

(19) OFICIUL DE STAT
PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
București



(11) **RO 133452 B1**

(51) **Int.Cl.**
G01V 7/00 (2006.01);
G01V 7/04 (2006.01);
G01V 1/18 (2006.01);
G01V 7/14 (2006.01);
G01R 23/00 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 01023**

(22) Data de depozit: **05/12/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2022** BOPI nr. **3/2022**

(41) Data publicării cererii:
28/06/2019 BOPI nr. **6/2019**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
GEOLOGIE ȘI GEOECOLOGIE MARINĂ
GeoEcoMar, STR.DIMITRIE ONCIUL
NR.23-25, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **JURCA IOAN, ALEEA ISTRU NR.2 B,
BL.A 14 C, SC.6, ET.3, AP.86, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 3554034 A1; WO 2004/020942 A1

(54) **GRAVIMETRU**

Examinator: ing. BORDESCU DRAGOȘ



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 133452 B1

RO 133452 B1

1 Inventția se referă la un gravimetru, care măsoară variația mărimii accelerației
gravitaționale g asociată globului terestru, cu aplicație în geofizică.

3 Sunt cunoscute astfel de aparate care folosesc deplasarea pe verticală a unui corp
de masă m pentru a măsura variația mărimii accelerației gravitaționale g .

5 Gravimetrele sunt folosite în multe domenii. În geologie și geofizică gravimetrele sunt
utilizate pentru măsurarea variației, în timp și spațiu, a accelerației gravitaționale g în
7 vederea descoperirii unor zăcăminte utile sau pentru studiul mareelor terestre.

Un gravimetru clasic are în componența sa un sistem elastic format dintr-un resort
9 care susține un corp de masă m . Deoarece greutatea corpului de masă m este $G = mg$, orice
variație a accelerației gravitaționale g , modifică greutatea G a corpului de masă m , care
11 conduce la o variație a deformării resortului și în final la o deplasare pe verticală a poziției
corpului de masă m . Această deplasare pe verticală, a poziției corpului de masă m este o
13 expresie a modificării greutății corpului datorată variației accelerației gravitaționale g .
Deplasarea se poate evalua prin mijloace optice sau electrice. La aparatele care utilizează
15 mijloace optice, este folosit un gen de microscop pentru a crește rezoluția în măsurarea
deplasării corpului, iar la sistemele electrice se face o conversie a deplasării mecanice în
17 tensiune electrică care este înregistrată de un sistem de achiziție de date.

Sistemul elastic clasic, presupune fie un resort, fie o balanță de torsiune. Aceste
19 sisteme elastice sunt realizate dintr-un material metalic sau din cuarț care se deformează
sub acțiunea unei forțe exterioare. Acest resort susține corpul de masă m și se deformează
21 sub acțiunea greutății G a corpului. Orice modificare a greutății G se reflectă în variația defor-
mării sistemului elastic. Măsurile de precauție care se iau, sunt cele legate de reducerea
23 perturbațiilor cauzate de modificarea temperaturii și presiunii din mediul ambiant, prin
termostatizarea și vidarea incintei unde se găsește sistemul elastic.

Pe lângă gravimetrele diferențiale care urmăresc variația accelerației gravitaționale
25 g mai există și gravimetrele absolute care măsoară valoarea lui g prin mai multe metode, una
dintre ele fiind aceea de a calcula cu precizie timpul t necesar unui corp de masă m aflat în
27 cădere liberă pentru parcurge un spațiu s dat, dintre două repere. Durata de timp se măsoară
cu ceasuri atomice iar spațiul prin metode interferometrice cu laser. Evitarea frecării cu aerul
29 este asigurată prin realizarea unui vid înaintat în incinta unde are loc căderea liberă a
corpului de masă m . Având cele două valori, una pentru durata de timp t și o a doua pentru
31 spațiul parcurs s , se trece la un calcul statistic a lui g pentru un număr de operațiuni repetate,
33 pentru a afla o valoare medie a accelerației gravitaționale $g = 2s:t^2$.

