de poli).

Date fiind cele de mai sus (pretentioasele condiții impuse, respectiv posibilele urmări) sincronizarile generatoarelor cu sistemul reprezintă întotdeauna operații delicate ce impun o mare atenție și implică o mare răspundere din partea celor care le dispun, respectiv le execută.

Bibliografie:

1. GHEORGHIU D.I. – *Concepția ISPE privind informatizarea și automatizarea grupurilor energetice din SEN*. Conferința națională a energiei, Neptun, 1998.
2. GOGU, M. - *Asupra determinării limitei zonei de funcționare stabilă a mașinii sincrone cu poli aparenti*, A. Simion, E. C. Teodoru, **M. Gogu**. ș.a., Al III-lea Simpozion "Optimizarea dezvoltării și exploatarea instalațiilor energetice", I.P. Iași, I.P. Chișinău, vol. III, 1991, p. 313-316.
3. IORDACHE M., CONECINI I. – *Calitatea Energiei Electrice*. Ed. Tehnică, București 1997.
4. ONCESCU, M., N. DANILA- *Considerații privind implementarea sistemelor de reglare fuzzy cu particularizări în termoeenergetică*, a XXX-a Conferință pe țară de termoeenergetică și termoficare, Brașov, 1998.
5. P.E. 116/1994 *Normativ de încercări și măsurători la echipamente electrice și instalații electrice*
6. P.E. 129/1999 – *Regulament de exploatare tehnică a uleiurilor electroizolante*
7. SCHNEIDER : *Aparataj de medie tensiune MC set* – Documentație Tehnică
8. VAIDA V. – *Strategii globale de evoluție a energiei românești pentru următorii 25 ani*, Sesiunea științifică a Academiei Române 21-22 dec. 1994.

SUPRACONDUCTIBILITATEA, FENOMENUL CARE A REVOLUȚIONAT FIZICA MATERIALELOR ELECTROTEHNICE ÎN SECOLUL XX

Autori: Cezar CIOBANU, Eduard MUNTEANU ¹
dumitru.bran@expertpetroleum.com

Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Liliana SAMOILĂ ²

¹ Universitatea, Facultatea I. M. E., specializarea: Energetică industrială, anul II

² Universitatea, Facultatea, Departamentul: A.C.I.E.E.

Rezumat

Supraconductibilitatea este un fenomen în care rezistivitatea electrică a unui material tinde la zero, dacă temperatura sa este mai mică decât o anumită valoare specifică materialului, numită temperatură critică. Într-un corp aflat în stare de supraconductibilitate s-a observat expulzarea câmpului magnetic, fenomen numit Efectul Meissner, precum și fenomenele de suspensie și levitație magnetică. Acum treizeci de ani, fizicienii au descoperit că supraconductibilitatea la temperaturi înalte este posibilă, dar ea a putut fi menținută doar pentru o fracțiune de secundă.

Cuvinte cheie: supraconductibilitate, materiale electrotehnice

1. Supraconductibilitatea electrică

La temperaturi foarte joase, în general mai mici decât 20 K, și în câmpuri magnetice slabe, a fost pusă în evidență experimental, pentru anumite metale, starea de supraconductibilitate, caracterizată mai ales de proprietatea că, la stabilirea ei, rezistivitatea electrică a metalului se anulează (sau devine aproape nulă).

Într-o probă supraconductoare în formă de inel, curentul electric indus pe cale electromagnetică (de exemplu) se menține neschimbat timp îndelungat (calcululele indică cel puțin 100 000 ani, în condiții adecvate). După suprimarea câmpului electric exterior indus în corp, proba e parcursă de un curent electric persistent.

Dacă intensitatea câmpului magnetic din interiorul metalului, H_i , depășește o anumită valoare critică, H_c , dependentă de temperatură, starea de supraconductibilitate se pierde ($H_c \approx 10^2 - 10^3$ [Oe]).

În figura 1, curba $H_c(T)$ împarte cadranul $H_i > 0, T > 0$ în două regiuni:

- n, în care conductorul e nesupraconductor (normal),
- s, în care este supraconductor.

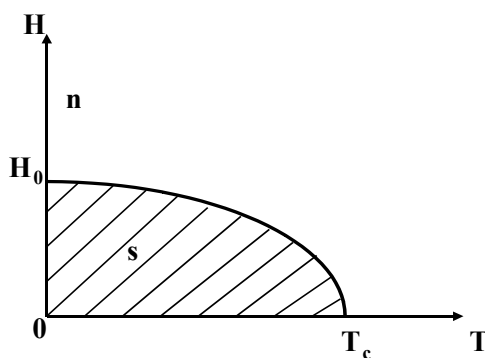


Fig. 1 Limitele de temperatură și de intensitate a câmpului magnetic ale supraconductibilității

Temperatura maximă sub care corpul este supraconductor se obține pentru $H_i = 0$ și se numește temperatură de tranziție, T_c .

În tabelul 1 sunt indicate valorile temperaturii de tranziție (pentru $H_i = 0$) pentru câteva materiale. Se constată că supraconductibilitatea se obține mai repede (la temperaturi T_c mai mari) pentru metalele care în stare normală sunt mai slab conductoare (mercur, plumb etc.).

La temperaturile foarte joase, experiența arată că conductivitatea scade mai repede cu temperatura decât la temperaturi obișnuite, variația ei fiind dată de *expresia lui Bloch*, de forma (empirică):

$$\sigma \approx \frac{\text{const.}}{T^5} \quad (1)$$

Tabelul 1 Valori ale temperaturii de tranziție T_c de supraconductibilitate

Zn 0,79 [K]	Ga 1,07 [K]	Sn alb 3,73 [K]	V 5,1 [K]	Ag + Pb 7,2 [K]
Cd 0,54 [K]	In 3,37 [K]	Pb 7,22 [K]	Nb 9,22 [K]	Ag + Sn 3,6 [K]
Hg 4,15 [K]	Tl 2,38 [K]	Ti 0,53 [K]	Ta 4,38 [K]	Au + Pb 7 [K]
Al 1,14 [K]	La 4,71 [K]	Zr 0,7 [K]		CuS 1,6 [K]
		Hf 0,35 [K]		MoC 7,7 [K]
		Th 1,32 [K]		Nb, Sn 18 [K]

În apropierea temperaturii T_c , variația rezistivității cu temperatura este foarte rapidă (fig. 2).

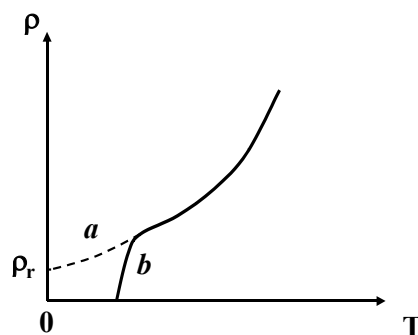


Fig. 2 Variația rezistivității electrice cu temperatura

Porțiunea *a*. punctată, reprezintă variația mărimii pentru starea “normală”, de nesupraconductibilitate, corespunzător relației:

$$\rho = C \cdot T^5 + \rho_r \quad (2)$$

în care primul termen este în acord cu (1), iar ρ_r este independentă (explicit) de temperatură și este determinată de impurități și de alte defecte ale rețelei cristaline.

Ramura *b* a curbei din figura 2 prezintă o cădere extrem de abruptă, pe un interval de temperatură de 0,01 - 0,001 [K].

Supraconductorul prezintă proprietatea, numită *efectul Meissner-Ochsenfeld* (fig. 3 a), că liniile câmpului magnetic sunt “expulzate” din interiorul său; mai precis, inducția magnetică B_i , ca și densitatea curentului electric J și intensitatea câmpului electric E_i sunt nenule numai într-un strat subțire de lărgime δ - numită *adâncime de pătrundere* - adiacentă suprafeței metalului, care are valoarea $\delta \approx 10^{-7} - 10^{-8}$ [m].

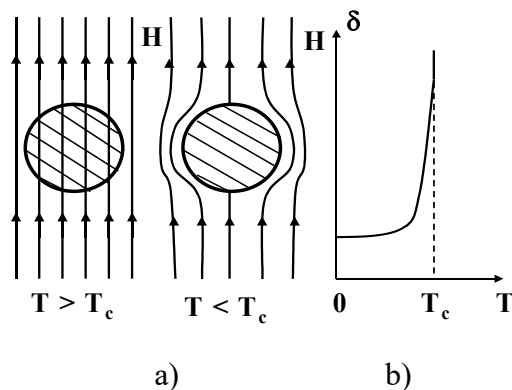


Fig. 3 Efectul Meissner-Ochsenfeld (a) și variația adâncimii de pătrundere cu temperatura (b)

Mărimea δ are expresia:

$$\delta = \sqrt{\Lambda/\mu} \quad (3)$$

în care Λ este o mărime de material, numită *constanta lui London*, care crește cu temperatura, tinzând către infinit când T tinde spre T_c . La frecvențe înalte, din infraroșu (10^{12} - 10^{14} [Hz]) metalul devine nesupraconductor chiar la $T < T_c$.

Într-una din teoriile clasice, aceste proprietăți sunt explicate pe baza *ecuațiilor lui Maxwell-London*. În regim staționar, într-un conductor, curentul electric supraconductor și fluxul magnetic străbat numai o peliculă subțire, de grosime egală practic cu δ , la suprafața conductorului. Dacă pentru $T > T_c$ (conductor normal) se stabilește un câmp magnetic în conductor și apoi acesta se răcește treptat, atunci la $T < T_c$ (în stare supraconductoare) câmpul magnetic este expulzat din metal (efectul Meissner).

În figura 3 b este reprezentată variația adâncimii de pătrundere cu temperatura, în regim staționar.

În regim armonic permanent, de frecvență f , din ecuațiile Maxwell-London rezultă că la frecvențe înalte ($f \approx 10^{12}$ - 10^{14} [Hz], deci începând din infraroșu) corpul nu mai este supraconductor.

2. Evoluția descoperirilor cu privire la fenomenul de supraconductibilitate

Timp de decenii, fizicienii au încercat să obțină supraconductibilitatea – capacitatea de a transporta curentul electric cu o eficiență de 100 procente – la temperatura camerei, deoarece aceasta ar putea schimba pentru totdeauna modul în care folosim electricitatea.

În 1911, supraconductivitatea a fost observată pentru prima oară în mercur de către fizicianul olandez Heike Kamerlingh Onnes de la Universitatea Leiden. Când mercurul a fost răcit până la temperatura heliului lichid, 4 grade Kelvin (-269 grade Celsius), rezistența lui electrică a dispărut brusc (1913 – premiul Nobel).

În 1933, cercetătorii germani Walter Meissner și Robert Ochsenfeld au descoperit că un material aflat în stare de supraconductibilitate respinge un câmp magnetic. Efectul Meissner este atât de puternic încât un magnet poate chiar să leviteze deasupra unui material supraconductor.

În 1941 s-a descoperit că niobiu-nitritul se comportă ca un supraconductor la 16 K.

În 1953 vanadiu-silicon manifestă proprietăți supraconductoare la 17,5 K.

În 1962 savanții de la Westinghouse au dezvoltat primele fire supraconductoare, un aliaj din niobiu și titanu (NbTi).

Electromagneți de energie mare, acceleratori de particule construiți din cupru-niobiu-titanu au fost dezvoltați în anii 1960 la laboratorul Rutheford-Appleton din marea Britanie și au fost folosiți pentru prima dată ca acceleratori supraconductori la Fermilab Tevatron în Statele Unite în 1987.

Prima înțelegere teoretică acceptată pe scară largă a fost dezvoltată în 1957 de fizicienii americani John Bardeen, Leon Cooper și John Schrieffer (Teoria BCS) – premiul Nobel 1972.

În 1962 Brian D. Josephson, absolvent al Universității Cambridge, a prezis că curentul electric va curge între două materiale supraconductoare, chiar și când acestea sunt separate de un non-supraconductor sau izolator. Prezicerea sa a fost confirmată mai târziu și i-a adus o parte din Premiul Nobel pentru fizică din anul 1973. Acest efect de tunel este cunoscut astăzi ca “Efectul Josephson” și a fost aplicat la dispozitive electronice precum SQUID, un instrument capabil să detecteze cele mai slabe câmpuri magnetice.

În 1964 Bill Little de la Universitatea Stanford a sugerat posibilitatea supraconductorilor organici (bazați pe carbon). Primul dintre acești supraconductori teoretici a fost sintetizat cu succes în 1980 de către cercetătorul danez Klaus Bechgaard de la Universitatea din Copenhaga și de încă 3 membri ai echipei sale.

În 1986, o descoperire remarcabilă a fost făcută în domeniul supraconductibilității. Alex Muller și Georg Bednorz, cercetători la IBM Research Laboratory din Ruschlikon, Elvetia, au creat un compus ceramic casant, care manifestă proprietăți supraconductoare la cea mai ridicată temperatură de până atunci, 30K. Ceea ce a făcut această descoperire cu adevărat remarcabilă a fost faptul că în mod normal materialele ceramice sunt izolatoare. Nu conduc electricitatea bine deloc. Astfel, cercetătorii nu le consideraseră drept candidate pentru supraconductori de temperatură înaltă. Compusul din lanthanum, bariu, cupru și oxigen pe care Muller și Bednorz îl sintetizaseră, se comporta într-un mod care nu era încă pe deplin interes. Descoperirea primului supraconductor cupru-oxigen (cuprat) le-a adus celor doi Premiul Nobel în anul următor. S-a descoperit mai târziu că, cantități foarte mici din acest material supraconduceau la 58K, datorită unei mici cantități de plumb care fusese adăugată ca un standard de calibrare - fapt ce făcea această descoperire și mai demnă de luat în seamă.

În ianuarie 1987, o echipa de cercetători de la Universitatea Alabama-Huntsville a substituit lanthanul cu ytriu în molecula lui Muller și Bednorz și au atins incredibila temperatură de 92K. Pentru prima dată un material (astăzi cunoscut sub numele de YBCO) era supraconductor la o temperatură mai ridicată decât aceea a azotului lichid.

Clasa curentă (sistemul curent) de supraconductori ceramici cu cea mai mare temperatură de tranziție sunt cuprații de mercur. Prima sinteză a unuia dintre acești compuși a fost realizată în 1993 de Prof. Dr. Ulker Onbasli și H. R. Ott de la Zurich, Elveția.

La 138 K este supraconductor un cuprat de mercur cu talu, compus din mercur, talu, bariu, calciu, cupru și oxigen. Temperatura de 138K pentru acest compus a fost confirmată de Dr. Ron Goldfarb de la National Institute of

Standards and Technology- Colorado în Februarie 1994. La presiuni extreme, temperatura poate fi ridicată cu aproximativ 25-30 de grade mai mult (la aproximativ 300000 atmosfere).

În 1997 cercetătorii au descoperit că la o temperatură foarte aproape de zero absolut, un aliaj de aur și indiu era în același timp supraconductor și magnet natural.

Înțelepciunea tradițională susținea că un astfel de material nu poate exista! De atunci, aproape 6 asemenea compuși au fost descoperiți.

În ultimii ani s-a descoperit de asemenea primul supraconductor de temperatura înaltă care nu conține cupru (2000) și primul supraconductor ceramic în întregime din metal (2001).

Tot în 2001, un material care stătea pe rafturile din laboratoare de decenii s-a descoperit a fi un supraconductor extraordinar de bun. Cercetătorii japonezi au măsurat temperatura de tranziție a diboridului de magneziu la 39K, cu mult deasupra celei mai mari temperaturi de tranziție al unui aliaj binar sau elementar supraconductor. În timp ce 39K este cu mult sub temperatura de tranziție a supraconductorilor ceramici "călduți", rafinări ulterioare în modul în care MgB₂ este fabricat au deschis calea pentru utilizarea lui în aplicații industriale. Teste de laborator au descoperit că MgB₂ va depăși performanțele firelor din NbTi și Nb₃Sn în aplicații cu câmp magnetic ridicat, precum MRI (aparatură de rezonanță magnetică nucleară folosită pentru aplicații medicale de diagnosticare).

Deși o teorie care să explice supraconductibilitatea la temperatură înaltă încă îi scapă științei moderne, ocazional apar indicii care contribuie la înțelegerea noastră a naturii exotice a acestui fenomen. În 2005, de exemplu, Superconductors.ORG a descoperit că prin creșterea raporturilor de greutate a planurilor alternante din interiorul supraconductorilor ceramici poate crește semnificativ temperatura de tranziție. Acest fapt a dus la descoperirea a peste o duzină de noi supraconductori cupru-oxigen, incluzând un "Super"YBCO de performanță înaltă.

3. Concluzii

Supraconductorii, materiale care nu manifesta nici o rezistență la trecerea prin ele a curentului electric, sunt una dintre frontierele descoperirilor științifice. Nu numai că limitele supraconductivității nu au fost încă atinse, dar teoriile care explică comportamentul supraconductorilor sunt constant reevaluate.

La sfârșitul anului 1986 a apărut o nouă clasă de materiale supraconductoare la temperaturi ridicate, ceea ce îmbunătățește dramatic aplicațiile practice ale supraconductibilitate pentru a crea noi tehnologii și va avea un impact revoluționar asupra eficienței industriei.

Bibliografie:

1. I.G. Deac - Temperaturi ultrajoase în fizica experimentală a solidului, Ed. NapocaStar, 2003
2. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Supraconductibilitate>
3. <http://www.sim.utcluj.ro/wp/>

MATERIALE SUPRACONDUCTOARE – APLICAȚII CARE SCHIMBĂ TEHNOLOGIA VIITORULUI

Autori: Cezar CIOBANU, Eduard MUNTEANU ¹
dumitru.bran@expertpetroleum.com

Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Liliana SAMOILĂ ²

¹ Universitatea, Facultatea I. M. E., specializarea: Energetică industrială, anul II

² Universitatea, Facultatea, Departamentul: A.C.I.E.E.

Rezumat

Supraconductibilitatea, fenomenul caracterizat prin rezistivitatea electrică nulă a unui material, prezintă numeroase aplicații spectaculoase, în diferite domenii ale tehnicii. Principalele aplicații se referă la transportul cu trenuri Maglev, biomagnetismul utilizat în investigațiile medicale, generatoarele cu fire supraconductoare, detectori supraconductori de raze X, în telecomunicații, în domeniul militar. Realizarea unor materiale supraconductoare la temperaturi ridicate vor permite diversificarea acestor aplicații și creșterea accesibilității lor.

Cuvinte cheie: *supraconductibilitate, materiale electrotehnice*

1. Introducere

Fenomenul de supraconducție a fost observat pentru prima dată de către cercetătorul olandez Heike Kamerlingh Onnes în 1911. Descoperirea a fost recompensată cu Premiul Nobel pentru fizică.

Transportul curentului electric în condiții de rezistență electrică „nulă” la temperaturi sub o valoare critică (T_c), cât și efectul diamagnetic aferent (expulzarea liniilor de câmp magnetic) sunt folosite în aplicații noi sau mai eficiente decât cele care folosesc materialele convenționale.

În prezent, T_c maxim pentru supraconductorii cunoscuți este de ~ 165 K.

Practic, toate domeniile de activitate pot beneficia de aportul supraconductorilor.

Multe aplicații au fost deja demonstrate și sunt în faze de implementare sau comercializare. Îmbunătățirea sistemelor de refrigerare și scăderea costurilor în raport cu creșterea performanțelor au stimulat cercetarea diferitelor aplicații ale supraconductibilității ce devin treptat fezabile atât tehnic, cât și economic.

