

Rezumatul tezei de doctorat:

CONTRIBUȚII LA STUDIUL TRANSFERULUI DE CĂLDURĂ ÎN SCHIMBĂTOARELE DE CĂLDURĂ CU MICROCANALE

Autor:ing. RÎBU Eugenia Adriana, Conducător științific: prof.univ.dr.ing BICĂ Marin

Prin teza de doctorat cu titlul „ Contribuții la studiul transferului de căldură în schimbătoarele de căldură cu microcanale” mi-am propus pentru studiu, analiză și îndeplinire următoarele obiective:

- cercetările teoretice privind principalele tipuri constructive de schimbătoare de căldură;
- proiectarea și realizarea unei instalații experimentale de răcire a microprocesoarelor;
- cercetările experimentale privind proprietățile agentului de lucru;
- proiectarea și realizarea unui stand pentru determinarea eficienței schimbătoarelor de căldură cu aripioare;
- validarea rezultatelor cercetării teoretice și experimentale.

Modul de realizare a obiectivelor propuse este prezentat în cele șapte capitole prezentate în continuare.

Capitolul întâi, **Stadiul actual în domeniul construcției schimbătoarelor de căldură** este destinat prezentării stadiului actual, pe plan național și mondial al schimbătoarelor de căldură. Se precizează principalele tipuri constructive de schimbătoare de căldură, evidențiind avantajele fiecărui tip și domeniul de utilizare. În ultima parte a capitolului sunt prezentate materialele utilizate pentru construcția schimbătoarelor de căldură. Pentru schimbătoare de căldură se utilizează în general următoarele materiale: oțelul (carbon, aliat refractar, anticorosiv, inoxidabil etc.); fonta; aluminiul și aliajele de aluminiu; cuprul și aliajele sale (alama și bronzul); materialele plastice și sticla. Aluminiul este rezistent la acțiunea agresivă a multor medii. Are avantajul că se pot obține schimbătoare de căldură compacte cu suprafețe plane cu diferite forme de nervuri.

Cel de-al doilea capitol, **Considerații teoretice asupra transferului de căldură**, prezintă modurile fundamentale de transfer de căldură și legile de transfer termic.

Este evidențiat transferul de căldură în regim permanent: obiectivul major urmărit în analiză de căldură îl reprezintă determinarea câmpului de temperatură într-un mediu, precum și obținerea de expresii de calcul pentru coeficienții de schimb de căldură și transferul de căldură în regim staționar, în multe situații practice, transferul de căldură se desfășoară în regim tranzitoriu, temperatura și fluxul termic fiind mărimi variabile în timp. În timpul transferului termic se modifică continuu temperatura corpului, modificându-se totodată și proprietățile termo-fizice ale corpului și ale stratului limită, mărimi ce influențează în primul rând coeficientul de transfer α precum și ceilalți parametri, considerați constanți, care intervin în ecuația generală a conducției. Temperatura mediului ambiant poate fi și ea modificată în timpul transmiterii energiei termice. În unele situații, nici chiar temperatura inițială la momentul de timp inițial nu se poate considera uniformă, ci poate avea o variație complexă. Toate acestea pot conduce la imposibilitatea integrării ecuației generale a conducției termice.

Apoi este prezentată intensificarea proceselor de transfer termic, evidențiind trei metode importante de intensificare: intensificarea transferului de căldură în raport cu generarea de entropie, procedee de intensificare a transferului termic prin mărirea coeficientului global de schimb de căldură și Intensificarea proceselor de transfer prin utilizarea oscilațiilor.

În cel de-al treilea capitol, **Influența factorilor hidrodinamici asupra transferului de căldură** sunt prezentați factorii hidrodinamici ce influențează transferul de căldură precum și aparatele și metodele folosite în partea experimentală pentru determinarea proprietăților fluidelor folosite ca agenți termici. Sunt descrise diferite tipuri de termometre folosite în partea experimentală, pentru măsurarea temperaturii, apoi este prezentată o metodă de măsurare a presiunii, cu ajutorul manometrului cu tub U precum și o metodă de măsurare a debitului și a vâscozității.

Este făcută o comparație între comportarea fluidelor Newtoniene și comportarea fluidelor Nenevtoniene la curgere.

