

## BIOMASA - O SURSĂ MODERNĂ DE ENERGIE REGENERABILĂ

**Autor: Simion CHILIENCO<sup>1</sup>**

**Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Ilie UTU<sup>2</sup>**  
[simioniulika@mail.ru](mailto:simioniulika@mail.ru)

<sup>1</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanică, anul IV*

<sup>2</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Facultatea, Departamentul: ACIEE*

### Rezumat

Biomasa este partea biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor din agricultură, inclusiv substanțele vegetale și animale, silvicultură și industriile conexe, precum și partea biodegradabilă a deșeurilor industriale și urbane. Biomasa este utilizată în scopuri energetice din momentul descoperirii de către om a focului. Energia înglobată în biomasă se eliberează prin metode variate, care însă, în cele din urmă, reprezintă procesul chimic de ardere (transformare chimică în prezența oxigenului molecular, proces prin excelență exergonic)

### Cuvinte cheie

*Biomasă, biocarburii, deșeuri vegetale, centrale termice, peleți .*

## 1. Introducere

### 1.1. Biomasa

Biomasa reprezintă componentul vegetal al naturii. Ca formă de păstrare a energiei Soarelui în formă chimică, biomasa este unul din cele mai populare și universale resurse de pe Pământ. Ea asigură nu doar hrana, ci și energie, materiale de construcție, hârtie, țesături, medicamente și substanțe chimice. Biomasa este utilizată în scopuri energetice din momentul descoperirii de către om a focului. Astăzi combustibilul din biomasă poate fi utilizat în diferite scopuri – de la încălzirea încăperilor până la producerea energiei electrice și combustibililor pentru automobile.

Biomasa este partea biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor din agricultură, inclusiv substanțele vegetale și animale, silvicultură și industriile conexe, precum și partea biodegradabilă a deșeurilor industriale și urbane. Biomasa reprezintă resursa regenerabilă cea mai abundentă de pe planetă. Aceasta include absolut toată materia organică produsă prin procesele metabolice ale organismelor vii. Biomasa este prima formă de energie utilizată de om, odată cu descoperirea focului.

### 1.2. Compoziția chimică a biomasei

Poate fi diferențiată în câteva tipuri. De obicei plantele conțin 25% lignină și 75% glucide (celuloză și hemiceluloză) sau zaharide. Frațiunea glucidică este compusă dintr-o mulțime de molecule de zaharide, unite între ele prin lanțuri polimerice lungi. Una din cele mai importante glucide este celuloza. Componenta lignifică este compusă din molecule nezaharizate. Natura utilizează moleculele polimerice lungi de celuloză la formarea țesuturilor, care asigură integritatea plantelor. Lignina apare în plante ca ceva de genul lipiciului, care leagă moleculele celulozice între ele.

### 1.3. Modul de formare al biomasei

Bioxidul de carbon din atmosferă și apa din sol participă în procesul obținerii glucidelor (saharidelor), care formează „blocurile de construcție” a biomasei. Astfel, energia solară, utilizată la fotosinteză, își păstrează forma chimică în structura biomasei. Dacă ardem efectiv biomasa (extragem energia chimică), atunci oxigenul din atmosferă și carbonul din plante reacționează formând dioxid de carbon și apă. Acest proces este ciclic, deoarece bioxidul de carbon poate participa din nou la procesul de formare a biomasei.

Ca adăugare la sensul său estetic de floră pământescă a planetei, biomasa prezintă o rezervă resursă utilă și importantă pentru om. Pe parcursul a mii de ani oamenii extrăgeau energia soarelui, păstrată în formă de energie chimică legăturilor chimice, arzând biomasa în calitate de combustibil sau utilizând-o în alimentație, utilizând energia zaharidelor și celulozei. Pe parcursul ultimelor secole omul a învățat să obțină tipurile fosile de biomasă, în deosebi, în formă de cărbune.

Combustibilii fosili prezintă rezultatul reacției chimice foarte încete de transformare polizaharidelor în compuși chimici asemănătoare fracției lignifice. În rezultat compusul chimic al cărbunelui asigură o sursă de energie mai concentrată. Toate tipurile de combustibil fosil, utilizate de către omul – cărbune, petrol, gaze naturale – reprezintă (prin sine) biomasă străveche.

În timp de milioane de ani pe Pământ resturile plantelor (vegetale) se transformă în combustibil. Deși combustibilul extras constă din aceleași componente – hidrogen și carbon - ca și biomasă ”proaspătă”, el nu poate fi

atribuit la surse energetice renovabile, pentru că formarea lui necesită o perioadă îndelungată de timp.



Fig.1.

#### 1.4. Utilizarea biomasei

În unele state dezvoltate biomasa este utilizată destul de intens, spre exemplu, Suedia, care își asigură 15% din necesitatea în surse energetice primare. Suedia planifică pe viitor creșterea volumului biomasei utilizate concomitent cu închiderea stațiilor atomo- și termo-electrice, care utilizează combustibil fosil. În SUA 4%, unde din energia este obținută din biomasa, aproape de cantitatea obținută la stațiile atomo-electrice, astăzi funcționează instalații cu capacitatea totală de 9000 MW, unde se arde biomasa cu scopul obținerii energiei electrice. Biomasa cu ușurință poate asigura peste 20% din necesitățile energetice a țării. Altfel spus, resursele funciare existente și infrastructura sectorului agrar permite înlocuirea completă a tuturor stațiilor atomice, fără a influența prețurile la produsele alimentare. De asemenea utilizarea biomasei la producerea etanolului poate micșora importul petrolului cu 50%.

Energia înglobată în biomasa se eliberează prin metode variate, care însă, în cele din urmă, reprezintă procesul chimic de ardere.

## 2. Deșeurile lemnoase - principala sursă de energie alternativă

### 2.1. Generalități

Rezervele de biomasa sunt în special deșeurile de lemn, deșeurile agricole, gunoiul menajer și culturile energetice. Producerea de biomasa nu reprezintă doar o resursa de energie regenerabilă ci și o oportunitate semnificativă pentru dezvoltarea rurală durabilă. În prezent, în Uniunea Europeană, 4% din necesarul de energie este asigurat din biomasa. La nivelul UE, se estimează crearea a cca. 300.000 de noi locuri de muncă în mediul rural, prin exploatarea biomasei. În prezent, în România nu s-au dezvoltat tehnologii de valorificare completă a tuturor deșeurilor. De exemplu, în momentul de față, la noi în țară nu există utilaje specializate în scoaterea cioatelor și a rădăcinilor, acest potențial de deșeurile lemnoase neputând fi astfel valorificat cel puțin pe termen scurt și mediu.

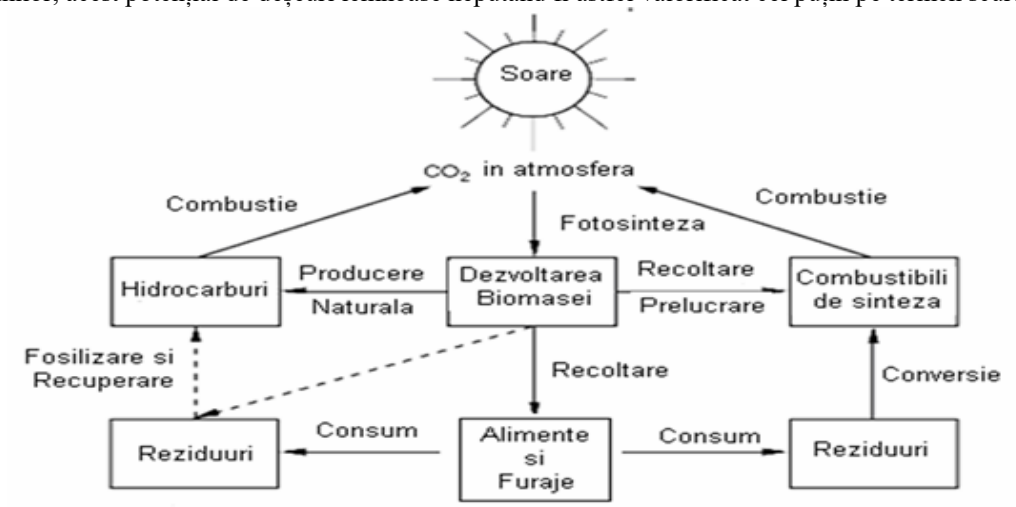


Fig.2.

### 2.2. Avantaje ale valorificării deșeurilor lemnoase:

- valorificarea produsului rezultat prin comercializarea sa atât pe piața internă, cât și la export;
- aplicarea standardelor de calitate și de mediu existente la nivel european;
- asigurarea unei protecții ecologice eficiente a populației, precum și a apei, a pădurii etc.;

- reciclarea materialelor;
- eliminarea deșeurilor de material lemnos de pe suprafețele de depozitare;
- asigurarea unor performanțe de ardere superioare a produselor peletizate, sub aspectul duratei mai mari de ardere a aceluiași volum de material, precum și a unei cantități de căldură recuperate mai mari;
- realizarea de noi locuri de munca;

### 2.3. Peleții – combustibili alternativi pentru centralele termice

Peletizarea este o presare mecanică a materialului la dimensiuni mult mai mici și cu densitate mult mai mare. Peleții sunt combustibili solizi, cu conținut scăzut de umiditate, obținut din rumeguș, așchii de lemn, sau chiar scoarța de copac, praf de lemn de la instalațiile industriale de prelucrare a lemnului, precum și din copacii nevalorificați din exploatarea forestieră.

Rășinile și lianții existenți în mod natural în rumeguș au rolul de a menține peleții compacți și de aceea aceștia nu conțin aditivi.

Peleții din lemn sunt combustibili ecologici, economici și neutri privitor la emisiile de CO<sub>2</sub>, în majoritate produs din rumeguș și resturi de lemn, comprimate la presiune ridicată fără aditivi pentru lipire.



Fig.3.

### 2.4. Biomasa, o sursă de energie aflată la răscruce

Folosită atât pentru obținerea de curent electric, cât și a agentului termic pentru locuințe, energia extrasă din biomasa ridică, mai nou, probleme de etică, întrucât în multe zone ale lumii e nevoie mai degrabă de hrană, decât de combustibili.

Biomasa este ansamblul materiilor organice nefosile, în care se înscriu: lemnul, pleava, uleiurile și deșeurile vegetale din sectorul forestier, agricol și industrial, dar și cerealele și fructele, din care se poate face etanol. La fel ca și energiile obținute din combustibilii fosili, energia produsă din biomasa provine din energia solară înmagazinată în plante, prin procesul de fotosinteză.

## 3. Obținerea energiei din biomasa

### 3.1. Termocentrala

O centrală termoelectrică, sau termocentrală este o centrală electrică care produce curent electric pe baza conversiei energiei termice obținută prin arderea combustibililor. Curentul electric este produs de generatoare electrice antrenate de turbine cu abur, turbine cu gaze, sau, mai rar, cu motoare cu ardere internă. Drept combustibili se folosesc combustibilii solizi (cărbune, deșeuri sau biomasa), lichizi (păcură) sau gazoși (gaz natural). Uneori sunt considerate termocentrale și cele care transformă energia termică provenită din alte surse, cum ar fi energia nucleară, solară sau geotermală, însă construcția acestora diferă întrucâtva de cea a centralelor care se bazează pe ardere.

### 3.2. Clasificarea termocentralelor

După destinație, termocentralele se clasifică în:

- Centrale termoelectrice (CTE), care produc în special curent electric, căldura fiind un produs secundar. Aceste centrale se caracterizează prin faptul că sunt echipate în special cu turbine cu abur cu condensare sau cu turbine cu gaze. Mai nou, aceste centrale se construiesc având la bază un ciclu combinat abur-gaz.
- Centrale electrice de termoficare (CET), care produc în cogenerare atât curent electric, cât și căldură, care iarna predomină. Aceste centrale se caracterizează prin faptul că sunt echipate în special cu turbine cu abur cu contrapresiune.

### 3.3. Funcționarea termocentralelor

De obicei termocentralele funcționează pe baza unui ciclu Clausius-Rankine. Sursa termică, cazanul, încălzește și vaporizează apa. Aburul produs se destinde într-o turbină cu abur producând lucru mecanic. Apoi, aburul este condensat într-un condensator. Apa condensată este pompată din nou în cazan și ciclul se reia.

Turbina antrenează un generator de curent alternativ (alternator), care transformă lucrul mecanic în energie electrică, de obicei la tensiunea de 6000 V și frecvența de 50 Hz în Europa, respectiv 60 Hz în America de Nord și mare parte din America de Sud.

### 3.4. Combustibili din BIOMASĂ

Biocombustibilii obținuți din biomasa se pot clasifica în două mari categorii:

*Biocombustibili convenționali*, sau prima generație de biocombustibili:

- Ulei vegetal pur
- Biodiesel
- Bioetanol

*Biocombustibili avansați*, sau a doua generație de biocombustibili:

- Combustibil (Diesel) Fischer – Tropsch
- Bioetanol (din biomasa lignocelulozică)
- Ulei de piroliză
- Hidrogen

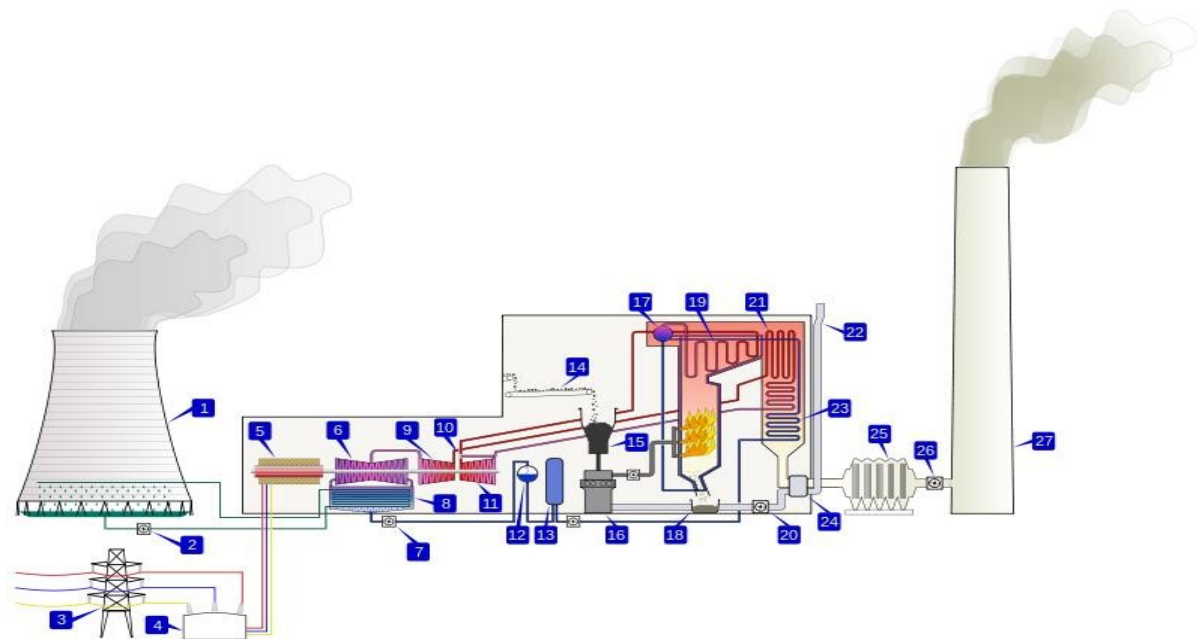


Fig.4.

#### Bibliografie :

1. Finta, D., Fara, S. - Tehnologii noi și regenerabile. I.P.A. S.A. București, octombrie 2003.
2. Balan, M. - Energii regenerabile. Cluj-Napoca: UT PRES, 2007.
3. Chiriac L., Secieru A., Tornea I., Costandachi Gh., Munteanu I., Znaceni A., Stancu E., - Estimarea potențialului energetic al biomasei din culturile agricole, la nivel de regiuni și raioane, pentru anii 2009-2010, Chișinău, 2013.
4. Sarbu, I., Kalmar, F. – Optimizarea energetică a clădirilor. Editura Matrix Rom, București, 2002.
5. Totolici, S. - Tehnologie și inovare. Galați, 2006.
6. <http://www.energianoastra.ro/eeasre/surse-regenerabile-de-energie/biomasa.html>
7. <http://ro.wikipedia.org/wiki/Termocentral%C4%83>
8. ) <http://biomasa-energie.ro/biomasa/ce-este-biomasa/>
9. 5.) <http://optibioma.agro-bucuresti.ro/index.php/contact/2-uncategorised/124-tipuridebiomasa>
10. 6.) <http://greenspotter.ro/2012/06/surse-de-energie-biomasa/>



## UTILIZAREA MOTORULUI ELECTRIC SOLAR MENDOCINO ÎN AUTOMATIZĂRILE INDUSTRIALE

**Autor:** Andrei MORARI<sup>1</sup>

**Coordonator:** Conf.univ.dr.ing. Ilie UTU<sup>2</sup>  
[ilieutu@yahoo.com](mailto:ilieutu@yahoo.com)

<sup>1</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanică, anul IV

<sup>2</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Facultatea, Departamentul: ACIEE

### Rezumat

În lucrarea de față sunt prezentate tipurile de motoare electrice utilizate în automatizările industriale și se propune înlocuirea acestora cu un nou tip de motor, motorul solar. Conceptul de motor, descris aici, a fost prezentat pentru prima dată în 1959. Acesta permite convertirea energiei luminoase în energie mecanică, fără a avea nevoie de perii sau alte electronice de putere.

### Cuvinte cheie

*Electromotor, motor electric solar, energie solara, celule fotovoltaice, motor Mendocino .*

### 1. Introducere

Un **motor electric** (sau **electromotor**) este un dispozitiv electromecanic ce transformă energia electrică în energie mecanică.



Fig.1.

Motoarele electrice pot fi clasificate după tipul curentului electric ce le parcurge: motoare de curent continuu și motoare de curent alternativ. În funcție de numărul fazelor curentului cu care funcționează, motoarele electrice pot fi motoare monofazate sau motoare polifazate (cu mai multe faze).

**Motoare de curent continuu** funcționează pe baza unui curent ce nu-și schimbă sensul, curent continuu. În funcție de modul de conectare al înfășurării de excitație, motoarele de curent continuu se împart în patru categorii:

1. motor cu excitație independentă - unde înfășurarea statorică și înfășurarea rotorică sunt conectate la două surse separate de tensiune;
2. motor cu excitație paralelă - unde înfășurarea statorică și înfășurarea rotorică sunt legate în paralel la aceeași sursă de tensiune;

3. motor cu excitație serie - unde înfășurarea statorică și înfășurarea rotorică sunt legate în serie;
4. motor cu excitație mixtă - unde înfășurarea statorică este divizată în două înfășurări, una conectată în paralel și una conectată în serie;

### 1.1. Motoare de curent alternativ

#### a. Motoare asincrone:

- Motoare cu inele de contact ( rotorul bobinat)
- Motoare cu rotorul în scurtcircuit. Tipuri speciale de motoare cu rotorul în scurtcircuit:
  - Motoare cu bare înalte
  - Motoare cu dublă colivie Dolivo-Dobrovolski

#### b. Motoare sincrone

Motoarele de curent alternativ funcționează pe baza principiului câmpului magnetic învârtitor.

#### a. Motorul asincron

Mașinile electrice asincrone sunt cele mai utilizate mașini în acționările cu mașini de curent alternativ. O mașină asincronă este o mașină de curent alternativ pentru care viteza în sarcină și frecvența rețelei la care este legată nu sunt într-un raport constant.

O caracteristică a mașinilor asincrone este faptul că viteza de rotație este puțin diferită de viteza câmpului învârtitor, de unde și numele de asincrone. Ele pot funcționa în regim de generator sau de motor.

**Motorul de inducție trifazat** (sau motorul asincron trifazat) este cel mai folosit motor electric în acționările electrice de puteri medii și mari.

După tipul înfășurării rotorice, rotoarele pot fi de tipul:

1. rotor în scurtcircuit - înfășurarea rotorică este realizată din bare de aluminiu sau, mai rar, cupru scurtcircuitate la capete de două inele transversale.
2. rotor bobinat - capetele înfășurării trifazate plasate în rotor sunt conectate prin interiorul axului la 3 inele. Accesul la inele dinspre cutia cu borne se face prin intermediul a 3 perii.

**Motorul de inducție monofaza.** În cazul în care **sistemul trifazat** de tensiuni nu este accesibil, cum este în aplicațiile casnice, se poate folosi un **motor de inducție monofazat**. Curentul electric monofazat nu poate produce câmp magnetic învârtitor ci produce câmp magnetic pulsatoriu. Câmpul magnetic pulsatoriu nu poate porni rotorul, însă dacă acesta se rotește într-un sens, atunci asupra lui va acționa un cuplu în sensul său de rotație. Problema principală o constituie deci, obținerea unui câmp magnetic învârtitor la pornirea motorului și aceasta se realizează în mai multe moduri.

**Servomotorul asincron monofazat** este o mașină de inducție cu două înfășurări: o înfășurare de *comandă* și o înfășurare de *excitație*. Cele două înfășurări sunt așezate la un unghi de 90° una față de cealaltă pentru a crea un câmp magnetic învârtitor. Rezistența rotorului este foarte mare pentru a realiza autofrânarea motorului la anularea tensiunii de pe înfășurarea de comandă. Datorită rezistenței rotorice mari, randamentul motorului este scăzut și motorul se folosește în acționări electrice de puteri mici și foarte mici.

#### b. Motorul Sincron

**Motorul sincron trifazat** este o mașină electrică la care turația rotorului este egală cu turația câmpului magnetic învârtitor indiferent de încărcarea motorului. Motoarele sincrone se folosesc la acționări electrice de puteri mari și foarte mari de până la zeci de MW.

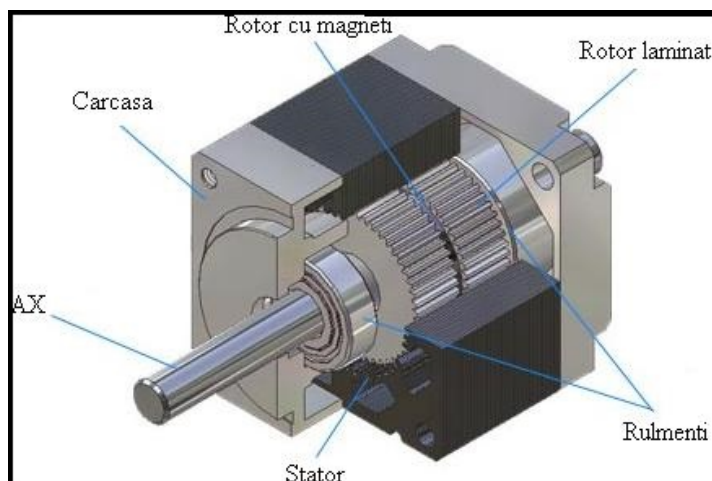


Fig.1.

**Motorul sincron monofazat** este realizat uzual ca **motor sincron reactiv** cu sau fără magneți permanenți pe rotor. Asemănător motoarelor de inducție monofazate, motoarele sincrone monofazate necesită un câmp magnetic învârtitor ce poate fi obținut fie folosind o **fază auxiliară și condensator** fie folosind **spiră în scurtcircuit** pe polii statorici. Se folosesc în general în acționări electrice de puteri mici precum sistemele de înregistrare și redare a sunetului și imaginii.

**Motorul pas cu pas** este un tip de motor sincron cu poli aparenti pe ambele armături. La apariția unui semnal de comandă pe unul din polii statorici rotorul se va deplasa până când polii săi se vor alinia în dreptul polilor opuși statorici. Rotirea acestui tip de rotor se va face practic din pol în pol, de unde și denumirea sa de motor pas cu pas. Comanda motorului se face electronic și se pot obține deplasări ale motorului bine cunoscute în funcție de programul de comandă. Motoarele pas cu pas se folosesc acolo unde este necesară precizie ridicată (hard disc, copiatoare).

## 2. Motorul Solar

Motorul solar (denumit și Mendocino) este un motor continuu magneto-levitar construit de Larry Spring.



Fig.2.

Acesta este un motor electric fără colector și fără perii, de mica putere cu un rotor cu rulmenți magnetici și alimentat de energie solară. Motorul Mendocino plutește în propriul său câmp magnetic și transformă lumina în electricitate și magnetism, care sunt apoi convertite în mișcarea motorului.

Motorul Mendocian a fost inventat în anul 1994 de către constructorul american și adept al științei Larry Spring. A fost denumit în cinstea orașului Mendocino, statul California, unde locuiește inventatorul.

Ideea de motor comutat cu lumină, în care energia solară ar fi transformată într-o baterie solară și alimentează separat bobinele motorului, a fost descrisă pentru prima dată de Daryl Chapin în experimentul cu energie solară în anul 1962. Experimentul a fost realizat în Bell Labs, unde Chapin împreună cu colegii săi Calvin Fuller și Gerald Pearson au inventat celulele solare moderne în 1954. În loc de levitație magnetică motorul lui Chapin folosea un cilindru din sticlă pe vârfuri ascuțite ale lagărului de alunecare cu frecare redusă.

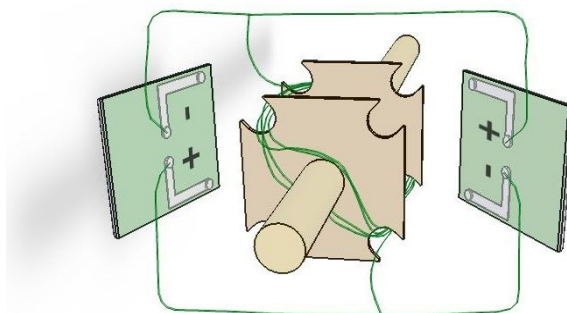


Fig.3.

Motorul constă dintr-un rotor cu patru părți (de forma unui patruleter) montat pe arbore. Rotorul are două seturi de înfășurări alimentate de panouri solare. Arborele este orizontal, la fiecare capăt al său este un magnet inelar

permanent. Magnetii de pe arbore asigură o levitație, prin faptul că se află deasupra magneților situați pe bază care produc efectul de respingere. Magnetul suplimentar, situat sub rotor creează un câmp magnetic la înfășurarea rotorului. Deoarece motorul produce un astfel de cuplu mic, este necesar un suport extrem de redus de frecare. Acest motor solar funcționează având panourile solare care inversează automat curentul în bobină.

Face acest lucru având două panouri solare pentru fiecare bobină. Panourile sunt pe laturile opuse ale armăturii, astfel încât atunci când unul este pe partea de sus, celălalt este pe partea de jos.

Când lumina cade pe una din celulele solare, generează un curent electric care circulă prin înfășurarea rotorului. Acest curent produce un câmp magnetic care interacționează cu câmpul magnetic al rotorului. Această interacțiune face ca rotorul să se rotească. Prin rotirea rotorului următoarea celulă solară se mută spre lumină și produce curent în a doua înfășurare. Procesul se repetă atâta timp cât lumina cade pe celulele solare.

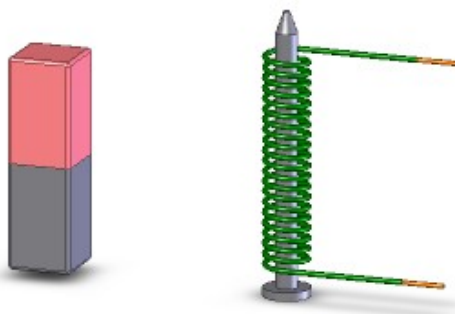


Fig.4.

La fel ca multe motoare electrice, motorul Mendocino este alcătuit în principal din doi magneți:

1. Un magnet este un magnet permanent, care oferă un câmp magnetic constant. De fapt, de aceea se numesc „magneți permanenți“, deoarece câmpul rămâne pe tot timpul.

2. Al doilea magnet este o bobină de sârmă, care acționează ca un electromagnet pe care o putem porni și opri. Când un curent se execută prin această bobină de sârmă, acționează ca un alt magnet, complet cu polul nord și un polul sud.

#### Bibliografie:

1. IVANOV-SMOLENSKI, A. *Electrical machines. Rolling-rotor and flexible wave-rotor motors*. Moscow: MIR Publishers, vol. II, p. 438-444, 1980.
2. UNGUREANU, C.; CERNOMAZU, D.; GEORGESCU, D.; OLARIU, D.; E. Magnetic position transducer used in solar electric engine with reduced speed. In: The 4<sup>th</sup> International Conference on Electrical and Power Engineering, EPE 2006, Tomul LII (LVI), 12-14 Octombrie, Iași, 2006.
3. UNGUREANU, C.; CERNOMAZU, D.; PRISACARIU, I. Solar-optic position transducers used in solar-electric engines with reduced speed construction. In: The 4<sup>th</sup> International Conference on Electrical and Power Engineering, EPE 2006, Tomul LII (LVI), 12-14 Octombrie, Iași, 2006, Iași.
4. UNGUREANU, C.; MANDICI, L.; CERNOMAZU, D. Consideration regarding the achievement of the solar-electric engines. In: International World Energy System Conference “A Reliable World Energy System”, 17-19 Mai 2004, Oradea, Romania.

## UTILIZAREA CONVERTOARELOR STATICE ȘI A FILTRELOR ACTIVE PENTRU REDUCEREA POLUĂRII ARMONICE

Autor: **Gavril-Gheorghe ȘORBAN**<sup>1</sup>

[gabrielgeorge508@gmail.com](mailto:gabrielgeorge508@gmail.com)

Coordonatori: Conf.univ.dr.ing. **Marius Daniel Marcu**<sup>2</sup>, Șef lucr.dr.ing. **Florin-Gabriel Popescu**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitatea din Petroșani, IME, Specializarea: Electromecanică, anul IV

<sup>2</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul: ACIEE

### Rezumat

În majoritatea cazurilor, circuitul de intrare la convertoarele statice alimentate de la rețeaua electrică de distribuție este un redresor cu filtru capacitiv, al cărui condensator se încarcă în apropierea valorii de vârf a tensiunii sinusoidale, curentul de intrare are forma unor pulsuri înguste, cu un conținut ridicat de armonici (convertorul funcționând cu un factor de putere redus).