În ultimul timp au apărut gravimetre diferențiale cu supraconductori. La aceste
35 aparate, suspendarea corpului de masă m nu se mai face prin sisteme elastice (resort sau
balanță de torsiune), ci cu ajutorul unui câmp magnetic prin utilizarea efectului Meissner.
37 Acesta, constă în expulzarea liniilor de câmp magnetic dintr-un corp realizat din material
special care devine supraconductor (adică nu mai prezintă rezistență electrică), prin răcirea
39 sub temperatura critică în prezența unui câmp magnetic. În final apare o respingere între
corpul adus în starea de supraconductor și magnetul care produce câmpul magnetic în care
41 se găsește acest corp. În felul acesta se obține, din cauza forței de respingere, o menținere
în suspensie sau în levitație magnetică a corpului adus în stare de supraconductor. În
43 practică, la aceste gravimetre cu supraconductori corpul de masă m este o sferă din niobiu
iar răcirea sub pragul critic se realizează prin imersare în heliu lichid. Câmpul magnetic
45 asociat este produs de un set de bobine parcurse de curenți electrice controlați de un circuit
electronic. Pentru a evita perturbațiile legate de variațiile temperaturii ambiante, a presiunii
47 atmosferice și a câmpului magnetic terestru, întregul ansamblu este introdus într-o incintă
de cuarț care este termostatizată, vidată și ecranată cu materiale feromagnetice de tipul
49 permaloy.

RO 133452 B1

Orice deplasare a corpului de masă m , aflat în stare de levitație magnetică, datorată variației greutății sale G prin modificarea accelerației gravitaționale g ($G = mg$), este sesizată de către un traductor capacitiv diferențial care este plasat în jurul corpului și transformată în tensiune electrică. Această tensiune electrică este amplificată și convertită într-un curent electric care este preluat de o bobină de reacție, aflată tot în jurul corpului de masă m care modifică intensitatea câmpului magnetic în care se găsește acest corp, așa încât acesta să revină la poziția inițială, de echilibru. Măsurând valoarea curentului din circuitul de reacție, necesar pentru a readuce corpul în poziția inițială, avem o evaluare a mărimii variației accelerației gravitaționale g .

Dezavantajele gravimetrelor clasice cu sisteme elastice realizate cu un resort metalic au o sensibilitate mai scăzută, au o derivă termică mare și prezintă o modificare în timp a performanțelor datorită fenomenului de îmbătrânire a materialului folosit la construcția resortului.

Gravimetrele moderne cu supraconductori, care deși prezintă o sensibilitate extrem de mare, au dezavantajul că folosesc materiale supraconductoare speciale care sunt scumpe și de asemenea presupun utilizarea unor instalații de răcire pentru heliul lichid.

Problema care o rezolvă invenția revendicată, constă în realizarea unui gravimetru prin utilizarea fenomenului de levitație electromagnetică.

Gravimetrul, conform invenției, înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că electromagnetul este legat de un tranzistor care este comandat de un sistem de reglare automată format din niște circuitele integrate, poate înregistra variația accelerației gravitaționale g , prin măsurarea modificării duratei impulsurilor aplicate electromagnetului, care asigură menținerea corpului magnetic în stare de levitație electromagnetică.

Gravimetrul este prevăzut cu circuitul care măsoară durata impulsurilor generate de circuitele de control, este compus din convertorul de nivel de tensiune, un microcontroler, o interfață pentru afișajul LCD, un controler pentru afișaj, afișajul LCD și cardul de memorie. Microcontrolerul numără câte impulsuri ale ceasului intern cu frecvența de 16 MHz sunt cuprinse pe durata de timp corespunzătoare nivelului 0 logic, din fiecare perioadă a impulsurilor furnizate de circuitul de control. Pentru a crește precizia se mediază măsurătorile pe un număr de 1000 perioade ale impulsurilor magnetice.

