



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00622

(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) ECHIPAMENT PENTRU ACHIZIȚIA BIOSEMNALELOR CU
REȚEA DE NODURI INTELIGENTE DE MĂSURARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un echipament pentru achiziția neinvazivă a biosemnalelor din mai multe puncte de pe suprafața corpului. Echipamentul conform invenției este alcătuit din mai multe noduri (1, 2, 3...128) inteligente de măsurare, care formează o rețea distribuită de noduri de măsurare, având o configurație de rețea fără fir, aceste noduri (1, 2, 3...128) comunică între ele și cu structurile superioare prin intermediul unui canal de comunicație fără fir, cu care este prevăzut fiecare nod din rețea, rețeaua nodurilor independente se formează pe același canal de comunicații pe care se comunică cu structurile superioare, nodul central cu rol de procesor de operare este eliminat din sistem, iar structura superioară poate monitoriza direct comunicația între noduri; structura superioară a echipamentului este un calculator personal, dispozitivul de control este un dispozitiv cuplor (129), fiind conectat la un calculator (130) central, iar dispozitivul cuplor (129) are rol de trecere între magistrala de comunicație cu nodurile de măsurare, respectiv, canalul de comunicație cu calculatorul, iar acesta poate fi de tip pasiv dacă realizează doar o adaptare fizică și este supervizat de calculator (130), sau de tip activ, dacă realizează adaptarea de protocol și funcția temporală de server de date.

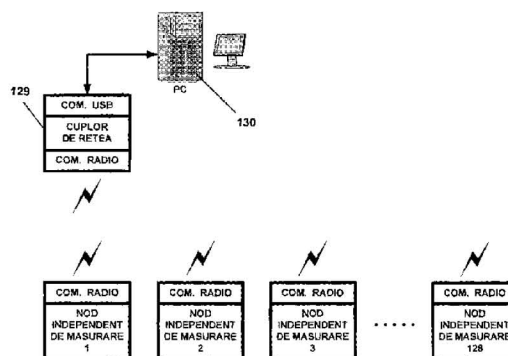


Fig. 1

Revendicări: 4
Figuri: 3

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).



Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

Descriere:

Invenția se referă la un echipament pentru achiziția neinvazivă a biosemnalelor din mai multe puncte de pe suprafața corpului, care utilizează pentru măsurarea biosemnalelor, noduri de măsurare care conțin, încorporat în carcasa electrozului, circuitului electronic de condiționare analogică și digitală a biosemnalului prelevat, unitatea centrală de procesare realizat 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, iar nodurile inteligente reprezintă nodurile unei rețele de comunicații de date.

Datorită impedenței 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, măsurarea biosemnalelor la nivelul pielii poate cauza numeroase probleme. 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 unui circuit de măsurare biosemnale este formată din 6 blocuri funcționale:

1. Electrozii neinvazivi folosiți pentru prelevarea biosemnalelor: reprezintă interfața dintre mediul biologic și aparatul de măsurare care trebuie să asigure impedanță de contact cât mai redusă și mai stabilă, tensiune de polarizare între metal și piele cât mai redusă, respectiv fluctuația în timp a polarizării electrozului 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.
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.
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. De asemenea, modulul procesor are rolul de a coordona funcționarea întregului lanț de achiziție de semnale.
5. Datele preprocesate trebuie să ajungă la destinație folosind un canal de comunicație adecvat, utilizând un protocol eficient de comunicație de date. În condițiile unui echipament mobil de măsurare, canalul de comunicație trebuie să fie fără fir.

Circuitul electric care se plasează pe suprafața corpului, la nivelul pielii în cazul măsurării biosemnalelor prin metode neinvazive, poate fi clasificată, în funcție de structura electronică conținută, 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

Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

(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 circuitul 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 inteligent de măsurare: electrod pentru măsurare biosemnale, care conține (încorporat în carcasa electrodului) pe lângă circuitul 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. Astfel nodul devine un element independent de măsurare, iar dacă este prevăzut cu sursă proprie de alimentare, atunci el devine și autonom.

e.) Modul inteligent de măsurare: nod independent de măsurare biosemnale, care (încorporat în carcasa electrodului) pe lângă circuitul 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 principalilor 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 electric plasat pe suprafața pielii pentru măsurarea biosemnalelor conform invenției se încadrează în categoria d.), nod inteligent de măsurare.

