

# COMPLET DE ACHIZIȚIE SI TRANSMISIE PRIN LEGATURA RADIO A SEMNALELOR FIZIOLOGICE CU APLICABILITATE IN STUDII BIOMEDICALE

Radu Arsinte

Software ITC S.A. Str.Gh.Bilașcu 109, 3400 Cluj-Napoca,

tel.064-197681 fax.064-196787

E-mail: radu@sitc1.dntcj.ro

## Abstract

*The paper describes the functional modules of a biomonitoring system designed to allow data collection from freely moving animal or human subjects in biomedical experiments. Portable Data Collection Unit is carried by the subject in the acquisition process. Standing Unit receives the signal, decodes the information and feeds the local PC used as collection terminal. The paper also contains technical details related to concrete implementation of the system.*

*Keywords: biosignals, data acquisition, radiofrequency link.*

## 1. Introducere

Un sistem de telemetrie ([1]) facilitează monitorizarea unui animal în timpul mișcării sale libere. Un dispozitiv miniatural atașat (sau implantat) în fiecare animal măsoară unul sau mai mulți parametri (presiunea sangvină, temperatura, numărul de bătăi al inimii, ECG, EEG) și transmite datele digitalizate prin radiofrecvență unui receptor apropiat ([2]). Datele pot fi colectate utilizând un sistem de achiziție de date sau pot fi convertite într-un semnal analogic pentru înregistrare pe hârtie sau cu un alt sistem de achiziție de date.

Fiecare animal necesită un dispozitiv dedicat și un receptor.

Avantajele acestei metode în raport cu alte metode sunt următoarele ([3],[4]):

- Reducerea stresului datorat altor metode
- Măsurătorile sunt libere de efectul anesteziei
- Permite monitorizarea în timp a animalului și utilizarea secvențială a datelor în studii multiple
- Evitarea efectelor apropierea operatorului uman
- Telemetria este cea mai umană cale de a monitoriza animale
- Telemetria reduce costurile multor protocoale prin reducerea numărului de animale necesare în experimente
- Eliminarea infecțiilor
- Inexistența artefactelor datorate comutatoarelor sau cablurilor

Lucrarea de față prezintă un astfel de sistem, din categoria modulelor externe, pentru a se evita problemele legate de echipamentele implantabile (alimentare, infecții etc.)([1],[2]).

## 2. Prezentarea modulelor funcționale [5]

Structura sistemului este prezentată în fig.1.

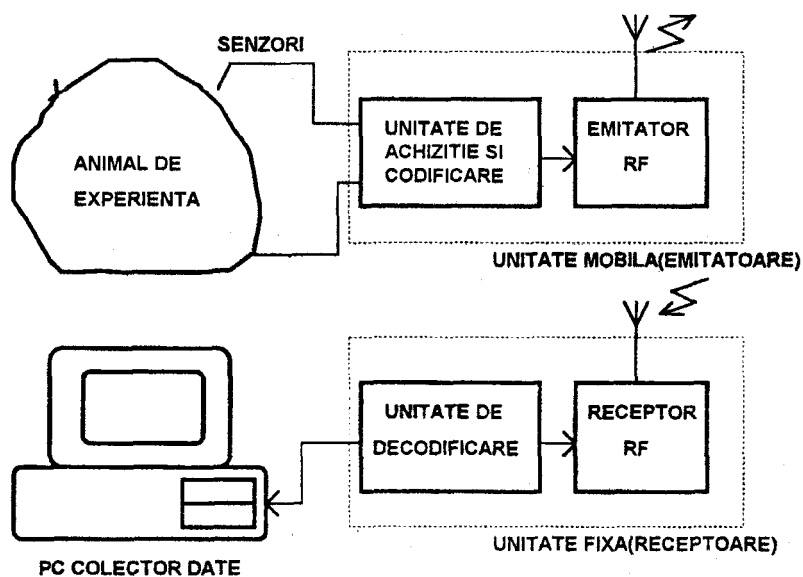


Fig.1. Structura sistemului de monitorizare

Elementele prezentate au următoarele funcțiuni.

