

NON-CONVENTIONAL COOLING SYSTEM

PAUNA¹ Oana¹, JIGANIE² Mircea Constantin², COMAN³ Dan Sorin³

¹Facultatea IMST, Specializarea:INPN, Anul de studii:I, e-mail: oanamihaelapauna@yahoo.com

Conducători științifici: prof. univ. dr.ing. **Daniel GHICULESCU**

prof. univ. dr.ing. **Niculae Ion MARINESCU**

Refrigerating devices are a necessity for humanity, for maintaining food quality and providing technical conditions for mass productions. This devices must meet the following conditions: conserve energy, protect environment and be compact. In this research we try to analyze those aspects, based on theoretical researches and practical realizations of the collaborating authors. For this purpose, we present the algorithm after which we create a refrigerating device with an unconventional cooling system, but with a classic look that can be powered from a direct current (DC) as well as too a renewable energy source. It have is it's composition a cold storage system for periods in which it's not connected to an energy source.

KEYWORDS: refrigerator, unconventional, energy, environment,

1. Introducere

Frigul artificial este un proces de transfer al căldurii de la o locație la alta în condiții controlate. Această activitate de transfer de căldură este determinată de lucrul mecanic, dar transferul poate fi condus de o gamă largă de surse cum ar fi: căldura, magnetismul, energia electrică etc.

Sistemele de răcire s-au dezvoltat într-un mod alert în ultimii 5 ani, datorită creșterii masive a cererii pe piață în domenii precum: cel alimentar, farmaceutic, medical etc., însă sistemul cel mai utilizat la momentul actual nu este prietenos cu mediul înconjurător deoarece acesta se bazează pe utilizarea diferitelor clase de freoni, cel mai des utilizat fiind R600Aa. Din aceleași considerente, legate de mediu s-au făcut cercetări referitoare la surse de energie regenerabile cu ajutorul cărora să se poată alimenta chiar și electrocasnicele.

Pentru a putea pune pe piață un produs nou sau îmbunătățit, trebuie să urmișim mai mulți pași. Aceștia se vor regăsi în această lucrare sub forma de capitole. Pentru realizarea lucrării prezentate au fost făcute cercetări referitoare la produsele concurente, strategii de marketing, proiectarea conceptuală, proiectarea de detaliu și moduri de reciclare al materialelor utilizate.

Cel mai utilizat freon este R600a, acesta face parte din clasa HFC, care afectează stratul de ozon. Acest fenomen a determinat creșterea cerințelor standardului actual ISO 14001: 2015-Sistemul de Management al Mediului. Pentru a putea fi în conformitate cu standardul, au fost efectuate cercetări și teste plecând de la sistemele de răcire deja existente. Din aceleași considerente, legate de mediu s-au făcut cercetări referitoare la surse de energie regenerabile cu ajutorul cărora să se poată alimenta chiar și electrocasnicele dar și soluții de înmagazinare a temperaturii cu ajutorul materialelor cu schimbare de fază.

Din SER fac parte: energia solară, energia apei (hidraulică, marea, potențial osmotică), energia eoliană, energia geotermică, energia biomasei.

În cadrul acestei lucrări sunt prezentate diferite sisteme neconvenționale de răcire, dar și utilizarea surselor de energie regenerabile, iar în detaliu este prezentată alimentarea unui sistem frigorific bazat pe efectul Peltier, posibilă alimentare cu ajutorul unui panou cu celule fotovoltaice dar și procesul de înmagazinare al energiei termice.

Scopurile proiectului sunt de a stimula dezvoltarea și testarea pe teren a prototipurilor frigorifice, alimentate cu energie alternativă (220V, 12V respective energie solară) ce au la bază un sistem de răcire bazat pe efectul Peltier dar și dezvoltarea aplicabilității materialelor cu schimbare de fază în această direcție, astfel reușind a dezvolta un produs cât mai prietenos cu mediul înconjurător.