Menționăm:

- cablurile pentru transportul de energie electrică cu pierderi minime,
- lagărele cu levitație și fără frecare la transportul de mare viteză sau pentru generatoarele eoliene,
- motoarele silențioase pentru vapoare și submarine,
- separatoarele magnetice pentru materii prime feroase sau pentru purificarea apei,
- stocatoarele de energie (magnetică sau mecanică),
- transformatoarele de mare putere,
- tomografia medicală prin rezonanță magnetică nucleară,
- senzori pentru detecția minelor,
- senzori pentru detecția câmpului magnetic al creierului pentru realizarea sistemelor cu comandă cerebrală,
- senzori pentru identificare geologică,
- noi tipuri de memorii de calculator de mare capacitate,
- supercomputere și electronică supraconductoare ultrarapidă,
- filtrele pentru stațiile de bază din telefonia mobilă sau noi tipuri de dispozitive electronice care funcționează în zona microundelor sau a radiației THz,
- trenuri rapide și ultrapide (supersonice) levitate,
- sisteme de confinare a plasmei în reactoarele de fuziune sau de protecție la radiația cosmică a stațiilor orbitale,
- instrumente de mare precizie pentru navigație sau cele pentru cercetarea științifică avansată, cum sunt acceleratoarele de particule.

Lista aplicațiilor materialelor supraconductoare rămâne deschisă și se îmbogățește permanent. Industria aferentă este evaluată la 5 mld. \$ și prognozele indică o creștere la peste 30 mld.W \$ în 2020.

2. Principalele aplicații ale materialelor supraconductoare

✓ **Levitația magnetică** - este o aplicație în care supraconductorii se comporta extrem de bine. Vehicule de transport, precum trenurile, pot fi făcute să "plutească" pe magneți supraconductori puternici, eliminând aproape total frecarea dintre tren și sinele sale.

Electromagneții convenționali ar risipi o mare parte din energia electrică sub formă de căldură, și ar trebui să fie din punct de vedere al dimensiunilor mult mai mari decât magneții supraconductori.

Un progres foarte important în utilizarea comercială a tehnologiei Maglev (Magnetic Levitation) s-a produs în 1990 când a câștigat statutul de proiect finanțat național în Japonia. Ministerul Transportului a autorizat construirea Liniei de Testare Maglev Yamanashi, care s-a deschis pe 3 aprilie 1997. În decembrie 2003, vehiculul de testare MLX01 (fig. 1) a atins o viteză incredibilă de 581 km/h.

Uzul pe scara mai largă al vehiculelor Maglev a fost constrâns de îngrijorări politice și ecologice (câmpurile magnetice puternice pot crea hazarduri biologice). Primul tren Maglev din lume care a fost adoptat în serviciul public, în Birmingham, Marea Britanie, a fost închis în 1997 după ce a operat vreme de 11 ani. Un Maglev operează la momentul de față pe o distanță de 30 km la Aeroportul Internațional Pudong în Shanghai, China. Statele Unite planuiesc să aiba și ele în operație primul lor tren Maglev într-un campus Universitar din Virginia.



Fig. 1 Tren de mare viteză Maglev

2) Biomagnetism Un domeniu în care supraconductorii pot întreprinde o funcție salvatoare de vieți este acela al biomagnetismului. Medicii au nevoie de un mijloc non-invaziv de a determina ce se întâmplă în corpul uman.

Prin aplicarea unui câmp magnetic foarte puternic derivat din supraconductori corpului uman, atomii de hidrogen care există în apa din organismul uman și moleculele de grăsime sunt forțate să accepte energie de la câmpul magnetic. Mai apoi ele eliberează această energie sub forma unei frecvențe care poate fi detectată și afișată grafic de un computer.

IRM (Imagistica cu rezonanță magnetică) a fost de fapt descoperită la mijlocul anilor 1940, dar primul examen IRM pe un corm uman nu a fost efectuat până la 3 iulie 1977. și a durat aproximativ cinci ore pentru a produce o singură imagine. Astăzi, computerele mult mai rapide procesează datele într-un timp mult mai scurt.



Fig. 2 Imagistică cu rezonanță magnetică

Korean Superconductivity Group din cadrul KRISS a dus tehnologia biomagnetice un pas mai departe prin dezvoltarea unui SQUID cu dublă relaxare oscilare (Dispozitiv Supraconductor de Interferență Cuantică) pentru utilizare în magnetoencefalografie. SQUIDurile sunt capabile să simtă o schimbare într-un câmp magnetic de un miliard de ori mai slabă decât forța care mișcă acul unei busole. Cu această tehnologie, corpul poate fi cercetat la anumite adâncimi fără nevoia de câmpuri magnetice foarte puternice asociate cu IRM.

3) Aplicații în generarea și stocarea energiei electrice. Generatoarele electrice cu fire supraconductoare sunt cu mult mai eficiente decât generatoarele tradiționale înfășurate cu sârmă din cupru. De fapt, eficiența lor este de peste 99% și dimensiunile lor sunt cam jumătate din cele ale generatoarelor convenționale. Aceste calități le fac foarte profitabile pentru utilitățile energetice.

General Electric a estimat că piața potențială pentru generatoare supraconductoare pe plan global în următorii 10 ani la aproximativ 20-30 miliarde de dolari. Departamentul De Energie al Statelor Unite a alocat General Electric suma de 12 miliarde de dolari pentru a aduce tehnologia generatoarelor supraconductoare cu temperatură înaltă în stadiul de comercializare.

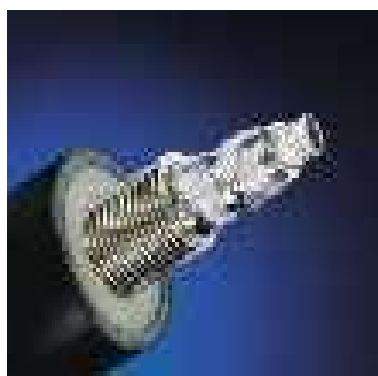
Alte proiecte energetice comerciale aflate în lucru care folosesc tehnologia supraconductoare includ depozitarea energiei pentru a mări stabilitatea energetică. American Superconductor Corporation a primit o comandă de la Aliant Energy de a instala un Sistem Magnetic de Depozitare a Energiei (D-SMES) în Wisconsin. Doar una dintre aceste 6 unități D-SMES are capacitatea de a conserva peste 3 milioane de wați, care pot fi folosiți oricând este nevoie de a stabiliza tensiunea în linii în cazul unei perturbări în sistemul național de alimentare cu energie.

Grupul elvețian ABB a anunțat recent dezvoltarea unui limitator de curent anti-eroare de 6.4 MVA, cel mai puternic din lume.

Statele Unite și Japonia au planuri de a înlocui cablurile de energie electrică subterane cu cabluri supraconductoare (BSCC) răcite cu azot lichid. Prin aceasta măsură, mai mult curent poate fi direcționat prin tunelurile de cabluri existente. Într-o încercare, 113 kilograme de fire supraconductoare au înlocuit 8164 kilograme de fire de cupru, făcând sistemul astfel mai eficient cu 6900%.



a)



b)

Fig. 3 Stocarea energiei electrice (a) și conductor supraconductor

4) Aplicații în domeniul militar. Supraconductorii și-au găsit aplicabilitate și în domeniul militar. SQUIDurile HTSC sunt folosite de marina Statelor Unite în detectarea minelor și submarinelor. Totodată, motoare semnificativ mai mici sunt construite pentru nave ale marinei utilizând benzi și fire supraconductoare. American Superconductor a dezvoltat un motor de 5000 de cai putere construit cu fire supraconductoare și se așteaptă să livreze un motor și mai mare de navă de 36.5 MW marinei americane.

Alte aplicații militare sunt în curs de dezvoltare, cum ar fi cabluri pentru demagnetizarea vaselor de război sau antene de detecție mai mici pentru submarine.

Cea mai puternică aplicație militară poate veni cu lansarea E-bombelor. Aceste dispozitive folosesc câmpuri magnetice foarte puternice derivate din supraconductorii pentru a crea un puls magnetic rapid de intensitate mare (EMP) pentru a distruge echipamentul electronic al inamicului. Un astfel de dispozitiv a fost folosit pentru prima oară în 2003 când forțele americane au atacat o stație de transmisii irakiană.

5) Detectori supraconductori de raze X și detectori de lumină supraconductori foarte rapizi sunt în curs de dezvoltare. Agenția Spațială Europeană (ESA) a dezvoltat ceea ce se numește S-Cam, o cameră optică de o sensibilitate fenomenală.

Și în domeniul comunicațiilor sunt în curs de dezvoltare proiecte ce vor mari viteza transferurilor de date, care deja a crescut exponențial.

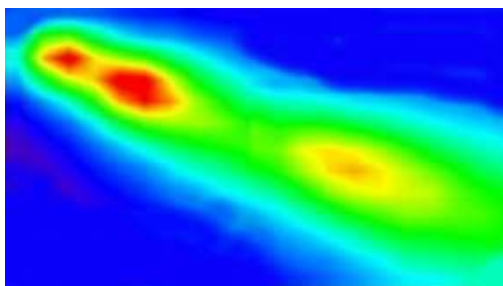


Fig. 4 Imagine captată cu o cameră optică de mare sensibilitate

3. Concluzii

Practic, toate domeniile de activitate pot beneficia de aportul supraconductorilor.

Multe aplicații au fost deja demonstrate și sunt în faze de implementare sau comercializare. Îmbunătățirea sistemelor de refrigerare și scăderea costurilor în raport cu creșterea performanțelor au stimulat cercetarea diferitelor aplicații ale supraconductibilității ce devin treptat fezabile atât tehnic, cât și economic.

Bibliografie:

1. I.G. Deac - Temperaturi ultrajoase în fizica experimentală a solidului, Ed. NapocaStar, 2003
2. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Supraconductibilitate>
3. http://www.marketwatch.ro/articol/13424/Supraconductorii_pentru_viitor/

ELEMENTELE PRINCIPALE ALE PROIECTĂRII UNEI CENTRALE EOLIENE PENTRU ALIMENTAREA UNUI CONSUMATOR IZOLAT

Autori: Vasile MUNTEAN¹
vasile.lolik97@gmail.com

Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Liliana SAMOILĂ²

¹ Universitatea, Facultatea I. M. E., specializarea: Electromecanică, anul II

² Universitatea, Facultatea, Departamentul: A.C.I.E.E.

Rezumat

În contextul actual în care energia eoliană este folosită extensiv și turbine noi de vânt se construiesc în toata lumea, proiectarea unei centrale eoliene este de interes. Pentru scopuri energetice interesează zonele în care viteza medie a vântului este cel puțin egală cu 4m/s, la nivelul standard de 10 metri deasupra solului. Eoliana de mică putere proiectată este prevăzută a fi amplasată într-o astfel de zonă, respectiv la o altitudine de 700 m, unde vântul are o viteză medie de 3,5...8 m/s aprox. 4000 ore /an. În prealabil trebuie stabiliți consumatorii și consumul, cei tradiționali fiind înlocuiți cu consumatori economici din punct de vedere energetic..

Cuvinte cheie: centrală eoliană, energie, proiectare

1. Considerații generale

Energia de origine eoliana face parte din energiile regenerabile, aceasta este o sursa de energie reînnoibilă generată din puterea vântului. Energia eoliana este atractivă atât din punct de vedere ecologic - nu produce emisii în atmosfera, nu formează deseuri radioactive, cât și din punct de vedere economic - ca sursa energetică primară vântul nu costă nimic.

Noile cerințe în domeniul dezvoltării durabile au determinat statele lumii să își pună problema metodelor de producere a energiei și să crească cota de energie produsă pe baza energiilor regenerabile. Protocolul de la Kyoto angajează statele semnatare să reducă emisiile de gaze cu efect de seră. Acest acord a determinat adoptarea unor politici naționale de dezvoltare a eolienei și a altor surse ce nu degajă bioxid de carbon.

Trei factori au determinat ca soluția eolienei să devină mai competitivă:

- noile cunoștințe și dezvoltarea electronicii de putere;
- ameliorarea performanțelor aerodinamice în conceperea turbinelor eoliene;
- finanțarea națională pentru implantarea de noi eoliene.

Energia eoliană este o sursă de energie regenerabilă generată din puterea vântului. Vânturile sunt formate din cauza că soarele nu încălzește Pământul uniform, fapt care creează mișcări de aer. Energia cinetică din vânt poate fi folosită pentru a roti niște turbine, care sunt capabile de a genera electricitate. Unele turbine pot produce 5 MW, deși aceasta necesită o viteză a vântului de aproximativ 5,5 m/s, sau 20 de kilometri pe ora. Putine zone pe pământ au aceste viteze ale vântului, dar vânturi mai puternice se pot găsi la altitudini mai mari și în zone oceanice.

România (fig. 1) se află în zona de resurse de până la 5.9 m/s, ca majoritatea celorlalte zone, însă cu un potențial suficient de important pentru a susține o politică de promovare a sistemelor eoliene.

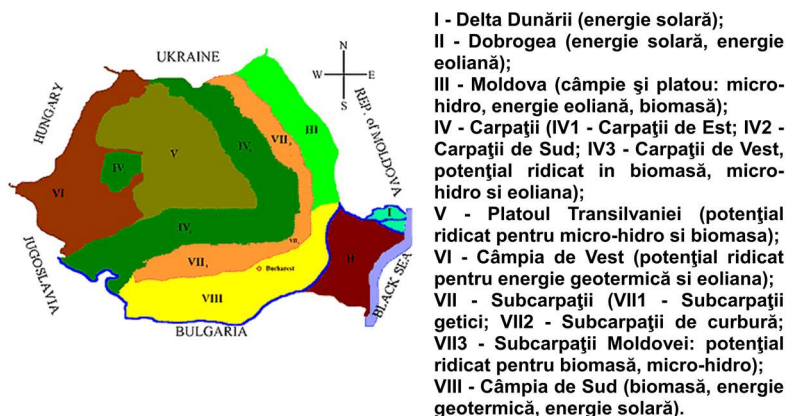


Fig.1. Distribuția teritorială a energiilor regenerabile

2. Proiectarea sistemului electric pentru o eoliana de mica putere

Propunem un sistem cu o masina asincrona (MAS) cu rotor in scurtcircuit (fig. 2) asociata cu un convertor static de tensiune si frecventa (CSTF) indirect.

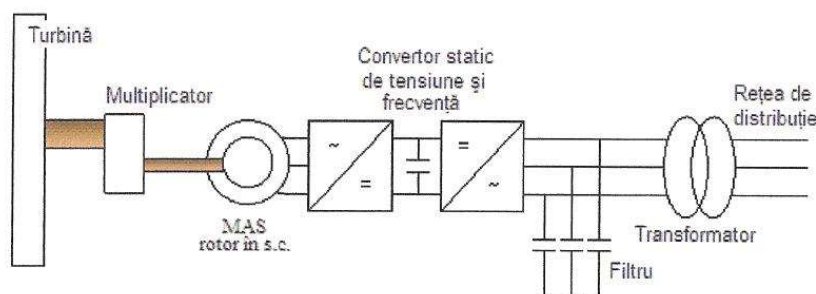


Fig. 2. Componenta sistemului electric

În principiu, viteza se reglează prin intermediul frecvenței de alimentare a înfășurărilor statorice.

Bidirecționalitatea CSTF asigură funcționarea atât în zona hiposincronă (sub caracteristica mecanică naturală), cât și în cea hipersincronă (deasupra caracteristicii mecanice naturale) și controlul energiei reactive vehiculate cu rețeaua de distribuție.

Turbina eoliană fiind cu viteza variabilă, pentru optimizarea puterii debitate în rețea, în funcție de viteza vântului, este de dorit ca să se poată regla viteza de rotație a eolienei.

Generatorul cu viteza variabilă ar permite funcționarea pentru o gamă mult mai largă a vitezei vântului, deci recuperarea unei cantități mai mari din energia vântului, reducând în același timp zgomotul pe durata intervalelor cu vânt slab. În cazul eolienei cu viteza variabilă, sistemul este reglat astfel încât, pentru fiecare viteză a vântului, eoliana să funcționeze la puterea maximă. Este ceea ce se numește Maximum Power Point Tracking (MPPT). Pentru o anumită viteză de rotație a eolienei, puterea maximă se obține în concordanță cu caracteristica eolienei $P(Q)$ (fig. 3).

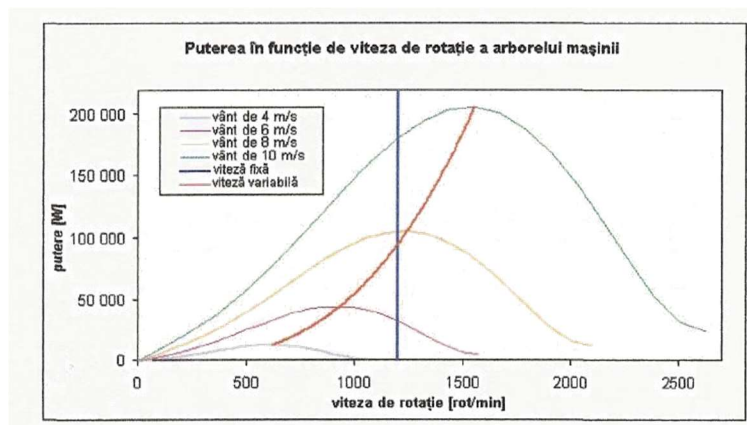


Fig. 3. Diagrama putere – viteza vântului

Bilantul de puteri: MAS

$P_{mec} = P_{elec} (PS)$

$PS = P_{mec} - Q$ pierderi

Parametrii ce caracterizează generatorul asincron (MAS) sunt:

- numărul de poli (de perechi de poli); - 8
- puterea nominală [kW] - 2,5 kW
- turația nominală [rot/min]; - 1800 rot/min
- randamentul nominal; - 0,95
- factorul de putere nominal; - 0,87

Viteza de rotație se poate modifica în limite largi (într-un domeniu de până la 3), prin modificarea frecvenței de alimentare a mașinii.

Sistemele eoliene cu viteza variabilă ce funcționează conectate la rețea, utilizează convertoare statice de tensiune și frecvență (CSTF).

Convertorul static de tensiune și frecvență (CSTF) compus din:

- convertor c.a.-c.c. - (redresor) (1) (se utilizează redresoare necomandate, cu diode, în cazul generatoarelor sincrone. Acestea sunt convertoare unidirecționale. În cazul generatoarelor asincrone, se utilizează redresoare cu comandă în durată. Acestea pot furniza și energia reactivă necesară magnetizării.)

- convertor c.c.-c.a. - (invertor) (2) (prin comanda acestuia, se poate regla frecventa si valoarea eficace a energiei, astfel încât sa se poata realiza conectarea la retea. Se prefera utilizarea invertoarelor cu modulatie in durata, deoarece calitatea energiei furnizate este mai buna)

Dimensionarea unui sistem eolian pentru un consumator izolat are ca obiectiv realizarea unei conversii de putere a parametrilor electrici variabili preluati de la bornele generatorului eolian, in parametri constanti stabilizati oferiti consumatorului final. Sistemul eolian prezentat are in componenta un generator de tensiune, un etaj invertor de tensiune (24-220 V) si instalatia de automatizare aferenta, dupa cum se arata in schema bloc din figura 4.3. In cele ce urmeaza, se vor detalia componentele etajului invertor.

