

DISPOZITIV COMPLEX DE ÎNREGISTRARE ȘI PRELUCRARE A SEMNALELOR ACTIVITĂȚII CARDIACE

Victor Șontea, Anatolie Iavorschi, Valeriu Pîrțac, Valerii Pahomi, Dmitri Anghilogu
Universitatea Tehnică a Moldovei
sontea@mail.utm.md

Abstract: *there are described structural scheme of the measurement device and processing of photoplethysmogram, interacting units, possibilities of software and interfaces in two modes of operation: the pc and with a special modul.there are presented characteristics and technical parameters of the system.*

Keywords: *sistem cardiovascular; dispozitiv; fotoplethysmografia; electrocardiografia; semnal.*

I. Introducere

Una din metodele contemporane, care permit determinarea indiciilor fiziologice ai organismului uman, este metoda fotoplethysmografiei computerizate bazată pe înregistrarea și prelucrarea semnalelor fotoplethysmografice [1,2].

Dispozitivul propus se atribuie la tehnica medicală de investigații cardiovasculare, principiul de funcționare a căruia este bazat pe metoda fotoplethysmografiei. Principiul fotoplethysmografiei constă în reflecția radiației (ca regulă este utilizată radiația infraroșie, dar poate fi utilizată și altă bandă a spectrului, ce ar permite o penetrare bună a învelișurilor cutanate și independența semnalului reflectat de alți factori, de exemplu pigmentația pielii) de la celulele sângelui în mișcare prin vasele de calibru mic, aflate subcutanat [3,4].

Înregistrarea și prelucrarea fotoplethysmogramelor permit obținerea informației despre starea sistemului cardiovascular, valoarea presiunii arteriale segmentate, depistarea afectării vaselor sanguine de calibru mare prin metoda de screening.

II. Schema structurală a dispozitivului

Dispozitivul proiectat este destinat pentru achiziția semnalului fotoplethysmografic și electrocardiografic, prelucrarea lui, transmiterea datelor la calculator, determinarea parametrilor semnalului, afișarea grafică a semnalelor și a ritmului cardiac pe LCD-Display color, memorarea datelor pacienților și a semnalelor în baza de date a pacienților, ș.a.

Fotoplethysmograful este compus din mai multe module: partea digitală, partea analogică, transductorul, LCD-Display, SD-card și Modulul de control al alimentării (Figura 1).

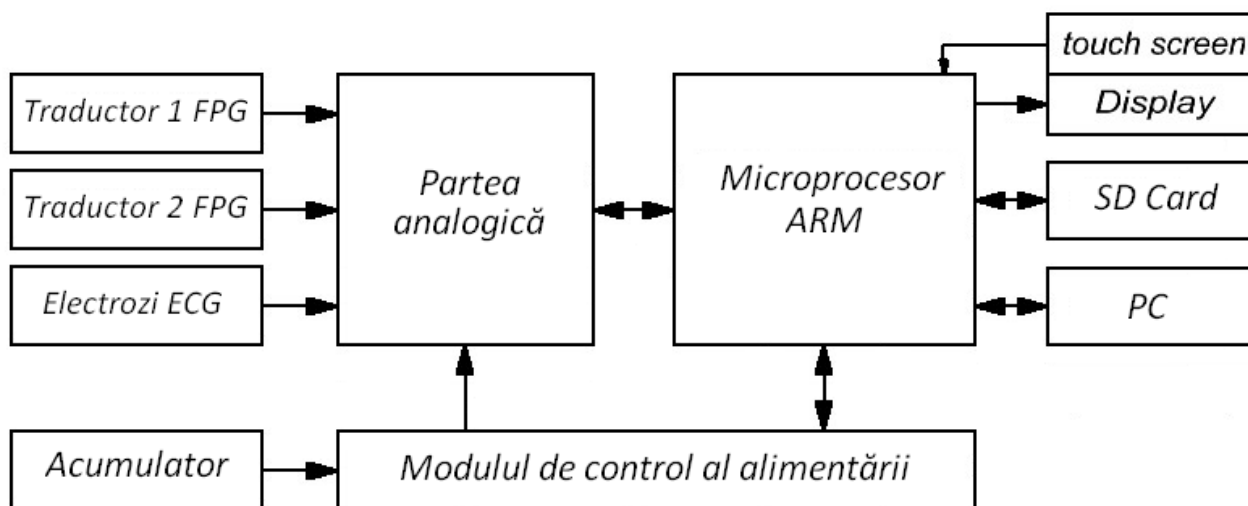


Fig.1 Schema structurală a sistemului de înregistrare și prelucrare a semnalelor FPG și ECG.

