

SOLUȚII TEHNOLOGICE NOI PENTRU CONVERSIA ȘI STOCAREA ENERGIEI REGENERABILE

Dr. ing. Corneliu CRISTESCU, Dr. ing. Cătălin DUMITRESCU,
Dr. ing. Radu RĂDOI, Drd. ing. Liliana DUMITRESCU

Institutul de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică, INOE 2000-IHP, București, Romania

REZUMAT. După unele considerații generale privind potențialul surselor de energii regenerabile din România, în prima parte a articolului, se prezintă unele soluții tehnologice de conversie și stocare a energiei regenerabile practicate pe plan mondial, soluții caracterizate de randamente energetice ridicate. În partea a doua a articolului, se prezintă câteva soluții tehnologice noi pentru conversia și stocarea energiei regenerabile, soluții rezultate din activitățile de cercetare în domeniul energiei regenerabile ale Institutului INOE 2000-IHP și aflate acum în curs de brevetare la OSIM București.

Cuvinte cheie: Energii regenerabile, eficientizare energetică, sisteme combinate de energie, sisteme hibride de energie, tehnologii de stocare a energiei, acționări hidrostatice.

ABSTRACT. After some general considerations regarding the potential of renewable energy sources in ROMANIA, the first part of the article presents some technological solutions for the conversion and storage of renewable energy, which are used in the world, high energy efficiency solutions. In the second part of the paper are presented some new technological solutions for the conversion and storage of renewable energies, solutions resulting from the research activities in the field of renewable energies of INOE 2000-IHP and which are now in patenting process at OSIM Bucharest.

Keywords: Renewable energy, energy efficiency, combined energy systems, hybrid energy systems, energy storage technologies, hydrostatic drives.

1. INTRODUCERE

În contextul actual, caracterizat de creșterea alarmantă a poluării mediului, cauzată de producerea energiei din arderea combustibililor fosili, dar și de perspectiva epuizării acestora, devine din ce în ce mai importantă dezvoltarea de energii alternative, de preferat energii regenerabile, care pot asigura sustenabilitatea, pe termen lung, a societății umane.

În acest sens, în lume este o activitate de C-D intensă, dar și o campanie de investiții deosebită.

Dintre energiile regenerabile disponibile, în afara energiei cinetice și potențiale a apelor curgătoare, cea mai dezvoltată și utilizată până în prezent, o direcție importantă este aceea de captare, conversie și utilizare a energiei solare, atât sub forma energiei termice (cădură), captată prin intermediul panourilor termice solare, cât și ca energie electrică, captată prin panourile fotovoltaice sau prin centralele eoliene, care, la urma urmei, este tot o energie solară.

În contrast cu combustibilii fosili și cel nuclear, epuizabili, care, în esență, sunt surse stocate de

energie, formate pe parcursul a multor milioane de ani, sursele regenerabile de energie (SRE) sunt definite ca *“energie obținute din fluxurile existente în mediul ambiant și care au un caracter continuu și repetitiv”*.

Spre deosebire de cea regenerabilă, energia combustibililor fosili este încorporată (legată) și ea poate fi eliberată numai în urma unei activități a omului. Prin eliberarea energiei stocate în combustibilii fosili sau cei nucleari, nu numai se poluează mediul ambiant cu deșeuri și se amplifică efectul de seră, dar se contribuie la poluarea termică a mediului [1].

Aceste două deosebiri esențiale sunt redată în figurile de mai jos. Fluxul de energie regenerabilă are un caracter închis, figura 1.1, iar cel de energie fosilă – deschis, în figura 1.2.

În cazul folosirii SRE, fluxul de energie, provenit din mediul ambiant, se transformă cu ajutorul instalației de conversie într-o altă formă de energie, necesară consumatorului, și apoi se reîntoarce (conform legii conservării energiei, cantitatea de energie rămâne neschimbată) în același mediu, echilibrul termic al acestuia nefiind afectat.

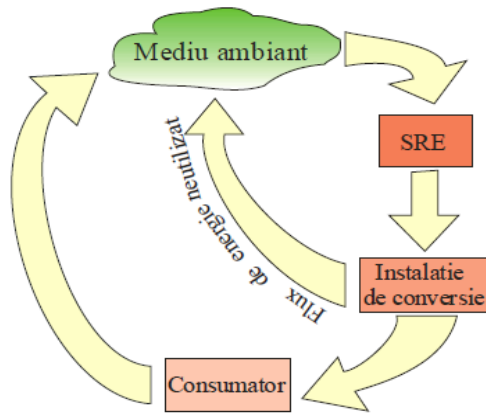


Fig. 1.1. Circulația fluxurilor de energie regenerabilă [1].