Gravimetrul mai conține circuite electronice și un element de încălzire, care realizează termostatarea incintei unde se găsește corpul de probă și electromagnetul. Aceste circuite mențin în mod automat temperatura constantă de 52°C în interiorul incintei indiferent de variația temperaturii ambiante.

Gravimetrul pentru a evita perturbarea măsurătorilor de către variația câmpului magnetic extern a fost prevăzut cu un ecran magnetic multistrat. Un prim ecran magnetic exterior din tablă de aliaj fier-siliciu, urmat spre interior de două straturi din tablă de permaloy.

Avantajele gravimetrului, conform invenției, sunt:

- performanțe apreciabile la un cost scăzut;
- eliminarea instalației de răcire cu heliu lichid;
- nu necesită folosirea unor materiale speciale supraconductoare;
- simplitate constructivă;

Se dă, în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1, care reprezintă, schema electrică de principiu a gravimetrului.

Gravimetrul, conform invenției, este constituit din:

1. Blocul funcțional A care cuprinde:
 - corpul magnetic de masă m (proba) 1;

RO 133452 B1

- 1 - electromagnet **2**;
- senzor magnetic cu efect Hall **3**;
- 3 - ecran magnetic **4**;
- elementul pentru încălzire **5**;
- 5 - miezul feromagnetic al electromagnetului **6**;
- circuitele asociate **CI 1**, **CI 2**, **CI 3** și tranzistorul de putere **T1**;
- 7 2. Blocul electronic de procesare a semnalelor digitale și de înregistrare a rezultatelor

B format din:

- 9 - circuitul convertor de nivel de tensiune **CI 4**;
- microcontroler **CI 5**;
- 11 - interfața afișaj **CI 6**;
- controler afișaj **CI 7**;
- 13 - afișaj LCD **CI 8**;
- card de memorie **CI 9**;
- 15 3. Blocul electronic pentru termostatare **C** care are în componență:
- senzorul de temperatură **CI 10**;
- 17 - sursa de tensiune de referință **CI 11**;
- amplificatorul tensiunii de eroare **C 12**;
- 19 - tranzistorul de putere **T2**.

21 Blocul funcțional **A** cuprinde alături de senzorul gravimetrului, și un circuit electronic asociat format din **CI 1**, **CI 2** și **CI 3**, care asigură realizarea levitației electromagnetice a corpului de masa **m**. Senzorul propriu-zis este descris în continuare.

23 Acest subansamblu cuprinde un cadru de formă dreptunghiulară este construit dintr-o
25 tijă de duraluminu cu diametru de 8 mm. Cadrul este poziționat în plan vertical, având o
27 înălțime de 160 mm și o lățime de 100 mm. Pe latura superioară a cadrului este montată o
placă de plastic de grosime 8 mm, cu dimensiunile 70 x 140 mm care susține bobina
electromagnetului **2**. În partea de jos, cadrul este fixat pe o placă de plastic cu o grosime de
18,5 mm, care are dimensiunile 100 x 150 mm.

29 Corpul 1, de masă **m**, este un magnet cu neodim, de formă sferică cu un diametru
de 13 mm, a cărui greutate **G** este variabilă în funcție de valoarea accelerației gravitaționale
31 **g**. Electromagnetul **2** care asigură forța magnetică de atracție a corpului de masă **m** care se
opune forței gravitaționale. Acest electromagnet **2** are o bobină cu miez din fier moale.
33 Bobina are forma cilindrică, are un diametru de 60 mm și o lungime de 50 mm. Rezistența
electrică a bobinei este de 54,2 ohmi. Miezul din fier moale are un diametru de 25 mm și
35 lungime de 65 mm.

37 Senzorul magnetic **3** cu efect Hali tip SS495A, se află montat la capătul de jos al
electromagnetului **2**, convertește variația de câmp magnetic dată de mișcarea corpului **1** de
masă **m**, în tensiune electrică care va fi trimisă pe intrarea non inversoare a amplificatorului
39 operațional **CI 2**.

