



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00618**

(22) Data de depozit: **22/08/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/06/2018** BOPI nr. **6/2018**

(41) Data publicării cererii:
27/02/2015 BOPI nr. **2/2015**

(73) Titular:
• **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

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 126178 A0; WO 2005/094674 A1;
RO 126828 A0; WO 93/24993

(54) **MODUL PENTRU MĂSURAREA BIOSEMNALELOR**



1 Invenția se referă la un modul pentru măsurarea biosemnalelor, cu circuit de condițio-
nare analogică a semnalului măsurat, convertor analog digital, unitate centrală de prelucrare
3 realizată cu microcontroler, modul de transmisie fără fir a datelor, și circuit de autotestare și
autocalibrare, încorporate în carcasa traductorului. Modul utilizat pentru măsurarea neinvazivă,
5 de pe suprafața corpului, a biosemnalelor de mică intensitate.

Condiționarea semnalelor biofizice achiziționate se referă la succesiunea de transfor-
7 mări analogice și digitale aplicate asupra semnalului prelevat, care îl fac apt pentru operația
de extragere a datelor conținute în semnalul primar util. Circuitul electronic destinat con-
9 diționării acestor semnale nu ar trebuie să perturbe, însă acestea vor influența controlat
semnalul util prin atenuare sau distorsionare, având scop eliminarea într-o măsură cât mai
11 mare a zgomotelor care se suprapun peste semnalul util, păstrând în același timp banda de
frecvență a biosemnalului. Amplificarea și, în special, preamplificarea reprezintă conținutul
13 principal și cel mai delicat al condiționării, care aduce semnalul util la un nivel de putere com-
patibil cu acționarea următoarelor etaje de condiționare. Măsurările biosemnalelor necesită
15 amplificarea unor semnale de nivel foarte redus, peste care se suprapun zgomote produse
de interfețele electrod-țesut, semnale electrofiziologice perturbatoare generate de alte
17 organe decât cel studiat, perturbații datorate câmpurilor electromagnetice din mediu (zgo-
mote induse de rețeaua de curent alternativ de 50 Hz, motoare, relee, contactoare electro-
19 magnetice, telefoane mobile, stații de radiorelee, etc.), cât și zgomotul intern generat de dis-
pozitivele electronice utilizate (mici fluctuații de tensiune sau curent, ca urmare a deplasărilor
21 probabilistice ale unor cantități discrete de sarcini electrice).

Se cunosc mai multe tipuri de echipamente pentru măsurarea biosemnalelor prin
23 metode neinvazive. Acestea diferă între ele prin modul de prelevare și condiționare a semna-
lului analogic, rejecția perturbațiilor exterioare, compensarea decalajelor, adaptarea impe-
25 danțelor de intrare și tratarea componentei continue a semnalului amplificat. Aceste soluții
prezintă dezavantajul unei sensibilități mai mari la zgomotele externe la semnale de mod
27 comun puternice (de exemplu rețeaua electrică de alimentare de 50 Hz), de asemenea pot
să introducă o nesimetrie în etajul de amplificare diferențială, o nesimetrie a impedanțelor
29 sau o nesimetrie a amplificării pe canalele diferențiale. Amplificarea maximă posibilă este
limitată de valoare maximă a tensiunii de decalaj a electrozilor de prelevare a biosemnalelor,
31 care poate satura ieșirea amplificatorului. Același fenomen poate provoca și prezența com-
ponentei continue în biosemnalul măsurat. Un alt dezavantaj reprezintă prezența cablurilor
33 de interconectare între modulele echipamentului de măsurare.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în rejecția puternică a perturbațiilor rețelei
35 de alimentare, a semnalelor perturbatoare de mod comun, a zgomotului introdus de canalul
analogic, a zgomotului de cuantizare, concomitent cu adaptarea amplificării de tensiune la
37 valoarea biosemnalului prelevat.

