# Elaborarea Aparatului pentru Analiza Variabilității Ritmului Cardiac

*Nicolae Armencea, Victor Şontea, Anatolie Iavorschi, Valerii Pahomi, Valeriu Pîrţac*
*Universitatea Tehnică a Moldovei*
*sontea@mail.utm.md*

***Abstract* – In this work is presented the device for heart rate variability analysis and the methods and the principal parameters of analys heart rate variability (HRV).**

***Index Terms* – variabilitatea ritmului cardiac, histograma, ritmograma, scaterograma**

## I. INTRODUCERE

Analiza variabilității ritmului cardiac (VRC) cu ajutorul mijloacelor tehnice computerizate permite obținerea informației despre stare organismului uman, în primul rând despre starea funcțională a sistemului nervos vegetativ. [1-6]

Analiza VRC permite aprecierea gradului de stres, vârsta biologică, prognosticarea infarctului şi a morții subite etc.

Cu toate că există diferite sisteme şi aparate pentru analiza VRC un interes sporit prezintă elaborarea mijloacelor tehnice complexe, care înregistrează şi prelucrează atât semnalele cardiologice cât şi fotopletismografice ce duce la creşterea certitudinii diagnosticării.

## II. SCHEMA STRUCTURALĂ ŞI DESCRIEREA APARATULUI

Schema strucurală a aparatului, pe care am elaborat-o şi care este prezentată în Fig.1, constă din trei module de bază: modulul prelucrării analogice a semnalului, partea digitală a aparatului şi modulul alimentării.

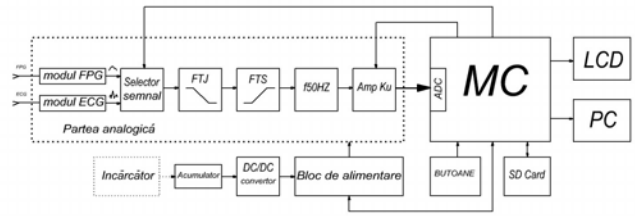


Fig.1 Schema-bloc a aparatului.

1. Modulul prelucrării analogice a semnalului.

Partea analogică a aparatului are sarcina de a colecta semnalele electrocardiografice şi fotopletismografice şi de a le transforma în semnal electric pentru prelucrarea digitală ulterioară. Amplitudinea semnalului trebuie să fie în diapazonul 1...3 V, în dependență de evoluția în timp a semnalelor de la intrarea în partea analogică.

Partea analogică include în sine următoarele blocuri:

- Modulul de achiziție a Fotopletismogramei – FPG;
- modulul de achiziție a Electrocardiogramei – ECG;
- Selector de semnal;
- Filtrul Trece Jos – FTJ;
- Filtrul Trece Sus – FTS;
- Filtru Opreste Banda, pentru înlătura zgomotul de 50 Hz – f50HZ;
- Amplificator cu coeficientul de amplificare dirijat – Amp Ku.

Modulul FPG, împreuna cu traductorul fotopletismografic, transforma variația volumului de sînge în vasele periferice în semnal electric. Modulul ECG preia cu ajutorul electrozilor, activitatea electrică a muşchiului inimii (electrocardiograma) şi o transformă în semnal electric. Modulul Selector Semnal asigură conectarea semnalului dorit spre filtrul trece-jos FTJ care e construit pe baza unui amplificator operațional, frecvența de tăiere a filtrului fiind de 20 Hz. Filtrul trece-sus FTS este la fel construit pe baza unui amplificator operațional, iar frecvența de taiere fiind de 0,6 Hz. Filtrul f50Hz este destinat de a înlătura zgomotul cu frecvența de 50 Hz. Astfel la ieşirea acestui filtru, semnalul este filtrat de zgomotul de la rețeaua electrica şi de zgomotul cu frecvențele mai mici de 0,6 Hz şi mai mari de 20 Hz.

Modulul AmpKu este modulul de amplificare a semnalului, care permite asigurarea unui nivel optimal de amplitudine la intrarea convertorului analog-digital (ADC). Coeficientul de amplificare al amplificatorului este comandat de către microprocesor prin intermediul unui multiplexor.

In dependenta de semnalul care se inregistreaza, microcontrolerul da comanda catre Selector Semnal pentru a activa unul dintre cele doua module FPG sau ECG.