Un filtru activ reprezintă în esență un convertor static de putere realizat astfel încât să sintetizeze un semnal de curent sau tensiune de forma dorită, care este injectat/aplicat într-un anumit punct al unei rețele de tensiune alternativă și să simuleze o impedanță dorită, respectând valorile solicitate ale modulului și argumentului.

### Cuvinte cheie

Convertor, filtru activ, curent sinusoidal, rețea electrică.

### 1. Introducere

Dezvoltarea tehnologiei dispozitivelor semiconductoare, caracteristică ultimelor decenii, și-a pus amprenta și asupra tehnicilor și echipamentelor utilizate în scopul reducerii regimului deformant. Astfel, alături de abordările tradiționale bazate pe utilizarea componentelor pasive, s-au dezvoltat, fiind astăzi aplicate cu succes și pe scara din ce în ce mai largă, mijloace moderne de combatere a poluării armonice, bazate pe dispozitive și circuite electronice semiconductoare specializate, de înaltă performanță.

În funcție de modul de acțiune, soluțiile moderne pentru reducerea poluării armonice se împart în două mari categorii utilizarea convertoarelor statice cu absorbție sinusoidală și compensarea / atenuarea poluării armonice prin filtrarea activă.

### 2. Convertoarele statice cu absorbție sinusoidală

În majoritatea cazurilor, circuitul de intrare la convertoarele statice alimentate de la rețeaua electrică de distribuție este un redresor cu filtru capacitiv, al cărui condensator se încarcă în apropierea valorii de vârf a tensiunii sinusoidale, curentul de intrare are forma unor pulsuri înguste, cu un conținut ridicat de armonici (convertorul funcționând cu un factor de putere redus). Soluția adoptată pentru a obține un curent absorbit (de intrare) sinusoidal constă în utilizarea unui circuit specializat, întâlnit și sub denumirea de preregulator cu corecția factorului de putere, circuit care în cele mai multe aplicații asigură și o stabilizare a curentului / tensiunii la ieșirea sa. În funcție de modul de comportare cerut redresorului distingem două situații posibile:

- redresorul trebuie să se comporte ca și o sursă de tensiune (convertor cu circuit intermediar de tensiune continuă), cazul întâlnit cel mai frecvent și detaliat în desenul următor.

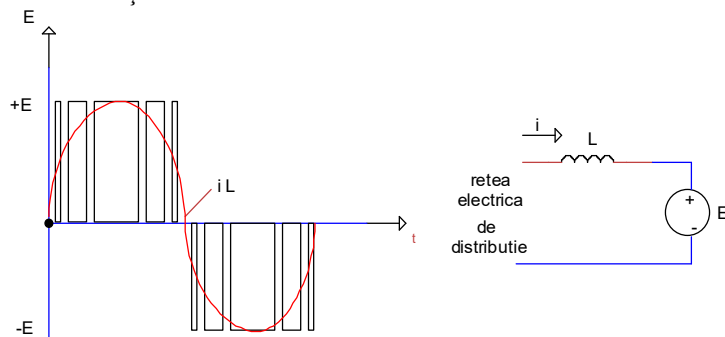


Fig.1. Schema electrică echivalentă a unui convertor cu redresor tip sursă de tensiune, cu modulația impulsurilor în durată

- redresorul trebuie să se comporte ca și o sursă de curent (convertor cu circuit intermediar de curent continuu), caz specific aplicațiilor care necesită o sursă de curent continuu bine reglată.

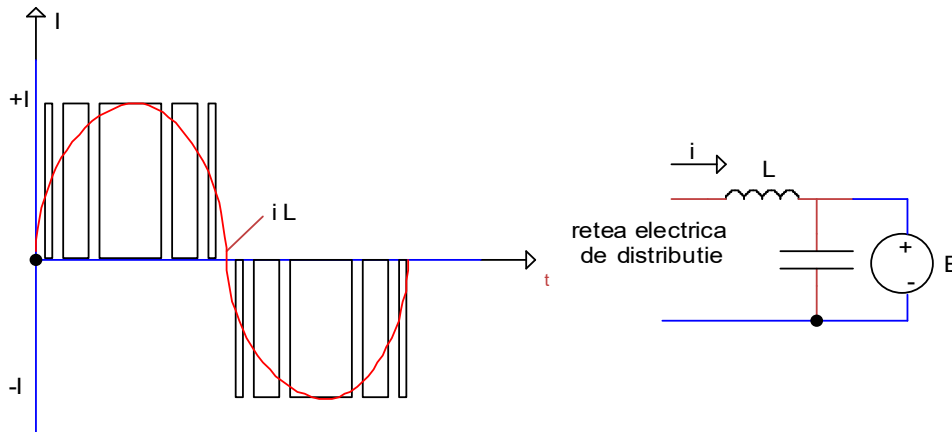


Fig. 2. Schema electrică echivalentă a unui convertor cu redresor tip sursă de curent, cu modulația impulsurilor în durată

Pentru convertoarele statice cu circuit intermediar de tensiune continuă și absorbție sinusoidală topologia circuitului prerregulator poate să fie de tip:

- buck (coborâtoare);
- boost (ridicătoare);
- buck-boost (inversoare).

Cea mai populara este topologia boost, ilustrată în figura 3, în varianta monofazata. Funcționarea circuitului este următoarea:

- când tranzistorul  $V_1$  se află în stare de conducție, curentul prin bobina L crește, adică  $\frac{di_L}{dt} = \frac{u_A}{L} > 0$
- la blocarea tranzistorului  $V_1$ , în ipoteza în care  $U_s > u$ , curentul prin bobina L începe să scadă, și anume  $\frac{di_L}{dt} = \frac{u_A - u_s}{L} < 0$ .

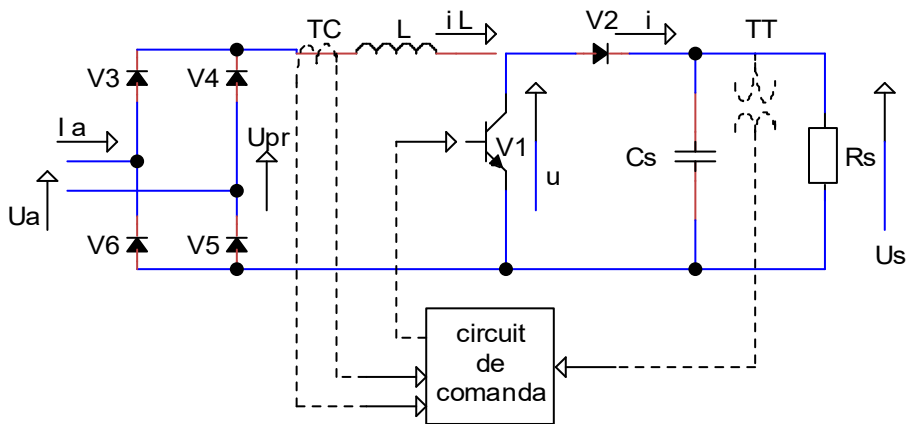
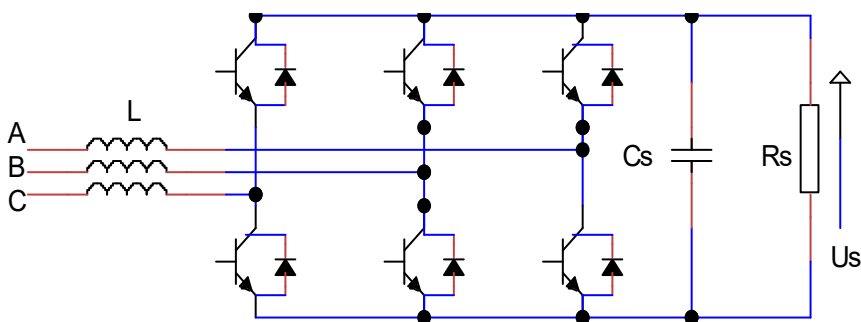


Fig. 3. Prerregulator de tip boost în variantă monofazată

Acest mod de funcționare permite ca prin controlul intrării în conducție/blocării tranzistorului  $V_1$  să se controleze evoluția în timp a curentului  $i_L$  și implicit a curentului absorbit  $i_A$ . La fel ca la varianta monofazată, comutatoarele circuitului trifazat de tip boost, sunt comandate astfel încât curenții absorbiți să urmărească semnalele sinusoidale de referință.





**Fig. 4. Preregulator cu reglarea factorului de putere, topologie boost, trifazată - schema electrica de principiu****3. Filtrele active**

Un filtru activ reprezintă în esență un convertor static de putere realizat astfel încât :

- să sintetizeze un semnal de curent sau tensiune de forma dorită, care este injectat/aplicat într-un anumit punct al unei rețele de tensiune alternativă;
- să simuleze o impedanță dorită, respectând valorile solicitate ale modulului și argumentului.

**Tabelul 1. Clasificarea filtrelor active**

<b>Criteriul de clasificare</b>	<b>Tipuri de filtre active</b>
<u>Tipul circuitului sau rețelei electrice căreia îi este destinat filtrul</u>	de tensiune continuă
	de tensiune alternativă
<u>Modul de funcționare și conectare la rețea</u>	paralel
	serie
	paralel-serie
<u>Configurația convertorului static de putere utilizat pentru implementarea filtrului</u>	convertor static cu circuit intermediar de tensiune continuă
	convertor static cu circuit intermediar de curent continuu
<u>Structura și tehnologia utilizate pentru implementare</u>	active
	hibride
<u>Numărul de faze</u>	monofazată
	trifazată

Potențialii utilizatori de filtre active pot fi împărțiți în două categorii:

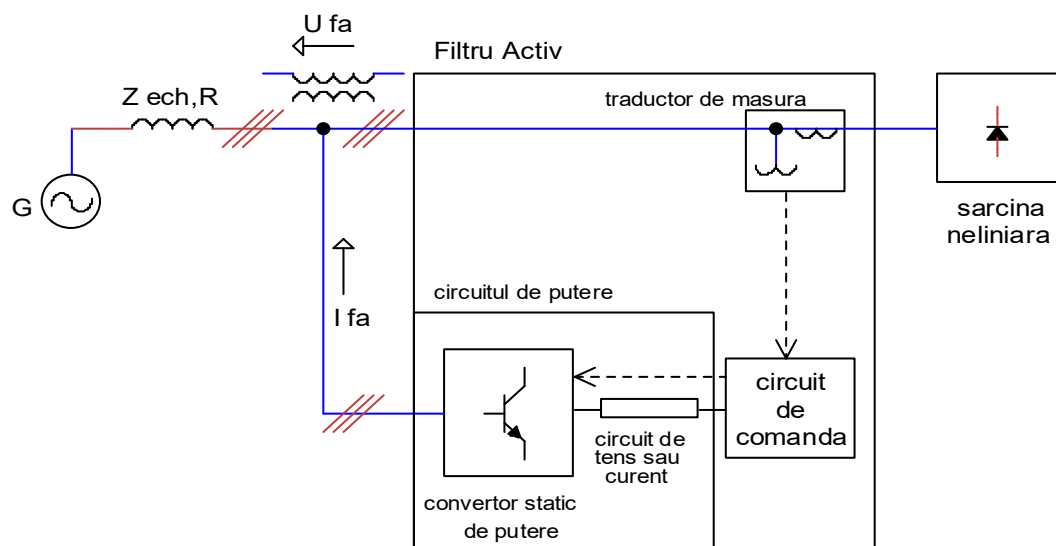
- consumatorii industriali cu un nivel ridicat de poluare armonică, cu scopul compensării armonicilor de curent, nesimetriei sistemului de curenți și consumul de energie reactivă;
- companii de distribuție a energiei electrice, în stațiile de transformare sau pe liniile de distribuție a energiei electrice, cu scopul compensării armonicilor de tensiune și nesimetriei sistemului de tensiuni și de asemenea atenuării/blocării circulației armonicilor de tensiune și curent prin sistemul de distribuție.

Filtrele active de tensiune continuă urmăresc compensarea armonicilor de tensiune și/sau curent din:

- circuitele de tensiune continuă ale convertoarelor statice de putere utilizate în sistemele de transport în tensiune continuă a energiei electrice;
- circuite intermediare de tensiune/curent continuu ale convertoarelor de putere redresor-invertor utilizate în tracțiunea electrică.

În prezent, atât din punct de vedere al utilizării cât și al cercetărilor întreprinse în domeniu, accentul cade cu precădere asupra filtrelor de tensiune alternativă, termenul de filtru activ referind în majoritatea cazurilor acest tip de filtre.

- a) schema bloc a unui filtru activ – include în principal două module, unul de putere și unul de comandă.

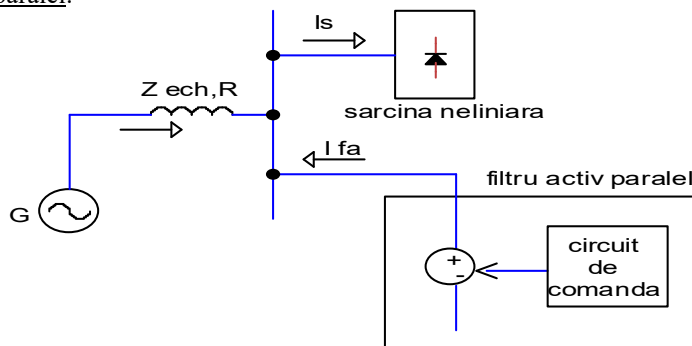


**Fig. 5.** Schema bloc a unui filtru activ ( $u_{FA}$ ,  $i_{FA}$ , tensiunea sau curentul debitate de un filtru activ în configurație serie respectiv paralel (shunt))

**b) Funcționarea și modul de conectare în rețea a filtrelor active:**

Indiferent de configurație, în cele mai multe aplicații, un filtru activ reprezintă o sursă care trebuie să sintetizeze un semnal electric. În funcție de tipul semnalului, curent sau tensiune, rezulta modul de conectare la rețea al filtrului activ, paralel sau serie și denumirea acestuia, filtru activ paralel (shunt) respectiv serie. În contextul conceptului de management total al calității energiei electrice au fost proiectate și realizate echipamente complexe care combină o structura de tip sursa de curent și una de tip sursa de tensiune, denumite filtre active paralel-serie, reunind funcțiile și performanțele ambelor scheme.

**b1) Filtre active paralel:**



**Fig. 6.** Filtru activ de tip paralel – principiul de funcționare

După cum se vede în desenul de mai sus, un filtru activ paralel este un echipament care realizează funcțiile unei surse de curent. Semnalul de curent sintetizat de filtru,  $i_{FA}$ , este injectat în punctul de racord, prin aceasta urmărindu-se:

- compensarea armonicilor de curent produse de consumator;
- compensarea consumului de energie reactivă al receptorului;
- amortizarea efectelor determinate de eventualele fenomene de rezonanță care pot să apară datorită unui filtru pasiv de tip paralel conectat în punctul de racord;
- simetrizarea sistemului de curenți absorbit în punctul de racord.

Conectarea la rețeaua de distribuție a filtrului se realizează prin intermediul unui filtru inductiv realizat cu bobine.

Pentru ilustrarea performanțelor filtrelor active de tip paralel, vă prezint în continuare un studiu de caz în care au fost evaluate caracteristicile semnalului de curent absorbit în punctul de racord înainte și după conectarea filtrului.

Compensarea curenților armonici generați de o sursă neîntreruptibilă trifazată, având puterea aparentă  $S = 120$  kVA.

**Tabelul 2.** Caracteristici ale curentului absorbit în punctul de racord

Marimi caracteristice curentului absorbit în punctul de racord	Funcționare necompensată	Funcționare compensată (cu filtrare activă)

Valoare efectivă, $I_{ef}$ [A]	44.1	35.2
Factorul de vârf	1.96	1.52
Coeficientul de distorsiune armonică al semnalului de curent, $\delta_i$ [%]	80.8	4.6
Factorul de putere, $\lambda$	0.65	0.86
$\cos(\varphi)$	0.84	0.86
Valoarea efectivă a curenului armonic, $I_{e,h}$ [A]	27.7	1.6

Caracteristicile semnalului de curent pentru o sursă neîntreruptibilă funcționând în regim necompensat, respectiv compensat, cu filtrare activă

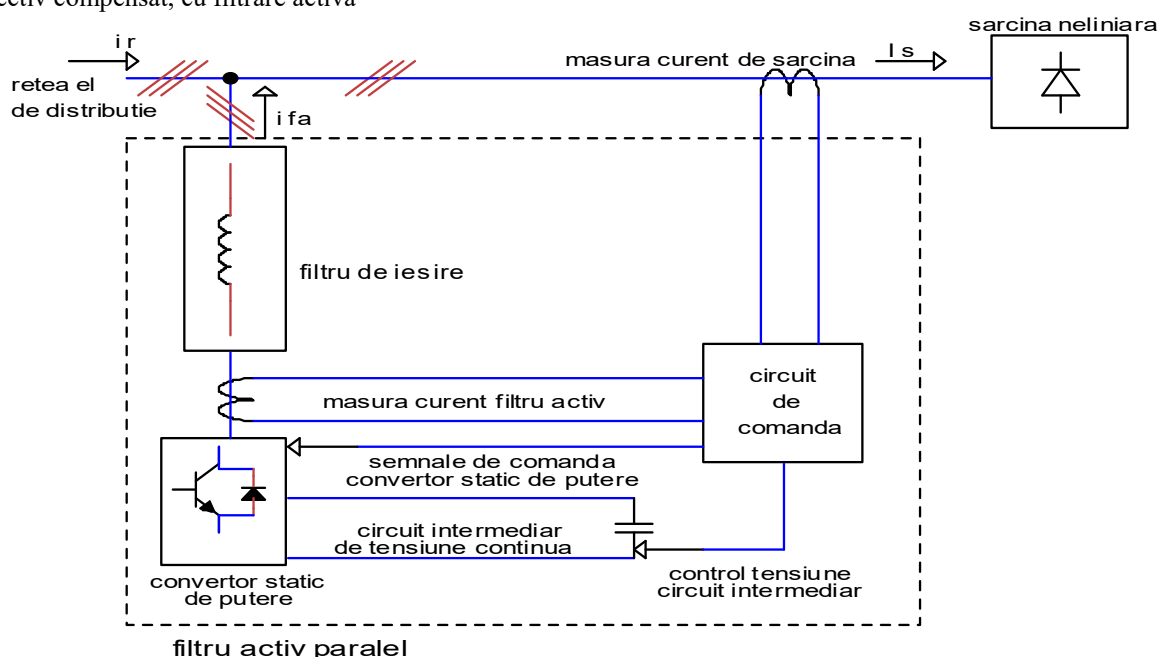


Fig. 7. Implementarea și modul de conectare la rețea al unui filtru activ paralel. Schema bloc.

#### b2) Filtre active serie:

Filtrul activ serie îndeplinește funcțiile unei surse de tensiune (semnalul sintetizat de filtru a fost notat cu  $u_{FA}$ ) care este conectată în serie cu rețeaua de distribuție prin intermediul unui transformator de adaptare.

Aspecte de calitate ale energiei electrice pentru care un filtru activ serie oferă soluții sunt:

- distorsiuni ale semnalelor de tensiune ;
- simetria sistemului de tensiuni ;
- goluri și fluctuații de tensiune ;
- întreruperi de scurtă durată ale alimentării cu energie electrică ;
- fenomene tranzitorii de înaltă frecvență care perturba sistemul de tensiuni;
- flicker;
- reglarea valorii efective a tensiunii.

Conectarea la rețea a filtrului activ serie se face cu ajutorul unui transformator de adaptare a cărei înfășurare primară se leagă în serie, între sursa de alimentare și sarcină.

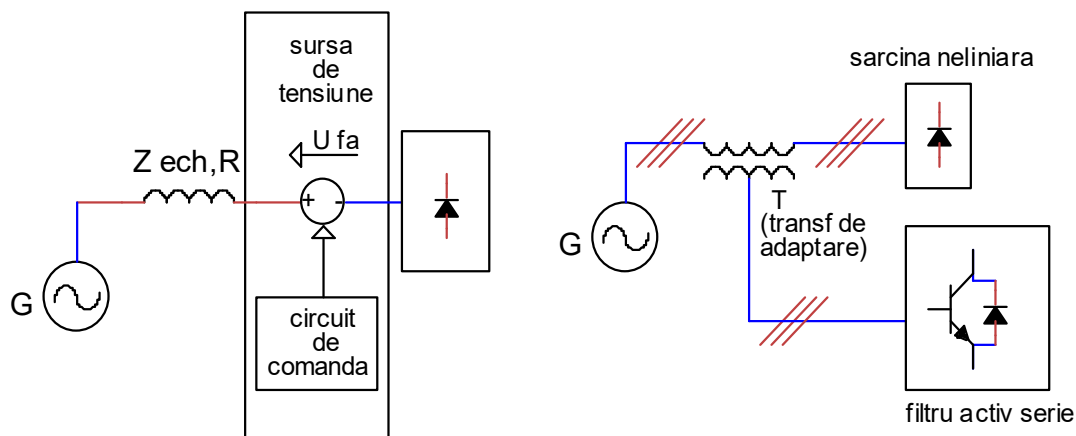


Fig. 8. Filtru activ de tip serie. Principiul de funcționare. Schema bloc pentru implementarea și modul de conectare la rețea a unui filtru activ serie.

b3) Filtre active de tipul paralel-serie.

Aceste echipamente complexe, care combină o structură de tip sursă de curent și una de tip sursă de tensiune, reunesc atât numele cât și funcțiile și performanțele filtrelor active paralel și serie. Ele se mai numesc și echipamente unificate pentru condiționarea calității energiei electrice.

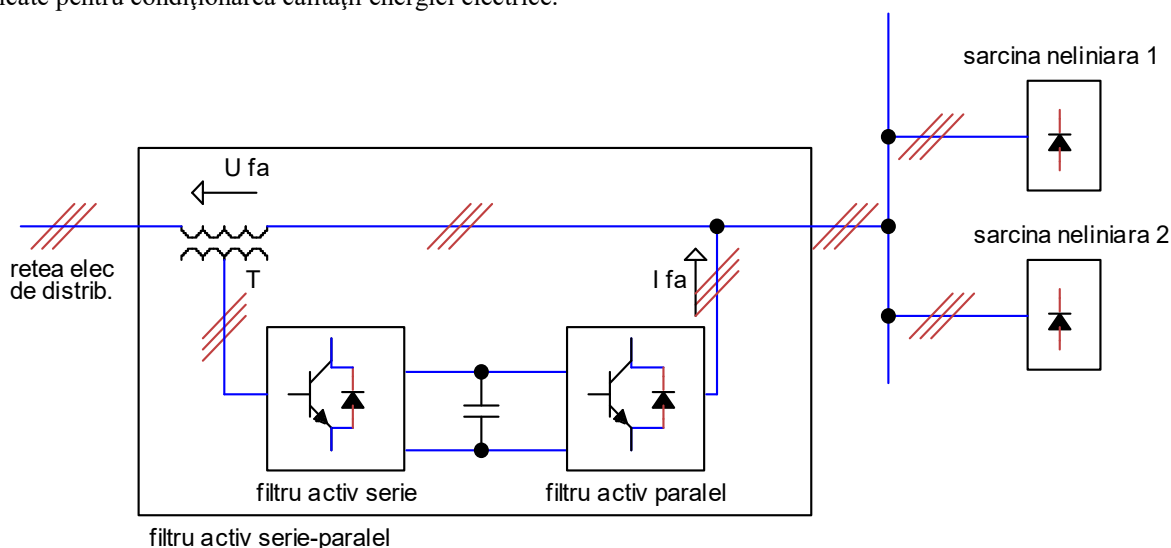


Fig.9. Schema bloc a implementării și a modului de conectare la rețea a unui filtru activ paralel-serie.

Principiul de funcționare al filtrului activ paralel-serie poate fi explicat după cum urmează:

- filtrul paralel integrat în structură, urmărește compensarea poluării armonice prin absorbția curenților armonici prezenți în rețeaua de distribuție, în punctul de racord al filtrului. Pentru aceasta el trebuie să detecteze armonicile prezente în semnalele de tensiune din punctul de racord și să fie controlat astfel încât să reprezinte o impedanță infinită pentru fundamentală și un rezistor cu valoare cât mai mica,  $(1/K_{FAP}) [\Omega]$  pentru armonici:

$$i_{FAP} = K_{FAP} \times u_{R,n} \tag{1}$$

- filtrul activ serie a fost introdus pentru a bloca circulația curenților armonici prin rețeaua de distribuție. În acest scop el trebuie să detecteze armonicile prezente în curenții care circulă prin linie și să fie controlat astfel încât să reprezinte un scurtcircuit pentru fundamentală și un rezistor cu valoare cât mai mare,  $G_{FAS} [\Omega]$  pentru armonici

$$u_{FAS} = G_{FAS} \times i_{S,n} \tag{2}$$

În ambele relații de mai sus,  $i_{S,n}$  și  $u_{R,n}$  reprezintă valorile instantanee ale armonicilor de rang n ale curentului prin linie respectiv tensiunii în punctul de racord.

**Concluzii**

Avantajele filtrelor active față de mijloacele convenționale (pasive) utilizate pentru reducerea poluării armonice a rețelelor electrice sunt în principal:

- viteza de reacție ridicată;
- flexibilitate în definirea și implementarea funcțiilor filtrului (filtrele active moderne sunt capabile să execute simultan mai multe funcții, care pot fi cu ușurință activate/dezactivate sau modificate);
- eliminarea problemelor de rezonanță ale ansamblului echipament pentru compensare – rețea de distribuție, caracteristice mijloacelor convenționale (filtre pasive, baterii de condensatoare, transformatoare etc.).

Cele mai cunoscute aplicații ale filtrelor active le constituie filtrarea (compensarea) armonicilor de curent și/sau tensiune și compensarea consumului de energie reactivă, dar performanțele circuitelor moderne de putere și comandă permit implementarea unor echipamente de mare complexitate, cu funcții multiple, care includ reducerea /compensarea întregii game de perturbații care pot afecta rețeaua electrică de distribuție precum și rezolvarea altor probleme de funcționare ale sistemelor electroenergetice cum ar fi amortizarea oscilațiilor de tensiune.

Filtrele active de tensiune alternativă sunt destinate:

- ⇒ compensării armonicilor de curent generate de consumatorii neliniari către rețeaua de distribuție (protejează rețeaua de distribuție împotriva poluării de către consumatori);
- ⇒ asigurării calității alimentării cu energie electrică a consumatorilor (protejează consumatorii împotriva diferitelor tipuri de perturbații propagate prin rețeaua de distribuție).

### **Bibliografie**

1. Gheorghe Păpușoiu “Compensarea puterii reactive și a armonicilor” Editura Orizonturi Universitare – Timisoara, 2002.
2. Mircea Chindriș, Antoni Sudria, Andrei Cziker, Silviu Stefanescu “Reducerea poluării armonice a rețelelor electrice industriale”, Editura Mediamira – Cluj-Napoca, 2003.
3. Niculescu Titu, Maieran Valeriu, Păsculescu Dragoș “Calitatea energiei electrice în perspectiva interconectării sistemului energetic național cu sistemul vest european”, Editura Focus, 2004.
4. Stefania Ioan “Supratensiuni în rețelele de înaltă tensiune, în regim nesimetric și în prezența armonicilor de tensiune și curent”, Universitatea Politehnica București – Facultatea de energetică, 1998.

# SISTEME MODERNE DE TELETRANSMISIE A DATELOR UTILIZATE PENTRU ASIGURAREA SECURITĂȚII INSTITUȚIILOR ȘI TRANZACȚIILOR BANCARE

**Autori:** Raluca Elena NICOLAU (TĂNASE)<sup>1</sup>  
[elena.tanase82@gmail.com](mailto:elena.tanase82@gmail.com)

**Coordonator:** Conf.univ.dr.ing. **Liliana SAMOILĂ**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universitatea, Facultatea I. M. E., specializarea: Sisteme electromecanice, anul II*

<sup>2</sup> *Universitatea, Facultatea, Departamentul: A.C.I.E.E.*

## Rezumat

Putem privi securitatea – securitatea datelor, securitatea comunicațiilor, în general securitatea informațiilor de orice fel – ca un lanț. Din ce în ce mai multe informații confidențiale se transmit zilnic prin intermediul internetului, astfel încât criptarea datelor a devenit extrem de utilizată. Securitatea criptării depinde atât de algoritmul folosit, cât și de cheia de criptare.

**Cuvinte cheie:** teletransmisie, criptare, securitatea transmisiei datelor

### 1. Considerații generale privind securitatea tranzacțiilor bancare

Derularea afacerilor on-line și efectuarea transferurilor electronice de fonduri impun în mod stringent asigurarea unei depline securități a tranzacțiilor, autentificarea corectă a participanților la tranzacții, precum și posibilitatea respingerii tranzacțiilor inițiate. Experții în securitatea rețelelor definesc trei metode de bază pentru autentificarea identității persoanelor ce accesează o rețea: ceva ce se cunoaște – în general o parolă, ceva ce se deține – o cheie, un transmisor sau un smart card care deține o cheie de identificare unică, ceva ce este persoana respectivă – dispozitiv de identificare a vocii pentru calculatoare sau, în cazul cardurilor, imaginea irisului.