După aceea, sunt trecuți în revistă cei mai răspândiți agenți termici utilizați la schimbătoarele de căldură, menționând ca apa îndeplinește cele mai multe condiții cerute unui agent termic ideal.

Capitolul patru, **Influența secțiunii de curgere**, se prezintă cercetări teoretice și experimentale privind influența secțiunii de curgere. Capitolul începe cu prezentarea factorilor care influențează secțiunea de curgere și stabilirea regimurilor de curgere în schimbătoarele de căldură apoi este făcută o descriere a sistemelor geometrice a microcanalelor. Este prezentată o modelare a curgerii printr-un schimbător de căldură, realizată cu ajutorul programului Fluent, considerând mai multe dimensiuni pentru secțiunea de curgere.

Capitolul cinci, **Instalații experimentale și metodica de încercare**. În prima parte a capitolului este prezentată instalația experimentală cu schimbător de căldură cu aripioare. Se prezintă modul de realizare și funcționare al instalației de răcire cu schimbător de căldură cu aripioare explicând rolul fiecărei componente, etapele de determinare a caracteristicilor schimbătorului de căldură cu aripioare, etapa de pregătire a instalației și etapa de realizare a măsurătorilor.

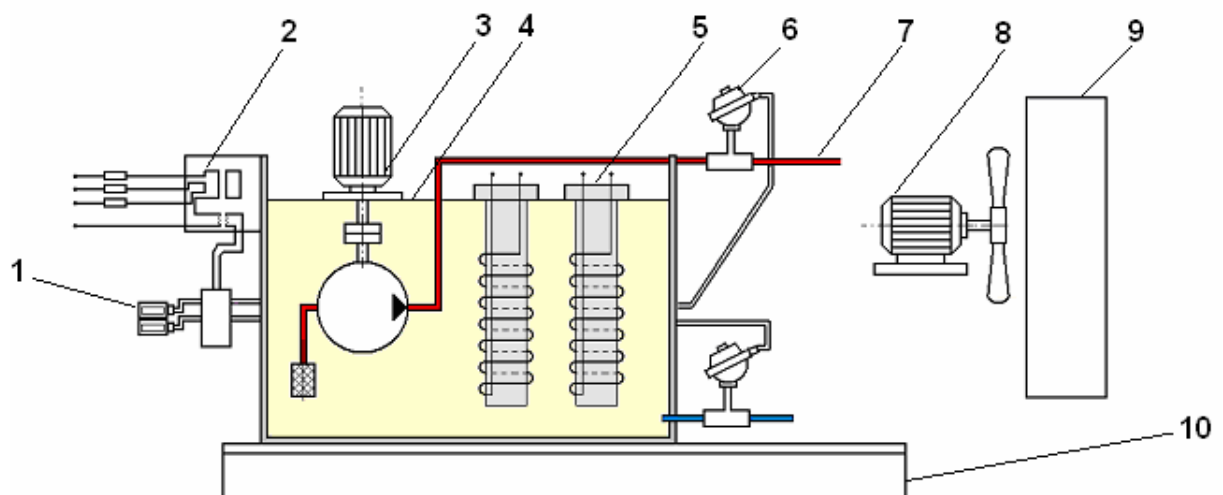


Fig.1 Instalația experimentală pentru determinarea eficienței schimbătoarelor de căldură cu aripioare 1-termometre digitale; 2- panou electric; 3-electropompă; 4 -rezervor de lichid; 5 - rezistențe electrice; 6- termocuplu TTC Fier-Constantan; 7 -conduțe de recirculare; 8 -motor electric cu ventilator; 9 -schimbător de căldură; 10- suport;

În vederea determinării eficienței de funcționare a schimbătoarelor de căldură cu aripioare s-a realizat și încercat o instalație de răcire cu fluid de tip ulei de transformator.

Pentru obținerea unor date concludente a comportării schimbătoarelor de căldură, pe modelul de instalație de răcire cu ulei s-au adaptat și încercat două tipuri de schimbătoare de căldură, primul fiind un schimbător de căldură cu aripioare, tip A, iar cel de al doilea fiind schimbătorul de căldură cu aripioare, tip B.

În figura 2 se observă componența instalației de răcire precum și o serie de aparate de măsură folosite la determinarea parametrilor de răcire.

