



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

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

(22) Data de depozit: **18.10.2012**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2014 BOPI nr. **6/2014**

(71) Solicitant:
• **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

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un gradiometru SQUID de ordinul întâi, prevăzut cu circuite de calibrare. Gradiometrul conform invenției este format dintr-un traductor SQUID (201) compus dintr-un senzor SQUID (202) cu joncțiuni Josephson, cuplat magnetic cu un transformator de flux (203) alcătuit, la rândul lui, dintr-un traductor de gradient al fluxului magnetic, constând din două bobine (205 și 206) supraconductoare, o bobină (205) de măsurare și, respectiv, o bobină (206) de compensare, ambele bobine (205 și 206) fiind conectate în opoziție și înseriate cu o altă bobină (207) cuplată inductiv cu senzorul SQUID (202), pentru efectuarea calibrării, verificării funcționării și măsurării gradientului printr-o metodă de nul; peste bobinele (205 și 206) de măsurare și compensare sunt dispuse alte două bobine (210 și 211) identice, prin care circulă curenți electrici având intensitățile I_1 și I_2 , care produc prin bobine (205 și 206) niște fluxuri magnetice ΦI_1 și ΦI_2 , proporționale cu intensitățile curenților, iar prin transformatorul de flux (203) va circula un curent ΔI , care va produce prin bobina (207) de intrare o variație a fluxului magnetic ce va determina generarea unei tensiuni la bornele senzorului SQUID (202), tensiune care este prelucrată de un bloc (208) electronic, rezultatul prelucrărilor fiind afișat pe un afișor (209) digital. Intensitățile I_1 și I_2 ale curenților sunt stabilite cu ajutorul unui modul (212) digital, alcătuit dintr-o tastatură (213) prin care se selec-

tează funcțiile care trebuie executate, și se introduc datele inițiale, și un afișor (214) digital, ambele comunicând cu un microsistem (215) care prelucrează informațiile și comandă, prin intermediul a două surse (216 și 217) de curent constant, injectarea curenților I_1 și I_2 în bobine (210 și 211), iar o interfață (218) asigură comunicarea dintre microsistemul (215) modulului digital și modulul (208) electronic al gradiometrului cu un calculator (219).

Revendicări: 6
Figuri: 3

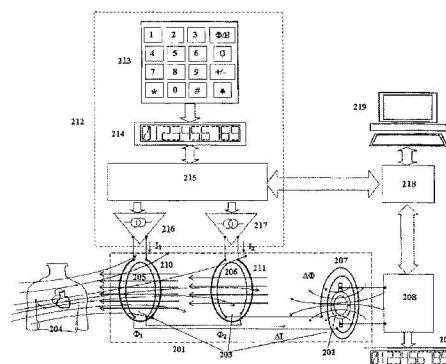
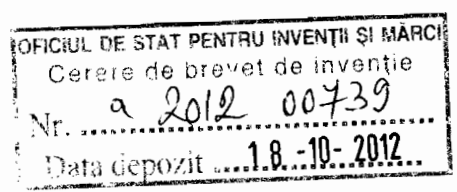


Fig. 2

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).





Gradiometru SQUID de ordinul intai, metoda si dispozitiv pentru calibrare

Inventia de fata se refera la un gradiometru SQUID de ordinul intai prevazut cu circuite pentru calibrare si o metoda de calibrare a unui gradiometru SQUID de ordinul intai care sa permita calibrarea atat a ambelor bobine (cea proximala si cea distala) cat si a blocului electronic pentru prelucrarea semnalului de gradient magnetic.

Sunt cunoscute mai multe tipuri de biomagnetometre (US 5.121.055) si gradiometre de ordinul intai care nu sunt prevazute cu dispozitive sau circuite pentru calibrare, calibrarea acestora fiind efectuata numai in laborator in standuri de verificare si calibrare specializate, folosind generatoare etalon de camp magnetic si gradient de tipul bobinelor Helmholtz a caror constanta este cunoscuta cu precizie ridicata, dispuse de regula, in exteriorul criostatului, daca este posibil acest lucru. Cele mai frecvente metode de verificare sunt cele care folosesc drept surse de camp si gradient magnetic dipoli magnetici sau bobine dispuse intr-o anumita configuratie in exteriorul senzorilor.

Se mai cunoaste un gradiometru (US 4.983.912) care foloseste pentru calibrare un set de doua bobine conectate in opozitie, dispuse coaxial intre bobinele traductorului SQUID in criostat, alimentate din exteriorul criostatului cu un curent cunoscut. Calibrarea gradiometrului se efectueaza prin aplicarea unui curent de o intensitate prestabilita care sa genereze in spatiul bobinelor gradiometrului un camp magnetic a carui intensitate si gradient se determina prin calcul, si raportarea tensiunii de iesire a gradiometrului la gradientul de camp calculat.