Schema bloc (fig. 4) este alcatuita din:

- Stabilizator de tensiune;
- Redresor de tensiune;
- Invertor de tensiune;
- Schema de selectare automata a sursei de alimentare a invertorului.

Aceasta schema a fost adoptata pe baza urmatoarelor criterii:

- Necesitatea stabilizarii tensiunii variabile preluate de la generator;
- Folosirea unui banc de baterii pentru continuitatea alimentarii cu tensiune in cazul in care generatorul nu functioneaza;
- Convertirea tensiunii preluate de la generator/baterii trebuie sa se faca la anumiti parametri de calitate (valoarea tensiunii de iesire sa varieze maxim cu $\pm 10\%$, valoarea frecventei tensiunii de iesire sa varieze cu maxim $\pm 1\%$);
- In cazul in care parametrii de iesire ai invertorului de tensiune nu mai corespund limitelor admise, sa se faca comutarea automata pe sistemul national de distributie;
- Randamentul de conversie al tensiunii oferite de generator sa ajunga la un maxim de 95%.

Principali parametri de functionare ai etajului de putere sunt:

- Tensiune de intrare: 24V curent continuu;
- Tensiune de iesire: 220V curent alternativ $\pm 10\%$;
- Frecventa tensiunii de iesire: 50 Hz $\pm 1\%$;
- Puterea nominala continua: 2500 W (3125 VA) pe sarcina rezistiva.

Pentru realizarea acestui etaj intermediar de conversie dintre generator si reseaua de consum, se vor urmari:

- Dimensionarea si realizarea stabilizatorului de tensiune;
- Dimensionarea si realizarea redresorului de tensiune;
- Dimensionarea, alegerea componentelor si realizarea invertorului de tensiune;
- Extragerea de concluzii pe baza montajului realizat si principalelor forme de unda ale acestuia.

Deoarece necesarul de putere instalata difera de la consumator la consumator, puterea dimensionata a etajului invertor variaza pentru fiecare consumator in parte. Schema de comanda si schema de putere ramân aceleasi pentru orice valoare a puterii de iesire, singurele modificari făcându-se asupra valorilor componentelor din scheme; rezulta de aici ca discutia care se face asupra unei valori a puterii dimensionate a iesirii invertorului se poate extinde pentru o plaja de valori destul de larga.

Datorita modului de constructie, singura diferenta fata de un etaj invertor de o putere mai mare o constituie magnitudinea curentilor de circulatie, principalele tensiuni ramânând aceleasi, putându-se astfel aproxima o scalare de la puterea de 2.5 kW la puterea de 6 kW.

Aceasta scalare se poate determina din raportul puterilor ($P_{6kW}/P_{2.5kW}=2,4$), deci orice curent din schema de 2,5 kW va avea un corespondent de 2,4 ori mai mare in schema de 6 kW, stresul datorat tensiunilor fiind acelasi.

Peste 6 kW, se considera inoportuna folosirea unei tensiuni de intrare de 24V, datorita curentilor mari care apar la intrarea invertorului de tensiune, recomandându-se folosirea unui etaj intermediar convertor cc-cc pentru mentinerea in limite acceptabile a valorilor curentilor de intrare, sau cresterea tensiunii de intrare a invertorului.

Datorita actiunii stabilizatorului, tensiunea de la bornele sarcinii poate fi practic constanta si independenta de factorii perturbatori, deci ansamblul sursa de alimentare - stabilizator de tensiune poate fi privit ca o sursa de tensiune aproape ideala, cu o rezistenta interna foarte mica.

De mentionat faptul ca acest stabilizator se poate folosi numai pentru maxim 40 A iesire, deoarece peste aceasta limita pierderile in conductie devin foarte mari.

La generatoarele care asigura o tensiune de iesire constanta, dar si puteri mai mari, se poate elimina intercalarea unui astfel de stabilizator.

Modulul de comanda este compus dintr-un etaj detector de tensiune, un convertor pe 8 biti ADC0831, trei stabilizatoare de tensiune de 5, 6 si 12 Vcc pentru alimentarea circuitelor integrate din sistem si producerea valorilor de referinta pentru etajele de suprasarcina si de reglare, si, cel mai important, dintr-un microcontroler PIC16F84. Fata de proiectele clasice cu circuite integrate, acest modul are un avantaj si un dezavantaj principal: avantajul consta in faptul ca realizarea fizica a modulului de comanda necesita foarte putine componente, reducând astfel costurile implicite, iar dezavantajul consta in faptul ca microcontrollerul necesita un program elaborat (prezentat in punctul 5.3.1) pentru comanda mosfet-urilor si realizarea functiilor de protectie la suprasarcina si ajustare automata a frecventei si tensiunii de iesire. Se poate considera ca acest program este cel mai important factor din cadrul invertorului.

Modulul de putere este compus dintr-un etaj de comanda, un etaj limitator de curent, etajul de putere si etajul de iesire tensiune.

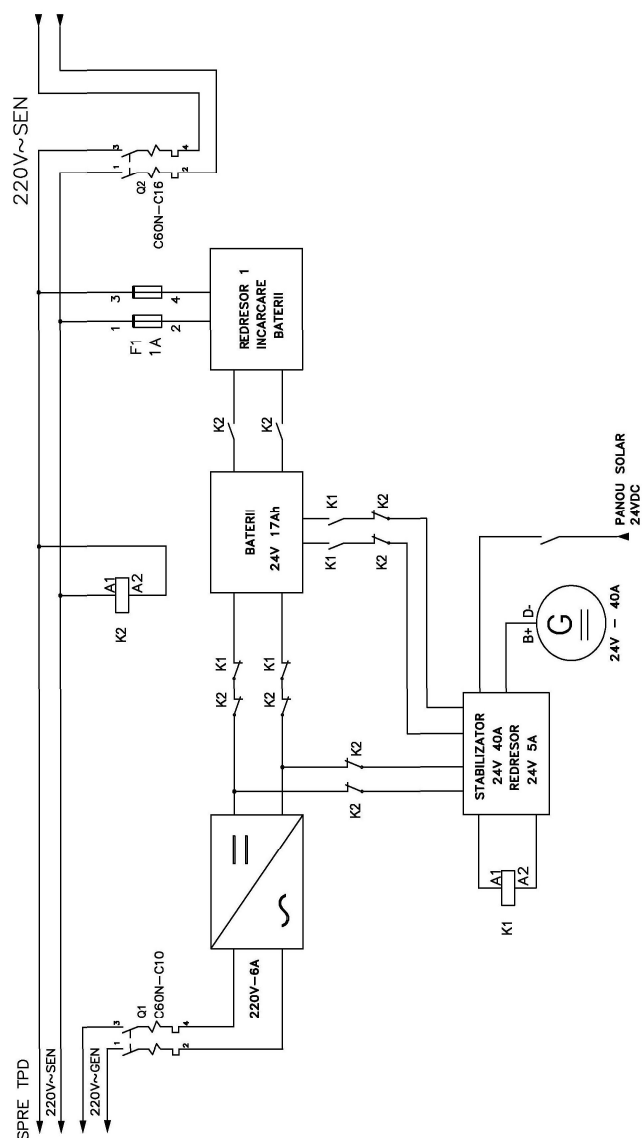


Fig.4 Sistemul electric - schema bloc

3. Concluzii

În contextul actual, caracterizat de creșterea alarmantă a poluării cauzate de producerea energiei din arderea combustibililor fosili, devine din ce în ce mai importantă reducerea dependenței de acești combustibili.

Energia eoliană s-a dovedit deja a fi o soluție foarte bună la problema energetică globală. Utilizarea resurselor regenerabile se adresează nu numai producerii de energie, dar prin modul particular de generare reformulează și modelul de dezvoltare, prin descentralizarea surselor. Energia eoliană în special este printre formele de energie regenerabilă care se pretează aplicațiilor la scară redusă.

Principalul avantaj al energiei eoliene este emisia zero de substanțe poluante și gaze cu efect de seră, datorită faptului că nu se ard combustibili.

Nu se produc deseuri. Producerea de energie eoliană nu implică producerea nici a unui fel de deseuri.

La început, un important dezavantaj al producției de energie eoliană a fost prețul destul de mare de producere a energiei și fiabilitatea relativ redusă a turbinelor. În ultimii ani, însă, prețul de producție pe unitate de energie electrică a scăzut drastic, ajungând până la cifre de ordinul 3-4 eurocenti pe kilowatt ora, prin îmbunătățirea parametrilor tehnici ai turbinelor.

Un alt dezavantaj este și "poluarea vizuală" - adică, au o apariție neplăcută - și de asemenea produc "poluare sonoră" (sunt prea galagioase). Alții susțin că turbinele afectează mediul și ecosistemele din împrejurimi, omorând pasări și necesitând terenuri mari virane pentru instalarea lor.

Bibliografie:

1. M. T. Lateș – Sisteme eoliene, Ed. Universității Transilvania, Brașov, 2012
2. <http://rwea.ro/energia-eoliana/energia-eoliana-in-romania/>
3. www.wwindea.org/

IMPACTUL ENERGIEI EOLIENE ASUPRA S.E.N.

Autori: Elena- Daniela ALBU¹, Emil- Alin PRODEA¹
elladaniela98@gmail.com, emilalin1998@yahoo.ro

Coordonatori: Șef lucr.dr.ing. **Florin POPESCU**², Șef lucr.dr.ing. **Răzvan SLUSARIUC**²

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., specializarea: Energetică Industrială, anul I*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., Departamentul ACIEE*

Rezumat

În lucrare sunt analizate mai multe tipuri de sisteme eoliene pentru producerea energiei electrice. Utilizarea puterii vântului pentru producerea energiei electrice înseamnă mai puțin de 0,1% la scară mondială. În multe regiuni ale lumii turbinele de vânt pentru producerea energiei electrice urmează să fie produse în serie cu costuri din ce în ce mai reduse. Vântul va deveni în timpul cea mai ieftină sursă de energie.

Potențialul de obținere a curentului electric folosind turbinele de vânt este de cinci ori mai mare decât al oricărui alt sistem de obținere a energiei „verzi” pe Terra. Multe proiecte de obținere a acestei energii vor fi localizate în zone cu puternici curenți de aer. Europa va putea să suplimenteze cu cca. 25% cererea de energie electrică în viitorii ani folosind sistemele eoliene.

Cuvinte cheie

Sisteme eoliene, turbină, sursă regenerabilă, energie electrică, sisteme de stocare.

1. Introducere

În ultimii ani se observă o creștere în intensitate a puterii vântului și o diversitate mare a direcțiilor din care acesta bate. Acest lucru se datorează în mare parte modificărilor climatice globale. În arealului întreprinderilor mici și mijlocii au apărut unele preocupări în cercetarea și dezvoltarea unor noi tipuri de sisteme eoliene pentru producerea energiei electrice. În urma cercetărilor și datorită dezvoltărilor din domeniile electronicii de putere și controlului sistemelor de acționare, au devenit din ce în ce mai frecvente eolienele cu viteză variabilă, respectiv care permit reglarea vitezei turbine eoliene în funcție de viteza vântului. Privind producerea energiei electrice, sistemul prezintă următorii pași: energie cinetică regenerabilă (vânt) - sistemul mecanic de transmitere a mișcării de rotație (rotor) - energie electrică produsă de un dinam (generator) - acumulatori de stocare / rețeaua de distribuție / alimentare sarcini izolate. Aero-generatorul utilizează energia cinetică a vântului pentru a antrena arborele rotorului său: aceasta este transformată în energie mecanică, care la rândul ei este transformată în energie electrică de către generatorul cuplat mecanic la turbina eoliană. Acest cuplaj mecanic se poate face fie direct, dacă turbina și generatorul au viteze de același ordin de mărime, fie se poate realiza prin intermediul unui multiplicator de viteză. Sistemele eoliene de conversie au și pierderi. Astfel, se poate menționa un randament de cca 58% pentru turbina eoliană, 95% al multiplicatorului. Trebuie luate în considerare, de asemenea, pierderile generatorului și ale eventualelor sisteme de conversie (convertoare statice).

2. Principiul de baza

Turbinele eoliene extrag energia vântului transferând energia aerului care trece prin rotorul turbinei către palele rotorului. Palele rotorului au profil de aripă, așa cum este prezentat în secțiunea transversală din Figura 1.

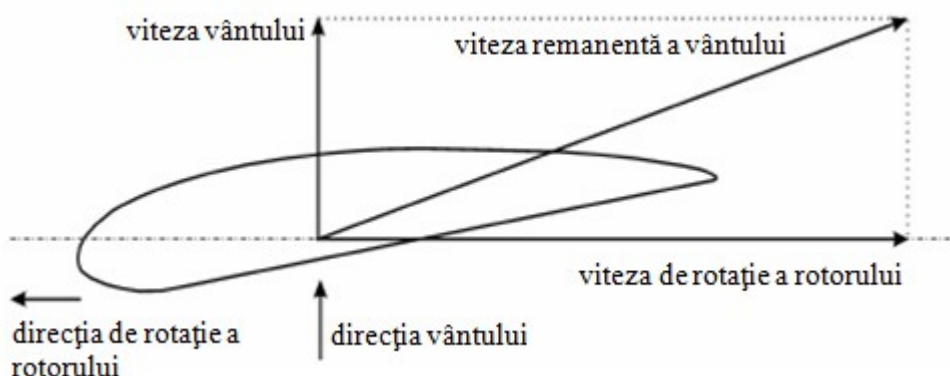


Fig. 1. Secțiune transversală a unei pale a rotorului indicând vitezele și direcțiile

Planul de rotație al rotorului este controlat astfel ca să fie perpendicular pe direcția vântului. Fluxul de aer rezultat pe pala rotorului (adică vectorul sumă al vitezei vântului cu viteza locală a rotorului) produce o diferență de presiune între partea palei expusă vântului și cea opusă. (Aerul ce se scurge peste partea opusă vântului circulă la o viteză mai mare și, deci, la o densitate și presiune mai mici). Această diferență de presiune produce o forță de împingere perpendiculară pe rezultantă fluxului de aer. O componentă a acestei forțe produce un moment mecanic de rotație care

rotește rotorul și axul. Puterea la nivelul axului poate fi utilizată în mai multe moduri. Sute de ani ea a fost folosită pentru măcinatul grâului sau pomparea apei, astăzi instalațiile mari moderne, cu generatoare integrate, o convertesc în energie electrică.

2.2 Ratele de putere și de eficiență.

Masa în mișcare are o anumită energie. Această energie variază în funcție de produsul masei și pătratul vitezei. Raportată la timp, acesta reprezintă putere. Energia cinetică pe secundă este:

$$P = \frac{1}{2}(m v^2) \quad (1)$$

unde: P este puterea (Nm/s sau W);
m este masa pe secundă - debitul masic (kg/s);
v este viteza vântului (m/s).

Această lege fizică este de asemenea aplicabilă aerului în mișcare. Masa aerului care trece prin rotor este considerată a fi un cilindru. Volumul cilindrului este dependent de aria suprafeței rotorului și de viteza vântului, adică lungimea cilindrului care trece prin rotor în unitatea de timp.

Aria masei de aer ce trece prin rotorul turbinei într-o secundă este:

$$m = \rho A v \quad (2)$$

unde: ρ este densitatea aerului (kg/m^3)

A este aria suprafeței rotorului (m^2)

v este viteza vântului (m/s).

Aceasta conduce la o importantă caracteristică: energia rezultată depinde de viteza vântului la puterea a treia.

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (3)$$

Ca exemplu, la viteza vântului de 6 m/s energia este de 132 W/m². Atunci când vântul bate cu viteza de 12 m/s energia crește la 1053 W/m². Dublarea vitezei vântului conduce la multiplicare cu opt a puterii.

Nu poate fi convertită în energie utilă toată energia vântului de la axul rotorului. Folosind principii fizice, se poate arăta că eficiența teoretică maximă a puterii vântului este limitată la cca 59 %. Această limită este, de asemenea, numită coeficient de putere sau valoarea Cp. În consecință, ecuația de mai sus devine:

$$P = \frac{1}{2} C_p \rho A v^3 \quad (4)$$

unde: Cp este coeficientul mecanic de putere (la axul lent).

Puterea electrică netă la ieșirea unei turbine, Pelec, care ține seama de eficiențele mecanică și electrică este dată de:

$$P_{elec} = \frac{1}{2} C_e \rho A v^3 \quad (5)$$

unde: C_e este rata eficienței electrice (a energiei electrice) (%).

2.3 Costurile energiei eoliene

Fără a lua în considerație beneficiile din taxe sau alte stimulente privind producția de energie eoliană, costurile acestea sunt prezentate în Tabelul 1.

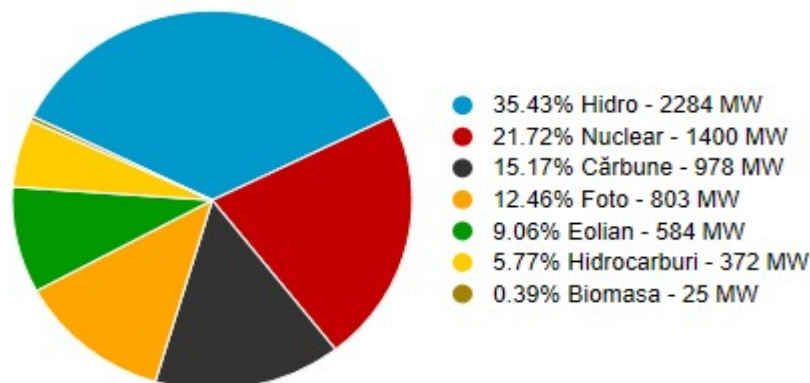
Repartizarea costului energiei eoliene	2000 ore în plină sarcină [EUR/MWh]	2500 ore în plină sarcină [EUR/MWh]
Investiții (12 ani cu anuitate de 4%)	40 ÷ 50	30 ÷ 40
Funcționare și mentenanță, incluzând reviziile majore	12	12
Alte cheltuieli de funcționare	8	8
Total	60 ÷ 70	50 ÷ 60

Tabelul 1 - Rezumat al repartizării costurilor energiei eoliene

În 'Alte cheltuieli de funcționare' sunt incluse costurile managementului zilnic, asigurarea, concesiunea terenului, compensarea neplăcerilor vizuale și a celor produse de zgomot, taxe. În mod curent, costurile energiei eoliene sunt ceva mai mari decât 'feed-in tariff' pentru energia electrică obținută din combustibilii convenționali fosili sau din centrale nucleare. Totuși, cele mai multe țări prevăd stimulente pentru a sprijini producția eoliană și alte energii regenerabile.