La baza funcționării dispozitivului se află un microprocesor ARM cu arhitectura pe 32 biți ce lucrează la o frecvență de tact de 100 MHz, funcțiile sale fiind următoarele:

- Interacțiunea cu partea analogică – convertirea semnalului analogic în semnal digital; modificarea coeficientului de amplificare a amplificatorului operațional din cascada finală, pentru a obține un nivel optimal al semnalului la intrarea convertorului analog-digital; modificarea luminozității emițătorului de radiație infraroșie; aplicarea unei tensiuni (CDA) la amplificatoarele din cascada prelucrării componentelor lente pentru menținerea semnalului la nivelul dorit; prelucrarea digitală a semnalului, ș.a.
- Interacțiunea cu Display-ul Color al dispozitivului.
- Citirea și descifrarea datelor de la panoul Touch Screen ce se află pe display – determinarea coordonatelor punctelor de interacțiune.
- Realizarea unei interfețe meniu-utilizator bine dezvoltate, datorată display-ului grafic de mărimi mari și panoului Touch Screen.
- Interacțiunea cu memoria de tip SD Card (Secure Digital Card) – memorarea și citirea din memorie a datelor, crearea bazei de date a pacienților.
- Interacțiunea cu blocul de dirijare a alimentării – asigurarea trecerii la regimul Sleep, asigurarea alimentării tuturor blocurilor dispozitivului în regim activ de funcționare, monitorizarea nivelului de tensiune al bateriilor, încărcarea acumulatorului.
- Comunicarea cu calculatorul personal – conectând dispozitivul cu calculatorul prin interfața USB putem exploata dispozitivul ca pe un modul periferic al calculatorului – semnalul fotopletismografic poate fi colectat și transmis direct către calculator, sau se pot citi din memorie și transmise la calculatorul personal doar datele necesare.

Baza de date a pacienților permite alocarea dinamică a spațiului de memorie pacienților și semnalelor acestuia. Astfel se pot înregistra cel mult 65 535 pacienți, fiecărui pacient maxim 240 semnale. Durata semnalului poate fi modificată de la 1 minut până la 24 ore, iar durata sumară al tuturor semnalelor fiind de 40 320 minute (672 ore sau 28 zile).

Partea analogică (Figura 2) a dispozitivului este formată din două canale simetrice, care prelucrează semnalele provenite de la cele două traductoare de fotopletismografie și un canal de prelucrare a Electrocardiografei.

