



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00611**

(22) Data de depozit: **19/08/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2020** BOPI nr. **2/2020**

(41) Data publicării cererii:  
**29/05/2015** BOPI nr. **5/2015**

(73) Titular:  
• **LOSONCZI LAJOS, STR.AVRAM IANCU  
NR.37, TÂRGU MUREȘ, MS, RO**

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

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 6292690 B1; US 7894887 B2;  
US 20110066054 A1**

(54) **CIRCUIT PENTRU MĂSURAREA IMPEDANȚEI  
DE CONTACT PIELE-ELECTROD**



# RO 130205 B1

1 Invenția se referă la un circuit pentru măsurarea impedanței de contact între piele și un  
electrod activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor. Acesta permite măsurarea impedanței  
3 de contact cu același echipament cu care se măsoară biosemnalele prelevate, fără utilizarea  
electrodului comun, a electrodului de referință, a electrodului DRL, sau a unui semnal furnizat  
5 de un alt echipament, pentru determinarea impedanței de contact.

Datorită impedanței de contact variabile, a existenței artefactelor de mișcare, de  
7 polarizare, de zgomot, la nivel de contact între electrodul de măsurare și piele, interfața piele-  
electrod poate cauza numeroase probleme. Limitările metodelor de măsurare a acestor biosem-  
9 nale, deci posibilitatea de extragere a cât mai multor informații din semnale, depind de calitatea  
contactului electrod-piele, care poate fi evaluată și, în ultimă instanță, corectată cu ajutorul  
11 metodelor și soluțiilor utilizate în echipamentul de măsurare a biosemnalelor.

Se cunosc mai multe procedee pentru măsurarea impedanței de contact între piele și  
13 electrodul de măsurare neinvazivă a biosemnalelor [M. Teplan, **Fundamentals of EEG  
measurement, Measurement Science Review, Vol. 2, Sec. 2, 2002, Slovak Academy of  
15 Sciences, Institute of Measurement Science, US6292690B1, "Apparatus and method for  
measuring bioelectric impedance", 18.09.2001, US7894887B2, "Biosignal measuring  
17 equipment", 22.02.2011, US5206602A, "Biomedical amplifier circuit", 27.04.1993,  
US2011066054A1, "Method and electronic medical device for simultaneously measuring  
19 an impedance and a biopotential signal", 17.03.2011]. Acestea diferă între ele prin modul  
de integrare a circuitului de măsurare în lanțul de condiționare a biosemnalului, în algoritmii de  
21 monitorizare a parametrilor tehnici, și procesarea numerică a informației. Aceste soluții prezintă  
dezavantajul unei sensibilități importante a circuitului de măsurare a biosemnalelor la procesul  
23 de măsurare a impedanței de contact, creșterea însemnată a circuitelor electronice de com-  
plexitate ridicată folosite, și în unele cazuri contribuie la degradarea parametrilor tehnici ai echi-  
25 pamentului. Pe de altă parte, aceste soluții prezintă o structură rigidă, fără posibilitatea de modi-  
ficare în vederea obținerii altor funcțiuni, aparatul fiind specializat strict pentru un tip de algoritm  
27 de măsurare, sau chiar numai pentru măsurarea impedanței de contact. Un alt dezavantaj al  
acestor soluții este că nu se măsoară impedanța unui singur contact electrod-piele, ci suma  
29 impedanțelor a cel puțin două contacte electrod-piele, astfel, în cazul unor variații de impedanță,  
este greu de determinat la care punct de contact a apărut un artefact.**

31 Problema pe care o rezolvă invenția constă în măsurarea precisă a impedanței unui  
singur punct de contact electrod-piele. Alte probleme rezolvate de invenție constau în:  
33 determinarea artefactelor apărute în punctele de măsurare neinvazivă a biosemnalelor;  
reducerea zgomotului suplimentar introdus de circuitul de măsurare a impedanței; programarea  
35 nivelului câștigului de tensiune al canalului comun de amplificare a semnalelor, în vederea  
încadrării tuturor tipurilor de semnale măsurate în domeniul maxim de tensiune măsurabilă.

