



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01137

(22) Data de depozit: 11.11.2011

(41) Data publicării cererii:
28.06.2013 BOPI nr. 6/2013

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI" DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MIHAIL
KOGĂLNICEANU NR. 1, CLUJ-NAPOCA, CJ,
RO

(72) Inventatori:
• BURDA IOAN, STR. BUCEGI NR. 2B,
AP. 25, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• SIMON SIMION, STR. HOREA NR. 4,
AP. 22, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• POPESCU OCTAVIAN,
STR. ANATOLE FRANCE NR. 22, AP. 1,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• TUNYAGI ARTHUR ROBERT,
STR. GENERAL DRAGALINA NR. 31,
TURDA, CJ, RO

(54) OSCILATOR CU INTEROGARE PASIVĂ PENTRU SENZOR
REZONANT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un oscilator cu interogare pasivă, pentru un senzor rezonant (cristal de cuarț), utilizat în aplicații specifice pentru o microbalanță cu cristal de cuarț. Oscilatorul conform invenției utilizează un cristal de cuarț numit senzor (1) rezonant, și o probă (2) de curent, urmată de un amplificator (3) la ieșirea căruia este un comparator (4) de fază, unde este aplicat și semnalul de la ieșirea unui oscilator controlat în tensiune (6), VCO, de către un semnal (6) integrat, de la ieșirea comparatorului (4) de fază.

Revendicări: 3
Figuri: 2

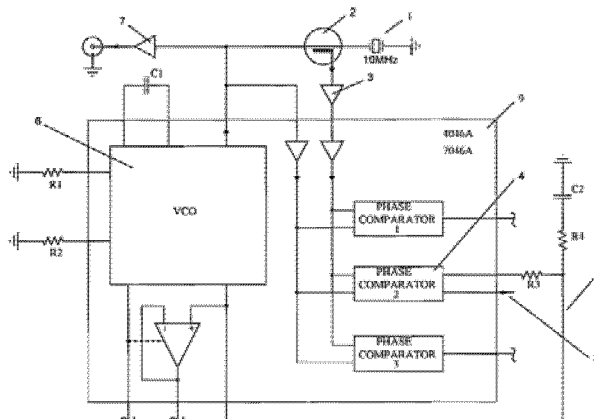


Fig. 1

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).



Oscilator cu Interogare Pasivă pentru Senzor Rezonant

Invenția se referă la un oscilator în care senzorul rezonant (cristal de cuarț) este interogată pasiv fără ca acesta să facă parte din bucla de reacție a oscilatorului. Extinderea aplicațiilor senzorului rezonant la măsurători în mediu lichid este esențială pentru microbalanța cu cristal de cuarț. Oscilatorul cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant elimină limitările specifice ale oscilatoarelor clasice (în care senzorul rezonant este activ) pentru a măsura o masă extrem de mică în mediu lichid.

Senzorul rezonant format dintr-un cristal de cuarț cu doi electrozi este folosit la măsurarea unor mase extrem de mici, de ordinul nano-gramelor. Microbalanța cu cristal de cuarț (Quartz Crystal Microbalance, QCM) [1] este metoda cea mai răspândită de măsurare a unor mase extrem de mici și se bazează pe un senzor rezonant (cristal de cuarț). În metoda QCM, eșantionul este depus pe unul din electrozii cristalului de cuarț. În funcție de masa depusă, apare o modificare a frecvenței de rezonanță (ecuația Sauerbrey, $\Delta f = - \text{const} \Delta m$), respectiv modificarea parametrilor electromecanici (modelul circuitului echivalent, Butterworth-van-Dyke (BvD)). Cristalul de cuarț este un senzor rezonant complex [2, 3], folosit inițial pentru aplicații specifice depunerii de straturi subțiri, sau prin funcționalizarea electrozilor pentru măsurarea prezenței unor substanțe volatile în aer. În toate mediile de lucru, a fost pusă în evidență o dependență între deplasarea de frecvență și masa depusă.

Recent au fost dezvoltate unele aplicații pentru măsurarea masei unor eșantioane depuse pe un electrod în mediu lichid [4]. Dependența dintre masa depusă pe un electrod și deplasarea de frecvență în mediul lichid este descrisă de modelul Kanazawa. Pentru un senzor rezonant cu un electrod în contact cu un mediu lichid modificarea frecvenței serie de rezonanță este dată de ecuația Martin [5], care combină efectul dat de masa depusă pe un electrod al senzorului (efectul Sauerbrey) cu efectul dat de mediul lichid (efectul Kanazawa).