2. Stadiul actual

2.1 Stadiul actual al sistemelor de răcire neconvenționale

Sunt cunoscute diverse sisteme de răcire, atât pentru lichide cât și pentru solide sau gaze precum sunt următoarele:

a. *Schimbător de căldură*: dispozitiv care transferă căldura de la un mediu la altul, fără a le permite să se amestece. Acest transfer de căldură este utilizat pentru răcirea gazelor. [1]

b. *Răcire bazată pe efectul termoacustic*. ⁷¹

Efectul termoacustic afirmă că o undă sonoră încălzește și răcește suprafețe mici de gaze de-a lungul lungimii propagării sale. Acest efect este utilizat în refrigerare . [1]

c. Răcire pe baza Efectului Dufour: este cel mai bine definit ca fiind transportul de căldură, datorită gradientilor în concentrații de materie. [1]

d. Răcire pe baza Efectului Termomagnetic

Efectul termomagnetic se produce când două metale diferite sunt conectate într-o buclă, astfel încât capetele firelor sunt conectate unul la celălalt, iar când unul este încălzit, celălalt se răcește, apoi un câmp magnetic este observat . [1]

e. Răcire pe baza efectului PELTIER

Efectul Peltier reprezintă producerea sau absorbția de căldură la intersecția a două metale la trecerea unui curent. Căldura este produsă sau absorbită în funcție de direcția și cantitatea fluxului de curent (fig 5).

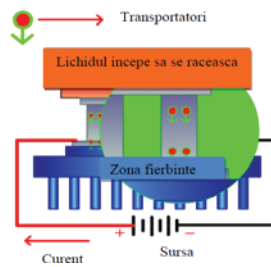


Fig. 1. Răcire pe baza efectului PELTIER. [1]

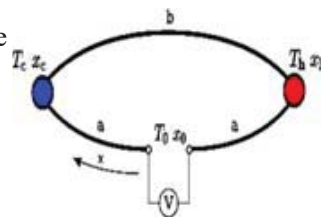
Efectul Peltier

A fost descoperit în 1834 și poate fi enunțat astfel: un curent electric care străbate punctul de contact dintre două fire sudate determină apariția unei diferențe de temperatură între cele două puncte sudate. În urma străbaterii punctului de contact de către purtătorii de sarcină prin consecință, căldura este absorbită și respectiv eliberată fiind indus un flux de căldură de la un capăt la celălalt al firelor. Apariția fluxului de căldură la joncțiuni poate fi înțeleasă luând în considerare conservarea energiei în interiorul joncțiunii și modificarea energiei totale a purtătorilor de sarcină la trecerea acestora prin joncțiune [b]. [2], [4] Din punct de vedere fenomenologic, într-o anumită măsură, efectul Peltier descrie inversul efectului Seebeck. Cu toate acestea, în accepțiunea mai largă, efectul fizic prezintă unele diferențe, deoarece efectul Peltier apare doar în prezența unui curent electric în timp ce efectul Seebeck cauzează apariția unei tensiuni electrice în condițiile în care există un circuit deschis.

T_c -Temperatura scazuta

T_h -Temperatura ridicata b-jonctiune

T_0 -Temperatura initiala



2.2. Alimentarea cu ajutorul energiei solare

Producerea frigului artificial cu ajutorul energiei solare presupune utilizarea radiației solare care, transformată cu ajutorul panourilor solare termice sau cu ajutorul panourilor fotovoltaice, în energie termică sau energie electrică, folosește diverse cicluri termodinamice sau electrice pentru obținerea frigului. În figura 2, sunt clasificate majoritatea proceselor principale ce pot utiliza această energie regenerabilă.

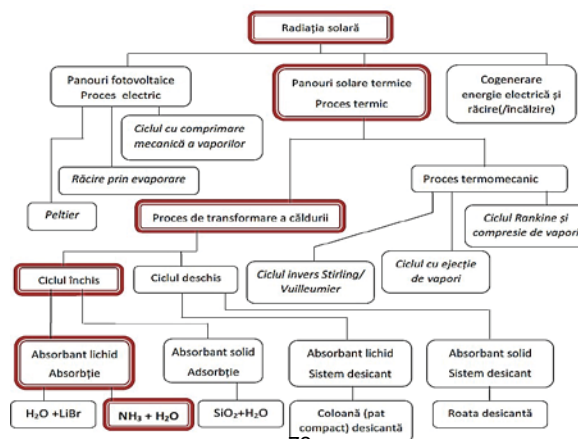


Fig. 2. Clasificarea proceselor care utilizează energia reciclabilă.[2]

2.3. Alimentarea cu baterii a aparatului frigorific neconvențional

Întrucât tensiunea electromotoare la bornele panoului solar variază în funcție de radiațiile solare, se impune folosirea unui regulator de tensiune (figura nr. 3). Cum radiația solară nu poate fi asigurată 24 de ore, energia electrică trebuie înmagazinată cu ajutorul unor acumulatori. În aceeași ordine de idei, studiul de piață realizat a condus către necesitatea ca Aparatul frigorific neconvențional să fie ușor de transportat. Astfel, alegerea unui acumulator cu dimensiuni cât mai mici este obligatorie. Datorită dimensiunilor mici și ușurinței cu care pot fi integrați în corpul frigiderului au fost aleși acumulatori LiIon 18560.