37 Circuitul pentru măsurarea impedanței de contact între piele și un electrod activ de  
măsurare neinvazivă a biosemnalelor, conform invenției, utilizează un electrod activ de  
39 construcție specială, format dintr-un electrod propriu-zis, compus din trei pini conectați între ei  
galvanic, și un electrod auxiliar, format din alți trei pini conectați între ei galvanic. Pini sunt  
41 amplasați circular, pini electrodului propriu-zis și ai celui auxiliar fiind decalajați între ei, astfel,  
după un pin propriu-zis urmează pe cercul imaginar de amplasare un pin auxiliar, după care se  
43 repetă configurația de amplasare a pinilor. Măsurarea impedanței de contact se realizează cu  
ajutorul a cinci comutatoare electronice comandate de către o unitate centrală de procesare,  
45 realizată cu un microprocesor de complexitate mică, ce conține și algoritmul de măsurare  
implementat în firmware. Biosemnalul prelevat - diferența de potențial între electrodul activ  
47 propriu-zis și electrodul de referință - este amplificat și condiționat cu ajutorul unui amplificator

# RO 130205 B1

instrumental. Semnalul de mod comun furnizat de amplificatorul instrumental este trecut printr-un amplificator operațional repetor, și este aplicat unui electrod DRL. În modul de măsurare biosemnale, comutatoarele sunt astfel poziționate încât la intrarea diferențială a unui amplificator cu câștig programabil se aplică semnalul de la ieșirea unui amplificator instrumental, respectiv, tensiunea de referință internă, care este de regulă media celor două tensiuni de alimentare. Semnalul de la ieșirea amplificatorului cu câștig programabil este convertit în valoare numerică de către un convertor analog-digital, și este transferat unității centrale de procesare în vederea prelucrărilor numerice ulterioare. În modul de măsurare a impedanței de contact, comutatoarele se poziționează în așa fel încât la intrarea diferențială a amplificatorului cu câștig programabil se aplică potențialele prelevate de pe electrodul activ propriu-zis, respectiv, de pe electrodul auxiliar, iar cu ajutorul comutatoarelor se conectează la electrodul propriu-zis și cel auxiliar două surse de curent constant, de valoare egală și de sens opus. Semnalul la ieșirea amplificatorului cu câștig programabil va fi proporțional cu impedanța contactului electrod activ - piele. Această valoare este convertită în valoare numerică printr-un convertor analog-digital, și transferată unității centrale de procesare pentru evaluare. În afară de prelucrarea semnalelor măsurate, procesorul: generează semnalele de comandă pentru comutarea comutatoarelor; generează semnalul de comandă și control pentru convertorul analog-digital; generează semnalul de comandă și control pentru amplificatorul cu câștig programabil; generează semnalele de comandă și control pentru canalul de condiționare analogică a biosemnalului măsurat.

Circuitul pentru măsurarea impedanței de contact între piele și electrodul activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- monitorizarea online a stării electrozilor aplicați pe piele;
- măsurarea cu precizie a impedanței unui singur contact electrod-piele;
- detectarea avansată a artefactelor de mișcare, de polarizare și ale semnalelor perturbatoare;
- folosirea în mare parte a circuitului de măsurare a biosemnalelor, pentru măsurarea impedanței;
- posibilitatea integrării echipamentului în sisteme mobile de măsurare;
- posibilitatea măsurării impedanței de contact în cazul folosirii electrozilor uscați;
- posibilitatea modificării algoritmului de măsurare prin schimbarea firmware-ului înscris în UCP;
- posibilitatea de calibrare a offsetului tensiunii de intrare și a câștigului de tensiune;
- posibilitatea utilizării circuitului în sistemele dedicate interfețelor creier-calculator (BCI).