1. Senzori - transformă mărimile neelectrice de interes (temperaturi, semnalele acustice ale inimii) în mărimi electrice
2. Unitate de achiziție și codificare - convertește mărimile electrice date de senzori în semnal numeric și le codifică sub forma unui semnal serial asincron
3. Emițător RF - modulează semnalul de RF de înaltă frecvență cu semnalul serial livrat de codificator și îl emite prin antenă către receptor
4. Receptor RF - asigură recepția și demodularea semnalului
5. Decodificator - decodifică datele recepționate și le transmite prin interfața paralelă la PC

#### A. Emițătorul (terminalul portabil)

Emițătorul este realizat în jurul circuitului de conversie A/N MMC757 care constituie o soluție ieftină și accesibilă pentru acest stadiu al cercetărilor.

Schema bloc a acestui terminal este dată în figura alăturată (Fig.2).

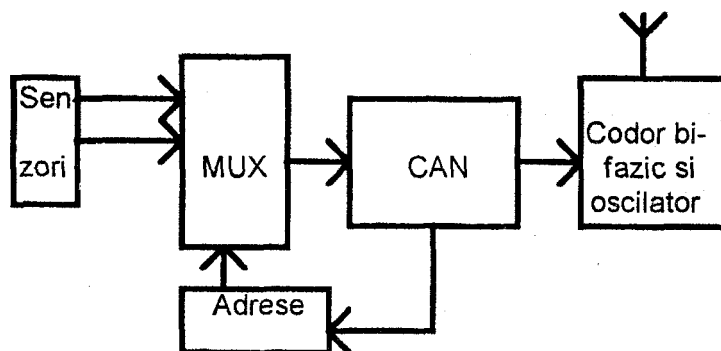


Fig.2. Schema bloc a sistemului de achiziție portabil

Codificarea bifazică utilizată în acest sistem este o variantă a codificării de tip "Biphase Mark" întâlnită în literatură. În esență, aceasta constă în tranziții la începutul oricărui bit de informație urmat de o tranziție suplimentară la mijlocul bitului în cazul unui bit de unu și a lipsei acesteia în cazul bitului de zero.

Cele expuse sunt prezentate grafic în diagrama de mai jos (Fig.3).

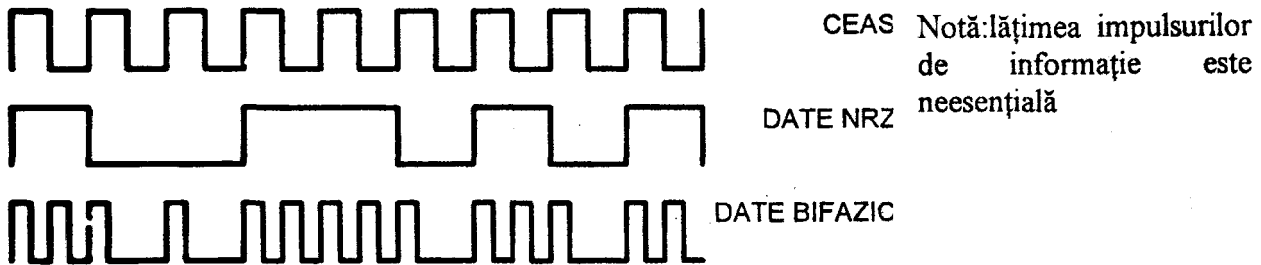


Fig.3. Codificarea bifazică a datelor

Blocurile figurate în schema bloc au următoarele funcțiuni.

### 1.Senzorii

-transformă mărimile fiziologice de interes în semnale electrice posibile de achiziționat.

Senzorii sunt în număr de 4 și au următoarele destinații:

- **Senzor 1 - temperatură corporală**  
Este realizat cu circuitul integrat specializat LM135 care livrează o tensiune de aprox.3V (la 25 grade) cu un coeficient termic de 10mV/grad.
- **Senzor 2 - senzor respirație**  
Este realizat utilizând același senzor LM135. Prin răcirea sa de către fluxul de aer provenit din respirație se generează informația necesară pentru determinarea ritmului respirator.
- **Senzor 3 - senzor ritm cardiac**  
Este realizat utilizând o capsulă piezoceramică. Aceasta generează un semnal proporțional cu presiunea fluxului sangvin care trece prin articulația pe care este montat.
- **Senzor 4 - senzor activitate**  
Utilizat la determinarea stării de activitate a subiectului. Este constituit dintr-un contact cu mercur care se închide/deschide în cazul modificării stării subiectului (animalului).

