



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00300**

(22) Data de depozit: **05.04.2011**

(41) Data publicării cererii:
30.10.2012 BOPI nr. 10/2012

(71) Solicitant:
• 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.2B,
BL. A14 C, SC.6, ET.3, AP.86, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) MAGNETOMETRU

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un magnetometru protonic cu citire directă, care măsoară intensitatea câmpului magnetic terestru. Magnetometrul conform invenției are în componență un oscilator (A) realizat dintr-un circuit integrat (CI 10-1, CI 10-2, CI 9), și un rezonator cu cuarț cu o frecvență de 1MHz, în legătură cu care sunt montate niște circuite integrate (CI 7-1, CI 7-2, CI 7-3 și CI 7-4), un rezistor (R1) și un condensator (C1), semnalul produs de oscilator (A) fiind transmis unui circuit integrat (CI-11) care stabilește momentul de start și de stop al procesului de numărare de către un numărător (B) format din niște circuite integrate (CI 1, CI 2, CI 3, CI 4 și CI 5), a impulsurilor venite la intrare (T_o), care apoi trimite semnale logice "1" pe ieșirile sale, reprezentând codificat durata timpului de poartă necesar unei citiri directe; când aceste impulsuri de la ieșirea numărătorului (B) îndeplinesc condiția de "1" logic simultan, se determină un semnal la ieșirea circuitelor integrate (CI11, CI12, CI13, CI14 și CI15), semnal care comandă bascularea unui circuit (CI - 11) care generează astfel semnalul de stop al numărării, acest semnal fiind preluat de niște circuite integrate (CI 8-1, CI 8-2), care opresc trecerea spre un frecvențimetru a semnalului de precesie protonică primit pe o intrare (T_s); semnalul primit pe intrare (T_c) inițiază procesul de numărare a impulsurilor primite de la oscilator (A), iar impulsul de pe intrare (T_r) realizează resetarea circuitelor după fiecare ciclu de numărare.

Revendicări: 3
Figuri: 4

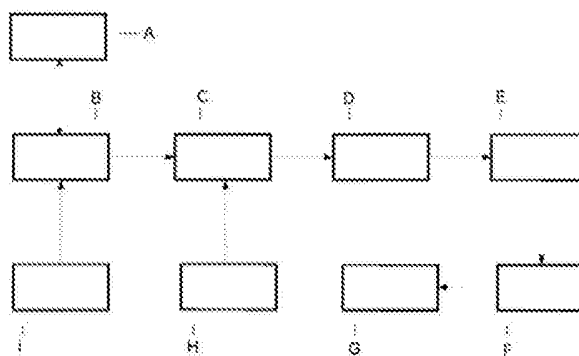
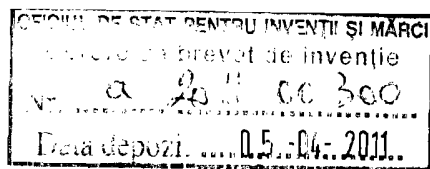


Fig. 1





MAGNETOMETRU

Invenția se referă la un magnetometru protonic cu citire directă, care măsoară intensitatea câmpului magnetic terestru.

Sunt cunoscute astfel de aparate care folosesc fenomenul de precesie nucleară pentru a măsura intensitatea câmpului magnetic terestru.

Un magnetometru protonic are în componență un senzor care este reprezentat de o bobină care în prima parte a ciclului de măsură polarizează atomii de hidrogen din volumul de apă care constituie miezul bobinei. După circa trei secunde se întrerupe brusc câmpul magnetic polarizant și se culege semnalul de precesie nucleară care este generat de momentele magnetice nucleare ale atomilor de hidrogen. Semnalul cules are o formă sinusoidală, este atenuat aperiodic, și are o durată de 1- 4 secunde funcție de natura lichidului. După ce este amplificat de către un amplificator selectiv, transformat în impulsuri și multiplicat în frecvență de către circuitele asociate, este apoi trimis la intrarea unui frecvențmetru pentru a se măsura frecvența semnalului. Între intensitatea câmpului magnetic terestru și frecvența semnalului de precesie nucleară este o relație biunivocă $\omega = \gamma B$ (unde γ este constanta giromagnetică a protonului egală cu $2,67513 \times 10^8 \text{ T}^{-1} \text{ s}^{-1}$). Metoda de a obține un magnetometru protonic cu citire directă constă în a realiza o durată a circuitului de poartă din componența frecvențmetrului, așa încât pe display-ul magnetometrului, numărul afișat compus din cinci cifre, să reprezinte tocmai valoarea inducției magnetice în unități de nanoTesla (nT). Dacă notăm cu N numărul format din cinci cifre afișat pe display-ul magnetometrului, acesta poate fi exprimat ca fiind un raport: $N = T_p / T_i$, unde T_p este durata timpului de poartă, iar T_i este perioada impulsurilor de la intrarea frecvențmetrului.