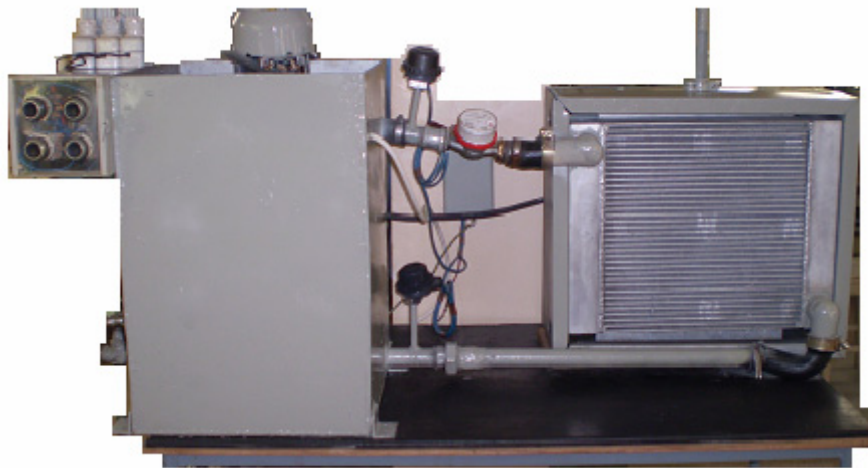


Fig. 2 Vedere din față a instalației experimentale cu schimbător de căldură cu aripioare

Datele înregistrate în urma desfășurării procesului de răcire s-au stocat în vederea determinării parametrilor funcționali și de regim ai instalației și prin folosirea softurilor specializate s-au făcut calculele în vederea obținerii datelor finale ale procesului. Datele obținute au fost procesate prin intermediul softului Microsoft Excel, obținându-se în final și o serie de grafice de variație a parametrilor procesului. Măsurările s-au efectuat pentru un număr de zece valori distincte ale temperaturii fluidului de lucru, prin parcurgerea întregului ciclu efectiv de măsurare.

Pornind de la concluziile desprinse din studiile teoretice și experimentale, se propune un model de instalație experimentală de răcire a microprocesoarelor cu schimbător de căldură cu microcanale ce utilizează ca agent termic apa dedurizată și cu control al parametrilor tehnologici de proces.

În vederea determinării eficienței schimbătorului de căldură cu microcanale, s-a măsurat temperatura aerului transmis de ventilator pe suprafața utilă a schimbătorului, în nouă puncte distincte, prin intermediul unui pirometru electronic cu fascicul laser tip OPTRIS LS.

În vederea măsurii, înregistrării și stocării datelor, s-a recurs la înregistrarea manuală a datelor, valoarea turației paletei modulului de măsurare a debitului citită la stroboscop, valoarea temperaturii exterioare a mediului, valoarea dezechilibrului lichidului în tubul U corespunzătoare căderii de presiune, precum și înregistrarea automată pe computer folosind două soft-uri specializate, unul pentru măsurarea parametrilor termici ai pirometrului cu laser, tip OPTRIS TEMPERATURA și un soft pentru determinarea parametrilor de funcționare ai calculatorului tip EVEREST.

Pentru determinarea vitezei de curgere a fluidului și deci a debitului lichidului de răcire recirculat în instalație s-a folosit un sistem de măsurare al turației paletelor rotorului modului de măsurare a debitului, format dintr-o lampă stroboscopică, și aparatul de măsurare tip STROBOSCOP N2601.

Căderea de presiune e preluată de la circuitele de intrare și de ieșire din schimbător prin intermediul a două nituri T și a două perechi de furtune din material plastic.

În vederea determinării anumitor parametrii funcționali ai schimbătorului de căldură sistemul de răcire a mai fost dotat cu următoarele elemente:

- două termometre digitale tip modul AD-TERMo4 cu traductoare (senzori) tip termometru dig. -25/+100C;
- un traductor pentru determinarea căderii de presiune la intrarea și ieșirea agentului de răcire în schimbătorul de căldură format dintr-un tub U, în interiorul căruia se află același lichid de răcire și aflat în stare de repaus în echilibru, acesta putând fi observată pe gradațiile inscripționate pe un suport cu hârtie milimetrică