Modulul pentru măsurarea biosemnalelor utilizează un preamplificator diferențial de
39 intrare, realizat cu un filtru trece sus și un amplificator instrumental având în bucla de reacție
de referință un integrator realizat cu un amplificator operațional, semnalul de la ieșirea
41 preamplificatorului trece printr-un filtru activ trece bandă, după care se aplică prin intermediul
unui comutator la o intrare a unui amplificator diferențial cu câștig programabil, la cealaltă
43 intrare a amplificatorului fiind aplicat semnalul de referință furnizat de generatorul de tensiune
de referință, iar pe cealaltă intrare a comutatorului se aplică direct semnalul prelevat de pe
45 electrodul activ de măsurare, unde semnalul de mod comun SMC obținut din amplificatorul
instrumental se aplică pe intrarea negativă a unui alt amplificator operațional, pentru a se
47 obține la ieșirea acestuia semnalul de reacție DRL, iar la intrarea pozitivă a amplificatorului
operațional se aplică semnalul de referință furnizat de generatorul de tensiune de referință.

Modulul pentru măsurarea biosemnalelor prezintă următoarele avantaje:	1
- obținerea unui factor de rejecție a semnalului de mod comun deosebit de mare;	
- obținerea unei impedanțe de intrare ridicate și simetrice;	3
- posibilitatea de calibrare a offsetului tensiunii de intrare și a câștigului de tensiune;	
- rejecție ridicată a perturbațiilor tensiunii de rețea (50 Hz);	5
- precizie mare de amplificare și stabilitate în timp;	
- posibilitatea utilizării echipamentului în diferite aplicații care necesită diferite valori	7
ale amplificării în tensiune, prin schimbarea valorii a unui număr redus de componente	
pasive;	9
- interfațare ușoară cu restul echipamentului digital de măsurare;	
- miniaturizare și portabilitate ridicată;	11
- reducerea dimensiunilor fizice ale echipamentului de măsurare;	
- posibilitatea integrării echipamentului în sisteme mobile de măsurare;	13
- posibilitatea utilizării echipamentului în sistemele dedicate interfețelor	
creier-calculator (BCI).	15
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...3,	
care reprezintă:	17
- fig. 1, schema bloc a modulului pentru măsurarea biosemnalelor;	
- fig. 2, schema electronică detaliată a unui modul pentru măsurarea biosemnalelor,	19
conform invenției;	
- fig. 3, desenul de execuție cu dimensiuni al circuitului imprimat.	21
Limitările metodelor de explorare ale acestor biosemnale, deci posibilitatea de extra-	
gere a cât mai multor informații din semnale, depind de calitatea metodelor și a soluțiilor utili-	23
zate în circuitul de măsurare a biosemnalelor. Structura circuitului de măsurare este formată	
din 6 module funcționale:	25
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	27
de contact cât mai redusă și mai stabilă, dar și fluctuația în timp a polarizării electrodului cât	
mai redusă.	29
2. Condiționarea analogică a biosemnalului: se realizează printr-un lanț de amplificare	
și filtrare analogică, care are ca efect aducerea semnalului la parametrii (amplitudine, frec-	31
vență) optimi ai convertorului analog-digital, respectiv reducerea zgomotelor și compensarea	
erorilor introduse de electrozi. Lanțul analogic clasic se compune din preamplificator diferen-	33
țial, filtre trece sus, etaje de amplificare și filtre trece jos. Criteriile de calitate ale preamplifica-	
torului sunt: impedanța de intrare și factor de rejecție de mod comun CMRR cât mai mari,	35
respectiv decalajul de tensiune (offsetul) și fluctuațiile de curent (driftul) cât mai mici. De la	
următoarele etaje de amplificare se așteaptă un factor de amplificare mare, respectiv distor-	37
siuni de fază și de amplitudine cât mai mici și, dacă este cazul, izolarea galvanică a pacien-	
tului de restul echipamentului. Filtrele analogice trebuie să limiteze banda de frecvență a	39
semnalului, în vederea conversiei analog-digitale, respectiv pentru eliminarea zgomotelor,	
interferențelor și a semnalelor parazite.	41
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	43
și valoare. Transformările aplicate sunt: eșantionarea (discretizare în timp), cuantificarea	
(discretizare în amplitudine), respectiv digitizarea (codare binară) semnalului. Cele două	45
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 aseme-	47
nea, trebuie să fie cât mai mare pentru a micșora eroarea de digitizare (de trunchiere),	

1 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
3 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 deci-
5 mare. 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
7 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
9 de transmiterea lor la un modul central de analiză, prelucrare, stocare, interpretare și utilizare
globală a datelor. Funcțiile de bază executate la acest nivel sunt: separarea semnalului util
11 de zgomot prin filtrare digitală; extragerea informației utile prin analiza spectrală și prelucrări
matematice ale formelor de undă; respectiv, comprimarea datelor pentru stocarea economică
13 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
15 de calitate al procesorului numeric este executarea sarcinilor în timp real.

