



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00739**

(22) Data de depozit: **18/10/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2021** BOPI nr. **11/2021**

(41) Data publicării cererii:  
**30/06/2014** BOPI nr. **6/2014**

(73) Titular:  
• **BALTAG OCTAVIAN IOAN,**  
*STR. GHIBĂNESCU NR. 5A, IAȘI, IS, RO;*  
• **RAU MIUȚA CARMINA,**  
*COMUNA COSMEȘTI, GALAȚI, GL, RO*

(72) Inventatori:  
• **BALTAG OCTAVIAN IOAN,**  
*STR. GHIBĂNESCU NR. 5A, IAȘI, IS, RO;*  
• **RAU MIUȚA CARMINA,**  
*COMUNA COSMEȘTI, GALAȚI, GL, RO*

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**CN 101923153 A; US 4549135; US 4983912**

(54) **GRADIOMETRU SQUID DE ORDINUL ÎNTÂI, METODĂ  
ȘI DISPOZITIV PENTRU CALIBRARE**



# RO 129609 B1

1           Invenția de față se referă la un gradiometru SQUID de ordinul întâi, o metodă și un  
2 dispozitiv de calibrare a unui gradiometru SQUID de ordinul întâi, destinată măsurării  
3 gradientului câmpului biomagnetic generat de activitatea bioelectrică a structurilor biologice  
4 vii.

5           Sunt cunoscute mai multe tipuri de biomagnetometre (**US 5.121.055**) și gradiometre  
6 de ordinul întâi care nu sunt prevăzute cu dispozitive sau circuite pentru calibrare, calibrarea  
7 acestora fiind efectuată numai în laborator în standuri de verificare și calibrare specializate,  
8 folosind generatoare etalon de câmp magnetic și gradient de tipul bobinelor Helmholtz a  
9 căror constantă este cunoscută cu precizie ridicată, dispuse de regulă, în exteriorul  
10 criostatului, dacă este posibil acest lucru. Cele mai frecvente metode de verificare sunt cele  
11 care folosesc drept surse de câmp și gradient magnetic dipoli magnetici sau bobine dispuse  
12 într-o anumită configurație în exteriorul senzorilor.

13           Se mai cunoaște un gradiometru (**US 4.983.912**) care folosește pentru calibrare un  
14 set de două bobine conectate în opoziție, dispuse coaxial între bobinele traductorului SQUID  
15 în criostat, alimentate din exteriorul criostatului cu un curent cunoscut. Calibrarea gradiome-  
16 trului se efectuează prin aplicarea unui curent de o intensitate prestabilită care să genereze  
17 în spațiul bobinelor gradiometrului un câmp magnetic a cărui intensitate și gradient se  
18 determină prin calcul, și raportarea tensiunii de ieșire a gradiometrului la gradientul de câmp  
19 calculat.

20           Se mai cunoaște un alt gradiometru de ordinul doi (**US 6.650.107 B2**) care folosește  
21 pentru calibrare o bobină circulară, generatoare de câmp, fixată în exteriorul criostatului în  
22 care se găsesc bobinele traductorului SQUID, într-o poziție bine determinată, gradientul  
23 câmpului fiind determinat prin calcul în funcție de poziția reciprocă a bobinelor SQUID față  
24 de bobina generatoare de câmp și intensitatea curentului care circulă prin ea.

25           Dezavantaje principale ale acestor metode sunt:

26           - un prim dezavantaj este legat de dimensiunea relativ mare a generatorului etalon  
27 de câmp și gradient magnetic format în general dintr-un sistem de bobine Helmholtz,  
28 dimensiune care este cu atât mai mare cu cât baza gradiometrului este mai mare; aceasta  
29 face dificilă montarea sistemului de bobine etalon și introducerea criostatului gradiometrului  
30 în interiorul lor, mai ales în situațiile în care diametrul criostatului este mai mare decât  
31 diametrul interior al bobinelor Helmholtz;

32           - în ceea ce privește dipolii magnetici, un alt dezavantaj este cel datorat neliniarității  
33 variației câmpului magnetic de-a lungul axei de simetrie a dipolului;

34           - un alt dezavantaj se datorează poziționării lipsite de precizie a bobinelor  
35 gradiometrului față de generatoarele de câmp sau gradient de câmp, datorită faptului că  
36 bobinele gradiometrului SQUID se află imersate în criostat;

37           - atât fluxul cât și câmpul magnetic generat de bobine sau dipoli magnetici nu este  
38 uniform în spațiul în care se găsesc bobinele gradiometrului.

39           Pentru calibrarea unui gradiometru sau pentru verificarea funcționării acestuia, cele  
40 două bobine ale gradiometrului se introduc într-un câmp magnetic care prezintă un gradient  
41 cunoscut cu o precizie determinată. Pentru generarea unui câmp magnetic care să prezinte  
42 un gradient cunoscut se folosesc următoarele dispozitive și metode:

43           - bobine de tip Helmholtz conectate în opoziție care prezintă un câmp magnetic care  
44 variază liniar cu distanța față de centrul bobinelor;

45           - corpuri magnetizate având un moment magnetic și o geometrie regulată (sferă,  
46 elipsoizi, bare sau ace subțiri), gradientul produs fiind determinat prin calcul sau măsurători  
47 ale câmpului la diferite distanțe;

          - câmpul magnetic produs bobine circulare sau de altă formă.