3. Starea actuală a energiei eoliene în România

Energia eoliană reprezintă "domeniul cel mai exploziv" din punct de vedere al investițiilor în România. Potrivit acestui fapt, în următorii ani, România are șanse să ajungă pe primul loc în Europa Centrală și de Est în privința capacității de producție a energiei eoliene. Însă există o problema. Cererile de racordare din partea investitorilor depășesc de aproape patru ori capacitatea sistemului energetic național de preluare a energiei eoliene. Cererile de racordare din partea investitorilor la Sistemul Energetic Național însumează o putere de peste 11.000 megawatti (MW), potrivit unei informații transmise de compania de transport electricitate Transelectrica. În situația actuală, sistemul energetic național poate prelua aproximativ 3.000 MW putere instalată. Practic, doar un sfert din cererile de racordare din acest moment ar avea șanse să se concretizeze. Transelectrica afirmă că, se fac eforturi pentru creșterea capacității de transport a energiei. În momentul de față, energia eoliană ocupă locul 5 ca producător de energie, potrivit Transelectrica. (Fig. 4), iar un calcul făcut de aceștia arată că în decursul unei luni, energia eoliană este în ușoară creștere, după care în descreștere. (Fig. 5)



Total 6445 MW - Productia in 29-04-2018 ora 13:56:39

Fig. 4. Starea Sistemului Național în timp real

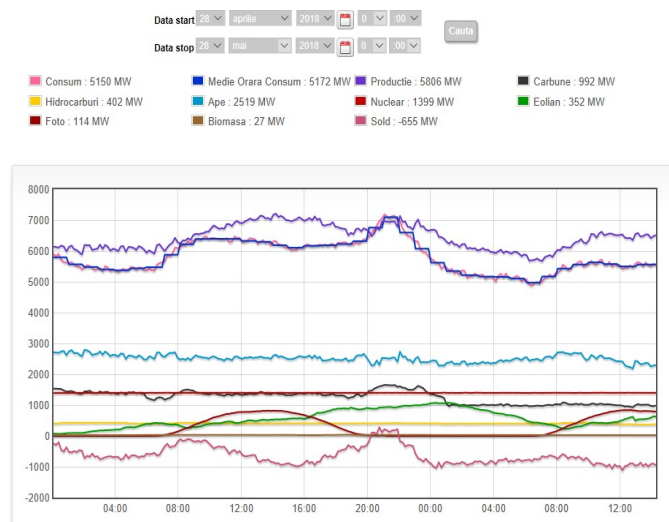


Fig. 5. Grafic producție, consum și soldul SEN

4. Turbine eoliene cu axa orizontală (HAWT)

Rotorul acestor eoliene are trei pale cu un anumit profil aerodinamic, deoarece astfel se obține un bun compromis între coeficientul de putere, cost și viteza de rotație a captorului eolian, ca și o ameliorare a aspectului estetic, față de rotorul cu două pale. Eolienele cu ax orizontal sunt cele mai utilizate, deoarece randamentul lor aerodinamic este superior celui al eolienelelor cu ax vertical, sunt mai puțin supuse unor solicitări mecanice importante și au un cost mai scăzut. Există două categorii de eoliene cu ax orizontal, ca în figura 6:

– Amonte: vântul suflă pe fața palelor. Palele sunt rigide, iar rotorul este orientat, cu ajutorul unui dispozitiv, după direcția vântului.

– Aval: vântul suflă pe spatele palelor. Palele sunt flexibile iar rotorul se auto-orientează.

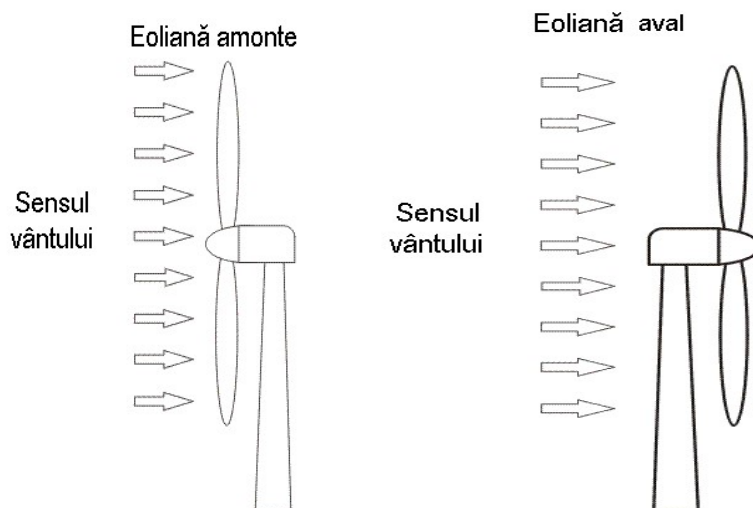


Fig. 6. Eoliană aval și amonte

Disponerea amonte a turbinei este cea mai utilizată, deoarece este mai simplă și dă cele mai bune rezultate la puteri mari: nu are suprafețe de direcționare, eforturile de manevrare sunt mai reduse și are o stabilitate mai bună. Paletele eolienele cu ax orizontal trebuiesc totdeauna, orientate în funcție de direcția și forța vântului. Pentru aceasta, există dispozitive de orientare a rotorului pe direcția vântului și de orientare a palelor, în funcție de intensitatea acestuia. În prezent, eolienele cu ax orizontal cu rotorul de tip elice, prezintă cel mai ridicat interes pentru producerea de energie electrică la scară industrială. Chiar dacă eolienele de primă generație erau deranjante din punct de vedere sonor, se pare că în prezent, dezvoltările tehnologice au permis reducerea considerabilă a zgomotului produs de astfel de instalații. Astfel, pe scara surselor de zgomot, eolienele se situează undeva între zgomotul produs de un vânt slab și zgomotul din interiorul unei locuințe, respectiv la aproximativ 45 dB.

Pentru diminuarea poluării sonore există mai multe căi:

- multiplicatoarele sunt special concepute pentru eoliene; în plus, se încearcă favorizarea acționărilor directe, fără utilizarea multiplicatoarelor;
- profilul palelor face obiectul unor cercetări intense pentru reducerea poluării sonore determinată de scurgerea vântului în jurul palelor sau a emisiilor datorate nacelei sau pilonului. Arborii de transmisie sunt prevăzuți cu amortizoare pentru limitarea vibrațiilor;
- antifonarea nacelei permite, de asemenea, reducerea zgomotelor.

Avantaje: – permit ca unghiul să fie ajustat de la distanță oferind un control mai mare, astfel încât turbina să colecteze valoarea maximă a energiei eoliene în fiecare moment al zilei;

- turnul înalt permite accesul la vânt puternic. În unele zone, viteza vântului poate crește cu 22% și puterea de ieșire cu 36% pentru fiecare 10 metri de altitudine;
- eficiență, deoarece întotdeauna palele se muta perpendicular pe vânt.
- palele au posibilitatea de a se roti cu 90 de grade, optimizând puterea extrasă din vânt.

5. Turbine eoliene cu axa verticală

Turbinele cu axa verticală au generatorul amplasat vertical. Avantajul acestei poziții îl reprezintă faptul că turbina nu este nevoie să fie direcționată către vânt pentru a fi eficientă. Acesta este un avantaj în locuri unde direcția vântului este variabilă. Având axa verticală, generator și cutie de viteze pot fi amplasate aproape de pământ, așa că nu este necesar un turn de suport și turbinele sunt mult mai accesibile pentru întreținere. Este dificil să montezi turbine cu ax vertical pe turnuri, ceea ce înseamnă că sunt de obicei instalate mai aproape de bază ca de exemplu pământul sau acoperișul. Viteza vântului este mai mică la altitudini mai mici așadar mai puțină energie eoliană este disponibilă. Când o turbină este montată pe acoperiș de obicei clădirea redirecționează vântul către această și poate dubla viteza vântului către turbină. Dacă înălțimea turbinei montată pe acoperiș este de aproximativ 50% din înălțimea clădirii acesta reprezintă aproape optimul pentru a atinge maximum de energie eoliană și minimum de turbulențe. Rotorul lui Savonius se bazează pe principiul tracțiunii diferențiale. Eforturile exercitate de vânt asupra fiecăreia din fețele unui corp curbat au intensități diferite ca în figura 7. Rezultă un cuplu care determină rotirea ansamblului. Rotorul lui Darrieus se bazează pe principiul variației periodice a incidenței. Un profil plasat într-un curent de aer, în funcție de diferitele unghiuri, este supus unor forțe ale căror intensitate și direcție sunt diferite așa cum se vede în figura 8. Rezultanta acestor forțe determină apariția unui cuplu motor care rotește dispozitivul.

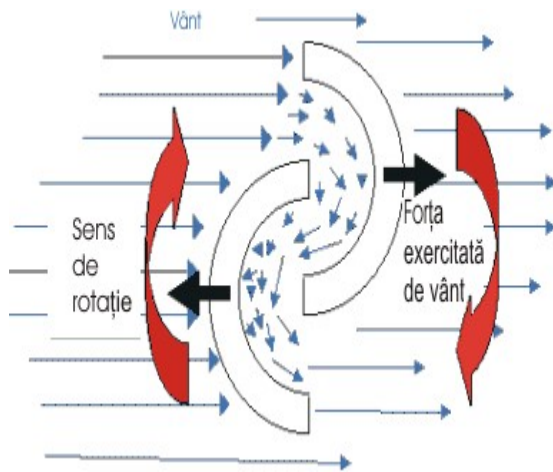


Fig. 7. Rotorul lui Savonius

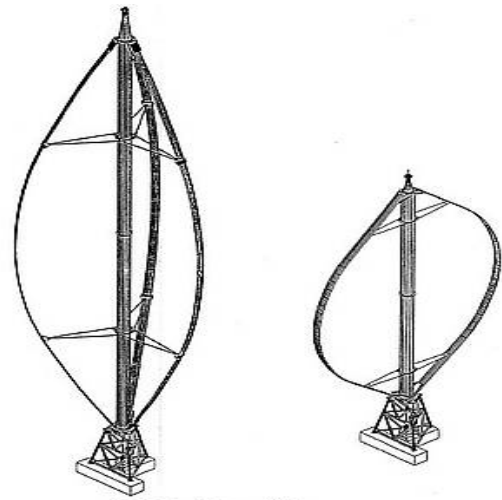


Fig. 8. Rotorul lui Darrieus

6. Sisteme de stocare a energiei

Energia eoliană prezintă un caracter variabil și impredictibil. Nu are disponibilitate continuă fiind obținută dintr-o sursă intermitentă de energie, vântul. Integrarea acestui tip de energie este o problemă actuală deoarece afectează stabilitatea sistemelor energetice. De asemenea, sistemele de stocare reprezintă o metodă de adaptare la variațiile cererii de energie, cum ar fi furnizarea energiei unei sarcini cu dependență de timp diferită față de generare. Includerea mijloacelor de stocare a energiei în cadrul sistemelor care au la bază producerea energiei din surse intermitente este primul pas în asigurarea fezabilității unui astfel de sistem. Cerințele ideale ale unui sistem de stocare includ un răspuns rapid la cererea de energie, durată lungă de stocare, capacitate ridicată de stocare.

Sistemele de stocare a energiei (SEE) se împart în două mari categorii:

- SSE cu stocare pe scurtă durată, cu timpul de stocare mai mic de 10 minute, care cuprind: – stocarea energiei electrice în supracondensatoare; – stocarea energiei în sisteme inerțiale cu roată volantă;
- SSE cu stocare pe lungă durată, cu timpul de stocare mai mare de 10 minute, care cuprind: – stocarea energiei sub forma energiei potențiale a aerului comprimat; – stocarea energiei sub forma energiei potențiale a apei.

Concluzii

Beneficiile energiei eoliene	Dezavantajele utilizării energiei eoliene
1. Energia eoliană este un tip de energie regenerabilă, ceea ce înseamnă că pământul „produce” vânt constant, gratuit și fără a afecta mediul.	1. În funcție de regiunea în care locuiți, vântul suflă diferit. Din acest motiv, atunci când veți instala o turbină eoliană este necesar ca mai întâi se cercetați și să elaborați o hartă a vânturilor.
2. Energia eoliană poate înlocui cu succes energia produsă de centralele termice, reducând astfel emisiile de gaze cu efect de seră.	2. Păstrarea excesului de energie produsă de turbinele eoliene necesită soluții suplimentare: procurarea unor baterii sau convertoare în care să o stocați.
3. Turbinele eoliene nu emit substanțe nocive în timpul funcționării.	3. Se crede că turbina poate interfera negativ și afecta undele radio și de televiziune.
4. Producerea și utilizarea turbinelor eoliene reprezintă noi locuri de muncă.	4. Mulți oameni cred că morile de vânt instalate pe câmpuri reprezintă un moff și strică frumusețea naturii și a mediului rural.

5. Energia eoliană va fi deosebit de binevenită în locurile aflate la distanță mare de orașe sau alte așezări și în cazul în care livrarea energiei electrice e mai dificil de asigurat.

5. Teritoriul acoperit cu instalații eoliene este destul de mare. Și din acest motiv, distanța de la o centrală până la consumator poate presupune cheltuieli suplimentare de transportare.

- Bibliografie:**
1. Maghiar, T., Surse noi de energie, Editura MEDIAMIR, Cluj-Napoca, 1996.
 2. Bălan, M.C., Energii regenerabile, Editura U.T.PRESS Cluj-Napoca, 2007.
 3. Biriș, I., Energii regenerabile – note de curs 2010.
 4. <http://www.transselectrica.ro/web/tel/home>
 5. https://ro.wikipedia.org/wiki/Energie_eolian%C4%83
 6. S. Dănăilă, Curs De Aerodinamica. Univ. „Politehnica“ București, 2010.

UTILIZAREA DURABILĂ A ENERGIEI, NECESITATE ȘI PROVOCARE

Autori: Marius Valentin BOCȘA¹

bocsaconstantin9@gmail.com

Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Liliana SAMOILĂ²

¹ *Universitatea, Facultatea I. M. E., specializarea: Electromecanică, anul II*

² *Universitatea, Facultatea, Departamentul: A.C.I.E.E.*

Rezumat

Pentru a răspunde provocărilor dezvoltării durabile sunt necesare resurse materiale și tehnologii, resurse financiare, dar mai presus de orice se impune conștientizarea problemelor și voința de a le rezolva. În domeniul furnizării și utilizării energiei electrice, în contextul dezvoltării durabile, există motive care ne fac optimiști pe termen lung. Motivele acestei afirmații sunt prezentate și argumentate în lucrare.

Cuvinte cheie: *energie, dezvoltare durabilă*

1. Introducere

Expresia “dezvoltare durabilă” (Sustainable Development) a fost folosită în anul 1987 în Raportul Comisiei Mondiale cu privire la Mediu și Dezvoltare, cunoscut sub denumirea de Raport Brundtland. **Raportul definea dezvoltarea durabilă ca fiind dezvoltarea ce asigură nevoile prezentului fără a compromite capacitatea viitoarelor generații de a-și asigura propriile nevoi.**

Această definiție a beneficiat de o largă acceptare, ca fiind cea mai puțin controversată definiție, dar reprezintă mai mult un obiectiv strategic decât un ghid practic de pus în aplicare. Mulți autori au prezentat diferite definiții în încercarea de a stabili și elemente cantitative care să aducă conceptului valențe pentru orientări de natură politică.

Literatura de specialitate arată că Pezzey în 1992, respectiv Morita Zhawashima în 1993, au găsit 61, respectiv 41 de diferite definiții de dezvoltare durabilă.

Elementele comune acestor definiții funcție de ceea ce este durabil, pot fi sintetizate în următoarele trei aspecte principale:

- **aspectul durabilității beneficiului economic al resurselor naturale.** Rațiunea este aceea că beneficiul economic al resurselor naturale trebuie menținut în siguranță pentru a putea fi împărțit între generațiile prezentate și cele viitoare. În acest sens, El Sarafi, 1989, argumentează că nu toate veniturile din vânzarea resurselor naturale ar trebui tratate ca venit curent disponibil pentru consum.

- **aspectul durabilității proprietăților fizice ale mediului ambiant,** acordându-se valoare absolută păstrării în condiții de siguranță și continuitate a funcției ecologice a mediului ambiant.

- **aspectul durabilității utilității,** în sensul că nu trebuie să se piardă funcția de utilitate pentru “calitatea vieții” cât și pentru “bunurile făcute de om” fapt ce determină includerea, în definiția dezvoltării durabile a echității inter-regionale, a reducerii sărăciei, a capitalului uman sau a monumentelor istorice.

Dezvoltare durabilă – DD – este conceptul de dezvoltare economico-socială (fig. 1) recomandat tuturor țărilor de către ONU, prin care se caută armonizarea a trei componente fundamentale.

Într-o abordare multicriterială, de exemplu, toate scenariile care satisfac următoarele patru criterii (fig. 2), sunt considerate scenarii de dezvoltare durabilă:

- dezvoltarea economică – PIB/cap de locuitor se menține pe întreg orizontul de timp de analiză de exemplu secolul 21.

- inechitatea socio-economică între regiuni este redusă semnificativ pe întreg orizontul de timp de analiză (secolul 21), în sensul că până în 2100, rapoartele veniturile pe cap de locuitor între toate regiunile sunt aduse la nivelul celor existente astăzi între țările OECD (echitate inter-regională)

- rapoartele rezerve/producție ale purtătorilor de energie primară care se consideră în pericol de epuizare, nu scad substanțial sub valorile actuale (echitate între generații)

- probleme de mediu pe termen lung sunt atenuate cu succes, de exemplu emisiile de carbon la sfârșitul secolului 21 să fie sub nivelul emisiilor de azi.

Atingerea dezvoltării durabile se evaluează prin indicatori specifici care stau și la baza diferențierii scenariilor.