### 2.Multiplexor

Realizează multiplexarea semnalelor provenite de la senzori pentru introducerea în convertorul analog/digital. Multiplexorul are 8 intrări din care 4 sunt utilizate pentru intrările de la senzori, iar restul sunt conectate pentru generarea unui set de măsurători cu rezultat cunoscut, utilizat în sincronizarea receptorului. Se folosește un multiplexor CMOS 4051.

### 3.Convertor analog/numeric

Convertorul analog/numeric este realizat utilizând circuitul MMC757. Acesta este un convertor de 12 biți cu referință internă cu posibilitate de ieșire a datelor atât serial cât și paralel.

În proiectul prezentat este utilizată facilitatea de ieșire serială. Intrarea analogică este legată la ieșirea multiplexorului anterior prezentat. Referința este dată de o diodă Zener de 5V, domeniul

activ de măsurare al convertorului fiind limitat între  $1/3$  și  $3/3$  din tensiunea de referință, în cazul de față aproximativ între 1,8 și 3,6 volți. Domeniul este suficient pentru măsurarea temperaturii, senzorii livrând o tensiune de aprox. 3V, în cazul traductorului de puls fiind necesară doar o evaluare a trecerii prin zero a semnalului (eventual a maximelor și minimelor acestuia). Ieșirea serială împreună cu semnalul de tact de validare a datelor este livrată codorului bifazic și modulatorului.

#### 4. Comanda multiplexării

Este realizată cu un numărator 4520 comandat de semnalul de sfârșit conversie al convertorului MMC757. Prin numărare el realizează scanarea continuă a intrărilor de semnal.

### B. Receptorul de telemăsură

Unitatea fixă (receptorul) este destinată recepționării semnalelor emise de unitatea mobilă, decodificarea acestora și transmisia către calculatorul gazdă (PC). Receptorul de telemăsură este realizat în tehnica superheterodinei și este compus din următoarele blocuri:

1. Mixerul
2. Amplificatorul de produs
3. Detectorul de fronturi
4. Demodulatorul din cod bifazic
5. Buffere

Structura este prezentată în schema bloc din figura 3.

#### 1. Mixerul

Are rolul de a amesteca semnalul recepționat cu purtătoarea de frecvență identică cu emițătorul. Este realizat cu circuitul TCA440 într-un montaj clasic. Frecvența de recepție este dată de cuarțul cu care este realizat oscilatorul (în versiunea cu frecvență fixă).

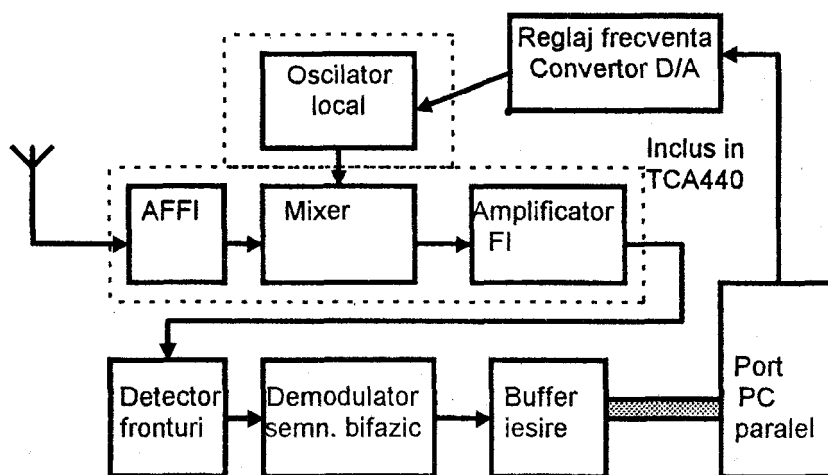


Fig.3.Receptorul-schema bloc

## **2. Amplificatorul de curent continuu**

Amplifică semnalul dat de mixer pînă la o valoare care poate fi aplicată demodulatorului. Are în componență un amplificator operațional a cărui amplificare este dată de circuitul de reacție negativă.