41 Incinta, care conține senzorul gravimetrului, este metalică, de formă cilindrică, are
înălțimea de 230 mm, și un diametru de 210 mm. Această incintă mai conține un element de
43 încălzire **5**, care este cuplat cu sistemul electronic de termostatare **C**. Acest sistem asigură
imunitatea gravimetrului în raport cu variația temperaturii ambiante. Există de asemenea pe
pereții incintei o izolație termică pentru a crește eficiența sistemului de termostatare. Pentru
45 fixarea în poziția de echilibru a corpului magnetic **1** este prevăzut un suport, de pe care prin
intermediul unei pârgii corpul **1** este fixat în punctul de echilibru unde levitează.

RO 133452 B1

Circuitul electronic de reglare automată asociat senzorului este compus din:	1
Amplificatorul tensiunii de eroare CI 2 , realizat cu un amplificator operațional tip LM 741. Circuitul Integrat (CI), CI 1 tipul LM385, este o sursă de tensiune de referință de 5V, care împreună cu rezistoarele asociate: R, R1, R2, R3 și potențiometrul P1 stabilește la intrarea inversoare a amplificatorului CI 2 , un potențial cu care se compară tensiunea generată de senzorul magnetic cu efect Hali 3. Acest circuit electronic asigură menținerea corpului de masă m la o distanță constantă în raport cu electromagnetul 2 , indiferent de modificarea greutății sale datorată variației accelerației gravitaționale g .	3 5 7
Circuitul CI 3 este o sursă de tensiune stabilizată de 5 V de tipul LM 7805, care alimentată la intrare cu 12 V asigură ieșirea tensiunea de alimentare pentru circuitele care compun aparatul (senzorul magnetic 3 cu efect Hali, circuitele de prelucrare a semnalelor digitale din blocul electronic B și senzorul de temperatură CI 10).	9 11
Tranzistorul de putere T1 este tip BD140, asigură amplificarea în curent a impulsurilor pentru a alimenta bobina electromagnetului 2 .	13
Blocul electronic B de procesare a semnalelor digitale și de înregistrare a rezultatelor este format din:	15
Circuitul convertor de nivel CI 4 care transformă impulsurile primite de la amplificatorul de eroare CI 2 care au o amplitudine de 12 V, în impulsuri cu aceeași formă dar de o amplitudine de 5 V, compatibile cu circuitele digitale din blocul B .	17 19
Următorul circuit este microcontrolerul CI 5 este de tipul ARDUINO NANO, AT mega 328p, cu un oscilator pilot de 16 MHz. Acest oscilator se obține prin montarea în exteriorul microcontrolerului a un cristal de cuarț de 16 MHz, care împreună cu circuitul asociat formează ceasul intern, care va asigura precizia impusă de măsurarea variațiilor extrem de mici ale accelerației gravitaționale în multe aplicații ale gravimetrului. Astfel, una dintre acestea o constituie măsurarea mareelor terestre, unde este necesar să punem în evidență variații ale accelerației gravitaționale de ordinul a zecilor de microgal ($1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/s}^2$). Microcontrolerul este programat să execute operații de măsurare a duratei impulsurilor care sunt livrate de amplificatorul operațional CI 2 . Durata impulsurilor reprezintă o expresie a valorii accelerației gravitaționale. În microcontroler, ca urmare a programării sale, se realizează în principal operațiuni de numărare a impulsurilor ale ceasului intern care sunt cuprinse în fiecare dintre impulsurile produse de circuitul CI 2 . Aceste rezultate ale procesului de numărare, împreună cu semnalele de comandă sunt livrate spre sistemul de afișare CI 8 și spre cardul de memorie CI 9 pentru stocarea datelor.	21 23 25 27 29 31 33
Circuitele CI 6 și CI 7 sunt interfața, și respectiv circuite de comandă (drive), ale circuitului CI 8 , care reprezintă afișajul gravimetrului. Interfața CI 6 este de tipul I ² C la 8 BIT, PCF85747, transformă rezultatul proceselor care au loc în microcontrolerul CI 5 într-un format acceptat de afișajul LCD CI 8 . Circuitul driver CI 7 este de tipul LCD Controller HD44780 realizează comanda afișajului CI 8 .	35 37
Afișajul CI 8 este cu cristale lichide de tipul LCD 2 x 16 Monocrome.	39
Cardul de memorie CI 9 este o de tipul SD Card Module + MicroSD Card.	
Pentru comunicarea cu un PC este prevăzut un port USB pentru protocolul de setare a unor parametri de prelucrare a semnalelor, inclusiv de descărcare a rezultatelor pentru realizarea unor grafice/diagrame, pentru prezentarea finală a măsurătorilor.	41 43
Blocul electronic pentru termostatare C , are în componență un circuit CI 10 care este de tipul LM 60, care este un senzor de temperatură de mare sensibilitate și anume de $6,25 \text{ mV/}^\circ\text{C}$. De asemenea, mai cuprinde o sursă de tensiune de referință de 5 V de tipul LM385, și un amplificator de tensiune de eroare CI 12 realizat cu amplificatorul operațional	45 47