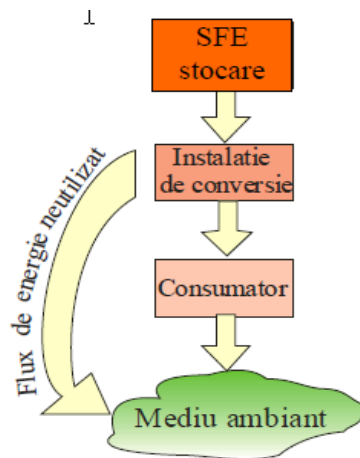


Fig. 1.2. Circulația fluxurilor de energie din surse fosile [1].

Dacă se utilizează o sursă fosilă de energie (SFE), energia înmagazinată în combustibil este eliberată în instalația energetică, utilizată de consumator și apoi emisă în mediul ambiant, provocând o poluare termică a acestuia. Totodată, se elimină și bioxidul de carbon, ca produs al arderii carbonului, stocat de milioane de ani.

Energia regenerabilă este energia derivată din surse care sunt regenerative, iar pentru aplicațiile practice nu poate fi epuizată. Soarele este sursă de energie care determină clima pe pământ.

Formele principale de energie solară sunt: termică și fotovoltaică (PV), obținute prin conversia directă a radiației solare în căldură sau, respectiv, electricitate, precum și celelalte forme de energie obținute indirect din cea solară

Energia totală captată de scoarța terestră este de 720*106 TWh pe an. Disponibilitatea acestei energii depinde de ciclul zi-noapte, de latitudinea locului, de anotimpuri și de nori [2].

La nivel mondial, unele tehnologii au atins un anumit grad de maturitate, dar sunt și altele în faza de testare sau chiar de cercetare aplicativă [3].

2. CONVERSIA ENERGIEI SOLARE ÎN ENERGIE TERMICĂ

Radiația solară este valorificată sub formă de energie termică cu ajutorul sistemelor de colectoare solar-termice (CST), utilizată pentru apa caldă menajeră și căldură în spațiile construite, poate usca plante medicinale, fructe și legume. Aceasta este o tehnologie de utilizare pasivă a energiei solare

Există o varietate largă de mijloace tehnice pentru conversia termică a energiei solare, care pot fi divizate în două grupe:

1. Sisteme solare pentru conversia directă energiei, în energie termică, la temperaturi joase, fără urmărirea soarelui. Radiația solară poate fi adsorbită de un colector solar plat, figura 2.1, care transmite apa caldă într-un recipient de stocare cu circuit închis, figura 2.2, [3].

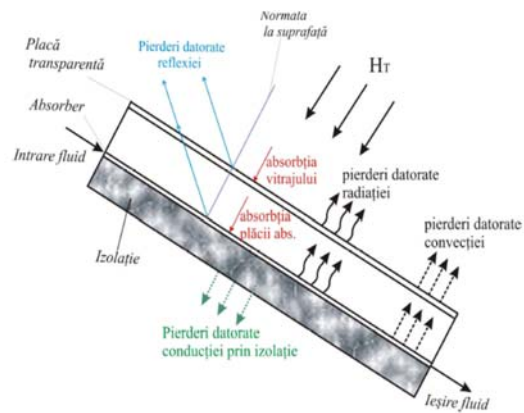


Fig. 2.1. Procesele termice în colectorul solar plat [3].

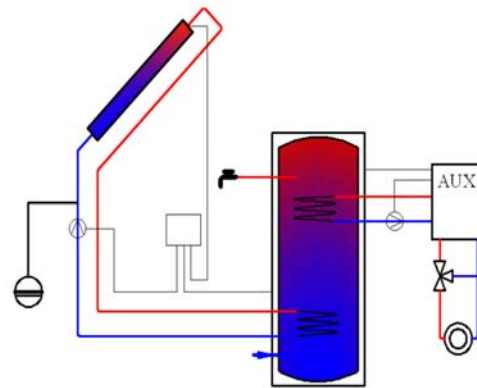


Fig. 2.2 Instalație solară termică cu circuit închis [3].