Trigerarea semnalului, eliminarea componentei de cc și adaptarea la nivele TTL este realizată de tranzistorul de la ieșirea etajului.

## **3. Detectorul de fronturi**

Este utilizat pentru separarea tranzițiilor din semnalul de intrare care sunt purtătoare ale informației logice. În cazul în care emițătorul realizează această sarcină acest circuit poate fi invalidat (șuntat).

Separarea este realizată în montaj clasic cu un circuit SAU-Exclusiv.

## **4. Demodulatorul**

Este realizat utilizând un monostabil (4098) pentru perioada de referință și o serie de bistabili D pentru demodularea propriu-zisă.

## **5. Bufferul**

Semnalele rezultate din demodulare sunt amplificate pentru a putea fi citite în interfața paralelă a calculatorului gazdă(PC). După cum se poate observa, această soluție permite în dezvoltările ulterioare conectarea mai multor receptoare, cu frecvențe de lucru diferite, pentru a permite colectarea de date simultană de la mai mulți subiecți. Software-ul dezvoltat permite această extindere.

## **3. Rezultate experimentale ([5])**

Măsurătorile au fost efectuate în faza de testare pe subiecți umani pentru a se verifica posibilitatea de a realiza o acuratețe suficientă scopului propus.

Măsurarea de temperatură nu a pus probleme deosebite datorită simplității montajului de măsurare.

Măsurarea ritmului respirator este de fapt tot o măsurare de temperatură prin răcirea de către aerul inspirat sau expirat a unui traductor de temperatură.

Ritmul cardiac a fost captat cu ajutorul unui captor piezoceramic care a oferit un semnal relativ mare (de peste 300 mV<sub>pp</sub>) astfel încât complicațiile de interfațare au fost foarte reduse.

Singura precauție necesară este căutarea unui punct în care unda mecanică a pulsului să poată fi bine sesizată. Cel mai potrivit loc a fost (pentru subiecți umani) încheietura mâinii.

## **4. Concluzii**

Problema monitorizării parametrilor fiziologici ai animalelor aflate în mediul lor natural este de o importanță care nu trebuie subliniată. Problemele care apar în acest caz sunt însă de cea mai mare complexitate și solicită colaborări interdisciplinare. În scopul dezvoltării și perfecționării modulelor funcționale ar fi de parcurs, în opinia autorului, următoarele etape:

1. Marirea razei de acțiune a terminalului (până la limita maximă admisă de gama de frecvențe utilizată), în scopul sporirii razei de urmărire a animalului.

2. Micșorarea gabaritului echipamentului mobil și a celui fix prin utilizarea unor componente mai performante
3. Studiul posibilității de extindere a rezultatelor și a aparatului pe subiecți umani, prin respectarea strictă a standardelor în vigoare în ceea ce privește aparatura medicală
4. Dezvoltarea liniei de aparatură de achiziție autonomă de date prin utilizarea de microcontrollere de consum redus (metering microcontrollers)

## 5. Referințe

- [1] Graichen, F., Bergmann, G. - "Four Channel Telemetry System for In Vivo Measurement of Hip Joint Forces", J. Biomed. Eng., 1991, 13, 370-374
- [2] H. Salem, S. Baskin - New Technologies and Concepts for Reducing Drug Toxicities - CRC Press - 1998
- [3] \*\*\*DSI - Data Sciences International - Data Collection Equipment - 1998
- [4] \*\*\*MM - Physiological Monitoring of Research Animals Using Biotelemetry - Mini-Mitter - 1997
- [5] R. Arsinte, M. Monea - "Echipamente computerizate pentru măsurarea prin senzori a unor indici fiziologici" - Rapoarte de cercetare - Software ITC - 1998