



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00275**

(22) Data de depozit: **24.04.2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.05.2014** BOPI nr. 5/2014

(41) Data publicării cererii:
30.08.2012 BOPI nr. 8/2012

(73) Titular:
• **BĂZĂVAN RADU-GEORGE,**
STR.LIVIU REBREANU NR.12, BL.K 2,
SC.B, AP.16, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO

(72) Inventatori:
• **BĂZĂVAN RADU-GEORGE,**
STR.LIVIU REBREANU NR.12, BL.K 2,
SC.B, AP.16, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
EP 0959942 B1; WO 2006/033039 A1;
US 2010/0094377 A1; R. BAZAVAN,
R.STRUNGARU: "OPTION TO PROVIDE
THE NECESSARY FEEDBACK FOR
CLOSED-LOOP NEUROSTIMULATION",
10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON
DEVELOPMENT AND APPLICATION
SYSTEMS, SUCEAVA, ROMÂNIA,
MAY 27-29, 2010, PP.19-24; R.BAZAVAN,
R. STRUNGARU, C.SULIMAN: "BRAIN
SIGNALS ACQUISITION AND ANALYSIS
IN ORDER TO PERFORM THE
CLOSED-LOOP STIMULATION ACTIVITY",
ECAI 2011 INTERNATIONAL
CONFERENCE -4TH EDITION,
ELECTRONICS, COMPUTERS AND
ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 30 JUNE-2
JULY 2011, PITEȘTI, ROMÂNIA, PP.1-5

(54) **DISPOZITIV STIMULATOR ELECTRIC CEREBRAL**
ÎN BUCLĂ ÎNCHISĂ



1 Invenția se referă la un dispozitiv care poate fi folosit pentru stimulare cerebrală pro-
fundă autoadaptivă.

3 În prezent sunt cunoscute dispozitive pentru stimulare cerebrală în buclă deschisă,
care funcționează în baza unor procese prestabilite de producător, și parametri ajustabili de
5 către utilizator pe parcursul folosirii.

7 În activitatea contemporană se utilizează dispozitivul stimulator electric cerebral în
buclă deschisă, în general compus din 4 subcomponente: electrod, generator de semnal,
unitate programatoare a generatorului de semnal, telecomandă de control.

9 Denumirea internațională a dispozitivului este Stimulator cerebral profund (DBS).
Dispozitivul este folosit pentru generarea unui semnal electric neuromodulator. Aplicarea
11 semnalului electric se realizează prin intermediul unui electrod sau matrice de microelectrozi
plasați asupra locației țintă. Furnizarea semnalului electric este efectuată de către
13 generatorul de semnal stimulator. Transmisia semnalului electric de la generator la electrod
se execută prin intermediul extensiei (de exemplu, fir electric) de legătură între cele două
15 subcomponente ale dispozitivului stimulator.

17 Dispozitivul stimulator cerebral profund poate fi configurat unilateral sau bilateral,
având astfel în componența standard un generator de semnal cu două canale, ce transmite
semnalul generat, prin extensiile de legătură, către electrozii terminali.

19 În prezent, pentru dispozitivul stimulator cerebral profund, calea electrică de
transmisie a semnalului este unidirecțională, dinspre generator către electrod, respectiv, nu
21 se preia nicio informație de răspuns la efectul produs.

23 Semnalul generat de dispozitivul stimulator electric cerebral de tip buclă deschisă po-
sedă forma unui tren de impulsuri dreptunghiulare, cu parametri de amplitudine $U_1 = 0-10,5 \text{ V}$,
frecvență $f_1 = 30-225 \text{ Hz}$ și durată a impulsului $d_1 = 60-450 \mu\text{s}$. Utilizatorul deține posibilitatea
25 ajustării manuale a parametrilor semnalului generat. Pentru reglaj, utilizatorul beneficiază de
o telecomandă ce comunică, prin radiofrecvență, cu generatorul dispozitivului. Această
27 modalitate manuală de control este posibilă doar dacă preliminar este realizată programarea
internă a intervalelor parametrilor semnalului generat. Astfel, se definesc limitele maxime și
29 minime ale amplitudinii, duratei și frecvenței impulsurilor semnalului, cu ajutorul unei unități
portabile de programare (**US2011270348** sau **US6920359**).

31 Dispozitivul stimulator cerebral în buclă deschisă generează un semnal de formă
constantă și repetitivă, care poate produce, în lipsa intervenției utilizatorului, următoarele
33 situații defavorabile:

35 • generare semnal cu amplitudine ridicată la momente la care utilizatorul nu necesită
respectivele valori;

37 • generare semnal cu potențial voltaic insuficient față de valoarea necesară
utilizatorului;

39 • generare semnal cu amplitudine excesivă, care poate produce traumatisme
utilizatorului.

