

## SISTEMUL DE MONITORIZARE A TEMPERATURII

Serghei Zavrăjny, Iurie Tiron, Andrei Grițco, Andrei Stalbe, Iurie Nica  
Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „Dumitru Ghițu”  
[tehmed@iieti.asm.md](mailto:tehmed@iieti.asm.md)

**Abstract.** *The multichannel temperature probe for studying the behavior of thermal fields is described in this article. As temperature sensors used Chromel - Alumel thermocouples. Thermoelectric each thermocouple (from 11mV to 13mV) increased its own amplifier to output voltage from 0 to 5 V corresponds to a temperature ranging from 0 to 50°C. The optimal solution for this case was the use of two-stage amplifier based on low-noise operational amplifiers. Data converting, data collection and data transfer to PC is based on ATMEGA16 microprocessor company Atmel. Signals from the amplifier module used for the analog inputs of microprocessor. The microprocessor receives the amplified analog signals from each thermocouple, converts them and transmits the data according to the protocol USART to the PC. USART pins are connected to the MAX232 and ADM 485 transceivers. The system operates in accordance with the software application that is based on data received from the COM port allows it to control the temperature of the object at certain points, as well as using mathematical interpolation procedure to determine the temperature at other points of a predetermined extended region. Multichannel temperature probe allows us to observe thermal fields in the temperature range 0 ° C ... 50 ° C up to 0.1 ° C.*

**Key-Words:** *Sistemul de monitorizare a temperaturii, traductorii de temperaturi de 0°C – 50°C, achiziție și transmitere a datelor.*

### 1. Introducere

Urmează descrierea a unui model a dispozitivului de monitorizare a parametrilor fizici, destinat utilizării într-o varietate de echipamente de cercetare științifică sau de dirijare a diverselor procese. Dispozitivul poate efectua schimbul de date cu echipamentul din cadrul instalației prin interfețele RS232 și RS485. Setările, pentru măsurarea unui parametru fizic au loc prin înlocuirea senzorilor, cu o următoare tabulare a funcției de corecție asociate fiecărui parametru, stocate în memoria microcontrollerului dispozitivului. În această lucrare, dispozitivul este analizat ca instrument (multi-canal) de măsurare a temperaturii, pentru studierea comportamentului câmpurilor termice în volumul corpurilor fizice, component al instalației de studiere a metodei de hipertermie locală a tumorilor maligne.

După cum se cunoaște, una din modalitățile posibile de luptă împotriva cancerului, poate fi utilizată metoda de distrugerea celulelor tumorii maligne prin supraîncălzire locală a acestora. Posibilitatea de a aplica această metodă se datorează faptului, că la supraîncălzirea corpului la temperaturi peste 43 – 44°C se urmărește moartea celulelor tumorale, în timp ce celulele sănatoase își păstrează viabilitatea până la 50°C.

Pentru a obține acest rezultat, este necesar să se respecte două restricții majore: pe de o parte, supraîncălzirii nu trebuie să depășească limitele de viabilitate a celulelor sănatoase, pe de altă parte – temperatura țesuturilor trebuie să depășească 43°C, pentru că încălzirea insuficientă doar va stimula creșterea în continuare a tumorii. După cum se poate observa, intervalul temperaturilor admisibile de terapie este îngust, circa 5°C. Acest fapt impune anumite cerințe privind precizia de măsurare a temperaturii – nu mai mică de 0,1°C. Pentru a evita patrunderea țesuturilor maligne în regiunea cu temperaturi sub 44°C, este necesar de a monitoriza distribuția caldurii, precum și dinamica distribu-



cu 4 amplificatoare operaționale. Modulul elaborat posedă propriul stabilizator de tensiune pentru a evita influența zgomotelor din rețeaua de alimentare, precum și de la circuitele digitale. Schema principală a unui modul de amplificare a semnalului de la termocupluri fi prezentată în fig.1.