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...6, ce reprezintă:

- fig. 1, desen de realizare a electrodului activ de măsurare biosemnale, conform invenției;

- fig. 2, schema bloc a circuitului pentru măsurarea impedanței de contact între piele și electrodul activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, aflat în modul de măsurare biosemnale;

- fig. 3, schema bloc a circuitului pentru măsurarea impedanței de contact între piele și electrodul activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, aflat în modul de măsurare impedanță de contact, sens +;

- fig. 4, schema bloc a circuitului pentru măsurarea impedanței de contact între piele și electrodul activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, aflat în modul de măsurare impedanță de contact, sens -;

# RO 130205 B1

1 - fig. 5, schema electronică generală a unui circuit pentru măsurarea impedanței de  
contact între piele și electrodul activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, conform invenției;

3 - fig. 6, fotografia unui nod de măsurare biosemnale, prevăzut cu circuit pentru măsu-  
rarea impedanței de contact între piele și electrodul activ de măsurare neinvazivă a biosem-  
5 nalelor, realizat conform invenției.

Circuitul pentru măsurarea impedanței de contact între piele și electrodul activ de  
7 măsurare neinvazivă a biosemnalelor, conform invenției, utilizează un electrod activ de  
construcție specială, format dintr-un electrod propriu-zis **EA**, compus din trei pini conectați între  
9 ei galvanic, și un electrod auxiliar **EAa**, format din alți trei pini conectați între ei galvanic. Pini  
sunt amplasați circular, pini electrodului propriu-zis și ai celui auxiliar fiind decalajați între ei, după  
11 un pin propriu-zis urmează pe cercul imaginar de amplasare un pin auxiliar, după care se repetă  
configurația de amplasare a pinilor. Astfel pini electrodului activ sunt decalajați între ei cu câte  
13  $60^\circ$  (fig. 1). Măsurarea impedanței de contact se realizează cu ajutorul a cinci comutatoare  
electronice **K1...K5** **4, 5, 6, 7, 8**, comandate de către o unitate centrală de procesare UCP **13**  
15 realizată cu un microprocesor de complexitate mică, ce conține și algoritmul de măsurare imple-  
mentat în firmware. Biosemnalul prelevat - diferența de potențial între electrodul activ propriu-zis  
17 **EA** și electrodul de referință **ER** - este amplificat și condiționat cu ajutorul amplificatorului instru-  
mental **AI 2**. Semnalul de mod comun SMC furnizat de amplificatorul instrumental **AI 2** este  
19 trecut printr-un amplificator operațional în montaj repetor de tensiune AOR **3**, și este aplicat  
electrodului DRL. În modul de măsurare biosemnale (fig. 2), comutatoarele **K1...K5** **4, 5, 6, 7,**  
21 **8** sunt astfel poziționate, încât la intrarea diferențială a amplificatorului cu câștig programabil  
ACP **9** se aplică semnalul de la ieșirea amplificatorului instrumental **AI 2**, respectiv, tensiunea  
23 de referință internă  $U_{REF}$ , care este de regulă media celor două tensiuni de alimentare  $U_{a+}$  și  $U_{a-}$ .  
Semnalul de la ieșirea amplificatorului ACP **9** este convertit în valoare numerică de către un  
25 convertor analog-digital CAD **10**, și este transferat unității centrale UCP **13**, în vederea  
prelucrărilor numerice ulterioare. În modul de măsurare a impedanței de contact (fig. 3), comuta-  
27 toarele **K1...K5** **4, 5, 6, 7, 8** se poziționează în așa fel încât la intrarea diferențială a amplifi-  
catorului ACP **9** se aplică potențialele prelevate de pe electrodul activ propriu-zis **EA**, respectiv,  
29 de pe electrodul auxiliar **EAa**, iar cele două surse de curent constant SCC1 **11** și SCC2 **12**, de  
valoare egală și de sens opus, se conectează la electrodul propriu-zis **EA** și la cel auxiliar **EAa**.  
31 Semnalul de la ieșirea amplificatorului ACP **9** va fi proporțional cu impedanța contactului  
electrod activ - piele. Această valoare este convertită în valoare numerică prin convertorul  
33 analog-digital CAD **10**, și transferată unității centrale UCP **13** pentru evaluare. Deoarece comu-  
tatoarele **K2** **5** și **K3** **6** au trei poziții (stări) de comutare, acestea se pot poziționa astfel încât  
35 curentul surselor de curent constant să curgă dinspre electrodul activ **EA** propriu-zis către  
electrodul auxiliar **EAa** (sens +), iar într-o altă situație să curgă dinspre electrodul auxiliar **EAa**  
37 către electrodul **EA** propriu-zis. Prin alternarea sensurilor curenților în timpul măsurării  
impedanțelor de contact se poate evita fenomenul de polarizare a electrozilor datorită efectului  
39 de electroliză. În afară de prelucrarea semnalelor măsurate **s5**, procesorul: generează sem-  
nalele de comandă pentru comutarea comutatoarelor **s1, s2, s3, s4, s6**; generează semnalul  
41 de comandă și control pentru convertorul analog-digital **s7**; generează semnalul de comandă  
și control pentru amplificatorul cu câștig programabil **s8**; generează semnalele de comandă și  
43 control pentru canalul de condiționare analogică a biosemnalului măsurat **s9**.