41 În componența constructivă a stimulatorilor în buclă închisă, descrise în literatura
de specialitate, sunt introduse subcomponente senzoriale suplimentare, cu scopul de furnizare
a unui semnal de răspuns produs (**US20100094377A**, **EP1804903A1**, **EP959942B1**). Date
43 fiind condițiile descrise pentru senzorii integrați dispozitivelor, și a modurilor acestora de
funcționare, este necesar de luat în considerare faptul că nu se returnează către dispozitiv
45 informația exactă produsă, ci una obținută evaziv, prin deducție sau calcul în baza principiilor
EEG, EMG la nivelul brațului utilizatorului, sau altor date transmise de senzori gravitaționali
47 cu accelerometru.

Eliminarea dezavantajelor menționate anterior, împreună cu înlăturarea necesității intervenției utilizatorului asupra parametrilor de lucru ai dispozitivului, respectiv, stabilizarea proceselor funcționale și obținerea efectului scontat, se obțin prin utilizarea dispozitivului stimulator cerebral autoadaptiv din prezenta invenție. Acesta reunește funcția de culegere a unui semnal de răspuns, cu funcția de generare a unui semnal stimulator, cu transmiterea acestuia către electrodul cvadripolar, asupra căruia se utilizează o polarizare diferită la stimulare în front pozitiv, față de cea pentru culegere în front negativ.	1
Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în corelarea funcției de culegere a unui semnal de răspuns cu funcția de generare a unui semnal stimulator, și generarea forme de undă cu potențial voltaic complementar, necesar medierii semnalului cules.	3
Dispozitivul stimulator electric cerebral autoadaptiv în buclă închisă, conform invenției, este compus dintr-un generator de semnal și un electrod cvadripolar, prin intermediul căruia realizează culegerea semnalului, care este mai departe transmis în cascadă unui bloc de rejecție a artefactului de stimulare, apoi unui amplificator de micropotențial, unui bloc de filtrare trece bandă, apoi unui convertor analogic-digital, respectiv, unui procesor de analiză și prelucrare, în care se impun generatorului parametri necesari formării unui nou semnal stimulator cerebral transmis aceluiași electrod cvadripolar. Semnalele culese, amplificate și multiplu filtrate sunt transformate conform unui criteriu regulator care aparține procesorului de prelucrare; astfel, după conversia analogic-digitală, semnalele digitale sunt memorate cu ajutorul unui bloc de stocare informații, respectiv, aplicate detectoarelor de anvelopă a frontului negativ de tensiune, formele de undă obținute fiind transferate frontului pozitiv de tensiune prin adăugarea unor factori aditivi, apoi supuse extinderii verticale a flexiunilor formelor de undă prin înmulțirea cu niște factori multiplicativi, semnalele obținute reprezentând formele de undă modulate în amplitudine ale semnalelor identice de tip impuls dreptunghiular pozitiv, furnizate pe două canale de către generatorul de semnal standard; astfel, după procesul de modulare în amplitudine, se formează semnalele stimulatoriale cerebral în buclă închisă.	5
Optimizarea parametrilor semnalului electric construit de dispozitiv (generat și ajustat) pentru orice utilizator în parte este realizată în timp real, conform structurii cerebrale neurodinamice a acestuia, oferind următoarele avantaje:	7
<ul style="list-style-type: none"> • medierea în amplitudine a semnalului de răspuns cules, rezultând astfel eficiență sporită a utilizării dispozitivului, printr-o funcționare optimizată pentru utilizator, respectiv, stabilă și corelată cu răspunsul produs; • înlăturarea necesității intervenției utilizatorului asupra parametrilor de lucru ai dispozitivului, și stabilizarea proceselor funcționale; • generarea semnalului stimulator cu o putere electrică medie redusă la cel puțin jumătate, cu o sporită protecție a utilizatorului la folosire; • funcționarea în regim autoadaptiv al dispozitivului implică eliminarea necesității interacțiunii utilizatorului cu dispozitivul; • consumul energetic redus al dispozitivului implică prelungirea autonomiei sursei electrice flotante; • utilizarea dispozitivului cu numai doi electrozi cvadripolari, pentru o utilizare bilaterală, mai precis, câte un singur electrod cvadripolar în parte pentru fiecare emisferă supusă procesului de neuromodulare. 	9
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile:	11
- fig. 1, Schema bloc a dispozitivului stimulator electric cerebral în buclă închisă;	13
- fig. 2, Schema de polarizare și conectare a electrodului cvadripolar al dispozitivului stimulator electric cerebral în buclă închisă;	15

1 - fig. 3, Diagrama logică funcțională a dispozitivului stimulator electric cerebral în
 buclă închisă, în configurație bilaterală;

3 - fig. 4, Diagrama semnalelor.