Se mai cunoaste un alt gradiometru de ordinul doi (US 6.650.107 B2) care foloseste pentru calibrare o bobina circulara, generatoare de camp, fixata in exteriorul criostatului in care se gasesc bobinele traductorului SQUID, intr-o pozitie bine determinata, gradientul campului fiind determinat prin calcul in functie de pozitia reciproca a bobinelor SQUID fata de bobina generatoare de camp si intensitatea curentului care circula prin ea.

Dezavantaje principale ale acestor metode sunt:

- un prim dezavantaj este legat de dimensiunea relativ mare a generatorului etalon de camp si gradient magnetic format in general dintr-un sistem de bobine Helmholtz, dimensiune care este cu atat mai mare cu cat baza gradiometrului este mai mare; aceasta face dificila montarea sistemului de bobine etalon si introducerea criostatului gradiometrului in interiorul lor, mai ales in situatiile in care diametrul criostatului este mai mare decat diametrul interior al bobinelor Helmholtz;
- in ceea ce priveste dipolii magnetici, un alt dezavantaj este cel datorat neliniaritatii variatiei campului magnetic de-a lungul axei de simetrie a dipolului;
- un alt dezavantaj se datoreaza positionarii lipsite de precizie a bobinelor gradiometrului fata de generatoarele de camp sau gradient de camp, datorita faptului ca bobinele gradiometrului SQUID se afla imersate in criostat;

- atat fluxul cat si campul magnetic generat de bobine sau dipoli magnetici nu este uniform in spatiul in care se gasesc bobinele gradiometrului.

Pentru calibrarea unui gradiometru sau pentru verificarea functionarii acestuia, cele doua bobine ale gradiometrului se introduc intr-un camp magnetic care prezinta un gradient cunoscut cu o precizie determinata. Pentru generarea unui camp magnetic care sa prezinte un gradient cunoscut se folosesc urmatoarele dispozitive si metode:

- bobine de tip Helmholtz conectate in opozitie care prezinta un camp magnetic care variaza liniar cu distanta fata de centrul bobinelor;
- corpuri magnetizate avand un moment magnetic si o geometrie regulata (sfera, elipsoizi, bare sau ace subtiri), gradientul produs fiind determinat prin calcul sau masuratori ale campului la diferite distante;
- campul magnetic produs bobine circulare sau de alta forma.

Problema pe care o rezolva inventia este calibrarea unui gradiometru de ordinul intai cu posibilitatea verificarii functionarii corecte in timpul unor masuratori folosind circuite proprii prin introducerea in criostatul gradiometrului SQUID a unor bobine calibrate care creeaza individual un camp magnetic al carui flux este cunoscut cu o precizie determinata.

Inventia de fata elimina dezavantajele mentionate prin faptul ca pentru generarea unui camp magnetic si a unui gradient cunoscut foloseste o pereche de bobine la care se cunosc caracteristicile geometrice, fiecare bobina fiind fixata pe acelasi suport pe care se afla bobinele de semnal respectiv compensare asigurand astfel un cuplaj inductiv maxim, care bobine pot fi realizate din materiale care sa nu prezinte proprietati supraconductoare.

Inventia de fata prezinta avantajele de a permite calibrarea inainte de efectuarea masuratorilor fara a fi nevoie de un laborator si echipamente dedicate, verificarea functionarii corecte in timpul masuratorilor, efectuarea unor masuratori prin metode de nul, ceea ce este imposibil fara echipamente auxiliare exterioare gradiometrului SQUID.

In cele ce urmeaza se prezinta doua **exemple de realizare a inventiei** cu privire la figurile care reprezinta:

- figura 1- reprezentarea campului magnetic si a gradientului SQUID de ordinul intai al campului magnetic impreuna cu schema bloc de principiu si pozitionarea bobinelor de semnal si compensare ale unui gradiometru de ordinul intai;
- figura 2 care reprezinta schema bloc a unui prim exemplu de realizare a inventiei si anume, un gradiometru SQUID de ordinul intai cu bobinele dispuse axial, prevazut cu circuitul de calibrare si verificare a functionarii si calibrarii;
- figura 3 care reprezinta exemplul al doilea de realizare a inventiei si anume, un gradiometru SQUID de ordinul intai format din doua canale magnetometrice identice si independente care, care formeaza impreuna un magnetometru diferential, semnalul de gradient rezultand prin substractia electronica a semnalelor produse la iesirea canalelor magnetometrice.