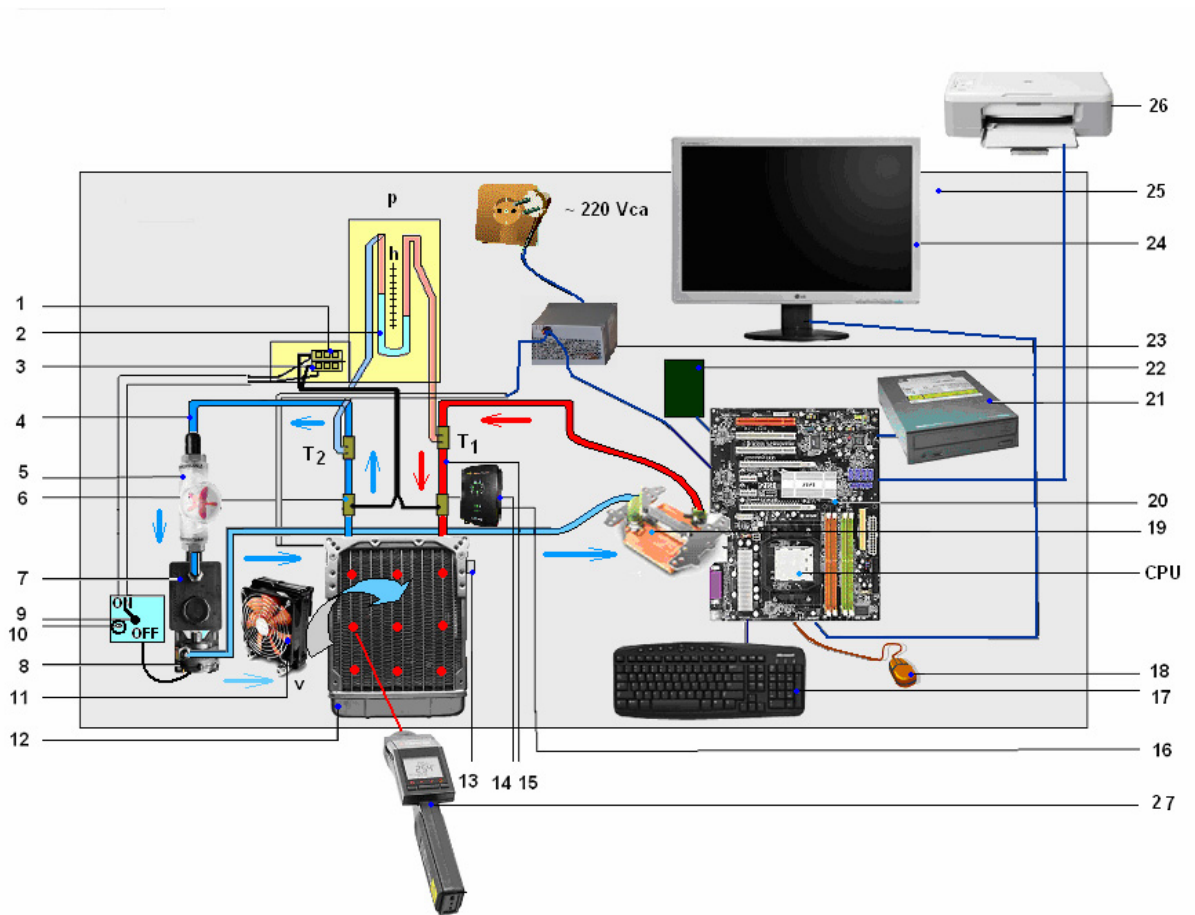


Fig. 3 Schema instalației experimentale:

1-termometru digital T_1 ; 2-tub de presiune U; 3- termometru digital T_2 ; 4-tub de plastic pentru recircularea lichidului răcit; 5- modul de control al debitului; 6 -sonda de temperatură T_1 ; 7- rezervor de lichid; 8-pompa hidraulică; 9- buton on-off; 10-potențiometr pentru reglajul debitului pompei hidraulice; 11-ventilator pentru răcirea radiatorului; 12-radiator din aluminiu pentru răcirea agentului de răcire; 13-potențiometr pentru reglarea turației ventilatorului; 14-sonda de temperatură T_2 15-fiting de prindere; 16-sursă (tester) pentru alimentarea sistemului de răcire; 17-tastatură; 18-mouse; 19-blocul pentru răcirea microprocesorului CPU **Water Block**; 20-placa de bază 21-CD rom; 22-hard disk; 23-sursa pentru alimentarea plăcii de baza; 24-monitor digital; 25-placă suport instalație de răcire; 26-imprimantă Laser; 27-pirometru Laser.