Cateva soluții de securitate asociate plăților electronice ar fi:

- sistemul SSL ( Secure Socket Layer ) – în care datele transmise sunt criptate astfel încât ele nu pot fi citite sau modificate în timpul transmisiei. Transferul fondurilor se realizează fără autentificarea clientului, ceea ce reprezintă un inconvenient pentru comerciant având în vedere că transferul fondurilor de la banca clientului nu este garantat;
- sistemul SET ( Secure Electronic Transaction ) – care asigură confidențialitatea informației prin împiedicarea interceptării numerelor de cont. SET folosește perechi de chei RSA pentru a crea semnături digitale: cheia privată este folosită pentru criptare ( semnare ), iar cea publică este folosită pentru decriptare ( verificarea semnăturii ). Cel mai adesea, transmisia securizată a cheilor se realizează prin intermediul unui terț, numit autoritate de certificare ( AC ). Se garantează astfel ca nu este posibilă alterarea conținutului mesajelor ( datele trimise de cumpărător către vânzător, date de identificare, instrucțiuni de plată ) în timpul transmisiei acestora prin rețea. În cadrul acestui sistem plățile sunt garantate de către bancă, dar sunt necesare investiții suplimentare atât ale băncilor, cât și ale comercianților.
- camuflajul criptografic – care oferă același sistem de securitate ca și un smart card, dar este mai puțin costisitor. Utilizatorii sunt autentificați foarte solid prin utilizarea unui ATM unde PIN-ul utilizatorului nu este niciodată stocat și este cunoscut doar de deținătorul său.

Pentru următorii doi, trei ani se va înregistra o creștere semnificativă a cardurilor de debit, însă o rată mai mare de creștere vor cunoaște cardurile de credit. Pentru aceasta se impune un sprijin real din partea statului, așa cum s-a întâmplat în Ungaria, unde POS-urile au fost subvenționate încă din anul 1997, și în Coreea de Sud, unde, între altele, au fost reduse taxele cu până 20 % pentru familiile care au cheltuit pe card mai mult de 10 % din venitul anual. Banca cu cea mai bună poziție pentru cardurile de credit este în momentul actual BRD Societe Generale, care consideră că neperformanța creditelor acordate pe card este inferioară celei generale.

### 2. Tendințe noi în tehnologia cardurilor bancare

Până în prezent, în activitatea de transfer electronic al fondurilor a apărut o serie de alternative la cardurile deja existente pe baza de bandă magnetică sau microprocesor. Acestea sunt rezultatul introducerii unor tehnologii electronice deosebit de înalte ale unor firme specializate în domeniu. Au luat naștere ca urmare a dorinței continue de perfecționare, precum și datorită dorinței de stopare a fraudelor, deoarece costurile lor sunt ridicate, se utilizează experimental pe scara relativ restrânsă.

#### 2.1 Crypt card

Se bazează pe sistem electronic computerizat care asigură prelucrarea foarte rapidă a datelor. Acest tip de card este complet independent de un calculator, având încorporat un procesor și un ceas. Are la bază un procedeu de codificare ce se poate efectua la întâmplare fără a se micșora performanțele. De asemenea, se asigură o viteză de



prelucrare a datelor deosebit de ridicată ( 15 Mb/secundă ), mai mare decât cea a sistemelor obișnuite. Ceasul cu afișaj electronic asigură și posibilitatea de codificare, utilizând caractere ce nu pot fi falsificate. Protecția este realizată prin intermediul unui dispozitiv electronic deosebit de sofisticat ce are la bază o tehnologie specială de cifrare. Cifrarea se realizează prin intermediul unui computer, având forme imposibil de descifrat, ceea ce-i conferă utilizatorului o siguranță ridicată. Numai când computerul cifrului arată că cifrul cardului este valabil, iar când cardul recunoaște răspunsul computerului, se va permite accesul la informații. Aceste două căi de autentificare stopează atât utilizarea defectuoasă a dispozitivului electronic, cât și a cardului ce poate fi pierdut sau furat.

Dacă o companie are mai multe probleme de rezolvat, utilizând acest sistem, cardul poate fi programat să aibă acces la mai multe dispozitive electronice.

## 2.2 Laser card

Este sub forma nonmagnetică, cu o mare densitate a înregistrărilor, are o înaltă capacitate de memorie. Este realizat dintr-un material special, de dimensiuni reduse care permite o concentrare foarte mare de informații. Capacitatea de stocare a LASER CARD este cuprinsă între 4 și 6.6 Mega Byti, fiind de 500 de ori mai mare decât a cardurilor cu microprocesor și de 20.000 de ori mai mare decât a celor cu bandă magnetică, și poate cuprinde câteva sute de mii de caractere.

## 2.3 Digital credit

Este noul sistem de plăți introdus de Visa Internațional. Acest nou sistem electronic permite codificări care sunt deja programate la nivelul benzii magnetice, ceea ce a dus la reducerea pierderilor, ca urmare a fraudelor. Este compatibil la sistemul PS 2000 ( PAYEMENT SERVICE ), care constă în faptul că pentru fiecare tranzacție, efectuată cu oricare comerciant, de oriunde, se atribuie un număr unic. Astfel, identificarea se poate face direct prin aflarea terminalului POS de la care s-a inițiat operațiunea.

## 2.4 Cardurile bancare cu fotografia posesorului

Presupun o tehnologie de imprimare cu ajutorul laserului. Tehnologia este cunoscută sub numele de difuzia culorii bazându-se pe transferul de căldură. Prin intermediul acestei tehnici a fost creată posibilitatea imprimării pe fața sau pe spatele cărților de plată a fotografiei, semnăturii deținătorului, fapt ce va contribui activ la reducerea fenomenului infracțional.

## 2.5 Cardul optic

Este ste una din cele mai recente afirmări, poate fructifica multe din inovațiile propuse pentru perfecționarea cardului, fiind bazat pe un alt vârf al tehnologiei - fibră optică.

Cardul optic presupune includerea în structura cardului a unei benzi optice utilizate în sistemul CD-ROM care coexistă cu o bandă magnetică. Prin aceasta, pe de o parte, se majorează memoria până la 4.1. mega byti, iar pe de altă parte, se abilitază cardul cu calități superioare privind siguranța informațiilor întru-cât banda optică și informațiile înregistrate nu pot fi alterate.

Cardul optic va putea folosi posibilități de indentificare și recunoaștere multiple; fotografiere, fișier de informații privind datele personale, imagini ale amprentei sau ale irisului posesorului înlăturând definitiv pericolul falsurilor și, în general, al furturilor de identitate.

## 3. Criptarea transmisiei de date în tranzacțiile bancare

Din ce în ce mai multe informații confidențiale se transmit zilnic prin intermediul internetului, astfel încât criptarea datelor a devenit extrem de utilizată. Necesitatea de a cripta informațiile a existat dintotdeauna. Astăzi, mai mult ca niciodată, informații confidențiale se transmit zilnic între instituții guvernamentale și / sau companii, în fiecare minut probabil mii de cetățeni ai planetei își introduc datele de identificare ale cardurilor de credit / debit pentru a face cumpărături online. Pentru ca astfel de date confidențiale să nu ajungă în mâna celor care le caută – există criptografia.

Criptografia este știința scrierilor secrete. Ea stă la baza multor servicii și mecanisme de securitate folosite în internet, folosind metode matematice pentru transformarea datelor, în intenția de a ascunde conținutul lor sau de a le proteja împotriva modificării. Criptografia are o lungă istorie, confidențialitatea comunicării fiind o cerință a tuturor timpurilor. Dacă ar trebui să alegem un singur exemplu al criptografiei , clasice ,, acesta ar fi cifrul lui Cezar, nu atât datorită celebrității împăratului roman de care se leagă folosirea lui, ci pentru ca principiul său de bază, al substituției, s-a menținut nealterat aproape două milenii.

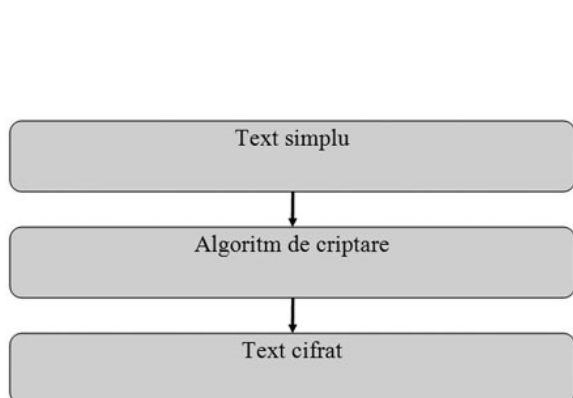
Criptarea se face cu ajutorul unui algoritm și a unei chei de criptare. Algoritmul este o funcție matematică folosită efectiv în procesul de criptare și decriptare. Combinarea algoritmului cu o anume cheie de criptare dă un rezultat diferit de combinarea aceluiași algoritm cu o altă cheie de criptare. Tăria criptării depinde atât de tăria algoritmului, cât și de tăria cheii de criptare. În urma criptării, informațiile devin indescifrabile; fără a avea cheia cu care s-a efectuat criptarea, decriptarea este imposibilă ( sau cel puțin așa se vrea).

Informația de la care pornești se numește text simplu, iar informația codificată se numește text cifrat. Textul simplu este preluat de către un motor de criptare ( un program de calculator ) care îl va transforma în textul cifrat, ca în figura 1.

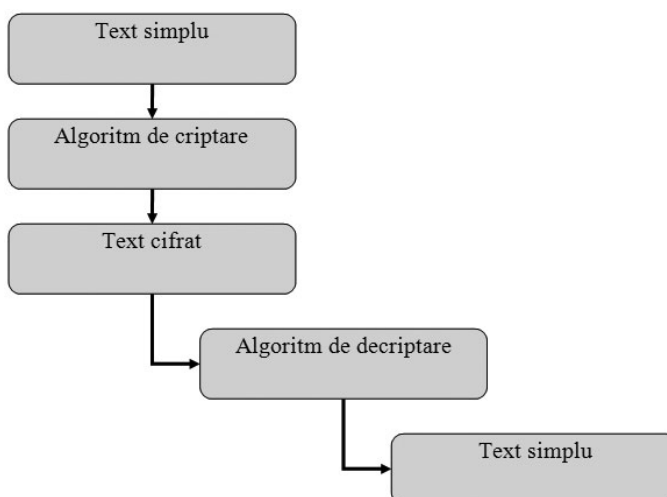
Securitatea criptării depinde atât de algoritmul folosit, cât și de cheia de criptare. Textul cifrat, denumit ciphertext este un text indescifrabil și fără cheia de criptare, nu poate fi decriptat, adică descifrat.

Nu toate procesele de criptare sunt reversibile.

În figura 2 se poate vedea cum funcționează un proces de criptare în ambele direcții:



**Fig. 1** Proces de criptare într-o direcție



**Fig. 2** Proces de criptare în ambele direcții

Pentru a cripta informații, ai la dispoziție mulți algoritmi de criptare, ca de exemplu DES, care folosește o cheie privată sau RSA care folosește o cheie publică și una privată. De aici rezultă că avem două tipuri de criptare: criptarea simetrică ( cheie secretă ) și criptarea asimetrică ( cheie publică ).

### 2.1 Algoritmi criptografici cu cheie secretă

Securitatea criptării simetrice ( cu cheie secretă ) depinde de protecția cheii; managementul acestora este un factor vital în securitatea datelor și cuprinde următorul aspect: generarea cheilor. Pot fi folosite, cu o tabelă de conversie, proceduri manuale ( datul cu banul, aruncarea zarurilor ), dar numai pentru generarea cheilor master ( folosite pentru cifrarea cheilor ). Pentru cheile de sesiune sau de terminal sunt necesare proceduri automate, de generare ( pseudo ) aleatoare, care se pot baza pe amplificatoare de zgomot, funcții matematice și diverși parametri ( numărul curent al apelurilor sistem, dată, oră etc). - distribuția cheilor. Cu privire la transportul cheii secrete, problema este în general rezolvată prin folosirea unei alte chei, numită cheie terminal, pentru a o cripta. Cheile de sesiune - generate numai pentru o comunicație - sunt transportate criptat cu cheile terminal care, de asemenea, pot fi protejate ( când sunt memorate ) cu altă cheie, numită cheie master - memorarea cheilor. Utilizarea algoritmilor simetrici, în cazul a  $N$  entități care doresc să comunice, implică  $N(N-1) / 2$  chei de memorat într-un mod sigur. În realitate, nu toate legăturile bidirectionale se stabilesc la același timp; este motivul pentru care se utilizează cheile de sesiune. Cheile terminal, care criptează numai date foarte scurte ( chei de sesiune ), sunt foarte dificil de atacat. Când sunt folosite chei publice, X509 pare cea mai bună soluție pentru managementul cheilor. Cheile publice sunt păstrate în directoare X509, ca certificate semnate cu o semnătură digitală a Autorității de certificare ( Certificate Authority ). Întâlnim următoarele tipuri de sisteme de criptare cu algoritmi cu cheie secretă:

- cifrul DES ( DES simplu, DES cu sub-chei independente, DESX, DES generalizat GDES, DES cu cutii S alternative, DES cu cutii S dependente de cheie );
- cifrul IDEA;
- cifrul FEAL;
- cifrul LOKI;
- cifrul RC2.

### 2.2 Algoritmi criptografici cu cheie publică

Un moment important în evoluția criptografiei moderne l-a constituit crearea, în anul 1976, de către Whitfield Diffie și Martin Hellman, cercetători la Universitatea Stanford din California, a unui principiu diferit de acela al cifrării simetrice. Ei au pus bazele criptografiei asimetrice cu chei publice. În locul unei singure chei secrete, criptografia asimetrică folosește două chei diferite, una pentru cifrare, alta pentru descifrare. Deoarece este imposibilă deducerea unei chei din cealaltă, una din chei este făcută publică, fiind pusă la îndemâna oricui dorește să transmită un mesaj cifrat. Doar destinatarul, care deține cea de-a doua cheie, poate descifra și utiliza mesajul. Tehnica cheilor publice poate fi folosită și pentru autentificarea mesajelor prin semnătură digitală, fapt care i-a sporit popularitatea, figura 3. Întâlnim următoarele tipuri de sisteme de criptare cu algoritmi cu cheie publică:

- sisteme de cifrare exponențială RSA ( Rivert-Shamir-Adleman );

- cifrul EL GAMAL ( EG );
- standardul DSS de semnătură digitală;

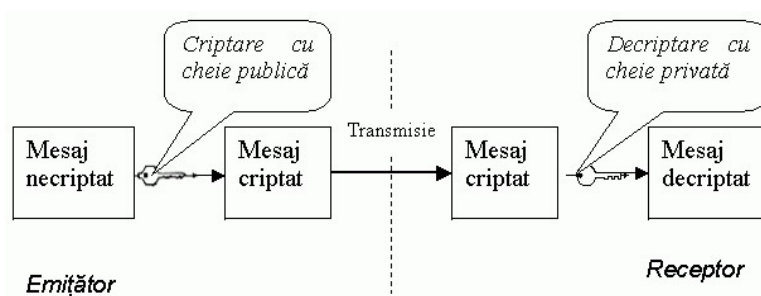


Fig. 3 Algoritm criptografic cu cheie publică

### 3. Concluzii

Putem privi securitatea – securitatea datelor, securitatea comunicațiilor, în general securitatea informațiilor de orice fel – ca un lanț. Securitatea întregului sistem este o combinație puternică de legături slabe. Totul trebuie securizat: algoritmi criptografici, protocoalele, programele de administrare. Dacă, de exemplu, algoritmi sunt puternici, însă sunt probleme cu generatorul de numere aleatoare, orice criptanalist va ataca sistemul pe această cale. Dacă nu sunt securizate locațiile de memorie care conțin cheia, criptanalistul va sparge sistemul utilizând această slăbiciune. În timp ce proiectantul securității unui sistem trebuie să identifice toate căile posibile de atac și să le asigure, un criptanalist are nevoie doar de o singură slăbiciune pentru a pătrunde în sistem. Criptografia este doar o parte a securității; ea acoperă problematica realizării securității unui sistem, ceea ce este diferit de ceea ce înseamnă realizarea unui sistem securizat. Tradiționala imagine a criptografiei ca „spion” în tehnologie este destul de departe de realitate. Peste 99% din aplicațiile criptografice utilizate în lume nu protejează secrete militare; ele sunt întâlnite în bănci, plăți –TV, taxe de drum, acces la terminale, contoare de electricitate. Rolul criptografiei în aceste aplicații este de a împiedica efectuarea de furturi și înșelăciuni. În cele mai multe dintre aceste aplicații s-a utilizat prost criptografia, atacurile reușite neavând însă nimic în comun cu criptanaliza. Chiar și NSA a admis că marea parte a erorilor apărute în activitățile sale provin din erorile de implementare și nu din algoritmi sau protocoale. În aceste condiții, nu contează cât de bună a fost criptografia, atacurile reușite anulând acest lucru speculând erorile de implementare.

Chiar dacă criptarea software devine tot mai dominantă, cea hardware este încă cea mai cerută în aplicațiile militare sau comerciale de mare importanță. Criptarea constă dintr-o mulțime de operații complicate ce se efectuează asupra unui șir de biți clar, operații care trebuie simulate într-un calculator. Cei doi algoritmi comuni de criptare, DES și RSA, lucrează ineficient pe procesoare normale. Dacă o serie de criptografi și-au făcut proprii algoritmi adaptați implementărilor software, hardware-ul specializat câștigă prin viteză. Un al doilea motiv este securitatea. Un algoritm de criptare ce lucrează pe un calculator obișnuit nu are protecție fizică. Chiar dacă datele criptate vin de la un calculator este mai ușor de instalat un dispozitiv specializat, decât să se modifice sistemul software al calculatorului. Criptarea trebuie să fie invizibilă; ea nu trebuie să fie accesibilă utilizatorului. Singura cale de a face acest lucru software este de a scrie criptarea în sistemul de operare, ceea ce nu este ușor. Cele trei lucruri de bază ale criptării hardware oferite piață sunt: module de criptare ( verificarea parolei sau administrare de chei pentru bănci ), dispozitive dedicate de criptare pentru legături de comunicație și plăci atașate în calculatorul personal.

Orice algoritm de criptare poate fi implementat software. Dezavantajele constau în viteză, cost și ușurința în manipulare și modificare. Avantajul este oferit de flexibilitate și portabilitate, ușurința în folosire și în efectuarea de upgrade-uri. Programele de criptare software sunt foarte populare și sunt valabile pentru majoritatea sistemelor. Ele sunt destinate să protejeze fișiere individuale. Utilizatorul, în general, criptează și decriptează fișiere. Este important ca schema de administrare a cheilor să fie sigură. Cheile nu trebuie păstrate oriunde pe disc. Textele clare ce se criptează trebuie, de asemenea, șterse după efectuarea operației.

### Bibliografie:

1. Samoilă L., Uțu I. - Teletransmisii și sisteme de monitorizare și conducere în instalațiile electrice. Note de curs. Editura Universitas, Petroșani, 2016, e-book
2. <http://www.ecursuri.ro/tutoriale/criptarea-datelor.html>
3. <http://www.preferatele.com/docs/informatica/4/criptografia-si-tipu8.php>.
4. <http://informaticasite.ro/informatie-si-comunicare-152/784-criptarea-transmisiei.html>

## STUDIUL DETERMINĂRII DISTANȚEI CU AJUTORUL UNUI MICROCONTROLLER

**Autor: Olga ISAC<sup>1</sup>**  
[isac.olga95@gmail.com](mailto:isac.olga95@gmail.com)

**Coordonatori: Asist. univ. dr. ing. Răzvan SLUSARIUC<sup>2</sup>, Șef lucr. dr. ing. Florin POPESCU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Energetică și Inginerie Electrică*

<sup>2</sup> *Universitatea, Facultatea, Departamentul: ACIEE*

### Rezumat

În lucrarea de față se prezintă o metodă modernă pentru determinarea unei distanțe, acest lucru făcându-se cu ajutorul microcontrollerului Arduino Uno. Se prezintă descrierea părților componente ale schemei, proprietățile și avantajele utilizării unui astfel de sistem care are posibilitatea obținerii unor informații cu o precizie de 3 mm.

### Cuvinte cheie

*microcontroller, Arduino Uno, LCD-ul, senzor HC-SR04, modulul de comunicație I<sup>2</sup>C.*

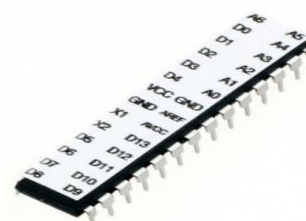
### 1. Generalități. Microcontroller Arduino Uno bazat pe ATmega328

Un microcontroller este un tip de circuit care integrează un microprocesor și alte dispozitive periferice într-un singur cip (Fig.1.), punându-se accent pe un cost redus de producție și consum redus de energie electrică. Din cauza integrării unui număr mare de periferice și a costului redus de producție, un  $\mu$ C operează la frecvențe reduse, în general la zeci sau sute de MHz. Cu toate acestea, microcontroller-ele se pretează la o gamă variată de aplicații fiind folosite atât în mediul industrial cât și în produse de larg consum, de la sisteme din industria aerospațială până la telefoane mobile, cuptoare cu microunde și jucării.

ATmega328 este un microcontroller cu o arhitectură 8 biți. Prin urmare, registrele și magistrala de date au 8 biți fiecare. Cu toate acestea, atunci când se scrie un program în C, se utilizează 32 de biți variabile în ambele întreg și virgulă mobilă. Compilatorul este cel care se va traduce instrucțiunile care utilizează 32 biți variabile în codul de asamblare (8 biți).

Caracteristicile microcontrollerului ATmega328

- Tensiune de operare - 1.8 - 5.5V
- Grad de viteză - 16 MHz
- Memorie Auto-programabil program Flash - 32Kbytes
- Memorie EEPROM - 1KByte
- SRAM internă - 2 KBytes
- Scriere / stergere Cicluri - 10.000 Flash / 100.000 EEPROM
- Reținerea datelor: 20 de ani la 85 ° C / 100 de ani la 25 ° C
- Caracteristici periferice ale ATmega328:
- Două timere / contoare cu 8 biți, cu Prescaler separat și modul de comparare
  - un timer / contor de 16 biți cu prescaler separat, modul de comparare și capturare
  - Contor de timp real cu Oscilator separat
  - Șase canale PWM
  - ADC pe 10 biți cu 8 canale în pachetul TQFP și QFN / MLF
  - USART serial programabil
  - Master / Slave SPI Interfață serială



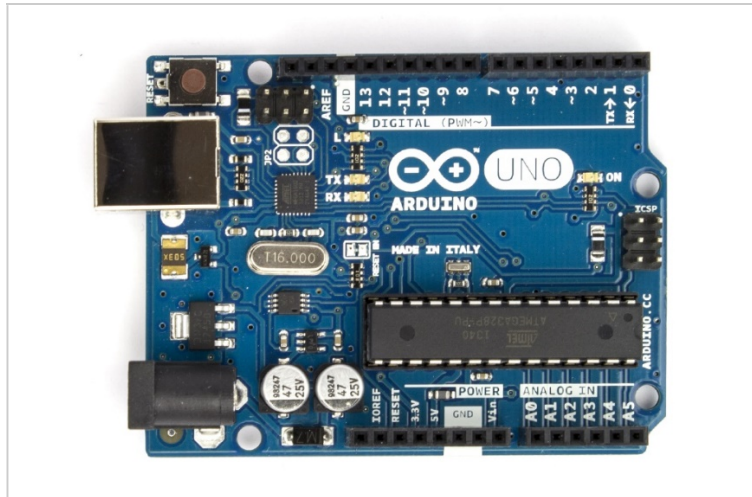
**Fig.1. ATMega328 cip**

Arduino Uno este un *microcontroller bord bazat pe ATmega328*, are 14 digitale de intrare / ieșire PIN (din care 6 pot fi utilizate ca ieșiri PWM), 6 intrări analogice, un grad de viteză de 16 MHz, oscilator de cristal, o conexiune USB, un jack de putere, un antet ICSP, și un buton de resetare (Fig.2.). Acesta conține tot ce este necesar pentru a sprijini microcontroller, pentru a începe se conectează la un calculator printr-un cablu USB de alimentare cu un adaptor sau baterie AC-DC.

Caracteristici generale Arduino Uno:

- Microcontroller - ATmega328
- Tensiune de operare - 5V
- Tensiune de intrare (recomandat) - 7-12V
- Tensiune intrare (limite) - 6-20V

- Digital I / O Pins - 14 (din care 6 furnizează PWM de ieșire)
- Pini de intrare analog - 6
- DC curent pe I / O Pin - 40mA
- DC curent pentru 3.3V Pin - 50mA
- Flash Memory - 32 KB (ATmega328) din care 0,5 KB utilizată de bootloader
- SRAM - 2 KB (ATmega328)
- EEPROM - 1 KB (ATmega328)
- Grad de viteză - 16 MHz.



**Fig.2.** Schema Microcontroler Arduino Uno bazat pe ATmega328

## 2. Modul LCD 4x20 caractere LED Blue Display cu interfață I2C

LCD-ul (Liquid Crystal Display) este un dispozitiv de afișare subțire și plat format dintr-un oarecare număr de pixeli monocromi așezați în fața unei surse de lumină sau a unei oglinzi reflectoare de lumină. Este utilizat frecvent în dispozitive alimentate de baterii (laptop-uri, DVD-Playere portabile) datorită consumului redus de energie.

Caracteristici tehnice

- Tip afișaj: LCD alfanumeric
- Tehnologia afișajului: STN Negtive
- Număr de caractere (coloane x rânduri) : 20x4
- Culoarea fondului: albastru
- Dimensiuni exterioare: 98 mm x 60 mm x 13.6 mm.
- Dimensiuni fereastră (înălțime x lungime): 77 mm x 22.5 mm.
- Culoare caractere: alb.
- Alimentare: 5v.

Modulul de comunicație I<sup>2</sup>C

*Ce reprezintă I<sup>2</sup>C:*

Acronimul I<sup>2</sup>C vine de la “Inter-Integrated Circuit”. Acest tip de comunicare a fost definit de Philips în 1970 din dorința de simplificare și standardizare a liniilor de date din produsele lor și a apărut prima oară pe plăcile televizoarelor. Prin această soluție s-a redus numărul de linii la două (SDA – date și SCL – ceas). Popular această interfață este cunoscută și sub numele de „comunicare pe doua fire” sau „two wire interface”.

*I<sup>2</sup>C presupune:*

Rata de transfer: 10 Kb/s – 100Kb/

SDA – Serial Data line

SCL – Serial Clock line

128 de adrese posibile

16 adrese rezervate

112 dispozitive se pot conecta pe I2C

Avantaje:

- configurație multi master – posibilitatea arbitrării masterilor
- clock-stretching – perifericele lente pot “cere” un delay de la master
- utilizarea intensivă a bit-ului ACK (acknowledge)
- detecția foarte simplă a perifericelor active (în funcție de configurația plăcii, având un soft unic, se poate detecta la start-up care sunt perifericele prezente pe magistrală)
- validarea rapidă a datelor
- doar două sârme pentru toată magistrala

Dezavantaje:

- viteză mică de transfer
- selecția perifericului (prin adresa de slave) adaugă overhead la comunicație

### 3. Senzor de distanță cu ultrasunete HC-SR04

Senzorul ultrasonic de distanță HC-SR04 (Fig.3.) poate măsura distanța între senzor și un obiect cuprinsă între 2 cm și 4 m (4,5-5 m după alte surse), la un unghi de maxim 15 grade, cu o precizie de 3 mm.

Modulul HC-SR04 are 4 pini :

- alimentare +5V
- inițiere semnal (TRIGGER)
- răspuns semnal (ECHO)
- masa (GND).

Folosirea senzorului de distanță cu ultrasunete HC-SR04

După trimiterea unui semnal pe terminalul TRIGGER cu durata de 10  $\mu$ s (zece microsecunde), se așteaptă răspunsul pe terminalul ECHO, iar durata acestui impuls obținut împărțit la 38 va da distanța până la un obiect în cm; dacă nu este nici un obstacol, timpul de raspuns este de 58  $\mu$ s. Durata impulsului obținut la terminalul ECHO are durata între 150  $\mu$ s, corespunzătoare distanței de 2,58 cm și 25  $\mu$ s, corespunzătoare distanței de 4,31 m=431 cm.

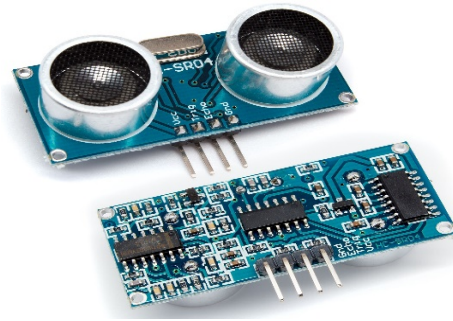


Fig.3. Senzor HC-SR04

### 4. IV Montare modului HC-SR04 la Arduino

Senzorul are 4 pini respectiv:

VCC de la senzor se cuplează la +5V de pe placa arduino.

TRIG de la senzor se cuplează la unul din pinii digitali de pe placa arduino (în cod am setat pinul 3)

ECHO de la senzor se cuplează la un alt pin digital de pe placa arduino (în cod am setat pinul 2)

GND de la senzor se cuplează la unul din pinii GND de la arduino, (Fig.4.).