Dispozitivul stimulator electric cerebral în buclă închisă, în legătură cu fig. 1, este
 5 descris la nivel de schemă bloc, unde electrodul 1 cvadripolar este destinat atât aplicării
 semnalului **2b** generat, cât și culegerii biopotențialului **2a** cerebral, astfel, semnalul **2a** cules
 7 este aplicat blocului de rejecție 3 al artefactului de stimulare, iar semnalul rezultat este supus
 amplificării **4a** de micropotențial. În urma amplificării semnalului, acesta este mai departe
 9 supus procesului de filtrare **4b** trece bandă, apoi celui de conversie 5 analogic-digitală.
 Semnalul digital rezultat conversiei analog-digitale 5 este aplicat procesorului 6 de analiză
 11 și prelucrare, ce impune generatorului 7 parametrii necesari formării semnalului **2b** stimulator
 cerebral.

13 Proceesele de semnal destinate generării semnalului **2b** și culegerii semnalului **2a**
 conlucrează în baza unui criteriu **Z** regulator, care aparține părții de analiză și prelucrare a
 15 procesorului 6. În urma criteriului regulator, parametrii caracteristici semnalului **2b** vor fi
 adaptați automat, conform statutului informativ elocvent al semnalului cerebral **2a** cules,
 17 instituind astfel procedeul funcțional autoadaptiv al dispozitivului. Conform criteriului **Z**
 regulator, caracteristicile auto-ajustabile ale semnalului furnizat sunt la nivel de formă și
 19 amplitudine.

Dispozitivul stimulator electric cerebral în buclă închisă, în legătură cu fig. 1 și 2,
 21 utilizează pentru o emisferă cerebrală un singur electrod cvadripolar, atât pentru funcția de
 aplicare a semnalului generat, cât și pentru cea de culegere a semnalului răspuns.

23 Caracteristica minimă de utilizare a unui electrod pentru orice configurație a
 dispozitivului este cea de cvadripolaritate (sau peste această clasă). Raportat la centrul
 25 secțiunii longitudinale a electrodului cvadripolar 1, cei doi poli distali sunt utilizați pentru
 culegerea semnalului răspuns, iar cei proximali, pentru aplicarea semnalului generat. Astfel,
 27 prin polarizarea electrodului, se stabilesc polii X_1 și X_4 pentru funcția de culegere, iar polii X_2
 și X_3 - pentru cea de aplicare.

29 Polii X_1 și X_4 sunt conectați la canalul X_A bipolar, destinat transmiterii semnalului **2a**
 cules, iar polii X_2 și X_3 sunt conectați la canalul X_B bipolar, pentru recepționarea semnalului
 31 **2b** emis de generatorul 7.

Dispozitivul stimulator electric cerebral în buclă închisă poate fi utilizat pentru
 33 stimulare cerebrală profundă în regim autoadaptiv, atât în configurație unilaterală, cât și
 bilaterală. Datorită faptului că o configurație bilaterală definește stadiul integral de legătură
 35 al părților constitutive ale dispozitivului, se expune mai departe diagrama logică de
 funcționare bilaterală a acestuia.

37 Totalul proceselor funcționale P.1 ... P.13 reprezintă un eșantion ciclic (după P13
 urmează P1) funcțional complet al dispozitivului stimulator electric cerebral în buclă închisă,
 39 acesta fiind descris după cum urmează:

P.1. Culegerea B_1 și B_2 analogică a semnalelor cerebrale de micropotențial pentru fiecare
 41 electrod A_1 și A_2 cvadripolar în parte. Culegerea semnalelor se face prin intermediul a două
 canale bipolare, câte unul pentru fiecare electrod în parte. Caracteristicile formei de undă
 43 culese expun semnalul 8 sinusoidal în domeniul de tensiune diferențială $\pm 50 \dots \pm 500 \mu V$,
 frecvență 0...3000 Hz, modulată în amplitudine 3...12 Hz. Semnalele culese pot prezenta
 45 artefacte de stimulare de potențial pozitiv în urma aplicării semnalului generat în ciclul
 precedent acestui eșantion.