Gradiometrele SQUID sunt dispozitive complexe care functioneaza la temperaturi coborate, la care apar fenomene specifice supraconductibilitatii. Elementul principal il constituie conform figurii 1 un traductor SQUID 101 format dintr-un senzor SQUID 102 sensibil la fluxul magnetic, cu jonctiuni Josephson, cuplat magnetic cu un transformator de flux 103 compus dintr-un senzor de gradient al fluxului magnetic care senzor este format din

doua bobine supraconductoare, cea apropiata de sursa de camp **104** numita bobina de masurare sau semnal **105**, iar cea indepartata de sursa de camp **104** numita bobina de compensare **106**, ambele bobine fiind conectate in opozitie si inseriate cu o bobina **107** numita de intrare, cuplata inductiv cu senzorul SQUID **102**. Aceasta grupare de bobine constituie transformatorul de flux **103**. Acest transformator de flux este un circuit închis supraconductor format din: bobina de măsurare **105**, bobina de compensare **106**, conductori de legătura și bobina numita de intrare **107** care este cuplată inductiv cu senzorul SQUID **102**. Semnalul generat de dispozitivul SQUID **102** este prelucrat într-un bloc electronic **108**.

Un gradiometru sau magnetometru SQUID functioneaza ca urmare a faptului ca circuitul magnetic format din bobinele acestora prezinta ca urmare a principiilor de conservare proprietatea de a compensa variatia unui flux extern: fluxul magnetic variabil produs de o sursa exterioara genereaza in circuitul bobinelor un curent electric care la randul sau da nastere unui flux magnetic egal in valoare dar de semn contrar variatiei fluxului produs de sursa externa. Geometria și modul de așezare reciprocă a bobinelor de masurare si compensare permite structurii gradiometrului astfel realizat să reducă componentele câmpurilor ambientale comune ambelor bobine. Traductorul gradiometric poate sa fie compus din una sau mai multe bobine componente sau sectiuni ale aceleiasi bobine plasate la o distantă bine determinată una de alta. Bobina de masurare este considerata bobina componentă aflată la cea mai mică distanta de sursa de biocamp. In literatura se mai foloseste termenul de bobină de receptie sau bobină proximala. Celelalte bobine componente ale structurii care se numesc bobine de compensare, sunt destinate masurarii campurilor perturbatoare; ele receptioneaza si un semnal datorat sursei de biocamp dar de amplitudine mai mica decat semnalul din bobina de masura. In cele mai multe situatii datorita configuratiei campului perturbator, fluxul perturbator din bobina de masura, este in general, egal cu fluxul perturbator din bobina de compensare. Deoarece bobinele de compensare fac si ele parte din circuitul transformatorului de flux, sunt conectate in serie si opozitie cu bobina de masurare, curentul indus în transformatorul de flux contine, în spectrul sau, majoritar spectrul sursei de biocamp. O asemenea structura constructiva permite o selectie spatiala a semnalului biomagnetic util de perturbatiile externe. Bobinele de masurare, combinate cu bobinele de compensare, indiferent de geometria si distributia lor spatiala se mai numesc si bobine gradiometrice denumite uneori si gradientmetre. De remarcat ca termenul de gradientmetru se refera si la aparatul magnetometric in întregimea sa: bobine gradiometrice si bloc electronic. Un alt termen folosit pentru asemenea structuri este acela de magnetometru desi are, în structura sa, bobine asezate in configuratia de gradient.

Structura cea mai simpla de gradientmetru de ordinul intai este compusa din doua bobine, coaxiale, situate in plane paralele, avand acelasi numar de spire si sectiunile identice, situate la o distanta fixa, conectate in opozitie in circuitul transformatorului de flux.

Gradientul campului magnetic între doua puncte, conform figurii 1, este definit prin relatia:

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

unde B_1 , respectiv B_2 reprezinta inductiile magnetice in punctele x_1 respectiv x_2 iar d - distanta dintre cele doua puncte: $d = x_2 - x_1$. Deoarece in mod practic, masurarea campului magnetic nu poate fi efectuata punctual in spatiu, ci într-un volum determinat de dimensiunile senzorului, gradientul masurat folosind doua bobine identice (cu suprafata S , coaxiale si dispuse in plane paralele la distanta d una de cealalta) este determinat prin relatia:

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

unde $\Phi = BS$ reprezinta fluxul produs de campul magnetic de inductie B proiectat normal la suprafata S a bobinelor.

