



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00610

(22) Data de depozit: 19.08.2013

(41) Data publicării cererii:  
27.02.2015 BOPI nr. 2/2015

(71) Solicitant:  
• LOSONCZI LAJOS, STR. AVRAM IANCU  
NR. 37, TÂRGU MUREȘ, MS, RO

(72) Inventatori:  
• LOSONCZI LAJOS, STR. AVRAM IANCU  
NR. 37, TÂRGU MUREȘ, MS, RO

(54) METODĂ ȘI ECHIPAMENT PENTRU MĂSURAREA  
BIOSEMNALELOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un echipament pentru măsurarea biosemnalelor de nivel scăzut, acoperite de zgomot. Echipamentul conform invenției este prevăzut cu un amplificator de instrumentație (1) căruia i se aplică biosemnal prelevat cu niște electrozi de măsurare EA, ER, activi și de referință, biosemnalul este trecut printr-un filtru (3) de impulsuri electromagnetice; un semnal de mod comun (SMC) se aplică la intrarea unui amplificator operațional în montaj repetor de tensiune (4), iar la ieșirea acestuia se aplică unor sumatoare (6, 7, 8) printr-un amplificator operațional (5); semnalul de la ieșirea amplificatorului de instrumentație (1) se aplică unui sumator (9), iar semnalul util se aplică în continuare la intrarea unui amplificator (10) cu câștig programabil, a cărui ieșire o reprezintă un semnal analogic care este convertit în semnal digital (s3) cu ajutorul unui modulator (14) Delta-Sigma și al unui filtru digital programabil (15); un al doilea amplificator de instrumentație (2) măsoară semnalul de control obținut în urma suprapunerii peste semnalul de mod comun al unui electrod DRL a semnalului generat de o sursă (19) de tensiune sinusoidală cu frecvența de 10 kHz, iar semnalul de la ieșirea amplificatorului de instrumentație (2) este trecut printr-un filtru activ trece bandă (16) și este aplicat împreună cu semnalul generat de sursa (19) de tensiune sinusoidală unui demodulator (17) sincron, la ieșire semnalul fiind convertit în semnal digital (s7) de către un convertor (18) analog digital;

controlul echipamentului, reglările numerice, prelucrările numerice ale semnalelor măsurate sunt rezolvate de către unitatea centrală de procesare (20) cu un micro-controler de complexitate medie, și cu un generator de tact precis comandat de un cristal de cuarț (21).

Revendicări: 7  
Figuri: 2

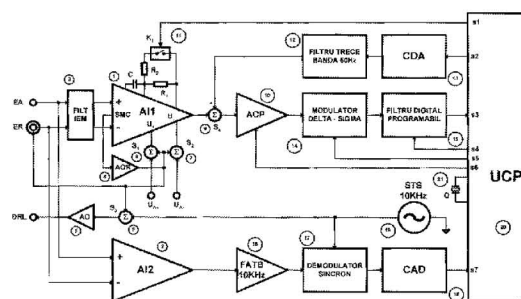
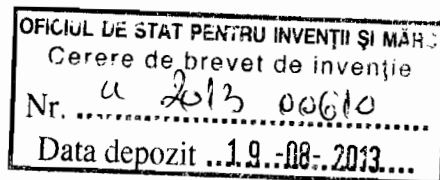


Fig. 1





18

**Descriere:**

Invenția se referă la o metodă și echipament pentru măsurarea biosemnalelor de pe suprafața pielii, de nivel scăzut, acoperite de zgomot. Datorită impedanței de contact variabile, a existenței tensiunilor de polarizare la nivel de contact, a fluctuației imprevizibile a tensiunii de decalaj, precum și a nivelului de zgomot comparabil cu nivelul semnalului util, interfața piele-electrod poate cauza numeroase probleme. Limitările metodelor de explorare a acestor biosemnale, deci posibilitatea de extragere a cât mai multe informații din semnale, depind de calitatea metodelor și a soluțiilor utilizate în echipamentul de măsurare a biosemnalelor.