2. Partea digitală a aparatului

Elementul de bază al părții digitale a aparatului este microprocesorul. El îndeplineşte următoarele funcții:

- Asigură comutarea semnalelor, FPG sau ECG;
- Asigură modificarea coeficientului de amplificare a AmpKu;
- Efectuiază convertirea analog-digitală a semnalului;
- Realizează afişarea pe display;
- Realizează comunicarea cu calculatorul personal;
- Realizează operațiile de citire şi scriere a datelor în memoria externă;
- Prelucrează datele de la butoanele aparatului;
- Realizează dirijarea alimentării tuturor modulelor.

Alte funcții îndeplinite de microprocesor sunt: prelucrarea digitală a semnalului, extragerea prin metode numerice a parametrilor semnalelor ECG sau FPG, determinarea intervalelor de timp între 2 contracții ale inimii. Microprocesorul asigura memorarea unui număr mare de date fiecărui pacient în parte.

3. Modulul alimentării

Acest modul asigură toate tensiunile necesare pentru alimentarea tuturor modulelor şi circuitelor aparatului. Acest modul este reprezentat în Fig. 1, şi este format din următoarele părţi:

- Bateriile acumulatoare;
- Convertorul DC/DC – asigură transformarea tensiunii de la acumulatoare în două tensiuni stabile de +3,3 V şi -3,3 V;
- Blocul de alimentare – blocul ce dirijează alimentarea tuturor modulelor aparatului, este comandat de microprocesor;

Aparatul poate funcţiona în trei regimuri: regim activ cu iluminarea ecranului, regim activ fără iluminarea ecranului (pentru reducerea consumului de curent) şi regim de dormire.

În Fig.1 este reprezentat şi modulul încărcătorului care reprezinta un bloc extern şi nu intră în componenţa aparatului. Acest bloc asigură încărcarea bateriilor acumulatoare.

## III. METODELE ŞI PARAMETRII PENTRU ANALIZA VRC

Metodele pentru analiza VRC cel mai des utilizate sunt următoarele:

- Analiza statistică

Ritmograma - afişează dependenţa duratei intervalului RR de timpul inregistrării intervalului RR. Pe axa abciselor se reprezintă timpul înregistrării (secunde, min), iar pe axa ordonatelor se reprezintă durata intervalului RR măsurat (milisecunde).

Histograma - reprezintă numărul maxim de intervale RR într-un interval de timp determinat. Pe axa abciselor se reprezintă intervalul de timp (secunde), iar pe axa ordonatelor – densitatea intervalelor RR în diapazonul de timp (%).

TABELUL I. INDICATORII STATISTICI

| | |
|---|---|
| HR | Frecvenţa ritmului cardiac (pulsul) [bătăi/min] |
| SDNN | Deviaţia medie pătratică [ms] |
| RMSSD | Caracteristica diferenţei medii pătratice [ms] |
| PNN50 | Procentajul de intervalel RR, care ($RR_i$ – $RR_{i-1}$)>50 ms, raportat la numărul total de intervale [%] |
| CV | Coeficientul variaţiei [%] |

- Analiza geometrică

Scaterograma - o reprezentare bidimensională a rimului cardiac. Pe axa abciselor este reprezentată mărimea intervalului $RR_i$ (secunde), iar pe axa ordonatelor este reprezentată mărimea intervalului $RR_{i+1}$ (secunde).

TABELUL II. INDICATORII GEOMETRICI

| | |
|---|---|
| MxDMn | Diferenţa dintre valoarea minimală şi maximală a cardiointervalelor |
| Mo | Moda |
| AMo | Amplitudinea Modei |
| SI | Indexul de stres |

- Analiza spectrală

Analiza spectrală a densităţii de putere a oscilaţiilor ritmului cardiac oferă informaţii cu privire la distribuţia puterii în funcţie de frecvenţa de oscilaţii. La acest lucru se referă transformarea rapidă Fourier.