Acești **indicatori specifici** de durabilitate sunt:

- eradicarea sărăciei
- reducerea diferențelor relative cu privire la venit, asigurarea accesului universal la energie.
- creșterea gradului de asigurare cu energie
- creșterea utilizării surselor indigene de energie.
- îmbunătățirea eficienței furnizării energiei
- accelerarea răspândirii tehnologiei

- reducerea impacturilor negative asupra sănătății
- reducerea poluării aerului
- limitarea poluanților cu viață lungă
- limitarea materialelor toxice

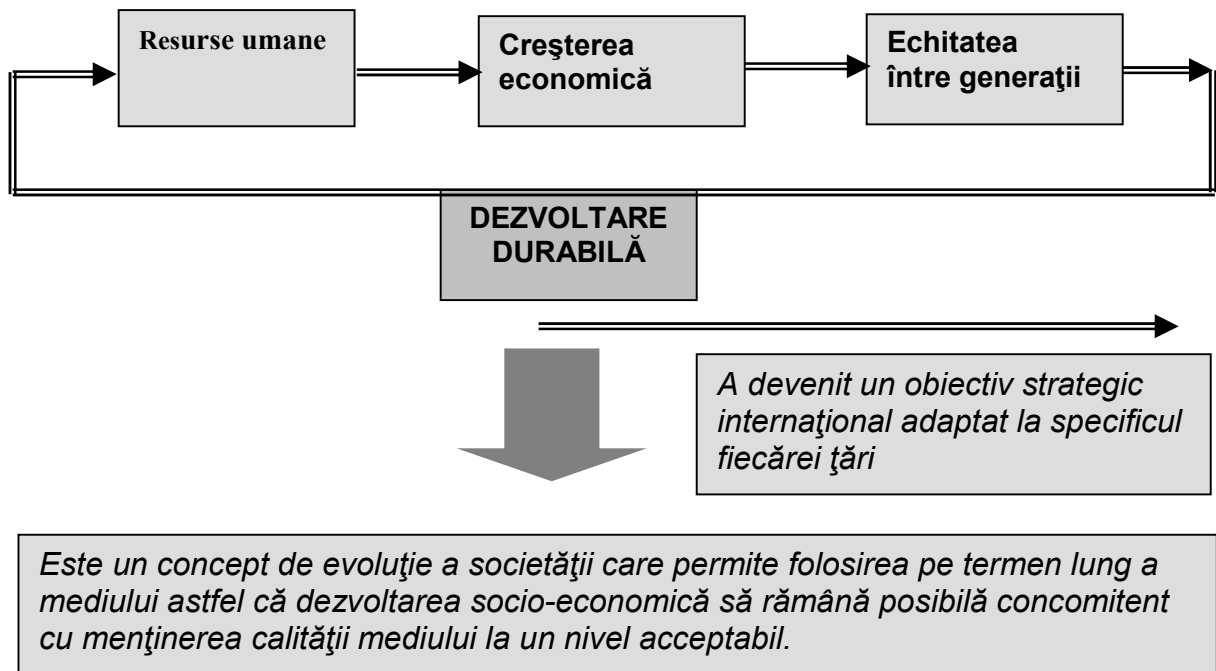


Fig. 1 Definirea conceptului dezvoltării durabile - DD

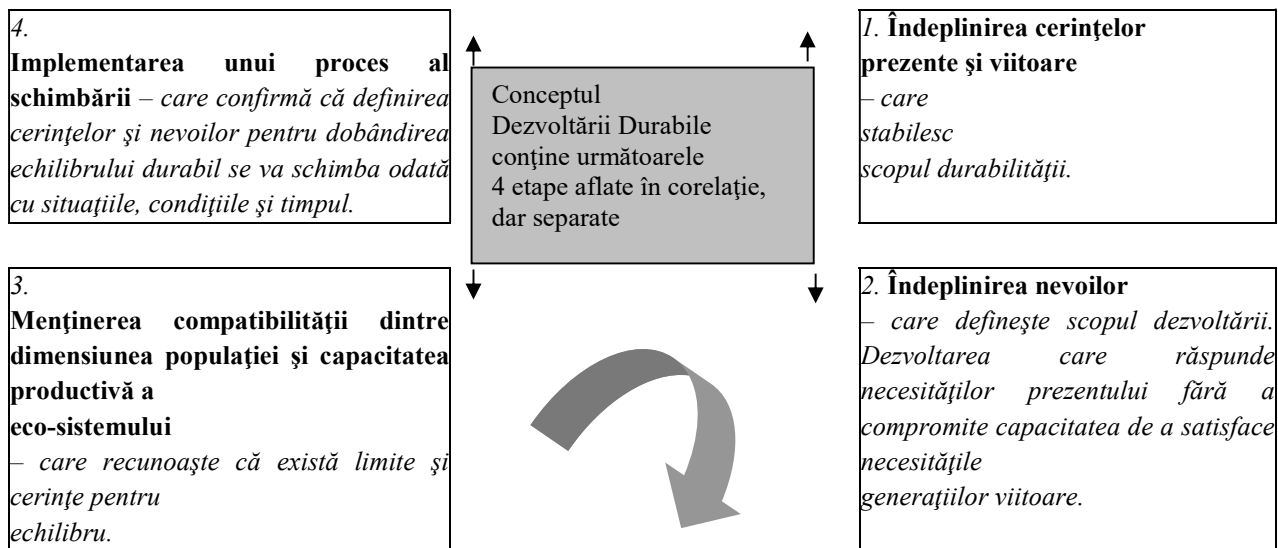


Fig. 2 Conceptul dezvoltării durabile

2. Baza de resurse energetice

Baza de resurse energetice se compune din rezerve și resurse. Rezervele se găsesc în depozite și pot fi exploatare cu tehnologiile cunoscute la condițiile pieței. Resursele se găsesc fie în depozite incerte din punct de vedere geologic, fie în depozite nefezabil de exploatat în prezent, dar care pot fi potențial atractive pe termen lung, de exemplu după anii 2020. Baza de resurse energetice include toate depozitele exploatabile de cărbune, țiței și gaze naturale,

resursele de țiței neconvenționale – șisturi petroliere și bituminoase, țițeiuri grele, precum și resursele de gaze naturale neconvenționale – gaz în șisturile din straturile din Devonian, în formații nisipoase, în straturi sub presiune.

Cantitățile care nu pot fi potențial exploatabile sunt clasificate ca „existente adiționale” și sunt excluse din baza de resurse energetice. Sursele neconvenționale diferă de cele convenționale prin una sau mai multe caracteristici:

- se găsesc în concentrații scăzute
- necesită tehnologii extreme sau neuzuale de recuperat
- necesită capital intensiv pentru procesele de conversie în vederea utilizării
- au implicații semnificative asupra mediului.

Baza de resurse fosile este apreciată la cca. 5.000 Gtone, din care rezervele reprezintă cca. 1.300 Gtone, fiind apreciate ca suficiente pentru mai mult de 100 de ani, chiar la rate ambițioase de dezvoltare. Consumul unor astfel de cantități uriașe de combustibil fosil ar genera emisii de carbon de cca. 6-7 ori valorile prezente, ceea ce ar reprezenta o provocare tehnologică și investițională. În ceea ce privește uraniul, utilizările viitoare vor depinde de rezolvarea controverselor privind securitatea producerii și depozitării deșeurilor. Dezvoltarea de tehnologii care să rezolve aceste probleme, va avea o pondere mai mare decât constrângerile legate de resurse.

Sursele noi de energie sunt caracterizate prin uriașe fluxuri anuale de energie disponibilă în mediul înconjurător, dar dispersate și difuze. Sursele noi de energie necesită sisteme elaborate de conversie, transport și distribuție a energiei.

Constrângerea cea mai mare în ceea ce privește sursele noi se referă la stăpânirea fluxurilor de energie disponibile în mediul înconjurător și conversia lor în combustibili care să asigure servicii de energie.

Sursele noi de energie se caracterizează prin:

- asigurarea de servicii de energie nelimitate, dacă nu perturbă fluxurile naturale energetice;
- emisii neutre în sensul că nu perturbă ciclurile geo-chimice globale, fiind fără emisii de carbon;
- pot asigura energie pentru generațiile viitoare.

Dezvoltarea utilizării surselor noi se poate realiza prin politici internaționale dinamice, progres tehnologic și efort de capital.

3. Impactul producerii și consumului de energie asupra mediului înconjurător

Impactul producerii și consumului de energie asupra mediului înconjurător se tratează global, regional, local și pe termen lung.

Dezvoltarea rapidă a industriei și urbanizarea arată ca probleme ce în trecutul istoric apăreau și se tratau pe rând, acum apar și se tratează simultan. Sunt trei mari implicații asupra mediului care numai printr-o abordare holistică și integrată pot fi rezolvate:

- poluarea aerului de interior și aerului în marile aglomerări urbane;
- încălzirea globală – efectul de seră, urmare a emisiilor de gaze (CO₂);
- acidificarea terenului în plan local și regional, urmare a emisiilor de sulf și azot.

Implicațiile în plan local și regional au și specificații cum ar fi:

- poluarea „din sărăcie” - lipsa apei potabile, lipsa educației, lipsuri sanitare, lipsa mașinilor de gătit, arderea lemnului și poluarea cu particule nearse;
- poluarea „modernă” - trafic modernizat intens, concentrații ridicate de plumb, ozon și componente organice volatile.

4. Managementul dezvoltării durabile a sistemelor energetice

Durabilitatea energetică în Europa se concretizează în modul de producere și utilizare a energiei, care maximizează profiturile economice și sociale pentru generațiile prezente și viitoare, în ideea satisfacerii cererii fără degradarea mediului ambiant prin poluare.

Căile de realizare a sectoarelor durabile ale energiei sunt:

- elaborarea legislației specifice sectoarelor energetice
- restructurarea industriei energointensive
- reducerea treptată a pierderilor de energie
- reconsiderarea cantității de combustibil fosil folosite în energetică prin scăderea consumurilor
- răspândirea noilor tehnologii de extragere, preparare și generare a energiei adoptarea cercetării operaționale la calcul costurilor și a tarifelor energetice promovarea managementului energiei în concepție - sistemică (Metoda holistică DSM)
- reorientarea tehnologiilor și punerea sub control a riscurilor energetice conservarea resurselor și monitorizarea ecologiei mediului
- unificarea modalităților lor de construire a deciziilor în condiții de risc

Restructurarea sectorului energetic va permite reducerea consumurilor cu 50% până în anul 2020 (tabelul 1).

Se pune accentul pe reducerea hidrocarburilor și a cărbunelui plus gazele naturale. Crește consumul de energie regenerabilă și a energiei nucleare. Micșorarea combustibililor care produc noxe poluante. Limitarea creșterii cererilor de servicii energofage. Emisiile de caz se reduc de la 90% în anul 2000 la zero în anul 2100.

Tabelul 1 Consumul de energie primară în Europa în perioada 2000 - 2100

	2000	2010	2030	2100
Petrol + Cărbune + Gaze naturale	55,7 EJ/an	44,0 EJ/an	21,2 EJ/an	0
Hidro + biomasa + solară/eoliană	15,8 EJ/an	18,9 EJ/an	28,5 EJ/an	23,5 EJ/an
Energia nucleară	2,8 EJ/an	5,8 EJ/an	15 EJ/an	45,6 EJ/an
Emisii CO ₂	90%	74%	32%	0

Observație: 1 ExaJoul = 10¹⁸ Jouli

Energia regenerabilă va crește ca pondere în balanța energetică europeană de la 28% în 2010 la 60% în anul 2030 punându-se accent pe **biomasă**.

Consumul Mondial de Energie în 1990 a fost de 340 ExaJouli din care 80% a fost acoperit de combustibil fosil.

În Europa, în perioada 1990-2001 s-au consumat (47+51) EJ fiind acoperit cu 85% combustibil fosil.

Sursele regenerabile la nivelul Europei vor acoperi în anul 2030 circa 3800 TWh/an.

Strategiile dezvoltării energeticii europene au la bază politici de tipul Least-Cost Planning sau Planificarea integrată a resurselor, care arată că este mai profitabil să conserv energie prin tehnologii performante decât să construiesc noi centrale și rețele electrice.

Energetica condiționează dezvoltarea economică a României și este influențată de nivelul dezvoltării economice a societății românești prin mijloacele tehnice alocate, prin structura consumurilor și prin prețuri. Produsul Intern Brut al României este format astfel: industria (40 - 50)%, serviciile (27 - 37)% și agricultura (16 - 23)%. Industria consumă 65% din energia produsă de SEN, agricultura (2-5)%, serviciile 1% iar restul în alte sectoare ale economiei naționale.

Obiectivele strategiei de dezvoltare durabilă sunt următoarele: satisfacerea eficientă a necesarului de energie la un preț cât mai scăzut, în condiții de calitate și cu limitarea impactului asupra mediului.

Dezvoltarea durabilă impune:

- reducerea dependenței sectorului energetic de petrol,
- conservarea energiei și promovarea resurselor regenerabile,
- creșterea eficienței energetice ținând cont de direcționarea mecanismelor pieței concurențiale,
- realizarea interconectării SEN cu sistemele afiliate la UCPT (Uniunea pentru Coordonarea Transportului Energiei Electrice)
- aplicarea interconectării rețelelor naționale de resurse primare;
- formarea stocurilor de resurse combustibile pentru asigurarea funcționării sigure a SEN,
- managementul sistemelor de protecție a mediului,
- susținerea tehnologică a SEN prin cercetări proprii și prin atragerea capitalului occidental la dezvoltarea investițiilor energetice,
- elaborarea legislației energetice bazată pe experiența economiilor de piață stabile,
- promovarea unei politici financiare care să evite blocajul,
- apropierea performanțelor energeticii românești de cele ale economiei europene.

5. Concluzii

Durabilitatea energetică în Europa se concretizează în modul de producere și utilizare a energiei, care maximizează profiturile economice și sociale pentru generațiile prezente și viitoare, în ideea satisfacerii cererii fără degradarea mediului ambiant prin poluare.

Criteriile care permit analiza durabilității se referă la protecția biosferei; utilizarea eficientă a capitalului și echitatea.

Protecția biosferei urmărește diminuarea efectului de seră, împiedicarea reducerii stratului de ozon, păstrarea capacităților de reproducere a resurselor naturale și menținerea calității apei, aerului și a solului în limite impuse prin standarde.

Utilizarea eficientă a capitalului uman și natural se evaluează prin creșterea de randamente, scăderi ale consumurilor energetice și prin sporirea calității factorului uman.

Echitatea se apreciază prin distribuția proporțională a eforturilor de protecție a factorilor de mediu (folosirea resurselor neregenerabile, acumularea deșeurilor etc.).

Bibliografie:

1. A. Carabulea – Managementul sistemelor energetice vol. I și vol. II . Universitatea Politehnica București - 2005
2. http://www.cnr-cme.ro/biblioteca_files/traimpeoplaneta/traim6.pdf
3. https://ro.wikipedia.org/wiki/Dezvoltare_durabil%C4%83

SISTEM DE ORIENTARE BIAxIALĂ A PANOURILOR FOTOVOLTAICE

Autor: Bacaroglo Viorel¹

bacarogloviorel@mail.ru

Coordonatori: Razvan SLUSARIUC², Conf.univ.dr.ing. **Marius Daniel MARCU**²

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., specializarea: Energetică Industrială , anul IV*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., Departamentul ACIEE*

Rezumat

Soarele reprezintă sursa de energie a Pământului, contribuind la menținerea temperaturii planetei mult peste valoarea de aproape 0K, întâlnită în spațiul interplanetar și este singura sursă de energie capabilă să întrețină viața pe Pământ constituind totodată o sursă inepuizabilă de energie, estimându-se o durată a existenței radiației solare de încă aproximativ 4...5 miliarde de ani.

Terra anual primește energie solară în valoare de $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh, valoare care este de 10000 mai mare decât consumul de energie de care are nevoie omenirea anual ceea ce pune problema folosirii cât mai rentabile a acestei energii

astfel pe piața energetică au apărut panourile solare termice și panourile solare fotovoltaice.

Dacă să nu ne amănunțim în detalii tehnice:

Panourile solare termice convertește energia solară în energie termică, transferabilă prin intermediul instalației speciale, în sistemul de încălzire al unui spațiu dat (casă, birou, pensiune, hotel etc.).

Panourile solare fotovoltaice sunt alcătuite din module solare, iar acestea sunt compuse, la rândul lor, din celule fotovoltaice. Acestea sunt formate din straturi fine de materiale semi-conductoare (siliciu cristalin sau amorf ori aluminiu, indiu, galiu sau seleniu), care absorb lumina și o transformă în electricitate.

Cuvinte cheie

energie solară, panou solar, termic, fotovoltaic, încălzire.

1. Introducere

Energia solară este cea mai veche sursă primară de energie. Aceasta reprezintă o sursă de energie curată, regenerabilă și abundentă în fiecare parte a lumii. Aproape toate energiile sunt derivate din energie solară. Folosind energia solară este posibil de a o converti în energie mecanică, energie termică, energie electrică, etc. cu o eficiență adecvată.

În lucrarea dată ne interesează convertirea energiei solare în energie electrică, aceste proces se efectuează prin intermediul panourilor solare fotovoltaice.

Informațiile legate de calitatea și cantitatea de energie solară disponibile la o locație specifică sunt de primă importanță pentru dezvoltarea a unui sistem de energie solară. Cu toate acestea, cantitatea de energie electrică, care este obținută, este direct proporțională cu intensitatea luminii soarelui care cade pe panoul fotovoltaic.

Pentru a obține o cantitate cât mai mare de energie solară au fost realizate studii de eficiență pentru sistemele fotovoltaice. În general, există trei metode pentru a crește eficiența sistemelor fotovoltaice. Prima metodă este de a crește eficiența generării de energie solară a celulelor; a doua este legată de eficiența algoritmilor de control de conversie a energiei, precum și a treia abordare este de a adopta sistemul de urmărire pentru a obține un maxim de energie solară.

2. Panourile solare fotovoltaice

2.1. Scurt istoric

Efectul fotovoltaic a fost demonstrat pentru prima dată într-un experiment realizat de fizicianul francez Alexander Edmond Becquerel. Francezul avea doar 19 ani în 1839, când a construit prima celulă fotovoltaică din lume. Totuși, prima celulă solară în stare solidă a fost creată de Charles Fritts în 1883. Acesta a acoperit materialul semiconductor de seleniu cu un strat foarte subțire de aur pentru a forma joncțiunile, dispozitivul având o eficiență de doar 1%.

Efectul fotoelectric, mai exact strânsă legătură între lumină și proprietățile electrice ale materialelor semiconductoare, a fost explicat prima dată de Albert Einstein în 1905 pentru care primește Premiul Nobel pentru Fizică în 1921. Celula solară cu joncțiune semiconductoare modern Russell Ohl o brevetează în anul 1946, descoperită în timp ce lucra la diverse cercetări ce au dus ulterior la inventarea tranzistorului.

Prima celulă fotovoltaică a fost dezvoltată în anul 1954 în Laboratoarele Bell de către Daryl Chapin, Calvin Souther Fuller și Gerald Pearson. Joncțiunile semiconductoare de silicon au ajuns la o eficiență de 6% în comparație cu cele de seleniu care ajungeau cu greu la 0,5%. Les Hoffman îmbunătățește eficiența celulelor solare, în anul 1960 ajungând la 14%. În septembrie 2013, celula solară ajunge la o eficiență record de 44,7% într-o demonstrație realizată de germanii de la Institutul pentru Sisteme de Energie Solară Fraunhofer.

Panourile fotovoltaice pot fi instalate pe acoperișuri sau pe teren deschis, montate pe suporturi speciale, luând în calcul ca poziționarea acestora să utilizeze din plin iradierea solară, să nu fie umbrite. Teoretic, pentru a mări producția de energie electrică este recomandată instalarea panourilor către sud. Utilizatorii casnici pot monta confortabil panourile fotovoltaice pe acoperiș, acestea fiind ușoare, de aproximativ 20 kg. Trebuie totuși ținut cont de structura țiglei și unghiul de înclinare (aproximativ 30 grade raportat la orizontală), unul pentru rezistență, celălalt să nu umbrească panoul și să îi scadă randamentul. Panourile nu trebuie lipite de casă, distanța minimă față de acoperiș este de 6 cm.

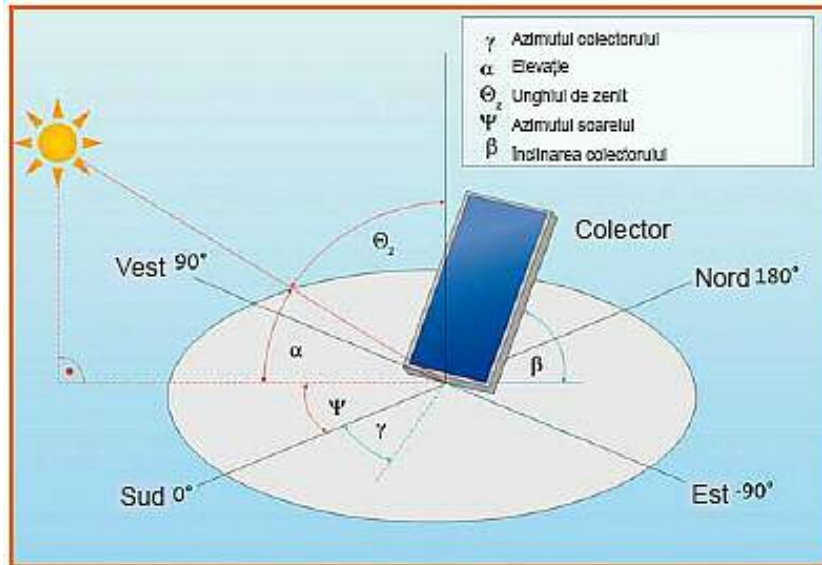


Fig. 1 Principiul de montare a panoului fotovoltaic

2.2. Funcționarea panourilor fotovoltaice.

O celulă fotovoltaică de silicium este compusă dintr-o foaie subțire de un strat foarte subțire de silicium de tip N, deasupra unui strat gros de silicium de tip P. Un câmp electric este creat deasupra suprafeței de sus a celei celule unde cele două materiale intră în contact, numită joncțiunea P-N. Când razele solare ajung la suprafața unei celule fotovoltaice, câmpul electric produce momentul și direcția la electronii stimulați de lumină, rezultând fluxul de curent când celulele solare sunt conectate la un încărcător electric.