P.2. Rejecția artefactelor C de stimulare suprapuse semnalelor de răspuns culese, printr-o funcție de redresare monoalternanță.	1
P.3. Amplificarea D diferențială a semnalelor culese, cu un factor de amplificare de minimum 2000, oferind ca rezultat semnale sinusoidale de amplitudine $\pm 0,1 \dots \pm 1$ V, frecvență purtătoare de 0... 3000 Hz, și modulate în amplitudine 3...12 Hz.	3 5
P.4. Extragerea E secundară a artefactelor de stimulare ce sunt prezente într-un cuantum redus după rejecția C , însă parțial reconstruite prin procesul P.3 de amplificare;	7
P.5. Filtrarea F analogică trece-bandă 100...1500 Hz a semnalelor culese, pentru eliminarea frecvențelor perturbatoare spectrului util, caracterizat prin depolarizări și repolarizări neuronale. Filtrarea trece-bandă analogică realizează, de asemenea, și filtrarea antialias ce este necesară a precede conversia G ₂ analogic-digitală a procesului P.6.	9 11
P.6. Conversia analog-digitală a semnalelor culese și transformate conform secțiunilor de proces P.2 - P.5.	13
P.7. Memorarea H nevolatilă prin adăugare (de exemplu, prin adăugare la stivă) a semnalelor culese. Memorarea semnalelor nu contribuie funcțional la procesul funcțional al dispozitivului, ci reprezintă o variantă de raport la cererea utilizatorului asupra semnalelor înregistrate în istoria ciclului închis P.1 - P.13.	15 17
P.8. Procesarea digitală a semnalelor convertite AD este realizată conform criteriului Z regulator, acesta fiind reprezentat de secțiunea de proces P.8.1 - P.8.3, după cum urmează:	19
P.8.1 Detecția anvelopei N ₁ și N ₂ frontului negativ de tensiune pentru ambele semnale. Forma de undă 9 rezultată se aseamănă cu o sinusoidă de tensiune negativă (de exemplu, în funcție de activitatea cerebrală culeasă, sinusoida de tensiune negativă putându-și altera forma până la una de tip redresat monoalternanță). Prin detecția anvelopei negative a semnalului se contribuie, de asemenea, la rejecția suplimentară a artefactului de stimulare posibil existent pe frontul pozitiv de tensiune, realizându-se astfel o eliminare completă a acestuia.	21 23 25
P.8.2 Transferul semnalelor din frontul de tensiune negativă în cel de tensiune pozitivă, prin adunarea unor constante pozitive de tensiune asupra potențialelor semnalelor anvelopă rezultate în urma procesului P.8.1. Constantele adunate anvelopelor 9 negative sunt denumite factori R ₁ și R ₃ aditivi. Factorii aditivi se aleg o singură dată, de către utilizator, la pornirea funcționării dispozitivului. Conform potențialelor uzual întâlnite, factorii aditivi posedă valori constante și alese în intervalul +0,5...+2 V. Cei doi factori aditivi pot avea valori inegale între acestea. Modificarea factorilor aditivi nu contribuie la modificarea formelor semnalelor, ci doar asupra limitelor 10 de tensiune minime și maxime. Valoarea necontribuabilă a factorilor aditivi asupra procesului de transformare a semnalului este 0,00.	27 29 31 33
P.8.3 Extinderea verticală a flexiunilor semnalelor prin înmulțirea unor constante cu cele ale potențialelor semnalelor 9 rezultate procesului funcțional P.8.2. Constantele sunt denumite factori R ₂ și R ₄ multiplicativi. Motivația utilizării factorilor multiplicativi este cea de modificare a formelor semnalelor 10 prelucrate, rezultând extinderea domeniilor 11 de amplitudine. Mărirea sau micșorarea factorilor multiplicativi produce creșterea sau scăderea concavității flexiunilor semnalelor prelucrate (de exemplu, alungirea verticală a semnalului) și, implicit, mărirea diferențelor de amplitudine maximă și minimă ale acestuia. Factorii multiplicativi se aleg o singură dată, de către utilizator, la pornirea funcționării dispozitivului. Valoarea necontribuabilă a factorilor multiplicativi asupra procesului de transformare a semnalului este 1,00.	35 37 39 41 43
P.9 Generarea formei de undă standard S , în front pozitiv de tensiune, de forma unui semnal impuls 12 dreptunghiular, de frecvență și durată constante ale impulsului. Alegerea acestor caracteristici se face o singură dată, la pornirea funcționării dispozitivului. Parametrii	45 47

semnalului standard generat sunt în intervalul 0-10 V, frecvență 30-225 Hz și durată 60-450 μ s. Aceștia se stabilesc o singură dată de către utilizator, la pornirea funcționării dispozitivului.

P.10 Modularea M_1 și M_2 în amplitudine a formei de undă 12 generate conform procesului P.9, cu cele două semnale 11 rezultate conform punctului P.8.3. Rezultatul acestei prelucrări de semnal reprezintă geneza formei de undă 13 stimulator cerebral în buclă închisă.

P.11 Memorarea nevolatilă a formei de undă 13 rezultate conform procesului P.10.

P.12 Conversia digital-analogică a formelor de undă M_1 și M_2 rezultate conform procesului P.10.

P.13 Transmiterea semnalelor M_1 și M_2 convertite analog digital, către electrozii cvadripolari A_1 și A_2 .