# RO 129609 B1

Problema pe care o rezolvă invenția constă în calibrarea unui gradiometru de ordinul întâi cu posibilitatea verificării funcționării corecte în timpul unor măsurători.	1
Invenția de față elimină dezavantajele menționate prin faptul că pentru generarea unui câmp magnetic și a unui gradient cunoscut folosește o pereche de bobine la care se cunosc caracteristicile geometrice, fiecare bobină fiind fixată pe același suport pe care se află bobinele de semnal respectiv compensare asigurând astfel un cuplaj inductiv maxim, care bobine pot fi realizate din materiale care să nu prezinte proprietăți supraconductoare.	3 5 7
Soluția pentru rezolvarea problemei tehnice menționate mai sus este descrisă în revendicările 1-6, conform prezentei, și constă într-un gradiometru SQUID de ordinul întâi, în două variante de realizare, destinat măsurării gradientului câmpului biomagnetic generat de activitatea bioelectrică a structurilor biologice vii, două metode și câte un dispozitiv pentru calibrarea gradiometrului SQUID în cele două variante de realizare.	9 11
Invenția de față prezintă avantajele de a permite calibrarea înainte de efectuarea măsurătorilor fără a fi nevoie de un laborator și echipamente dedicate, verificarea funcționării corecte în timpul măsurătorilor, efectuarea unor măsurători prin metode de nul, ceea ce este imposibil fără echipamente auxiliare exterioare gradiometrului SQUID.	13 15
De asemenea, invenția de față prezintă următoarele avantaje față de soluțiile anterioare:	17
- permite verificarea funcționării corecte, în intervalul dintre măsurători;	19
- poate fi calibrat în mod operativ folosind numai circuitele proprii;	
- poate efectua măsurători printr-o metodă de zero, prin aplicarea unui gradient de câmp de semn contrar gradientului măsurat;	21
- permite măsurarea simultană atât a câmpului magnetic cât și a gradientului;	23
- modulul electronic pentru calibrare poate fi folosit la orice structură de gradiometru prin introducerea în memorie a informațiilor referitoare la constantele constructive ale bobinelor;	25
- permite înregistrarea câmpului magnetic și a gradientului ca funcție de timp.	27
În cele ce urmează se prezintă două exemple de realizare a invenției cu privire la figurile care reprezintă:	29
- fig. 1, reprezentarea câmpului magnetic și a gradientului SQUID de ordinul întâi al câmpului magnetic împreună cu schema bloc de principiu și poziționarea bobinelor de semnal și compensare ale unui gradiometru de ordinul întâi;	31
- fig. 2, care reprezintă schema bloc a unui prim exemplu de realizare a invenției și anume, un gradiometru SQUID de ordinul întâi cu bobinele dispuse axial, prevăzut cu circuitul de calibrare și verificare a funcționării și calibrării;	33 35
- fig. 3, care reprezintă exemplul al doilea de realizare a invenției și anume, un gradiometru SQUID de ordinul întâi format din două canale magnetometrice identice și independente care, care formează împreună un magnetometru diferențial, semnalul de gradient rezultând prin substrația electronică a semnalelor produse la ieșirea canalelor magnetometrice.	37 39
Gradiometrele SQUID sunt dispozitive complexe care funcționează la temperaturi coborâte, la care apar fenomene specifice supraconductibilității. Elementul principal îl constituie conform fig. 1 un traductor SQUID <b>101</b> format dintr-un senzor SQUID <b>102</b> sensibil la fluxul magnetic, cu joncțiuni Josephson, cuplat magnetic cu un transformator de flux <b>103</b> compus dintr-un senzor de gradient al fluxului magnetic care senzor este format din două bobine supraconductoare, cea apropiată de sursa de câmp <b>104</b> numită bobină de măsurare sau semnal <b>105</b> , iar cea îndepărtată de sursa de câmp <b>104</b> numită bobină de compensare <b>106</b> , ambele bobine fiind conectate în opoziție și înseriate cu o bobina <b>107</b> numită de intrare,	41 43 45 47

# RO 129609 B1

1 cuplată inductiv cu senzorul SQUID **102**. Această grupare de bobine constituie transfor-  
matorul de flux **103**. Acest transformator de flux este un circuit închis supraconductor format  
3 din: bobina de măsurare **105**, bobina de compensare **106**, conductori de legătură și bobina  
numită de intrare **107** care este cuplată inductiv cu senzorul SQUID **102**. Semnalul generat  
5 de dispozitivul SQUID **102** este prelucrat într-un bloc electronic **108**.