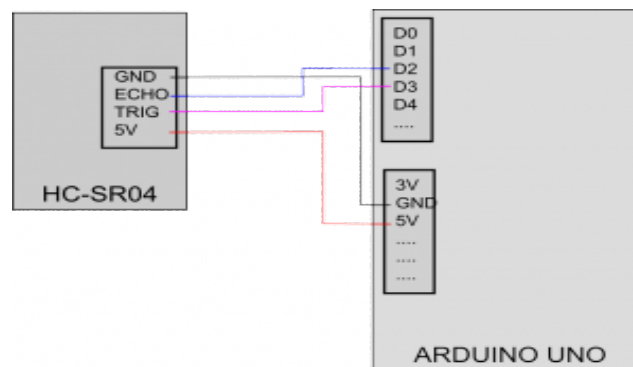


Fig.4. Schema de conectare a modului HC-SR04 la Arduino

Această schemă (Fig. 4.) se poate completa cu un afisaj LCD cu 4 rânduri a 20 coloane. În (Fig.5.)este reprezentat montajul propriu-zis al senzorului de distanță cu placa Arduino.

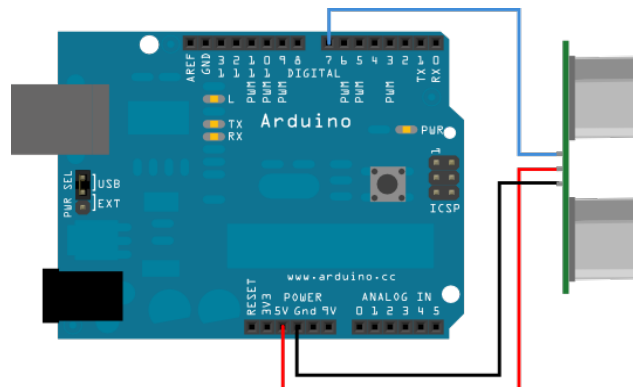


Fig.5.. Montajul senzorului la placa Arduino



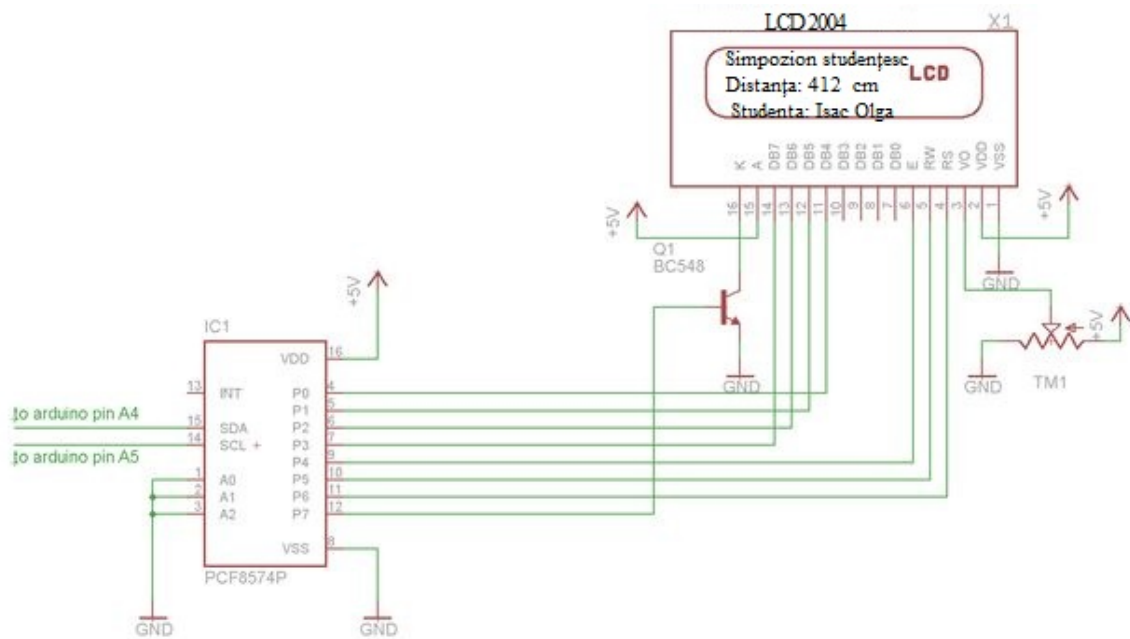


Fig.6. Schema pentru măsurarea distanței cu ajutorul senzorului HC-SR04 și  $\mu$ C Arduino

### Codul sursă

```
#define ECHOPIN 2 // Pin to receive echo pulse
#define TRIGPIN 3 // Pin to send trigger pulse
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
/*
 * setup function
 * Initialize the serial line (D0 & D1) at 115200.
 * Then set the pin defined to receive echo in INPUT
 * and the pin to trigger to OUTPUT.
 */
void setup()
{lcd.init(); // initialize the lcd
 lcd.init();
 lcd.backlight();
 lcd.setCursor(0,0);
 lcd.print("Simpozion studentesc");
 lcd.setCursor(1,3);
 lcd.print("Studenta: Isac Olga");
 Serial.begin(115200);
 pinMode(ECHOPIN, INPUT);
 pinMode(TRIGPIN, OUTPUT);}/*
 * loop function. * */
void loop(){
 // Start Ranging
 digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
 delayMicroseconds(2);
 delayMicroseconds(10);
 digitalWrite(TRIGPIN, HIGH);
 // Compute distance
 float distance = pulseIn(ECHOPIN, HIGH);
 distance= distance/58;
 Serial.println(distance);
 lcd.setCursor(1,1);
 lcd.print("Distanta:");
```

```
lcd.setCursor(12,1);  
lcd.print(distance);  
lcd.setCursor(17,1);  
lcd.print("cm");  
delay(3000); }
```

### **Concluzii**

Pentru a reduce numărul de fire prin care se comunică între diferitele componente ale unui circuit electric, se poate apela la comunicația serială I<sup>2</sup>C. Practic, se reduce complexitatea montajului, prețul plătit fiind redus iar viteza ceva mai scăzută de transfer de date.

Din cauza integrării unui număr mare de periferice și a costului redus de producție, un  $\mu$ C operează la frecvențe reduse, în general la zeci sau sute de MHz. Cu toate acestea, microcontroller-ele se pretează la o gamă variată de aplicații fiind folosite atât în mediul industrial cât și în produse de larg consum, de la sisteme din industria aerospațială până la telefoane mobile, cuptoare cu microunde și jucării.

Montajul respectiv se poate utiliza în sistemele de măsurare precisă, în sistemele de monitorizare și control, precum și în sistemele de securitate (cu ajutorul lui se poate sesiza prezența unor persoane pe un anumit perimetru) putându-se transmite un semnal optic sau acustic. Se poate utiliza inclusiv în cazul ușilor cu lisante care se întâlnesc des la supermarket-uri, mall-uri și clădiri de birou.

### **Bibliografie**

<http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>

<http://nicuflorica.blogspot.ro/2013/03/senzorul-ultrasonic-de-distanta-hc-sr04.html>

<http://www.xappsoftware.com/wordpress/2012/03/15/how-to-interface-the-hc-sr04-ultrasonic-ranging-module-to-arduino/>

<http://www.alldatasheet.com>

# MĂSURĂRI DE CALITATE AI ENERGIEI ELECTRICE LA UN SISTEM DE ACȚIONARE MOTOR ASINCRON-CONVERTOARE STATICE CU CIRCUIT INTERMEDIAR DE CURENT CONTINUU

**Autori:** Marius VÎLCEANU-STOINEANU<sup>1</sup>, Lucian Stefan DRAGHICI<sup>2</sup>  
[vilceanu.marius94@yahoo.com](mailto:vilceanu.marius94@yahoo.com), [lucian.draghici94@yahoo.com](mailto:lucian.draghici94@yahoo.com)

**Coordonatori:** Șef lucr.dr.ing. **Florin POPESCU**<sup>3</sup>, Conf.univ.dr.ing. **Marius Daniel MARCU**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea I. M. E., specializarea: Electromecanică, anul IV*

<sup>2</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea I. M. E., specializarea: Electromecanică, anul IV*

<sup>3</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., Departamentul: ACIEE*

## Rezumat

Lucrarea prezentată reprezintă o variantă modernă și utilă pentru studiul funcționării motoarelor electrice, în condițiile introducerii electronicii de putere, încercând să prezinte toate aspectele necesare. Lucrarea are un caracter didactic, fiind utilă pentru studenții care studiază convertoarele statice, precum și mașinile electrice.

## Cuvinte cheie

Convertor, inverter, analizator de calitate, rețea electrică.

## 1. Introducere

Dezvoltarea automatizărilor industriale a condus implicit și la perfecționarea sistemelor de acționare electrică, cu atât mai mult cu cât asemenea instalații reprezintă cea mai răspândită formă de conversie a energiei electrice în energie mecanică.

Convertoarele statice (CS) au devenit un element important în sistemele de alimentare cu energie electrică a consumatorilor de orice tip. Cel mai frecvent, convertoarele statice sunt utilizate în sisteme reglabile de acționare electrică, sarcina fiind în acest caz un motor electric. Astfel, printr-o comandă adecvată furnizată de un regulator în circuit închis, convertoarele statice reglează parametrii energie electrice de ieșire, la necesitățile cerute de motorul electric.

Convertoarele statice indirecte de frecvență (convertoare statice cu circuit intermediar de curent continuu) au funcția de a modifica frecvența și tensiunea de la ieșire. Sunt compuse din redresor, circuitul intermediar de curent continuu și inverter. Majoritatea invertoarelor din componența convertoarelor statice indirecte de frecvență sunt invertoare cu comutație forțată. Conversia realizată prin intermediul unei forme intermediare de energie de curent continuu, practic, nu are limitări substanțiale din punctul de vedere al frecvenței de ieșire.

În funcție de modul de comandă a elementelor semiconductoare de putere din cadrul invertoarelor, acestea se pot clasifica în:

- invertoare cu conducție pe toată durata pulsului;
- invertoare cu modulație în lățime (invertoare PWM).

În funcție de numărul de faze ale invertoarelor, putem avea:

- invertoare monofazate;
- invertoare trifazate.

Fiecare inverter poate fi realizat în diferite variante, ele putând fi clasificate, după tipul circuitelor de stingere, astfel:

- invertoare cu circuite de stingere individuale cu tiristor auxiliar;
- invertoare cu stingere automată comandate prin intrarea în conducție a altui tiristor;
- invertoare cu circuit de stingere comun.

## 2. Analiza convertorului static indirect de frecvență

### 2.1. Parametrii convertorului static de frecvență

În cadrul acestei lucrări se va studia funcționarea unui convertor static de frecvență pentru motoare asincrone trifazate care se alimentează de la o sursă de tensiune trifazată de 380/220 V la o frecvență de 50 sau 60 Hz. Curentul maxim absorbit are valoarea 13A la o putere aparentă  $S_N=8,5\text{KVA}$ . Frecvența de ieșire se poate regla între 0,5-144 Hz. Schema amplasării bornelor este prezentată în figura următoare:

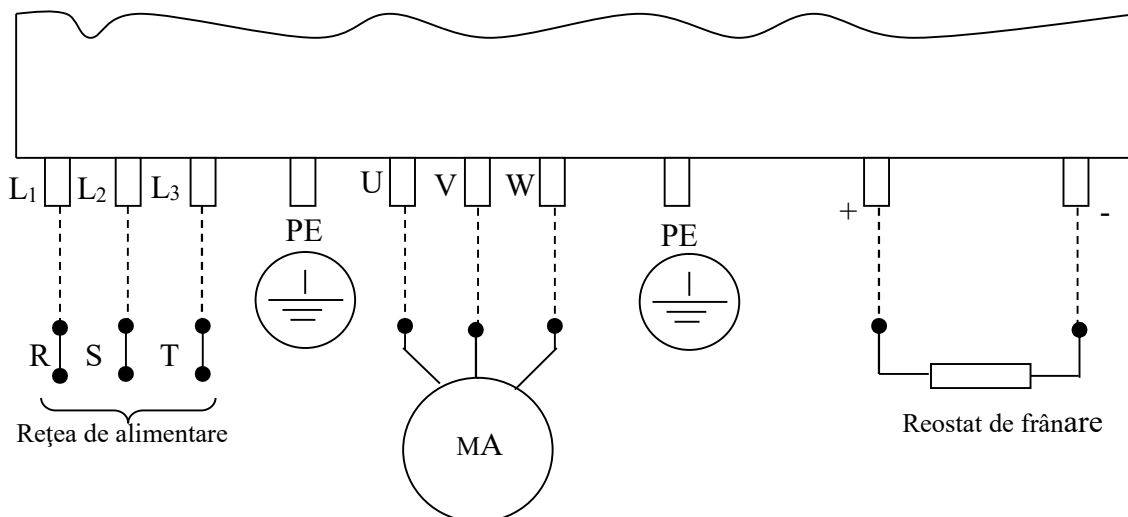


Fig.1. Schema amplasării bornelor

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> – Bornele de alimentare de la rețeaua trifazată de tensiune

U, V, W – Bornele de la care se alimentează mașina asincronă.

PE – Nul de protecție

+, - - Borne la care se leagă reostatul de frânare.

Panoul de control prin intermediul căruia se introduc și se extrag date de la convertorul static este prezentat în figura de mai jos:

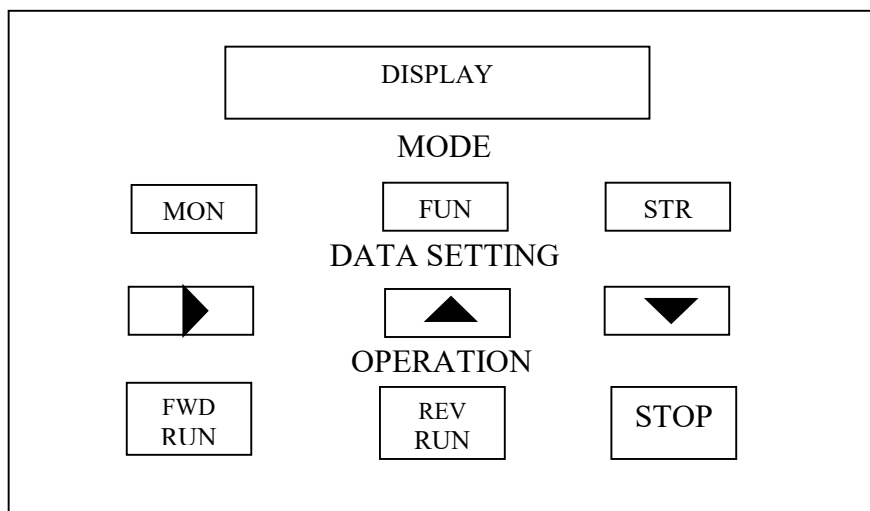


Fig. 2. Panoul de control

- Accesează funcții prin intermediul cărora convertorul se leagă la terminalul unui calculator
- Accesează lista de funcții și parametrii care se pot introduce pentru rularea unei aplicații.
- Salvează parametri introduși sau modificați
- Trece la parametrul anterior sau încreează valoarea afișată
- Trece la parametrul următor sau decrementează valoarea afișată
- Se deplasează cursorul sub valoarea care se dorește a fi modificată.
- Pornirea motorului într-un sens

REV RUN	- Pornirea motorului în sens invers
STOP	- Decuplarea motorului

În continuare se prezintă principalele funcții care se pot configura prin intermediul panoului de control pentru a se realiza o aplicație.

F-01 ACCEL-1 – panta de accelerare. Se reglează timpul în care frecvența crește de la zero la valoarea reglată

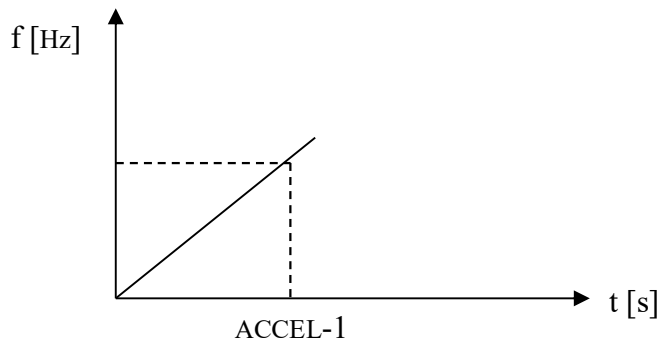
F-02 DECCEL-1 – Panta de frânare. Timpul în care frecvența scade de la valoarea reglată la zero.

F-05 H-LIM-F – Se introduce frecvența maximă a tensiunii de ieșire a convertorului.

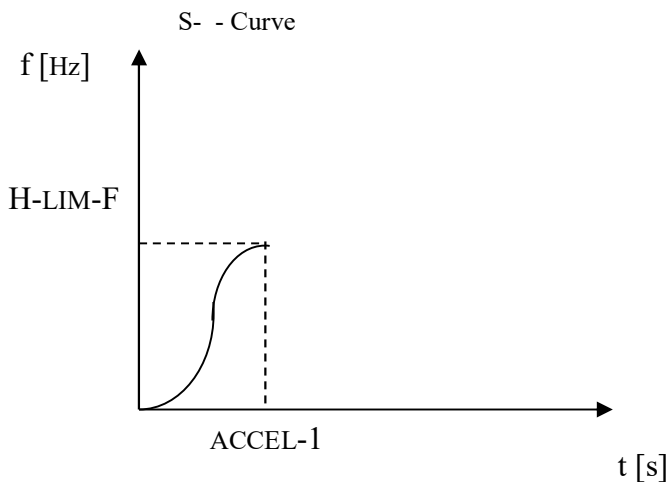
F-06 L-LIM-F – Frecvența minimă a tensiunii de ieșire.

F-24 ACC line – Se selectează forma pantei de accelerare.

Această funcție conține două valori implicite care pot fi selectate:



**Fig.3.** Panta de accelerare

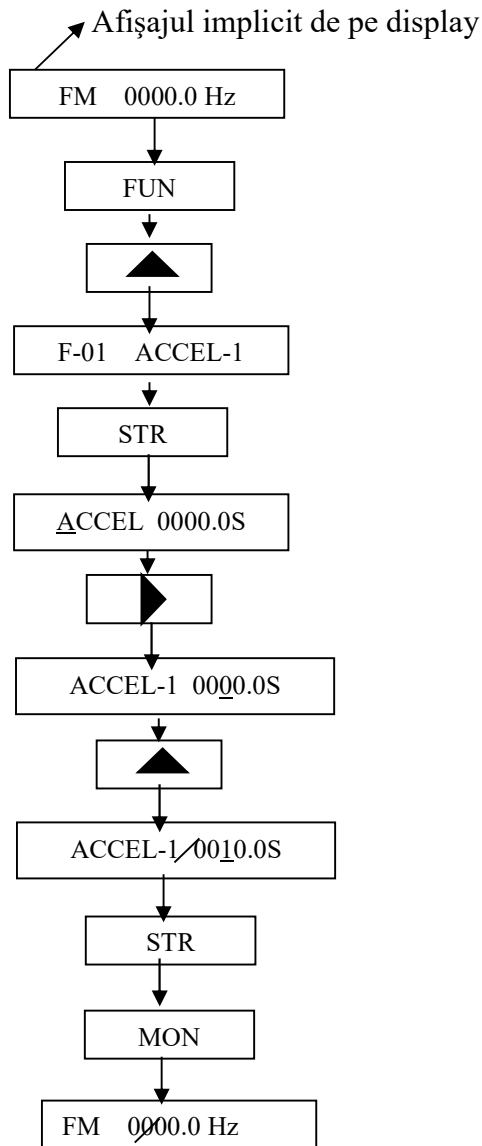


**Fig.4.** Frecvența maximă a tensiunii de ieșire

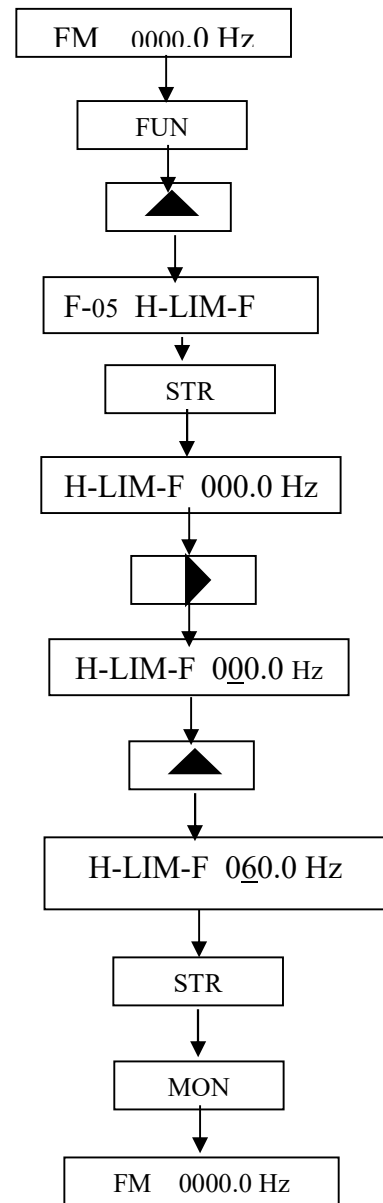
F-25 DEC line - Se selectează forma pantei de frânare. Are aceleași valori implicite „linear” și „S-Curve”

F<sub>11</sub>- Fstop-T – Releu de timp (temporizare la acționare)

În secvențele următoare sunt prezentate câteva exemple de introducere a parametrilor necesari unei aplicații:



Prin această succesiune s-a reglat panta de accelerare la 10 s



Prin secvența de mai sus s-a fixat frecvența maximă la valoarea de 60 Hz

### 2.2.Desfășurarea lucrării

Se realizează practic următorul montaj:

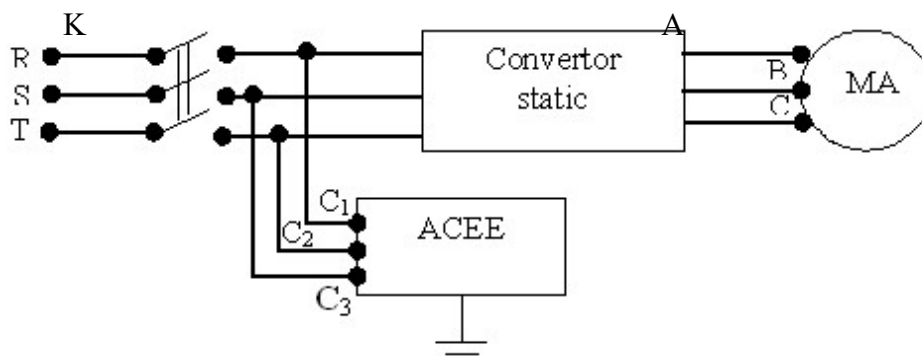


Fig.6. Schema de montaj



ACEE – analizor de calitate a energiei electrice

MA – motor de curen alternativ

Se închide K alimentând convertorul și prin setarea corespunzătoare a acestuia se testează câteva dintre funcțiile prezentate la partea teoretică. În schemă s-a apăsat și un analizor de calitate a energiei electrice cu ajutorul căruia se poate observa forma tensiunii de alimentare a motorului și regimul deformant pe care convertorul îl introduce în rețeaua de alimentare.

Cu ajutorul analizorului de calitate a energiei putem să vizualizăm și să stocăm cu ajutorul unui calculator valori măsurate, analiza armonică și variația în timp a curentului și tensiunii la diferite momente de timp. Pe baza acestor capturi s-au calculat amplitudinile armonicilor de curent și tensiune, precum și coeficienți caracteristici ai regimului deformant.

În continuare sunt prezentate câteva armonici care au fost înregistrate cu ajutorul unui analizor de calitate a energiei electrice.

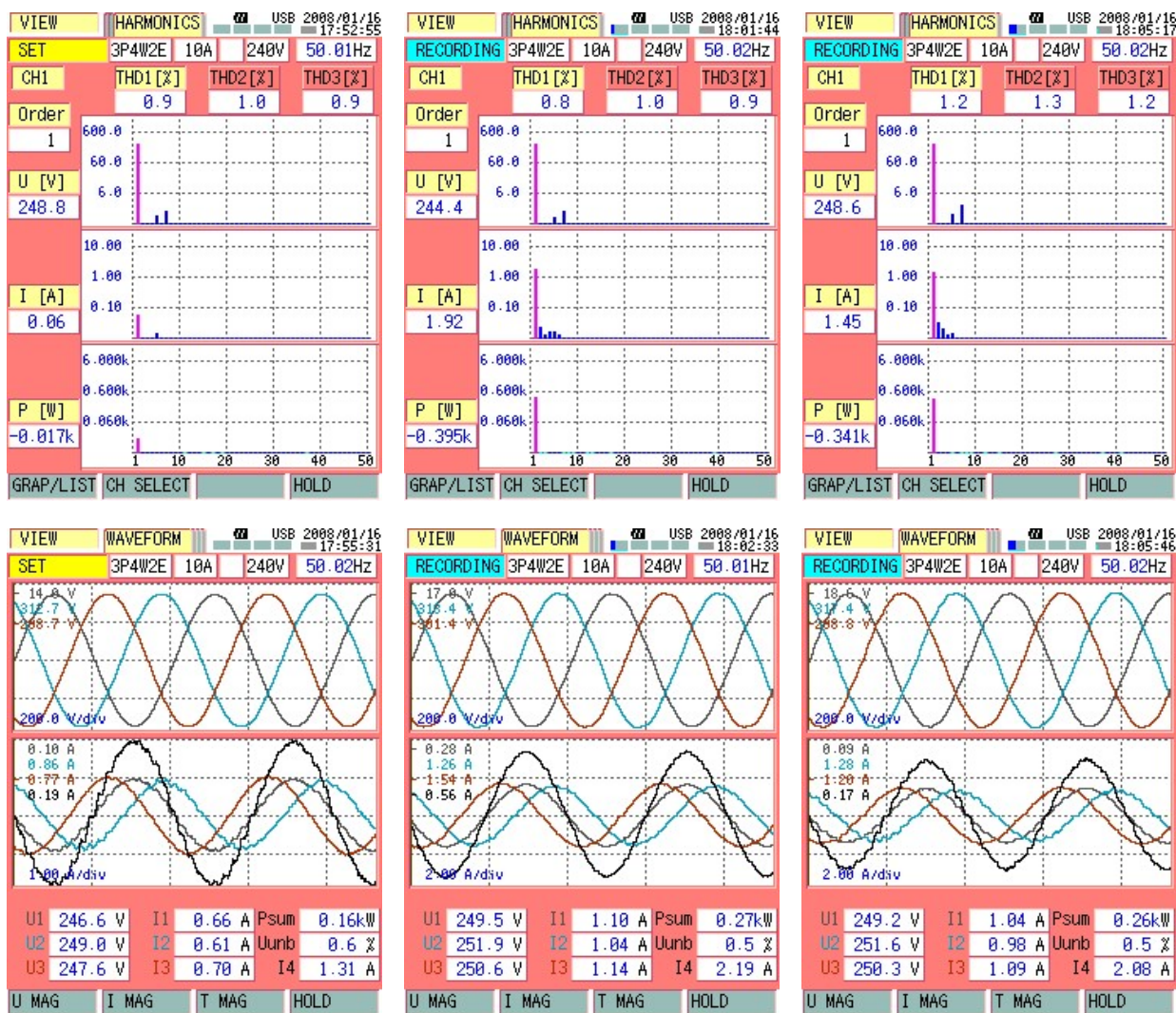


Fig. 7. Măsurători de calitate ai energiei electrice

### Concluzii

Pe baza acestora se pot calcula valorile armonicilor de curent, precum și valorile coeficienților caracteristici. În urma acestora se vor trage concluziile cu privire la avantajele și dezavantajele pe care le au introducerea elementelor semiconductoare de putere, în pornire, reglarea și acționarea motoarelor electrice de curent alternativ.

Lucrarea prezentată reprezintă o variantă modernă și utilă pentru studiul funcționării motoarelor electrice, în condițiile introducerii electronicii de putere, încercând să prezinte toate aspectele necesare. Lucrarea are un caracter didactic, fiind utilă pentru studenții care studiază convertoarele statice, precum și mașinile electrice.

### Bibliografie

1. Marcu, M., Borca, D. – „Convertoare statice în acționări electrice”. Editura TOPOEXIM, București, 1999.
2. Bitoleanu, Al., ș.a. - Convertoare statice. Editura Infomed, Craiova, 1997.
3. Tunsoiu, Ghe., ș.a. – „Acționări electrice”. Editura Tehnică, București, 1981.
4. Novac, I., Micu, E., ș.a. - Mașini și Acționări Electrice. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
5. Stoichițoiu A., Dan V. – “Mașini electrice - Lucrări de laborator”. Litografia Institutului de Mine Petroșani

# IMPORTANTA CENTRALELOR HIDROELECTRICE ÎN SISTEMUL ENERGETIC NAȚIONAL ÎN CONDIȚIILE CREȘTERII PUTERII TOTALE INSTALATE ÎN CENTRALELE EOLIENE

**Autor: Adrian Viorel BABAU<sup>1</sup>**  
**Sebastian TOMA<sup>2</sup>**

**Coordonator: Conf.univ.dr.ing. Ilie UTU<sup>3</sup>**  
[adi\\_babau92@yahoo.com](mailto:adi_babau92@yahoo.com)

<sup>1</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Exploatarea instalațiilor electrice industriale, anul II

<sup>2</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetica industrială, anul IV

<sup>3</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Facultatea, Departamentul: ACIEE

## Rezumat

Productia energetica in SEN este asigurata de termocentrale (pe carbune si gaz), hidrocentrale, centrale eoliene, centrale fotovoltaice, centrale pe biomasa si centrala nucleara Cernavoda.

In conditiile in care puterea totala instalata in centralele eoliene a depasit pragul de 3000MW, stabilitatea SEN este mult mai greu de asigurat, in principal din cauza caracterului intermitent al vantului si ca mare parte din parcurile eoliene sunt concentrate in zona Dobrogea.

Pentru a determina cat de importante sunt centralele hidroelectrice din Sistemul Electroenergetic National in asigurarea echilibrului permanent productie-consum am ales o perioada de 2 ani, anul 2015 si anul 2016, pentru realizarea unei analize a dezechilibrelor generate de centralele eoliene si a abaterii dintre consumul notificat si cel realizat.