Rolul proceselor P.1 - P.13 definesc fundamentul autoadaptivității dispozitivului stimulator electric cerebral în buclă închisă, din prezenta invenție, scopul principal al dispozitivului fiind generarea formei de undă cu potențial voltaic complementar, necesar medierii semnalului cules.

Semnalul electric cerebral se culege cu ajutorul electrodului cvadripolar 1, semnal caracterizat prin micropotențial $\pm 50 \dots \pm 500 \mu$ V și formă sinusoidală de frecvență 0...3000 Hz, modulată în amplitudine 3...12 Hz. Semnalul cules este transmis cu ajutorul canalului 2a bipolar, către blocul 3 de rejecție artefacte de stimulare, apoi amplificatorului 4 diferențial de precizie, care amplifică semnalul intrat cu factor de minim 2000 G. La ieșirea amplificatorului operațional se prezintă semnalul cu amplitudine de minimum $\pm 0,1 \dots \pm 1$ V, care este aplicat unui bloc de filtrare 4b trece-bandă 100-1500 Hz, pentru păstrarea spectrului de frecvență util. Semnalul rezultat este supus conversiei 5 analogic-digitale, apoi transmis procesorului 6 de analiză și prelucrare, pentru modificare și transmitere a acestei forme de undă în baza unui criteriu regulator către generatorul 7 de semnal. Generatorul de semnal va transmite semnalul stimulator prin intermediul canalului 2b bipolar, către electrodul 1 cvadripolar.

Funcționarea dispozitivului stimulator electric cerebral în buclă închisă, în configurație bilaterală, este prezentată în legătură cu fig. 3 și 4. Astfel, semnalele 8 culese cu ajutorul celor doi electrozi A_1 și A_2 cvadripolari sunt transmise, prin intermediul celor două canale B_1 și B_2 bipolare, către prima diviziune C a blocului de rejecție artefacte de stimulare. În urma primei ponderări a artefactelor, semnalele rezultate sunt aplicate amplificatorului D diferențial de precizie cu două canale. Astfel, semnalele sunt amplificate cu factor minim 2000 G, de la $\pm 50 \dots \pm 500 \mu$ V la minimum $\pm 0,1 \dots \pm 1$ V. Semnalele rezultate sunt supuse unei secundare rejecții E datorită prezenței artefactelor reconstruite în urma amplificării. Cele două rejecții C și E ale artefactelor de stimulare înlătură domeniul pozitiv de tensiuni al semnalului cules, deoarece potențialul semnalului generat 12 este strict pozitiv, iar semnalul util 8 cules este prezent doar în domeniul negativ de tensiuni.

Spectrul util relevant al semnalelor culese este 100...1500 Hz datorită tuturor caracteristicilor de frecvență existente și întâlnite la procesul de depolarizare și repolarizare neuronală. Astfel, semnalele rezultate procesului E sunt aplicate blocului de filtrare F trece bandă 100...1500 Hz, care înlătură spectrul inutil de frecvențe, respectiv, aplică o filtrare antialias predecesoare conversiei G_2 analogic-digitale.

Transcenderea de-a lungul interfeței G_1 AD-DA a semnalelor culese cu scopul digitalizării acestora oferă mai departe posibilitatea transformărilor formelor de undă la nivel digital. Astfel, semnalele digitale sunt aplicate ulterior unor detectoare N_1 și N_2 de anvelopă pentru frontul negativ de tensiune 9. Fiecare semnal provenit de la câte un electrod cvadripolar sursă deține o formă proprie de undă rezultată conform biopotențialului cules.