Se cunosc mai multe tipuri de echipamente pentru măsurarea biosemnalelor prin metode neinvazive [1]. De asemenea, se cunosc mai multe dispozitive de măsurare a biosemnalelor prezentate în diferite brevete de invenții [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Acestea diferă între ele în modul de condiționare a semnalului analogic, rejecția perturbațiilor exterioare, monitorizarea parametrilor tehnici, conversia analog-numerică a semnalului măsurat, procesarea numerică a informației. Aceste soluții prezintă dezavantajul unei sensibilități mai mari la zgomotele externe, la artefactele de măsurare (de exemplu la artefactele de mișcare), la semnale de mod comun puternice (de exemplu rețeaua electrică de alimentare de 50Hz). Pe de altă parte aceste echipamente prezintă module electronice (logică cablata) cu parametrii fixați la proiectare și/sau nu utilizează semnale de reacție sau de control din partea unității centrale. Echipamentul nu mai poate fi modificată în vederea obținerii altor funcțiuni, decât prin reproiectare integrală. Structura este rigidă, aparatul fiind specializat strict pentru un tip de algoritm de măsurare.

Problemele pe care le rezolva invenția constă în: rejecția puternică a perturbațiilor rețelei de alimentare și compensarea variațiilor semnalului util datorita artefactelor de miscare; corectarea rapida a saturatiei amplificatorului pentru artefacte de tensiune la intrare; reducerea zgomotului introdus de canalul analogic, prin procesari numerice și reacție negativă; rejecția suplimentară a tensiunii de alimentare prin sinteza direct digitală a tensiunii sinusoidale de 50Hz și scăderea ei din semnalul măsurat pe baza unui algoritm implementat software; programarea nivelului câștigului de tensiune respectiv caracteristica de filtrare a canalului de măsurare; monitorizarea în timp real a aplicării corecte a electrozilor de măsurare pe piele; rejecția suplimentara a perturbațiilor tensiunii de alimentare (a perturbațiilor de mod comun) prin aplicarea semnalului de mod comun pe tensiunile de alimentare ale amplificatorului instrumental de măsurare.

Echipamentul pentru măsurarea biosemnalelor de nivel scăzut, de pe suprafața pielii, acoperite de zgomot, conform invenției, este prevăzut cu un amplificator de instrumentație cu intrare diferențială la care se aplică biosemnalul prelevat cu electrozii de masurare (electrodul activ respectiv electrodul de referință), și trecut printr-un filtru de impulsuri electromagnetice. Semnalul de mod comun se aplică la intrarea unui amplificator operațional în montaj repetor de tensiune, ieșirea căruia se aplică la intrarea unor sumatoare în vederea rejecției din tensiunile de alimentare a perturbațiilor de mod comun, respectiv se aplică unui sumator pentru formarea semnalului DRL, prin intermediul unui amplificator operațional. Semnalul de la ieșirea amplificatorului instrumental se aplică la intrarea unui sumator pentru corecția suplimentară a perturbațiilor rețelei de alimentare de 50Hz. În continuare semnalul util se aplică la intrarea unui amplificator cu câștig programabil, iar semnalul analogic obținut la ieșirea acestuia este convertit în semnal digital, cu ajutorul unui modulator delta-sigma și a unui filtru digital programabil. Un al doilea amplificator instrumental este utilizat pentru a măsura semnalul de control obținut în urma suprapunerii peste semnalul de mod comun al electrodului DRL, a semnalului generat de o sursă de tensiune sinusoidală cu frecvența de 10KHz. Semnalul de la ieșirea celui de al doilea amplificator instrumental se trece printr-un filtru activ trece bandă de 10KHz, și se aplică împreună cu

semnalul sursei de tensiune sinusoidale, la intrările unui demodulator sincron. Semnalul de la ieșirea demodulatorului (măsură variației impedanței electrod piele) este convertit în semnal digital de către un convertor analog digital. Controlul echipamentului, reglările numerice, respectiv prelucrările numerice ale semnalelor măsurate, sunt rezolvate de către unitatea centrală de procesare, realizat cu un microcontrolor de complexitate medie, cu număr limitat de terminale, și cu generator de tact precis, comandat de un cristal de cuarț. În afară de prelucrarea semnalelor măsurate, procesorul UCP generează semnalul de comandă pentru comutarea prin intermediul unui comutator, a constantei de timp de integrare a primului amplificator instrumental; generează prin sinteza direct digitală a tensiunii sinusoidale de 50Hz, semnalul care se aplică, prin intermediul unui convertor analog digital și a unui filtru trece bandă de 50Hz, sumatorului de la ieșirea primului amplificator instrumental; generează semnalul de comandă și control pentru modulatorul delta-sigma; generează semnalul de comandă și control pentru amplificatorul cu câștig programabil.

