



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00618

(22) Data de depozit: 22.08.2013

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

(71) Solicitant:  
• LAMBDA COMMUNICATIONS SRL,  
STR. AVRAM IANCU NR. 37,  
TÂRGU MUREȘ, MS, RO

(72) Inventatori:  
• LOSONCZI LAJOS, STR.REPUBLICII  
NR.23/16, TÂRGU MUREȘ, MS, RO

(54) MODUL INTELIGENT PENTRU MĂSURĂRI BIOSEMNALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un modul inteligent, autonom și portabil, utilizabil pentru măsurarea neinvazivă, de pe suprafața corpului, a biosemnalelor de mică intensitate. Modulul conform invenției este constituit dintr-un filtru trece sus (1) și un amplificator instrumental (2), având în bucla de reacție de referință un integrator realizat cu un amplificator operațional (4), semnalul de la ieșirea preamplificatorului se trece printr-un filtru activ trece bandă (5), apoi se aplică prin intermediul unui comutator (6) la o intrare a unui amplificator diferențial (7) cu câștig programabil, la cealaltă intrare fiind aplicat semnalul de referință furnizat de un generator (12) de tensiune de referință; pe cealaltă intrare a comutatorului (6) se aplică direct semnal prelevat de pe un electrod activ de măsurare, iar semnalul de mod comun, obținut din amplificatorul instrumental (2), se aplică pe intrarea negativă a unui amplificator operațional (3), pentru a se obține la ieșirea acestuia semnalul de reacție DRL, la intrarea pozitivă a amplificatorului operațional (3) aplicându-se semnalul de referință furnizat de generatorul (12) de tensiune de referință, acesta fiind controlat de un microcontroler al unei unități centrale de procesare (11); ieșirea amplificatorului (7) cu câștig programabil se aplică la o intrare a unui convertor (9) analog-digital de tip Sigma-Delta, pe a doua intrare a convertorului (9) se aplică ieșirea unui alt amplificator (8) cu câștig programabil, căruia la o intrare i se aplică direct semnalul prelevat cu un electrod activ auxiliar, la cealaltă intrare a amplificatorului (8) fiind aplicat semnalul de referință

furnizat de generatorul (12) de tensiune de referință; pentru transmiterea către unitatea centrală de procesare (11) a datelor obținute la ieșirea convertorului (9), și pentru a programa câștigul celor două amplificatoare programabile (7, 8), se folosește un canal (10) serial de transmisie de date pe două fire, linia de date și semnalul de ceas.

Revendicări: 7  
Figuri: 3

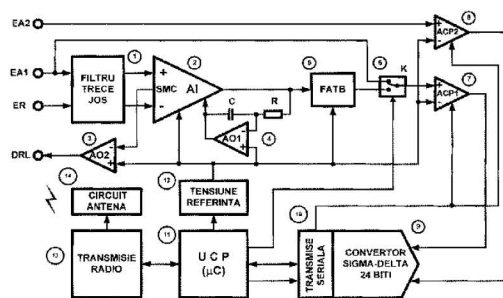


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

### Descriere:

Invenția se referă la concepția și structura unui modul independent și inteligent, cu circuitul de condiționare analogică a semnalului măsurat, convertorul analog digital, unitatea centrală de prelucrare realizat cu microcontrolor, modulul de transmisie fără fir a datelor, și circuitul de autotestare și autocalibrare, încorporate în carcasa traductorului, utilizabil pentru măsurarea neinvazivă, de pe suprafața corpului, a biosemnalelor de mică intensitate.

Condiționarea semnalelor biofizice achiziționate se referă la succesiunea de transformări analogice și digitale aplicate asupra semnalului prelevat, care îl fac apt pentru operația de extragere a informațiilor (datelor) conținute în semnalul primar util. Circuitul electronic destinat condiționării acestor semnale, nu trebuie să influențeze, sau trebuie să influențeze foarte controlat semnalul util prin atenuare sau distorsiune, să elimine într-o măsură cât mai mare zgomotele care se suprapun peste semnalul util, păstrând în același timp banda de frecvență necesară a biosemnalului. Amplificarea și în special preamplificarea reprezintă conținutul principal și cel mai delicat al condiționării, care aduce semnalul util la un nivel de putere compatibil cu acționarea următoarelor etaje de condiționare. Măsurările biosemnalelor necesită amplificarea unor semnale de nivel foarte redus, peste care se suprapun zgomote (artefacte) produse de interfețele electrod-țesut (diferențele dintre interfețe, instabilitatea lor în timp, mișcările pacientului, etc.), semnalele electrofiziologice perturbatoare generate de alte organe decât cel studiat, alte perturbații datorate câmpurilor electromagnetice din mediu (zgomote induse de rețeaua de curent alternativ de 50Hz, motoare, relee, contactoare electromagnetice, telefoane mobile, stații de radiorelee, etc.), cât și zgomotul intern generat de dispozitivele electronice utilizate (mici fluctuații de tensiune sau curent, ca urmare a deplasărilor probabilistice ale unor cantități discrete de sarcini electrice).