Un gradiometru sau magnetometru SQUID funcționează ca urmare a faptului că  
7 circuitul magnetic format din bobinele acestora prezintă ca urmare a principiilor de conser-  
vare proprietatea de a compensa variația unui flux extern: fluxul magnetic variabil produs de  
9 o sursă exterioară generează în circuitul bobinelor un curent electric care la rândul său dă  
naștere unui flux magnetic egal în valoare dar de semn contrar variației fluxului produs de  
11 sursa externă. Geometria și modul de așezare reciprocă a bobinelor de măsurare și compen-  
sare permite structurii gradiometrului astfel realizat să reducă componentele câmpurilor  
13 ambientale comune ambelor bobine. Traductorul gradiometric poate să fie compus din una  
sau mai multe bobine componente sau secțiuni ale aceleiași bobine plasate la o distanță  
15 bine determinată una de alta. Bobina de măsurare este considerată bobina componentă  
aflată la cea mai mică distanță de sursa de biocâmp. În literatură se mai folosește termenul  
17 de bobină de recepție sau bobină proximală. Celelalte bobine componente ale structurii care  
se numesc bobine de compensare, sunt destinate măsurării câmpurilor perturbatoare; ele  
19 recepționează și un semnal datorat sursei de biocâmp dar de amplitudine mai mică decât  
semnalul din bobina de măsură. În cele mai multe situații datorită configurației câmpului  
21 perturbator, fluxul perturbator din bobina de măsură, este în general, egal cu fluxul perturba-  
tor din bobina de compensare. Deoarece bobinele de compensare fac și ele parte din  
23 circuitul transformatorului de flux, sunt conectate în serie și opoziție cu bobina de măsurare,  
curentul indus în transformatorul de flux conține, în spectrul său, majoritar spectrul sursei de  
25 biocâmp. O asemenea structură constructivă permite o selecție spațială a semnalului bio-  
magnetic util de perturbațiile externe. Bobinele de măsurare, combinate cu bobinele de com-  
27 pensare, indiferent de geometria și distribuția lor spațială se mai numesc și bobine gradi-  
ometrice denumite uneori și gradientmetre. De remarcat că termenul de gradientmetru se  
29 referă și la aparatul magnetometric în întregime sa: bobine gradiometrice și bloc electronic.  
Un alt termen folosit pentru asemenea structuri este acela de magnetometru deși are, în  
31 structura sa, bobine așezate în configurația de gradient.

Structura cea mai simplă de gradientmetru de ordinul întâi este compusă din două  
33 bobine, coaxiale, situate în plane paralele, având același număr de spire și secțiunile  
identice, situate la o distanță fixă, conectate în opoziție în circuitul transformatorului de flux.

35 Gradientul câmpului magnetic între două puncte, conform fig.1, este definit prin  
relația:

$$37 \quad G = \frac{B_1 - B_2}{d} \quad (1)$$

39 unde  $B_1$ , respectiv  $B_2$  reprezintă inducțiile magnetice în punctele  $x_1$  respectiv  $x_2$  iar  $d$  -  
distanța dintre cele două puncte:  $d=x_2-x_1$ . Deoarece în mod practic, măsurarea câmpului  
41 magnetic nu poate fi efectuată punctual în spațiu, ci într-un volum determinat de dimensiunile  
senzorului, gradientul măsurat folosind două bobine identice (cu suprafața  $S$ , coaxiale și  
43 dispuse în plane paralele la distanța  $d$  una de cealaltă) este determinat prin relația:

$$45 \quad G = \frac{1}{S} \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{d} \quad (2)$$

47 unde  $\Phi = BS$  reprezintă fluxul produs de câmpul magnetic de inducție  $B$  proiectat normal la  
suprafața  $S$  a bobinelor.

# RO 129609 B1

Conform primului exemplu de realizare a invenției prezentat în fig.2, gradiometrul SQUID și sistemul de calibrare este format dintr-un traductor SQUID **201** compus dintr-un senzor SQUID **202** cu joncțiuni Josephson cuplat magnetic cu un transformator de flux **203** compus dintr-un traductor de gradient al fluxului magnetic format din două bobine supraconductoare cea apropiată de sursa de câmp **204** numită bobină de măsurare **205**, iar cea îndepărtată de sursa de câmp **204** numită bobină de compensare **206**, ambele bobine fiind conectate în opoziție și înseriate cu o bobina **207** numită de intrare și cuplată inductiv cu senzorul SQUID **202**. Semnalul generat de senzorul SQUID **202** este prelucrat într-un bloc electronic **208** care prelucrează semnalul preluat de la senzorul SQUID **202**, memorează și transmite valorile măsurate unui afișor digital **209**. Pentru efectuarea calibrării, verificării funcționării și măsurării gradientului printr-o metodă de nul, peste bobinele de măsurare **205**, respectiv **206** sunt dispuse două bobine **210**, respectiv **211**, identice având suprafața **S**, prin care circulă curenți electrici având intensitățile  $I_1$ , respectiv  $I_2$  care curenți produc prin bobinele **205**, respectiv **206** fluxurile  $\Delta_1$ , respectiv  $\Delta_2$  care fluxuri sunt proporționale cu intensitatea curenților  $I_1$ , respectiv  $I_2$  care circulă prin cele două bobine generatoare. Bobinele **205** și **206** ale gradiometrului fiind conectat în opoziție, prin transformatorul de flux **203** va circula un curent având intensitatea  $\Delta I = \Delta \Phi / L$  unde **L** este inductanta transformatorului de flux **203** iar  $\Delta \Phi = \Phi_1 - \Phi_2$ . Curentul  $\Delta I$  va produce prin bobina de intrare **207** în senzorul SQUID **202** cu care este cuplată o variație a fluxului magnetic, care variație de flux determină generarea unei tensiuni la bornele senzorului SQUID **202**, care tensiune este prelucrată de blocul electronic **208** rezultatul măsurătorii fiind indicat de un afișor digital **209**.