## 2.2 Sistemul de achiziție și transmitere a datelor

Sistemul de achiziție și transmitere a datelor la PC este realizat pe baza microprocesorului ATMEGA16, de la firma ATMEL. Semnalele de la modulele de amplificare sunt aplicate la intrările analogice ale microprocesorului. În microprocesor are loc citirea valorii analogice de pe fiecare pin, conversia și transmiterea datelor prin protocolul USART la Computer. Pe placa sistemului sunt montate 4 module de amplificare a câte 2 canale pe fiecare. Piniis USART sunt conectați la transeiverile MAX232 și ADM 485 prin intermediul cheilor digitale 74HC4016. Conexiunea dată oferă posibilitatea selectării interfeței de transmitere a datelor seriale. Cu ajutorul cheilor se poate alege transmiterea datelor prin interfața RS-232, sau prin interfața RS-485. Schema principală a modulului de achiziție și transmitere a datelor fi prezentată în figura 2.

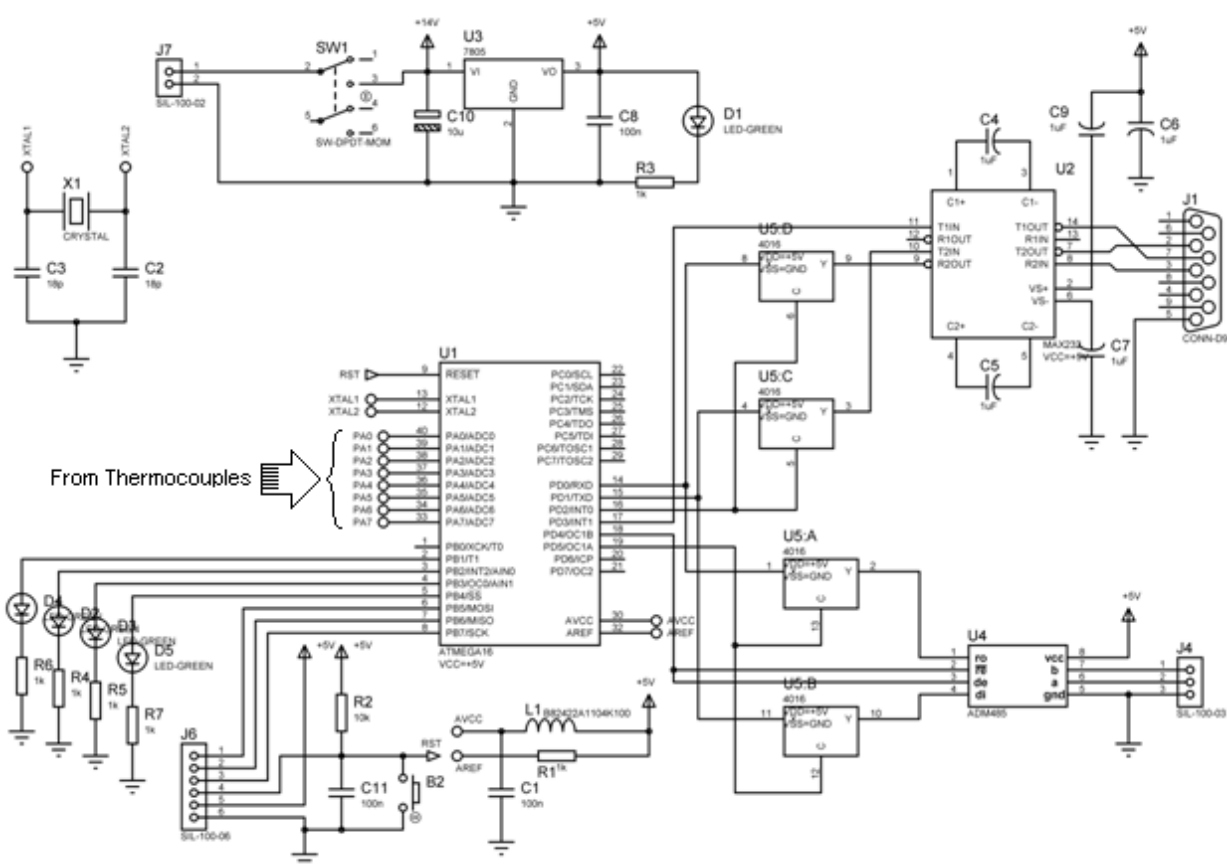


Fig. 2. Schema principală a modulului de achiziție și transmitere a datelor, pagina doi

## 2.3 Formatul pachetelor de schimb de date

Formatul Pachetelor de schimb de date cu Computerul. Pachetul de schimb de date între PC și sistemul de achiziție de date este compus din doi octeți. Pachetul trimis de Computer conține 2 octeți. În primul octet, pe 2 cei mai semnificativi biți se conține adresa sistemului periferic la care se adresează Computerul, pentru sistemul de colectare a datelor despre temperatură această valoare corespunde combinației  $(10)_b$ . Trei cei mai puțini semnificativi biți indică numărul canalului de pe care urmează să fie citită temperatura. Restul trei biți, și câmpul de biți din al doilea octet sunt rezervați.