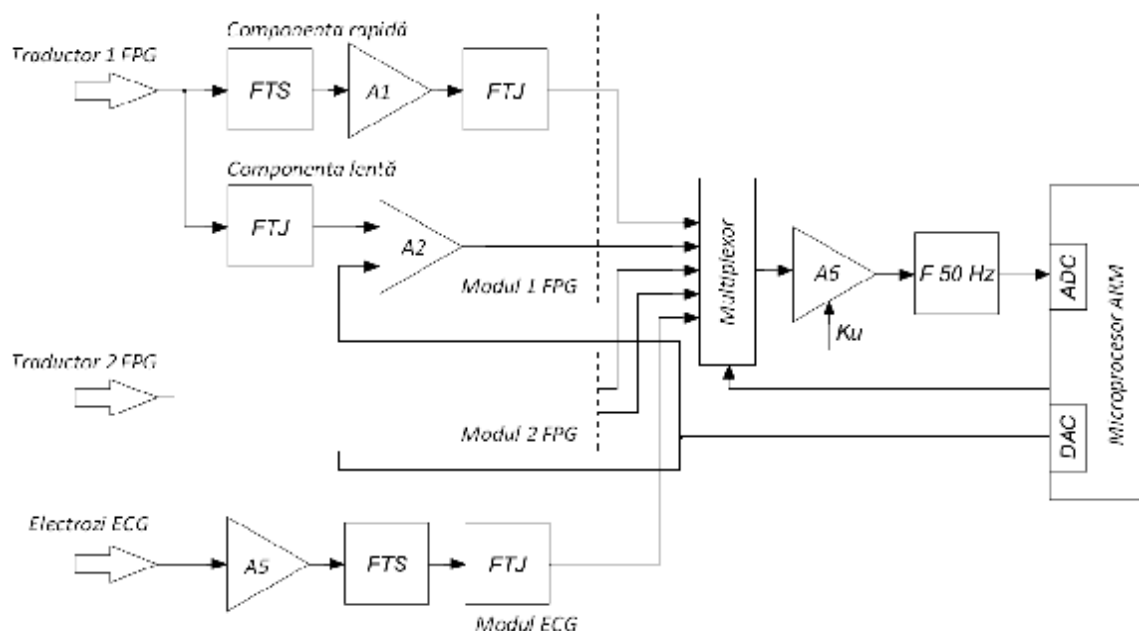


Fig. 2. Schema bloc a părții analogice.

Dispozitivul măsoară atât componenta rapidă a fotopletismogramei, cât și componenta lentă. De aceea, semnalul de la traductor, inițial, este separat în două semnale: semnalul componentei lente și semnalul componentei rapide. Semnalul Electrocardiogramei (ECG) se culege cu ajutorul a trei electrozi plasați pe corpul pacientului – doi electrozi activi (sau calzi) și un electrod neutru (sau rece). O altă acțiune asupra părții analogice a dispozitivului este modificarea valorii tensiunii la ieșirea convertorului digital-analog pentru micșorarea semnalului componentei lente. Intensitatea iluminării emițătorului de radiație infraroșie, de asemenea, se modifică de către microprocesor, ceea ce permite de a adapta proprietățile traductorului la diferiți pacienți.

Dispozitivul are următorii parametri tehnici:

- Numărul de canale – 2 canale cu înregistrarea concomitentă a componentelor lente și rapide ale Fotopletismogramelor și 1 canal de Electrocardiografie
- Banda de frecvență – 0,24 – 18 Hz (FPG) și 0,05 – 100 Hz (ECG)
- Frecvența de eșantionare a semnalului – 500 Hz;
- Puterea consumată în regim activ – 0,6 W;
- Durata minimă a timpului de funcționare în regim activ fără reîncărcare – 16 ore;
- Dimensiuni – 110X90X40 mm;
- Masa 200 g.

III. Interfața grafică a dispozitivului

Display-ul dispozitivului este unul grafic color, cu rezoluția de 320×240 pixeli și 65 mii culori, ceea ce ne permite de a afișa evoluția în timp a unui sau două semnale concomitent, dar și crearea unei interfețe meniu-utilizator bine dezvoltate, intuitive și ușor de interacționat prin intermediul panoului Touch Screen.

Meniul utilizatorului este format din 4 pagini: „Pacient”, „Afișare”, „Grafic” și „Setări”. Pagina „Pacient” este destinată pentru a lucra cu baza de date, de a adăuga un pacient nou în baza de date sau de a alege un pacient investigat anterior.

Din pagina „Pacient” poate fi accesată și baza de date a dispozitivului. Interfața bazei de date ne permite de a naviga prin lista de pacienți, de a căuta un anumit pacient în baza de date, de a șterge un pacient și de a selecta un pacient ales (Figura 3).



Fig.3 Fereastra navigării prin baza de date

În pagina „Afișare” alegem semnalele dorite de a fi vizualizate. Pot fi selectate cel mult două semnale. Dacă pacientul a fost deja scris în baza de date, putem alege spre vizualizare un semnal memorat anterior. Pentru a compara semnalul obținut anterior și cel obținut la moment, alegem un semnal din memorie și un semnal de la traductoare.