## Cuvinte cheie

*Centrala hidroelectrică, rezervă tehnologică, reglaj secundar, piața de echilibrare .*

## 1. Centrale hidroelectrice

### 1.1. Evoluție

Energia hidroautilica a fost utilizata de om pe parcursul a mii de ani. In India si Imperiul Roman morile actionate de apa erau folosite pentru macinarea cerealelor, la actionarea gaterelor pentru taierea lemnului si a pietrei. Apa a fost folosita pe larg in Evul Mediu in Anglia la extractia minereurilor. Aceasta metoda a evoluat in perioada goanei dupa aur din California, SUA.

In Orient, energia hidroautilica era folosita preponderent la irigarea culturilor. Energia mecanica necesara diverselor industrii a determinat amplasarea fabricilor in imediata apropiere a cursurilor de apa.

In prezent, energia hidroautilica este folosita pentru productia de energie electrica, dezvoltarea tehnologica in acest sector energetic fiind considerabila incepand cu secolul al XX-lea.

### 1.2. Tipuri de centrale hidroelectrice

Din punct de vedere al caderii de apa de la priza de apa pana la nivel turbină, centralele hidroelectrice pot fi [10]:

- cu cadere de apa mica,  $h < 20\text{m}$ ;
- cu cadere de apa medie  $20\text{m} < h < 100\text{m}$ ;
- cu cadere de apa mare  $100\text{m} < h < 2000\text{m}$ .

In functie de modul de amplasare al centralei in raport cu sursa de apa, se disting centrale hidroelectrice (CHE) pe firul apei si CHE in derivatie cu cursul natural al apei.

- **Amenajarile pe firul apei** – sunt amenajari de caderi mici sau medii, cu ridicarea nivelului amonte obtinuta prin baraj. Printre dezavantaje se numara posibilitatile de acumulare reduse, in unele situatii acumularea fiind nula.

De asemenea, CHE de acest tip sunt de debite mari, fiind supuse unor variatii mari ale puterii disponibile, dictate de debitul afluent.

Regasim acest tip de centrala la Portile de Fier (I si II), precum si la centralele aval de marile unitati hidroenergetice (Olt, Arges, Hateg, Bistrita, Somes, Cris, Targu Jiu).

- **Amenajarile in derivatie**

In acest caz, derivatia poate fi realizata in doua scopuri, unul pentru a prelua partial debitul cursului de apa (specifice centralelor de mica putere), al doilea scop fiind acela de a creste caderea de apa la CHE mari.

La CHE cu ridicarea nivelului amonte (mutarea barajului in amonte fata de centrala) cursurile de apa sunt deviate in lacul de acumulare.

Centrala hidroelectrică Stejaru este o CHE cu ridicarea nivelului amonte.

Dupa tipurile de turbine de puteri mari (centrale dispecerizabile) utilizate in CHE se deosebesc:

- CHE cu hidroagregate echipate cu turbine Kaplan;
- CHE cu hidroagregate echipate cu turbine Francis;
- CHE cu hidroagregate echipate cu turbine Pelton.

Important de mentionat este faptul ca sunt folosite si turbinele bulb (CHE Porti de Fier II, CHE Ipotesti, Draganesti, Frunzaru, Rusanesti, Izbiceni), dar din punct de vedere al turbinei, acestea sunt asemanatoare cu turbinele Kaplan, deosebirea fiind faptul ca sunt amplasate orizontal.

## 2. Tipuri de rezerve tehnologice de sistem in sen

### 2.1. Rezerva de reglaj primar

Reglajul primar reprezinta reglarea automata si rapida a puterii active a grupurilor generatoare sub actiunea reguletoarelor de viteza locale, in scopul mentinerii echilibrului intre productie, consum si sold programat (import sau export).

Rezerva de reglaj primar este reprezentata de rezerva de putere care, la abaterea frecventei de la valoarea de consemn setata pe regulatorul local, poate fi mobilizata complet si automat in 30 de secunde si poate ramane in functiune pe o durata de minim 15 minute.

Reglajul primar este un serviciu obligatoriu pentru racordarea la SEN a capacitatilor de productie de energie electrica. De asemenea, nu este un serviciu platit, nici la nivel de rezerve asigurate, nici la nivel de rezerve activate (energie activata).

La nivelul zonei de control Romania din cadrul ENTSO-E, rezerva de reglaj primar este de aproximativ 57MW. Formula de calcul al statismului este:

$$s_G = \frac{\frac{\Delta f}{f}}{\frac{\Delta P_G}{P_N}} \times 100[\%]$$

unde  $f$  reprezinta frecventa setata pe regulator,  $P_N$  reprezinta puterea activa nominala a grupului,  $\Delta f$  reprezinta abaterea cvasistationara de frecventa,  $\Delta P_G$  reprezinta abaterea de putere corespunzatoare abaterii de frecventa.

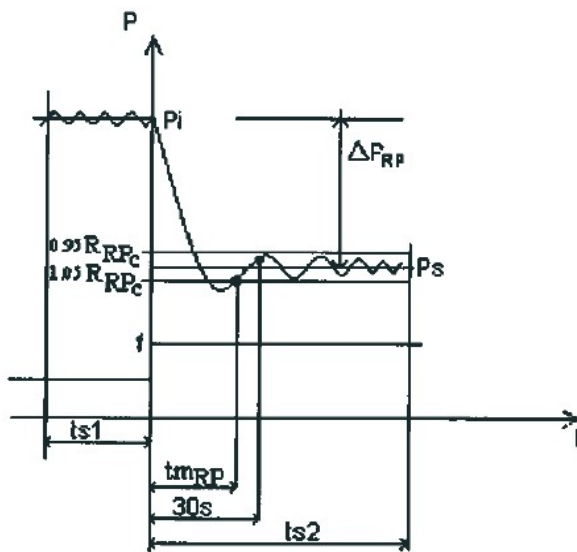


Figura 2.1. Mobilizarea rezervei de reglaj primar

In figura 2.1  $P_i$  reprezinta puterea initiala,  $P_s$  reprezinta puterea stabilizata,  $s$  reprezinta gradul de statism,  $t_{MRP}$  reprezinta timpul de mobilizare a rezervei de reglaj primar (timpul in care puterea mobilizata se incadreaza intre 1.05 si 0.95 din puterea calculata a fi mobilizata) iar  $\Delta P_{RP}$  reprezinta puterea mobilizata in reglaj primar.

### 2.2. Rezerva de reglaj secundar

Reglajul secundar reprezinta reglarea automata si rapida a puterii active a grupurilor generatoare sub actiunea regulatorului central frecventa-putere, in scopul mentinerii echilibrului intre productie, consum si sold programat (import sau export) si pentru restabilirea rezervei de reglaj primar.

Rezerva de reglaj secundar reprezinta rezerva de putere care, la abaterea frecventei/soldului SEN de la valoarea de consemn poate fi mobilizata automat intr-un interval de maxim 15 minute.

Volumul rezervei de reglaj secundar recomandat a fi contractat de Operatorul de Transport si Sistem (OTS) este calculat conform Policy 1 (ENTSO-E). Formula de calcul este:

$$R = \sqrt{a * L_{max} + b^2} - b \text{ [MW]}$$

unde  $R$  reprezinta rezerva de reglaj secundar,  $L_{max}$  reprezinta consumul maxim anticipat a fi realizat in zona de control a regulatorului central, iar  $a$  si  $b$  sunt doua constante stabilite in Policy 1.

Energia de reglaj secundar este activata de regulatorul central frecventa-putere pe baza blocului proportional dat de formula:

$$G_i(ACE) = \Delta P_i + K_{ri} \Delta f$$

unde consemnul  $G_i$  este calculat functie de abaterea de putere activa a SEN (sold realizat-sold programat), de abaterea fata de frecventa de consemn  $\Delta f$  si functie de constanta de proportionalitate  $K_{ri}$  a regulatorului.

Constanta de proportionalitate  $K_{ri}$  se calculeaza cu:

$$K_{ri} = C_i * \lambda$$

unde  $C_i=1.1$  este coeficientul de contributie, iar  $\lambda$  este caracteristica putere-frecventa a retelei. Astfel,  $K_{ri}$  are valori de ordinul sutelor de [MW/Hz] (uzual 500-600MW/Hz), deoarece abaterea de frecventa este mult mai mica, ca ordin de marime, decat abaterea de putere (sold).

### 2.3. Rezerva de reglaj tertiar

Rezerva de reglaj tertiar este impartita in rezerva tertiară rapida si rezerva tertiară lenta.

Rezerva tertiară rapida este rezerva de putere asigurata de grupuri generatoare care sunt calificate pentru a realiza incarcarea sarcinii in maximum 15 minute de la emiterea dispozitiei de dispecer. Rezerva tertiară lenta este rezerva de putere asigurata de grupuri generatoare care sunt calificate pentru a realiza pornirea si incarcarea sarcinii in maximum 7 ore de la emiterea dispozitiei de dispecer. Acest tip de rezerva este caracteristic centralelor termoelectrice, fiind activata cand se constata posibilitatea aparitiei unui deficit accentuat de putere activa in SEN, pe o perioada mai mare de timp (zile).

Conform [9], functionarea centralelor eoliene (CE) presupune asigurarea unor rezerve suplimentare de putere in SEN. Astfel, valoarea minima de rezerva tertiară rapida (RTR) necesara suplimentar fata de valorile anterioare, impusa de functionarea CE, este de 730MW, valoare ce urmeaza a fi actualizata de la an la an, pe baza datelor masurate.

In cazul rezervei de reglaj tertiar lent, acestea sunt stabilite prin procedurile interne ale CNTEE Transelectrica si reprezinta 700MW, echivalentul declansarii unui grup de la CNE Cernavoda (700MW).

In figura 2.2 este prezentat modul de activare al rezervelor la aparitia unui dezechilibru intre productie si consum. Astfel, in prima faza este activata rezerva de reglaj primar la nivel de UCTE. Activarea automata a rezervei de reglaj secundar se realizeaza pentru restabilirea rezervei de reglaj primar. Activarea manuala a rezervei de reglaj tertiar rapid si lent au drept scop restabilirea rezervei de reglaj secundar la nivelul zonei de control (Romania).

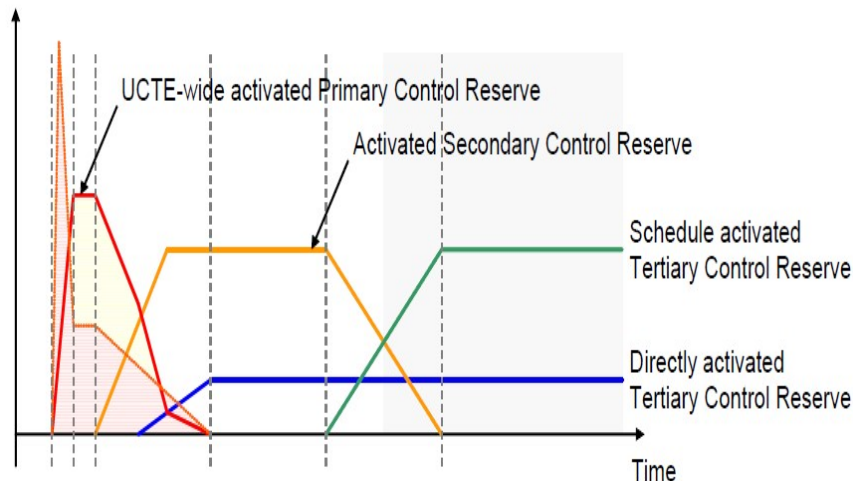


Figura 2.2. Principiul mobilizării rezervelor de putere

### 3. Importanța centralelor hidroelectrice in echilibrarea sen

Pentru a determina cat de importante sunt centralele hidroelectrice din Sistemul Electroenergetic National in asigurarea echilibrului permanent productie-consum am ales o perioada de 2 ani, anul 2015 si anul 2016, pentru realizarea unei analize a dezechilibrelor generate de centralele eoliene si a abaterii dintre consumul notificat si cel realizat.

Pornind de la ipoteza ca orice dezechilibru insumat al centralelor eoliene si al consumului, mai mare de 100MWh/h, in conditiile unei productii ridicate in centralele eoliene, va pune in pericol siguranta SEN. Totusi, in



situatia in care in SEN exista o cantitate mai mare de rezerva terciara rapida decat cantitatea contractata ca serviciu de sistem, cantitatea de 100MWh/h mai sus amintita poate fi depasita cu diferenta de RTR exstenta.

Astfel, din pagina web a Transelectrica am preluat date referitoare la productia totala realizata, consumul realizat, productia realizata in centrale eoliene, productia realizata in centrale hidroelectrice, consumul notificat in SEN, productia notificata in centralele eoliene, prognoza de consum a DEN (Dispecerul Energetic National), rezerva terciara rapida activata in SEN, energia totala activata pe Piata de Echilibrare si ordinele de dispecer primite pentru centralele hidroelectrice pentru activarea RTR pentru fiecare interval orar (interval de decontare) din perioada analizata.

Cantitatea de informatii de analizat fiind de ordinul a cel putin 17544 inregistrari pe fiecare element mentionat anterior, a fost necesara realizarea unei baze de date in Microsoft Access pentru prelucrarea informatiilor. Astfel, numarul total de inregistrari necesar a fi prelucrate in baza de date a fost de aproximativ 188738 de inregistrari, 65930 fiind aferente ordinelor de dispecer pentru activarea rezervei terciare rapide.

Datele au fost preluate din sectiunea *Transparenta-Echilibrare si STS-Rapoarte Zilnice*.

In cadrul analizei am considerat definitorii intervalele in care modulul dezechilibrului productiei realizate fata de productia notificata in centralele eoliene este mai mare de 300MWh/h.

Formulele utilizate pentru a evidentia amploarea dezechilibrului generat sunt:

$$\text{Dezechilibru\_Consum} = \text{Cons\_Brut\_Notif\_SEN} - \text{Consum} \quad (3.1)$$

$$\text{Dezechilibru\_Eolian} = \text{Eoliana} - \text{Notificat\_eolian\_SEN} \quad (3.2)$$

$$\text{Necesar\_compensare\_PE} = \text{Dezechilibru\_Consum} + \text{Dezechilibru\_Eolian} \quad (3.3)$$

unde:

*Cons\_Brut\_Notif\_SEN* reprezinta consumul notificat in SEN;

*Consum* reprezinta consumul masurat in SEN;

*Notificat\_eolian\_SEN* reprezinta productia de energie eoliana notificata in SEN;

*Eoliana* reprezinta productia de energie realizata in SEN;

*Dezechilibru\_Consum* reprezinta dezechilibrul consumului, astfel ca valorile pozitive ale acestuia trebuie compensate prin activarea de energie de echilibrare la scadere (DOWN);

*Dezechilibru\_Eolian* reprezinta dezechilibrul generat de centralele eoliene, valorile negative trebuie compensate prin energie de echilibrare la crestere (UP);

*Necesar\_compensare\_PE* reprezinta necesarul de energie de echilibrare ce trebuie activata pe PE (piata de echilibrare) pentru a compensa dezechilibrele generate de consumul si productia eoliana gresit estimate de producatori si partile responsabile cu echilibrarea (din care fac parte si furnizorii de energie electrica). Daca necesarul de compensare este pozitiv, atunci energia necesar a fi activata de piata de echilibrare trebuie sa fie de semn contrar, deci energie la scadere (DOWN).

De asemenea, pentru a determina importanta CHE in echilibrarea SEN am considerat definitorii intervalele in care energia aferenta rezervei terciare rapide activata, in modul, a fost mai mare de 200MWh/h.

La nivel de SEN au fost inregistrate 4487 de intervale in care dezechilibrul in modul al productiei eoliene a fost mai mare de 300MWh/h.

Din datele rezultate putem observa ca in cea mai mare parte din intervalele in care dezechilibrul generat de eoliene, in modul, este mai mare de 300MWh/h, Sistemul Energetic National se echilibreaza singur, deoarece echilibrul realizat prin energia vanduta la preturi nesemnificative de producatorii de energie in centrale eoliene este un echilibru fictiv, consumul realizat (real) neajungand la aceste valori. Totusi, exista si situatii in care consumul notificat este real (apropiat de cel realizat), in aceste situatii intervenind CHE si furnizorii de RTR pentru echilibrarea SEN. Energia furnizata de CHE in SEN prin activarea RTR se regaseste in coloana *SumOfEnergie\_Activata\_DO* din tabelul 1.

La nivel de SEN, pe perioada celor doi ani analizati au fost gasite 116 intervale orare in care au fost respectate conditiile mentionate anterior (dezechilibru eolian > 300MWh/h, RTR activat CHE > 200MWh/h). Acestea putea fi intervale critice pentru siguranta SEN, daca CHE nu ar exista sau nu ar furniza RTR.

Chiar daca intervalele semnificative reprezinta aproximativ 0.6% din intervalele de dispecerizare aferente perioadei analizate, este de ajuns un singur interval pentru a genera un colaps partial sau total al SEN.

Totusi, din datele aferente energiei de echilibrare activata in SEN, ne dam seama ca au existat intervale in care dezechilibrul SEN nu a fost generat doar de productia eoliana. Pentru o analiza si mai exacta ar fi nevoie de energia de reglaj secundar, energia de reglaj terciar lent si notificariile celorlalti participanti la piata de echilibrare.

Totusi, pentru mare parte din intervale rezultatele sunt concludente. Astfel, exista intervale in care echilibrul productie-consum notificat este fictiv, generat de perturbile mici ale energiei eoliene.

## Bibliografie

- [1] Curs "Conversia neconventionala a energiei electrice.", Mircea GOGU, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iasi
- [2] <http://www.transelectrica.ro>
- [3] <http://www.hidroelectrica.ro>

- [4] PO Verificarea functionarii grupurilor hidroelectrice si termoelectrice in reglaj primar, cod TEL – 07.V OS-DN280, revizia 0, CNTEE Transelectrica
- [5] PO Verificarea functionarii grupurilor hidroelectrice si termoelectrice in reglaj secundar, cod TEL – 07 V OS-DN/190, revizia 1, CNTEE Transelectrica
- [6] Policy 1 - Load-Frequency Control and Performance, ENTSO-E, March 2009
- [7] PO Calculul cantitatilor energiei de reglaj secundar, cod TEL – 07.VI ECH-DN/257, revizia 1, CNTEE Transelectrica
- [8] PO Calificarea furnizorilor de servicii tehnologice de sistem, cod TEL – 07.V OS-DN/154, revizia 1, CNTEE Transelectrica
- [9] PO Stabilirea puterii maxime instalabile in centralele eoliene si a rezervelor de putere suplimentare necesare pentru siguranta SEN, cod TEL – 07.38, revizia 0, CNTEE Transelectrica
- [10] Curs “Centrale hidroelectrice”, R. Timovan, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca

# ENERGIE REGENERABILĂ UTILIZATĂ LA ÎNCĂLZIREA CASEI CU AJUTORUL COLECTOARELOR SOLARE

**Autori:** Rahela Anton<sup>1</sup>, Cezar Ciobanu<sup>1</sup>  
[elliera05@gmail.com](mailto:elliera05@gmail.com)

**Coordonatori:** Șef lucr.dr.ing. Florin POPESCU<sup>2</sup>, Conf.univ.dr.ing. Marius Daniel MARCU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., specializarea: Energetică Industrială, anul I

<sup>2</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., Departamentul ACIEE

## Rezumat

Energia solară este energia radiantă produsă în Soare ca rezultat al reacțiilor de fuziune nucleară. Ea este transmisă pe Pământ prin spațiu în cuante de energie numite fotoni, care interacționează cu atmosfera și suprafața Pământului.

Energia solară se referă la transferul energiei luminoase a radiației de Soare. Aceasta poate fi folosită pentru a genera energie electrică (panouri fotovoltaice) sau pentru încălzirea interiorului unei clădiri (panouri solare).

Totodată, încălzind în mod diferit straturile atmosferice, energia solară determină indirect deplasarea acestora, deci, implicit, formarea curenților de aer și a vântului.

Fenomenele de evaporare a apelor de la suprafață, formarea norilor și a precipitațiilor au la bază, de asemenea energia solară. Și tot ei îi este datorat procesul de fotosinteză la plante și eliminarea în mediu a oxigenului, atât de necesar vieții pe Pământ.

## Cuvinte cheie

*energie solară, panou solar, colector, instalație solară, încălzire.*

## 1. Introducere

Soarele este o stea de mărime și luminozitate medie ca și majoritatea celorlalte stele. Uriașa energie furnizată de Soare este datorată reacțiilor de fuziune nucleară care au loc în interiorul său.

Energia solară poate fi utilizată intens în Dobrogea, Câmpia Română, Câmpia de Vest, Banat, unde durata de strălucire a Soarelui este mare (2.400 de ore anual). Zone cu flux energetic similar important sunt și podișurile Transilvaniei și Moldovei. Sursele geotermale din vestul țării au fost valorificate pe aliniamentul stațiunilor Băile Felix, Tinca, Buziaș.

O instalație solară este alcătuită din unul sau mai multe panouri solare (denumite și colectoare solare), cărora li se adaugă componente de racord la instalația sanitară, de prindere în acoperiș, unul sau doua boilere, pompa de recirculare, elemente electronice (controller).

Cele mai importante colectoare solare pentru încălzirea apei calde sunt: colectoarele plane, colectoarele cu tuburi vidate și colectoarele de tip jgheab.

## 2. Panourile solare

La panourile solare se face diferența între cele fotovoltaice (fig.1) folosite pentru producerea de energie electrică și cele termice folosite pentru încălzire.

Panourile solare termice sunt colectoare plate, colectoare cu tuburi vidate sau de tip jgheab.

Colectoarele plane s-au folosit pe scară largă datorită prețului mai scăzut.

Colectoarele cu tuburi vidate - mai scumpe dar mai performante se utilizează de mai bine de douăzeci de ani. În ultima vreme prețurile au devenit accesibile datorită seriilor mari de fabricație și a avansului tehnologic. Acestea din urmă se utilizează în special la aplicațiile unde este necesară o temperatură mai ridicată sau la instalațiile complexe, care generează atât apă caldă menajeră cât și căldura pentru încălzirea locuințelor. La această oră, recomandarea tehnicienilor se îndreaptă tot mai mult înspre colectoarele cu tuburi vidate datorită gradului ridicat de izolare termică, a eficienței lor mult crescute și a scăderii continue a prețului.



**Fig. 1.** Structura panoului fotovoltaic

Colectoarele solare plane se clasifică după următoarele criterii: natura agentului termic, modul de asigurare a absorbției energiei solare, forma constructivă a ansamblului absorbant, forma constructivă a canalului prin care circulă agentul termic.

Sunt cele mai utilizate colectoare din lume pentru încălzirea apei, folosită la uzul intern, dar și la diverse aplicații ce necesită apă caldă (piscine, sisteme de încălzire etc.). Aceste colectoare au o gamă de utilizare de la sub -20° C la aproximativ 85° C, ce este exact în gama de operare necesare pentru aceste aplicații. Ele sunt durabile și eficiente. Colectoarele plate au un avantaj major față de alte tipuri ce nu sunt la fel de rezistente în zonele în care se ninge destul de mult. Acestea sunt un standard la care toate celelalte tipuri de colectoare sunt raportate.

Colectoarele plane sunt împărțite în două categorii în funcție de scopul utilizării lor, cele destinate încălzirii apei și cele destinate încălzirii aerului.

Condițiile în care diferite tipuri de colectoare plane sunt utilizate pentru încălzirea apei sunt:

- cu circuit, cu o suprafață mică străbătută de apă și cu o capacitate de apă redusă, se utilizează materiale cu o bună conductivitate, ca și cuprul sau aluminiul; se utilizează la temperaturi înalte;
- tipul sandwich, în care atât suprafața udată cât și capacitatea de apă sunt ridicate; se pot utiliza materiale cu o conductivitate redusă, ca plasticul sau oțelul; se utilizează la încălzirea piscinelor;
- tipul semi-sandwich, în care se utilizează materiale cu conductivitate medie ca și oțelul sau aluminiul.

## 2.2. Funcționarea panourilor solare.

Un sistem este format din 2 părți: panou solar (colector) și rezervor (boiler).

Panoul este partea cea mai importantă deoarece radiația solară este captată de suprafața absorbantă a acestuia formată dintr-o tabelă de cupru tratată cu un strat selectiv din titan, iar sub aceasta sunt sudate țevile de cupru prin care circulă agentul termic. Acest lichid, în momentul când se încălzește urcă în partea de sus a colectorului după care ajunge în boiler. Aici el transferă căldură către apa menajeră care circulă liber în rezervor, apoi când se răcește, coboară din nou în colector pentru a-și relua ciclul. Agentul termic poate ajunge la 120° C, astfel ca temperatura apei din rezervor poate atinge 75-90° C pe timp de vară și 30-45° C pe timp de iarnă. În rezervor apa se menține tot timpul caldă datorită faptului că este izolat cu un strat de poliuretan. Pentru sezonul rece rezervorul poate să-și folosească și siguranța de 4 Kw cu termostat, care este privită ca un ajutor. Un lucru foarte important de știut este ca temperatura exterioară nu afectează funcționarea instalației solare. În perioada de iarnă radiația solară este mai mică, deoarece și ziua durează mai puțin, însă pentru a avea randament maxim pentru cele 3 luni de iarnă, există posibilitatea de mărire a capacității suprafeței de absorbție, prin adăugarea unui simplu colector.

În general, colectoarele plane sunt formate dintr-o rețea de țevi din material termoconductor (cupru, în general) cu aripioare din tablă pentru creșterea suprafeței de captare.

Tot acest ansamblu este așezat într-o cutie bine izolată termic. Această cutie are peretele dinspre soare transparent (din sticlă cu transparența ridicată), iar suprafața țevii și a aripioarelor metalice este acoperită cu un strat selectiv (fig. 3) care facilitează absorbția radiațiilor solare și limitează în același timp reflexia acestora. Eficiența acestui tip de colectoare este mai redusă decât a colectoarelor cu tuburi vidate - la suprafețe de captare similare - dar prețul de cost este și el mai scăzut.

Există asemenea colectoare plane în multiple variante constructive, iar recent eficiența lor a fost îmbunătățită simțitor.

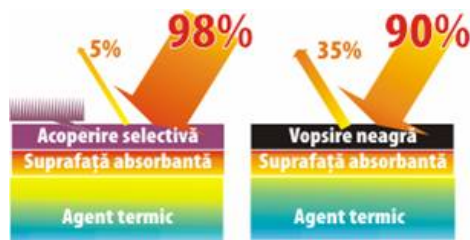


Fig. 3. Strat selectiv (acoperire selectivă)

Toate corpurile emit radiație termică. Suprafața ideală a unui colector solar absoarbe maximum de radiație solară și emite foarte puțină din aceasta. Stratul de la suprafața colectoarelor are rolul de a crește în mod selectiv absorbția radiațiilor solare și de a reduce la minim emisivitatea termală. Această acoperire selectivă crește foarte mult eficiența colectoarelor solare. Există diverse tehnologii pentru crearea acestui strat selectiv al colectorului prin care circulă agentul termic: vopsire cu materiale speciale, tratamente termochimice, tratamente electro-chimice, etc.

Colectorul plat este o tehnologie mai veche decât colectoarele cu tuburile vidate. Sub unui sau mai multor straturi de sticlă transparență se află stratul cu substanța absorbantă. Sub acest strat este pompat agentul termic printr-un sistem de capilare unde preia căldură captată de stratul absorbant.

Avantaje:

- eficiență în prepararea apei calde menajere, încălzirea spațiului locativ;
- preț relativ ieftin;
- ușor de instalat, se poate și încadra în acoperiș;

Dezavantaje:

- pierdere relativ mare de căldură în condiții de temperaturi joase;



- nu are expunere optimă/perpendiculară permanentă;
- poate fi afectat de vânt;
- necesită spațiu mai mare pentru performanțe comparabile cu colectoare cu tuburi vidate;
- randament redus în condiții nefavorabile sau temperaturi joase;
- performanțe mai reduse decât colectorul cu tuburi vidate.

### 3. Dimensionarea panourilor solare la o cabană



Fig.4. Descrierea colectorului solar IKSD18 folosit pentru o cabană

Cabana este dotată cu un colector solar plan, care asigură încălzirea apei menajere necesare pentru un număr maxim de 10 persoane. Pentru a acoperi necesarul de apă menajeră se pot achiziționa cinci panouri solare, care sunt amplasate pe acoperișul cabanei.