Limitările metodelor de explorare ale acestor biosemnale, deci posibilitatea de extragere a cât mai multe informații din semnale, depind de calitatea metodelor și a soluțiilor utilizate în circuitul de măsurare a biosemnalelor. Structura circuitului de măsurare este formată din 6 module funcționale:

1. Electrozii folosiți pentru detectarea biosemnalelor: trebuie să satisfacă trei criterii principale de calitate: tensiunea de polarizare între metal și piele cât mai redusă, impedanța de contact cât mai redusă și mai stabilă, de asemenea, fluctuația în timp a polarizării electrodului să fie cât mai redusă.

2. Condiționarea analogică a biosemnalului: se realizează printr-un lanț de amplificare și filtrare analogică, care are ca efect aducerea semnalului la parametri (amplitudine, frecvență) optimi ai convertorului analog-digital, respectiv reducerea zgomotelor și compensarea erorilor introduse de electrozi. Lanțul analogic clasic se compune din preamplificator diferențial, filtre trece sus, etaje de amplificare și filtre trece jos. Criteriile de calitate ale preamplificatorului sunt: impedanță de intrare și factor de rejecție de mod comun CMRR cât mai mari; respectiv decalajul de tensiune (offset) și fluctuațiile de curent (drift) cât mai mici. De la următoarele etaje de amplificare se așteaptă factor de amplificare mare, respectiv distorsiuni de fază și de amplitudine cât mai mici și dacă este cazul izolarea galvanică a pacientului de restul echipamentului. Filtrele analogice trebuie să limiteze banda de frecvență a semnalului, în vederea conversiei analog-digitale, respectiv pentru eliminarea zgomotelor, interferențelor și a semnalelor parazite.

3. Condiționarea digitală a biosemnalului: se realizează în primă fază prin convertorul analog-digital, care transformă semnalul analogic continuu, în semnal discret digitizat în timp și valoare. Transformările aplicate sunt: eșantionarea (discretizare în timp), cuantificarea (discretizare în amplitudine), respectiv digitizarea (codare binară) a semnalului. Cele două criterii de calitate importante sunt: frecvența de eșantionare, care trebuie să fie cât mai mare pentru a micșora eroarea de cuantificare (de rotunjire) și rezoluția binară, care de asemenea trebuie să fie cât mai mare pentru a micșora eroarea de digitizare (de

## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

trunchiere), respectiv pentru a micșora valoarea amplificării lanțului analogic. La ora actuală un singur tip de convertor analog-digital poate să asigure o rezoluție comparabil de mare cu cea cerută de un sistem modern de biomăsurare: cele care se bazează pe principiul de modulare Sigma-Delta, supraeșantionarea semnalelor și utilizarea filtrelor digitale trece jos cu decimare. Supraeșantionarea puternică a semnalului va dispersa zgomotul pe un domeniu larg de frecvențe, în interiorul căruia puterea de zgomot este distribuită în special la frecvențe înalte, iar puterea de zgomot în banda utilă a semnalului va fi considerabil micșorată.

4. Procesorul numeric: execută o preprocesare a semnalelor digitale obținute, înainte de transmiterea lor la un modul central de analiza, prelucrare, stocare, interpretare și utilizare globală a datelor. Funcțiile de bază executate la acest nivel sunt: separarea semnalului util de zgomot prin filtrare digitală; extragerea informației utile prin analiza spectrală și prelucrări matematice ale formelor de undă; respectiv comprimarea datelor pentru stocarea economică și reducerea timpilor de transmisie a informației. De asemenea, modulul procesor are rolul de a coordona funcționarea întregului lanț de achiziție de semnale. Criteriul cel mai important de calitate al procesorului numeric este executarea sarcinilor în timp real.