Un mare efort a fost depus [6, 7], pe baza rezultatelor lui Kanazawa [4], pentru realizarea unei configurații de oscilator adaptat la măsurători ale masei unor eșantioane depuse pe un electrod al senzorului rezonant în mediu lichid. Oscilatorul clasic în care senzorul rezonant este folosit ca element activ în bucla de reacție nu face față cu succes situațiilor determinate de măsurarea unor mase extrem de mici în mediu lichid. În primul rând, frecvența de oscilație nu este egală cu frecvența de rezonanță serie, această diferență fiind dată de creșterea aparentă a rezistenței moționale (R_m) a senzorului rezonant de la zeci de Ω la zeci de $k\Omega$. Conform modelului BvD valoarea R_m aparentă devine comparabilă cu reactanța dată de capacitatea statică dintre electrozi. Sistemele PLL bazate pe măsurarea în punte nu pot rezolva

această situație fără o recalibrare în vederea compensării efectului dat de creșterea aparentă a R_m . A doua cauză care limitează puternic performanțele unui oscilator clasic (activ) pentru un senzor rezonant este dată de condiția de oscilație, care în situația unei R_m aparente cu dinamică mare (până la zeci de $k\Omega$) implică compensarea automată a factorului de amplificare. Amplificatorul, prin efectul de limitare aduce o contribuție semnificativă la neliniaritatea oscilatorului. Pentru un oscilator în care senzorul rezonant este activ, compensarea factorului de amplificare nu poate fi realizată în condiții de liniaritate fără recalibrare pentru o valoare mai mare de 1 $k\Omega$ a R_m aparente.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea unui oscilator cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant, care permite măsurarea directă și precisă a frecvenței de rezonanță serie a senzorului rezonant în mediu lichid, independent de efectele produse de acesta.

Oscilatorul cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant, conform invenției, se referă la interogarea pasivă a unui senzor rezonant de un semnal de frecvență egală cu frecvența de rezonanță serie. Semnalul de interogare este generat de un oscilator controlat în tensiune (VCO) prin semnalul integrat de la ieșirea unui comparator de fază. La intrarea comparatorului de fază avem semnalul de interogare și un semnal obținut prin detecția curentului (probă de curent) ce trece prin senzorul rezonant. Condiția de diferență de fază egală cu zero dintre faza tensiunii la electrozii senzorului rezonant și faza curentului prin senzor impune ca frecvența semnalului de interogare să fie egală cu frecvența de rezonanță serie. Prin măsurarea frecvenței semnalului de interogare cu un frecvențmetru digital, se implementează metoda clasică QCM de măsurare a unor mase extrem de mici depuse pe un electrod al senzorului rezonant în mediu lichid.

Invenția poate fi exploatată pentru realizarea unor aplicații specifice QCM în medii lichide cu aplicații în medicină, biologie și industria de profil.

Oscilatorul cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- asigură excitarea senzorului pe frecvența de rezonanță serie independent de rezistența moțională aparentă indusă de proprietățile mecanice (elasticitate) ale eșantionului depus pe un electrod sau de mediul de lucru;
- implementarea oscilatorului cu interogare pasivă apelează la componente electronice standardizate cu implicații benefice asupra prețului de cost;
- permite implementarea simplificată a unor aplicații specifice QCM prin intermediul unui frecvențmetru digital sau a unui instrument virtual;

- determină o simplificare a procesării și interpretării datelor experimentale prin măsurarea directă a frecvenței de rezonanță serie într-o abordare pasivă a senzorului rezonant.

Se dă, în continuare, un exemplu de aplicare a invenției, și în acest sens fig. 1, 2 reprezintă:

- fig. 1, schema bloc a oscilatorului cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant;
- fig. 2, răspunsul dinamic al senzorului rezonant în funcție de rezistența moțională aparentă.