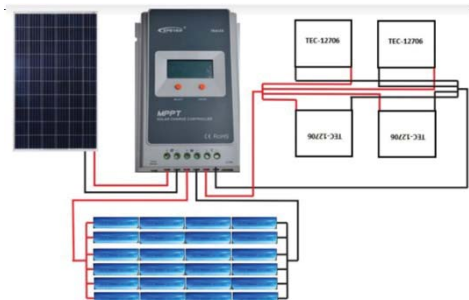


Fig.3. Schemă de alimentare

Pentru asigurarea tensiunii necesare funcționării modulelor termo-electrice, bateriile trebuie grupate în ramuri a câte patru baterii în serie, obținându-se astfel o tensiune electromotoare de 14,8V.

În urma măsurătorilor efectuate cu multimetrul s-a constatat că rezistența fiecărui element este de 5 Ω. Știind că circuitul este format din patru celule legate în paralel, se calculează rezistența echivalentă a circuitului exterior:

$$R_{echiv} = \frac{R_{element\ Peltier}}{4}$$

$$R_{echiv} = 1,25\ \Omega$$

Cunoscând rezistența echivalentă a circuitului (rezistențele interne ale bateriilor se neglijează) intensitatea curentului electric prin fiecare element este:

$$I = \frac{E}{R_{echiv}} = 11,84\ A$$

$$I_{el} = \frac{I}{4} = 2,96\ A$$

Așadar, puterea degajată de fiecare celulă în parte este:

$$P = E * I_{el}$$

$$P = 43,8\ W$$

Cunoscând faptul că o baterie are capacitatea de 2200 mAh rezultă ca alimentarea frigiderului cu o singură ramură (4 baterii legate în serie) asigură o autonomie de 0,77 h. Pentru o autonomie cât mai mare trebuie marit numărul ramurilor de baterii (în figura nr. 8 se observă 6 ramuri). În tabelul nr. 1 este prezentată autonomia în funcție de numărul ramurilor.

Tabelul 1. Autonomia frigiderului în funcție de numărul bateriilor

Nr. Ramuri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Autonomie (h)	0.77	1.54	2.32	3.09	3.86	4.63	5.40	6.18	6.95	7.72

3. Stadiul actual al tematicii proiectului

3.1. Proiectarea conceptuală a prototipului produsului

În fig.4 și în fig.5 este evidențiat modul în care a fost modelat 3D proiectul în fază de concept

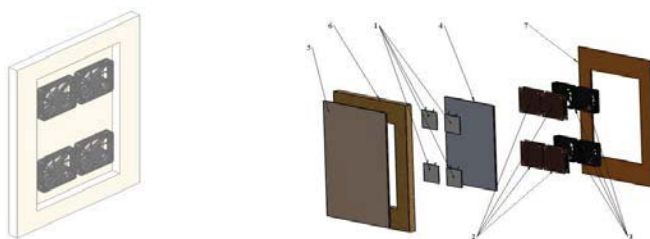


Fig. 4. Sistemul de răcire proiectat

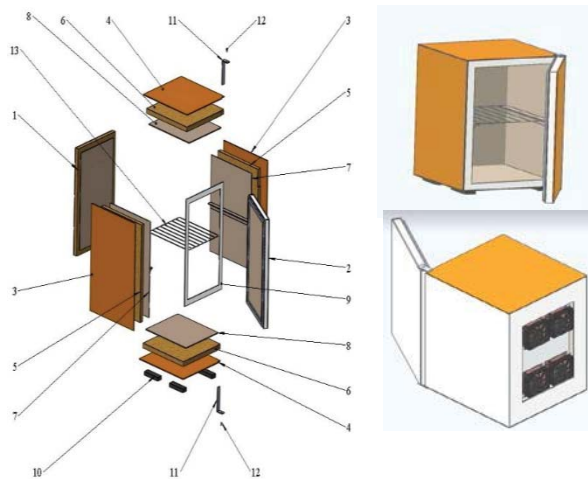


Fig. 5. Aparatul frigorific neconvențional proiectat

4. Proiectarea detaliată a prototipului produsului

Pentru realizarea produsului (prototipului) fizic ,a fost realizat modelul 3D pentru reperele care prin asamblare creează produsul finit.