2. Sisteme cu concentrarea razelor solare, care transformă radiația solară în energie termică, la temperaturi medii și mari, de la câteva sute până la câteva mii de grade. Ele sunt: sisteme cilindro-parabolice (cu jgheab); sisteme paraboloidale cu diferite motoare (turbină cu abur, motor Stirling) [4], sau, altele, cu oglinzi și lentile pe concentrarea optică a radiației [5].

3. CAPTAREA ȘI CONVERSIA ENERGIEI EOLIENE

Potențialul energetic eolian mondial anual se ridică la aproximativ **260.000 TWh** pe întreg mapamondul. Teoretic, acest potențial depășește cu mult consumul mondial anual de energie electrică [6], fiind **de 15 ori mai mare** decât actualul **consum energetic** al lumii și de **40 de ori mai mare** decât consumul **de energie electrică** a lumii [7]. Exploatarea acestui potențial energetic este limitată de anumite constrângeri sau dezavantaje. **Dezavantajele energiei eoliene** sunt: concentrare de energie relativ mica; concentrarea energiei într-un interval de timp foarte redus, imprevizibil.

Cu toate acestea, producerea de **energie eoliană** nu mai este o activitate marginală, fiind acum în domeniul surselor de energie de bază, neconvenționale, **eficiente și rentabile** [8].

Urmare a realizării unor soluții constructive și funcționale bine studiate și cercetate experimental, tehnologia de captare a energiei vântului s-a răspândit foarte mult, figura 3.1, devenind adevărate parcuri/ferme eoliene [9].



Fig. 3.1. Parc de centrale eoliene (on shore) [9].

Pe lângă tehnologia **clasică**, dezvoltată pe uscat, **on shore**, a apărut tehnologia **off shore**, dezvoltată pe mare, figura 3.2, care este în plină dezvoltare, având o **eficiență ridicată**, dar cu costuri mai mari [10]



Fig. 3.2. Fermă de turbine eoliene off shore [10].

România va avea **trei noi parcuri eoliene**, cu **362 de turbine** și o capacitate de circa **1 GW**.

Proiectul presupune realizarea unui parc eolian de **1.000 de MW** care ar fi al cincilea din lume din punct de vedere al puterii instalate, care este o investiție de **1 miliard de euro**. [11].

4. CAPTAREA ȘI CONVERSIA ENERGIEI ELECTRICE SOLARE

În ceea ce privește **conversia radiației solare** direct în energie electrică, există numeroase tehnologii de conversie a radiației solare în energie electrică. Cea mai facilă metodă constă în utilizarea **panourilor fotovoltaice**, care realizează **conversia directă** în curent continuu prin utilizarea materialelor semiconductoare care manifestă **efect fotoelectric**, figure 4.1, [12].

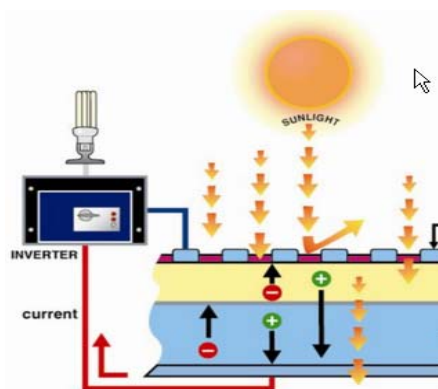


Fig. 4.1. How work solar PV panel [12].

Soluția fotovoltaică se poate utiliza la orice scară, de la aplicații rezidențiale și ajungând până la **parcuri de panouri fotovoltaice**, figura 4.2, [13]. Un **panou solar fotovoltaic** transformă energia luminoasă din razele solare, direct în energie electrică. Componentele principale ale panoului solar sunt celulele solare.



Fig. 4.2. Panouri solare fotovoltaice [13].

Randamentul panourilor fotovoltaice a crescut permanent în ultimul deceniu, ajungând, în prima etapă, la aproximativ **15 - 20 %**, iar în prezent, se poate ajunge la **40-45 %**. În funcție de tehnologia de fabricație, panourile fotovoltaice pot fi realizate din

celule de siliciu monocristalin, policristalin și celule amorse.