#### Date tehnice:

Sistemul este compus din:

- PANOURI SOLARE PLANE 2,5 m<sup>2</sup> VERTICALE MODEL IPS001 cu randament mare, placa de captare selectivă;
- SISTEM DE FIXARE complet cu kit pentru racordul colectoarelor;
- BOILER SMĂLȚUIT CU DUBLĂ SERPENTINĂ, indicat pentru producția și stocarea ACM cu serpentina inferioară cu suprafață mare;
- GRUP DE CIRCULAȚIE compus din pompa de circulație, valve de siguranță, de aerisire, regulator de debit, termometre, presostate și sistem pentru umplerea instalației;
- CENTRALĂ SOLARĂ pentru gestionarea optimă a instalației solare;
- VAS DE EXPANSIUNE indicat pentru instalații solare;
- LICHID ANTIGEL non-toxic și biodegradabil;
- AMESTECATOR TERMOSTATIC;
- Vas de expansiune [litri]: 33
- Grup circulație: IGSD02
- Centralină solara: ICBS3
- Amestecător termostatic: 1 MIX
- Nr. persoane: 10
- Nr. Panouri Solare: 5
- Volum boiler [litri]: 750
- Lichid antigel [litri]: 20
- Model: Sistem de Panouri Solare IKSD18
- Categori: Sisteme solare complete

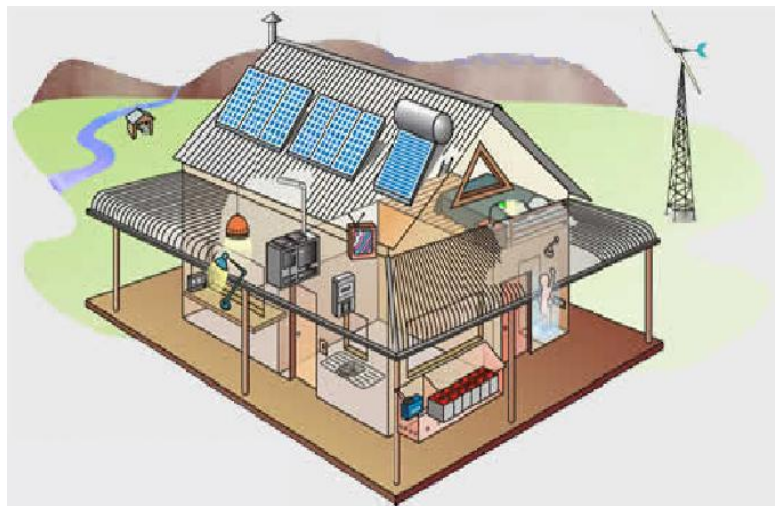


Fig. 5. Cabană izolată cu colector solar IKSD18

#### 3.1. Încălzirea apei calde menajere

Sarcina termică necesară pentru încălzirea apei calde menajere  $Q_{acm}$ , se poate calcula cu relația:

$$Q_{acm} = n \cdot m \cdot c_w \cdot (t_b - t_r) / \tau \cdot 3600 \quad (1)$$

$n$  – este numărul de persoane;

$m$  [kg] - este cantitatea de apă caldă menajeră considerată ca și consum zilnic;  
 $c_w$  [kJ/kgK] - este căldura specifică a apei, mărime care variază cu temperatura, dar pentru care se poate considera valoarea  $c_w = 4,186 \text{ kJ} / \text{kgK}$ ;  
 $t_b$  [°C] - este temperatura apei din boiler;  
 $t_r$  [°C] - este temperatura apei reci, la intrarea în boiler;  
 $\tau$  [h] - este durata perioadei de încălzire a apei calde considerate, având o importanță deosebită pentru valoarea sarcinii termice.

Se va considera  $n=1$ , deci se va calcula sarcina termică necesară pentru încălzirea apei calde menajere necesare unei persoane,  $m=50 \text{ kg}$  - valoare medie recomandată de literatura de specialitate,  $t_b=45^\circ\text{C}$  - valoare recomandată pentru temperatura apei calde din boiler;  $t_r=10^\circ\text{C}$  valoare medie a apei reci, care vara este ceva mai caldă, dar iarna ceva mai rece și  $\tau=8 \text{ h}$  - valoare care coincide aproximativ și cu durata medie în care se manifesta radiația solară, deci cu durata medie în care poate fi captată aceasta.

Înlocuind valorile numerice considerate, se obține pentru sarcina termică necesară în vederea preparării apei calde menajere necesare zilnic pentru 10 persoane:

$$Q_{acm} = 10 * 50 * 4.186 * (45 - 10) / 8 * 3600 = 7325.5 / 28800 = 0.25 \text{ kW} = 250 \text{ W} \quad (2)$$

Necesarul zilnic de apă caldă și distribuția acestuia pe 24 h depinde în mare măsură de caracteristica specifică a consumatorului. El este diferit pentru locuințe și, respectiv, o unitate de producție.

Pentru a afla necesarul de apă menajeră de care cabana are nevoie pe zi vom folosi următoarea formulă:

$$C_z = q * n \quad (3)$$

$C_z$  - consumul zilnic necesar de apă;  
 $q$  - consum specific, egal cu 50 l;  
 $n$  - numărul de persoane.

$$C_z = 50 * 10 = 500 \text{ l/zi} \quad (4)$$

În funcție de zona și câtă apă caldă se folosește un sistem solar de încălzire a apei se amortizează în mai puțin de 5 ani. Un sistem bine întreținut poate avea durata de viață până la 15-20 de ani, mult mai mult decât un boiler convențional.

Avantaje:

- ușor de instalat;
- se poate instala și în acoperiș;
- timp relativ scăzut pentru încălzirea apei menajere;
- acest colector poate fi utilizat și pentru energia termică;
- suprafața de montare mult mai mică;
- estetic din punct de vedere arhitectural;
- utilizează radiația solară;
- eficiență ridicată ( mai mare de 75% ) și durata de viață ridicată ( mai mare de 20 de ani).

Dezavantaje:

- trebuie protejate împotriva înghețurilor;
- îngreunează structura acoperișului;
- prețul de cost este ridicat pentru instalare;
- cantitatea de radiație solară captată este mult mai mică.

Colectorul solar este plasat pe acoperiș unde are acces la lumina solară directă. În momentul în care colectorul este destul de fierbinte, un termostat pornește o pompă, care recirculă un fluid, numit fluid de transfer termic, prin colector.

Pe urmă, fluidul fierbinte este direcționat spre rezervor, încălzind apa.

Un panou solar cu rezervor destinat încălzirii apei calde menajere încălzește, zilnic, o cantitate medie echivalentă cu capacitatea rezervorului. Temperatura la care poate fi încălzită apa diferă în funcție de anotimp, astfel, în lunile de iarnă, pentru că ziua e mult mai scurtă, temperatura apei ajunge între  $15-45^\circ\text{C}$ , iar vara, în zilele însorite, temperatura poate ajunge la peste  $90^\circ\text{C}$ .

Când este înnorat sau plouă, tuburile reușesc să capteze razele solare prin perdeaua de nori, însă cu o eficiență mult mai redusă. În astfel de zile apă va fi încălzită cu ajutorul curentului prin rezistența electrică a panoului solar sau a boilerului interior.

Rezistența fiind între 2 și 4 KW nu implică un consum foarte mare de curent. Sistemul de panouri solare se montează în direcția sud sau sud-vest într-un loc în care să fie iluminat direct cât mai mult timp pe perioada zilei și să nu fie umbrit de vegetație sau clădiri.

Sistemul activ de încălzire solară nu necesită nici un fel de întreținere cu condiția ca panoul să fi fost montat corect.

**Caracteristici:**

Instalație solară ProfiLine 5,1 mp (fig. 7), pentru prepararea apei calde menajere, cu panouri solare FK 6250 Prestige (fig. 6) sau IDKM Integra:

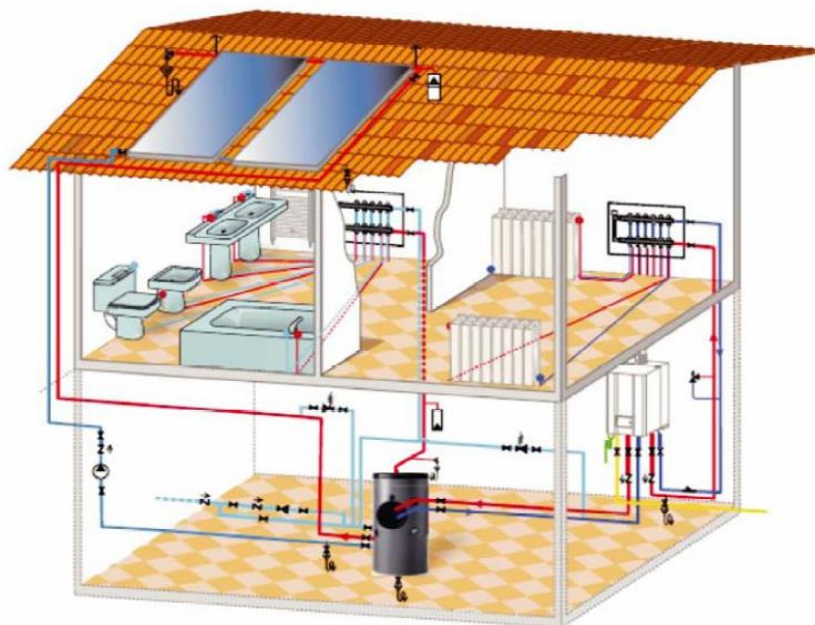
- panourile solare FK6250 Prestige se montează deasupra țiglelor / tablei;
  - panourile solare IDKM Integra se montează în locul țiglelor.
- ProfiLine 5,1 mp este o instalație solară de mare randament, pentru o familie alcătuită din 4-5 persoane.



**Fig. 6.** Panou solar FK 6250 Prestige

**Componentele instalației solare:**

- 2 panouri solare plane FK 6250 Prestige sau două panouri solare IDKM Integra, cu suprafața de 2,53 mp - fiecare;
- sistem de prindere pe acoperiș din țiglă sau tablă;
- set de racordare;
- materiale inoxidabile, din aluminiu și oțel;
- regulator solar Basic, cu display generos, cu diverse funcții foarte folositoare pentru controlul căldurii captate de panourile solare;
- grup pompare un circuit, în carcasa elegantă, manometru, termometru cu flowmeter și unitate de siguranță incluse, tub flexibil;
- vas de expansiune solar 18 litri;
- lichid termorezistent, pe baza de glicol - 10kg;
- boiler bivalent de 300 litri, prevăzut cu mufă pentru rezistența electrică.



**Fig.7.** Instalație solară ProfiLine pe timp de iarnă

Pentru o gospodărie mare, un panou solar nu este mult mai scump decât un sistem electric sau pe gaz. În funcție de locație și de cantitatea de apă caldă menajeră utilizată, economisirea curentului electric sau a gazelor naturale diferă, dar putem estima că perioada de amortizare între 2-6 ani.

În timpul verii costurile se reduc cu 90-100%, ajungând ca încălzirea apei menajere să fie gratis. Primăvara și toamna aceste costuri se reduc cu cel puțin 60%. Ceea ce face ca un panou solar să-și merite investiția.



**Fig. 8.** Instalație solară ProfiLine pe timp de vară

### Concluzii

Marele avantaj al utilizării panourilor solare 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;

Integrarea sistemelor solare active în clădiri oferă costuri avantajoase și reprezintă un concept atractiv pentru zonele dens populate;

În urma studiilor efectuate, putem spune că cele mai bune performanțe ale unui panou solar le obținem de la tuburile vidate. Tehnologia avansată de fabricație a sticlei tubului cât și vidarea lui fac din acestea "regele" energiei solare termice. La rândul lor, tuburile, sunt vopsite cu substanțe speciale care amplifică absorbția radiației soarelui pe metru pătrat de-a lungul unei zile.

Panourile solare plate au nevoie de sisteme anti-îngheț mai complicate, crescând astfel costurile de întreținere și scăzând eficiența.

Performanțe mult mai bune iarna. Datorită pierderilor de căldură scăzute, tuburile vidate vor încălzi apa eficient tot timpul anului.

Panourile solare plate pot produce o cantitate similară de apă caldă în lunile de vară dar performanțele lor scad dramatic pe timpul iernii, iar medie anuală este mult mai mică în aceleași condiții de suprafață absorbantă.

### Bibliografie:

1. [http://www.termo.utcluj.ro/diploma/incalzire\\_acm\\_regen.pdf](http://www.termo.utcluj.ro/diploma/incalzire_acm_regen.pdf)
2. [http://ro.wikipedia.org/wiki/Central%C4%83\\_solar%C4%83#Centrale\\_solare\\_cu\\_jgheaburi\\_parabolicev](http://ro.wikipedia.org/wiki/Central%C4%83_solar%C4%83#Centrale_solare_cu_jgheaburi_parabolicev)
3. [http://www.lpelectric.ro/ro/systems/solarsys/solarsys\\_acdc\\_ro.html](http://www.lpelectric.ro/ro/systems/solarsys/solarsys_acdc_ro.html)
4. <http://solara.ro/sisteme/colectoare.php>
5. <http://www.d-pompecaldura.ro/index.php?item3=2>
6. <http://eudis.ro/panouri-solare/index.php?cmd=componente>
7. <http://www.phoenixcom.ro/ProductSpecifications/2156f30c-6c4e-4607-a304-19d17121bd59.pdf>
8. [http://www.eurosolar.ro/instalatii\\_solare.html](http://www.eurosolar.ro/instalatii_solare.html)

# SISTEME DE MĂSURARE A TEMPERATURII LA MOTOARELE ELECTRICE DIN CADRUL ELECTROCENTRALEI TURCENI

**Autori:** Valentin ZESTREANU<sup>1</sup>

**Coordonator:** Conf.univ.dr.ing. **Liliana SAMOILĂ**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universitatea, Facultatea I. M. E., specializarea: Energetică industrială, anul IV*

<sup>2</sup> *Universitatea, Facultatea, Departamentul: A.C.I.E.E.*

## Rezumat

Lucrarea prezintă aspecte legate de controlul temperaturii la mai multe motoare electrice din cadrul Sucursalei Electrocentrale Turceni. Monitorizarea temperaturii se face prin achiziția datelor din sistem cu ajutorul unor traductoare de temperatură. Sunt prezentate sistemele de răcire astfel încât temperaturile să nu depășească limitele impuse de clasele de izolație ale mașinilor.

**Cuvinte cheie:** măsurare, temperatură, motoare electrice

## 1. Introducere

Electrocentrala Turceni are o putere instalată  $8 \times 330 \text{ MW} = 2.640 \text{ MW}$ , conform proiectului.

Puterea disponibilă este de 1.545 MW pentru cele 5 blocuri aflate în funcțiune din cele 8 inițiale. Data punerii în funcțiune și situația actuală este prezentată în tabelul 1.1

Alimentarea se face din SEN prin 6 linii de 110 KV (3 stații de 110/6 kV).

Conectarea la SEN este asigurată prin 4 linii de 400 KV (cate 2 blocuri pe linie; prin intermediul unor transformatoare 24/400 KV).

Grupurile 1-7 sunt realizate în concepție bloc: cazan, turbina, generator.

Cazanul este tip turn cu circulație forțată și supraîncălzire intermediară, licență Babcock, cu un debit de 1.035 t abur/h, temperatura aburului la ieșire cazan fiind de 540 °C și presiunea de 196 ata.

Turbina de condensare este de licență Rateau-Schneider și are 4 corpuri pe o singură linie de arbori (330 MW).

Generatorul sincron este de licență Alstom având răcire cu hidrogen (330 MW).

Retehnologizarea blocurilor nr.4 și 5 s-a făcut în colaborare cu ABB-Babcock Germania și a constat din:

- Cazan – s-au înlocuit suprafețele de schimb de căldură, întregul sistem de susținere a pereților cazanului, arzătoarele de praf de cărbune.
- Turbina - s-au montat rotoare noi; sistemul de ulei de ungere și reglaj s-a înlocuit cu echipamente din import ABB; cuzineții din lagăre s-au realizat cu material antifricțiune și geometrie nouă; s-a implementat un sistem de protecție la supraturare.
- Auxiliare turbina - s-au adus îmbunătățiri la turbopompa de alimentare, electropompa de alimentare, stația de tratare a condensatului principal.
- Generator - s-a înlocuit cu un generator tip ABB cu sistem de protecție numerică nou; sistem de sincronizare nou; sistem de excitație nou.
- Stațiile electrice - s-au montat echipamente din import cu hexaflorură debransabile și relee de protecție numerice în stațiile de 6 kV; stația de 400 kV s-a modernizat pentru adaptare la programul UCTE.
- Camera de Comandă - s-au montat sisteme de bucle de reglaj PROCONTROL P - ABB; s-au modernizat camerele de Comandă (pupitru de comandă computerizat și o nouă arhitectură).

## 2. Măsurarea temperaturii

Măsurarea temperaturii se bazează pe diferite fenomene și efecte fizice, în care modificarea temperaturii determină modificări ale unor proprietăți sau caracteristici ale materialelor: variația dimensiunilor geometrice, variația rezistenței electrice, apariția unei tensiuni electromotoare de-a lungul joncțiunii a două metale, variația intensității radiației emise, variația frecvenței de rezonanță a unui cristal de cuarț etc. Acuratețea procesului de măsurare a temperaturii este foarte importantă pentru cele mai multe aplicații de control a diferitelor procese tehnologice.

În *Tabelul 1* sunt prezentate patru dintre cele mai utilizate tipuri de traductoare de temperatură, împreună cu câteva caracteristici semnificative ale lor.

Termocuplurile sunt capabile să măsoare temperaturi extreme dar necesită tehnici de realizare a temperaturii de referință, sunt neliniare și au un nivel mic al semnalului de ieșire. Sensorii de temperatură cu semiconductori se pretează la realizarea lor sub formă integrată, au un nivel mare al semnalului de ieșire dar acoperă un domeniu relativ restrâns de temperaturi. Termometrele cu rezistență metalică au o acuratețe și o liniaritate mai bune, dar necesită o sursă



de energie de excitare și un circuit de măsură de tip punte. Termistorii au cea mai mare sensibilitate dar sunt puternic neliniari.

**Tabelul 1** *Traductoare de temperatură*

Tip de traductor	Domeniul de temperaturi [°C]	Cracteristici	Observații
Cu semiconductori	-55 ... +150	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liniaritate</li> <li>• Repetabilitate</li> <li>• Sensibilitate 10mV/K sau 10μA/K</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesită o sursă de excitare</li> </ul>
Termocuplu	-184 ... +2300	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracteristici repetabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesită o joncțiune rece compensatoare</li> </ul>
Cu rezistență variabilă	-200 ... +850	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liniaritate bună</li> <li>• Acuratețe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesită o sursă de excitare</li> <li>• Cost redus</li> </ul>
Termistor	-75 ... +300	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liniaritate slabă</li> <li>• Sensibilitate bună</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesită o sursă de excitare</li> </ul>

### 3. Controlul temperaturii la unele motoare electrice din cadrul Electrocentralei Turceni

#### 3.1 Motorul de acționare a pompei de apă a cazanului

Motorul asincron trifazat tip TIS 1500/1100-4-2 de 7200 kW, 6000 V, 1487 rot/min, este destinat să acționeze pompa de apă a cazanului de 1.035 t/h abur. Regimul de funcționare este continuu în interiorul centralei.

##### 3.1.1 Sistemul de răcire

Motorul este în construcție închisă, sudată din oțel laminat, cu ventilație în circuit închis, aerul fiind răcit de un răcitor montat în subsolul motorului (fig. 1). Protecția motorului este IP 54.

Motorul asincron trifazat de 7200 kW are un singur circuit de răcire.

Schimbătoarele de căldură apă – ulei se folosesc pentru răcirea uleiului din lagărele motoarelor care au ungerea asigurată cu ulei.

Răcitoarele de aer sunt executate din țevi de alamă de 19/17 mm pe care sunt fixate prin refulare niște spirale de aluminiu. Debitul de apă pentru răcitor este de 93,6 m<sup>3</sup>/h. Temperatura apei de răcire nu depășește 30°C în mod obișnuit.

În mod excepțional, în timp de vară, temperatura apei poate fi de maxim 32°C. Prin interiorul țevilor circulă apa iar în exterior aerul ce iese din motor. Presiunea de lucru a apei este de maxim 4 daN/cm<sup>2</sup>. Căderea de presiune în răcitor este de maxim 0,5 daN/cm<sup>2</sup>.

Răcitorul de aer este prevăzut la cele două extremități cu câte o cameră de apă în pereții cărora sunt montate țevile.

Apa de răcire trebuie să fie curată, în care scop există un filtru de apă în circuitul principal de alimentare cu apă a răcitoarelor de apă. Înainte de intrarea în răcitor, apa este trecută prin filtru care reține impuritățile și suspensiile mecanice. Apa trece apoi prin răcitor unde preia căldura degajată în motor sau în lagăr. În interiorul răcitorului apa de răcire circulă prin țevi iar aerul printre țevi.

Temperatura maximă la intrare a uleiului în lagăr este de 40 °C. Temperatura uleiului în lagăr nu trebuie să depășească 65 °C și să nu fie mai mică de 50 °C. Pentru mărirea siguranței în exploatare, fiecare lagăr este prevăzut cu două inele de ungere.

Răcitorul este montat în subsolul mașinii, fiind agățat de fundație prin intermediul unor cârlige de prindere. În partea de jos a răcitorului se află ușa de acces.

Legătura între răcitor și motor se face prin intermediul a două tuburi de legătură, unul de formă paralelipipedică și unul în formă de trunchi de con.

Alimentarea răcitorului se face cu apă prin intermediul unui filtru.



**Fig. 1** *Motorul TIS 1500/1100-4-2*

### 3.1.2 Sistemul de control termic

În ancoșele statorului se montează 12 termorezistențe plate din Pt de 100  $\Omega$  la 0  $^{\circ}\text{C}$ . Din acestea se pot conecta la logometre 6 termorezistențe pentru controlarea temperaturii bobinelor statorice între 105 – 120  $^{\circ}\text{C}$ . Restul de 6 termorezistențe sunt de rezervă (fig. 2).

Capetele termorezistențelor sunt scoase la placa de control termic fixată pe carcasa motorului.

Temperatura maximă a bobinajului statorului este 120  $^{\circ}\text{C}$ .

Controlul temperaturii aerului de ventilație și a apei de răcire se realizează cu termorezistențe cilindrice după cum urmează:

- 1 termorezistență pentru aer cald, temperatură maximă 60  $^{\circ}\text{C}$ ,
- 1 termorezistență pentru aer rece, temperatură maximă 40  $^{\circ}\text{C}$ ,
- 1 termorezistență pentru apă caldă, temperatură maximă 35  $^{\circ}\text{C}$ ,
- 1 termorezistență pentru apă rece, temperatură maximă 33  $^{\circ}\text{C}$ ,
- 2 termorezistențe pentru lagăre, temperatură maximă între 50 - 80  $^{\circ}\text{C}$ .

Sunt în total 12 locuri de control din care câte unul se poate conecta la logometre printr-un comutator.

Caracterul specific al exploatării motorului în centrala termoelectrică impune condiții speciale de utilizare. Astfel, apa de răcire pentru răcitor poate avea temperatura de 29  $^{\circ}\text{C}$ , cu valori maxime vara între 32  $^{\circ}\text{C}$  – 33  $^{\circ}\text{C}$ .

În timpul funcționării trebuie urmărită temperatura anumitor părți componente ale mașinii cum sunt: înfășurările, lagărele, circuitul aerului cald și rece, al apei calde și reci.

În timpul funcționării motorului trebuie să se respecte: valorile limită ale temperaturilor diferitelor zone în regimul respectiv de funcționare, precum și limitele temperaturilor agentului de răcire.

Înregistrarea temperaturilor măsurate de termorezistențe pe 24 ore la motorul de acționare al pompei de apă a cazanului de abur este prezentată în fig. 3.



Fig. 2 Sistemul de control termic al motorului TIS 1500/1100-4-2

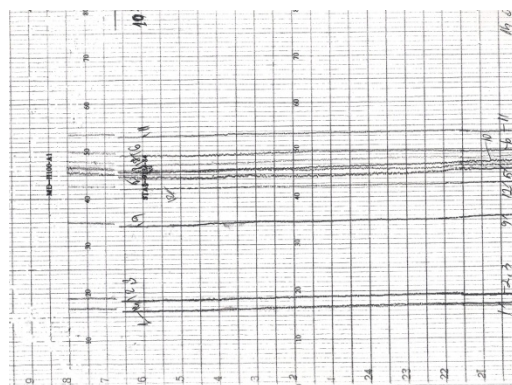


Fig. 3 Înregistrarea temperaturilor la motorul de acționare al pompei de apă a cazanului de abur

## 3.2 Motorul de acționare al morii de cărbune

### 3.2.1 Prezentare generală a morii de cărbune DGS 100

Moara de cărbune ventilator cu ciocane tip DGS 100 este destinată echipării cazanului de 1.035 t/h lignit de la Termocentrala Turceni (fig. 4).

Moara este utilajul principal al instalației de uscare și preparare a prafului de cărbune necesar pentru ardere în focarul cazanului de 1.035 t/h – lignit. Aceasta are rolul de a usca, măcina cărbunele precum și de a transporta amestecul praf de cărbune – gaze de ardere spre arzătoarele de praf de cărbune în vederea arderii amestecului în stare pulverizată în focar.

Moara de cărbune este antrenată de un grup de acționare compus din:

- motor electric de acționare, având caracteristicile:
- cuplaj hidraulic cu reductor înglobat
- cuplaj dințat: motor / cuplaj hidraulic
- cuplaj dințat: cuplaj hidraulic / moară.



Fig. 4 Moara de cărbune cu ciocane

### 3.2.2 Sistemul de răcire al morii

Răcirea arborelui morii se face cu apă. Capul de răcire se află montat la extremitatea arborelui, opusă părții acționate și servește la alimentarea cu apă necesară răcirii arborelui.

Apa de răcire trebuie să fie curată, fără să conțină impurități sau săruri care atacă fierul.

Apa pătrunde printr-o țevă poziționată în axul central al arborelui până la zona lagărului blocat al acestuia, de unde se întoarce prin secțiunea inelară dintre țevă și arbore, fiind aspirată și evacuată spre exterior de o piesă de centrifugare care funcționează pe principiul unei pompe.

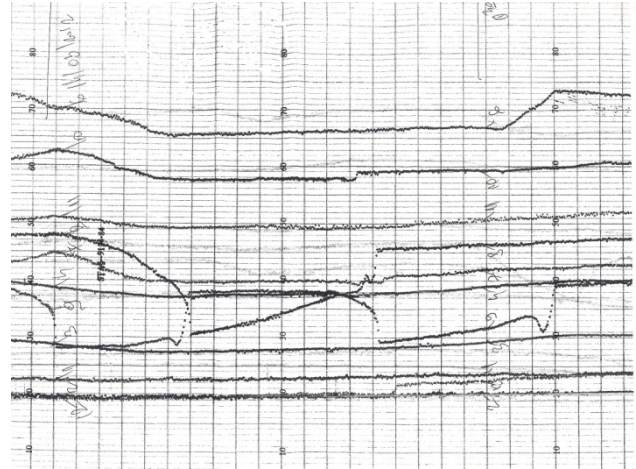
Temperatura apei la intrare în circuitul de răcire trebuie să fie de cel mult 35 °C iar temperatura apei la ieșire este de 40 °C.

Temperatura în lagăre și pe carcasa morii și a motorului de acționare este măsurată cu ajutorul unor



temorezistențe (fig. 5) și este înregistrată (fig. 6).

**Fig. 5** Traductor de temperatură amplasat pe moară



**Fig. 6** Înregistrarea temperaturilor la moară

#### Bibliograme:

1. Uțu, L. Samoilă - *Măsurarea mărimilor electrice*. Editura Universitas, Petroșani, 2010
2. L. Samoilă, I. Uțu - *Senzori și traductoare. Principii de funcționare*. Editura Universitas, Petroșani, 2010
3. Iliescu C., ș.a. - *Măsurări electrice și electronice*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1990.
4. <http://eturceni.ro>
5. Motor pompa de apă a cazanului de 1035 t/h abur - Carte tehnică
6. Moară de cărbune cu ciocane DGS 100 - Carte tehnică



## STUDIUL EFICIENȚEI HIDROCENTRALELOR DE PE RÂUL SEBEȘ

**Autor: Adriana NECREALĂ<sup>1</sup>**  
[a.necreala94@yahoo.com](mailto:a.necreala94@yahoo.com)

**Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Marius MARCU<sup>2</sup>, Șef lucr. dr. ing. Florin POPESCU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Universitatea din Petrosani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanica, anul IV*

<sup>2</sup> *Universitatea din Petrosani, Facultatea IME, Departamentul: ACIEE*

### Rezumat

Câștigul de energie constă tocmai în faptul de a pierde o parte din energie prin procesul de pompare, pentru a produce de 3 ori mai multă energie. Eficiența și mai ales procesul în sine de pierdere de energie “cu cap” constituie o formă ingenioasă în ceea ce privește Amenajarea Hidroenergetică de pe Râul Sebeș.

În cadrul acestei lucrări se prezintă amenajarea hidroenergetică de pe Râul Sebeș. Se definesc parametrii funcționali ai hidrocentralelor de mare putere și se prezintă Schema de Amenajare a hidrocentralelor de pe Râul Sebeș. Se evidențiază modul de calcul al puterii unei hidrocentrale în funcție de debitul apei, precum și de înălțimea de cădere.

### Cuvinte cheie

*hidrocentrale, eficiența, amenajare, parametri.*

### 1. Introducere

Studiul propriu-zis, constă în determinarea randamentului și al eficienței economice.

Consumul de energie, respectiv costurile energiei consumate, la pompare, sunt amorțite, prin faptul că o cădere a apei de la o înălțime mai mare poate produce mai multă energie potențială, și prin urmare mai multă energie electrică.

Calculul efectuat, sunt menite să evidențieze diferențele dintre puterile pierdute, puterile obținute și respectiv puterile recuperate. În urma acestor calcule se concluzionează faptul că puterea recuperată reală este de 3 ori puterea pierdută.

Scopul acestei lucrări este acela de a prezenta principalele componente ale unei hidrocentrale, turbinele ca parte principală constituență a unei hidrocentrale, însă în mod principal, eficiența economică a hidrocentralelor de pe Râul Sebeș.

### 2. Instalații hidroenergetice de mare putere

De la antea roată cu fațea a urmat roata Atkins apoi turbina Pelton ajungându-se astăzi să se utilizeze turbinele Kaplan și Francis.