O bifurcare a căii de transmisie a semnalului digital dinspre G_T spre N_1 și N_2 oferă informația sursă de scriere a unei arhive de memorie în blocul H de stocare.	1
Formele 9 de undă rezultate detecției anvelopelor negative N_2 și N_2 ale semnalelor sunt aplicate mai departe unor blocuri digitale de transformare a tensiunii și formeii semnalului. Aceste blocuri de transformare sunt reprezentate prin două activități de proces, direcționate de către două perechi de constante. Astfel, prima transformare aplicată semnalelor este cea de adunare a unui set de două constante pozitive, denumite factori R_1 și R_3 aditivi. Prin această adunare se obțin formele 10 de undă echivalente detecției anvelopelor negative, însă transpuse în domeniul pozitiv de tensiune. Următoarea transformare asupra formelor de undă este înmulțirea tensiunilor instantanee cu setul secundar, compus din două constante denumite factori R_2 și R_4 multiplicativi. În urma acestui proces, va rezulta o alungire 11 verticală a formeii de undă, determinând astfel, la ieșirea R_2 , R_4 , prezența a două sinusoidale reprezentante ale celor două semnale culese prin fiecare electrod A_1 și A_2 cvadripolar în parte.	3
Generatorul 7 de semnal emite o formă de undă 12 standard, caracterizată prin următoarele:	5
<ul style="list-style-type: none"> - semnal tip impulsuri dreptunghiulare; - tensiunea semnalului stimulator $U_2 = 0 \div 10 \text{ V}$; - frecvența impulsurilor $f_2 = 30 \div 225 \text{ Hz}$; - durata impulsului $d_2 = 60 \div 450 \text{ }\mu\text{s}$. 	7
Forma de undă impuls dreptunghiular 12 , emisă de generatorul de semnal, este aplicată în cumul identic celor două canale de proces, respectiv, modulatorilor M_1 și M_2 în amplitudine. Modulatorii M_1 și M_2 aplică - pe două canale separate - modularea în amplitudine a semnalului impuls dreptunghiular 12 cu semnalele sinusoidale 11 , rezultate procesului factorilor multiplicativi P_2 și P_4 . Printr-o divizare a căilor de transmisie, pentru semnalele impuls dreptunghiular modulate în amplitudine 13 , se execută în paralel o scriere a unei secundare arhive de memorie în blocul H de stocare informații.	9
Semnalele 13 rezultate procesului de modulare în amplitudine M_1 și M_2 reprezintă semnalele finale construite, care se transmit electrozilor A_1 și A_2 cvadripolari, ca recurs al culegerii semnalelor răspuns post-stimulare. Astfel, pentru transmiterea acestora de-a lungul celor două canale bipolare, înapoi către electrozii A_1 și A_2 , acestea străbat interfața GT de conversie AD-DA prin convertoarele G_1 și G_3 digital-analogice.	11
	13
	15
	17
	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31

1. Dispozitiv stimulator electric cerebral autoadaptiv în buclă închisă, compus dintr-un generator de semnal (7) și un electrod cvadripolar (1), prin intermediul căruia realizează culegerea semnalului (2a), care este mai departe transmis în cascadă blocului de rejecție (3) a artefactului de stimulare, amplificatorului (4a) de micropotențial, blocului de filtrare (4b) trece bandă, convertorului (5) analogic-digital, respectiv, procesorului (6) de analiză și prelucrare, **caracterizat prin aceea că** se impun generatorului (7) parametrii necesari formării unui nou semnal (2b) stimulator cerebral, transmis aceluiași electrod (1) cvadripolar, astfel semnalele culese, amplificate și multiplu filtrate sunt transformate conform unui criteriu (Z) regulator, care aparține procesorului (6) de prelucrare așa încât, după conversia analogic-digitală, semnalele digitale (8) sunt memorate cu ajutorul unui bloc (H) de stocare informații, respectiv, aplicate detectoarelor (N_1 și N_2) de anvelopă a frontului negativ de tensiune, formele de undă obținute fiind transferate frontului (10) pozitiv de tensiune, prin adăugarea unor factori aditivi, apoi supuse extinderii verticale a flexiunilor formelor de undă prin înmulțirea cu niște factori multiplicativi, semnalele obținute reprezentând formele de undă modulatorie în amplitudine ale semnalelor identice de tip impuls dreptunghiular pozitiv (12), furnizate de către generatorul (7) de semnal standard, astfel, după procesul de modulare în amplitudine, se formează semnalele (13) stimulatorie cerebral în buclă închisă.

2. Dispozitiv stimulator, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** transmite semnalul (13) stimulator printr-un canal bipolar (X_B), conectat la doi poli (X_2 și X_3) proximali centrului secțiunii longitudinale a electrodului cvadripolar (1), respectiv, culege semnalul de răspuns (8) printr-un canal bipolar (X_A), conectat la alți doi poli (X_1 și X_4) distali centrului aceluiași electrod cvadripolar (1).

3. Dispozitiv stimulator, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** execută o mediere a amplitudinii semnalului (8) cules, prin aplicarea unei tensiuni compensatoare caracteristice semnalului (13) generat în baza corelării cu răspunsul la efectul produs de către dispozitiv.

4. Dispozitiv stimulator, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** aplică un semnal stimulator tip impulsuri dreptunghiulare, generat în front pozitiv de tensiune, și modulat în amplitudine, în fază cu anvelopa negativă a semnalului răspuns cules.