Echipamentul pentru măsurarea biosemnalelor de nivel scăzut de pe suprafața pielii, acoperite de zgomot, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- obținerea unui factor de rejecție a semnalului de mod comun deosebit de mare
- obținerea compensării avansate a artefactelor de mișcare
- posibilitatea de calibrare a offsetului tensiunii de intrare și a câștigului de tensiune
- monitorizarea online a stării electrozilor aplicați pe piele
- rejecție ridicată a perturbațiilor tensiunii de rețea (50Hz)
- precizie mare de măsurare, rezoluție de conversie analog-digitală foarte mare (22-24 biți)
- posibilitatea utilizării echipamentului în diferite aplicații, prin simpla schimbare a firmwareului microcontrolorului (a algoritmului de comandă și control)
- posibilitatea integrării echipamentului în sisteme mobile de măsurare
- posibilitatea utilizării echipamentului în sistemele dedicate interfețelor creier-calculator (BCI)

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1 și 2, care reprezintă:

- fig.1, schema bloc a echipamentului pentru măsurarea de pe suprafața pielii a biosemnalelor de nivel scăzut, acoperite de zgomot

- fig.2, schema electronică generală a unui echipament pentru măsurarea de pe suprafața pielii a biosemnalelor de nivel scăzut, acoperite de zgomot, conform invenției

Echipamentul de măsurare a biosemnalelor conform invenției este prevăzut cu un amplificator de instrumentație AI1 (2) la care se aplică biosemnalul prelevat cu electrozii de măsurare EA (electrod activ) și ER (electrod de referință), și trecut prin filtrul de impulsuri electromagnetice FILT IEM (3). Semnalul de mod comun SMC se aplică la intrarea unui amplificator operațional în montaj repetor de tensiune AOR (4), ieșirea căruia se aplică sumatoarelor S1 (6) și S2 (7) pentru rejecția suplimentară din tensiunile de alimentare a perturbațiilor de mod comun, respectiv sumatorului S3 (8) pentru formarea semnalului DRL, prin amplificatorul operațional AO (5). Semnalul de la ieșirea AI1 se aplică sumatorului S4 (9) pentru corecția suplimentară a perturbațiilor rețelei de alimentare de 50Hz. În continuare semnalul util se aplică la intrarea amplificatorului cu câștig programabil ACP (10), iar semnalul analogic obținut la ieșire este convertit în semnal digital (s3) cu ajutorul modulatoarelor delta sigma (14) și a a filtrului digital programabil (15). Un al doilea amplificator instrumental AI2 (2) este utilizat pentru a măsura semnalul de control obținut în urma suprapunerii peste semnalul de mod comun al electrodului DRL, a semnalului generat de o sursă de tensiune sinusoidală cu frecvența de 10KHz, STS10KHz (19). Semnalul de la ieșirea

*Handwritten signature*

amplificatorului AI2 se trece printr-un filtru activ trece bandă de 10KHz, FATB10KHz (16) și se aplică împreună cu semnalul STS10KHz unui demodulator sincron (17). Semnalul de la ieșirea demodulatorului (măsura variației impedanței electrod piele) este convertit în semnal digital (s6) de către convertorul analog digital CAD (18). Controlul echipamentului, reglările numerice, respectiv prelucrările numerice ale semnalelor măsurate, sunt rezolvate de către unitatea centrală de procesare UCP (20), realizat cu un microcontrolor de complexitate medie, cu număr limitat de terminale, și cu generator de tact precis, comandat de un cristal de cuarț Q (21). În afară de prelucrarea semnalelor măsurate s3 și s6, procesorul UCP generează semnalul de comandă s1 pentru comutarea prin comutatorul K1 (11) a constantei de timp a circuitului de integrare din bucla de reacție a amplificatorului AI1; generează semnalul s2 prin sinteza direct digitală a tensiunii sinusoidale de 50Hz, care se aplică sumatorului S4 (9) prin intermediul convertorului analog digital CDA (13) și a filtrului trece bandă de 50Hz (12); generează semnalul de comandă și control s4 pentru modulatorul delta-sigma (14); generează semnalul de comandă și control s5 pentru ACP (10).