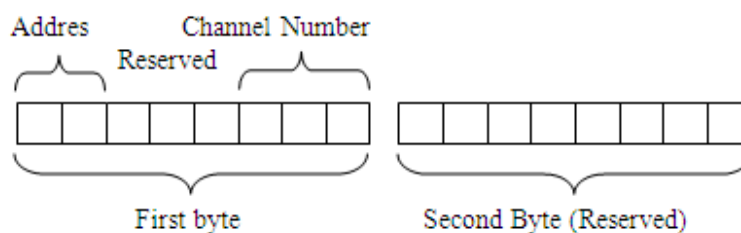


Fig. 3. Structura pachetului de transfer de date

Programul constă din secțiunea de inițializare a echipamentelor periferice implicate în procesul de colectare a datelor (Convertorul Analog-Digital și unitatea USART) și secțiunea de transmitere a datelor.

#### 2.4 Sistemul de monitorizare a temperaturii.

Sistemul reprezintă o aplicație soft, care, pe baza datelor obținute de la comport, permite de a urmări temperatura obiectului studiat în punctele de control, și prin procedura de interpolare matematică de a determina temperatura de pe un domeniu domeniu definit anterior.

Domeniile pe care se determină câmpul de temperaturi poate avea mai multe configurații: Neregulată, Liniară, Rectangulară, Sectorială, Radială, Cross.