# RO 130205 B1

## Revendicări

1. Circuit pentru măsurarea impedanței de contact între piele și un electrod activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, **caracterizat prin aceea că** este constituit din: un ansamblu de electrozi alcătuit dintr-un electrod activ (**EA**) propriu-zis, format din trei pini conectați între ei galvanic, și un electrod auxiliar (**EAa**), format din alți trei pini conectați între ei galvanic, pinii fiind amplasați circular, pinii electrodului propriu-zis și ai celui auxiliar fiind decalajați între ei, astfel, după un pin propriu-zis urmează un pin auxiliar, după care se repetă configurația de amplasare a pinilor; un amplificator instrumental AI (**2**) care amplifică și condiționează biosemnalul prelevat, adică diferența de potențial dintre electrodul (**EA**) activ propriu-zis și electrodul auxiliar (**EAa**); un amplificator cu câștig programabil ACP (**9**), care selectează biosemnal prelevat de pe electrodul (**EA**) activ de măsurare, sau biosemnal prelevat și trecut prin amplificatorul instrumental AI (**2**); cinci comutatoare electronice K1...K5 (**4, 5, 6, 7, 8**), din care K1 (**4**) selectează biosemnalul prelevat de pe electrodul (**EA**) activ, sau biosemnalul prelevat și trecut prin amplificatorul instrumental AI (**2**), care se aplică la intrarea amplificatorului ACP (**9**), K2, K3 și K4 (**5, 6, 7**) multiplexează, pe intrările diferențiale ale amplificatorului ACP (**9**), biosemnalul prelevat de pe electrodul (**EA**) activ de măsurare, biosemnalul prelevat și trecut prin amplificatorul instrumental AI (**2**), semnalul prelevat de pe electrodul auxiliar (**EAa**), sau tensiunea de referință  $U_{REF}$ , în succesiunea prescrisă de protocolul de măsurare; un convertor analog-digital CAD (**10**), care convertește semnalul de la ieșirea amplificatorului ACP (**9**) în valoare numerică, pentru a fi transferat unei unități centrale de procesare UCP (**13**), ce realizează toate comenzile și reglările modulelor funcționale constitutive.
2. Circuit pentru măsurarea impedanței de contact între piele și un electrod activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** mai conține două surse de curent constant SCC1 (**11**) și SCC2 (**12**), de valoare egală și de sens opus, care se aplică la intrările diferențiale ale amplificatorului ACP (**9**), în timpul măsurării impedanței de contact, adică în momentele în care la intrările diferențiale ale amplificatorului ACP (**9**) sunt aplicate semnalele prelevate direct de pe electrodul activ (**EA**) propriu-zis, respectiv, de pe electrodul auxiliar (**EAa**), prin intermediul comutatorului electronic dublu K5 (**8**).
3. Circuit pentru măsurarea impedanței de contact între piele și un electrod activ de măsurare neinvazivă a biosemnalelor, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru a evita polarizarea electrozilor prin electroliză prin alternarea sensurilor curentilor în timpul măsurării impedanțelor de contact, comutatoarele electronice K2 și K3 (**5, 6**) au trei poziții de comutare, care se pot comanda astfel încât într-o situație curentul surselor de curent constant să curgă dinspre electrodul activ (**EA**) către electrodul auxiliar (**EAa**), iar într-o altă situație să curgă dinspre electrodul auxiliar (**EAa**) către electrodul (**EA**) propriu-zis.