În fig.6 aparatul frigorific prototip este proiectat în detaliu astfel punându-se în evidență complexitatea dar și materialele de care este nevoie pentru realizarea acestuia.

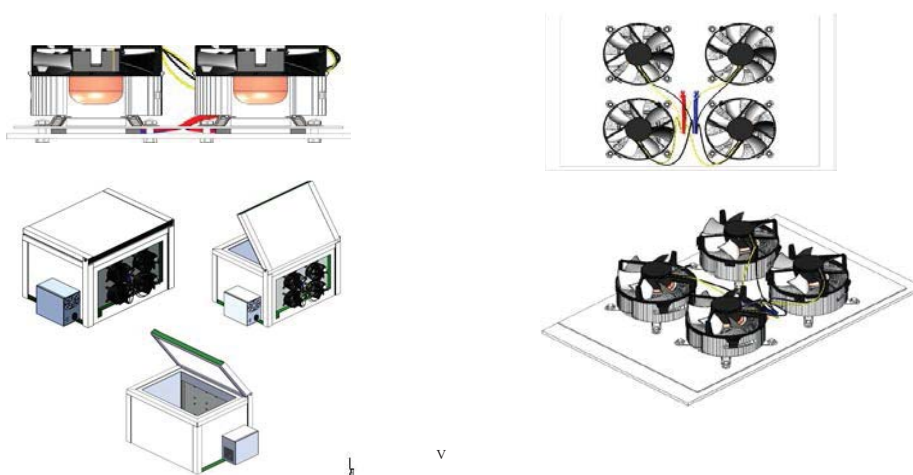


Fig.6. Aparatul frigorific proiectat

5. Fabricarea-testarea prototipului produsului

5.1 Fabricarea prototipului sistemului de răcire

Pentru a ajunge la varianta optimă a acestui sistem de răcire neconvențional, au fost realizate alte două moduri de asamblare a acestuia. (fig.7,fig.8)

În figură 13 sunt descrise etapele de realizare a sistemului de răcire prototip final.



Fig. 7. Varianta inițială

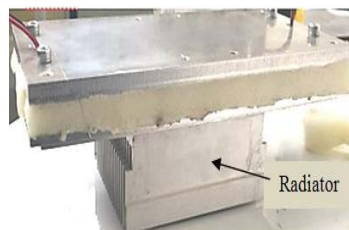


Fig. 8. Varianta intermediară [1]

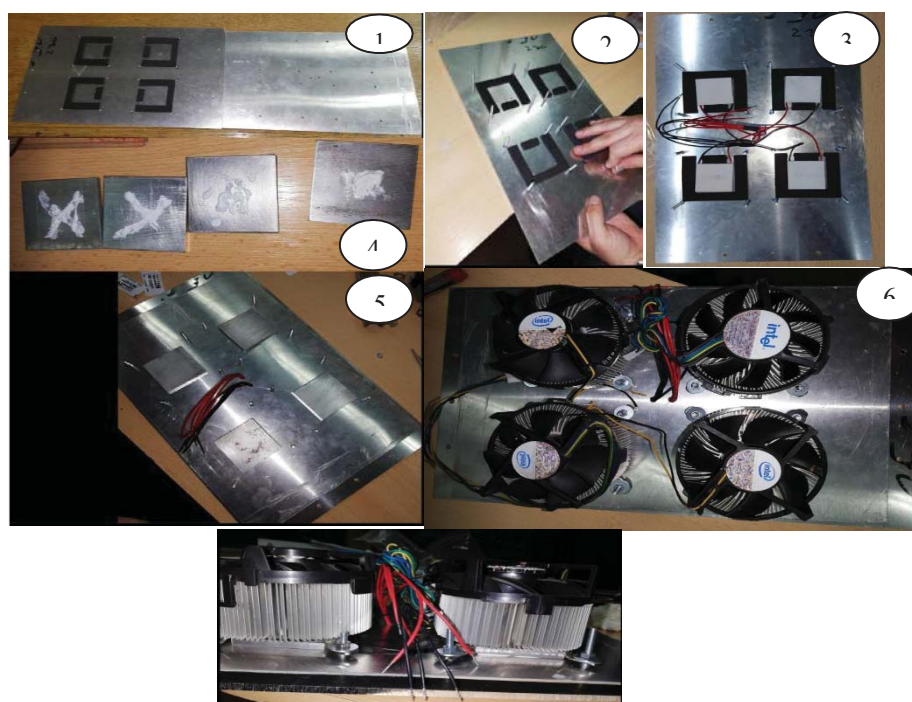


Fig. 9. Varianta finală

Fazele de dezvoltare și evoluare ale produsului prototip sunt descrise în fig. 10, astfel fiind pus în evidență diferențele.