Intensitatea curenților  $I_1$  și  $I_2$  care produc fluxurile folosite pentru verificarea și calibrarea gradiometrului este stabilită printr-un modul digital **212** compus dintr-o tastatură digitală **213** prin care se selectează funcțiile care trebuiesc executate și se introduc datele inițiale, un afișor digital **214** pentru indicarea datelor introduse prin tastatura **213**, care tastatură și element de afișare comunică cu un microsistem **215** care procesează informațiile primite și comandă prin intermediul a două surse de curent constant **216** și **217** injectarea curenților  $I_1$ , respectiv  $I_2$  în bobinele **210**, respectiv **211**. O interfața **218** asigură comunicarea între microsistemul **215** și modulul electronic **208** al gradiometrului cu un calculator **219**, prin intermediul căruia se pot prelua funcțiile de comandă, verificare, măsurare și înregistrare a semnalelor gradiometrice.

Prin tastatura digitală **213** sau prin calculatorul **219**, se pot transmite comenzile pentru efectuarea următoarelor operațiuni:

- aplicarea unui gradient cunoscut al câmpului magnetic;
- aplicarea unui câmp magnetic cunoscut;
- măsurarea gradientului câmpului magnetic folosind o metodă de nul;
- înregistrarea valorilor măsurate ale gradientului ca o funcție de timp.

Pentru a genera un gradient cunoscut în scopul verificării funcționării, calibrării sau anulării gradientului măsurat printr-o metodă de nul, se injectează în cele două bobine de calibrare identice **210**, respectiv **211**, de suprafața **S** dispuse paralel cu bobinele gradiometrului **205**, respectiv **206**, astfel încât cele două bobine care formează gradiometrul să fie supuse unui gradient de flux magnetic. Fluxul care străbate fiecare din cele două bobine pentru calibrare și ale gradiometrului este determinat de două componente:

- o componentă determinată de curentul propriu;
- o componentă determinată de curentul care circulă prin bobina aflată în vecinătate.

# RO 129609 B1

1 Curenții care circulă prin cele două bobine identice determină astfel încât fluxurile  
2 magnetice prin fiecare bobină cât și gradientul acestor fluxuri din care se poate determina  
3 gradientul câmpului magnetic între două regiuni determinate. Între fluxurile corespunzătoare  
4 celor două bobine există relațiile:

$$5 \quad \Phi_1 = Sa_1 + Sbl_2 \quad (3)$$

$$\Phi_2 = Sbl_1 + Sa_2$$

7 unde factorii a și b sunt definiți astfel:

8 - a este un factor de proporționalitate care determină fluxul inducției magnetice  
9 datorat curentului propriu bobinei, dimensiunea sa fiind [a] = T/A,

10 - b este un factor de proporționalitate care determină fluxul inducției magnetice  
11 datorat curentului care circulă prin bobina învecinată, dimensiunea sa fiind [b] = T/A.

12 Generarea unui gradient al câmpului este independentă în general de intensitatea  
13 câmpului magnetic în spațiul de măsurare. Pentru că un canal magnetometric se poate  
14 satura dacă bobina de detecție este introdusă într-un câmp de intensitate ridicată, este  
15 necesar să se cunoască și intensitatea câmpului (sau a fluxului magnetic) în cel puțin una  
16 din bobine.

17 Între fluxurile magnetice  $\Phi_1$  și  $\Phi_2$  se poate scrie următoarea relație rezultată din  
18 definirea gradientului  $B_2 = B_1 + Gd$ :

$$19 \quad \Phi_2 = \Phi_1 + \frac{\Delta\Phi}{Sd} \quad (4)$$

20 Astfel, sistemul de ecuații devine

$$21 \quad Sa_1 + Sbl_2 = \Phi_1 \quad (5)$$

$$22 \quad S(a-b)l_1 - S(a-b)l_2 = -SGd$$

23 Pentru a se genera un gradient de valoare cunoscută, trebuie cunoscute valorile  
24 celor doi curenți  $I_1$  și  $I_2$  care circulă prin bobinele generatoare de câmp și gradient precum  
25 și constantele **a** și **b** care caracterizează cele două bobine. Pentru aceasta trebuie rezolvat  
26 sistemul de ecuații având drept necunoscute  $I_1$  și  $I_2$ .