# RO 130205 B1

(51) Int.Cl.

A61B 5/053 (2006.01);

G01R 27/02 (2006.01)

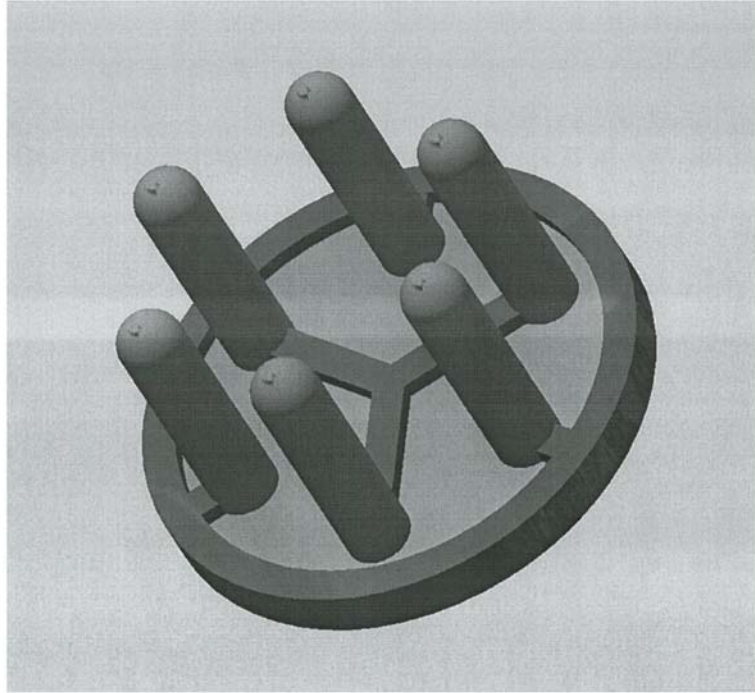


Fig. 1

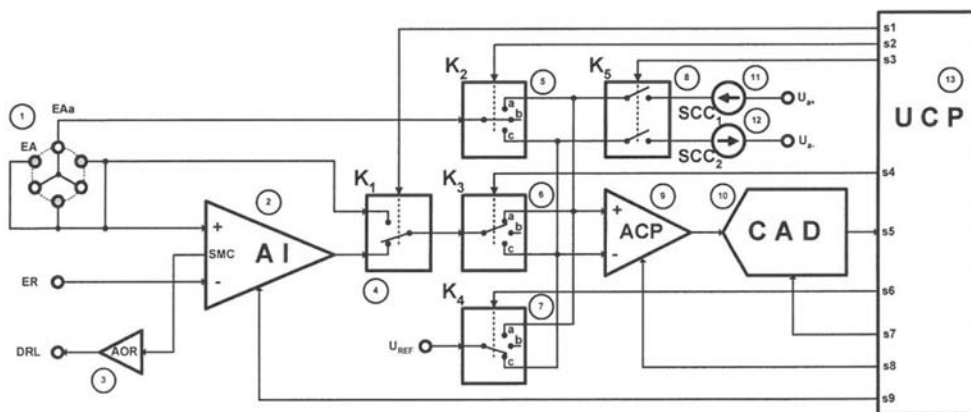


Fig. 2

# RO 130205 B1

(51) Int.Cl.