RO 133452 B1

1 de tipul LM 741. Sistemul de termostatare **C** asigură menținerea cu precizie a unei tempe-
raturi constante în interiorul incintei interioare a gravimetrului. Prin acest sistem de
3 termostatare se asigură o stabilitate ridicată a rezultatelor măsurătorilor.

Orice variație de temperatură a mediului ambiant va fi sesizată de către senzorul **CI**
5 **10** care va livra o tensiune proporțională cu temperatura. Această tensiune va fi comparată
cu tensiunea de referință generată de **CI 11** și fixată cu potențiometrul **P2**. Comparatorul **CI**
7 **12** va trimite la ieșire o tensiune 0V sau 12V funcție de semnul diferenței dintre potențialele
de pe pinii de intrare **2** și **3**. Dacă temperatura ambiantă are o tendință de scădere atunci
9 potențialul de pe pinul **2** va scădea și în consecință tensiunea de pe pinul **6** va crește la 12
V. Acest fapt conduce la trecerea în conducție a tranzistorului de putere T2 NPN tip BD 139
11 care va face să fie alimentat elementul de încălzire **5**. Astfel, va crește temperatura în interior
și se va compensa tendința temperaturii ambiante. La o creștere a temperaturii ambiante
13 potențialul electric pe pinul **2** al lui **CI 12** va crește peste tensiunea de referință și va deter-
mina o cădere a tensiunii de la ieșire, pe pinul **6**, fapt care va bloca tranzistorul **T2**. Elementul
15 **5** de încălzire nu va mai fi alimentat deci se produce o scădere a temperaturii din incintă.
Acest regim de lucru se repetă ciclic conducând la o temperatură constantă în interiorul
17 incintei. Cu potențiometrul **P2** se fixează temperatura din interior la 52°C.

Pentru a se asigura o imunitate a funcționării gravimetrului în raport cu variația
19 câmpului magnetic ambiant s-a prevăzut un sistem de ecranare magnetică **4** multistrat,
realizat din materiale feromagnetice. Câmpul magnetic ambiant este compus din câmpul
21 magnetic terestru natural și o componentă artificială generată de motoare electrice și trans-
formatoare, de frecvența rețelei de 50 Hz. Există trei straturi de ecran magnetic. Un prin strat
23 exterior este fabricat din tablă de aliaj fier-siliciu (5% siliciu) are rolul de a atenua valoarea
câmpului magnetic ambiant. Urmează două straturi de ecran magnetic cu o capacitate de
25 ecranare ridicată, realizate din material feromagnetic cu permeabilitate magnetică mare
(permaloy). Se procedează așa pentru a se evita saturarea magnetică a tablei de permaloy
27 care are un câmp coercitiv foarte redus.