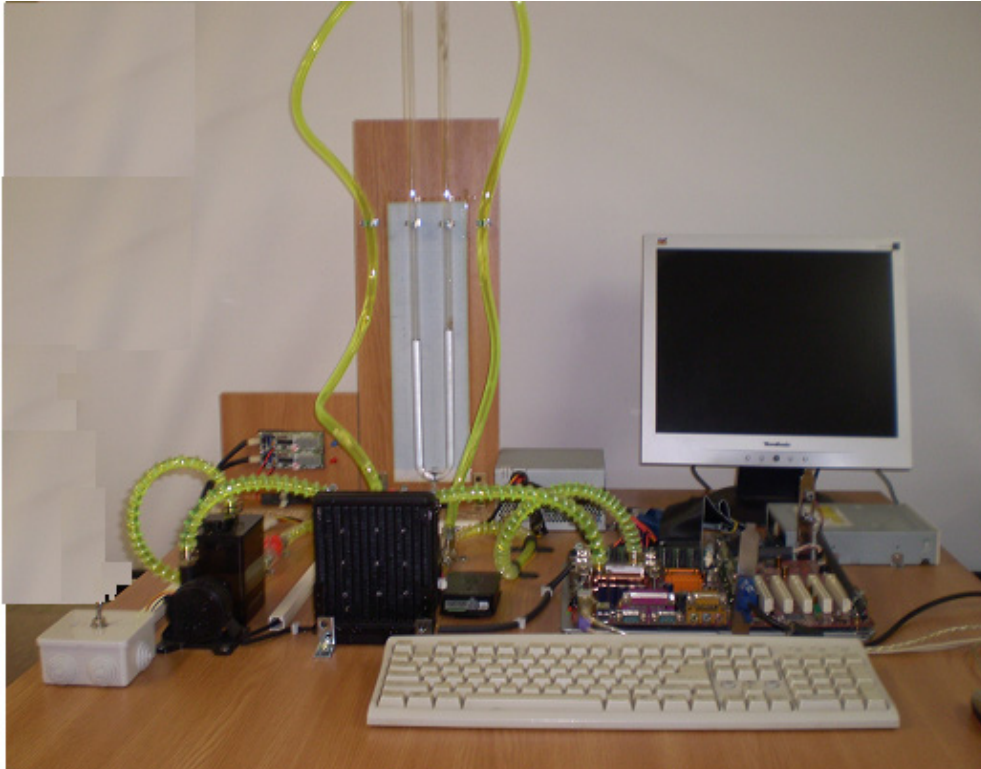


Fig.4 Vederea din față a instalației experimentale de răcire a microprocesoarelor

Capitolul șase, **Prelucrarea rezultatelor experimentale, relații de calcul și grafice.**

Prin parcurgerea tuturor variantelor alese de modificare a regimurilor termice în schimbătoarele de căldură adaptate pe instalația experimentală s-a obținut o serie de date și caracteristici care s-au analizat și sintetizat într-o serie de grafice de variație precum și de un pachet de calcule prin care s-a stabilit eficiența celor două tipuri de schimbătoare de căldură cu aripioare.