În majoritatea cazurilor de măsurări biosemnale, semnalele sunt prelevate simultan din mai multe puncte de măsurare, de la 3-12 puncte în cazul măsurărilor EMG, pînă la 60-120 puncte de măsurare în cazul măsurărilor EEG și ECG. Proiectarea unui sistem distribuit de măsurare modern, implică utilizarea unor tehnici și modele adecvate de comunicație, adaptate cerințelor specifice din mediul biologic. Informațiile pot fi transmise în două moduri:

- prin conexiuni (legături cablate) dedicate, între circuitul electric care se plasează pe suprafața corpului și echipamentul ierarhic superior (sistemul de prelucrare, interpretare, control, calculator)

- prin rețea de comunicație ce leagă toate elementele unui sistem de măsurare biosemnale. Aceasta poate să fie realizată prin conectarea elementelor din rețea cu fir, sau fără fir (wireless).

Comunicația în rețea prezintă o serie de avantaje în comparație cu transmisia prin legături dedicate: costuri de cablare mai mici, o singură interfață pe dispozitiv, instalare și întreținere ușoară, extindere facilă, există mecanisme de detecție și de corecție a erorilor de transmisie, datele transmise pot fi mai complexe și transmisia se poate face la distanțe mai mari. Echipamentele conectate în rețea trebuie să dispună însă de o inteligență minimă pentru a putea implementa protocolul de comunicație. Un nod de rețea se compune dintr-un circuit inteligent (microcontrolor, procesor de semnal sau procesor de semnale mixte), unul sau mai multe circuite de măsurare și un circuit specializat de transmisie și recepție date. În circuitul inteligent se înscrie un program care implementează protocolul de

Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

comunicație în rețea și procedura de achiziție și stocare temporară a datelor.

Se cunosc mai multe echipamente pentru măsurarea biosemnalelor simultan în mai multe puncte [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Acestea diferă între ele în modul de prelevare și condiționare a semnalului măsurat, modul de transmisie a informațiilor, configurația comunicației, protocolul de comunicații, planificarea proceselor. Aceste soluții prezintă dezavantajul unei complexități ridicate, grad redus de utilizare a timpului procesor, echilibru fragil între planificarea controlată de timp și cea controlată de evenimente, timp de transmisie a datelor neoptimizat.

Problemele pe care le rezolva invenția constau în: funcționare deterministă și predictibilă; timp de transmisie a datelor relativ scurt și mai ales garantat; protocol optimizat pentru mesaje scurte, eficiente și periodice; timp de răspuns stabil; imunitate la zgomote, mecanism adecvat pentru controlul erorilor; cost redus pentru interfațarea la rețea; eliminarea completă a cablurilor de legătură cu impedanță mare sensibile la perturbații.

Echipamentul pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri de măsurare conform invenției este alcătuit din mai multe noduri inteligente de măsurare care formează o rețea distribuită de noduri de măsurare, având o configurație de rețea fără fir (wireless) organizată ad-hoc, configurată efectiv pentru un scop precizat, nodurile inteligente de măsurare comunică între ele și cu structurile superioare prin intermediul unui canal de comunicație fără fir cu care este prevăzut fiecare nod din rețea, structura superioară care este un dispozitiv cuplor conectat la un calculator central, are posibilitatea de monitorizare directă a comunicației între noduri.

Echipamentul pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri de măsurare conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- costuri de cablare reduse, instalare și întreținere ușoară
- interfațare ușoară între modulele echipamentului de măsurare
- miniaturizare și portabilitate ridicată
- reducerea dimensiunilor fizice ale echipamentului de măsurare
- 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 - 3, care reprezintă:

- fig.1, schema bloc a echipamentului pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

- fig.2, schema bloc detaliată a unui nod inteligent de măsurare biosemnale care reprezintă un nod în rețeaua de achiziții biosemnale

- fig.3, schema bloc detaliată a unui cuplor activ pentru controlul traficului de rețea

Echipamentul pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare conform invenției (figura 1.), este alcătuit din mai multe noduri inteligente de măsurare (1, 2, 3... 128), (figura 2.), care formează o rețea distribuită de noduri de măsurare, având o configurație de rețea fără fir (wireless) organizată ad-hoc, configurată efectiv pentru un scop precizat. Nodurile inteligente de măsurare comunică între ele și cu structurile superioare prin intermediul unui canal de comunicație fără fir cu care este prevăzut fiecare nod din rețea. Rețeaua nodurilor independente de măsurare inteligente tehnic se

Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

formează pe același canal de comunicații, pe care se comunică cu structurile superioare. Nodul central cu rolul de procesor de operare este eliminat din sistem, iar în plus, structura superioară are posibilitatea de monitorizare directă a comunicației între noduri. Structura superioară a echipamentului pentru achiziția biosemnalelor este un calculator de tip PC, dar poate fi un calculator de proces, un PLC (Programmable Logic Controller), o interfață HMI (Human Machine Interface), o interfață BCI (Brain Computer Interface), sau un dispozitiv de control bazat pe microcontroler, sau FPGA. Dispozitivul de control poate să fie un dispozitiv cuplor (129), dacă la rândul lui este conectat la un calculator central (130). În acest caz, cuplorul are rolul de trecere (gateway) între magistrala de comunicație cu nodurile de măsurare, respectiv canalul de comunicație cu calculatorul. Cuplorul (129) controlează și gestionează traficul de rețea, cu sau fără ajutorul calculatorului (130), pe baza unui protocol implementat, realizează adaptarea fizică a semnalelor între două standarde de linie diferite, adaptarea de protocol și eventual izolarea galvanică a celor două linii de comunicații (figura 3.). Cuplorul (129) poate să fie de tip pasiv (fără inteligență proprie), dacă realizează doar o adaptare fizică și este supervizat de calculator (130), sau poate să fie activ (cu inteligență proprie), în cazul în care este capabil să realizeze adaptarea de protocol și funcția temporală de server de date. În acest caz cuplorul (129) degreuează calculatorul (130) de detaliile protocolului cu rețeaua distribuită de noduri de măsurare, comunicația între calculator (130) și cuplor (129) fiind implementată utilizând un protocol simplu punct la punct.

Referințe:

- [1] Brevet WIPO: WO 2005/094674 - 13.10.2005
- [2] Brevet USA: US Patent 7896807/01.03.2011
- [3] Brevet WIPO: WO 93/24993 - 09.12.1993
- [4] Brevet USA: US Patent 5206602/27.04.1993
- [5] Brevet USA: US Patent 5275172/04.01.1994
- [6] Brevet USA: US Patent 60/557230/29.03.2004

Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

Revendicări:

1. Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente caracterizat prin aceea că este alcătuit din mai multe noduri de biomăsurare, care formează o rețea distribuită de noduri de măsurare, având o configurație de rețea fără fir (wireless) organizată ad-hoc, configurată efectiv pentru un scop precizat (figura 1.). Nodurile inteligente de măsurare comunică între ele și cu structurile superioare prin intermediul unui canal de comunicație fără fir cu care este prevăzut fiecare nod din rețea. Rețeaua nodurilor independente de măsurare inteligente tehnic se formează pe același canal de comunicații, pe care se comunică cu structurile superioare.
2. Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că structura superioară a echipamentului de achiziții biosemnale este un calculator de tip PC, dar poate fi un calculator de proces, un PLC (Programmable Logic Controller), o interfață HMI (Human Machine Interface), o interfață BCI (Brain Computer Interface), sau un dispozitiv de control bazat pe microcontrolor, sau FPGA. Dispozitivul de control poate să fie un dispozitiv cuplor, dacă la rândul lui este conectat la un calculator central. Cuplorul controlează și gestionează traficul de rețea, cu sau fără ajutorul calculatorului, pe baza unui protocol implementat, realizează adaptarea fizică a semnalelor între două standarde de linie diferite, adaptarea de protocol și eventual izolarea galvanică a celor două linii de comunicații (figura 1.). Cuplorul poate să fie de tip pasiv (fără inteligență proprie), dacă realizează doar o adaptare fizică și este supervizat de calculator, sau poate să fie activ (cu inteligență proprie), în cazul în care este capabil să realizeze adaptarea de protocol și funcția temporală de server de date. În acest caz comunicația între calculator și cuplor este implementată utilizând un protocol punct la punct.
3. Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente conform revendicărilor 1, și, caracterizat prin aceea că structura unui nod inteligent (figura 2.), care reprezintă un nod al rețelei de măsurare, este formată din electrodul activ EA (1) și electrodul de referință ER (2), care împreună sunt aplicate prin intermediul unui filtru trece jos (3), la intrarea unui amplificator instrumental diferențial (4), a cărui ieșire este aplicată prin intermediul unui filtru trece jos (5), la intrarea pozitivă a unui amplificator diferențial cu câștig programabil (6), la intrarea negativă a amplificatorului (6) fiind conectată tensiunea de referință furnizată de către convertorul digital-analogic (11). Ieșirea amplificatorului programabil (6) este conectată la intrarea unui convertor analog-digital de tip Sigma-Delta (8), datele obținute la ieșirea convertorului fiind transmise la unitatea centrală de procesare realizată cu microcontrolor (10), prin canalul de transmisie serială de date (9) pe două fire, prin care se realizează și programarea amplificatorului (6). Convertorul digital-analogic (11), controlat de unitatea centrală (10), generează potențialul de referință canalului analogic de condiționare a biosemnalului măsurat. Unitatea centrală de procesare (10) comunică serial cu modulul de transmisie radio (12), pentru transmiterea fără fir - prin circuitul antena (13) - a datelor preprocesate și vehicularea semnalelor de comandă, control și de sincronizare. Nodul inteligent este prevăzut și cu o sursă de alimentare proprie (7), asigurând astfel pe lângă independența de măsurare și o autonomie de funcționare.
4. Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente conform revendicărilor 1, 2 și 3, caracterizat prin aceea că structura cuplorului de rețea (figura 3.), este formată din modulul de transmisie radio (2), pentru comunicarea fără fir - prin circuitul antena (1) - cu nodurile inteligente de măsurare, în vederea recepționării datelor achiziționate și vehicularea semnalelor de comandă, control și de sincronizare. Cuplorul de rețea este prevăzut cu o unitate centrală de procesare cu microcontrolor (3), care prin intermediul canalului serial de comunicatii (4), controlează funcția USB (5) care comunică cu modulul gazdă USB al unui calculator PC (8). Modulul gazdă furnizează, prin intermediul funcției USB (5), tensiunea de alimentare (6) necesară funcționării cuplorului. Unitatea centrală (3) controlează un bloc de memorie de date (7), în vederea stocării temporale a datelor vehiculate pe magistrala fără fir.

Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

Desene:

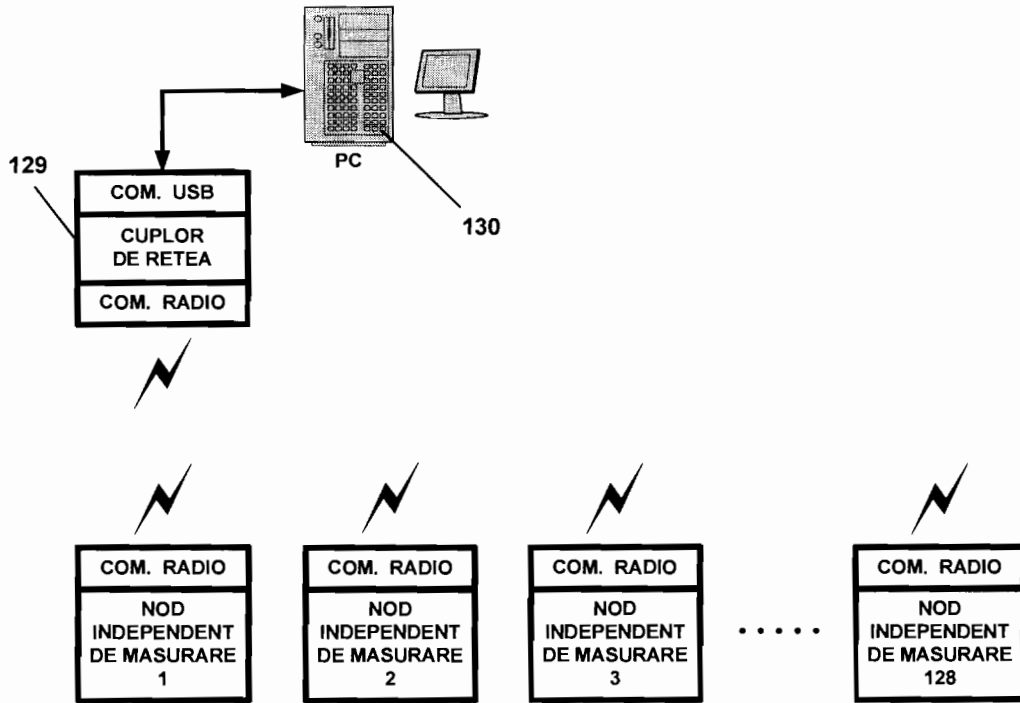


Fig.1 Schema bloc a echipamentului pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