5. Datele preprocesate trebuie să ajungă la destinație folosind un canal de comu-
17 nicație adecvat, utilizând un protocol eficient de comunicație de date. Datele trebuie trans-
mise în timp real, pentru a permite sistemului de prelucrare și interpretare a datelor achizițio-
19 nate, să intervină on-line pentru avertizare, acționare, alarmare, etc. În condițiile unui echipa-
ment mobil de măsurare, canalul de comunicație trebuie să fie fără fir.

21 În afara raportului semnal/zgomot ridicat, un alt factor influențează negativ procesul
de măsurare: zgomotul de cuantizare al convertorului analog numeric. Pentru a menține
23 acest parametru între limite acceptabile, trebuie asigurată o amplificare de tensiune mare
pentru canalul de condiționare, de ordinul $10^4 \dots 10^6$. În condițiile în care variază parametrii
25 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
27 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,
29 obținând astfel date eronate la ieșirea unui convertor analog-digital de rezoluție medie
(12...16 biți). Pentru a evita astfel de situații, trebuie să se intervină în bucla de măsurare,
31 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
33 tensiunii și a curentului de offset de la intrare, este necesară calibrarea dinamică a tensiunii
de referință între două măsurători; în caz contrar, canalul de amplificare se poate satura
35 ușor. 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
37 reglare. Din considerente similare, din cauza variației amplitudinii semnalului diferențial de
la intrare, este necesară și modificarea dinamică a amplificării canalului. Acest lucru se reali-
39 zează prin reprogramarea factorului de amplificare al amplificatorului cu câștig programabil,
pe baza caracteristicilor de transfer memorate în procesorul central și comunicarea de noi
41 valori pentru amplificatorul programabil, utilizând canalul serial de comunicație locală. În
sfârșit, mai este necesară limitarea frecvențelor superioare ale semnalelor care trec prin
43 canalul de amplificare, în vederea satisfacerii criteriilor Nyquist referitoare la frecvența de
eșantionare a semnalelor analogice. În cazul utilizării unor convertoare analog numerice
45 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
47 trebuie să rămână între electrodul de măsurare și canalul de condiționare digitală a semna-
lului fiind preamplificatorul instrumental de măsurare, în principal pentru adaptarea impe-
49 danței de intrare și simetrizare a intrărilor diferențiale.

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 microcontrolerelor 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 clasificat în una din următoarele categorii de circuite:

a) Electrode pasiv de măsurare: electrod de măsurare a biosemnalelor, 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 măsurarea biosemnalelor, care conține (încorporat în carcasa electrodului) o parte a circuitului electronic de condiționare a biosemnalului prelevat.

c) Senzor inteligent de măsurare: electrod pentru măsurarea biosemnalelor, 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 microcontroler de mică sau medie complexitate, care conferă inteligență tehnică circuitului.

d) Nod independent de măsurare: electrod pentru măsurarea biosemnalelor, 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 microcontroler 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 este încorporat în carcasa electrodului, pe lângă circuitului electronic de condiționare analogică și digitală a biosemnalului prelevat; unitate centrală de procesare realizată cu un microcontroler de medie sau mare complexitate, care conferă inteligență tehnică circuitului; circuit și protocol de transmisie fără fir a datelor achiziționate, care mai conține și un circuit și protocol de autotestare, autocalibrare și modificare a principalilor parametri tehnici (amplificare, banda de frecvență, poli de filtrare, frecvența de eșantionare, etc.)

f) Echipament de măsurare: modul inteligent complex de măsurare a biosemnalelor, 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.