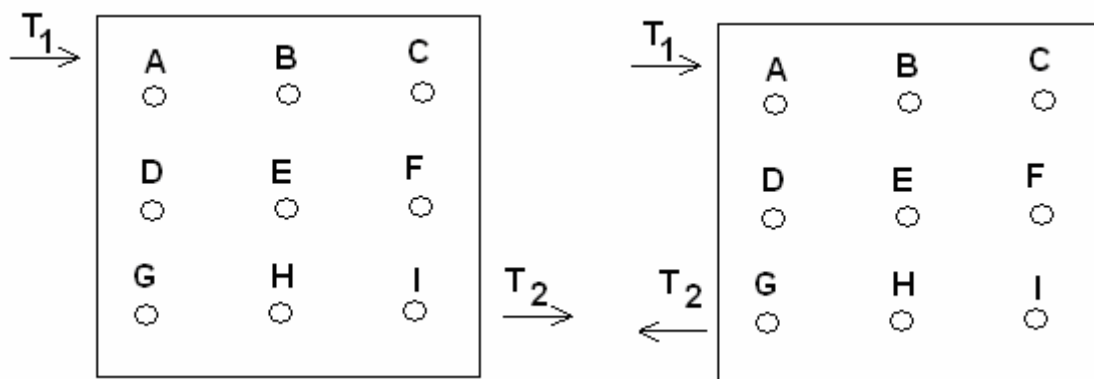


Fig.5 Reprezentarea punctelor de măsurare pe suprafața schimbătorului de căldurăcu aripioare tip A și tip B

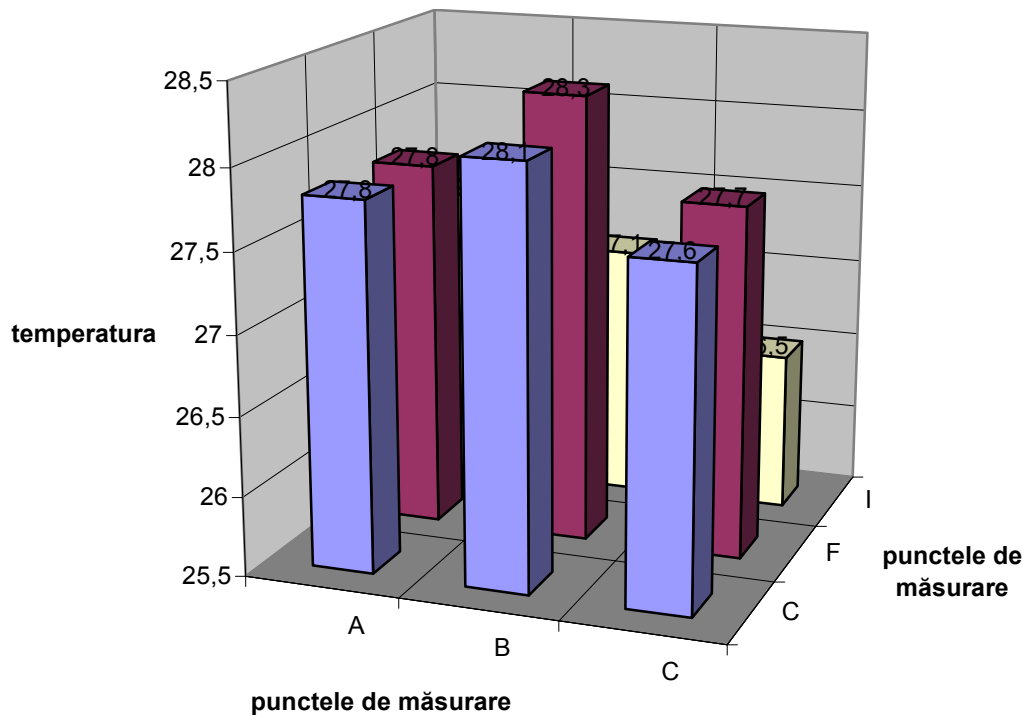


Fig. 7 Variația temperaturii în cele nouă puncte de măsurare

S-au reprezentat grafic variațiile temperaturii în cele nouă puncte de măsurare pentru cele zece regimuri de modificare a temperaturii fluidului de lucru, precum și variațiile de temperatură la intrarea și ieșirea din circuitul de încălzire măsurate de termocuple și termometrele electronice.

Studiind cele două seturi de date, variația temperaturii în punctele de pe schimbătorul de căldură și variația vitezei aerului suflat de ventilator se observă că acolo unde temperatura are valori maximă, în punctul E, mijlocul schimbătorului, viteza aerului suflat de ventilator are valori minime.

Ca o concluzie firească având în vedere dependența coeficientului de transfer de căldură la viteza de curgere a aerului se observă că datorită faptului că suprafața schimbătorului este ventilată neuniform există zone pe suprafață unde temperatura devine mai mare decât în punctele vecine (mijlocul schimbătorului).