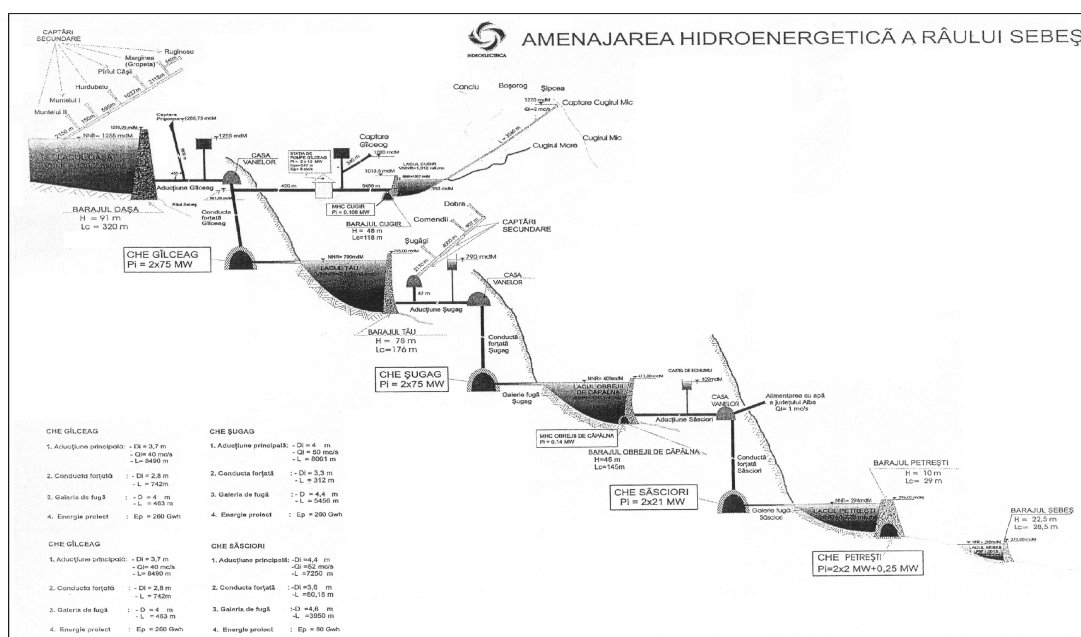


Fig. 1. Amenajarea hidroenergetică a Râul Sebeș

Parametrii funcționali ai unei turbine hidro definiți în conformitate cu normativele internaționale (C.E.I.) sunt:

- debitul,  $Q$  (m<sup>3</sup>/s) este cantitatea de apă ce ar trece prin micro în unitatea de timp;
- căderea,  $H$  (m.col.H<sub>2</sub>O) reprezintă diferența dintre cele 2 secțiuni, de intrare și de ieșire;
- puterea,  $P_w$  (kW, kVA) utilă ;  $P_w = GH\eta / t = gQH\eta$
- înălțimea geometrică de aspirație,  $H_s$  (m.col. H<sub>2</sub>O) este diferența de înălțime între cota planului de referință al rotorului și cota în aval de hidroagregat.

Turbinele de mare putere, parte componentă a hidroagregatelor de mare putere sunt destinate valorificării unor căderi și debite mari de apă. Ele sunt realizate în diferite game de tipodimensiuni.

### 3. Principalele componente ale unei hidrocentrale de mare putere:

1. *Acumularea*: constituie o formă de stocare a energiei potențiale disponibile;
2. *Sistemul de transfer*, care include dispozitivul de captare (priza de apă echipată cu grătar) și circuitul de transfer (canalul, vana, stăvilarul, galeriile, canalul de evacuare) unde o parte din energia disponibilă este convertită în energie cinetică;
3. *Turbina* este o parte a centralei unde energia apei este convertită în energie mecanică;
4. *Generatorul*: energia mecanică transmisă la turbină menține viteza rotorului generatorului producând energie electrică în concordanță cu legile electromagnetice;
5. *Stația de transformare și linia de transport*: energia electrică este condusă și transformată pentru a putea fi conectată la rețea, în scopul de a furniza energie electrică consumatorilor.

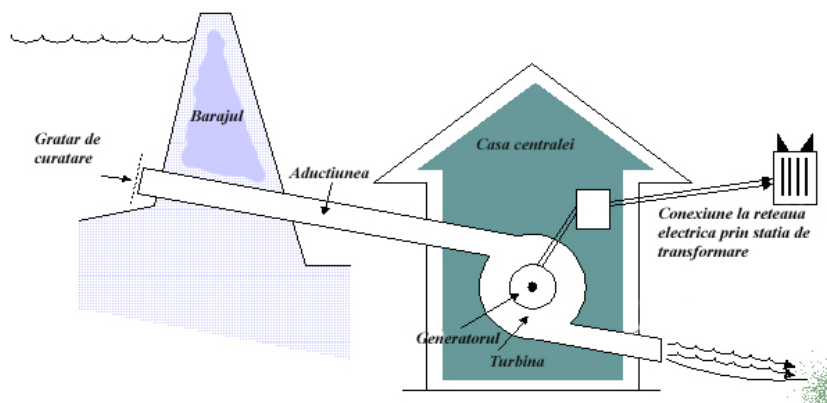


Fig.2. Schema unei hidrocentrale

Turbine pentru înălțimi mari de apă și debite mici  
- turbine de impuls

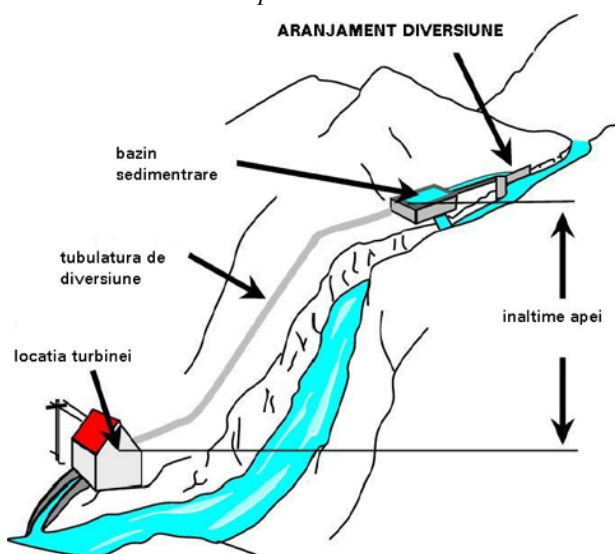


Fig.3. Hidrocentrale cu turbine de impuls

Puterea produsă într-o turbină de impuls este dată integral de momentul de lovire a apei în paletel turbine. Aceasta apă creează o împingere directă sau de impuls a paletelor, de aici și denumirea.

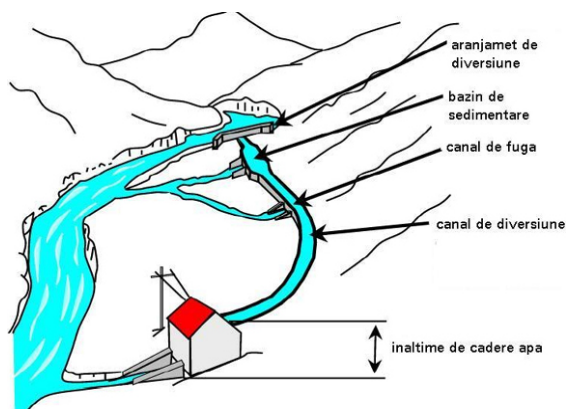
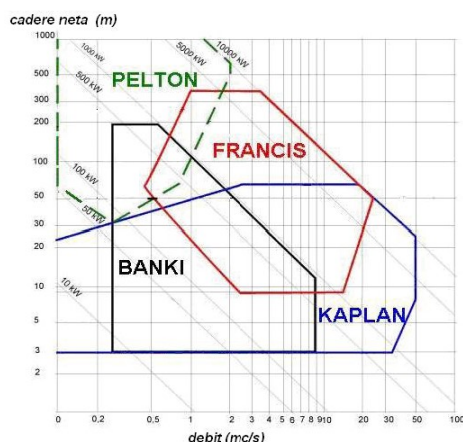


Fig.4. Hidrocentrale cu turbine de reacție

Turbinele pentru înălțimi mici de apă și debite mari  
- turbine de reacție:

Turbinele de reacție sunt rotite de forța de reacție a apei lovind paletelile rotorului. Pot funcționa la înălțimi de apă foarte mici de până la 0,6 m, dar au nevoie de o mult mai mare cantitate de apă comparativ cu turbinele de impuls.



Tipul selecției, geometria și dimensiunile turbinei depind în principal de cădere, de debitul de fluenți de viteza rotorului. Fig.3 prezintă gama de acțiune a diferitelor tipuri de turbine cu o funcție de cădere și debitul instalat.

Fig.5. Gama de acțiune a celor mai utilizate tipuri de turbine

#### 4. Echipamente mecanice și electrice ale unei hidrocentrale

Principalele componente mecanice și electrice ale unei hidrocentrale sunt turbina (turbinele) și generatorul (generatoarele).

O turbină transformă energia hidraulică în energie mecanică. Există diferite tipuri de turbine care pot fi clasificate în mai multe feluri. Alegerea turbinei va depinde în principal de căderea disponibilă și debitul instalat în hidrocentrală.

Turbinele sunt în general împărțite în trei categorii: de înaltă, medie și de cădere mică.

Turbinele folosite pentru căderi mici sau medii sunt cel mai des cu reacție și includ turbine Francis și Kaplan cu pale fixe sau variabile. Turbinele folosite pentru instalații mari sunt cele cu acțiune. Acestea includ turbinele Pelton, Turgo și Banki (curgere transversală). Turbina care are curgere transversală, e numită uneori Banki. E folosită pentru o gamă largă de căderi, acoperind domeniile turbinelor Kaplan, Francis și Pelton. E potrivită pentru curgeri cu debite mari și căderi mici. Tipul selecției, geometria și dimensiunile turbinei depind în principal de cădere, de debit și de viteza rotorului.

Cu privire la *generatoare*, există două tipuri de bază folosite în general în hidrocentrale și anume cele sincrone și cele de inducție (asincrone). Un generator sincron poate fi folosit izolat în timp ce unul de inducție trebuie folosit legat cu alte generatoare.

Puterea pe care o hidrocentrală o poate produce depinde de cădere, de exemplu înălțimea  $H$  [m] de la care vine apa și de debitul de apă turbinat  $Q$  [m<sup>3</sup>/s]. Căderea determină energia potențială disponibilă al unui amplasament. Debitul râului reprezintă volumul de apă [m<sup>3</sup>] care trece printr-o secțiune transversală a râului într-o secundă.

Puterea brută teoretică ( $P$  [kW]) disponibilă poate fi apoi calculată folosind o relație simplificată:

$$P = 9,81 \times Q \times H \text{ [kW]} \quad (1)$$

Totuși, întotdeauna se pierde energie atunci când aceasta este convertită dintr-o formă în alta. Turbinele mici de apă au rareori randamente mai mari de 80%. Puterea va fi, de asemenea, pierdută în conducta prin care circulă apa către turbină din cauza pierderilor prin frecare. Printr-o proiectare atentă, această pierdere poate fi redusă însă într-o foarte mică măsură. Într-o aproximare dură, pentru sistemele mici, de câțiva kW, randamentul global se poate considera 50%. Ca atare, puterea teoretică ce se calculează trebuie înmulțită cu 0,50 pentru a obține un rezultat mai realist.

*Amenajările pe firul apei* se referă la modul de operare în care hidrocentrala folosește doar apa disponibilă din curgerea naturală a râului. Amenajările pe firul apei sugerează că nu există acumulări de apă sau inundări, iar puterea fluctuează odată cu debitul râului.

Puterea produsă de hidrocentralele pe firul apei fluctuează odată cu ciclurile hidrologice, astfel încât ele sunt mai potrivite pentru a da energie într-un sistem electric mai mare. Individual, ele nu asigură, în general, foarte multă capacitate fermă. De aceea, comunitățile izolate care folosesc micro-hidrocentrale au nevoie deseori de o putere suplimentară. O centrală pe firul apei poate acoperi toate nevoile de electricitate ale unei comunități izolate sau ale unei industrii dacă debitul minim al râului este suficient pentru a întâmpina cerințele vârfului necesar de energie electrică.

Astfel, construcțiile și instalațiile energetice de mare putere ar asigura, pe lângă energia electrică și alte folosințe, cum ar fi:

- alimentări cu apă potabilă;
- alimentări cu apă industrială;
- irigarea unor suprafețe agricole;
- controlul nivelurilor apei freactice pe terenurile riverane;
- protecția mediului prin scoaterea de sub amenințarea inundațiilor a terenurilor riverane;
- îmbunătățirea condițiilor climatice locale;
- susținerea unor activități turistice;
- dezvoltarea unor fonduri piscicole și multe altele.

### 5. Funcționarea și exploatarea motorului sincron trifazat tip "MS 1950/1200-6" 10 MW, 6 kV, 1000 rot/min

Procedura are scopul de a prezenta modul de funcționare a motorului sincron trifazat din CHE Gilceag și de a oferi personalului informațiile tehnice necesare pentru o exploatare optimă.

Instrucțiunea conține datele necesare pentru exploatarea motorului sincron trifazat și anume:

- descrierea părților componente;
- funcționarea motorului sincron trifazat ;
- regimurile normale de funcționare și cele inadmisibile ;
- protecțiile cu care este dotat;

**Tabel 1.** Documente aplicabile

○ puterea nominală aparentă	11111 kVA
○ puterea nominală activă	10000 kW
○ tensiunea nominală	6000 V
○ curentul nominal stator	1102 A
○ factorul de putere nominal	cos φ=0,9
○ frecvența	50 Hz
○ turația nominală	1000 rot/min.
○ turația inversă maximă	1300 rot/min.
○ sensul de rotație	Spre dreapta dinspre pompă
○ serviciul motorului	Serviciu continuu
○ curentul de excitație	
○mers în gol (stare rece)	255 A
○mers în sarcină nominală (stare caldă)	485 A
○ tensiunea de excitație	
○mers în gol (stare rece)	31 V
○mers în sarcina nominală (stare caldă)	37 V
○ numărul fazelor	3
○ numărul bornelor scoase	6
○ timpul de pornire cuplat cu pompa la 0,6 din tensiunea nominală	8 secunde
○ randamentul la sarcina nominală	97,89 %
○ debitul total de apă de răcire	58 m <sup>3</sup> /h
○ greutatea motorului propriu-zis	51917 Kg
○ greutatea anexelor	4422 Kg

**Rotorul motorului** sincron este prevăzut cu 6 poli fixați de butucul arborelui motorului sincron cu câte 4 capete fiecare. Polii motorului sincron sunt executați din tole ștanțate din tablă de oțel presate între două plăci de strângere masive din oțel și strânse cu ajutorul a 5 șuruburi. Polii sunt prevăzuți în talpă cu crestături circulare unde este amplasată înfășurarea de pornire și amortizare din bronz special. Bobinele rotorului sunt executate din benzi de cupru izolate. Izolația cuprului polului este realizată cu micafoliu și este de tip continuă.

Un capăt de arbore este conic pentru cuplarea cu pompa. La celălalt capăt al arborelui este cuplat rotorul excitatoarei prin intermediul unui cuplaj elastic.

Pe arborele motorului sunt montate două ventilatoare axiale de construcție sudată care asigură ventilația motorului sincron. Capetele înfășurării rotorice sunt legate la două inele de contact din oțel, montate pe un butuc. Inelele de contact sunt prevăzute cu canale elicoidale.

**Lagărele** motorului sincron sunt de construcție turnată având cuzineții cu ungere cu ulei.

Sub motorul sincron sunt montate două răcitoare de aer. Țevile de răcire sunt prevăzute cu aripioare refulate, din aluminiu.

**Controlul termic** al motorului sincron este asigurat de către termorezistențe și termometre manometrice montate în locurile unde se necesită controlul temperaturii.

Turația inversă pentru pompa prezentată nu va depăși valoarea:

$$n_i = 1300 \text{ rot/min} \quad (2)$$

Pompa este garantată pentru a funcționa maximum 2 minute la această turație inversă.

## 6. Calcule de eficiență economică din cadrul amenajării hidroenergetice a Râului Sebeș

Formula de calcul de la care se pornește o reprezintă puterea:

$$P = g \cdot Q \cdot H \quad (3)$$

Unde:

P – puterea [kW];

g – accelerația gravitațională (9,81);

Q – debitul apei, care rămâne constant;

H – înălțimea căderii de apă;

➤ Pentru calculul puterii pierdute vom scrie formula:

$$P_p = g \cdot Q \cdot (H_o - H_c) \quad (4)$$

Unde:

H<sub>o</sub> – înălțimea căderii apei de la Oașa;

H<sub>c</sub> – înălțimea căderii apei de la Cugir;

În urma calculelor efectuate rezultă că puterea pierdută:

$$P_p = g \cdot Q \cdot (1255 - 1020) \quad (5)$$

$$P_p = 235 \cdot g \cdot Q \quad (6)$$

➤ Pentru calculul puterii obținute vom scrie formula:

$$P_{obt} = g \cdot Q \cdot (H_o - H_s) \quad (7)$$

Unde:

H<sub>s</sub> – înălțimea căderii apei de la Șugag;

În urma calculelor efectuate rezultă că puterea obținută:

$$P_{obt} = g \cdot Q \cdot (1255 - 409) \quad (8)$$

$$P_{obt} = 846 \cdot g \cdot Q \quad (9)$$

Astfel că puterea obținută este de 3,6 ori mai mare decât puterea pierdută.

➤ Pentru calculul puterii recuperate vom scrie formula:

$$P_{rec} = g \cdot Q \cdot (H_o - H_s) - g \cdot Q \cdot (H_o - H_c) \quad (10)$$

Deci:

$$P_{rec} = g \cdot Q \cdot (H_c - H_s) \quad (11)$$

$$P_{rec} = g \cdot Q \cdot (1020 - 409) \quad (12)$$

$$P_{rec} = 611 \cdot g \cdot Q \quad (13)$$

Astfel că putem stabili puterea recuperată reală ca fiind produsul dintre puterea recuperată și randamentul centralei.

$$P_{recreal} = P_{rec} \cdot \eta_C \quad (14)$$

$$P_{recreal} = \eta_C \cdot 611 \cdot g \cdot Q \approx 3 \cdot P_p \quad (15)$$

Economia energetică cea mai mare constă în diferența dintre consumul de energie electrică pe timp de zi și consumul de energie electrică pe timp noapte, cu mențiunea că tariful energiei electrice pe timp de noapte este considerabil mai redus.

$$Ec_{en} = (g \cdot Q \cdot 846 \cdot Cz) - (g \cdot Q \cdot 235 \cdot Cn)t \quad (16)$$

$$Ec_{en} = g \cdot Q(846 \cdot Cz - 235 \cdot Cn)t \quad (17)$$

## 7. Avantajele și dezavantajele hidrocentralelor

### Avantajele folosirii hidrocentralelor:

- Nu produc nici un fel de poluare cu noxe, gaze, materiale reziduale;
- Apa naturală este într-un circuit permanent, asigurând regenerarea sursei;
- Costurile de exploatare / întreținere sunt satisfăcătoare;
- Datorită diversității turbinelor se pot adapta cu ușurință în funcție de debitul și înălțimea de cădere a apei astfel încât să se obțină un randament satisfăcător;
- Datorita diminuării resurselor naturale, constituie o soluție de viitor pentru obținerea de energie electrică (și nu numai);
- Pot servi, pe lângă producerea de energie electrică, și la alte servicii utile omului precum: irigații, alimentarea cu apă a proceselor industriale, alimentarea cu apă a populației sau evacuarea apelor uzate.

### Dezavantajele hidrocentralelor:

- Ruperea barajului reprezintă un accident major cu importante consecințe cum ar fi închiderea hidrocentralei pentru o lungă perioadă de timp. Statistic, combinația dintre o inundație în amonte de baraj și defecțiuni la deversor sunt cele mai frecvente cauze ale accidentelor. Cauzele secundare sunt erori de fundație sau infiltrații ale apei. La niveluri ridicate ale apei în lacul de acumulare, alunecări de teren sau prăbușiri de stânci în lac pot determina valori atât de mari încât apa să se reverse peste toată lungimea barajului sau doar parțial. Dacă barajul este un con de rambleu, aceasta ar putea duce chiar la deteriorarea barajului. Altă cauză care ar putea conduce la distrugerea barajului o reprezintă cutremurele;
- Colmatarea, are loc datorită efectului de sedimentare a suspensiilor solide, care conduce la creșterea depunerilor pe fundul lacului de acumulare. Rezultatul constă în micșorarea cantității de apă care poate fi stocată și, prin urmare, reducerea cantității de energie posibil a fi produsă;
- Aspectele ecologice cauzate de activitățile de producere a energiei, întreținere și reparații. Sunt costuri asociate cerințelor de a micșora, limita și chiar de a înlătura impactul acestor consecințe ecologice;
- Principalele probleme legate de mediu pentru microhidrocentrale sunt:
  - impactul ecologic al debitului de apă deviat și nevoia de a menține un debit suficient prin albia naturală a râului;
  - orice pagubă adusă peștilor sau altor organisme care trec prin turbine odată cu apa;

### Concluzii

În urma calculelor efectuate s-a arătat faptul că puterea recuperată este de aproximativ 3 ori mai mare decât puterea pierdută pentru pomparea apei din lacul de acumulare Oașa în lacul de acumulare Cugir.

Având în vedere randamentul centralelor hidroenergetice de pe Râul Sebeș, rezultă o eficiență economică ridicată mai ales în ceea ce privește costurile consumului pe timp de noapte.

Pentru o eficiență economică îmbunătățită, se pompează apa "la deal" la propriu.

Câștigul de energie constă tocmai în faptul de a pierde o parte din energie prin procesul de pompare, pentru a produce de 3 ori mai multă energie. Eficiența și mai ales procesul în sine de pierdere de energie "cu cap" constituie o formă ingenioasă în ceea ce privește Amenajarea Hidroenergetică de pe Râul Sebeș.

### Bibliografie:

1. \*\*\* - CHE Sebeș – Date de exploatare tehnică
2. \*\*\* - Manualul Calitate - Mediu al S.C. Hidroelectrica S.A. MCM-HE-ISO ed./rev. în vigoare.
3. \*\*\* - Standard SR EN ISO 9001:2001. Sisteme de management al calității. Cerințe
4. \*\*\* - Standard SR EN ISO 14001:2005. Sisteme de management de mediu. Cerințe cu ghid de utilizare.
5. \*\*\* - D841: ISPH București - Date tehnice pentru întocmirea instrucțiunilor de exploatare.
6. \*\*\* - E74: ICPEHR Reșița - Cartea tehnică.

## BECUL CARE LEVITEAZĂ – TEHNOLOGIA VIITORULUI ÎN ILUMINAT

**Autori: Paul Adelin HONCAS** <sup>1</sup>

[hpauladelin@gmail.com](mailto:hpauladelin@gmail.com)

**Coordonator:** Conf.univ.dr.ing. **Liliana SAMOILĂ** <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universitatea, Facultatea I. M. E., specializarea: Electromecanică, anul IV*

<sup>2</sup> *Universitatea, Facultatea, Departamentul: A.C.I.E.E.*

### Rezumat

Becul clasic nu s-a schimbat în ultimii 135 de ani astfel încât becul care levitează ar putea revoluționa sistemul de iluminat. Flyte folosește un set de electromagneți care îl fac să leviteze în timp ce este aprins. Electricitatea este transmisă wireless, iar cât timp funcționează, becul se rotește încet, deși nu este susținut fizic de niciun mecanism.

**Cuvinte cheie:** bec, levitație, iluminat

### 1. Introducere

De când se știe, omul a visat la posibilitatea de a se desprinde de pământ sau de a putea controla lucrurile din jur astfel încât să învingă gravitația, forța care ia se supune orice lucru de pe pământ. Câtă invidie și admirație a avut omul pentru păsări timp de mii de ani. Dacă nu a putut să-și creeze aripi, și-a folosit atuuul său numărul unu : gândirea. La început a zburat doar în gând, până când visul său s-a materializat în mijloace de zbor.

Chiar dacă există diferite modele, autovehiculele nu diferă prea mult în principiu. La fel și bicicletele sau motocicletele. Însă când vine vorba de zburat, diversitatea este extraordinară : avioane, elicoptere, deltaplane și parapante, rachete și drone, baloane și rucsacuri zburătoare etc. Omul a zburat chiar și în spațiu, unde nicio pasăre nu poate ajunge.

Cu toate acestea, există ceva și mai fascinant decât zborul : **levitația**. Levitația se poate defini ca un fenomen prin care un corp sau un obiect oarecare se ridică în aer și rămâne suspendat o perioadă de timp nedeterminată, fără ajutor mecanic, într-un mod controlat. Această aparentă anulare a gravitației care poate face ca anumite lucruri să se ridice în aer pare un soi de miracol, chiar și atunci când înțelegi cum se întâmplă. Din punct de vedere științific, **levitația magnetică** este cea mai răspândită și folosită formă de levitație. Dacă acest fenomen fizic este atât de deosebit și util, de ce nu-l întâlnim mai des în viața de zi cu zi ?

Chiar acesta este țelul acestei lucrări, de a explica cum este posibil să îmbinăm acest fenomen deosebit al levitației cu nevoia noastră de lumină, care devenit un lucru indispensabil în secolul 21.

Imaginați-vă viitorul în care nu va mai fi nevoie să înșurubăm becul, ci doar să îl apropiem de un panou care îl susține și îl alimentează în același timp, fără niciun fir. Aceasta lampă propusă aici, îmbină două principii fundamentale :

- levitația magnetică, și
- transferul de putere wireless (fără fir).

Ea folosește becul LED, acesta fiind cea mai eficientă sursă de lumină artificială dintre cele răspândite. Consumul redus de energie îl face potrivit pentru dispozitivele fără fir. De asemenea, becul este incasabil, în cazul în care este lovit din greșeală sau apare o pană de curent.

Vom analiza pe rând principiile folosite pentru a crea becul care levitează (fig. 1).

### 2. Levitația magnetică

Levitația magnetică, maglev, sau suspensia magnetică este o metodă prin care un obiect este suspendat fără niciun alt suport decât câmpurile magnetice. Forța magnetică este folosită pentru a învinge efectele accelerației gravitaționale și a oricărei alte accelerații.

Două lucruri primordiale în levitația magnetică sunt forțele de suspensie: o forță orientată în sus suficientă pentru a învinge gravitația, și stabilitatea, care împiedică căderea sistemului într-o configurație în care forța de ridicare este neutralizată.

Materialele și sistemele magnetice au proprietatea de a se atrage sau a se respinge reciproc cu o forță dependentă de câmpul magnetic și de mărimea magneților. Cel mai simplu exemplu de suspensie este un dipol magnetic poziționat în câmpul magnetic al unui alt dipol magnetic, cei doi având polii identici orientați față-n față. Ținând astfel în mână acești magneți, simțim forța de respingere dintre ei.



Totuși levitația magnetică nu se obține atât de ușor, aceasta datorită unui fenomen descris de Samuel Earnshaw în 1842.

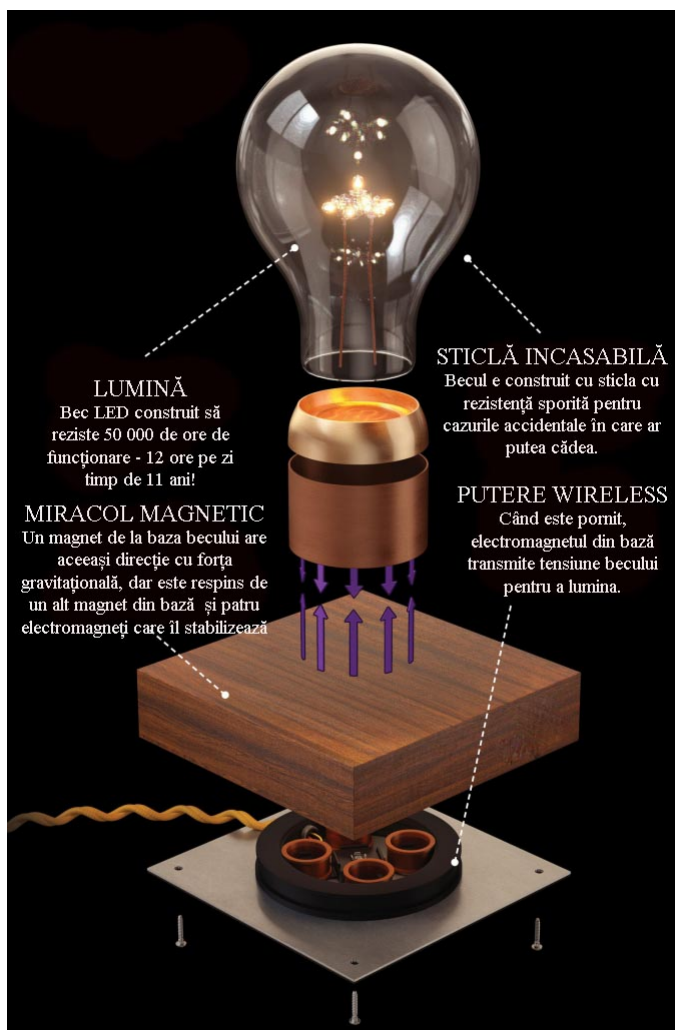


Fig. 1 Becul care levitează

Teorema lui Earnshaw spune că „o distribuție statică, stabilă de sarcini electrice este practic imposibilă”. Așadar electronii din componența atomilor și moleculelor nu pot forma sisteme statice stabile. Atomii și moleculele nu pot avea decât sisteme dinamice de sarcini electrice. Această teoremă este o ilustrare a tezei filozofice care spune că „mișcarea este condiția fundamentală de existență a materiei în echilibru”. Acest lucru se observă și în practică; dacă lăsăm magneții despre care discutăm anterior în poziția dată fără a-i susține mecanic, magnetul care este în suspensie alunecă rapid din poziția de echilibru. Așadar, conform teoremei lui Earnshaw, suspensia stabilă sau levitația este imposibilă într-un sistem de magneți permanenți (sau electromagneți alimentați în curent invariabil).