Oscilatorul cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant, conform invenției, (fig. 1) asigură interogarea senzorului rezonant (1) la frecvența de rezonanță serie prin intermediul unei probe de curent (2) cu rol de detector; semnalul rezultat este amplificat (3) și aplicat pe una din intrările comparatorului de fază (4); semnalul de interogare este aplicat și la comparatorul de fază ca semnal de referință și asigură la ieșirea integratorului (5) o tensiune proporțională cu diferența de fază dintre faza tensiunii la electrozii senzorului rezonant și faza curentului ce trece prin senzorul rezonant. Tensiunea de la ieșirea integratorului (5) este aplicată la intrarea unui oscilator controlat în tensiune (6) care generează un semnal de interogare de frecvență egală cu frecvența de rezonanță serie a senzorului. Realizarea condiției ca frecvența semnalului de interogare să fie egală cu frecvența serie de rezonanță a senzorului este indicată de semnalul (8) ce poate fi utilizat pentru autorizarea măsurării frecvenței semnalului de interogare de la ieșirea amplificatorului (7).

Condiția de diferență de fază egală cu zero dintre faza tensiunii și a curentului prin senzorul rezonant impune ca frecvența semnalului generat de VCO să fie egală cu frecvența de rezonanță serie a senzorului (fig. 2). Simularea parametrică realizată în PSPICE (fig. 2) funcție de rezistența moțională aparentă care se adaugă rezistenței interne, R_m , a unui cristal de cuarț (10 MHz) pentru valori de până la 10 K Ω confirmă robustețea conceptului de oscilator cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant. Blocurile (4) și (6) sunt parte componentă a circuitului (9) integrat 74HC(T)4046 sau 74HC(T)7046. Frecvența semnalului de interogare generat de VCO este măsurată cu un frecvențmetru digital sau un instrument virtual prin intermediul unui amplificator (7).

Revendicări

1. Oscilatorul cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant (fig. 1) caracterizat prin aceea că utilizează un cristal de cuarț numit senzor rezonant (1) și o probă de curent (2) urmată de un amplificator (3), la ieșirea căruia este un comparator de fază (4), unde este aplicat și semnalul de la ieșirea (6) unui oscilator controlat în tensiune (VCO) de către semnalul integrat (5) de la ieșirea comparatorului de fază.
2. Metoda de măsurare a frecvenței de rezonanță serie pentru un senzor rezonant, în conformitate cu revendicarea 1, caracterizată prin aceea că utilizează semnalul de la ieșirea unui VCO (6) prin intermediul unui amplificator (7).
3. Oscilatorul cu interogare pasivă pentru un senzor rezonant (fig. 1, 2), în conformitate cu revendicarea 1 și 2, caracterizat prin aceea că asigură măsurarea frecvenței de rezonanță serie pentru un senzor rezonant în cazul unor valori mari ale rezistenței motionale aparente, prin compararea fazei (4) dintre tensiunea la electrozi cu faza curentului ce trece prin senzorul rezonant și controlul unui VCO (6) prin tensiunea de la ieșirea integratorului (5).