**Referințe:**

- [1] M. Teplan, Fundamentals of EEG measurement, Measurement Science Review, Vol.2, Sec.2, 2002, Slovak Academy of Sciences, Institute of Measurement Science
- [2] Brevet WIPO: WO 97/37590 - 16.10.1997
- [3] Brevet WIPO: WO 2005/094674 - 13.10.2005
- [4] Brevet Switzerland: PCT/US05/010515/29.03.2005
- [5] Brevet USA: US Patent 5206602/27.04.1993
- [6] Brevet USA: US Patent 0066054/17.03.2011
- [7] Brevet USA: US Patent 6538503/25.03.2003



### Revendicări:

1. Metodă de măsurare biosemnale caracterizată prin aceea că se utilizează două amplificatoare instrumentale de măsurare, unul pentru amplificarea semnalului diferențial prelevat de pe electrozi, și unul pentru amplificarea semnalului de control obținut în urma suprapunerii peste semnalul de mod comun al electrodului DRL, a semnalului generat de o sursă de tensiune sinusoidală cu frecvența de 10KHz.
2. Metodă și echipament de măsurare biosemnale conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că semnalul de mod comun se suprapune peste tensiunile de alimentare ale amplificatorului instrumental folosit pentru amplificarea semnalului diferențial prelevat de pe electrozi.
3. Metodă și echipament de măsurare biosemnale conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că se poate modifica constanta de timp a circuitului de integrare din bucla de reacție a amplificatorului instrumental folosit pentru amplificarea semnalului diferențial prelevat de pe electrozi, în vederea corectării rapide a saturatiei amplificatorului instrumental în cazul artefactelor la intrare.
4. Metodă și echipament de măsurare biosemnale conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că se folosește un demodulator sincron urmat de un convertor analog-digital și un filtru de mediere adaptiv realizat prin software pentru detectarea variațiilor impedanței de contact electrod-piele, la intrările demodulatorului aplicându-se semnalul unei surse de tensiune sinusoidale respectiv semnalul de reacție măsurat după aplicarea semnalului sursei de tensiune sinusoidale, pe electrodul DRL.
5. Metodă și echipament de măsurare biosemnale conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că se utilizează pentru conversia analog-numerică a semnalului măsurat un modulator delta-sigma cu supraeșantionare, urmată de un filtru digital trece jos cu frecvența de tăiere programabilă, și un decimator realizat prin software.
6. Metodă și echipament de măsurare biosemnale conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că se rejectează suplimentar perturbația introdusă de tensiunea rețelei de alimentare, prin sinteza direct digitală a tensiunii sinusoidale de 50Hz, conversia ei digital-analogică și scăderea ei din semnalul măsurat pe baza unui algoritm implementat software.
7. Metodă și echipament de măsurare biosemnale conform revendicării 1, 3, 4, 5, și 6, caracterizată prin aceea că toate comenzile și reglările modulelor funcționale ale echipamentului de măsurare - comanda comutatorului pentru schimbarea constantei de timp de integrare, controlul filtrului digital programabil, controlul modulatorului delta-sigma, controlul convertoarelor analog-numeric și numeric-analogice - se realizează la nivelul aceluiași microcontrolor încorporat.