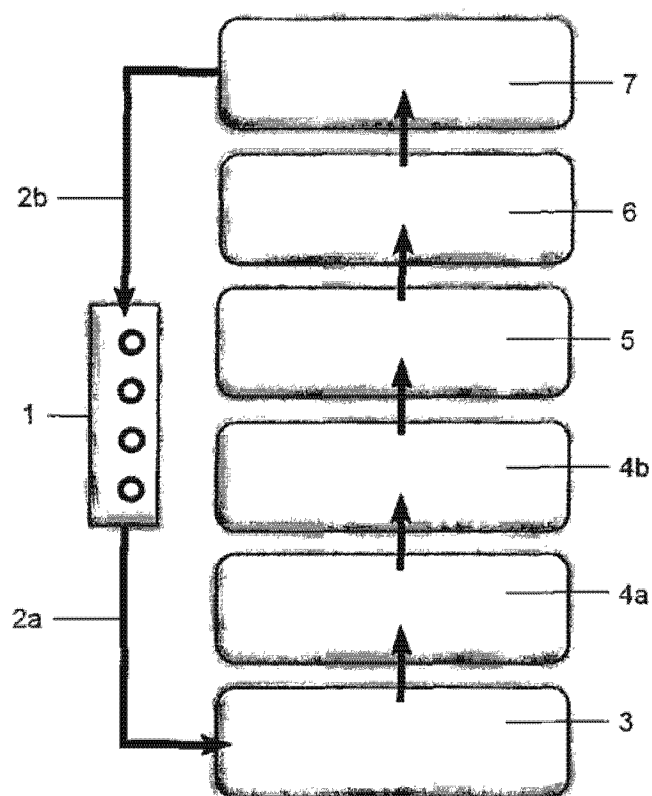


Fig. 1

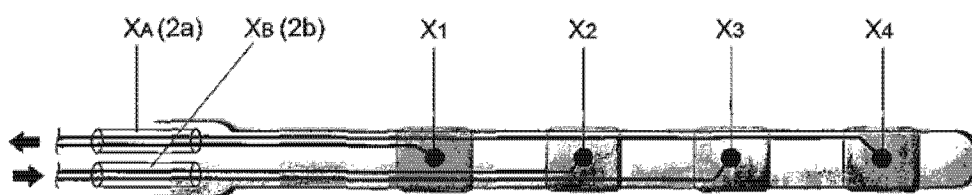


Fig. 2