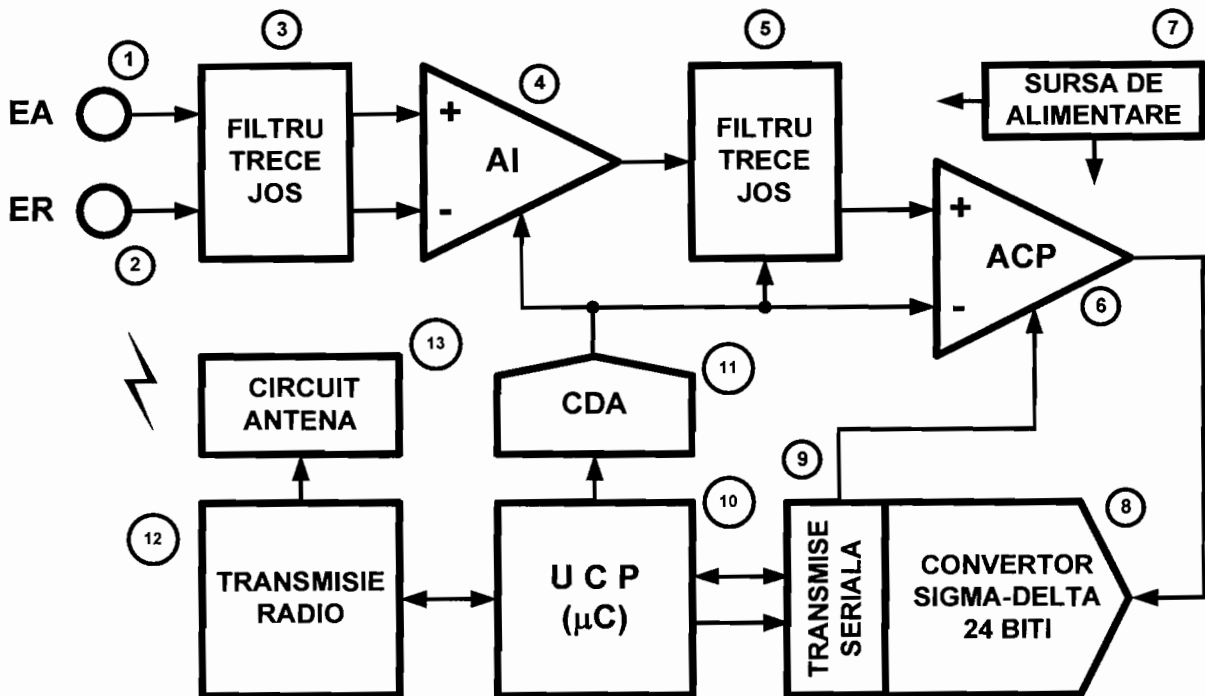


Fig.2 Schema bloc detaliată a unui nod inteligent de măsurare biosemnale care reprezintă un nod în rețeaua de achiziții biosemnale

Echipament pentru achiziția biosemnalelor cu rețea de noduri inteligente de măsurare

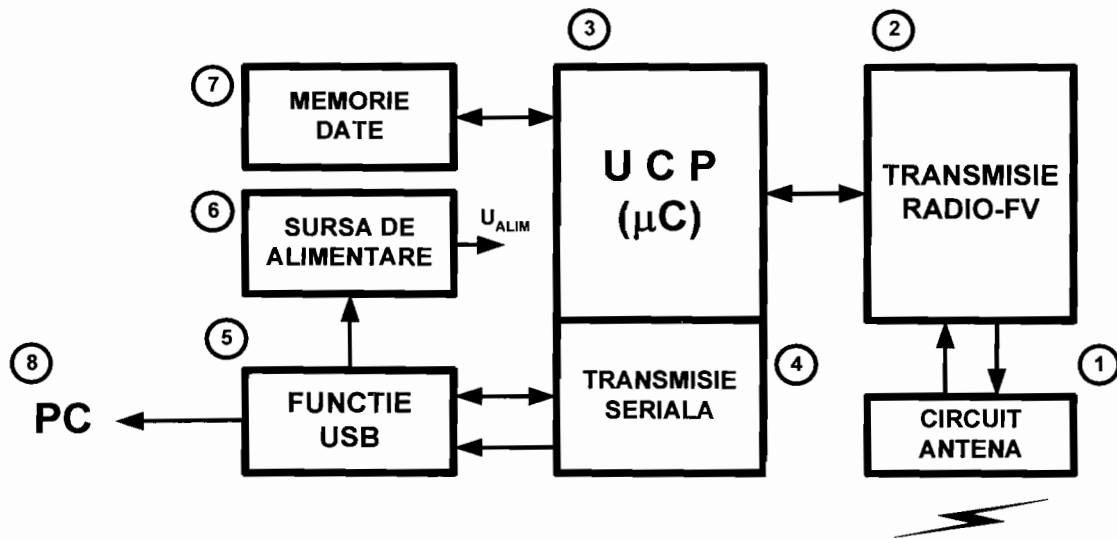


Fig.3 Schema bloc detaliată a unui cuplor activ pentru controlul traficului de rețea