5. Datele preprocesate trebuie să ajungă la destinație folosind un canal de comunicație adecvat, utilizând un protocol eficient de comunicație de date. Datele trebuie transmise în timp real, pentru a permite sistemului de prelucrare și interpretare a datelor achiziționate, să intervină on-line pentru avertizare, acționare, alarmare, etc. În condițiile unui echipament mobil de măsurare, canalul de comunicație trebuie să fie fără fir.

În afara raportului semnal/zgomot ridicat, un alt factor influențează negativ procesul de măsurare: zgomotul de cuantizare al convertorului analog numeric. Pentru a menține acest parametru între limite acceptabile, trebuie asigurată o amplificare de tensiune mare pentru canalul de condiționare, de ordinul  $10^4 - 10^6$ . În condițiile în care variază parametrii semnalului de intrare, sau puterea zgomotului suprapus semnalului, plaja de variație a semnalului la ieșirea amplificatorului, sau chiar plaja de comparație a convertorului nu va fi suficient de mare pentru acoperirea dinamică a variației semnalului de intrare. Deviația prea mare a semnalului de intrare față de valorile uzuale, va satura canalul de condiționare, obținând astfel date eronate la ieșirea unui convertor analog-digital de rezoluție medie (12-16 biți). Pentru a evita astfel de situații, trebuie intervenit în bucla de măsurare, în cel puțin trei locuri, în vederea corectării parametrilor canalului de condiționare. Astfel, din cauza variației impedanței de măsurare, a semnalului de intrare de mod comun, a variației tensiunii și a curentului de ofset de la intrare, este necesară calibrarea dinamică a tensiunii de referință între două măsurători, în caz contrar canalul de amplificare se poate ușor satura. Procesul de calibrare se realizează printr-o rutină firmware rulat în microcontrolerul încorporat al unității de control și cu ajutorul convertorului digital analogic din bucla de reglare. Din considerente similare, din cauza variației amplitudinii semnalului diferențial de la intrare, este necesară și modificarea dinamică a amplificării canalului. Acest lucru se realizează prin reprogramarea factorului de amplificare al amplificatorului cu câștig programabil, pe baza caracteristicilor de transfer memorate în procesorul central și comunicarea noii valori pentru amplificatorul programabil utilizând canalul serial de comunicație locală. În sfârșit, mai este necesară limitarea frecvențelor superioare ale semnalelor care trec prin canalul de amplificare, în vederea satisfacerii criteriilor Nyquist referitoare la frecvența de eșantionare a semnalelor analogice. În cazul utilizării unor convertoare analog numerice speciale, de rezoluție foarte mare, având o rezoluție de 22-24 biți, canalul de condiționare analogică a semnalului măsurat poate fi redus considerabil, singurul modul analogic care trebuie să rămână între electrodul de măsurare și canalul de condiționare digitală a semnalului fiind preamplificatorul instrumental de măsurare, în principal pentru adaptarea impedanței de intrare și simetrizarea intrărilor diferențiale.

## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

Pe de altă parte, un algoritm de măsurare presupune executarea unei secvențe de operații: comutări, comparări, atenuări, conversii, etc. Dispozitivele de comandă fixe, care realizează secvențele prin stabilirea unor conexiuni galvanice între diferitele componente electrice și electronice – logică cablată - nu mai pot fi modificate în vederea obținerii altor funcțiuni, decât prin reproiectare integrală. Utilizarea microcontroloarelor a făcut posibilă înlocuirea acestui tip de logică fixă, dată de conexiunile prin trasee conductoare între componentele schemei, cu logică programată, realizată prin instrucțiuni de program. În acest fel devine posibilă modificarea comodă și rapidă a secvenței de lucru a unei structuri de circuite prin modificarea programului care comandă secvența respectivă, program rezident în memoria sistemului microprocesor.