Varianta inițială



Varianta intermediară



Varianta finală

Fig. 10 Evoluția produsului proto

Pentru verificarea performanței produsului realizat, acesta a fost supus următoarelor teste:

- Verificarea temperaturii plăcii superioare, a plăcii interioare și în interiorul incintei, ținându-se seama de temperatura mediului ambiant.

Pentru a putea realiza aceste teste au fost necesare următoarele:

- echipament de afișare și stocare a datelor (fig. 11)
- Sonde pentru determinarea temperaturii din incintă
- două termocuple poziționate pe suprafețele plăcilor metalice, atât la interior cât și la exterior pentru a putea fi determinată temperatura acestora.



Fig. 11. Echipament de afișare a datelor



Fig. 12. Panou de comanda

Sondele respectiv termocuplele sunt conectate la un panou de comandă (fig 12) care transmite informațiile către sistemul de afișare și achiziție a datelor.

Pentru claritatea rezultatelor obținute prototipul a fost supus testării pentru o perioadă de 4 de ore. Rezultatele obținute au fost înregistrate și stocate cu ajutorul graficului din figura 13.

Tot prin intermediul graficului din fig. 17 în care sunt prezentate datele obținute în urma testării pentru fiecare din cele 4 plăci testate dar și temperatura mediului ambiant.

Pentru generarea unui grafic cât mai corect s-a măsurat temperatura pentru cele 4 plăci la un interval de 35 secunde. Din graficul prezentat în fig.17 se poate observa că temperatura în incintă poate coborî până la 9°C iar placa rece ajunge la temperatura de 2.3°C (fig 17).

Simbolizări:

T1 FF-temperatura în interiorul incintei

T placa caldă-temperatura pe

placa exterioră T placa rece –temperatură

placă interioară

Ta-temperatura mediului ambiant (25°C)

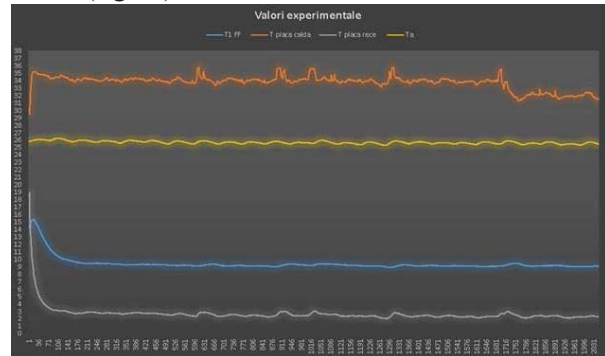


Fig. 13. Rezultate obținute

Concluzii

- Aparatul frigorific neconvențional a fost dezvoltat în întâmpinarea mai multor probleme identificate în urma unui studiu de piață, și anume:
 - ✓ Alimentarea la 12 V a unui aparat frigorific
 - ✓ Să fie portabil
 - ✓ Să fie cât mai prietenos cu mediul
 - ✓ Să folosească surse alternative de energie
- Acest aparat nu produce zgomot, vibrații și nu coboară ca și temperatură sub -2°C Celsius, aceste caracteristici fiind foarte importante în zona de transfer bauturi (vinuri) sau în industria farmaceutică (transport vaccinuri)
- Fiind portabil, este ideal pentru picnic sau camping.

Direcții de viitor:

- Realizarea instalației de alimentare cu energie regenerabilă
- Utilizarea materialelor cu schimbare de fază pentru înmagazinarea energiei termice
- Testarea produsului prototip

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bolocan, S., Boian, I., *Solar Cooling for Energy Saving. Can We Afford not to Use the Heat of the Sun?* - Bulletin Of The Transilvania University Of Brasov , Vol.3 (52)-Series I - Engineering Sciences, Issn 2065-2119 (Print), Issn 2065-2127 (Cd-Rom), 2010.
- [2] Chiriac F., *Instalații frigorifice*, Editura didactică și pedagogică, București, 1981.
- [3] Grossman, G., *Solar-powered systems for cooling, dehumidification and airconditioning*, Solar Energy, 72:53–62, 2002.
- [4] Henning et al., *Solar cooling and refrigeration with high temperature lifts –thermodynamic background and technical solution*, Proc. of 61st National ATI Congress, ATI-IIR International Session “Solar Heating and Cooling”, 14th September, 2006.