În pofida teoremei lui Earnshaw, s-au descoperit mai multe metode de menținere în echilibru a suspensiei magnetice. Unele dintre acestea implică folosirea unor materiale diamagnetice sau supraconductoare. Totuși, astfel de soluții nu sunt practice pentru o lampă de cameră. Supraconductorii depind foarte mult de temperatură, iar sistemele de răcire pentru aceștia sunt destul de scumpe și costisitoare. În privința materialelor diamagnetice, chiar și cele mai puternice descoperite până în prezent, sunt destul de slabe și necesită câmpuri magnetice puternice pentru a levita, deci consum mare de energie.

Există însă încă o cale care este ușor de implementat pentru a realiza un bec cu levitație: realizarea forței de ridicare a becului prin folosirea a doi magneți permanenți (unul la bază care îl ține în suspensie pe celălalt) și menținerea lui în suspensie prin intermediul unor bobine care suplimentează câmpul magnetic în mod controlat.

La trecerea curentului printr-un conductor electric, un câmp magnetic este generat în jurul conductorului. Puterea câmpului magnetic generat este direct proporțională cu curentul prin conductor. Când firul este înfășurat sub formă de bobină, câmpul magnetic generat este concentrat în centrul bobinei.

Plasând un material feromagnetic în centrul bobinei, realizăm o creștere considerabilă a câmpului magnetic. Acest câmp poate fi manipulat ușor prin variația curentului electric prin bobină. Astfel, o combinație între magneții



permanenți și electromagneți este o soluție optimă în vederea realizării levitației. Pentru a reduce consumul de putere mediu, suspensia prin electromagneți este folosită doar pentru a stabili levitația. Învingerea forței gravitaționale se realizează printr-un sistem de magneți permanenți.

Electromagneții sunt controlați printr-un circuit de feedback pentru a păstra obiectul suspendat în poziția corectă. O metodă simplă de realizare a circuitului de feedback este aceea de a folosi senzori Hall. Atunci când un semiconductor, parcurs de un curent electric, este plasat sub acțiunea unui câmp magnetic, apare o tensiune electrică, proporțională cu curentul electric și perpendiculară pe direcția câmpului magnetic și a curentului electric. Acest efect manifestat în materialele semiconductoare se numește efect Hall.

Curentul electric ce parcurge materialul semiconductor este influențat de câmpul magnetic. Liniile de flux magnetic exercită o forță asupra electronilor. Datorită acestei forțe, electronii sunt deviați către o extremitate a semiconductorului, în funcție de intensitatea și direcția liniilor de câmp. Aceasta deviere de electroni produce o diferență de potențial numită tensiune Hall. Astfel, senzorii Hall sunt traductori care variază tensiunea de ieșire ca răspuns la un câmp magnetic.

### 3. Transferul de energie wireless

Transferul energiei electrice fără fir este transmiterea de energie electrică de la o sursă de energie la consumatorii de energie electrică fără conductori interconectați artificial (fără fire) (fig. 2).

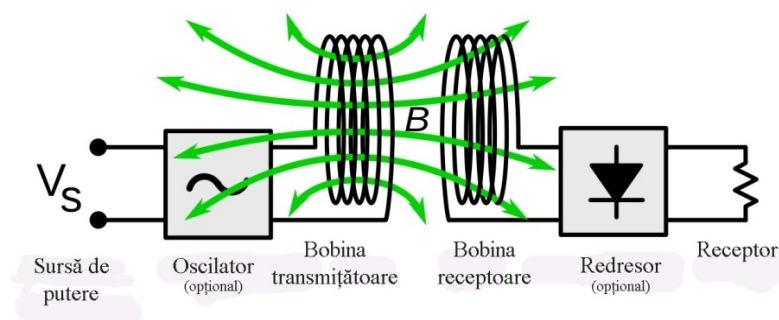


Fig. 2 Transferul de energie wireless

Problema transportului energiei fără fir este diferită de cea a telecomunicațiilor fără fir, cum ar fi cele radio sau de televiziune. Proporția de energie primită devine critică numai dacă este prea scăzută pentru ca semnalul să fie distins de zgomotul de fond.

La energia electrică fără fir, eficiența este parametrul cel mai semnificativ.

O mare parte din energia trimisă de instalația de producție trebuie să sosească la receptor sau receptoare pentru ca sistemul să fie economic.

În cazul cuplajului inductiv (inducție electromagnetică, sau transfer de putere inductiv) puterea este transferată între bobine prin intermediul câmpului magnetic. Bobina transmițătoare împreună cu cea receptoare formează împreună un transformator. Un curent alternativ prin bobina transmițătoare creează un câmp magnetic oscilant. Câmpul magnetic trece prin bobina receptoare în care induce o tensiune alternativă electromotoare care creează un curent alternativ în receptor.

Cuplajul inductiv e cea mai veche și cea mai larg folosită tehnologie în domeniul transferului de putere fără fir. Este folosită la standurile de încărcare inductivă pentru aparatele fără fir folosite în medii umede, pentru a reduce riscul șocului electric.

Alt domeniu de aplicații este pentru încărcarea dispozitivelor medicale prostetice plasate în corpul uman, ca și stimulatorul cardiac sau pompa de insulină. Cea mai mare rată de creștere în acest domeniu este la suporturile de încărcare wireless pentru dispozitivele mobile (telefoane, tablete, laptopuri etc.).

Puterea transferată crește odată cu creșterea frecvenței și a inductivității reciproce dintre bobine, care depinde de geometria lor și de distanța dintre ele. Coeficientul de cuplaj este un parametru adimensional egal cu fracțiunea de flux magnetic din prima bobină care trece prin a doua bobină atunci când aceasta este în circuit deschis. Dacă o sarcină este conectată la a doua bobină, fluxul magnetic prin ea scade și mai mult. Dacă cele două bobine sunt pe aceeași axă și foarte apropiate, astfel încât tot fluxul magnetic din prima trece și prin a doua bobină, eficiența conexiunii se apropie de 100%. Cu cât crește distanța dintre cele două bobine, cu atât mai puțin câmp magnetic ajunge de la bobina transmițătoare la cea receptoare, iar coeficientul de cuplaj scade.

Pentru o eficiență crescută, bobinele trebuie să fie foarte apropiate, la distanța de o fracțiune din diametrul bobinei, axele bobinelor fiind aliniate. Se folosesc de obicei bobine mari și plate pentru a îmbunătăți cuplajul. În cele mai multe sisteme inductive moderne se folosește cuplajul inductiv rezonant în care eficiența de transfer este mărită prin folosirea de circuite rezonante.

Cuplajul inductiv rezonant (cuplajul electrodinamic) este o formă de cuplaj inductiv în care puterea este transferată prin intermediul câmpurilor magnetice între două circuite rezonante, unul transmițător și unul receptor.

Fiecare circuit rezonant este constituit dintr-o bobină conectată la un condensator. Cele două circuite sunt fixate să rezoneze la aceeași frecvență. Astfel, folosind rezonanța, aceeași cantitate de putere poate fi transferată la distanțe mai mari folosind câmpuri magnetice mai slabe, deci înseamnă o economie de energie.

#### 4. Sticlă incasabilă

Sticla folosită pentru becul suspendat trebuie să aibă o rezistență sporită întrucât este foarte susceptibil la cădere datorită pierderii punctului de echilibru prin lovire sau a decuplării curentului prin electromagneții care-i conferă stabilitate (fig. 3).

Au fost inventate mai multe tipuri de sticlă deosebit de rezistentă. De exemplu, cercetătorii de la Lawrence Berkeley National Laboratory din cadrul Departamentului de Energie al Statelor Unite și California Institute of Technology au pus la punct un tip de sticlă, alcătuită dintr-un micro-aliaj metalic de paladiu cu fosfor, siliciu, germaniu și argint, care a demonstrat o rezistență la impact superioară oricărui alt tip de material cunoscut.

Secretul succesului acestui cocktail sta în faptul că "plastificază" sticla, făcând-o în măsură să reacționeze la stres îndoindu-se, dar fără a se rupe. Cele cinci elemente din compoziția aliajului sunt toate indispensabile, dar este mai ales paladiul cel care-i conferă materialului rezistența dorită, mai precis raportul ridicat de rigiditate al acestuia, în măsura să compenseze extrema fragilitate a sticlei. În plus, în prelucrarea la rece, paladiul (substanță asemănătoare argintului) îi sporește și mai mult rezistența și duritatea.



**Fig. 3** Sticlă incasabilă pentru becul care levitează

#### Concluzii

Deși principiile fizice explicate mai sus par ceva destul de simplu, produsul final reieșit din combinarea lor este ceva deosebit.

O astfel de sursă de lumină "plutitoare" aduce și o emoție în aer. Poate de la reamintirea subtilă că există ceva mai mult decât putem vedea, forțele invizibile care țin lumea într-o ordine pe care noi, oamenii, abia începem să o înțelegem.

#### Bibliografie:

1. L. Samoilă, S. Arad – Materiale electrotehnice. Caracteristici și utilizări. Editura Universitas, Petroșani, 2001
2. Jayawant B V- Electromagnetic suspension and levitation, School of Engineering and Applied Sciences, University of Sussex, Brighton, UK
3. Ramsden Ed- Hall-effect sensors: theory and applications (2, illustrated ed.). Elsevier, 2006
4. Popović R. S. - Hall effect devices (2, illustrated ed.). CRC Press, 2004
5. <http://www.descopera.ro>
6. <http://physicstoday.scitation.org/>
7. <http://electronica-azi.ro>
8. <http://www.technogeek.ro>
9. <http://electronics.howstuffworks.com>

# FOLOSIREA CELULELOR DE COMBUSTIE PENTRU PRODUCEREA ELECTRICITĂȚII

**Autori:** Viorel BACAROGLO, Ionuț LEANCĂ, Adrian BODA  
Alexandru DINU, Cornel CRAIOVEANU,  
[bacarogloviorel@mail.ru](mailto:bacarogloviorel@mail.ru)

**Coordonator:** Prof. dr. ing. Susana Arad<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetică Industrială, anul III

<sup>2</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

## Rezumat

Cu ajutorul setului educational "Energie Regenerabilă" aflat în dotarea Laboratorului *Surse Regenerabile*, am experimentat producerea hidrogenului folosind modulul electrolizor pe baza energiei solare și am continuat cu utilizarea unei celule de combustie obținând energie electrică la un modul cu LED-uri. Am alimentat de asemenea un mic ventilator și am continuat experimentele pentru alimentarea ambelor module folosind celulele de combustie. Experimentele au demonstrat posibilitățile de utilizare a energiei regenerabile în diverse aplicații.

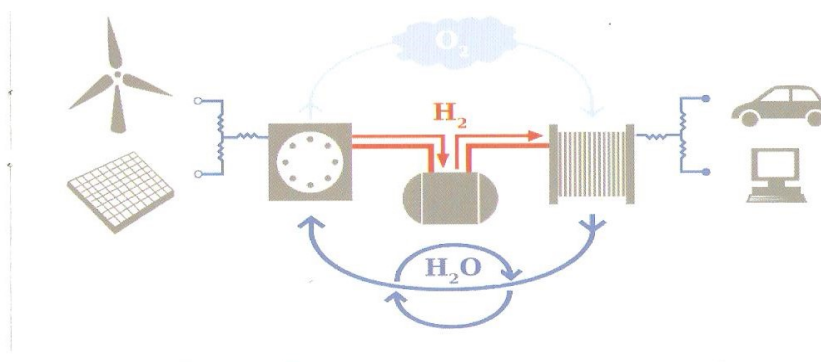
## Cuvinte cheie

*Energie regenerabilă, oxigen, hidrogen, electroliza*

## 1. Introducere

Hidrogenul nu există liber în natură, el trebuie produs, de aceea hidrogenul nu reprezintă o sursă de energie, el este un purtător (vector) de energie. Cu alte cuvinte pentru a se obține hidrogen trebuie consumată energie. Insa, odata produs, transportat și stocat, poate fi utilizat în special în pile de combustie, unde produce energie electrică și/sau căldură. Deci, combustia hidrogenului nu este poluantă iar energia este o energie regenerabilă..

La nivel european a fost înființată o asociație "Pile de combustie și hidrogen" (Fuel cell and Hydrogen joint Undertaking-FCH JU, [www.fch-ju.eu](http://www.fch-ju.eu)). Aceasta entitate este realizată la nivelul Uniunii Europene sub forma unui parteneriat public – privat. Obiectivul acestui parteneriat este acela de-a susține în Uniunea Europeană dezvoltarea unui sector puternic, durabil și competitiv al pilelor de combustie și hidrogenului. Schema unui sistem de obținerea și utilizarea hidrogenului, H<sub>2</sub> este redată în Fig. 1



**Fig. 1** Sistem de energii regenerabile

Pila de combustie, este un sistem electrochimic care convertește energia chimică în energie electrică. Un astfel de sistem se află în dotarea laboratorului *Surse Regenerabile* și este prezentat în Fig. 2. Hidrogenul sau un alt combustibil (sursa de energie) este alimentat pe la anod, iar pe la catod se introduce oxigenul, Fig.3.



Fig.2. Pilă de combustie

Spre deosebire de baterie, care este un sistem închis, pila consumă combustibilul, care poate fii alimentat continuu la anod, prin oxidare electrochimică generand curent electric continuu de joasa tensiune J.T. si caldură sub forma de apă fierbinte sau abur. Schema unui sistem bazat pe principiul pilei de combustie este prezentat in Fig. 3. Elemente comparative cu alți combustibili sunt redade in Tabelul 1.

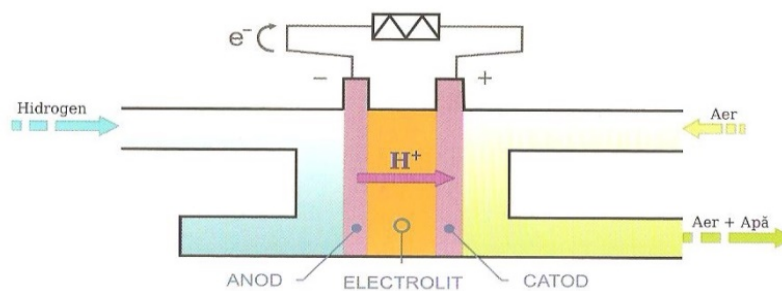


Fig. 3. Conceptul de lucru al unui sistem.

Tabel.1. Elemente de comparatie cu alti combustibili

Combustibil	Component principal	Densitate de energie(MJ/Kg)	Raport H/C
Hidrogen	H <sub>2</sub>	142,0	-
Gaz natural	Ch <sub>4</sub>	55,5	2-2,3
Biogaz anaerobic	Ch <sub>4</sub> ,CO <sub>2</sub>	28-45	0,7-2,0
GPL	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	50,0	2,5-2,7
Metanol	C0 <sub>3</sub> -OH	22,5	4
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -OH	29,5	3
Benzina	C <sub>4</sub> -C <sub>12</sub>	45,8	1,6-2,1
Kerosen	Pana la C <sub>25</sub>	46,3	1,6-2,0
Motorina	C <sub>9</sub> -C <sub>24</sub>	45,3	1,8-2-3
Biogaz din gazeifiere	CH <sub>4</sub> ,H <sub>2</sub> ,CO <sub>2</sub> ,CO	4-14	4

Caracteristicile fizice ale acestui tip de combustibil sunt prezentate in Tabelul 2.

**Tabelul 2. Caracteristici fizice**

Conditii de stocare	Densitate	Energie disponibila	Consum energetic
1 bar	0,0827 kg/m <sup>3</sup>	3,26 kwh/m <sup>3</sup>	0 kwh/m <sup>3</sup>
200 bari	14,49kg/m <sup>3</sup>	571 kwh/m <sup>3</sup>	176 kwh/ m <sup>3</sup>
350 bari	23,26kg/m <sup>3</sup>	932,26 kwh/m <sup>3</sup>	340 kwh/ m <sup>3</sup>
Lichefiat (20k ,1 bar)	71,1 kg/m <sup>3</sup>	2802,5 kwf/m <sup>3</sup>	900 kwh/m <sup>3</sup>

La curenti mici tensiunea generată trebuie sa fie de 0,9 V, ea se numește si *tensiune de mers in gol*. Daca ne amintim, din experimente anterioare, electroliza incepea la 1,23 V. La pila de combustie procesul fiind invers, tensiunea generata va fii mai mica de 1,23 V datorita catalizatorilor imperfecti, a rezistentei interne a pilei, etc. Se poate observa caracterul căzător al caracteristicii U(I), cu o scadere exponentiala a tensiunii cu cresterea curentului. Din caracteristica P(I), se vede ca consumatorul nu functioneaza in punctul optim, adica nu este adaptata sarcina la pila de combustie.

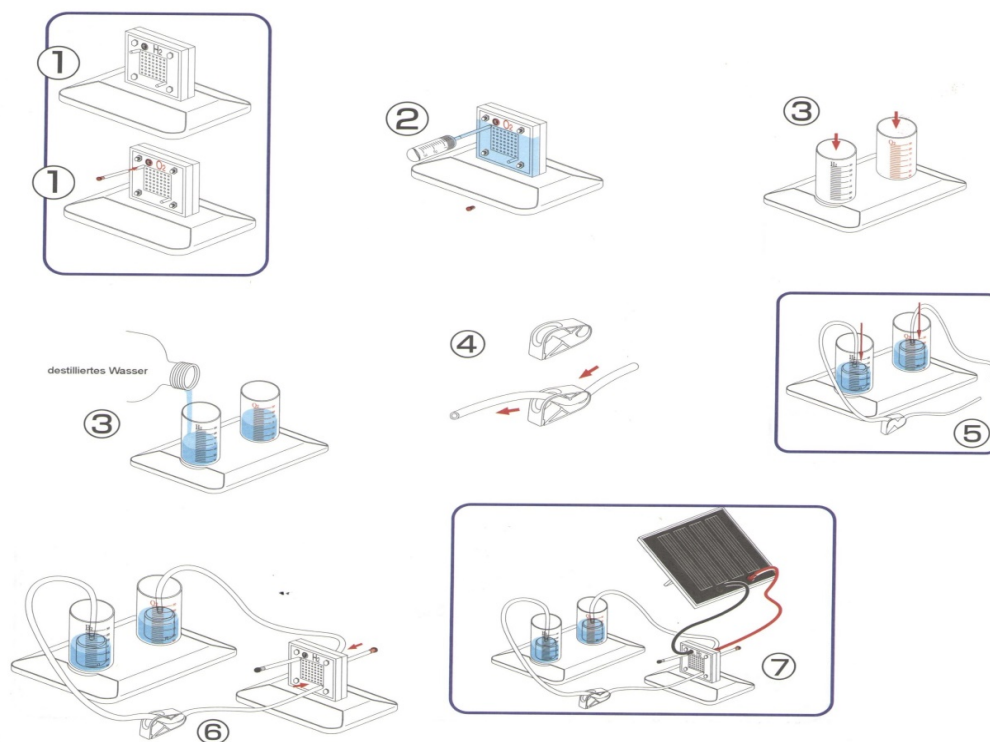
## 2. Experimente pentru folosirea celulelor de combustie pentru conversia hidrogenului in electricitate

Am realizat o serie de experimente utilizând kit-ul educational "*Energie Regenerabila*" Horizon aflat în dotarea laboratorului de Surse Regenerabile.

### *Prepararea modului electrolizor si producerea de hidrogen pe baza energiei solare*

Prepararea modului electrolizor si producerea de hidrogen pe baza energiei solare (modul PV) s-a realizat dupa etapele prezentate in Fig. 4.

La inceput pila de combustie va trebui asigurată cu hidrogen și oxigen de la electrolizor realizând montajul din Fig.4 . Sistemul va incepe să produca oxigen și hidrogen in cilindrii respectivi cand incep să iasa bule în cilindrul de Hidrogen la suprafată, ciclul fiind complet și astfel a început producerea de hidrogen.



**Fig. 4. Descrierea etapelor de pregatire a electrolizorului**

S-a inserat apoi celula de combustie in modulul de baza cu terminale rosii pe aceeași parte cu terminalele rosii de la baza, Fig. 5, si s-a conectat o supapa de purjare la 2 cm de capatul tubului si cealaltă la duza superioara a părții de hidrogen a celulelor de combustie.



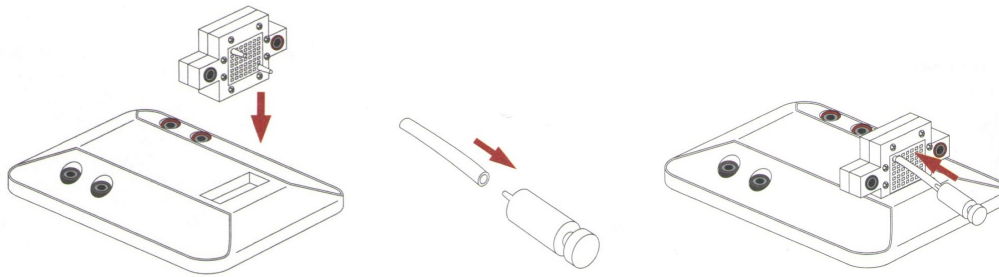


Fig. 5

Apoi s-a deconectat tubul de la electrolizor și s-a conectat în partea de jos a supapei celulei de combustie, Fig. 6.

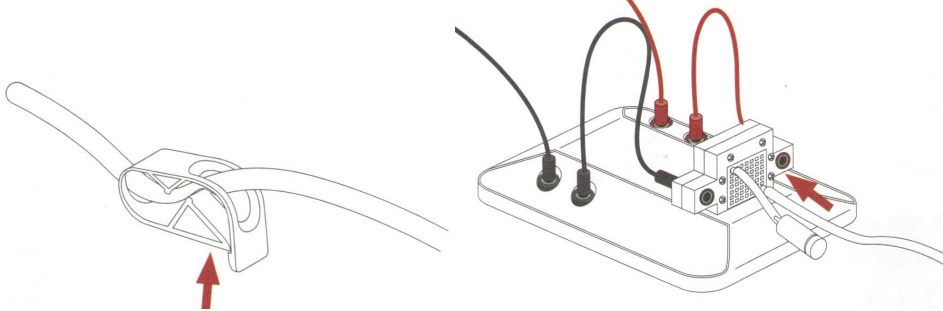


Fig. 6

Modulul este pregătit pentru a produce electricitate. În continuare prezentăm experimente realizate în vederea folosirii celulelor de combustie.

**Folosirea celulelor de combustie pentru alimentarea Modulului LED**

S-a conectat celula de combustie la modulul bază și s-a conectat Modulul LED la modulul bază, în același mod. LED-urile încep să clipească ceea ce arată consumul de energie electrică. Celula de combustie va consuma hidrogen din cilindru și nivelul apei va reflecta schimbările în cantitatea de gaz consumat. Experimentul este prezentat în Fig. 7.

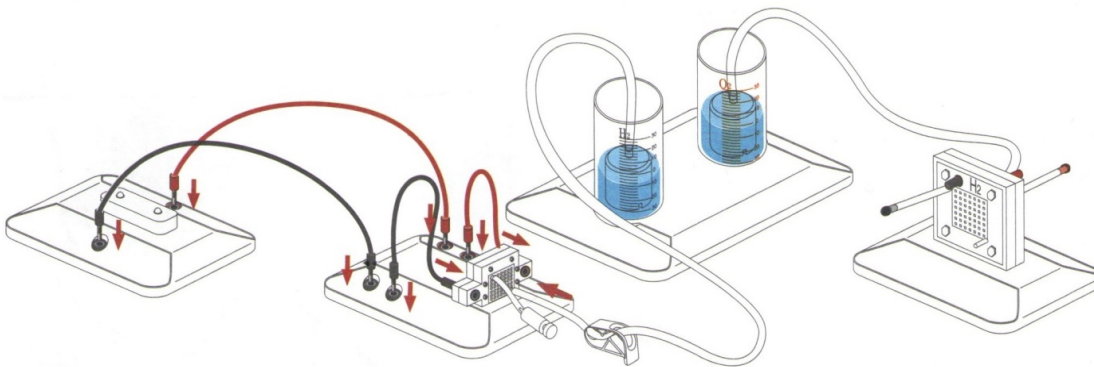
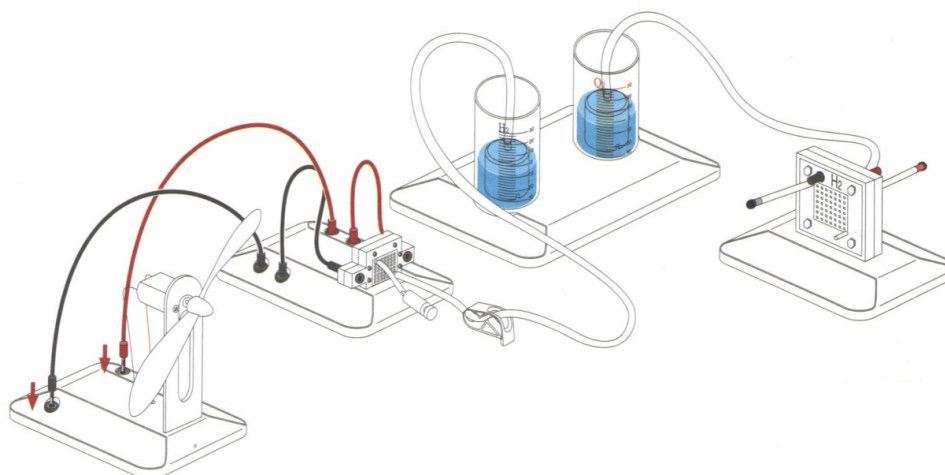


Fig. 7 Alimentarea celulelor LED cu ajutorul pilelor de combustie

**Folosirea celulelor de combustie PEM la alimentarea unui mic ventilator**

S-a conectat la baza cu motorul unui mic ventilator/roată motoare modulul bază cu celule de combustie pentru a genera energie la motor, Fig. 8. Roata motoare sau ventilatorul au început să funcționeze.

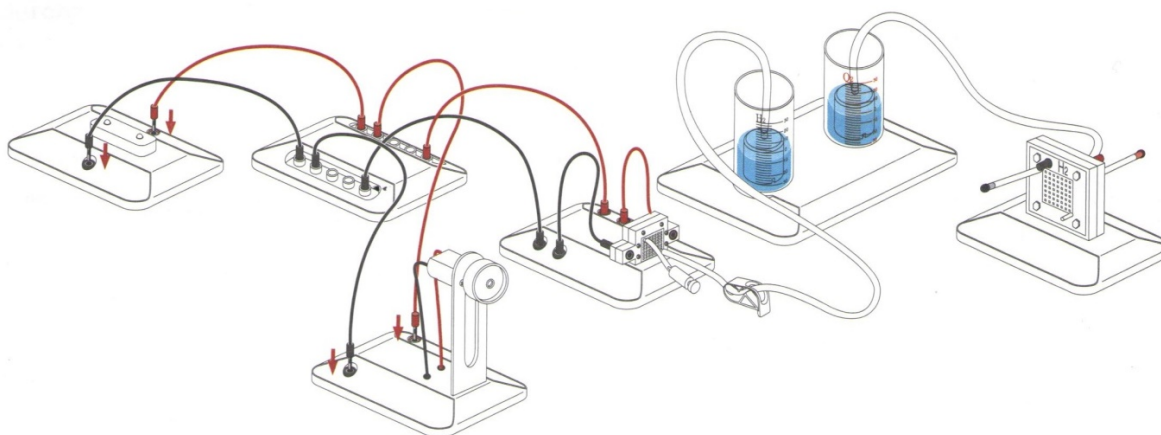


**Fig.8.** Explicativa la experimentul alimentării unui mic ventilator

S-a continuat apoi cu un alt experiment folosind ambele module, atât roata motoare cât și LED urile

**Folosirea celulelor de combustie PEM la alimentarea unui mic ventilator/modulul cu roata motoare și modulul LED în paralel**

Dacă s-a epuizat hidrogenul se poate repeta producerea de hidrogen și etapele pregătirii celulei de combustie. Dacă nu, se conectează modulul PEM la baza cu un mic ventilator/ roată motoare și la baza modulului LED prin intermediul unui modulul cu circuitele. Apoi s-a conectat la modulul cu placa de circuite, celule de combustie pentru a genera energie pentru ambele module în paralel, Fig.9.



**Fig.9** Explicativa la experiment

Toate experimentele s-au realizat cu succes. Într-un film de prezentare se poate vedea rezultatul experimentelor.

### 3. Concluzii

- Hidrogenul este o sursă de energie viabilă.
- Pentru obținerea hidrogenului trebuie consumată energie, însă odată produs, transportat și stocat, poate fi utilizat în special în pile de combustie, unde produce energie electrică și căldură, fie sub formă de apă fierbinte fie abur.
- Pila de combustie va trebui asigurată cu hidrogen și oxigen de la un electrolizor.
- Experimentele realizate au contribuit la fizarea cunoștințelor legate de surse de energie regenerabilă și totodată au deschis provocări legate de aceste cu noi posibilități de utilizare a acestor surse.

- Economia hidrogenului nu este o utopie, ea reprezintă deja o realitate pentru anumite comunități, un mod de viață care prefigurează un altfel de viitor pentru omenire.

### **Bibliografie**

Susana Arad, Surse regenerabile-Aplicații și experimente

<http://www.horizoneducational.com/juniorproducts/renewable-energy-science-kit/#prod-tab-spec>

[https://ro.wikipedia.org/wiki/Pil%C4%83\\_de\\_combustie](https://ro.wikipedia.org/wiki/Pil%C4%83_de_combustie)

<https://ro.wikipedia.org/wiki/Electroliz%C4%83>