Circuitul electric care se plasează pe suprafața corpului, în cazul măsurării biosemnalelor prin metode neinvazive, în funcție de structura electronică conținută, poate fi clasificată în una din următoarele categorii de circuite:

a.) Electrode pasiv de măsurare: electrod de măsurare biosemnale, care nu conține componente electronice, numai firul metalic de contact, prin care se conectează la un circuit electronic de condiționare aflat la o distanță oarecare de punctul de măsurare.

b.) Electrode activ de măsurare: electrod pentru măsurare biosemnale, care conține (încorporat în carcasa electrodului) o parte a circuitului electronic de condiționare a biosemnalului prelevat.

c.) Senzor inteligent de măsurare: electrod pentru măsurare biosemnale, care conține (încorporat în carcasa electrodului) pe lângă circuitului electronic de condiționare analogică și digitală a biosemnalului prelevat și o unitate centrală de procesare realizată cu un microcontrolor de mică sau medie complexitate, care conferă inteligență tehnică circuitului.

d.) Nod independent de măsurare: electrod pentru măsurare biosemnale, care conține (încorporat în carcasa electrodului) pe lângă circuitului electronic de condiționare analogică și digitală a biosemnalului prelevat, respectiv unitatea centrală de procesare realizată cu un microcontrolor de mică sau medie complexitate, care conferă inteligență tehnică circuitului, și un circuit de transmisie fără fir a datelor achiziționate, pe baza unui protocol propriu de comunicare încorporat în firmware.

e.) Modul inteligent de măsurare: nod independent de măsurare biosemnale, care (încorporat în carcasa electrodului) pe lângă circuitului electronic de condiționare analogică și digitală a biosemnalului prelevat; unitatea centrală de procesare realizată cu un microcontrolor de medie sau mare complexitate, care conferă inteligență tehnică circuitului; circuit și protocol de transmisie fără fir a datelor achiziționate, mai conține și un circuit și protocol de autotestare, autocalibrare și modificare a principalelor parametri tehnici (amplificare, banda de frecvență, poli de filtrare, frecvența de eșantionare, etc.)

f.) Echipament de măsurare: modul inteligent complex de măsurare biosemnale, sau rețea de senzori inteligenți, noduri independente, sau module inteligente de măsurare biosemnale.

Circuitul pentru măsurarea biosemnalelor conform invenției se încadrează în categoria e.), modul inteligent de măsurare.

Se cunosc mai multe tipuri de echipamente pentru măsurarea biosemnalelor prin metode neinvazive [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]. Acestea diferă între ele în modul de prelevare și condiționare a semnalului analogic, rejectia perturbațiilor exterioare, compensarea decalajelor, adaptarea impedanțelor de intrare și tratarea componentei continue a semnalului amplificat. Aceste soluții prezintă dezavantajul unei sensibilități mai mari la zgomotele externe, la semnale de mod comun puternice (de exemplu rețeaua electrică de alimentare de 50Hz), pot să introducă o nesimetrie în etajul de amplificare diferențială, o nesimetrie a impedanțelor sau o nesimetrie a amplificării pe canalele diferențiale. Amplificarea maximă posibilă este limitată de valoarea maximă a tensiunii de decalaj a electrozilor de

## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

prelevare biosemnale, care poate satura ieșirea amplificatorului. Același fenomen poate provoca și prezența componentei continue în biosemnalul măsurat. Un alt dezavantaj reprezintă prezența cablurilor de interconectare între modulele echipamentului de măsurare.

Problemele pe care le rezolva invenția constau în: rejecția puternică a perturbațiilor rețelei de alimentare și a semnalelor perturbatoare de mod comun; eliminarea cablurilor de legătură cu impedanță mare sensibile la perturbații; corectarea saturatiei amplificatorului pentru artefacte de tensiune la intrare; reducerea zgomotului introdus de canalul analogic; reducerea zgomotului de cuantizare; menținerea impedanței de intrare ridicate și simetrice a amplificatorului de biosemnale; adaptarea amplificării de tensiune la valoarea biosemnalului prelevat; transmisia fără fir a datelor achiziționate.