A61B 5/053 (2006.01);

G01R 27/02 (2006.01)

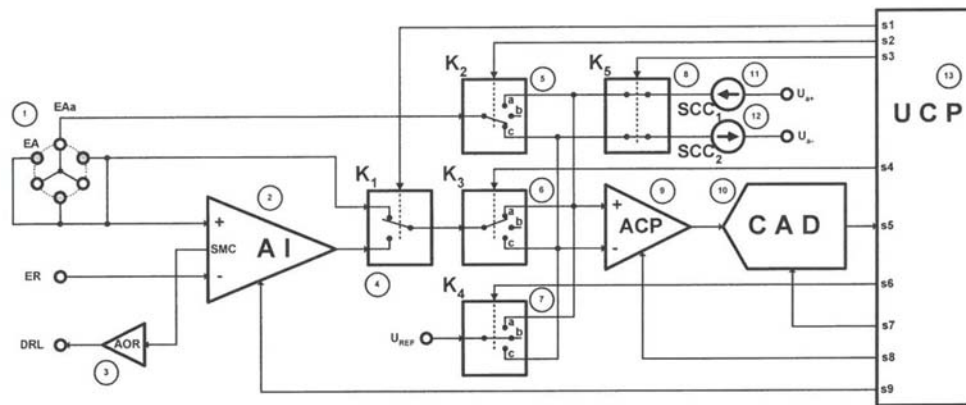


Fig. 3

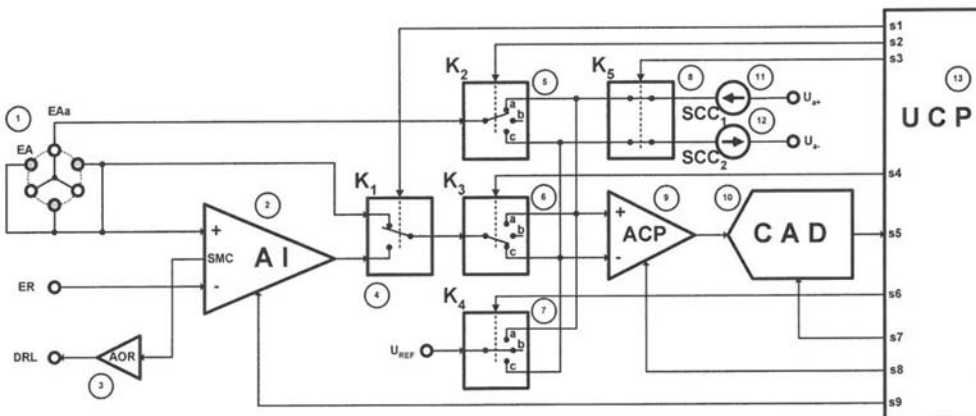


Fig. 4

# RO 130205 B1

(51) Int.Cl.

A61B 5/053 (2006.01),

G01R 27/02 (2006.01)

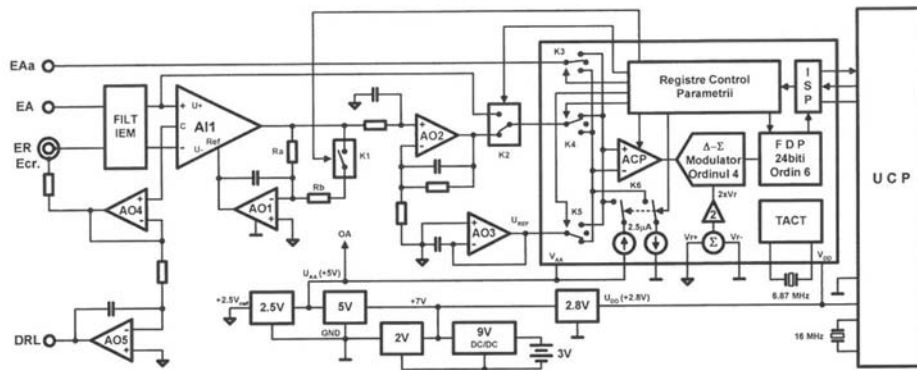


Fig. 5



Fig. 6



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 68/2020