Pagina „Grafic” este prevăzută pentru vizualizarea semnalele selectate pentru afișare. Dacă selectăm un semnal din memorie pentru afișare, pe această pagină avem posibilitatea de a plasa direct pe display punctele de bază ale fotopletismogramei și de a calcula câțiva parametri de bază ale fotopletismogramei, ceea ce ne poate da câteva indicii despre starea sistemului cardiovascular (Figura 4).

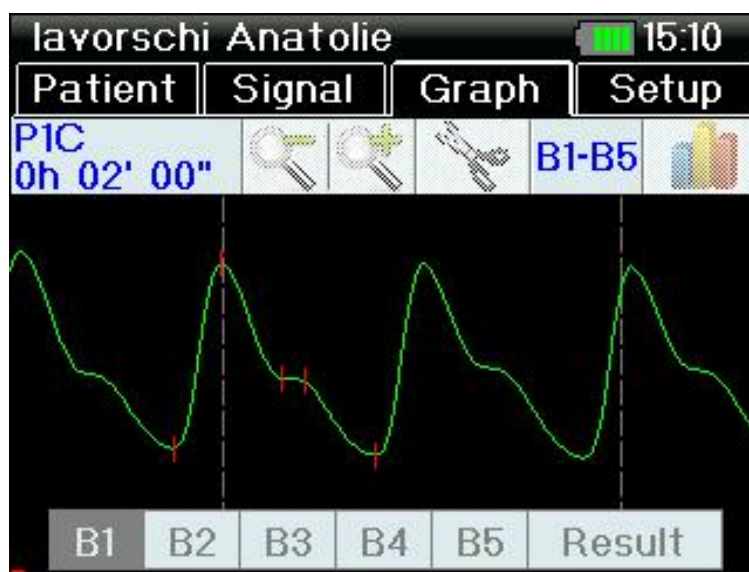


Fig. 4 Vizualizarea unui semnal din memorie

Pagina „Setări” conține setările dispozitivului: setarea orei și datei, setarea timpului de funcționare a LED-urilor de luminare a display-ului, vizualizarea stării memoriei dispozitivului și opțiunea de deconectare a dispozitivului.

IV. Concluzii

Sistemul elaborat permite analiza în timp a electrocardiogramelor și fotopletismogramelor, a variației lente a acestora, identificarea parametrilor calitativi, permite de a compara vizual semnalele efectuate anterior și cele colectate la moment, permite de a studia variabilitatea ritmului cardiac.

Asigură înregistrarea semnalelor în timp real pe o durată de 24 de ore prin păstrarea datelor în memoria internă. Datele pot transferate către calculator prin intermediul portului USB.

Utilizând unul din cele două semnale înregistrate, poate fi efectuată analiza variabilității ritmului cardiac, independent de calculator sau utilizarea unor programe speciale.

Sistemul de măsurare și prelucrare a fotopletismogramelor are datele și caracteristicile tehnice (preț, dimensiuni, numărul de funcții îndeplinite, parametrii) înalte, competitive cu cele existente și poate fi recomandat pentru producerea și implementarea ulterioară în domeniul ocrotirii sănătății.

Lucrarea este executată în cadrul proiectului 11.817.05.20 A finanțat de Consiliul Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică al Academiei de Științe a Republicii Moldova

V. Bibliografie

1. P. M. Рангайян. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. Москва, Физматлит, 2007.
2. R. Sam, K. Darvall, D. Adam, S. Silverman, A. Bradbury, Digital venous photoplethysmography in the seated position is a reproducible noninvasive measure of lower limb venous function in patients with isolated superficial venous reflux. *Journal of Vascular Surgery*, Volume 43 (2006), Issue 2, pp. 335-341
3. Nicolae Armencea, Victor Șontea, Andrei Bragarenco, Dmitri Anghiloglu, Valeriu Pahomi Sistem de achiziție a semnalelor biomedicale, *Proceeding of the 5th International Conference on Microelectronics and Computer Science* Chisinau 2007 V II pp 24-27.
4. Nicolae Armencea, Victor Șontea, Anatol Iavorshi, Dmitri Anghiloglu, Anatol Crețu. Identificarea parametrilor cantitativi a fotopletismogramelor: *Proceedings of The 2nd International Conference Telecommunications, Electronics and Informatics* Chisinau, 15-18 may 2008. V I pp 159-164.