Sistemul de levitație magnetică care cuprinde electromagnetul **1** este prevăzut cu un
29 senzor magnetic cu efect Hali **3**. Acest senzor magnetic se află fixat pe capătul din partea
de jos a miezului feromagnetic **6** al electromagnetului **1**.

31 Corpul magnetic **1** de masă **m** (proba), este menținut în levitație prin următorul
mecanism. Poziția corpului de masă **m** este monitorizată de către senzorul magnetic cu efect
33 Hali **3**. Tensiunea electrică furnizată de către acest senzor este funcție de distanța până la
corpul magnetic și mărimea inducției magnetice asociate acestuia. Tensiunea de ieșire a
35 senzorului magnetic este preluată de un circuit comparator **CI 2** aflat în componența sis-
temului electronic care realizează levitația magnetică a corpului de masă **m**. Acest circuit
37 comparator are fixată o tensiune de referință de precizie la una dintre intrările sale. Acest
lucru se asigură prin furnizarea de către circuitul **CI 1** a unei tensiuni de referință de 5 V din
39 care, este reglată cu potentiometrul **P1** o anumită valoare a tensiunii pe pinul **2** al circuitului
comparator **CI 2**, așa încât să se asigure menținerea corpului magnetic **1** la o distanță de 15
41 mm de suprafața senzorului magnetic **3**. Tensiunea furnizată de senzorul magnetic cu efect
Hali este comparată cu acest nivel de referință.

43 Astfel, să presupunem că dintr-o cauză externă, există o tendință de cădere a
corpului magnetic (proba) **1** de masă **m**. În această situație prin depărtarea corpului magnetic
45 **1**, câmpul magnetic sesizat de senzorul magnetic **3** va scădea în intensitate și în consecință
tensiunea furnizată de acesta pe pinul **3** (intrare non inversoare) al circuitului **CI 2** va scădea
47 sub valoarea tensiunii de referință de pe pinul **2** (intrare inversoare). Consecința va fi că

RO 133452 B1

tensiunea de pe pinul **6** de ieșire, va scădea spre potențialul masei adică **0V**. Acest lucru conduce la trecerea în starea de conducție a tranzistorului **T1** (PNP de tip BD 140). Tranzistorul aflat în conducție, provoacă creșterea curentului prin bobina electromagnetului **2**. Acest fapt determină creșterea câmpului magnetic generat de electromagnet și o mărire a forței de atracție magnetică asupra corpului magnetic **1**. Acesta fiind atras, spre în sus, de electromagnetul **2**, se apropie și de sensorul magnetic **3**. Prin această apropiere se produce o intensificare a câmpului magnetic sesizat de sensorul magnetic **3**, care determină la rândul său o creștere a tensiunii electrice livrate către pinul **3** al comparatorului **CI 2** peste nivelul de referință de pe pinul **2**. Acest lucru conduce la creșterea a tensiunii pe pinul **6** de ieșire spre nivelul tensiunii de alimentare de + 12 V, fapt care determină blocarea tranzistorului **T1**.

Prin blocarea acestui tranzistor încetează curentul prin bobina electromagnetului **2**. Din acest moment scade forța de atracție a corpului magnetic **1** de către electromagnetul **2**. Din nou, corpul **1** are tendința să cadă, și ciclul se va relua. Ca rezultat final al acestei alimentări în impulsuri a electromagnetului **2**, corpul magnetic **1** rămâne suspendat și nemișcat. Această levitație electromagnetică este obținută printr-o continuă comparare și anulare reciprocă a celor două forțe antagonice: o primă forță datorită gravitației, de atragere a corpului magnetic de masă m spre în jos, și o a doua forță magnetică a electromagnetului **2** de atragere spre în sus. La realizarea acestui echilibru contribuie fundamental și inerția corpului magnetic **1**. Forța de inerție se compune cu cele două forțe principale antagonice, gravitațională și magnetică, conducând la o rezultantă nulă. Acesta alimentare intermitentă a bobinei electromagnetului **2** se face cu o frecvență de 45,4 Hz.