27 Soluțiile sistemului sunt următoarele:

$$28 \quad I_1 = \frac{1}{a+b} \frac{\Phi_1}{S} - \frac{b}{a^2 - b^2} Gd = l \frac{\Phi_1}{S} - mG \quad (6)$$

$$29 \quad I_2 = \frac{1}{a+b} \frac{\Phi_1}{S} + \frac{a}{a^2 - b^2} Gd = l \frac{\Phi_1}{S} + nG$$

30 Se remarcă prezența a doi termeni:

31 - un prim termen  $l = \frac{1}{a+b} \frac{\Phi_1}{S}$  care reprezintă componenta comună a câmpului  
32 din bobine și

33 - un al doilea termen  $m = \frac{b}{a^2 - b^2} Gd$ , respectiv care reprezintă  $n = \frac{a}{a^2 - b^2} Gd$

34 gradientul câmpului magnetic.

# RO 129609 B1

Diferența  $\Delta I$  a intensităților celor doi curenți este proporțională cu gradientul câmpului: 1

$$\Delta I = I_2 - I_1 = \frac{1}{a-b} Gd \quad (7) \quad 3$$

Pentru cazul particular în care lipsește componenta comună  $B_1=0(\Phi_1=0)$ , intensitatea celor doi curenți este determinată prin relațiile: 5

$$I_1 = -\frac{b}{a^2 - b^2} Gd \quad (8) \quad 7$$

$$I_2 = \frac{a}{a^2 - b^2} Gd \quad (9) \quad 9$$

În acest caz, diferența  $\Delta I$  a intensităților celor doi curenți este dată de relația: 13

$$\Delta I_{B1=0} = I_2 - I_1 = \frac{1}{a-b} Gd \quad (10) \quad 15$$

relație identică cu relația (7), întrucât diferența curenților este proporțională cu gradientul câmpului. 17

Astfel, pentru o geometrie și structură determinată a gradiometrului (suprafața  $S$  a bobinelor și baza  $d$  a gradiometrului) intensitățile celor doi curenți  $I_1$  și  $I_2$  sunt determinate funcție de datele inițiale: 19

- componenta comună a câmpului magnetic,  $B_1$  sau  $B_2$ ;
- gradientul  $G$ . 21

Constantele fizice ale generatorului de gradient sunt determinate prin construcție și se consideră a fi invariabile: 23

- $r$  - raza bobinelor generatoare de câmp care determină mărimea suprafeței  $S$  și
- $d$  - baza gradiometrului care reprezintă distanța dintre planele celor două bobine. 25

Din aceste constante constructive rezultă prin calcul sau măsurători factorii  $a$  și  $b$  care odată introduși în memoria microsistemului permit determinarea intensității celor doi curenți în funcție de datele inițiale: fluxul, inducția magnetică sau gradientul. 27

Conform celui de al doilea exemplu de realizare a invenției prezentat în fig. 3, acesta este un gradiometru SQUID realizat în structura unui magnetometru diferențial compus din două canale magnetometrice identice **301** și **302** fiecare canal având în componența sa câte un transformator de flux **303**, respectiv **304** compuse din câte o bobină supraconductoare **305**, respectiv **306** conectate la câte o bobină de intrare **307**, respectiv **308** care bobine sunt cuplate inductiv cu câte un senzor de flux SQUID **309**, respectiv **310** care senzori SQUID sunt conectați la rândul lor la câte un bloc electronic de prelucrare **311**, respectiv **312** și câte un circuit de afișare a câmpului măsurat **313**, respectiv **314**. Semnalul de gradient al câmpului magnetic se obține prin substracție electronică într-un bloc electronic **315** care transmite informația unui afișor digital **316**. 31

Calibrarea și verificarea funcționării gradiometrului se realizează printr-un modul **317** compus dintr-o tastatură **318** care transmite comenzile unui afișor digital **319** și unui microsistem **320** care realizează conversia digital analogă transmițând unor surse de curent constant **321**, respectiv **322** care surse injectează câte un curent  $I_1$ , respectiv  $I_2$  prin două bobine **323**, respectiv **324** cuplate inductiv cu bobinele **305**, respectiv **306** ale celor două canale magnetometrice. 33

# RO 129609 B1

1 Modulul de comandă digitală **317** comunică împreună cu blocul electronic al gradiometrlui **315** prin intermediul unei interfețe electronice **325** cu un computer **326** prin intermediul căruia se pot prelua funcțiile de comandă, verificare, măsurare și înregistrare a semnalelor corespunzătoare câmpurilor magnetice și gradiometrice.

5 Prin tastatura digitală **318** sau prin calculatorul **326**, se pot transmite comenzile pentru efectuarea următoarelor operațiuni:

7 - aplicarea unui gradient al câmpului magnetic de valoare și polaritate cunoscute;  
- aplicarea fiecărui canal magnetometric a unui câmp magnetic determinat ca intensitate și polaritate;

9 - măsurarea gradientului câmpului magnetic folosind o metodă de nul aplicând celor două bobine de calibrare a unor curenți având o astfel de intensitate și polaritate, încât să producă anularea gradientului măsurat;

11 - măsurarea câmpului magnetic folosind fiecare canal magnetometric;  
- înregistrarea valorilor măsurate ale gradientului și câmpului magnetic ca funcții de

15 timp.