Putem exprima în continuare pe T_i funcție de frecvența semnalului de precesie protonică: $T_i = 1 / f_i = 1 / k_p f_p$, unde k_p este factorul de multiplicare al frecvenței de precesie realizat de un circuit specializat cu buclă de blocare a fazei, iar f_p este frecvența semnalului de precesie protonică. Putem exprima frecvența

semnalului de precesie funcție de câmpul B și constanta giromagnetică γ : $B = 2\pi f_p / \gamma$ deci: $f_p = B / k$ unde: $k = 2\pi / \gamma$ și are valoarea de 23,4875 nT/ Hz.

Înlocuind pe f_p în relația care exprimă frecvența T_i obținem:

$$T_i = k / k_p B.$$

În final pentru N numărul afișat pe display avem:

$$N = T_p k_p B / k$$

Acum punem condiția ca N, adică numărul afișat pe display, să reprezinte tocmai intensitatea inducției magnetice B (cu alte cuvinte magnetometrul să fie cu citire directă).

$$\text{Deci: } N = B$$

$$\text{Înlocuind avem: } B = T_p k_p B / k$$

În final obținem pentru durata timpului de poartă T_p formula:

$$T_p = k / k_p$$

În cazul concret $k = 23,4875$ și $k_p = 100$ obținem:

$$T_p = 0,234875 \text{ secunde}$$

Așadar, pentru a realiza un magnetometru protonic cu citire directă circuitul poartă din configurația frecvențmetrului trebuie să fie acționat de un impuls cu o durată de 0,234875 secunde.

Pentru a realiza acest lucru unii producători de magnetometre folosesc un rezonator din cuarț cu o frecvență bine definită (cunoscută cu precizie de un ordin de mărime mai mare decât precizia impusă de durata de timp T_p). Acest oscilator pilot cu o astfel de frecvență trebuie urmat de un circuit de divizare decadică a frecvenței pentru a se obține în final un impuls de durată calculată mai sus: $T_p = 0,234875$ secunde. De asemenea, fenomenul de îmbătrânire a cristalului de cuarț determină modificarea frecvenței de lucru a rezonatorului, ceea ce conduce la compromiterea acurateții de măsurare a magnetometrului.

Dezavantajul acestor aparate constă în faptul că pentru a realiza o măsurare directă, deci ca rezultatul măsurării să fie afișat în unități de câmp magnetic (nT), folosesc rezonatoare din cuarț având o frecvență de lucru extrem de precisă, cu cel puțin un ordin mai mare decât precizia magnetometrului care este de 10^{-5} . De pildă magnetometrul protonic tip V – 4937 produs de firma

VARIAN are în componența frecvențmetrului încorporat un cristal de cuarț cu frecvența de 136,243 KHz.

Aceste rezonatoare cu cuarț au preț ridicat, sunt obținute de la un producător specializat, doar la comandă, și au o frecvență de o valoare care nu se regăsește printre valorile standard, uzuale (1 MHz, 10 MHz, 22MHz, etc.). În schimb, rezonatoarele cu valori de lucru standard se găsesc ușor pe piață, și sunt relativ ieftine.

De asemenea, un alt dezavantaj constă în fenomenul de îmbătrânire a cristalului de cuarț care determină modificarea frecvenței de lucru a rezonatorului, ceea ce conduce în final, la compromiterea acurateții de măsurare a magnetometrului.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția revendicată, constă în realizarea posibilităților de corecție în timp real a unor eventuale erori datorate uzurii în timp a rezonatorului.

Magnetometrul, conform invenției, înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că are în componență un oscilator, realizat dintr-un circuit integrat, și un rezonator cu cuarț cu o frecvență de 1 MHz, în legătură cu care sunt montate niște circuite integrate un rezistor și un condensator, iar semnalul produs de oscilator este transmis unui circuit integrat care stabilește momentul de start și de stop al procesului de numărare de către numărătorul format din niște circuite integrate a impulsurilor venite la intrarea T_0 , care apoi trimite semnale logice 1 pe ieșirile sale reprezentând codificat durata timpului de poartă necesar unei citiri directe, când aceste impusuri de la ieșirea numărătorului îndeplinesc condiția de 1 logic simultan, se determină un semnal la ieșirea circuitului integrat, semnal care comanda bascularea unui circuit care generează astfel semnalul de stop a numărării, acest semnal este preluat de niște circuite integrate care opresc trecerea spre frecvențmetru a semnalului de precesie protonică primit pe intrarea T_S . Semnalul primit pe intrarea T_C inițierea procesului de numărare a impulsurilor primite de la oscilator, iar impulsul de pe intrarea T_r realizează resetarea circuitelor după fiecare ciclu de numărare.