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

1. Modul pentru măsurarea biosemnalelor, **caracterizat prin aceea că** utilizează un preamplificator diferențial de intrare, realizat cu un filtru (1) trece sus și un amplificator (2) instrumental având în bucla de reacție de referință un integrator realizat cu un amplificator (4) operațional, semnalul de la ieșirea preamplificatorului trece printr-un filtru (5) activ trece bandă, după care se aplică prin intermediul unui comutator (6) la o intrare a unui amplificator (7) diferențial cu câștig programabil, la cealaltă intrare a amplificatorului fiind aplicat semnalul de referință furnizat de generatorul (12) de tensiune de referință, iar pe cealaltă intrare a comutatorului (6) se aplică direct semnalul prelevat de pe electrodul activ de măsurare, unde semnalul de mod comun SMC obținut din amplificatorul (2) instrumental se aplică pe intrarea negativă a unui alt amplificator (3) operațional, pentru a se obține la ieșirea acestuia semnalul de reacție DRL, iar la intrarea pozitivă a amplificatorului (3) operațional se aplică semnalul de referință furnizat de generatorul (12) de tensiune de referință. 3 5 7 9 11 13
2. Modul pentru măsurarea biosemnalelor, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** nivelul de referință al canalului analogic de condiționare a biosemnalului măsurat este stabilit cu ajutorul unui generator (12) de tensiune de referință și este controlat de microcontrolerul unității (11) centrale de procesare. 15 17
3. Modul pentru măsurarea biosemnalelor, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** ieșirea amplificatorului (7) cu câștig programabil se aplică la o intrare a convertor (9) analog-digital de tip Sigma-Delta, iar pe cea de-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, iar la cealaltă intrare a amplificatorului (8) se aplică semnalul de referință furnizat de generatorul (12) de tensiune de referință. 19 21 23
4. Modul pentru măsurarea biosemnalelor, conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că** transmiterea la unitatea (11) centrală de procesare a datelor obținute la ieșirea convertorului analog-digital (9), respectiv pentru a programa câștigul celor două amplificatoare programabile (7 și 8), se realizează prin-un canal (10) serial de transmisie de date pe două fire linia de date D și semnalul de ceas C. 25 27 29
5. Modul pentru măsurarea biosemnalelor, conform revendicărilor 1, 2, 3, și 4, **caracterizat prin aceea că** se folosește un microcontroler pentru preprocesarea datelor obținute la ieșirea convertorului analog-digital (9), și pentru comanda și controlul blocurilor funcționale ale modului. 31 33
6. Modul pentru măsurarea biosemnalelor, conform revendicărilor 1, 2, 3, 4 și 5, **caracterizat prin aceea că** microcontrolerul comunică cu un modul (13) de transmisie radio pentru a comunica fără fir cu modulul ierarhic superior, în vederea transmiterii datelor preprocesate și vehicularea semnalelor de comandă, control și de sincronizare. 35 37
7. Modul pentru măsurarea biosemnalelor, conform revendicărilor 1, 2, 3, 4, 5 și 6, **caracterizat prin aceea că** se folosesc doi electrozi activi de prelevare a biosemnalelor, unul propriu-zis și celălalt auxiliar, iar unitatea (11) centrală de procesare controlează comutatorul electronic (6) și convertorul analog-digital (9), în vederea efectuării protocoalelor de autotestare și autocalibrare. 39 41

(51) Int.Cl.

A61B 5/04 (2006.01);

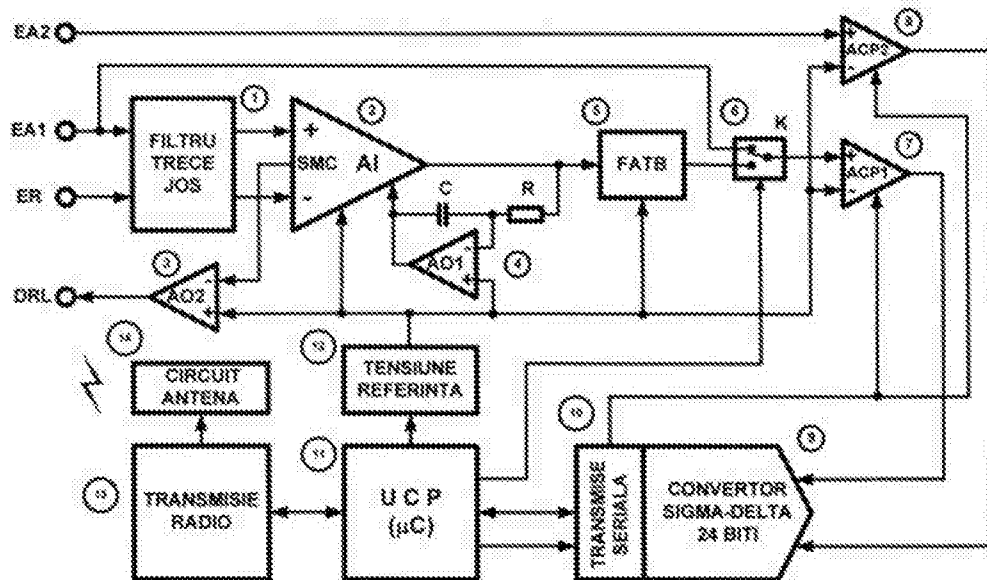
H03F 3/45 (2006.01)