# RO 129609 B1

## Revendicări

1

1. Gradiometru SQUID de ordinul întâi, destinat măsurării gradientului câmpului biomagnetic generat de activitatea bioelectrică a structurilor biologice vii, alcătuit dintr-un traductor (201) SQUID în structura căruia intră un senzor (202) SQUID cu joncțiuni Josephson, sensibil la flux magnetic cuplat cu un transformator (203) de flux constituit dintr-un traductor de gradient al fluxului magnetic care conține două bobine (205, 206) supraconductoare o bobină (205) de măsurare, respectiv o bobină (206) de compensare conectate în opoziție și înseriate cu o altă bobină (207) numită de intrare cuplată inductiv cu senzorul (202) SQUID, semnalul generat de acesta fiind transmis unui bloc (208) electronic care memorează și transmite valorile măsurate unui afișor (209), și unei interfețe (218) destinată comunicării cu un computer (219), și un modul (212) digital dedicat procedurilor de calibrare, **caracterizat prin aceea că** mai cuprinde două bobine (210, 211) identice, din materiale care nu prezintă proprietăți supraconductoare, cuplate inductiv cu cele două bobine (205, 206) supraconductoare și în care interfața (218) asigură comunicarea digitală între un microsistem (215), care procesează informațiile primite și comandă prin intermediul a două surse (216, 217) injectarea curenților ( $I_1$  și  $I_2$ ) în bobinele (210, 211) identice, și blocul (208) electronic cu calculatorul (219) prin care se pot prelua funcțiile de comandă, verificare, măsurare și înregistrare a semnalelor gradiometrice. 3 5 7 9 11 13 15 17 19

2. Gradiometru SQUID de ordinul întâi, destinat măsurării gradientului câmpului biomagnetic generat de activitatea bioelectrică a structurilor biologice vii, alcătuit în structura unui magnetometru diferențial cu două canale (301, 302) magnetometrice identice fiecare canal fiind compus din câte un transformator (303, 304) de flux ce au în alcătuire câte o bobină (305, 306) supraconductoare conectate fiecare la câte o bobină (307, 308) de intrare cuplate inductiv cu câte un senzor (309, 310) SQUID conectate la rândul lor la câte un bloc (311, 312) electronic de prelucrare a semnalului și transmite valorile măsurate la câte un circuit (313, 314) de afișare a valorii câmpului magnetic măsurat de fiecare canal și unei interfețe (325) destinată comunicării cu un computer (326), și un modul (317) digital dedicat procedurilor de calibrare, **caracterizat prin aceea că** mai cuprinde două bobine (323, 324) identice cuplate inductiv cu cele două bobine (305, 306) supraconductoare și în care interfața (325) asigură comunicarea digitală între un microsistem (320), care procesează informațiile primite și comandă prin intermediul a două surse (321, 322) ale modulului (317) digital injectarea curenților ( $I_1$  și  $I_2$ ) în bobinele (323, 324) identice, și blocul (315) electronic cu calculatorul (326) prin care se pot prelua funcțiile de comandă, verificare, măsurare și înregistrare a semnalelor gradiometrice. 21 23 25 27 29 31 33 35

3. Metodă pentru calibrarea gradiometrului SQUID de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** constă în generarea unui gradient cunoscut al fluxului magnetic cu ajutorul a două bobine (210, 211) care nu prezintă proprietăți supraconductoare, prin care bobine circulă curenți electrici a căror intensitate determină valoarea fluxurilor magnetice și implicit intensitatea câmpului magnetic în care se află cele două perechi de bobine (205, 206) supraconductoare care sunt conectate cu o bobină (207) de intrare cuplată cu senzorul (202) SQUID cu joncțiuni Josephson, semnalul de gradient sau de câmp magnetic rezultând din densitatea fluxurilor magnetice generate în ansamblele bobinelor ca urmare a curenților electrici de intensitate diferită dar cunoscută aplicate printr-un modul (212) digital compus dintr-o tastatură (213) ce transmite comenzile digitale privind intensitatea curenților unui afișor (214) și unui microsistem (215) care realizează conversia digital analogă necesară comandării surselor (216, 217) de curent, care injectează în bobinele (210, 211) identice curenți electrici de intensitate cunoscută  $I_1$  respectiv  $I_2$ . 37 39 41 43 45 47

# RO 129609 B1

1           4. Metodă pentru calibrarea gradiometrului SQUID de la revendicarea 2,  
2 **caracterizată prin aceea că** constă în generarea unor fluxuri magnetice cunoscute pentru  
3 fiecare canal magnetometric rezultând prin calcul un gradient cunoscut al fluxului magnetic  
4 cu ajutorul a două bobine (323, 324) care nu prezintă proprietăți supraconductoare, prin care  
5 bobine circulă curenți electrici a căror intensitate determină valoarea fluxurilor magnetice și  
6 implicit intensitatea câmpului magnetic în care se află cele două perechi de bobine (305,  
7 306) supraconductoare care sunt conectate cu câte o bobină (307, 308) de intrare cuplată  
8 cu un senzor (309, 310) SQUID cu joncțiuni Josephson, semnalul de gradient sau de câmp  
9 magnetic rezultând din densitatea fluxurilor magnetice generate în ansamblele bobinelor ca  
10 urmare a curenților electrici de intensitate diferită dar cunoscută aplicate printr-un modul  
11 (317) digital compus dintr-o tastatură (318), care transmite comenzile digitale privind intensi-  
12 tatea curenților unui afișor (319) și unui microsistem (320) care realizează conversia digital  
13 analogă necesară comandării surselor (323, 322) de curent care injectează în bobinele (323,  
14 324) identice curenți electrici de intensitate  $I_1$  respectiv  $I_2$ .