5. STOCAREA ENERGIEI ELECTRICE SOLARE ȘI EOLIENE

Din cauza manifestării inconstante, a **fluctuației surselor regenerabile** de energie, **problema numărului unu** a utilizării acestora rămâne aceea a **stocării energiei**, pentru a acoperi perioadele, din ziua sau din an. **Fluctuațiile de consum** pot fi: diurne, săptămânale și sezoniere. **Necesitatea conceperii și realizării** unor noi **sisteme performante pentru „stocarea energiei”** este impusă de discrepanța dintre momentul și locul producerii energiei și momentul și locul consumării.

În cele ce urmează, se vor prezenta unele sisteme noi de stocare a energiei care au apărut în lume.

În afara soluțiilor cunoscute de stocare a energiei electrice, devenite clasice, în ultima perioadă au apărut o serie de **tehnologii de stocare inovative**, revoluționare și chiar spectaculoase. Unele dintre acestea vor fi prezentate în cele de mai jos.

5.1. Stocarea sub lacuri adânci a energiei electrice convertită în aer comprimat

Una dintre soluții **spectaculoase/geniale** de stocare a energiei electrice este prin **convertirea în aer comprimat (CAES)**, tehnologie, în principiu cunoscută, dar stocare în **apele unor lacuri adânci**, prin intermediul unor baloane, sau în **saline naturale**. Tehnologia aparține unei firme canadiene, care a inventat sistemul **Hydrostor Marine**, cu **baloane subacvatice** aflate sub presiune, figura 5.1, plasate la **55 de metri** adâncime în **Lacul Ontario**, lângă Toronto, Canada, [14].

De asemenea, sistemul **Hydostor Cavern** se bazează pe utilizarea unor **caverne existente**, care provin de la o salină sau de la o mină. Echipamentul de suprafață Hydrostor constă dintr-un electro-compresor care produce aer comprimat, și care este stocat în cavernă, figure 5.2, [14].

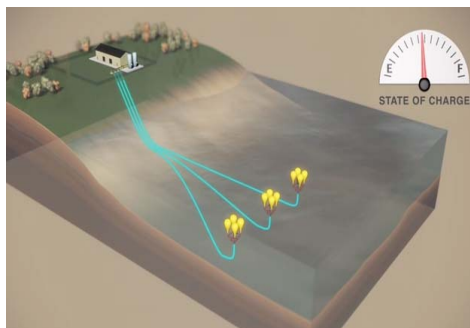


Fig. 5.1. Tehnologia Hydrostor pentru lacuri adânci [14].

Dezvoltarea energiei solare este puternic influențată de perfecționarea **sistemelor de stocare**, folosirea eficientă a energiei captate depinzând de evoluția sistemelor de stocare diurnă.

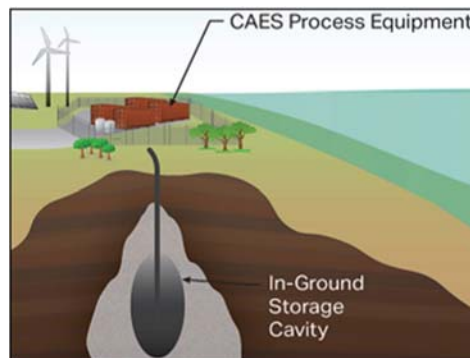


Fig. 5.2. Tehnologia Hydrostor pentru caverne [14].

Locațiile preferate sunt în **cavernele sărate**, foste saline construite artificial de către om.

5.2. Stocarea energiei solare cu ajutorul hidrogenului

Stocarea energiei solare cu ajutorul hidrogenului, prin cele 3 variante: **hidroliză, hidrogenul ca vector energetic**, cu stocare a hidrogenului prin lichefiere criogenică și **fixarea hidrogenului pe un compus chimic**, cu extracția la destinație, toate fiind tehnologii inovative în plină expansiune [13]. În **Quebec** se face **electroliza apei și hidrogenare catalitică** a unor produse aromatice, care se încarcă în vase petroliere și, apoi, transportat în stare stocată în Europa, la Le Havre, unde se face dehidrogenarea, în vederea utilizării.

5.3. Stocarea thermo-chimică a energiei electrice

O echipă de cercetători de la Universitatea de Stat din Oregon a găsit metoda pentru **stocarea energiei solare**, numită **stocarea thermo-chimică (TCES)**, figura 5.3, [15].