Conform primului **exemplu de realizare** a inventiei prezentat in figura 2, gradiometrul SQUID si sistemul de calibrare este format dintr-un traductor SQUID 201 compus dintr-un senzor SQUID 202 cu jonctiuni Josephson cuplat magnetic cu un transformator de flux 203 compus dintr-un traductor de gradient al fluxului magnetic format din doua bobine supraconductoare cea apropiata de sursa de camp 204 numita bobina de masurare 205, iar cea indepartata de sursa de camp 204 numita bobina de compensare 206, ambele bobine fiind conectate in opozitie si inseriate cu o bobina 207 numita de intrare si cuplata inductiv cu senzorul SQUID 202. Semnalul generat de senzorul SQUID 202 este prelucrat intr-un bloc electronic 208 care prelucreaza semnalul preluat de la senzorul SQUID 202, memoreaza si transmite valorile masurate unui afisor digital 209. Pentru efectuarea calibrarii, verificarii functionarii si masurarii gradientului printr-o metoda de nul, peste bobinele de masurare 205 respectiv 206 sunt dispuse doua bobine 210 respectiv 211, identice avand suprafata S , prin care circula curenti electrici avand intensitatile I_1 respectiv I_2 care curenti produc prin bobinele 205 respectiv 206 fluxurile Φ_1 respectiv Φ_2 care fluxuri sunt proportionale cu intensitatea curentilor I_1 respectiv I_2 care circula prin cele doua bobine generatoare. Bobinele 205 si 206 ale gradiometrului fiind conectat in opozitie, prin transformatorul de flux 203 va circula un curent avand intensitatea $\Delta I = \Delta \Phi / L$ unde L este inductanta transformatorului de flux 203 iar $\Delta \Phi = \Phi_1 - \Phi_2$. Curentul ΔI va produce prin bobina de intrare 207 in senzorul SQUID 202 cu care este cuplata o variatie a fluxului magnetic, care variatie de flux determina generarea unei tensiuni la bornele senzorului SQUID 202, care tensiune este prelucrata de blocul electronic 208 rezultatul masuratorii fiind indicat de un afisor digital 209.

Intensitatea curentilor I_1 si I_2 care produc fluxurile folosite pentru verificarea si calibrarea gradiometrului este stabilita printr-un modul digital 212 compus dintr-o tastatura digitala 213 prin care se selecteaza functiile care trebuiesc executate si se introduc datele initiale, un afisor digital 214 pentru indicarea datelor introduse prin tastatura 213, care tastatura si element de afisare comunica cu un microsistem 215 care proceseaza informatiile primite si comanda prin intermediul a doua surse de curent constant 216 si 217 injectarea curentilor I_1 respectiv I_2 in bobinele 210 respectiv 211. O interfata 218 asigura comunicarea intre microsistemul 215 si modulul electronic 208 al gradiometrului cu un calculator 219, prin intermediul caruia se pot prelua functiile de comanda, verificare, masurare si inregistrare a semnalelor gradiometrice.

Prin tastatura digitala 213 sau prin calculatorul 219, se pot transmite comenzile pentru efectuarea urmatoarelor operatiuni:

- aplicarea unui gradient cunoscut al campului magnetic;
- aplicarea unui camp magnetic cunoscut;
- masurarea gradientului campului magnetic folosind o metoda de nul;
- inregistrarea valorilor masurate ale gradientului ca o functie de timp.

Pentru a genera un gradient cunoscut in scopul verificarii functionarii, calibrarii sau anularii gradientului masurat printr-o metoda de nul, se injecteaza in cele doua bobine de calibrare identice 210 respectiv 211, de suprafata S dispuse paralel cu bobinele gradiometrului 205 respectiv 206, astfel incat cele doua bobine care formeaza gradiometrul sa fie supuse unui gradient de flux magnetic. Fluxul care strabate fiecare din cele doua bobine pentru calibrare si ale gradiometrului este determinat de doua componente:

- o componenta determinata de curentul propriu;
- o componenta determinata de curentul care circula prin bobina aflata in vecinatate.

Curentii care circula prin cele doua bobine identice determina astfel atat fluxurile magnetice prin fiecare bobina cat si gradientul acestor fluxuri din care se poate determina gradientul campului magnetic intre doua regiuni determinate. Intre fluxurile corespunzatoare celor doua bobine exista relatiile:

$$\begin{aligned}\Phi_1 &= SaI_1 + SbI_2 \\ \Phi_2 &= SbI_1 + SaI_2\end{aligned}\quad (3)$$

unde factorii a si b sunt definiti astfel:

- a este un factor de proportionalitate care determina fluxul inductiei magnetice datorat curentului propriu bobinei, dimensiunea sa fiind $[a]=T/A$,
- b este un factor de proportionalitate care determina fluxul inductiei magnetice datorat curentului care circula prin bobina invecinata, dimensiunea sa fiind $[b]=T/A$.

Generarea unui gradient al campului este independenta in general de intensitatea campului magnetic in spatiul de masurare. Pentru ca un canal magnetometric se poate satura daca bobina de detectie este introdusa intr-un camp de intensitate ridicata, este necesar sa se cunoasca si intensitatea campului (sau a fluxului magnetic) in cel putin una din bobine.