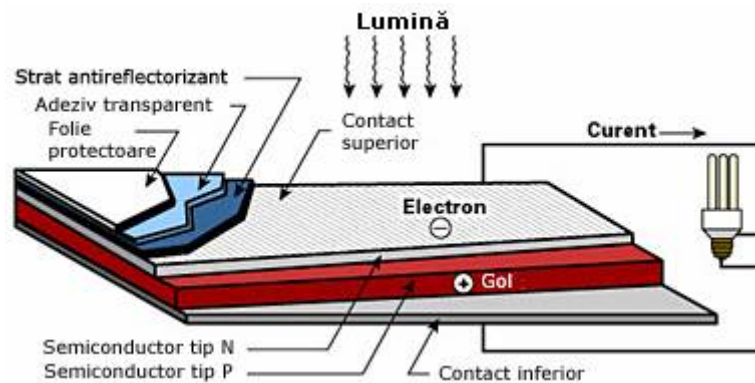


Fig. 2 Principiul de funcționare a panourilor fotovoltaice

Indiferent de mărime, o bucată de celulă fotovoltaică de silicium produce în jur de 0.5 - 0.6 volți în conformitate cu un circuit deschis, fără condiții de încărcare. Curentul (și puterea) de ieșire a unei celule fotovoltaice depinde de eficiența și mărimea suprafeței, și este proporțională cu intensitatea soarelui care ajunge la suprafața celulei. De exemplu, în condițiile în care lumina solară este foarte puternică, o celulă fotovoltaică comercială cu o suprafață de 160 cm² (~25 în ²) va produce în jur de 2 wați, la putere maximă. Dacă intensitatea razelor solare au fost la 40% din putere, acea celulă va produce în jur de 0.8 wați.

La începuturile dezvoltării panourilor solare se utiliza silicium drept material semiconductor al celulelor fotovoltaice ca unități funcționale de bază ale panourilor. În timp, producătorii au derivat calități derivate de celule solare pornind de la silicium (monocristalin, policristalin și amorf) sau folosind alte materii prime (precum cadmiu telurid).

Din modul în care au fost fabricate apar și diferențele de eficiență și preț între diferite tipuri de panouri fotovoltaice.

Panouri fotovoltaice cu celule solare monocristaline. Sistemele care folosesc celule solare monocristaline sunt cele mai bune panouri fotovoltaice din punct de vedere al eficienței.

Monocristalele sunt realizate prin turnare de siliciu pur în formă de baghetă, care apoi este tăiat în plăci sunțiri. Este un proces de fabricație costisitor, dar, după cum arată, celulele fotovoltaice sunt eficiente în conversie fotoelectrică, atingând randamentul de 24% în condițiile de laborator și până la 17% la producția în serie. Ca o estimare, prețul unui panou solar fotovoltaic monocristalin de 100 W (putere nominală) este de aproximativ 120-150 Euro/panou.

Panouri fotovoltaice cu celule solare policristaline. Celulele solare policristaline au la bază siliciu lichid turnat în formă de blocuri care apoi este tăiată pentru panouri fotovoltaice. Când siliciul se solidifică materialul ia formă de cristale neregulate, apărând și unele defecte.

Din această cauză este afectată și eficiența panourilor solare fotovoltaice policristaline. Randamentul maxim în laborator al celulelor fotovoltaice de acest tip atinge un maxim de 18% în condiții ideale, iar în condiții funcționale eficiența este între 13-15%.

Panouri fotovoltaice cu celule solare amorfe. Celulele solare amorfe sunt realizate prin turnarea unui film subțire de siliciu, de nivelul micrometrilor, care în timpul solidificării prinde o structură amorfă (nu are structură cristalizată).

Este o procedură de producție ieftină, considerând cantitatea mică de siliciu utilizată pentru fiecare celulă fotovoltaică în parte. Tocmai din cauza acestor caracteristici fizice și chimice apar și defecte, care afectează eficiența celulelor solare care este maxim pentru 7% în condiții de lucru pentru panouri solare noi.

Panouri fotovoltaice cu celule solare telurură de cadmiu (cadmiu-telluride). Celulele solare sunt realizate folosind drept strat semiconductor de nivel micrometric din telurură de cadmiu (CdTe). Eficiența maximă a acestui tip de panou solar este de maxim 11% în condiții ideale. Avantajul este că prețul unui kit de panouri fotovoltaice din telurură de cadmiu este mai ieftin.

Panouri fotovoltaice cu celule solare cu film subțire. Panourile fotovoltaice de tip film sunt fabricate din straturi foarte subțiri de materiale semiconductoare. Un compus cunoscut să aibă o eficiență relativ ridicată este cupru, indiu, galiu și seleniu (CIGS), care poate atinge randamentul de până 15% (mai ridicat în comparație cu CdTe).

Alte tipuri de celule solare și panouri fotovoltaice. *Celule solare cu concentrator* – se utilizează lentile pentru a concentra lumina pe o suprafață mai mică a panoului fotovoltaic, razele solare trebuind să cadă perpendicular pe lentile ca sistemul să fie eficient.

Celule solare Grätzel – este un model de celule fotovoltaice experimental în care materialul semiconductor este oxidul de titan. Pentru acest tip de celule, radiația solară este absorbită de un pigment organic (clorofilă), la nivelul structurii având loc o reacție electrochimică (nu fotoelectrică). Este un sistem care se deteriorizează repede prin natura organică a materialelor utilizate, iar principiile de funcționare nu pot fi aplicate încă la producția de masă.

2.3. Dimensionarea panourilor fotovoltaice în funcție de consum

Dimensionare corectă a sistemului de panouri solare este vitală pentru a putea acoperi marea parte sau tot necesarul de consum de energie electrică. În cazul în care sunteți sau ați fost conectat la un furnizor de energie, monitorizați consumul lunar care este listat în factori și aveți o estimare realistă a consumului. În cazul în care nu sunteți conectat, este necesar să calculați necesarul de energie adunând puterea oră a tuturor consumatorilor din casă.

Odată stabilit consumul, puteți dimensiona necesarul de panouri solare după formula generală:

$$= \cdot \cdot \cdot$$

unde:

E – energia (kWh)

A – Suprafața panoului solar (m^2)

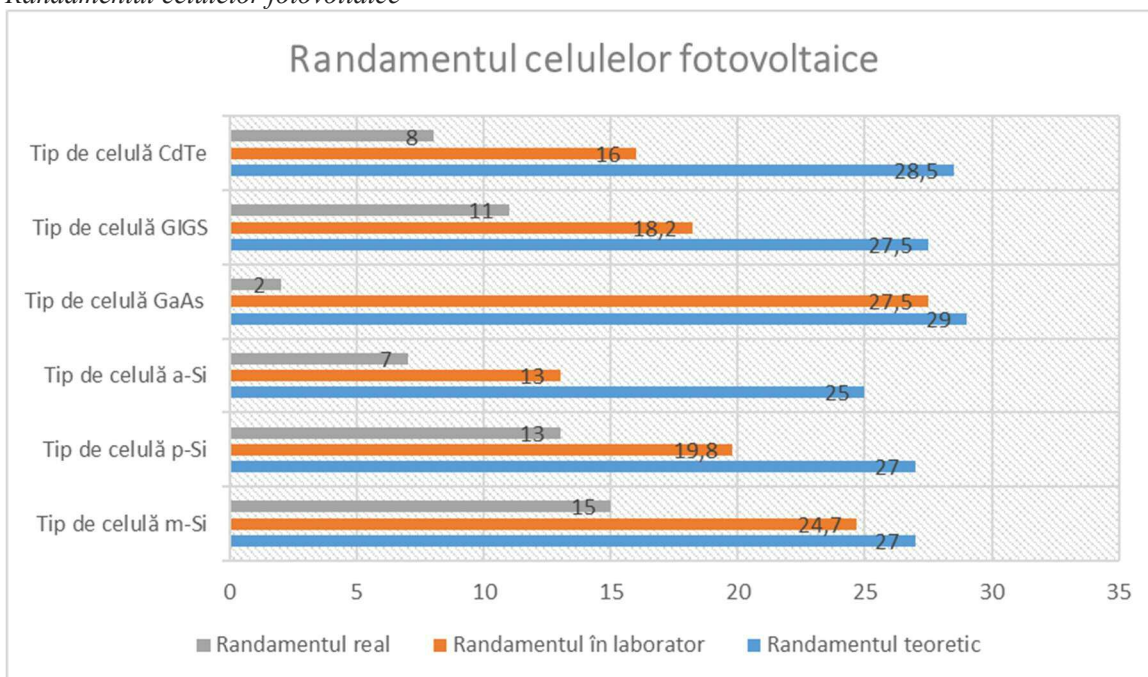
r – eficiența panoului solar (%), dată de raportul între vârful de putere electrică a unui panou solar (kW) împărțit la suprafața panoului, în condiții standard (temperatură – 25 grade Celsius, viteza vântului 1 m/s, radiație solară 1000 W/ m^2)

H – radiația solară anuală pentru panouri montate pe acoperiș, fără a include umbre. Acesta poate fi între 200 kWh/ m^2 an și 2600 kWh/ m^2 an.

PR = indice de performanță ce include toate pierderile și care este între 0,5 și 0,9, general acceptat poate fi utilizat.

PR (depinde de poziționarea geografică, tehnologie și dimensionarea sistemului): pierderi ale invertorilor (4-10%), pierderi de temperatură (5-20%), pierderi cabluri curent alternativ (1-3%), umbre (0-80%), pierderi cauzate de radiație slabă (de la 3% +), pierderi aduse de zăpadă (de la 2% +), alte pierderi.

2.4. Randamentul celulelor fotovoltaice



2.5. Avantajele utilizării panourilor fotovoltaice

- Energia solară gratuită și poate fi folosită oriunde
- Reprezintă o asigurare împotriva creșterilor prețurilor la energia electrică
- Timp scurt de recuperare a investiției
- Crește valoarea proprietății
- Garanții ale echipamentelor între 10 și 30 ani
- Scăderea facturilor la energie electrică pentru gospodării sau afaceri
- Folosirea energiei electrice în locații unde Rețeaua Electrică Națională nu este disponibilă, case de vacanță, ferme etc.
- Costurile de întreținere ale sistemelor fotovoltaice sunt minime.

2.6. Dezavantajele utilizării panourilor fotovoltaice

- Costurile inițiale pentru componente sunt ridicate
- Funcționează doar în timpul zilei, iar în timpul înnorat eficiența lor scade
- Nu pot fi folosite în anumite zone

3. Modul de funcționare a instalațiilor fotovoltaice

Schema funcționării instalației fotovoltaice se poate observa în figura de mai jos (variante simplificată a funcționării sistemului):



Randamentul panourilor fotovoltaice variază în funcție de mai mulți factori, precum:

- Tipul panoului fotovoltaic (monocristalin, policristalin, amorf, etc.)

- Locația instalării panoului fotovoltaic
- Calitatea panoului, etc.

Dar cel mai important factor care influențează randamentul panourilor fotovoltaice este unghiul de montaj al panoului, care variază, dinou, în funcție de zona aleasă. Astfel a apărut nevoia alcătuirii unui sistem de acționarea care, împreună cu panoul fotovoltaic montat pe el, va urmări soarele astfel încât razele acestuia să cadă pe panou sub un unghi de incidență ideal. În domeniul tehnic numinduse **tracker solar**, fig. 3



Fig. 3. Tracker solar fotovoltaic pe doua axe

În condiții de laborator, la o scară mai mică, pentru construirea unui tracker solar pot fi utilizate mai multe metode, dar cel mai simplu și mai puțin costisitor din punct de vedere financiar și al timpului este cu utilizarea unei plăcuțe de dezvoltare bazate pe microcontroler, în cazul de față este plăcuța Arduino Mega 2560.

Pentru construcția acestui tracker vom avea nevoie de:

- Arduino MEGA 2560 R3
- Servomotoare Tower SG90 – 2x
- Fotorezistoare MLG4416 (90 mW; 5-10kOhm/1.0MOhm) – 4x
- Buzzer KPR-G1750
- Piese pentru carcasa stativului
- Rezistor 10kOhm; 0,25W; 5% - 4x
- Breadboard
- Fire de conexiune

- Codul sursă pentru Arduino

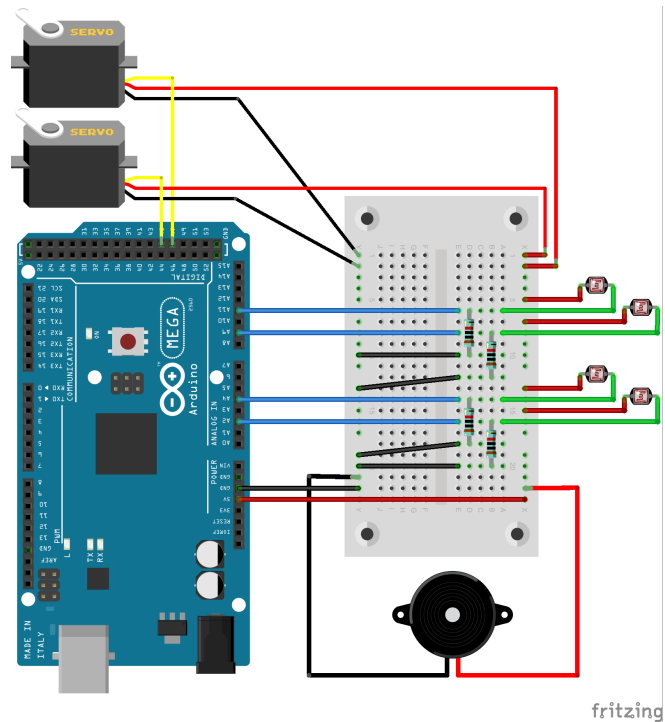


Fig. 4. Schema de conectare

Concluzii

Marele avantaj al utilizării panourilor fotovoltaice este că se folosește drept sursă de energie soarele.

Energia solară utilizată în clădiri, poate aduce un plus de sănătate, confort și siguranță fără a compromite calitatea vieții pentru generațiile viitoare;

Energia solară este gratuită, regenerabilă, ecologică și nu e grea în utilizare, iar cheltuielile pe sisteme fotovoltaice se rascumpără foarte repede.

Integrarea sistemelor fotovoltaice active oferă costuri avantajoase și reprezintă un concept atractiv pentru zonele izolate și nu doar;

În urma studiilor efectuate, putem spune că randamentul lor poate varia de la tipul panoului până la locul poziționării, dar ce e specific tuturor panourilor este strânsa legătură a randamentului lor cu unghiul de incidență a razelor solare și a suprafeței panoului.

Realizarea unui tracker solar nu este complicat de realizat, iar îmbunătățirile randamentului panoului răscompără toate cheltuielile pentru tracker.

Energia solară este viitorul energiei mondiale, trebuie să întreprindem tot ce ne stă în putință pentru utilizarea cât mai eficientă a ei.

Bibliografie:

1. https://ro.wikipedia.org/wiki/Energie_solar%C4%83_fotovoltic%C4%83
2. <http://www.solar-depot.ro/Panouri-Fotovoltice>
3. <https://www.quickshop.ro/despre-panourile-fotovoltice-a54>
4. https://ro.wikipedia.org/wiki/Panou_solar
5. <https://785.ro/wp-content/uploads/informatii-generale-panouri-fotovoltice.pdf>
6. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>
7. <http://ageofcomp.info/wounde/47918-dvuxosevoj-solnechnyj-treker-na-arduino.html>

CINEMATICA ANALITICĂ A UNUI SEPARATOR DE ÎNALTĂ TENSIUNE

Autori: Bacaroglo Viorel¹

Coordonator: Șef lucr.dr.ing. Răzvan-Bogdan ITU²

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de I.M.E.,

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de I.M.E., Departamentul I.M.I.T.

Rezumat

În lucrare se prezintă analiza cinematică analitică a unui mecanism cu șase elemente folosit în structura separatoarelor de înaltă tensiune de tip coloană.

Cuvinte cheie

Cablu, roată motoare, ecuații

1. Introducere

Separatoarele servesc la separarea vizibilă a două circuite aflate sub tensiune dar neparcuse de curent, asigurând în poziția deschis o distanță de izolare predeterminată între bornele fiecărui pol. În poziția închis funcționează în regim de durată, fiind necesară realizarea unor contacte cu presiune mare de contact și inoxidabile. Întrucât funcția lor este de a conecta și deconecta când prin circuit nu trece curent, nu se formează arc electric între contacte și de aceea nu sunt prevăzute cu dispozitive de stingere a arcului electric.

Separatorul este necesar pentru a scoate o linie de sub tensiune atunci când se fac revizii sau reparații la un întreruptor. În centralele electrice sau în stațiile de distribuție sunt frecvente manevrele de conectare sau deconectare sub tensiune dar fără curent, când se trece de pe un sistem de bare pe altul sau când se trece de la un generator la altul. De regulă separatoarele se leagă în serie cu întreruptorul, acționarea separatorului fiind prevăzută cu blocaj care permite deschiderea acestuia numai după întreruperea circuitului de către întreruptor.

Un separator cuprinde următoarele elemente:

- *sistemul de contacte* cuprinde un contact fix și unul mobil (cuțitul) sau două contacte mobile constituind calea de curent a separatorului.
- *sistemul izolator* este constituit din izolatoarele suport ale contactului fix și mobil și din tija izolantă care transmite mișcarea de la dispozitivul de acționare la cuțitul mobil.
- *dispozitivul de acționare* trebuie să asigure deschiderea și închiderea completă a separatorului.

2. Descrierea separatorului

În lucrare se prezintă analiza cinematică analitică a unui separator de tip coloană folosit la liniile de înaltă tensiune. Structura separatorului este obținută prin amplificarea unui mecanism paralelogram, cu o diada de aspectul unu. Analiza cinematică (poziții, viteze și accelerații) s-a realizat prin metoda contururilor aplicată celor două diade conținute, considerând mișcarea elementului conductor, variabilă.