Modulul inteligent de măsurări biosemnale, conform invenției este alcătuit din 14 module funcționale principale: biosemnalul prelevat este trecut printr-un filtru trece sus, după care se aplică la intrarea unui amplificator instrumental diferențial, ieșirea căruia este trecut printr-un filtru activ trece bandă, după care se aplică la intrarea unui comutator electronic, amplificatorul instrumental este prevăzut în bucla de reacție de referință cu un integrator realizat cu un amplificator operațional, semnalul de mod comun obținut din amplificatorul instrumental se aplică pe intrarea negativă a unui amplificator operațional, obținând la ieșirea acestuia semnalului de reacție DRL, pe cealaltă intrare a comutatorului se aplică direct semnalul prelevat de pe electrodul activ de măsurare propriu-zis, iar ieșirea comutatorului se aplică la o intrare a unui amplificator diferențial cu câștig programabil, ieșirea căruia se aplică la o intrare a unui convertor analog-digital de tip Sigma-Delta, semnalul prelevat cu un electrod auxiliar se aplică la o intrare a unui alt amplificator diferențial cu câștig programabil, ieșirea căruia se aplică la cealaltă intrare a convertorului analog-digital, datele obținute la ieșirea convertorului fiind transmise la o unitate centrală de procesare, prin canalul de transmisie serială de date pe două fire, prin care se realizează și programarea celor două amplificatoare programabile, un generatorul de tensiune de referință, controlat de unitatea centrală de procesare, furnizează potențialul de referință canalului analogic de condiționare a biosemnalului măsurat și se aplică la cealaltă intrare a primului amplificator operațional, a celor două amplificatoare programabile, respectiv la intrarea pozitivă a celui de al doilea amplificator operațional, unitatea centrală de procesare comunică serial cu un modul de transmisie radio, pentru transmiterea fără fir - printr-un circuit antena - a datelor preprocesate și vehicularea semnalelor de comandă, control și de sincronizare, respectiv controlează comutatorul electronic și convertorul analog-digital pentru efectuarea protocolului de autotestare și autocalibrare.

Modulul inteligent pentru măsurări biosemnale, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- obținerea unui factor de rejecție a semnalului de mod comun deosebit de mare
- obținerea unei impedanțe de intrare ridicate și simetrice
- posibilitatea de calibrare a offsetului tensiunii de intrare și a câștigului de tensiune
- rejecție ridicată a perturbațiilor tensiunii de rețea (50Hz)
- precizie mare de amplificare și stabilitate în timp
- posibilitatea utilizării echipamentului în diferite aplicații care necesită diferite valori ale amplificării în tensiune, prin schimbarea valorii a unui număr redus de componente pasive
- interfațare ușoară cu restul echipamentului digital de măsurare
- miniaturizare și portabilitate ridicată
- reducerea dimensiunilor fizice ale echipamentului de măsurare
- posibilitatea integrării echipamentului în sisteme mobile de măsurare

## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

- posibilitatea utilizării echipamentului în sistemele dedicate interfețelor creier-calculator (BCI)

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legatură și cu figurile 1, 2 și 3, care reprezintă:

- fig.1, schema bloc a modulului inteligent pentru măsurări biosemnale
- fig.2, schema electronică detaliată a unui modul inteligent pentru măsurări biosemnale, conform invenției
- fig.3, desenul de execuție cu dimensiuni al circuitului imprimat al circuitului din figura 2.

Modulul inteligent de măsurări biosemnale, conform invenției este alcătuit din 14 module funcționale principale. Biosemnalul prelevat cu electrozii de măsurare EA1 (electrod activ propriu-zis) și ER (electrod de referință) este trecut prin filtrul de frecvență trece jos (1), și se aplică amplificatorului instrumental diferențial AI (2), ieșirea căruia este trecut printr-un filtru activ de frecvență trece bandă (5), după care se aplică la intrarea comutatorului electronic K (6). Amplificatorul instrumental (2) este prevăzut în bucla de reacție de referință cu un integrator realizat cu amplificatorul operațional AO (4), pentru separarea componentei continue din biosemnalul măsurat. Semnalul de mod comun SMC obținut din amplificatorul instrumental (2) se aplică pe intrarea negativă a amplificatorului operațional AO2 (3), pentru a se obține la ieșirea acestuia a semnalului de reacție DRL. Pe cealaltă intrare a comutatorului (6) se aplică direct semnalul prelevat de pe electrodul activ de măsurare propriu-zis EA1, iar ieșirea comutatorului se aplică la o intrare a amplificatorului diferențial cu câștig programabil ACP1 (7), ieșirea căruia se aplică la o intrare a convertorului analog-digital de tip Sigma-Delta de 24 biți (9). Semnalul prelevat cu electrodul activ auxiliar EA2 se aplică la o intrare a unui alt amplificator diferențial cu câștig programabil ACP2 (8), ieșirea căruia se aplică la cealaltă intrare a convertorului analog-digital (9), datele obținute la ieșirea convertorului fiind transmise la unitatea centrală de procesare UCP realizată cu microcontrolor (11), prin canalul de transmisie serială de date (10) pe două fire, - linia de date D și semnalul de ceas C - prin care se realizează și programarea amplificatoarelor ACP1 (7) și ACP2 (8). Generatorul de tensiune de referință (12), controlat de unitatea centrală UCP (11), furnizează potențialul de referință canalului analogic de condiționare a biosemnalului măsurat, și se aplică la cealaltă intrare a amplificatorului operațional AO2 (4), și a amplificatoarelor programabile ACP1 (7) și ACP2 (8), respectiv la intrarea pozitivă a amplificatorului operațional AO1 (3). Unitatea centrală de procesare UCP (11) comunică serial cu modulul de transmisie radio (13), pentru transmiterea fără fir - prin circuitul antena (14) - a datelor preprocesate și vehicularea semnalelor de comandă, control și de sincronizare, respectiv controlează comutatorul electronic K (6) și convertorul analog-digital (9) pentru efectuarea protocolului de autotestare și autocalibrare.