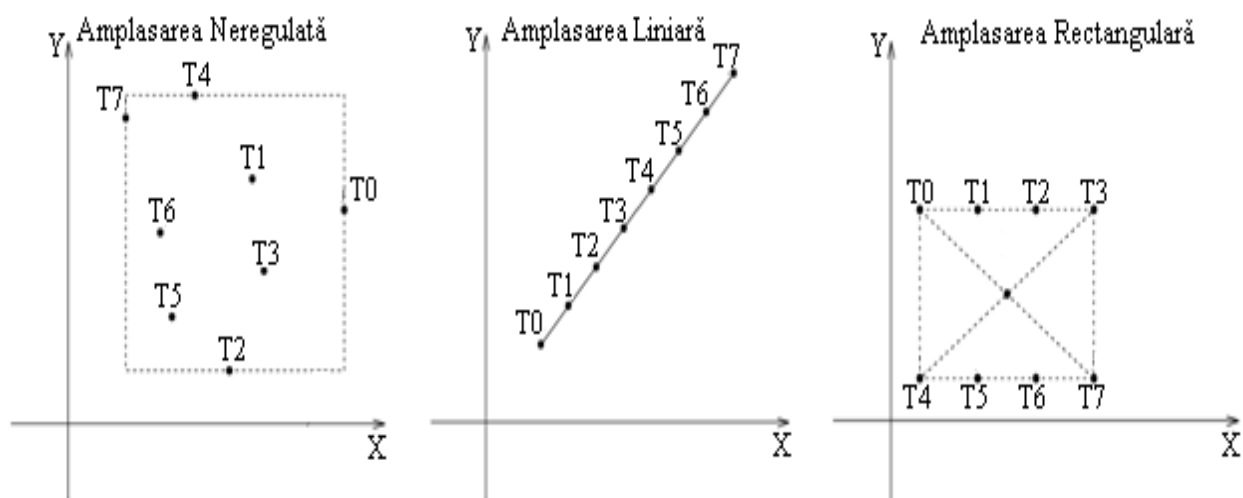


Fig 4a Amplasarea termocupurilor: Neregulată, într-o singură linie, Rectangulară

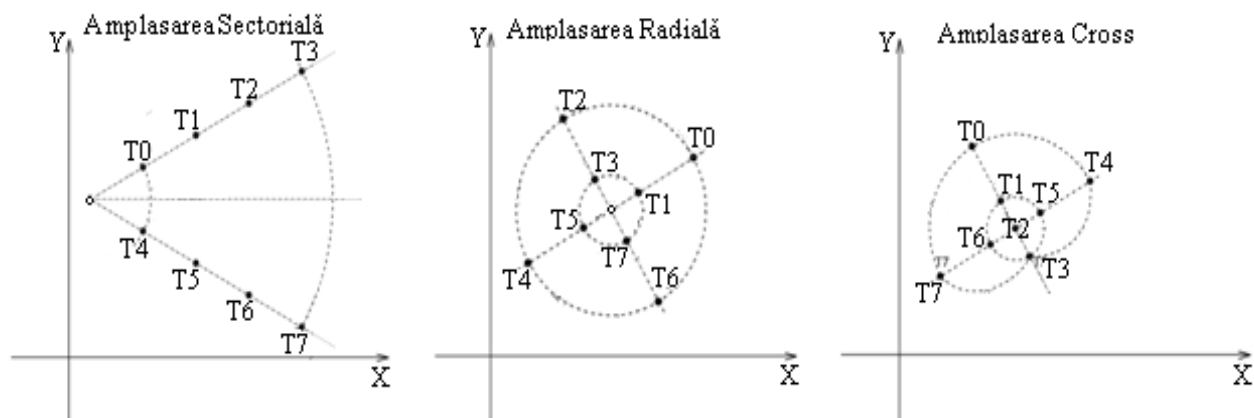


Fig 4b Amplasarea termocupurilor: Sectorială, Radială, Cross

- Programul constă din funcțiile de prelucrare a evenimentelor de la elementele grafice ale ferestrei principale, un alt grup mare de funcții constituie funcțiile de prelucrare matematică și grafică.

Permite de a vizualiza câmpul de temperaturi interpolat pe baza punctelor de control în timp real. Suprafața observată va avea înălțimea coordonatei  $z$ , și culoarea punctului respectiv proporțional cu valoarea temperaturii în acest punct. În partea dreaptă a scenei de vizualizare este afișată rampa culorilor corelată cu temperatura pentru fiecare culoare. Temperaturii de  $0^{\circ}\text{C}$  îi corespunde culoarea neagră, temperaturii de  $50^{\circ}\text{C}$  îi corespunde culoarea albă. În partea inferioară a paginii sunt prezente organele de control ale imaginii tridimensionale: rotirea în jurul axelor  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , deplasarea imaginii pe verticală și pe orizontală, scalarea separată pe  $x$ - $y$ , și pe  $z$ . Cu ajutorul la checkbox „Solid Surface” se alege tipul suprafeței de vizualizare a câmpului de temperaturi: sub formă de o suprafață continuă, sau sub formă de plasă.