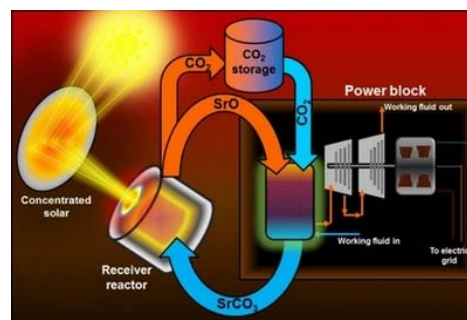


Fig. 5.3. Stocarea thermo-chimică [15].

Carbonat de stronțiu (SrCO_3) absoarbe căldura pentru a descompune SrCO_3 în dioxid de carbon și oxid de stronțiu, stocate apoi separat în sistem.

Pentru evacuare căldurii, cele două substanțe chimice sunt combinate din nou, iar procesul **eliberează cantități mari de căldură**, utilizate pentru alimentarea unei **turbine care acționează un generator electric**.

6. SOLUȚII NOI PENTRU CAPTAREA ȘI STOCAREA ENERGIEI SOLARE ELABORATE DE INOE 2000-IHP

6.1. Soluții noi de captare și stocare a energiei termice solare

Pentru a controla energia termică debitată de colectorul termic solar, în funcție de sarcina termică reală, curentă, în institutul INOE 2000-IHP s-a conceput, figura 6.1, și s-a realizat, figura 6.2, un **nou sistem de colector termic solar pliabil**, acționat de un mecanism mecano-hidraulic speciale, care să poată modifica unghiul de incidență al razelor solare, în funcție de sarcina termică (consumul de apă caldă).

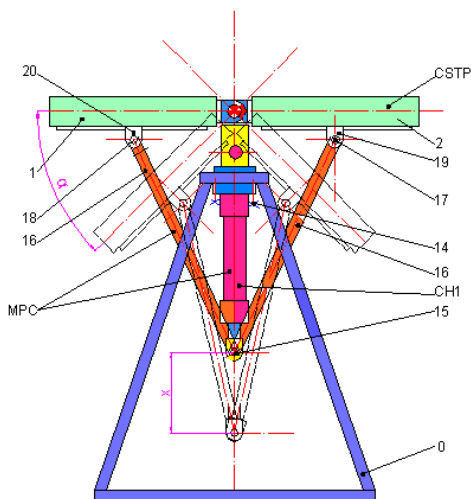


Fig. 6.1. Proiect colector termic solar pliabil.

Noul sistem termic solar, figura 6.1, este alcătuit dintr-un cadru-suport fix (0), pe care se montează subsistemele/mecanismele de bază, și anume: un colector solar termic pliabil (CSTP), alcătuit din două semicolectoare/semipanouri clasice (1 și 2), articulate între ele printr-un ax tubular (3) cu niste racorduri rotitoare (4), un mecanism de pliere (MPC), alcătuit dintr-un cilindru hidraulic (CH1), fixat pe partea superioară a cadrului-suport (0), furca tijei cilindrului (5) fiind articulată de niște urechi (9), montate pe spatele celor două semipanouri (1 și 2) ale colectorului

termic pliabil. Colectorul are și un mecanism de realizare a mișcării de elevație (MME), compus dintr-o platforma rabatabila care se rotește în plan vertical prin intermediul unei articulații montate pe cadrul fix (0) și acționat de un cilindru hidraulic similar cu cel menționat.



Fig. 6.2. Colector termic solar pliabil [16].

Documentația colectorului solar termic pliabil, cu mecanisme de pliere și de orientare acționate hidraulic, a fost depusă la OSIM București, pentru examinare și brevetare [16].

6.2. Soluții noi de conversie și stocare pneumatică a energiei electrice

Din cauza fluctuației condițiilor de mediu, respectiv a intermitenței producției de energie electrică, atât de la centralele eoliene, cât și de la panourile fotovoltaice, a fost necesară găsirea unor soluții de stocare a energiei electrice pe perioada când aceasta nu este consumată, pentru a fi disponibilă atunci când nu produc sau produc insuficient.

În acest sens, conform specificului institutului, s-a elaborat o **tehnologie de conversie și stocare pneumatică** a energiei electrice, care permite conversia energiei electrice în energie pneumatică, stocarea acesteia sub formă pneumatică și, apoi, reconversia acesteia în energie electrică, pentru utilizarea ca atare, sau pentru injectarea acesteia în rețeaua națională de curent electric, după adaptarea parametrilor curentului electric obținut.