Intre fluxurile magnetice Φ_1 si Φ_2 se poate scrie urmatoarea relatie rezultata din definirea gradientului $B_2 = B_1 + Gd$:

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

Astfel, sistemul de ecuatii devine

$$\begin{aligned}SaI_1 + SbI_2 &= \Phi_1 \\ S(a-b)I_1 - S(a-b)I_2 &= -SGd\end{aligned}\quad (5)$$

Pentru a se genera un gradient de valoare cunoscuta, trebuiesc cunoscute valorile celor doi curenti I_1 si I_2 care circula prin bobinele generatoare de camp si gradient precum si constantele a si b care caracterizeaza cele doua bobine. Pentru aceasta trebuie rezolvat sistemul de ecuatii avand drept necunoscute I_1 si I_2 .

Solutiile sistemului sunt urmatoarele:

$$\begin{aligned}I_1 &= \frac{1}{a+b} \frac{\Phi_1}{S} - \frac{b}{a^2-b^2} Gd = l \frac{\Phi_1}{S} - mG \\ I_2 &= \frac{1}{a+b} \frac{\Phi_1}{S} + \frac{a}{a^2-b^2} Gd = l \frac{\Phi_1}{S} + nG\end{aligned}\quad (6)$$

Se remarca prezenta a doi termeni:

- un prim termen $l = \frac{1}{a+b} \frac{\Phi_1}{S}$ care reprezinta componenta comuna a campului din bobine si
- un al doilea termen $m = \frac{b}{a^2-b^2} Gd$, respectiv $n = \frac{a}{a^2-b^2} Gd$ care reprezinta gradientul campului magnetic.

Diferenta ΔI a intensitatilor celor doi curenti este proportionala cu gradientul campului:

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

Pentru cazul particular in care lipseste componenta comuna $B_1=0$ ($\Phi_1=0$), intensitatea celor doi curenti este determinata prin relatiile:

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

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

In acest caz, diferenta ΔI a intensitatilor celor doi curenti este data de relatia

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

relatie identica cu relatia (7), intrucat diferenta curentilor este proportionala cu gradientul campului.

Astfel, pentru o geometrie si structura determinata a gradiometrului (suprafata S a bobinelor si baza d a gradiometrului) intensitatile celor doi curenti I_1 si I_2 sunt determinate functie de datele initiale:

- componenta comuna a campului magnetic, B_1 sau B_2
- gradientul G

Constantele fizice ale generatorului de gradient sunt determinate prin constructie si se considera a fi invariabile:

- r - raza bobinelor generatoare de camp care determina marimea suprafetei S si
- d - baza gradiometrului care reprezinta distanta dintre planele celor doua bobine.

Din aceste constante constructive rezulta prin calcul sau masuratori factorii a si b care odata introdusi in memoria microsistemului permit determinarea intensitatii celor doi curenti in functie de datele initiale: fluxul, inductia magnetica sau gradientul.

Conform celui de al doilea exemplu de realizare a inventiei prezentat in figura 3, acesta este un gradiometru SQUID realizat in structura unui magnetometru diferential compus din doua canale magnetometrice identice 301 si 302 fiecare canal avand in componenta sa cate un transformator de flux 303 respectiv 304 compuse din cate o bobina supraconductoare 305 respectiv 306 conectate la cate o bobina de intrare 307 respectiv 308 care bobine sunt cuplate inductiv cu cate un senzor de flux SQUID 309 respectiv 310 care senzori SQUID sunt conectati la randul lor la cate un bloc electronic de prelucrare 311 respectiv 312 si cate un circuit de afisare a campului masurat 313 respectiv 314. Semnalul de gradient al campului magnetic se obtine prin abstractie electronica intr-un bloc electronic 315 care transmite informatia unui afisor digital 316.

Calibrarea si verificarea functionarii gradiometrului se realizeaza printr-un modul 317 compus dintr-o tastatura 318 care transmite comenzile unui afisor digital 319 si unui microsistem 320 care realizeaza conversia digital analoga transmitand unor surse de curent constant 321 respectiv 322 care surse injecteaza cate un curent I_1 respectiv I_2 prin doua bobine 323 respectiv 324 cuplate inductiv cu bobinele 305 respectiv 306 ale celor doua canale magnetometrice.

Modulul de comanda digitala 317 comunica impreuna cu blocul electronic al gradiometrului 315 prin intermediul unei interfete electronice 325 cu un computer 326 prin intermediul caruia se pot prelua functiile de comanda, verificare, masurare si inregistrare a semnalelor corespunzatoare campurilor magnetice si gradiometrice.