TABELUL III. COMPONENTELE SPECTRALE

| | | |
|---|---|---|
| HF | Puterea spectrală în domeniul de frecvenţă înaltă | 0,15-0,4 Hz (2-6,6 sec) |
| LF | Puterea spectrală în domeniul de frecvenţă joasă | 0,04-0,15 Hz (7-25 sec) |
| VLF | Puterea spectrală în domeniul de frecvenţă foarte joasă | 0,015-0,04 Hz (25-66 sec) |
| ULF | Puterea spectrală în domeniul de frecvenţă ultra joasă | 0,003-0,015 Hz (66-333 sec) |

## IV. INTERFEŢE ŞI SCREENSHOT-URI

Componentele principale ale soft-ului, cu ajutorul căruia se poate realiza analiza VRC, sunt următoarele:

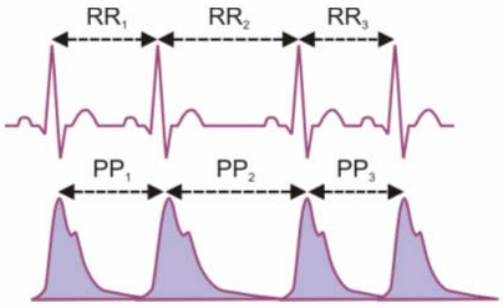


Fig.2 Semnalul ECG şi FPG pe baza cărora am realizat analiza variailităţii ritmului cardiac.

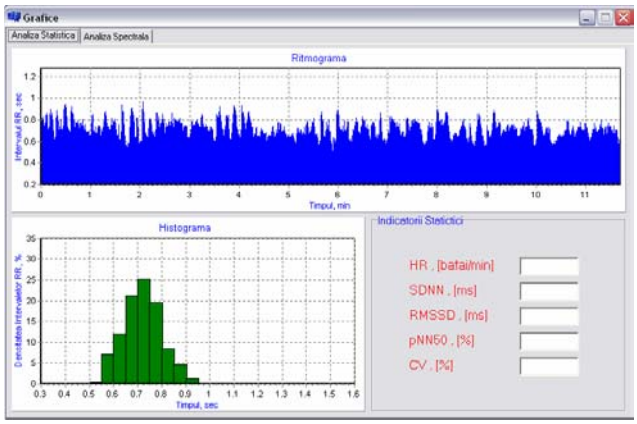


Fig.3 Ritmograma şi histograma obţinute în urma analizei statistice a şirului de cardiointervale înregistrate.

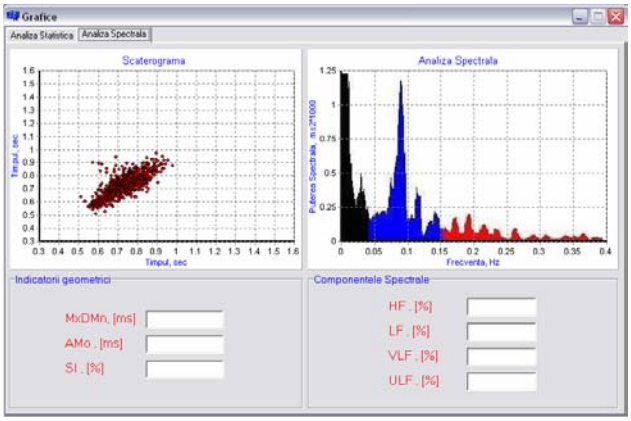


Fig.4 Scaterograma şi rezultatul obţinut în urma analizei spectrale

## V. CONCLUZII

Aparatul elaborat permite efectuarea analizei variabilităţii ritmului cardiac pe baza semnalului de electrocardiogramă şi pe baza semnalului de fotopletismogramă. În urma analizei şirului de cardiointervale au fost obţinute următoarele date: ritmograma, histograma cu indicatorii statistici, scaterograma cu indicatorii geometrici, analiza spectrală cu componentele spectrale.

## VI. BIBLIOGRAFIE

[1]. Баевский Р.М., Семенов Ю.Н., Черникова А.Г. Анализ вариабельности сердечного ритма с помощью комплекса “Варикард” и проблема распознавания функциональных состояний. Хронобиологические аспекты артериальной гипертензии в практике врачебно-летной экспертизы. М.. 2000.

[2]. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Анализ вариабельности ритма сердца.// Кардиология. 1996. №10.

[3]. Malik M., Camm A.J. Components of heart rate variability. What they really mean and what we really measure. //Am. J. Cardiol. 1993.V.72.

[4]. http://www.hrv.ru/standart/contents.html

[5]. http://www.ecg.ru/books/book03/content.shtml

[6]. http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/93/5/1043