Tehnologia propusă de **conversie și stocare** a energiei electrice, provenită de la **centralele eoliene și de la panourile fotovoltaice**, impune o concepție unitară care cuprinde toate elementele necesare pentru **conversia** energiei electrice în **energie pneumatică**: prepararea aerului comprimat, conversia energiei pneumatice în energie electrică, dar și adaptarea parametrilor obținuți la **cerințele rețelei electrice** în care se reinjectează curentul. Schemă bloc a unui astfel de sistem este prezentată în figura 6.3. [17].

În figura 6.4, se vede schema conceptuală detaliată a unui sistem de stocare a energiei electrice produsă de o centrală eoliană, prin conversia acesteia în energie pneumatică.

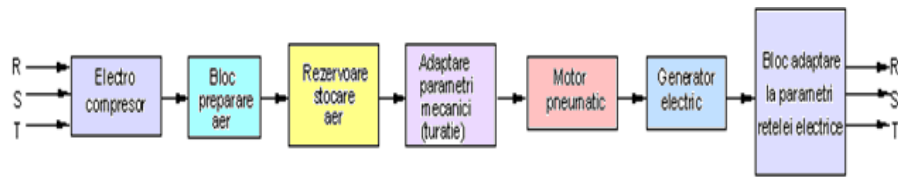


Fig. 6.3. Schema bloc a unui sistem de stocare.

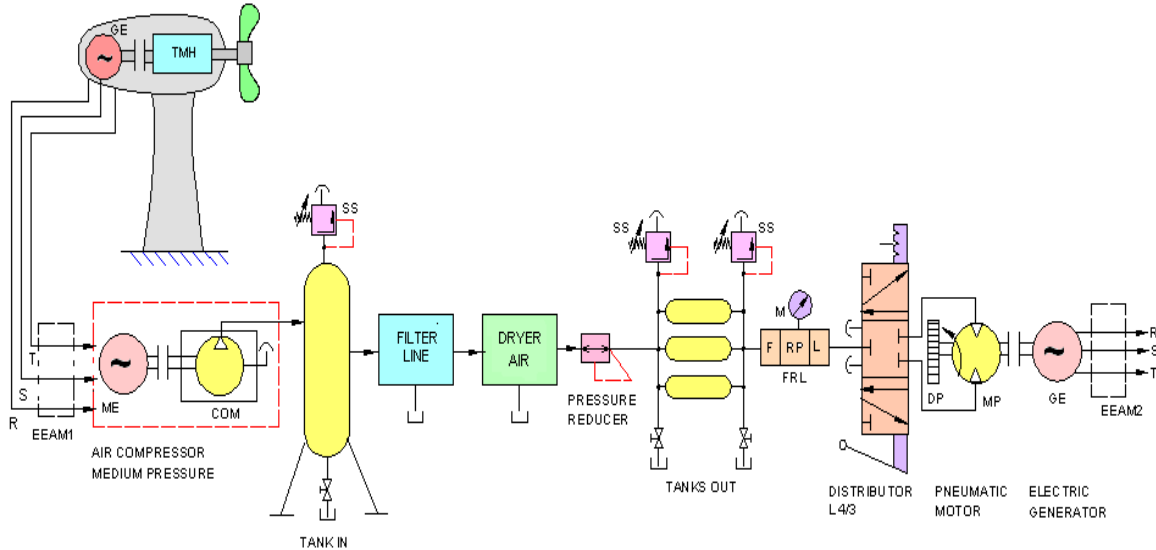


Fig. 6.4. Schema conceptuală a sistemului de stocare.

Schema cuprinde un electrocompresor care face conversia energiei electrice în energie pneumatică, un rezervor/recipient de intrare aer, care lucrează la presiunea de refluxare a compresorului, un filtru de linie și un răcitor/uscător pentru aer, un reductor de presiune la valoarea de lucru, o baterie de rezervoare de ieșire aer, pentru stocarea acestuia, elemente de preparare aer tip FRL (Filtru-Regulator-Lubrifiant), un distribuitor care comandă un motor pneumatic, care realizează **conversia energiei pneumatice în energie mecanică**, și care este folosită pentru **antrenarea unui generator electric**, ce convertește energia mecanică în energie electrică, precum și echipamentele electrice de măsurare a parametrilor specifici și de adaptare la parametri rețelei unde este injectat. Documentația sistemului de conversie și stocare a energiei electrice în energie pneumatică, este depusă, de asemenea, la OSIM București, în vederea **brevetării soluției** [17].