Elementele pasive, condensatorul **C1** și rezistorul **R4**, determină timpul de răspuns și respectiv amplificarea buclei de reglare automată.

În schema de principiu se poate observa dioda **D1**, care are rolul de a proteja tranzistorul **T1**, prin limitarea vârfului de tensiune (autoinducția) care apare la întreruperea curentului prin bobina electromagnetului **2**.

La orice variație, pozitivă sau negativă, a accelerației gravitaționale g , care determină o variație a greutateii corpului magnetic **1**, va exista o compensare din partea forței magnetice a electromagnetului așa cum a fost descris mai sus, așa încât corpul magnetic **1** va levita rămânând suspendat la o înălțime constantă în raport cu electromagnetul **2**.

În continuare vom descrie modul în care acest fenomen de levitație electromagnetică este utilizat la măsurarea variațiilor accelerației gravitaționale g . Astfel, să presupunem o creștere a accelerației Δg care determină creșterea greutateii G , deci o tendință de cădere a corpului **1**. Pentru a menține corpul **1** nemișcat la o distanță fixă în raport cu electromagnetul, la o creștere a greutateii în cazul unei variații pozitive a accelerației gravitaționale este necesară, pentru compensare, o creștere simultană a forței magnetice care să atragă spre în sus a corpului **1**. Pentru a menține corpul fix, la o distanță constantă în raport cu electromagnetul, curentului mediu prin bobina va crește automat, prin acțiunea buclei de reacție, prin creșterea duratei impulsului de la ieșirea circuitului **CI 2**. Cu o durată mai mare a impulsului pe nivelul **0V** atunci tranzistorul **T1** va conduce mai mult timp, și în consecință va trimite un curent mediu mai mare în bobina electromagnetului **2**. În mod asemănător, se poate arăta că la o scădere a accelerației gravitaționale g , bucla de reacție va determina o scădere a curentului mediu prin bobină prin micșorarea duratei impulsurilor pe nivelul **0V**.

Cu alte cuvinte vom putea evalua variațiile accelerației gravitaționale g , dacă vom măsura durata impulsurilor de pe pinul **6** de ieșire a comparatorului **CI 2**.

RO 133452 B1

1 Acest lucru îl realizează blocul electronic **B**. Impulsurile de la ieșirea comparatorului
2 **CI 2** sunt prelucrate de circuitul **CI 4** care le transformă amplitudinea de la 12 V la 5 V.
3 Microcontrolerul **CI 5** este programat să numere câte impulsuri de frecvența ceasului intern
4 cu frecvența de 16 MHz sunt cuprinse în durata unui impuls de intrare, cât timp acesta este
5 pe nivelul 0V. Pentru creșterea preciziei se face această măsurare pe un număr mare de
6 impulsuri (1000), apoi se calculează media măsurărilor. Având în vedere corelarea arătată
7 anterior, numărul obținut reprezintă durată medie a impulsurilor, dar și o expresie a valorii
8 accelerației gravitaționale. Cu o calibrare convenabilă, se poate obține o citire directă în
9 unități gal a variațiilor acceleratei gravitaționale **g**.

10 Rezultatele sunt afișate pe un display LCD după ce au trecut prin interfața **CI 6** și
11 circuitul de comandă **CI 7**. Microcontrolerul mai are o legătură cu o memorie **CI 9** unde sunt
12 stocate datele. Pentru setarea diferitelor funcții ale microcontrolerului este prevăzut un port
13 USB pentru conectarea la un PC.