15           5. Dispozitiv pentru calibrarea gradiometrului SQUID de la revendicarea 1,  
16 **caracterizat prin aceea că** este compus dintr-un modul (212) digital care conține o tastatură  
17 (213) prin care se transmit unui circuit (214) digital de afișare și unui microsistem (215) prin  
18 care se realizează conversia digital analogă a comenzilor pentru comanda a două surse de  
19 (216, 217) curent constant care injectează curenți electrici de intensitate controlată  $I_1$   
20 respectiv  $I_2$  prin două bobine (210, 211), realizate din material care nu este supraconductor,  
21 cuplate inductiv cu bobinele (205, 206) supraconductoare pentru producerea unor fluxuri  
22 controlate de câmp magnetic care determină generarea în cele două bobine (205, 206) a  
23 unui gradient de câmp magnetic cunoscut, și o interfață (218) ce asigură comunicarea între  
24 microsistem (215) cu un computer (219).

25           6. Dispozitiv pentru calibrarea gradiometrului SQUID de la revendicarea 2,  
26 **caracterizat prin aceea că** este compus dintr-un modul (317) digital care conține o tastatură  
27 (318) prin care se transmit unui circuit (319) digital de afișare și unui microsistem (320) prin  
28 care se realizează conversia digital analogă a comenzilor pentru comanda a două surse  
29 (321, 322) de curent constant care injectează curenți electrici de intensitate controlată  $I_1$   
30 respectiv  $I_2$  prin două bobine (323, 324) realizate din material care nu este supraconductor  
31 cuplate inductiv cu bobinele (305, 306) supraconductoare ele aparținând la două canale  
32 magnetometrice independente, rezultatul fiind producerea unor fluxuri controlate de câmp  
33 magnetic care determină generarea unui gradient de câmp magnetic cunoscut, și o interfață  
34 (325) ce asigură comunicarea între microsistem (320) cu un computer (326).

(51) Int.Cl.

G01R 33/022 (2006.01);

G01R 33/035 (2006.01);

G01R 35/00 (2006.01)

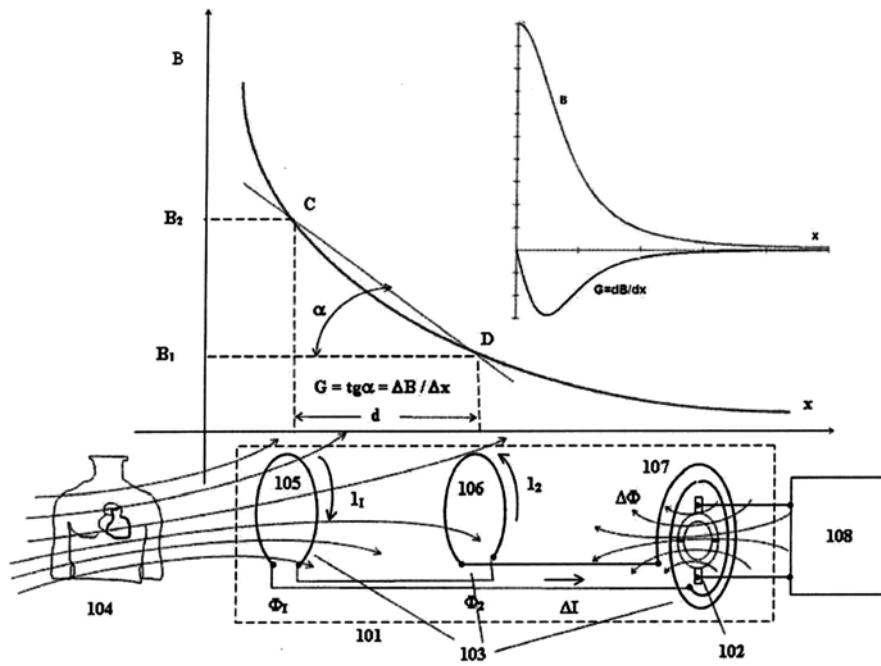


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01R 33/022 (2006.01);

G01R 33/035 (2006.01);

G01R 35/00 (2006.01)