Desene: Echipament de măsurare a biosemnalelor

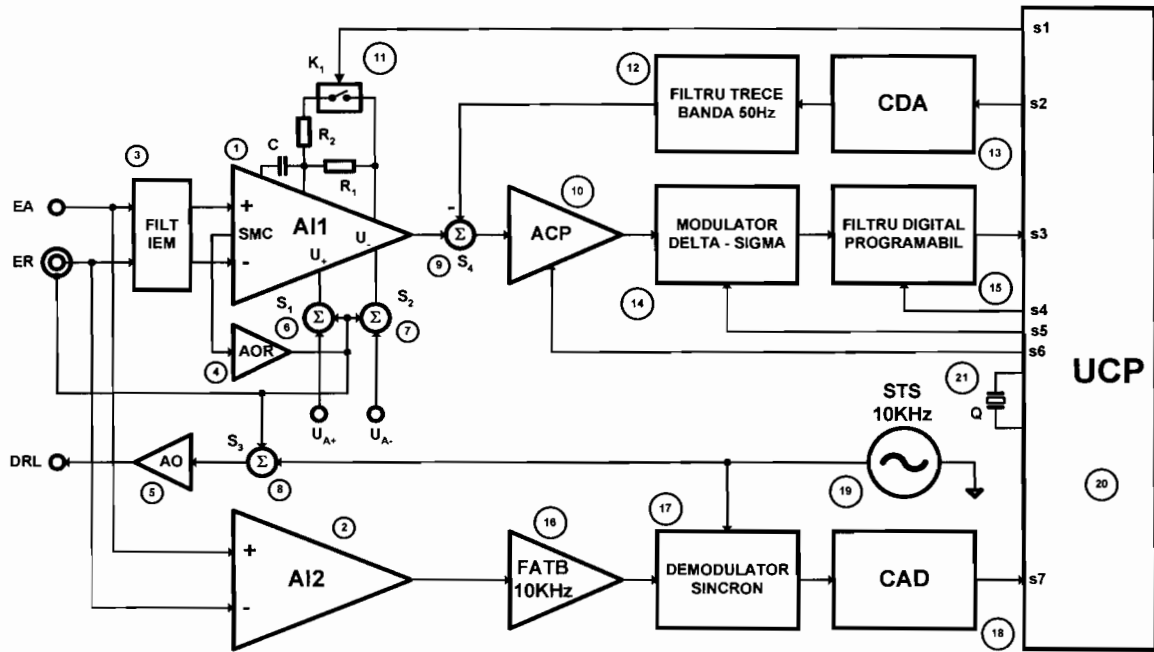


Fig.1 Schema bloc a echipamentului pentru măsurarea biosemnalelor de nivel scăzut, acoperite de zgomot

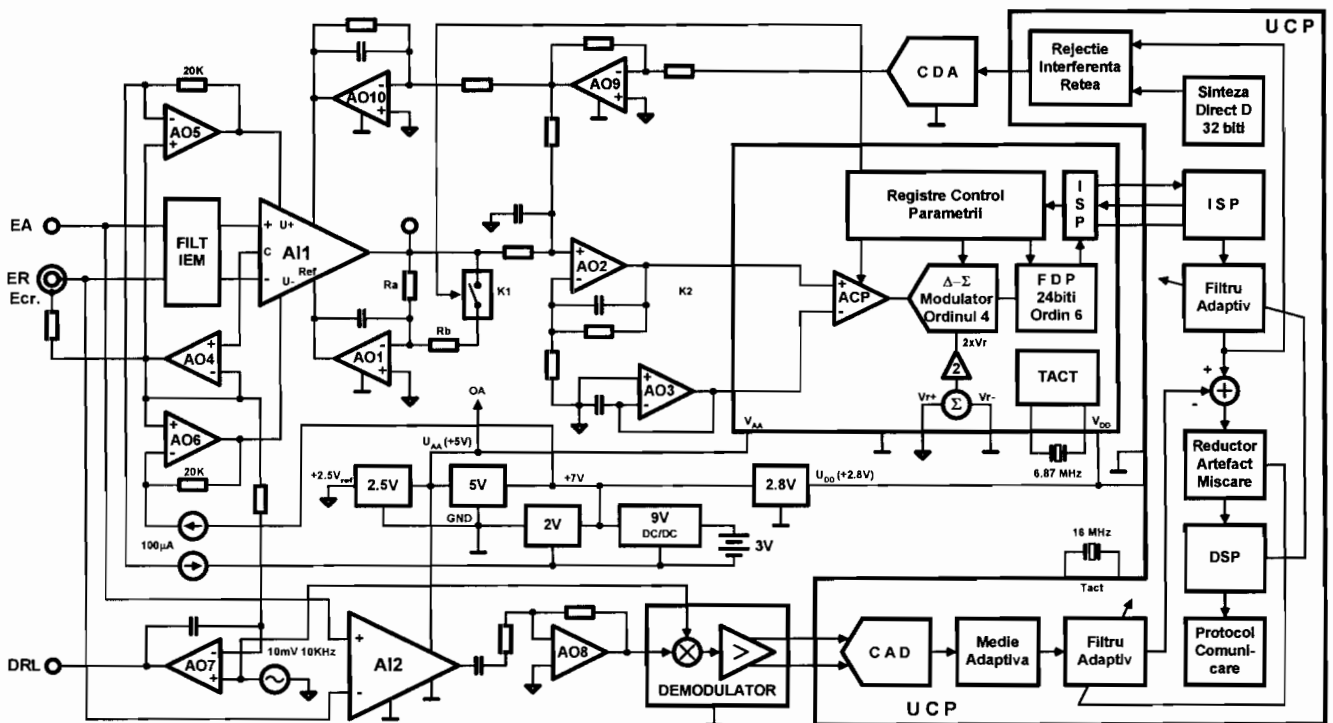


Fig.2 Schema electronică generală a unui echipament pentru măsurarea biosemnalelor de nivel scăzut, acoperite de zgomot, conform invenției

Tg.Mures, la 10.08.2013

*Kosov*