Prin tastatura digitala 318 sau prin calculatorul 326, se pot transmite comenzile pentru efectuarea urmatoarelor operatiuni:

- aplicarea unui gradient al campului magnetic de valoare si polaritate cunoscute;
- aplicarea fiecarui canal magnetometric a unui camp magnetic determinat ca intensitate si polaritate;
- masurarea gradientului campului magnetic folosind o metoda de nul aplicand celor doua bobine de calibrare a unor curenti avand o astfel de intensitate si polaritate, incat sa produca anularea gradientului masurat;

- masurarea campului magnetic folosind fiecare canal magnetometric;
- inregistrarea valorilor masurate ale gradientului si campului magnetic ca functii de timp.

Gradiometrul conform inventiei prezinta urmatoarele avantaje fata de solutiile anterioare:

- permite verificarea functionarii corecte, in intervalul dintre masuratori;
- poate fi calibrat in mod operativ folosind numai circuitele proprii;
- poate efectua masuratori printr-o metoda de zero, prin aplicarea unui gradient de camp de semn contrar gradientului masurat;
- permite masurarea simultana atat a campului magnetic cat si a gradientului;
- modulul electronic pentru calibrare poate fi folosit la orice structura de gradiometru prin introducerea in memorie a informatiilor referitoare la constantele constructive ale bobinelor;
- permite inregistrarea campului magnetic si a gradientului ca functie de timp.

Revendicari

1. Gradiometru SQUID de ordinul intai, metoda si dispozitiv pentru calibrare **caracterizat prin aceea ca** in scopul imbunatatirii performantelor metrologice foloseste o metoda prin care se genereaza un gradient cunoscut al fluxului magnetic prin gradiometru folosind un dispozitiv programabil (212).
2. Metoda pentru calibrarea unui gradiometru SQUID, conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** metoda prin care se genereaza un gradient cunoscut al fluxului magnetic foloseste doua bobine 210 si 211 din primul exemplu de realizare a inventiei respectiv 323 si 324 din al doilea exemplu de realizare a inventiei, prin care bobine circula curenti electrici a caror intensitate determina valoarea atat a gradientului cat si a campului magnetic.
3. Gradiometru SQUID de ordinul intai conform revendicarilor 1 si 2 **caracterizat prin aceea ca** cele doua bobine ale gradiometrului 205 si 206 respectiv 305 si 306 sunt cuplate inductiv cu bobinele generatoare de gradient 210 si 211 din primul exemplu de realizare a inventiei respectiv 323 si 324 din al doilea exemplu de realizare.
4. Gradiometru SQUID de ordinul intai conform revendicarilor 1 si 3 **caracterizat prin aceea ca** in scopul generarii unui gradient cunoscut al fluxului magnetic, prin bobinele generatoare de gradient 210 si 211 din primul exemplu de realizare a inventiei respectiv 323 si 324 din al doilea exemplu de realizare se injecteaza curenti electrici prin intermediul unor surse de curent constant 216 si 217, respectiv 321 si 322, a caror intensitate este controlata de un microsistem 215 respectiv 320 comandat de informatiile digitale primite de la o tastatura 213 respectiv 318.
5. Gradiometru SQUID de ordinul intai conform revendicarilor 1 si 2 **caracterizat prin aceea ca** microsistemul 215 respectiv 320 este conectat la un calculator 219 respectiv 326 prin intermediul unei interfete de comunicare 218 respectiv 326.
6. Gradiometru SQUID de ordinul intai conform revendicarilor 1 si 2 **caracterizat prin aceea ca** semnalul de gradient al fluxului magnetic poate fi memorat in evlulia sa temporala in memoria microsistemului 215 respectiv 320 sau prin intermediul interfetei 218 respectiv 325.