14 Alimentarea gravimetrului se va face de la o sursă de tensiune continuă stabilizată
15 de 12 V.

RO 133452 B1

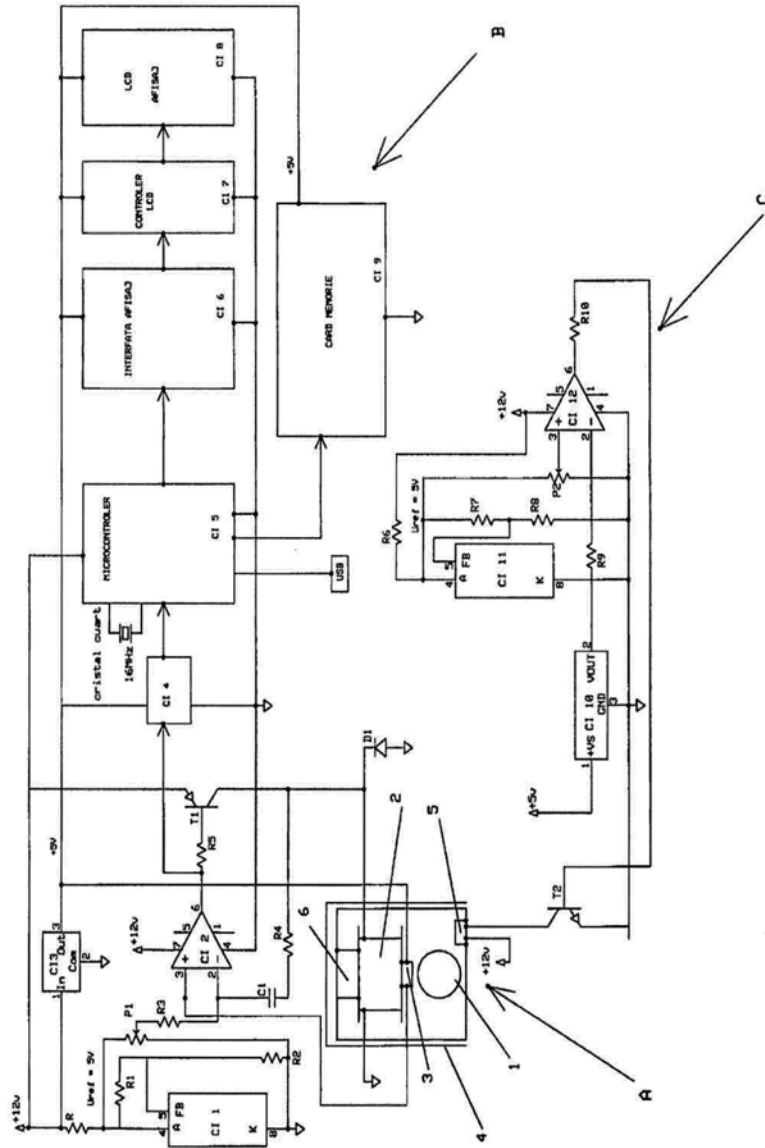
Revendicări

1. Gravimetru, care are în alcătuire un electromagnet (1) prevăzut cu un miez feromagnetic (4), un corp magnetic (2) de masă (m), un circuit de termostatare (B), și un sistem de ecranare magnetică (C), realizând o măsurare a variației accelerației gravitaționale (g), **caracterizat prin aceea că**, în legătură cu electromagnetul (1) este montat un senzor magnetic (3) cu efect Hali, care, la rândul lui, este conectat cu un sistem electronic (A), de reglare automată, care asigură printr-o buclă de reacție negativă, menținerea corpului magnetic (2) la o distanță constantă în raport cu electromagnetul (1). 1
2. Gravimetru conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, mai are în componență un circuit de măsurare a duratei impulsurilor (D) care comandă curentul prin electromagnetul (1), durată care este o expresie a accelerației gravitaționale (g). 3
3. Gravimetru conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în legătură cu circuitul de măsurare a duratei impulsurilor (D), este conectat un bloc de achiziție de date (E), pentru înregistrarea rezultatelor. 5
- 7
- 9
- 11
- 13
- 15

RO 133452 B1

(51) Int.Cl.

G01V 7/00 (2006.01);
G01V 7/04 (2006.01);
G01V 1/18 (2006.01);
G01V 7/14 (2006.01);
G01R 23/00 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 142/2022