Fig. 1

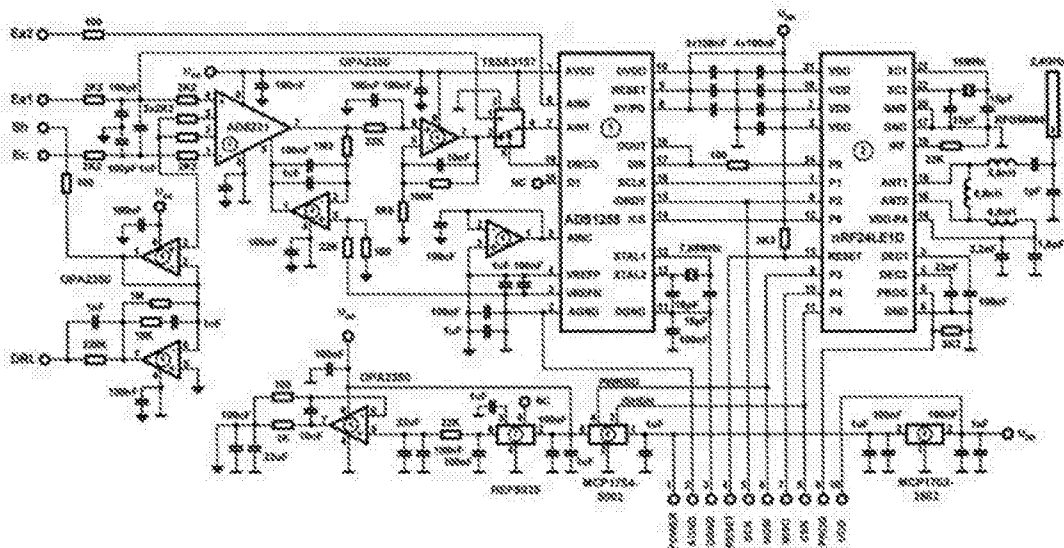


Fig. 2

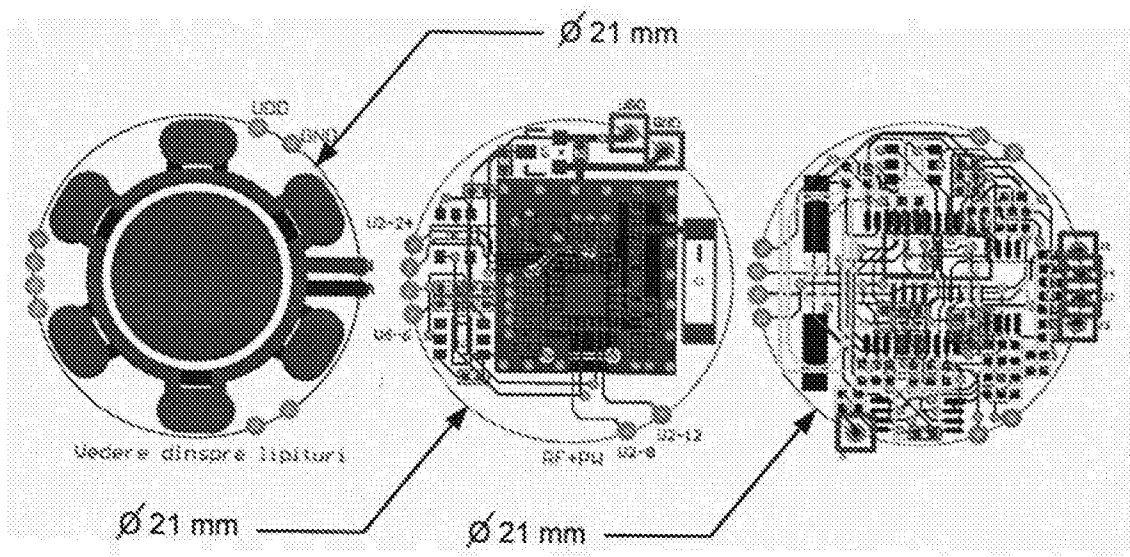


Fig. 3