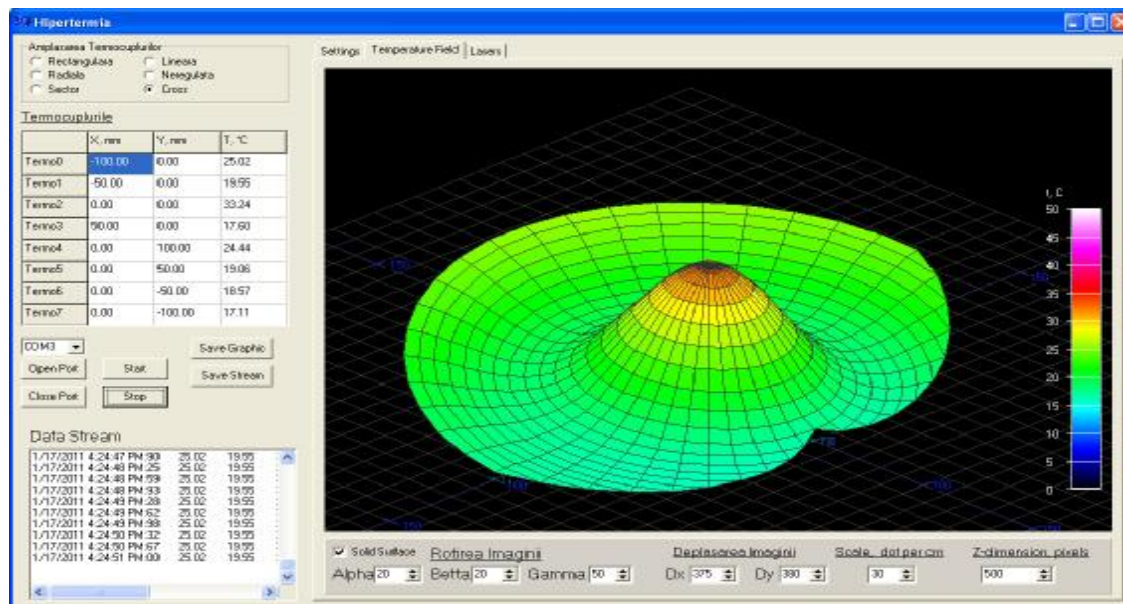


Fig. 5. Pagina „Temperature Field”

În Fig.6 este reprezentat graficul variației în timp a semnalelor înregistrate de termocupluri, dintr-un experiment de încălzire a unor regiuni din interiorul unui eșantion biologic cu radiație infraroșie de  $808\text{nm}$ .

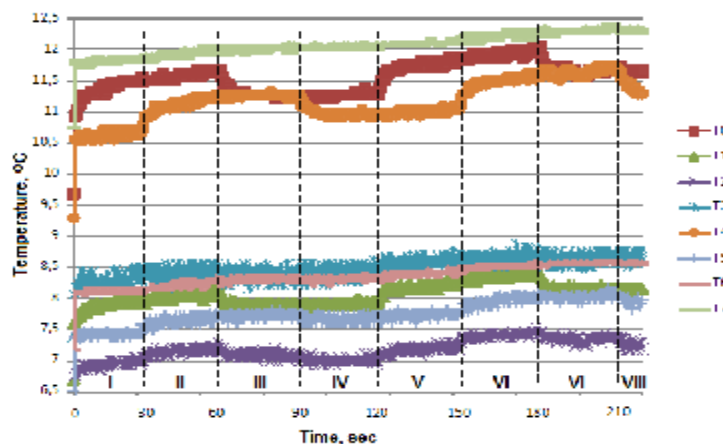


Fig. 6 Variația în timp a semnalelor înregistrate de termocupluri

Neclaritatea curbelor este determinată de rezoluția dispozitivului de măsurare a temperaturii,  $\sim \pm 0,05^\circ \text{C}$ , ce se încadrează în restricțiile de a măsura temperatura cu o precizie de  $0,1^\circ \text{C}$ .

### 3. Concluzii

Dispozitivul (multi-canal) de măsurare a temperaturii descris mai sus, care permite monitorizarea câmpului termic în intervalul de temperatură de la  $0^\circ \text{C}$  ...  $50^\circ \text{C}$ , prin măsurarea simultană a temperaturii în mai multe puncte din zona de studiu cu rezoluția de  $0,1^\circ \text{C}$ , reprezintă una dintre opțiunile dispozitivului (multi-canal) de măsurare a parametrilor fizici, destinat utilizării într-o varietate echipamente pentru cercetare științifică sau pentru gestionarea cu diferite procese. El este capabil să comunice cu submodulele instalației, prin intermediul interfețelor RS232 și RS485. Acest fapt permite creșterea numărului canalelor de măsurare, prin simpla conectare la instalație a numărului necesar de dispozitive de acest gen. Setările necesare pentru măsurarea a unui parametru fizic, se poate face prin înlocuirea senzorilor, cu o urmatoare tabulare a funcției de corecție asociate parametrului dat, stocate în memoria microcontrollerului dispozitivului, ce a-r permite monitorizarea concomitentă a mai multor parametri fizici.

**Lucrarea este executată în cadrul proiectului 11.817.05.07A finanțat de Consiliul Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică al Academiei de Științe a Republicii Moldova**

### 4. Referințe

1. Х.П. Берлиен, Г.Й. Мюллер. 1997. Прикладная лазерная медицина. М: Интерэксперт, – С. 1201. В.А.
2. Григорьев и В.М. Зорин. 1982. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник.
3. Wyman D and Whelan W 1994 Basic optothermal diffusion theory for interstitial laser photocoagulation *Med. Phys.* 21 1651-6
4. М.Л. Гельфонд. 2007. Фотодинамическая терапия в онкологии. Практическая Онкология. Т.8. №4