### Referințe:

- [1] Brevet WIPO: WO 2005/094674 - 13.10.2005
- [2] Brevet WIPO: WO 93/24993 - 09.12.1993
- [3] Brevet USA: US Patent 5206602/27.04.1993
- [4] Brevet WIPO: WO 97/37590 -16.10.1997
- [5] Brevet USA: US Patent 8467866/18.06.2013
- [6] Brevet USA: US Patent 5275172/04.01.1994
- [7] Brevet OSIM: RO126828/30.11.2011
- [8] Brevet OSIM: RO126178/29.04.2011

## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

---

### Revendicări:

1. Modul inteligent pentru măsurări biosemnale caracterizat prin aceea că utilizează un preamplificator diferențial de intrare, realizat cu un filtru trece sus (1) și un amplificator instrumental (2) având în bucla de reacție de referință un integrator realizat cu un amplificator operațional (4), semnalul de la ieșirea preamplificatorului se trece printr-un filtru activ trece bandă (5), după care se aplică prin intermediul unui comutator (6) la o intrare a unui amplificator diferențial cu câștig programabil (7), la cealaltă intrare a amplificatorului fiind aplicat semnalul de referință furnizat de generatorul de tensiune de referință (12). Pe cealaltă intrare a comutatorului (6) se aplică direct semnalul prelevat de pe electrodul activ de măsurare propriu-zis. Semnalul de mod comun SMC obținut din amplificatorul instrumental (2) se aplică pe intrarea negativă a unui amplificator operațional (3), pentru a se obține la ieșirea acestuia a semnalului de reacție DRL, la intrarea pozitivă a amplificatorului operațional (3) aplicându-se semnalul de referință furnizat de generatorul de tensiune de referință (12).
2. Modul inteligent pentru măsurări biosemnale conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că nivelul de referință al canalului analogic de condiționare a biosemnalului măsurat este stabilit cu ajutorul unui generator de tensiune de referință (12), controlat de microcontrolorul unității centrale de procesare (11).
3. Modul inteligent pentru măsurări biosemnale conform revendicărilor 1 și 2, caracterizat prin aceea că ieșirea amplificatorului cu câștig programabil (7) se aplică la o intrare a unui convertor analog-digital de tip Sigma-Delta (9). Pe cea de a doua intrare a convertorului (9) se aplică ieșirea unui alt amplificator cu câștig programabil (8), la o intrare a căruia se aplică direct semnalul prelevat cu un electrod activ auxiliar, la cealaltă intrare a amplificatorului (8) fiind aplicat semnalul de referință furnizat de generatorul de tensiune de referință (12).
4. Modul inteligent pentru măsurări biosemnale conform revendicărilor 1, 2 și 3, caracterizat prin aceea că se folosește un canal serial de transmisie de date (10) pe două fire, - linia de date D și semnalul de ceas C - pentru transmiterea la unitatea centrală de procesare (11) a datelor obținute la ieșirea convertorului analog-digital (9), respectiv pentru a programa câștigul celor două amplificatoare programabile (7) și (8).
5. Modul inteligent pentru măsurări biosemnale conform revendicărilor 1, 2, 3, și 4, caracterizat prin aceea că se folosește un microcontrolor (11) pentru preprocesarea datelor obținute la ieșirea convertorului analog-digital (9), și pentru comanda și controlul blocurilor funcționale ale modulului.
6. Modul inteligent pentru măsurări biosemnale conform revendicărilor 1, 2, 3, 4 și 5, caracterizat prin aceea că unitatea centrală de procesare realizat cu microcontrolor (11) comunică cu un modul de transmisie radio (13) pentru a comunica fără fir cu modulul ierarhic superior, în vederea transmiterii datelor preprocesate și vehicularea semnalelor de comandă, control și de sincronizare.
7. Modul inteligent pentru măsurări biosemnale conform revendicărilor 1, 2, 3, 4, 5 și 6, caracterizat prin aceea că se folosesc doi electrozi activi de prelevare biosemnale - unul propriu-zis și celălalt auxiliar - iar unitatea centrală de procesare (11) controlează comutatorul electronic (6) și convertorul analog-digital (9), în vederea efectuării protocoalelor de autotestare și autocalibrare.

## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

Desene: Modul inteligent pentru măsurări biosemnale

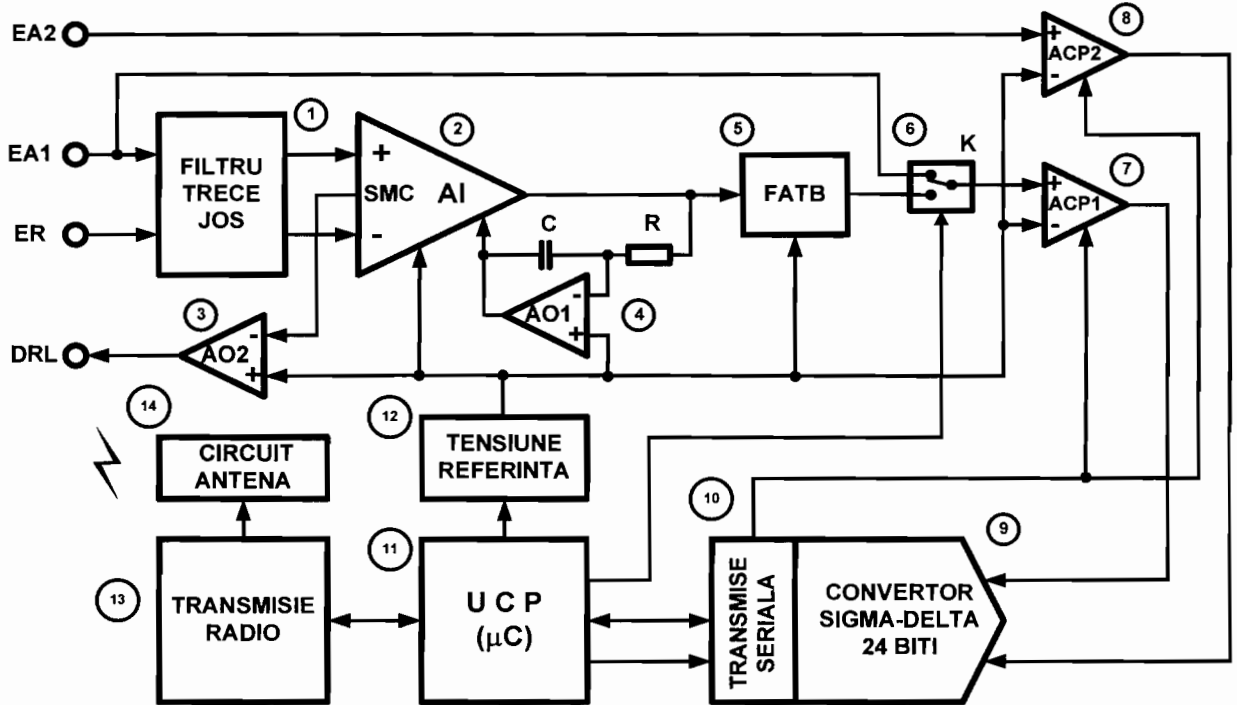


Fig.1 Schema bloc a modului inteligent pentru măsurări biosemnale

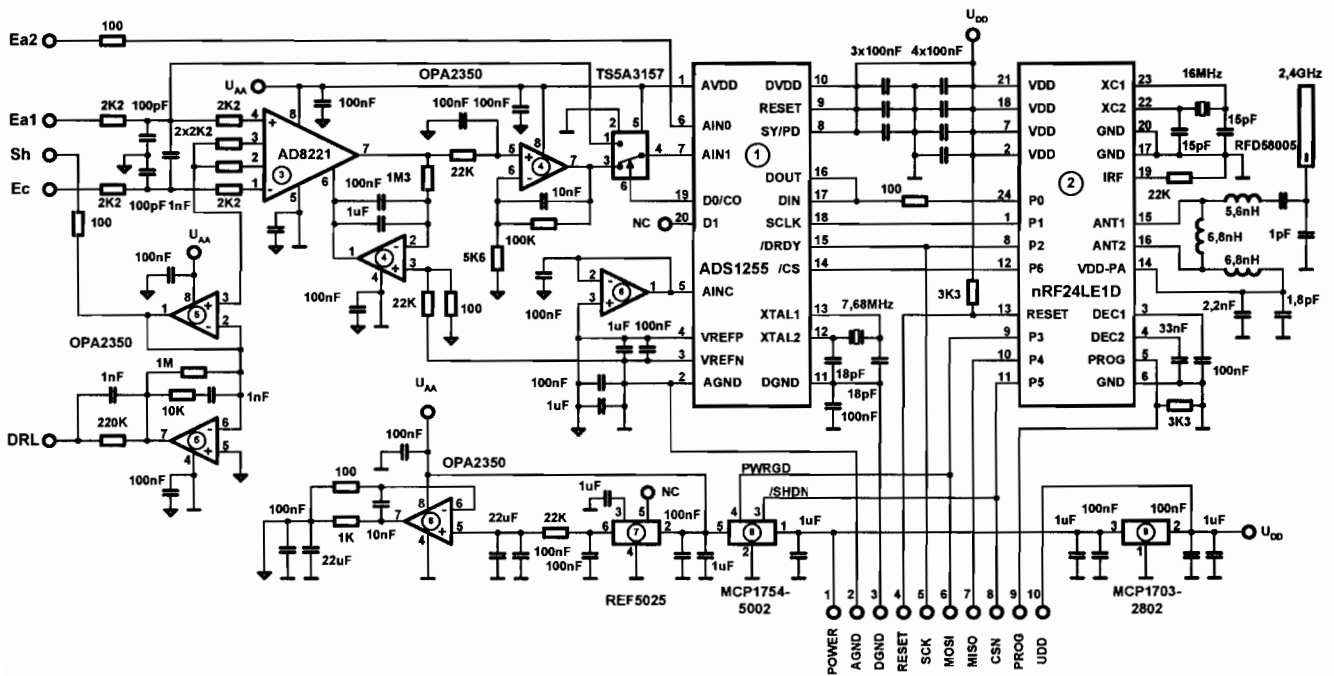