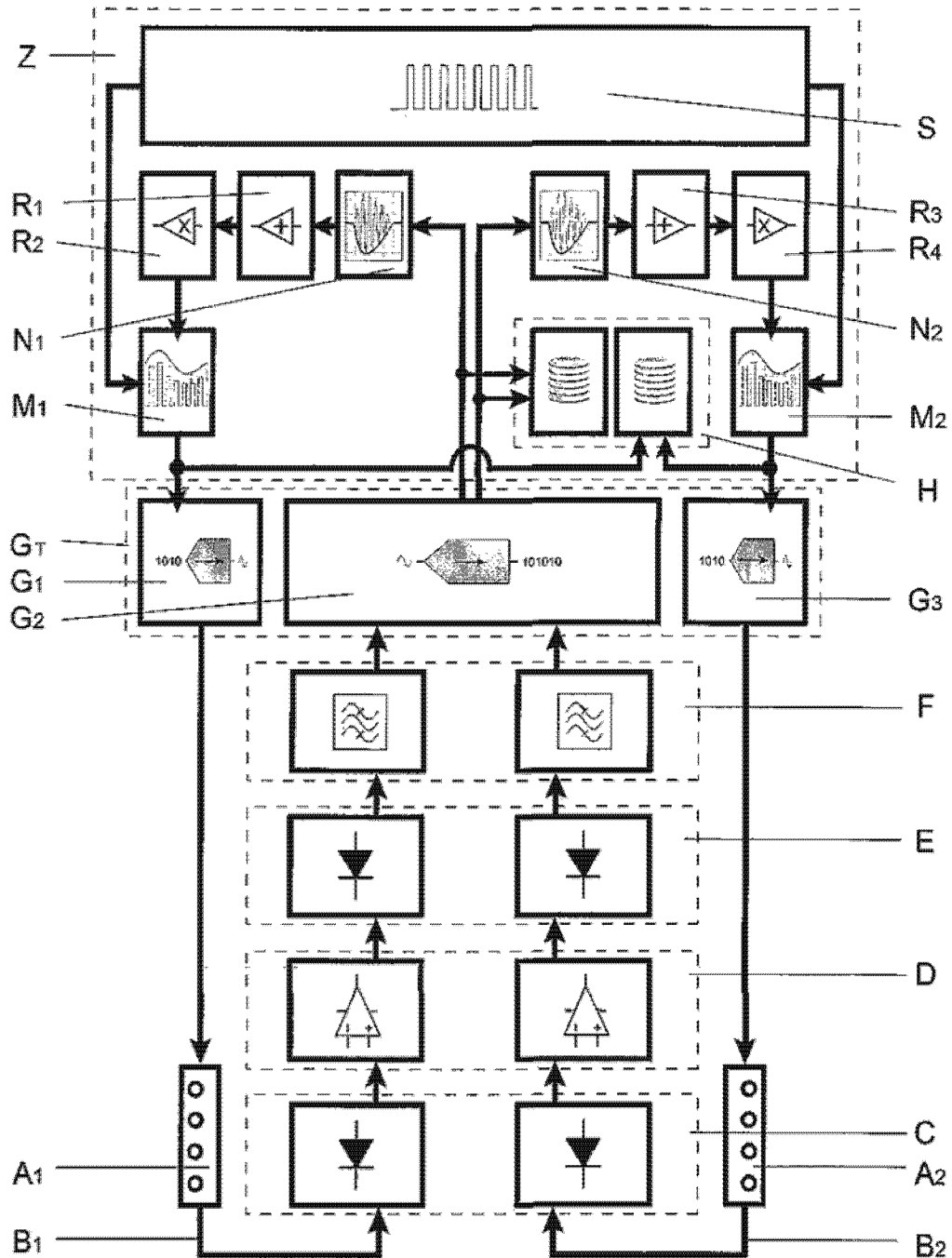


Fig. 3

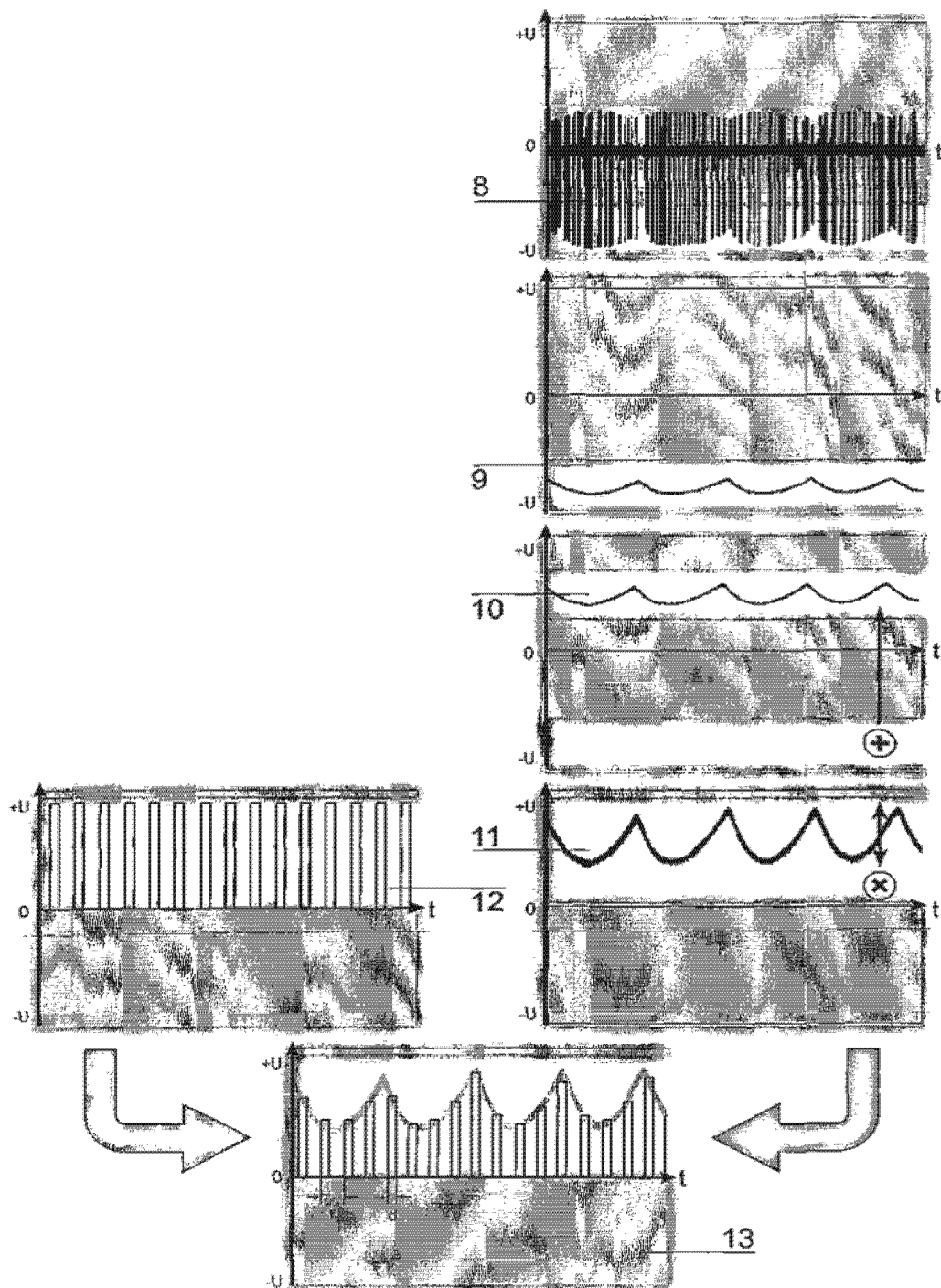


Fig. 4