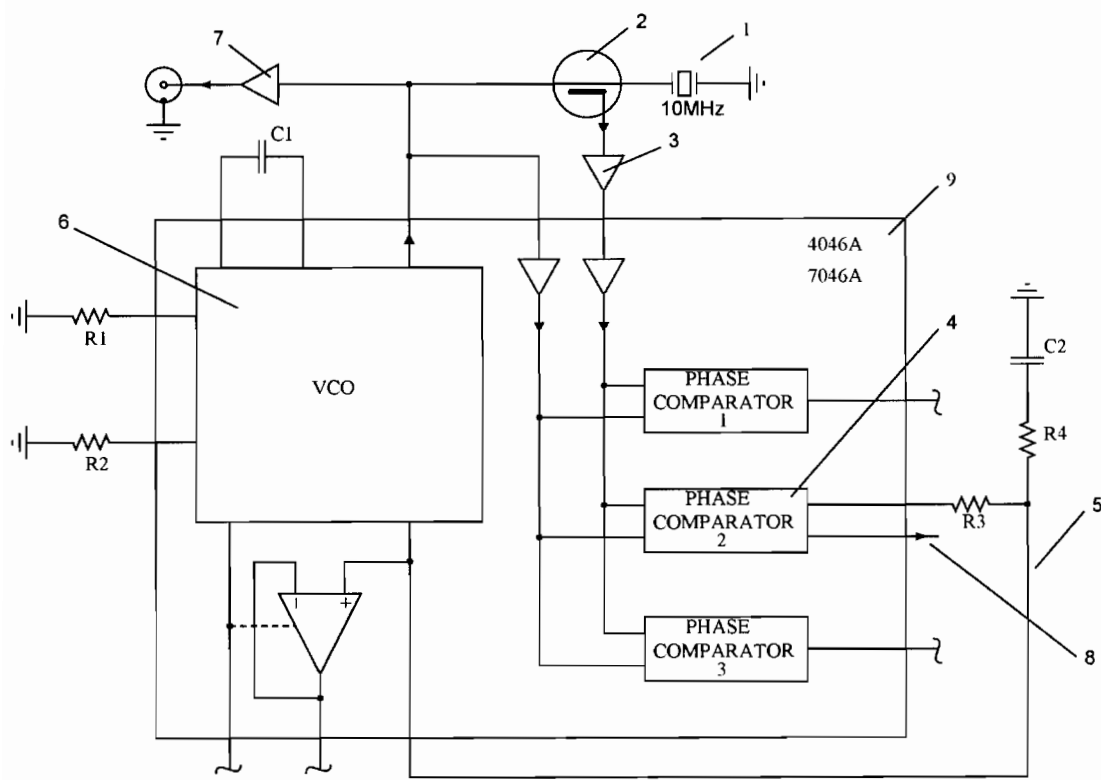


Fig. 1

[Handwritten signature]
Tuygga

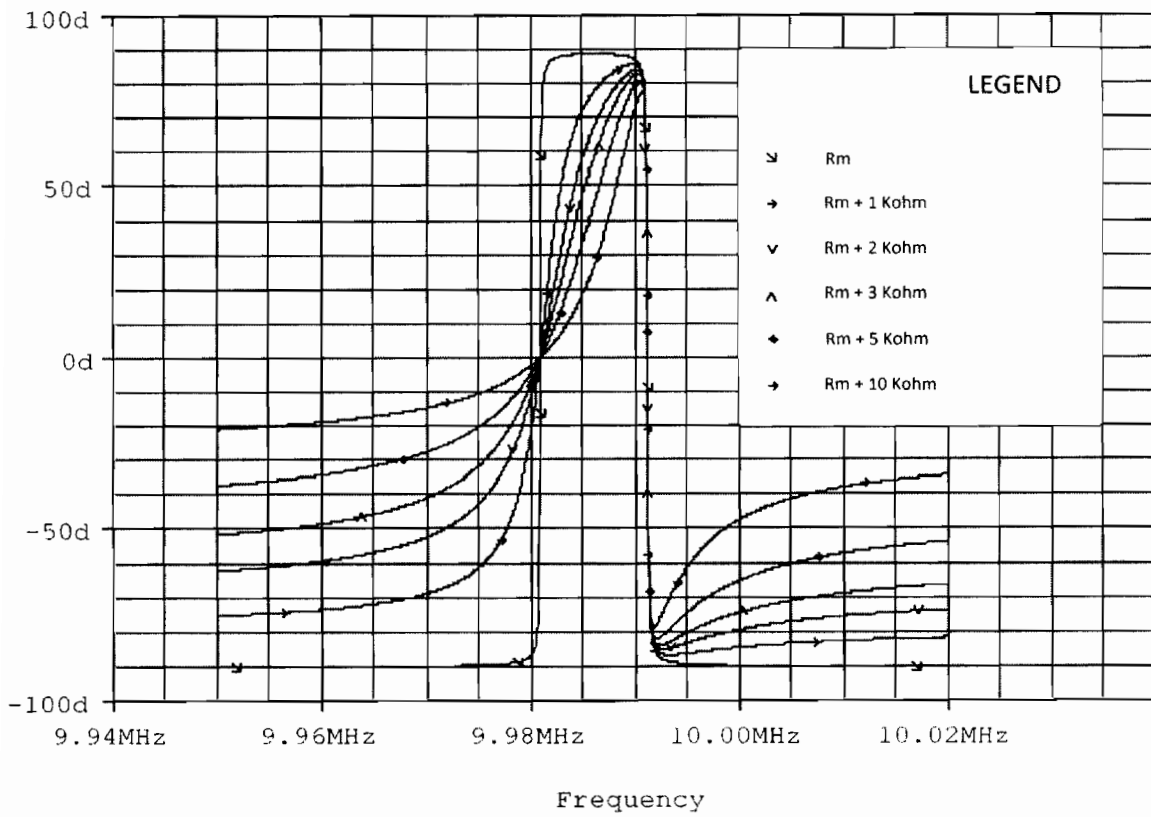


Fig. 2

[Handwritten signature]
1/10 Paper
Tomy ap