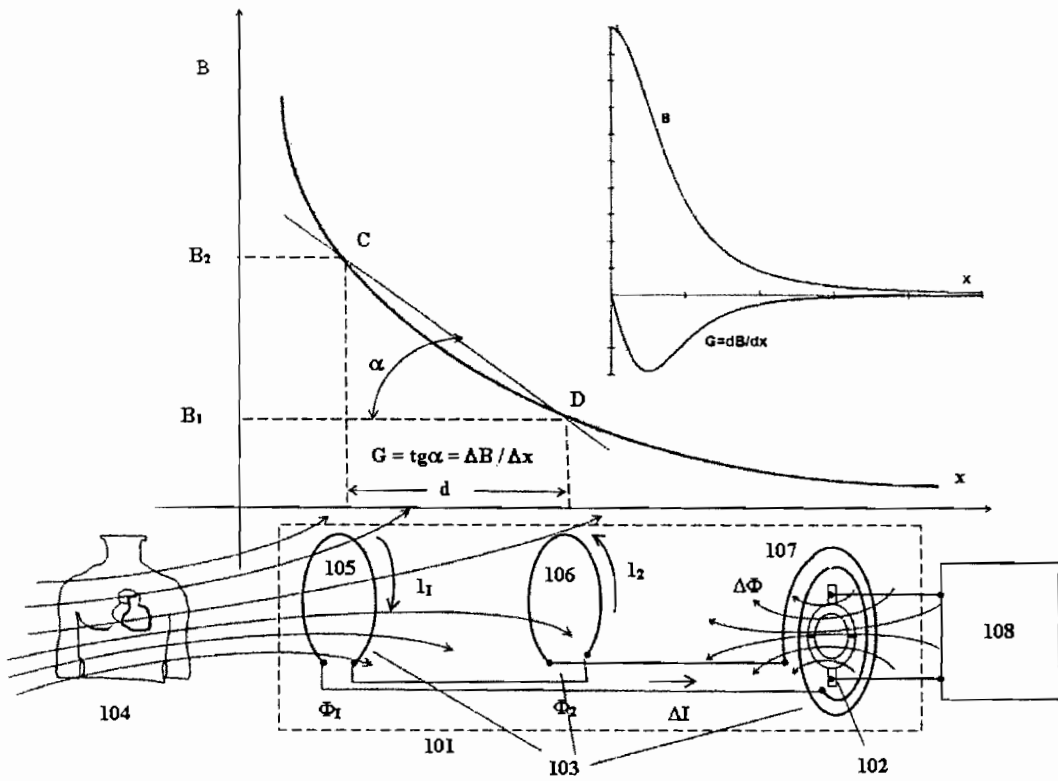


Figura 1.