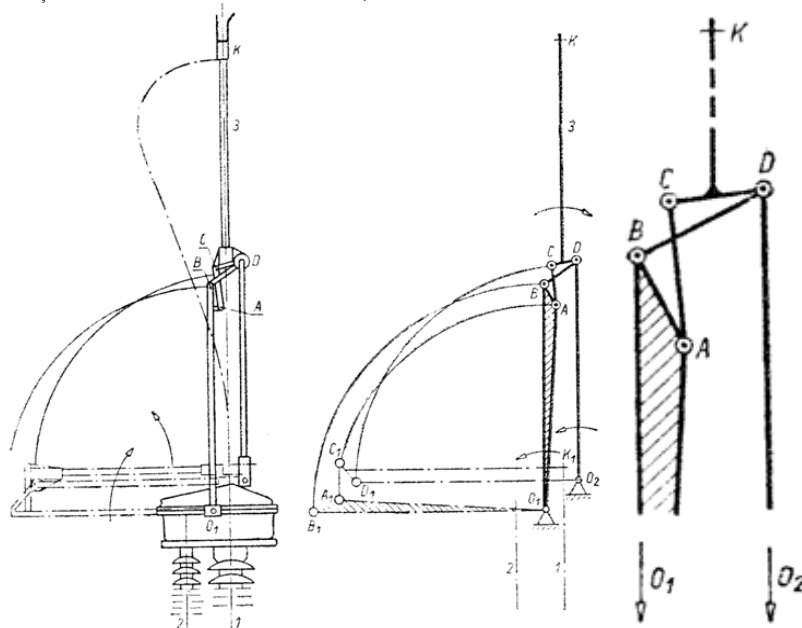


Fig. 1. Schema separatorului cu o singură coloană[1]

Un asemenea tip de separator, fig.1. este descris în lucrarea [1] în care se menționează că structura lui s-a obținut din amplificarea unui mecanism de tip paralelogram $OABC$ cu o diada de aspectul unui, DEB .

Contactul mobil K descrie, la deschiderea și închiderea separatorului, o traiectorie alungită pe verticală pentru a nu ieși din spațiul liniei pe care o deservește.

În cele ce urmează se propune să se realizeze analiza cinematică analitică completă a acestui mecanism.

Pentru analiza cinematică se va folosi metoda contururilor aplicată grupelor structurale conținute de mecanism, prezentată în [2].

Mecanismul separatorului conține diadele de aspectul 1, ABC și DEB (planul elementului EB conține contactul mobil K).

Se cunosc următoarele: lungimile a, b, c, d, e, g, h și m ; coordonatele articulațiilor fixe O și C , x_0, y_0 și respectiv x_c, y_c ; domeniul de variabile al unghiului de poziționare pentru elementul conductor $OA(D)$, ϕ_1 (variabila independentă), $\phi_{1 \min} = 90^\circ \leq \phi_1 \leq \phi_{1 \max} = 180^\circ$; poziția "închis" a separatorului corespunde pentru $\phi_1 = \phi_{1 \min} = 90^\circ$; lungimea FK , cu mențiunea că FK este paralelă cu direcția OA în poziția "închis" a separatorului.

3. Analiza pozițională

Se alege sistemul de referință cu originea în articulația fixă O . Unghiul ϕ_1 , format de latura OA cu sensul pozitiv al axei x este coordonata independentă.

Pentru diada ABC , fig.2, raportată la sistemul de referință ales, se pot scrie următoarele ecuații scalare de poziție:

$$\begin{aligned} b \cos \phi_2 - c \cos \phi_3 &= x_C - x_A = u \\ b \sin \phi_2 - c \sin \phi_3 &= y_C - y_A = v, \end{aligned} \quad (1)$$

În aceste ecuații unghiurile ϕ_2 și ϕ_3 sunt necunoscute poziționale. Pentru aflarea unghiurilor ϕ_2 și ϕ_3 se preferă teorema cosinusului aplicată conturului triunghiului ABC .

Calculul are următoarea succesiune:

$$x_A = a \cos \phi_1; \quad y_A = a \sin \phi_1; \quad (x_C \text{ și } y_C \text{ sunt date}) \quad (2)$$

$$u = x_C - x_A; \quad v = y_C - y_A; \quad (3)$$

$$\alpha = \arctg \frac{v}{u}, \quad (4)$$

$$d_1 = \sqrt{u^2 + v^2}, \quad (5)$$

$$\beta_2 = \arccos \frac{b^2 + d_1^2 - c^2}{2 \cdot d_1 \cdot c}, \quad (6)$$

$$\phi_2 = \beta_2 + \alpha, \quad (7)$$

$$\beta_3 = \arccos \frac{b^2 + d_1^2 - b^2}{2 \cdot d_1 \cdot c}, \quad (8)$$

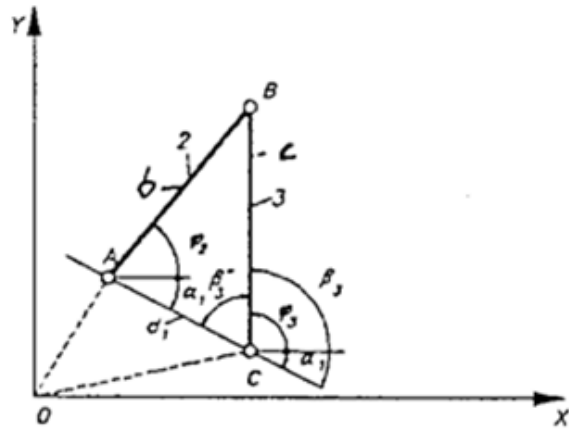


Fig. 2. Diada ABC

$$\beta_3 = \pi - \beta_2, \quad (9)$$

$$\phi_3 = \alpha, \quad (10)$$

Cu ajutorul unghiurilor ϕ_2 și ϕ_3 se pot calcula coordonatele articulației mobile B :

$$\begin{aligned} x_B &= x_A + b \cdot \cos \phi_2 & \text{sau} & & x_B &= x_C + c \cdot \cos \phi_3 \\ y_B &= y_A + b \cdot \sin \phi_2 & & & y_B &= y_C + c \cdot \sin \phi_3 \end{aligned} \quad (11, 12)$$

Pentru diada DEB calculele au o succesiune similară cu cele de la diada ABC .

Elementul conductor având o formă triunghiulară se determină mai întâi, unghiul θ dintre direcțiile OA și OD :

$$\theta = \arccos \frac{a^2 + m^2 - g^2}{2 \cdot m \cdot a}, \quad (13)$$

și apoi, în conformitate cu figura 3, în succesiune, următoarele:

$$x_D = m \cdot \cos(\phi_1 - \theta); \quad y_D = m \cdot \sin(\phi_1 - \theta), \quad (14)$$

$$u_1 = x_B - x_D; \quad v_1 = y_B - y_D; \quad (15)$$

$$\alpha_4 = \arctg \frac{v_1}{u_1}; \quad (16) \quad \beta_4 = \arccos \frac{h^2 + d_2^2 - e^2}{2 \cdot h \cdot d_2} \quad (18)$$

$$d_2 = \sqrt{u_1^2 + v_1^2}, \quad (17) \quad \phi_4 = \beta_4 + \alpha_4 \quad (19)$$

$$\beta_5 = \arccos \frac{e^2 + d_2^2 - h^2}{2 \cdot \phi \cdot d_2} \quad (20)$$

$$\beta_5 = \pi - \beta_4, \quad \phi_5 = \beta_5 + \alpha_4 \quad (21, 22)$$

Cu ajutorul unghiurilor ϕ_4 și ϕ_5 se pot determina coordonatele articulației E :

$$\begin{aligned}x_E &= x_D + h \cdot \cos \phi_4 \\y_E &= y_D + h \cdot \sin \phi_4\end{aligned}$$

sau

$$\begin{aligned}x_E &= x_B + e \cdot \cos \phi_5 \\y_E &= y_B + e \cdot \sin \phi_5\end{aligned} \quad (23, 24)$$

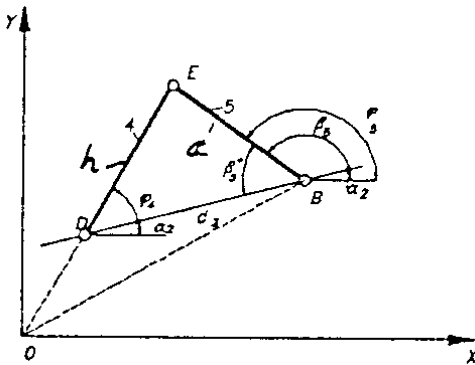


Fig. 3

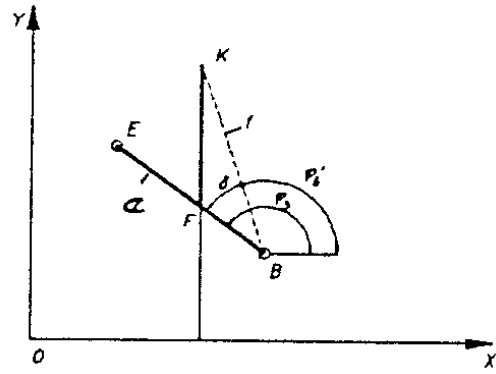


Fig. 4

Coordonatele punctului K , contactul mobil al separatorului se determină ținând cont de condiția menționată mai sus, $FK \parallel OA$ în poziția închis, adică în această poziție, $FK \perp OX$, figura 4

Cu notațiile din figura 4, coordonatele punctului K se determina cu relațiile:

$$\begin{aligned}x_K &= x_B + f \cdot \cos(\phi_5 + \delta) = x_C + c \cdot \cos \phi_3 + f \cdot \cos(\phi_5 - \delta) \\y_K &= y_B + f \cdot \sin(\phi_5 - \delta) = y_C + c \cdot \sin \phi_3 + f \cdot \cos(\phi_5 - \delta)\end{aligned} \quad (25)$$

Distanța $BK=f$ se determina aplicând relația cosinusului în triunghiul FBK (în poziția închis a separatorului): .

$$f = \sqrt{\left(\frac{e}{2}\right)^2 + (FK)^2 - e(FK) \cdot \cos(\sphericalangle BFK)} \quad (26)$$

$$\sphericalangle BFK = 90 - \arctg \frac{y_D - y_E}{x_D - x_E} \quad (27)$$

$$\delta = \arcsin \left[\frac{(FK)}{f} \sin \sphericalangle BFK \right] \quad (28)$$

4. Vitezele și accelerațiile

Pentru determinarea vitezelor și accelerațiilor punctelor mecanismului și în mod special ale punctului K , contactul mobil al separatorului, se vor deriva succesiv în raport cu timpul ecuațiile poziționale (1) pentru diada ABC , și următoarele ecuații pentru diada DEB :

$$\begin{aligned}h \cdot \cos \phi_4 - e \cdot \cos \phi_5 &= x_B - x_D = u_1 \\h \cdot c \sin \phi_4 - e \cdot \sin \phi_5 &= y_B - y_D = v_1\end{aligned} \quad (29)$$

Ținând cont că:

$$\frac{d\phi_4}{dt} = \omega_3; \quad \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\phi}{dt^2}; \quad i = 1+5 \quad (29)$$

În cele de mai jos sunt trecute expresiile vitezelor și accelerațiilor unghiulare ale elementelor mecanismului .

$$\begin{aligned}\omega_2 &= R_2 \cdot \omega_1; \quad e_2 = R_2 \cdot e_1 + P_2 \cdot \omega_1^2 \\ \omega_3 &= R_3 \cdot \omega_1; \quad e_3 = R_3 \cdot e_1 + P_3 \cdot \omega_1^2 \\ R_2 &= \frac{a \sin(\phi_1 - \phi_3)}{b \sin(\phi_3 - \phi_2)}; \quad R_3 = \frac{a \sin(\phi_1 - \phi_2)}{c \sin(\phi_3 - \phi_1)} \\ P_2 &= \frac{a \cdot \cos(\phi_1 - \phi_3) + b \cdot R_2^2 \cdot \cos(\phi_3 - \phi_2) - c \cdot R_3^2}{b \sin(\phi_3 - \phi_2)}; \\ P_3 &= \frac{a \cdot \cos(\phi_1 - \phi_2) + b \cdot R_2^2 - c \cdot R_3^2 \cdot \cos(\phi_3 - \phi_2)}{c \sin(\phi_3 - \phi_2)}; \\ \omega_4 &= R_4 \cdot \omega_1; \quad e_4 = R_4 \cdot e_1 + P_4 \cdot \omega_1^2 \\ \omega_5 &= R_5 \cdot \omega_1; \quad e_5 = R_5 \cdot e_1 + P_5 \cdot \omega_1^2\end{aligned}$$

$$R_4 = \frac{c \cdot R_3 \cdot \sin(\phi_5 - \phi_3) - m \cdot \sin(\phi_5 - \phi_1 + \theta)}{h \cdot \sin(\phi_5 - \phi_2)}$$

$$R_5 = \frac{c \cdot R_3 \cdot \sin(\phi_4 - \phi_2) - m \cdot \sin(\phi_4 - \phi_1 + \theta)}{e \cdot \sin(\phi_5 - \phi_4)}$$

$$P_4 = \frac{c \cdot P_3 \cdot \cos(\phi_5 - \phi_3) - c \cdot R_3^2 \cdot \cos(\phi_5 - \phi_3) - e \cdot R_5^2 + m \cdot \cos(\phi_5 - \phi_1 + \theta) + h \cdot R_4^2 \cdot \cos(\phi_5 - \phi_4)}{h \sin(\phi_5 - \phi_4)}$$

$$P_5 = \frac{c \cdot P_3 \cdot \cos(\phi_4 - \phi_3) - c \cdot R_3^2 \cdot \cos(\phi_4 - \phi_3) + h \cdot R_4^2 + m \cdot \cos(\phi_4 - \phi_1 + \theta) - e \cdot R_5^2 \cdot \cos(\phi_5 - \phi_4)}{e \sin(\phi_5 - \phi_4)}$$

Viteza și accelerația punctului K se determină succesiv în raport cu timpul expresiile (25):

$$\dot{x}_K = -c \cdot R_3 \sin(\phi_3) + f \cdot R_5 \cdot \sin(\phi_5 - \delta) \cdot \omega_1 \quad (30)$$

$$\dot{y}_K = c R_3 \cos(\phi_3) + f \cdot R_5 \cdot \cos(\phi_5 - \delta) \cdot \omega_1 \quad (31)$$

$$v_K = \sqrt{\dot{x}_K^2 + \dot{y}_K^2} = \omega_1 \sqrt{c^2 \cdot R_3^2 + f^2 R_5^2 - 2c \cdot f \cdot R_3 \cdot R_5 \cdot \cos(\phi_5 - \phi_3 - \delta)} \quad (32)$$

$$\ddot{x}_K = A \cdot e_1 - B \cdot \omega_1^2 \quad (33)$$

$$\ddot{y}_K = C \cdot e_1 + D \cdot \omega_1^2 \quad (34)$$

Unde A, B, C, D sunt:

$$A = -c \cdot R_3 \sin(\phi_3) + f \cdot R_5 \cdot \sin(\phi_5 - \delta)$$

$$B = c \cdot P_3 \sin^2(\phi_3) + c \cdot R_3^2 \cos(\phi_3) - f \cdot P_5 \cdot \sin(\phi_5 - \delta) + f \cdot R_5^2 \sin(\phi_5 - \delta)$$

$$C = c \cdot R_3 \cos(\phi_3) + f \cdot R_5 \cdot \sin(\phi_5 - \delta) \quad (35)$$

$$D = c \cdot P_3 \cos(\phi_3) - c \cdot R_3^2 \sin(\phi_3) + f \cdot P_5 \cdot \cos(\phi_5 - \delta) - f \cdot R_5^2 \sin(\phi_5 - \delta)$$

$$a_K = \sqrt{\ddot{x}_K^2 + \ddot{y}_K^2}$$

În figura 5 este arătată o succesiune de 9 poziții ale mecanismului și traiectoria punctului K pentru domeniul $180^\circ \dots 90^\circ$. S-au considerat $a=740\text{mm}$, $b=100\sqrt{2}\text{ mm}$, $c=740\text{mm}$, $e=90\text{mm}$, $m=660\text{mm}$, $g=85\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $f=670\text{mm}$, $x_c=y_c=100\text{ mm}$

Tabelul 1

Poziția	x_K [mm]	y_K [mm]
1	59.877	1564
2	-44.896	1496
3	-136.977	1452
4	-209.149	1377
5	-253.783	1271
6	-263.008	1132
7	-229.541	951.949
8	-150.269	716.371
9	-39.016	396.173

Concluzii

Construcția compactă a acestui mecanism de liberă deschidere s-a obținut datorită utilizării unor cuple cinematice superioare, care au permis, totodată, micșorarea numărului de elemente ale mecanismului, ceea ce are drept urmare, între altele, scurtarea timpului propriu al mecanismului de decuplare.

Utilizarea cuplelor cinematice superioare, transmitând forța prin suprafețe de lucru relativ mici, limitează domeniul de utilizare pentru acest tip ușor de mecanism numai la transmiterea unor forțe nu prea mari, ținând seama de uzura rapidă a suprafeței clichetelor când intervin presiuni mari.

Bibliografie

- [1] *Maksymiuk, J., Mecanisme aparatelor electrice de conectare* (Traducere din limba polona, Editura Tehnica, Bucuresti 1970.)
 [2] *Zamfir, V., Albăstroiu, P., Mecanisme și organe de mașini. Partea I Mecanisme*, Lit. Institutului de Mine din Petroșani, 197

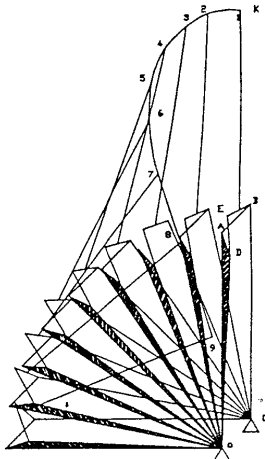


Fig. 5

AVANTAJELE EXPLOATĂRII ENEGEIEI SOLARE ÎNTR-O GOSPODĂRIE

Autor: Boda Mihai-Adrian¹

boda_adrian@yahoo.com

Coordonator: Conf.univ.dr.ing Marcu Marius²

Şef lucr.dr.ing Slusariuc Răzvan²

¹Universitatea din Petroşani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Inginerie Energetică

²Universitatea din Petroşani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul de Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică

Rezumat:

Odată cu evoluția industrială și evoluția tehnologiei au apărut mai multe metode de producere a energiei, acestea fiind în mai multe forme. În cele ce urmează vom exemplifica o parte din metodele de exploatare și de folosire a energiei solare în anumite scopuri, necesare satisfacerii unor nevoi prestabilite.

Cuvinte cheie:

energia solară, panou solar, energie regenerabilă

1. Introducere:

Metodele prin care în zilele noastre se obține căldura sunt foarte dăunătoare din cauză nivel de poluare emis de termocentrale și din cauza acestui lucru apare și efectul de seră. Uniunea Europeană a tras deja semnale de alarmă și a impus deja anumite standarde de poluare, iar centralele sau fabricile care depășesc acest nivel de poluare nu au voie să funcționeze.

Din acest motiv se va încerca folosirea de surse de energie regenerabilă pentru a reduce cât de mult se poate folosirea de combustibili uzuali, deoarece această pondere în ziua de azi este una mare, față de aceea cu combustibili regenerabili. Ca surse regenerabile am optat pentru folosirea energiei solare care este pretutindeni și care poate să fie exploatată de mare parte din populație.

2. Radiația solară.

Fluxul integral care vine de la soare la pământ este variabil, în funcție de variația distanței pământ-soare (aproximativ 149 mil. Km).

Fluxul de soare radiat care ajunge la suprafața pământului este mai mic din cauza că o parte din radiațiile soarelui sunt absorbite de o parte din gazele care se găsesc în atmosferă (ozon, gaz carbonic, vapori de apă) și acesta mai depinde și de latitudinea și altitudinea locului, sezonul, ziua, ora.

3. Date necesare stabilirii potențialului de energie solară.

Pe baza datelor strânse de stațiile de observație a radiației solare, a fost creată o hartă care ne oferă anumite informații despre locul propice în care se pot exploata la maxim radiațiile solare.