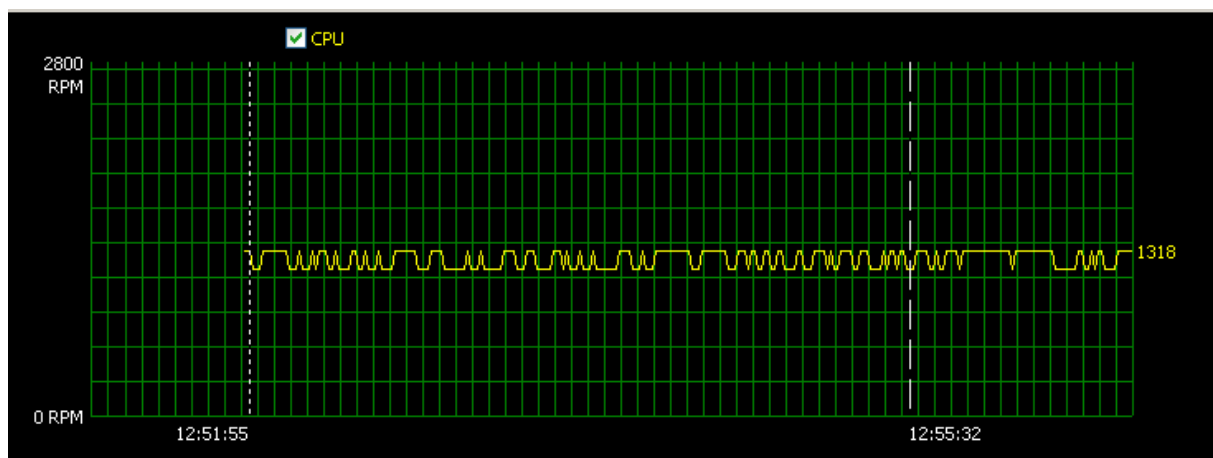


Fig. 8 Variația turației ventilatorului pentru regimul I de funcționare:

S-a reprezentat variația temperaturii măsurată de sondă T_1 (la intrarea în schimbătorul de căldură) ce crește la pornirea pompei pentru răcirea microprocesorului.