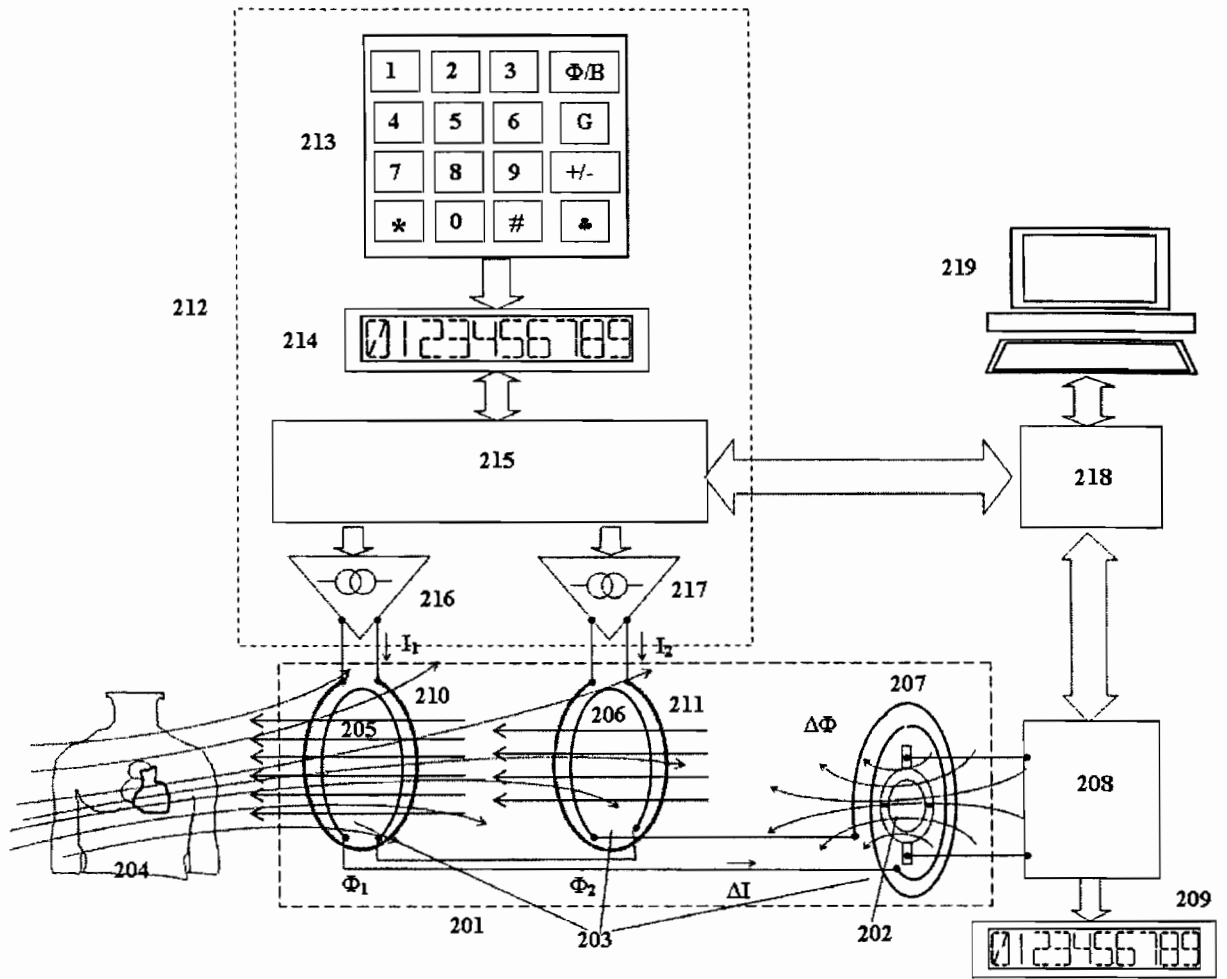


Figura 2.

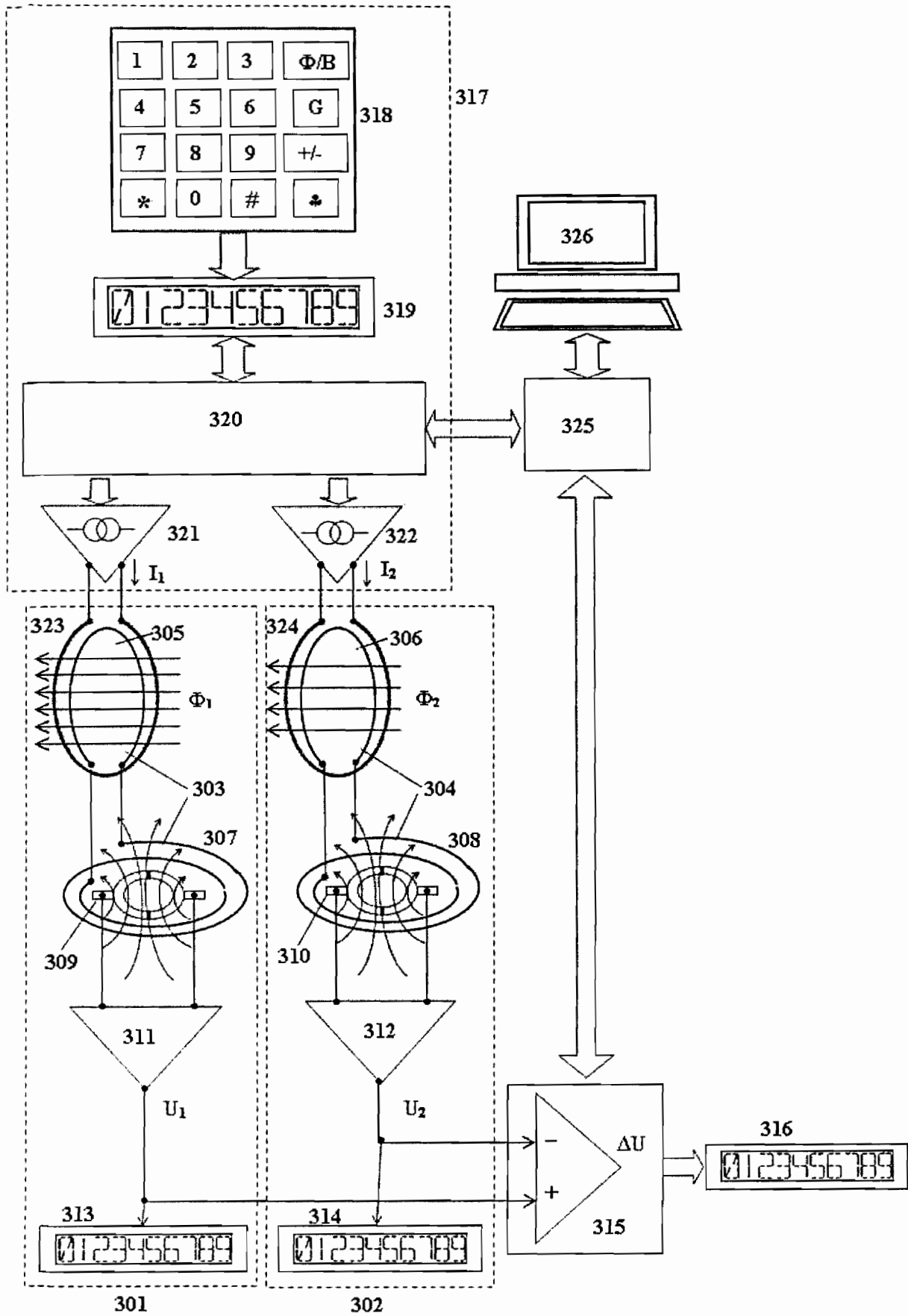


Figura 3.