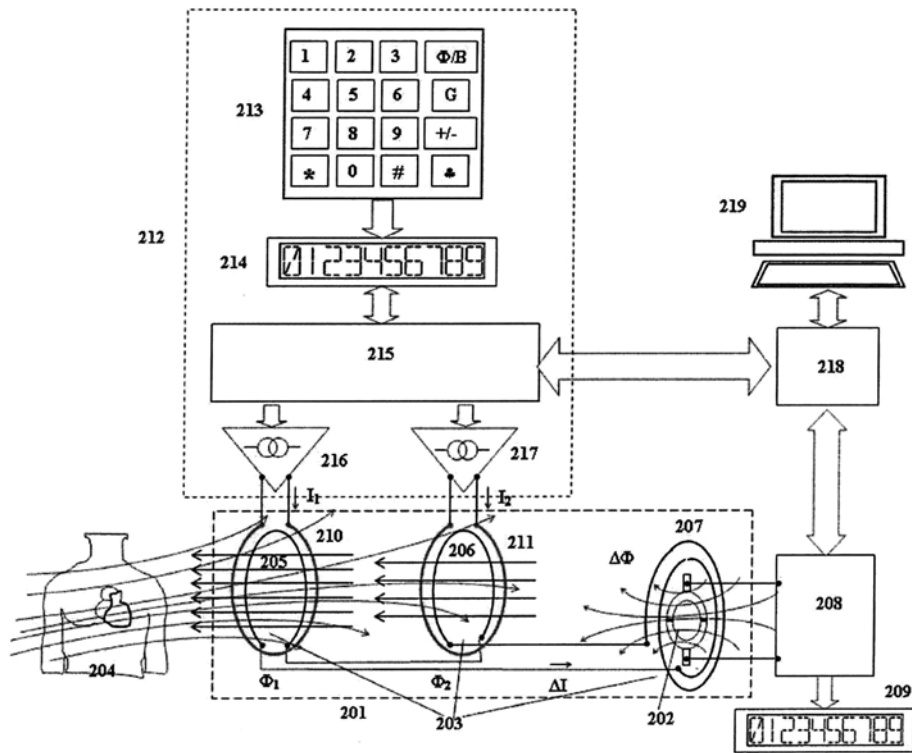


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G01R 33/022 (2006.01);

G01R 33/035 (2006.01);

G01R 35/00 (2006.01)

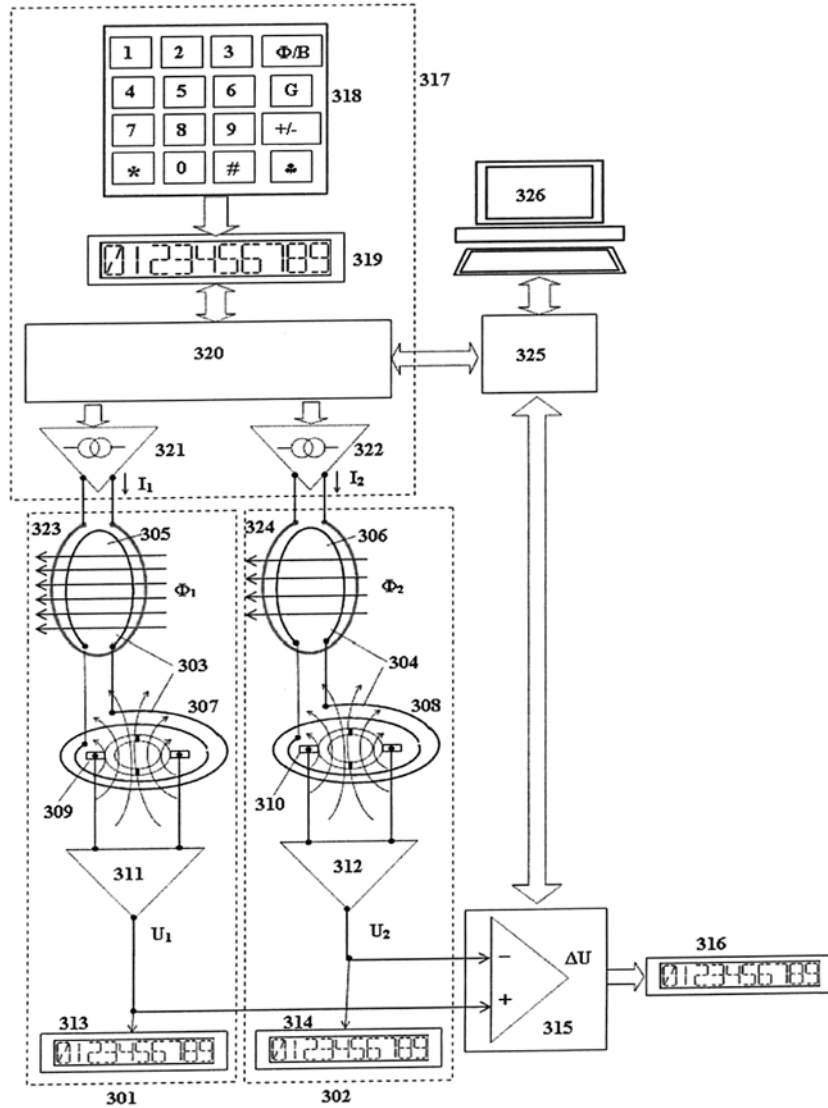


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 500/2021