7. CONCLUZII

În contextul actual, devine foarte importantă **dezvoltarea de energii regenerabile**, singurele care pot asigura sustenabilitatea, pe termen lung, a societății umane. Una dintre căile de eficientizare a utilizării energiilor regenerabile este combinarea acestora. Dar, din experiență, rezultă că cea mai **importantă problemă**, în utilizarea energiilor regenerabile, este **stocarea** curentului electric.

De aceea, în partea a doua a articolului, se prezintă unele soluții tehnologice noi privind captarea și controlul energiei termice **în funcție de sarcină**, iar apoi, un sistem de **conversie și stocare a energiei electrice** din surse regenerabile, soluții rezultate din **activitățile de cercetare** în domeniul energiilor regenerabile ale institutului INOE 2000-IHP și aflate acum **în curs de brevetare la OSIM** București.

Acknowledgements/mulțumiri

*Acest articol face parte din proiectul **CONVENER**, cofinanțat de Uniunea Europeană și UEFISCDI prin Fondul European de Dezvoltare Regională, în cadrul Programului Operațional pentru Competitivitate 2014-2020, Contractul financiar nr. 37 / 02.09.2016.*

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochireanu A. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile. Eoliană, Solară, Hidraulică. Editura. TEHNICA-INFO, Chișinău, 2017.
- [2] Maican Ed. Sisteme de energii regenerabile. Editura PRINTECH, București, 2015
- [3] *** Renewables 2017 global status report. REN21. Renewable Energy Policy Net for 21st Century. Paris, 2016. In: http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2017/06/178399_GSR2017_Full_Report_0621_Opt.pdf
- [4] Wikipedia. *Concentrated solar power*. In: https://en.wikipedia.org/wiki/Concentrated_solar_power.

- [5] Wikipedia. *Centrale solare*. In: https://ro.wikipedia.org/wiki/Central%C4%83_solar%C4%83
- [6] Darie Sil., Vădan I., "Producerea, transportul, și distrib. ția energiei electrice", Editura UT PRES, Cluj+Napoca 2000.
- [7] Cristina Archer sa, Evaluation of global wind power, Stanford University, 2006. In: Journal of geophysical research, vol. 110, D12110, doi:10.1029/2004JD005462, 2005, <https://web.stanford.edu/group/efmh/winds/2004jd005462.pdf>
- [8] EWEA - European Wind Energy Association. In: <http://www.ewea.org/> <http://www.solutionwind.com/> and <http://www.solutionwind.com/blog/wind-energy-is-competitive/>
- [9] *****News.ro** Parcul eolian CEZ din Constanța, cel mai mare parc eolian pe uscat din Europa, a produs anul trecut 1.32 GWh, 07 feb, 12:43. In: <http://www.economica.net/parcul-eolian-cez-din-constanta-cel-mai-mare-parc-eolian-pe-uscat-din-europa-a-produs-anul-trecut-1-323-gwh-149694.html#n>
- [10] Băduț M. *Turbine eoliene plutitoare*. In: T&T, 20.03.2017, <http://www.ttonline.ro/sectiuni/energie/articole/14178-turbine-eoliene-plutitoare>.
- [11] *** Digi 24. *Olandezii construiesc în România al cincilea parc eolian din lume*. În: <https://www.digi24.ro/stiri/economie/energie/olandezii-construiesc-in-romania-al-cincilea-parc-eolian-din-lume-876992>
- [12] ECO2SOLAR. How does solar pv work. In: <http://eco2solar.co.uk/solar-electricity/how-does-solar-pv-work/>.
- [13] Maria Bogdan. *Câte parcuri fotovoltaice are România?*. În: Revista Agrobusiness nr. 13, 1-15 iulie 2016 – pag. 22-23, <https://www.agro-business.ro/cate-parcuri-fotovoltaice-are-romania/2016/07/06/>
- [14] ***Hydrostor. *Advanced Compressed Air Energy Storage. Hydostor Marine and Hydostor Cavern*. In: <https://hydrostor.ca/>
- [15] Maloney, P. Researchers identify new storage tech for concentrated solar power plants. In: <https://www.utilitydive.com/news/researchers-identify-new-storage-tech-for-concentrated-solar-power-plants/408867/>
- [16] Cristescu C., Dumitrescu C., Vrâncău G, Dumitrescu L. ilie i. *Colector solar termic plibil cu mecanisme de pliere și de orientare acționate hidraulic în funcție de sarcina termică*. Cerere de Brevet de Inventie OSIM București, Romania, Nr. A/00792 – 31.10.2013.
- [17] Dumitrescu C., Cristescu C., Drumea P. *Sistem de conversie, stocare și reutilizare pneumatică a energiei electrice provenite din surse regenerabile*. Cerere de Brevet de Inventie OSIM București, Romania, Nr. A/00729 – 14.10.2016.