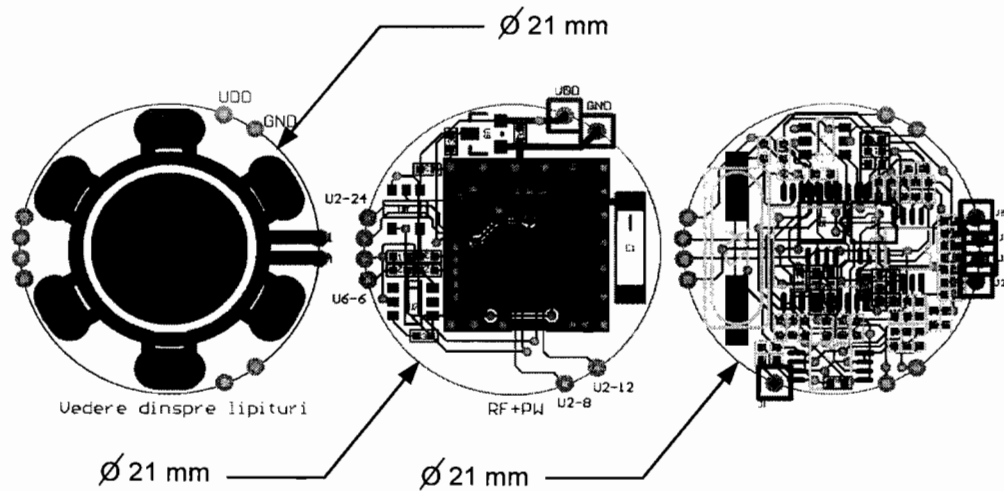


Fig.2 Schema electronică detaliată a unui modul inteligent pentru măsurări biosemnale, conform invenției



## Modul inteligent pentru măsurări biosemnale



**Fig.3** Desenul circuitului imprimat dimensionat al circuitului din figura 2.