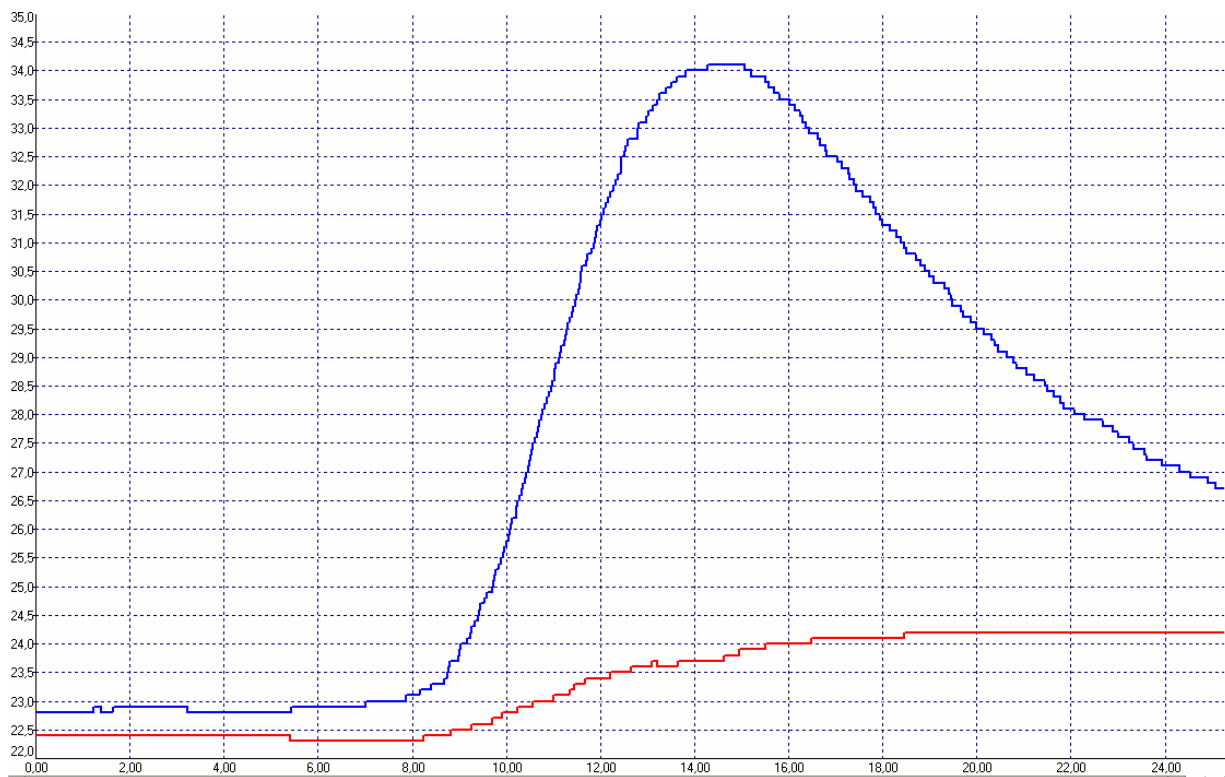


Fig 9. Variația temperaturii de răcire a schimbătorului – punctul A și variația temperaturii T_1

Temperatura de ieșire din schimbător măsurată simultan cu temperatura de intrare în schimbător, are o variație asemănătoare cu cea de intrare la toate debitul utilizate la pompa de recirculare ceea ce demonstrează menținerea unei tendințe constante în influența debitului asupra coeficientului de transfer de căldură.

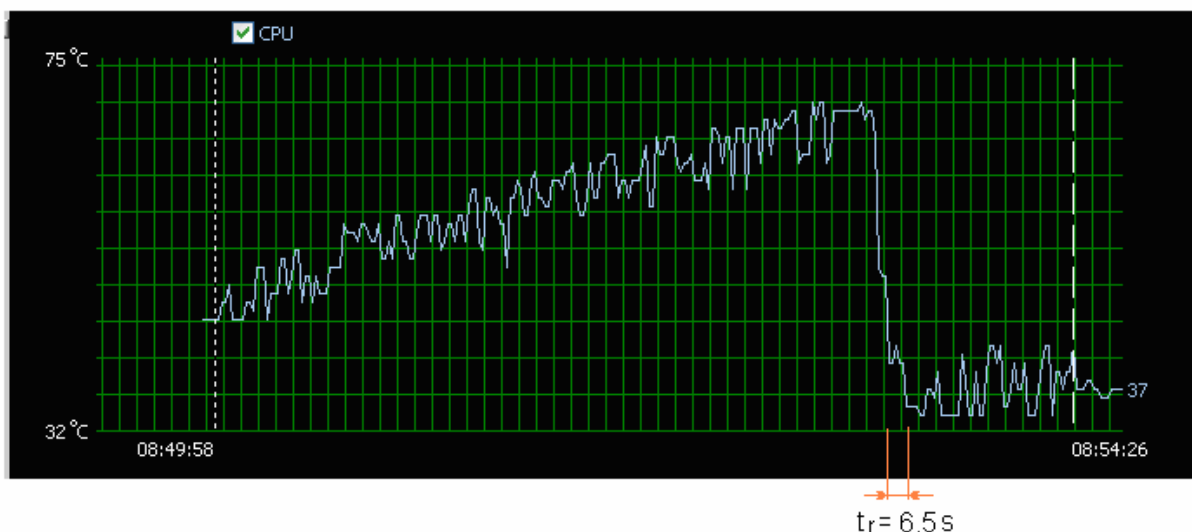


Fig.10 Variația temperaturii microprocesorului (CPU): pct A pentru R_1

Din figura 10 se citește timpul de răcire la cuplarea pompei care circulă fluidul de răcire prin procesor și schimbătorul de căldură, $t_r = 6,5s$, se citește pe diagramă.

În urma parcurgerii tuturor variantelor alese de modificare a regimurilor de funcționare ale sistemului de răcire a microprocesoarelor cu schimbător de căldură cu microcanale s-a obținut o serie de date și caracteristici care s-au analizat și sintetizat într-o serie de grafice de variație precum și de calcul care au stabilit ca sistemul de răcire cu schimbătorul de căldură cu microcanale este eficient și prezintă o mare stabilitate în funcționare.

În capitolul șapte, **Concluzii finale. Contribuții personale. Perspective** sunt prezentate concluziile finale și contribuțiile personale ale autoarei aduse prin cercetările teoretice și experimentale realizate cu ocazia elaborării tezei de doctorat.