Despre autori

Dr. ing. **Corneliu CRISTESCU**

Institutul de Cercetari pentru Hidraulica si Pneumatica, INOE 2000-IHP Bucuresti - CS I

În anul 1972 a absolvit Facultatea de Inginerie Mecanică din Universitatea de Petrol și Gaze din Ploiești, ROMANIA. De la început, a lucrat în domenii de cercetare-proiectare. În timpul a 42 de ani, a elaborat numeroase de studii, proiecte și lucrări de cercetare în domeniul construcției de mașini, în special în aria echipamentelor cu acționare hidraulică și pneumatică. În acest timp, a publicat peste **230** de articole, **5** cărți tehnice și a obținut **9** brevete de invenție și **12** certificate de inovator. În anul 1998, Corneliu Cristescu a devenit **doctor inginer** la Universitatea POLITEHNICA din București, iar în anul 2000 a făcut o specializare în *Structuri inteligente* de roboți și manipuloare la CISM - Centrul Internațional de Științe Mecanice din orașul Udine-ITALIA. Acum lucrează, ca Cercetător Științific Principal gradul I, în cadrul Institutului de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică INOE 2000-IHP din București, Romania.

Dr. ing. **Cătălin DUMITRESCU**

Institutul de Cercetari pentru Hidraulica si Pneumatica INOE 2000-IHP Bucuresti, CS III

Este absolvent al Universitatii POLITEHNICA din Bucuresti, Facultatea de Inginerie Mecanica, specializarea Echipamente Hidro-Pneumatice de Automatizare si Roboti Industriali (1997); master inginer (1998). Doctorand în cadrul Facultatii de Inginerie Mecanica si Mecatronica, cu o tema referitoare la utilizarea presiunilor ridicate în actionarile hidraulice. Are o experienta de 12 ani in domeniul componentelor si sistemelor hidraulice, participând in proiecte de cercetare din cadru programelor ORIZONT 2000, RELANSIN, CALIST, CEEX, INOVARE, la care a participat in calitate de director / responsabil de proiect (5 proiecte) sau elaborator.

Dr. ing. **Radu-Iulian RĂDOI**

Institutul de Cercetari pentru Hidraulica si Pneumatica INOE 2000-IHP Bucuresti, CS III.

Este absolvent al Universitatii POLITEHNICA din București, Facultatea de Inginerie Mecanică, specializarea Mașini Hidraulice și Pneumatice (2000); studii aprofundate - Informatica sistemelor hidraulice și pneumatice(2001). Diploma de doctor în cadrul Facultatii de Inginerie Mecanică și Mecatronica, cu o tema referitoare la optimizarea performanțelor dinamice ale distribuitorilor electrohidraulice proporționale (2011). Are o experienta de 13 ani in domeniul echipamentelor de reglare electrohidraulice, participând in proiecte de cercetare din cadru programelor ORIZONT 2000, RELANSIN, CALIST, CEEX, INOVARE, la care a participat in calitate de director (2)/ responsabil de proiect sau elaborator.

Dipl. Ing. **Liliana DUMITRESCU**

Institutul de Cercetari pentru Hidraulica si Pneumatica, INOE 2000-IHP Bucuresti, CS

A absolvit Facultatea de Inginerie Mecanică din cadrul UPB în anul 1995 și a obținut masteratul la aceeași facultate în anul 1997. Are o experiență de 16 ani in activitatea de cercetare – dezvoltare – proiectare in domeniul hidraulicii si pneumaticii, este coautor la mai multe articole si brevete de inventie. A participat ca elaborator la proiecte derulate in cadrul programelor nationale de cercetare.