Ora	Felul Cerului	Lunile Anului											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6	S	-	-	23	72	142	184	69	20	20	-	-	-
	A	-	-	15	34	84	105	75	36	14	-	-	-
9	S	130	258	384	560	655	680	655	541	365	190	116	89
	A	65	123	191	280	378	337	380	291	182	93	65	25
12	S	280	420	639	799	881	905	681	775	611	416	296	140
	A	145	215	318	405	535	462	528	503	377	243	162	68
15	S	132	260	384	560	655	680	655	541	365	190	115	85
	A	68	130	183	296	330	342	335	295	188	101	63	24
18	S	-	-	23	72	142	184	142	69	20	-	-	-
	A	-	-	6	32	70	89	68	32	10	-	-	-

Tabelul 1.1: Numarul de zile cu cer senin/înnorat pe o durată de un an în București; (S-Cer Senin; A-Cer Acoperit)

Durata de strălucire a Soarelui reprezinta durata de timp(an,lună,ziua,oră) cât soarele a stralucit pe bolta cereasca. Ea reprezinta factorul principal al gradului de însorire al unui punct sau zona de pe glob.

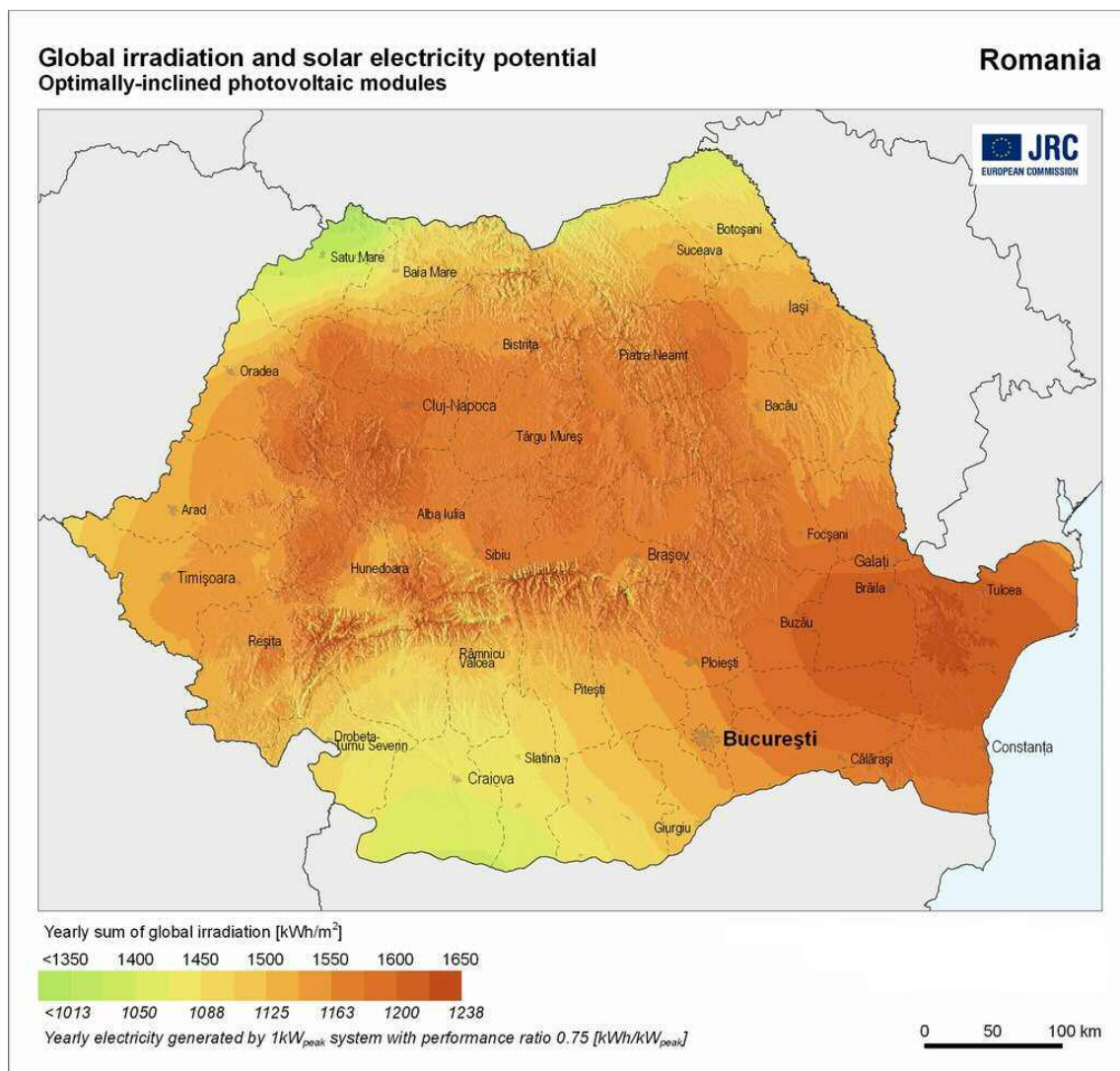


Fig. 1.1) Harta Solară a României

Numarul mediu al zilelor cu cer senin, în cursul unei luni sau anotimp nu toate zilele sunt cu cer senin, iar statisticile arată că numărul zilelor cu cer senin nu depășește 50% din totalul zilelor lunii. Excepție fac regiunile din Delta Dunării și litoralul Mării Negre, unde numărul zilelor cu cer senin atinge și chiar uneori depășește 75% din luna august.

4. Conversia energiei solare în alte forme de energie.

Una din problemele exploatarei acestui tip de energie constă în găsirea unor metode cât mai eficiente de conversie a acestui tip de energie într-o altă formă de energie, cu domenii mai largi de activitate.

În prezent se cunosc doar 4 moduri:

- Fototermică, care prezintă o mare importanță atât în determinarea condițiilor climatice și meteorologice pe Pământ, cât și în aplicațiile industriale. (încalzirea clădirilor, prepararea apei calde de consum, uscarea materialelor, etc.)
- Fotomecanică, care prezintă importanță deosebită în energetica spațială, unde conversia bazată pe presiunea luminii dă naștere la motorul tip "velă solară", necesar zborurilor navelor cosmice.
- Fotoelectrică, cu mari aplicații atât în energetica solară terestră, cât și în energetica spațială.
- Fotochimică, care poate prin două moduri să utilizeze Soarele într-o reacție chimică, fie direct prin excitații luminoase a moleculelor unui corp, fie indirect prin intermediul plantelor sau a transformării produselor de dejecție a animalelor.

5. Captarea energiei solare.

Energia solară poate să fie transformată în alte forme de energie: termică, electrică, mecanică sau chimică cu ajutorul captatoarelor.

Forma, tipul și mărimea acestor tipuri de dispozitive depinde în principal de tipul de energie pe care acestea îl creează, acestea pot fi create cât mai simplu (captatoare utilizate în domeniul temperaturilor joase) sau mai complexe (captatoare utilizate în domeniul temperaturilor înalte).

Randamentul unei celule este, în general, destul de scăzut, de ordinul 10 - 20%. Au fost obținute randamente mai bune cu materiale noi (în laborator, arseniura de galiu AsGa oferă un randament mai mare de 25%)

Tipuri de celule solare și randamentul acestora:



Fig. 1.1) Monocristalină: 15-18%



Fig. 1.2) Policristalină: 13-15%



Fig. 1.3) Amorfe: 5-8%



Fig. 1.4) Cadmium telluride: 6-9%

Înclinarea panoului are un impact masiv asupra exploatări energiei solare în cele mai optime moduri. Pentru o perioadă caldă a anului (aprilie-octombrie) 30-40* și în perioadele reci (octombrie-aprilie) 50-60*.

Calculul necesar pentru a obtine 6KW/zi cu ajutorul unui panou solar de 150W, care are următoarele:

Caracteristici:

- Putere nominala (Pmax) [W]: 150Wp (+ 3%)
- Tensiune la Pmax (Vmp) [V]: 18.5 - 18.75
- Curent la Pmax (Imp) [A]: 8.00
- Tensiune circuit deschis (Voc) [V]: 22.40
- Curent de scurtcircuit (Isc) [A]: 8.40
- Eficiență celule: 17%
- Temperatura de operare: de la -40 la +85°C
- Panou frontal: sticlă securizată grosime 4 mm
- Cadru: aluminiu
- Cutie de joncțiune: IP65
- Dimensiuni: 1460 x 664 x 35 mm
- Greutate: 11.20 kg

❖ Calculul necesarului de panouri solare

Nr. de panouri = Puterea instalatiei / Puterea unui panou

$$N_p = P_i / P_p = 6.000 / 150 = 40; \text{ Rezulta un necesar de 40 panouri fotovoltaice}$$

Suprafata totala = Suprafata unui panou * Numarul total de panouri

Din fisa tehnica a panoului aflam ca panoul ales are urmatoarele dimensiuni: $L = 1.45 \text{ m}$, $I = 0.7 \text{ m}$

$$S_T = S_p * N_p = 1.45 * 0.7 * 40 = 40.60 \text{ mp}$$

Vom avea nevoie de o suprafata de 41mp, orientată spre sud (pentru a putea capta mare parte din radiațiile solare).

Tensiunea instalata a generatorului fotovoltaic se obtine folosind urmatoarea formula:

$$U_g = N_p / s * U_p$$

$$U_g = 10 * 12 = 120 \text{ V}$$

Curentul generatorului se obtine inmultind curentul generat de un panou fotovoltaic cu numarul de siruri

$$I_g = 4 * 8.1 = 32.40 \text{ A}$$

Voc generator = nr. panouri/sir * Voc panou

$$Voc \text{ generator} = 10 * 22.6 = 226 \text{ V}$$

Isc generator = nr. sir * Isc panou =

$$Isc \text{ generator} = 4 * 8.6 = 34.4 \text{ A}$$

Vmp generator = nr. panouri/sir * Vmp panou

$$Vmp \text{ generator} = 10 * 18.50 = 185 \text{ V}$$

P generator = Vmp generator * I generator

$$P \text{ generator} = 185 * 32.40 = 5994 \text{ W (5.99 KW)}$$

❖ După ce aceste calcule sunt gata, trebuie sa alegem tipul inverterului:

Tensiunea care intră in inverter trebuie sa fie egala sau mai mare decât tensiunea maximă a generatorului fotovoltaic. $U_{\text{inverter}} = U_{\text{generator}} \rightarrow U_{\text{inverter}} = 120 \text{ V}$

O alta condiție de alegere a tipului de invertor este ca puterea maxima a generatorului fotovoltaic sa fie mai mica decât puterea de intrare a invertorului.

$$P_{\text{invertor}} > 6.000 \text{ W}$$

❖ După alegerea tipului de invertor, se va alege și tipul bateriilor:

Bateriile sunt folosite în scopul de a stoca energia stransă pe timpul zilei și a o putea folosi ulterior pe timpul nopții.

La alegerea bateriilor trebuie să ținem cont de următoarele informații:

- pentru încărcarea bateriilor de 12V avem nevoie de panouri cu V_{mp} 16V – 20V
- pentru încărcarea bateriilor de 24V avem nevoie de panouri cu V_{mp} 34V – 40V
- pentru încărcarea bateriilor de 48V avem nevoie de panouri cu V_{mp} 62V -76V

În cazul nostru vom avea nevoie de bateriile de 12V din cauza că folosim panouri de 18-18.5 Vmp.

❖ Reglatoarele de sarcină sunt ultimul pas pentru terminarea instalației solare:

Reglatoarele de sarcină sunt folosite pentru a controla încărcarea bateriilor de acumulatori.

La alegerea tipului de reglatoare se ține cont de următoarele:

- Tensiunea nominală a regulatorului trebuie să fie mai mică sau egală cu tensiunea generatorului fotovoltaic
- Curentul de intrare să fie mai mare față de curentul de încărcare maxim, pe care generatorul îl poate debita.

6. Pompele de caldură:

Adaptarea sursei de caldură și a sistemului de distribuție a acesteia în regimul de funcționare al unei pompe de caldură, duce la funcționarea sigură și economică a instalațiilor de încălzire cu pompe de caldură. Pompa de caldură oferă premisele tehnice necesare pentru încălzire și preparare de apă caldă menajeră. Pompa de caldură obține aproximativ trei sferturi din energia necesară pentru încălzire din mediul înconjurător, iar pentru restul, pompa de caldură utilizează ca energie de acționare curent electric.

Căldura ecologică – energia solară acumulată în sol, apă și aer – stă la dispoziție în cantități nelimitate. Pompa de caldură oferă posibilitatea pentru încălzire economică și ecologică prin utilizarea căldurii ecologice.

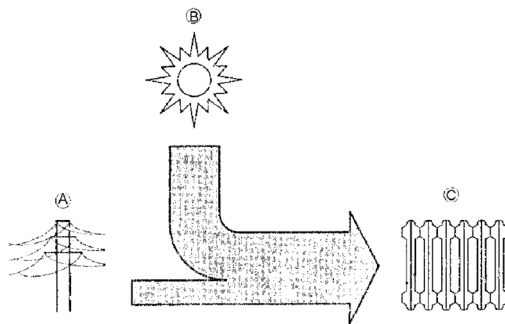
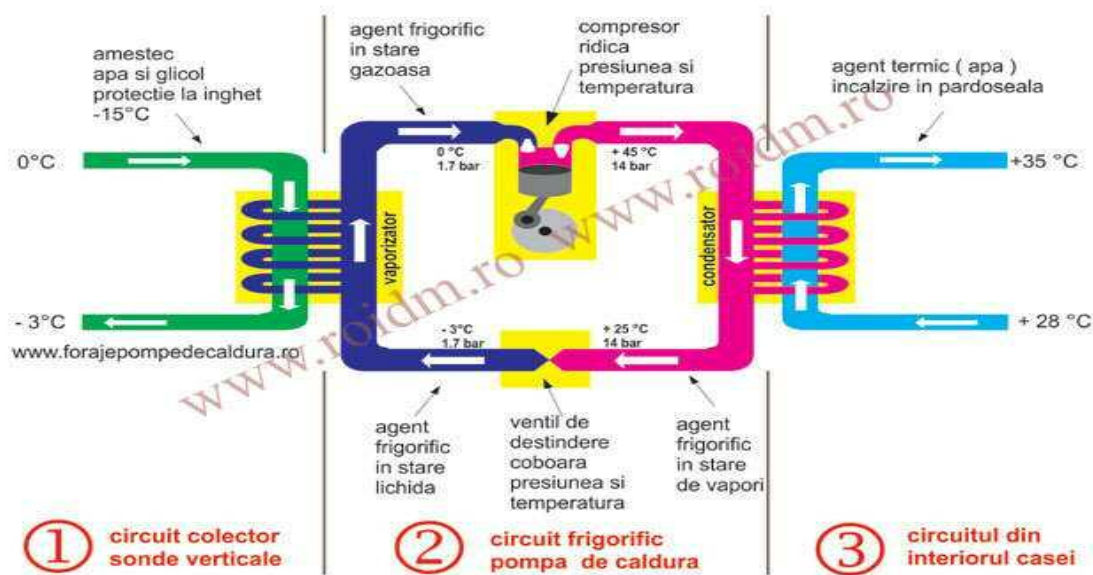


Fig. 2.1) Principul funcționării pompei de caldură.

Modul de funcționare al pompei de caldură corespunde modului de funcționare al unui agregat frigorific, dar inversat.

În cazul agregatului frigorific, agentul de răcire scoate căldura cu ajutorul vaporizatorului, iar prin intermediul condensatorului aparatului, aceasta se transferă în încăperea. În cazul pompei de caldură, căldura se atrage din mediul înconjurător (sol, apă, aer) și se conduce la sistemul de încălzire. Circuitul agregatului de răcire se realizează conform legilor fizice. Agentul de lucru, un lichid care atinge punctul de fierbere la temperatură redusă, se introduce într-un circuit și consecutiv, se evaporă, se comprimă, condensează și se destinde.



a. Preluarea căldurii din mediul înconjurător

În vaporizator se află agent de lucru lichid la presiune redusă. Nivelul de temperatură al căldurii ecologice din vaporizator este mai ridicat decât domeniul de temperaturi de fierbere corespunzător presiunii agentului de lucru. Această diferență de temperatură conduce la o transmitere a căldurii ecologice asupra agentului de lucru, iar agentul de lucru fierbe și vaporizează. Căldura necesară se preia de la sursa de căldură.

b. Creșterea temperaturii în compresor

Vaporii rezultați din agentul de lucru se aspiră continuu din vaporizator de către compresor și se comprimă. În timpul comprimării cresc presiunea și temperatura vaporilor.

c. Transferul de căldură la instalația de încălzire

Vaporii agentului de lucru ajung din compresor în condensatorul care este înconjurat de agent termic.

7. Solar/Seră pentru legume sau fructe

Cu ajutorul energiei solare putem crea și un solar cu ajutorul căruia putem cultiva diverse legume și fructe în mare parte din an din cauza efectului de seră pe care soarele îl produce și efectului de fotosinteză.

La construcția unui solar contează mult tipul de folie care este ales pentru acesta, acesta este ales în funcție de:



-gradul de tratare UV. Acest indicator este extrem de important pentru că fără acest aditiv rezistența foliei va fi mai mică din cauză procesului de degradare fotooxidantă cauzată de radiațiile ultraviolete care conduc, în final, la ruperea foliei solarului.

-dacă folia conține sau nu IR (Infrared Reflection). Acest aditiv reflectă razele ultraviolete emise de pământul încălzit după apunerea soarelui, astfel razele sunt reflectate spre interiorul solarului, iar temperatura în interior se păstrează o perioadă mai îndelungată. Aspect care nu trebuie neglijat mai ales de către legumicultori care urmăresc să recolteze producții timpurii, pentru a ieși cu ele pe piață.

-gradul de transparență al foliei. Cu cât mai multă lumină pătrunde în solar cu atât mai accelerat este procesul de fotosinteză, ceea ce duce implicit la timpurietate și la obținerea unor producții calitative.

-gradul de difuzie- proprietatea foliei de a schimba direcția luminii. Acest aspect trebuie luat în calcul atunci când

elementele solarului umbresc prea mult plantele sau și mai rău, focalizează razele solare pe un anumit sector, ceea ce poate avea ca rezultat arderea sau coacerea mult mai rapidă a plantelor, ducând la deprecierea calității.

8. Iluminarea grădini cu ajutorul energiei solare



Tot cu ajutorul energiei solare putem realiza iluminarea în curte și de ce nu și în solar, cu ajutorul unei lămpi solare. Acest lucru ne poate ajuta la economisirea de energie electrică.

9. Concluzii

Cu ajutorul unei instalații de acest fel sau alt tip de instalație ce utilizează resurse regenerabile de energie, putem ajuta foarte mult mediul înconjurător, prin reducerea poluării aduse de metodele prezente de producere și de obținere a energiei.

Dar problema cu care se confruntă multă lume mai ales în România, este că costul unei astfel de instalații este destul de ridicat și nu multă lume își poate permite achiziționarea acestora, dar putem totuși ajuta la reducerea poluării prin metode mai ieftine și care ne sunt la îndemână fiecăruia.

Bibliografie:

1. <http://www.electricalc.ro/>
2. <http://energie-verde.ro/>
3. <http://instal.utcb.ro/>
4. V. Radeenco(1985), Instalații de pompe de caldură, Editura Tehnică București
5. Iliana Mihai(1987), Energii neconvenționale utilizate în instalațiile din construcții, Editura Tehnică București