Un alt obiectiv al magnetometrului conform invenției revendicate constă în aceea că are în componență un oscilator realizat dintr-un circuit integrat și un rezonator cu cuarț Q cu o frecvență de 1,5 MHz, în legătură cu care sunt montate niște circuite integrate, care asigură transmiterea impulsurilor de la oscilator spre un numărator care este în legătură cu un circuit integrat care produce la ieșire un semnal logic 1 în momentul când toate intrările sale sunt în 1 logic, adică atunci când a fost sintetizat timpul de poartă cu o durată necesară citirii directe. Impulsul de la ieșirea unui circuit integrat oprește numărarea impulsurilor și de asemenea produce stoparea trecerii semnalului de precesie protonică spre frecvențmetrul aparatului. Semnalul T_C primit de la programator stabilește momentul de start al porții frecvențmetrului și în același moment validează momentul de start al numărării impulsurilor de la oscilatorul cu cuarț, iar impulsul primit pe intrarea R realizează resetarea circuitelor după fiecare ciclu de numărare.

Un alt obiectiv al magnetometrului conform invenției revendicate constă în aceea că are în componență un ceas intern, cu frecvența de 20 MHz, în legătură cu un microcontroler, și niște butoane montate în legătura cu niște rezistoare și condensatoare care pot modifica lățimea impulsurilor de la ieșire, care în urma apariției unui impuls scurt T_{ir} pe intrarea de intrerupere externă a microcontrolerului acesta modifică nivelul semnalului de ieșire din 0 logic în 1 logic și execută o rutină de numărare care e făcută special pentru a realiza timpul impus prin proiectare a duratei timpului de poartă de 0,234875 secunde pentru frecvențmetrul incorporat, așa încât să se realizeze afișarea directă a intensității câmpului geomagnetic. După scurgerea timpului prevăzut pentru durata timpului de poartă, nivelul semnalului de ieșire revine la zero și se încheie un ciclu de măsurare. Informația binară care prin prelucrare comandă durata impulsului de ieșire este stocată în memoria EEPROM a microcontrolerului. În caz de necesitate, operații de calibrare sau recalibrare, această informație poate fi modificată, prin rutine care interpretează apăsarea unor butoane.

Magnetometrul, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- având în componență un circuit de sinteză a duratei timpului de poartă, fenomenul de îmbătrânire a rezonatorului cu cuarț, care determină pierderea acurateții magnetometrului, nu impune schimbarea rezonatorului
- se poate interveni în circuitul de sinteză al duratei de timp a circuitului de poartă a frecvențmetrului, așa încât să se obțină aceeași valoare, egală cu cea rezultată din calcul; se prezervă în acest mod acuratețea magnetometrului fără a fi necesară înlocuirea rezonatorului
- siguranță în funcționare
- fiabilitate relativ ridicată

Se dau în continuare trei exemple de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...4, care reprezintă:

- fig.1, schema bloc a unui magnetometru protonic conform invenției;
- fig.2, schema circuitului de sinteză a timpului de poartă;
- fig.3, schema circuitului de sinteză a timpului de poartă într-o altă variantă constructivă;
- fig.4, schema circuitului de sinteză a timpului de poartă într-o altă variantă constructivă;

Magnetometrul protonic, conform invenției, este alcătuit dintr – un bloc A, senzorul magnetic, reprezentat de o bobină care în prima parte a ciclului de măsură, polarizează atomii de hidrogen din volumul de apă care constituie miezul bobinei, care este în legătură cu un bloc B numit comutatorul de putere. Semnalul cules de senzorul magnetic este preluat de un bloc C, care este un amplificator selectiv, în legătură cu blocul D, un circuit specializat cu buclă de blocare a fazei (PLL), care transformă semnalul analogic în formă digitală și asigură multiplicarea frecvenței semnalului. Blocul D este conectat un blocul E care reprezintă un frecvențmetru numeric, care la rândul lui este în legătură cu blocul G, afișajul magnetometrului. Blocul H conține circuitele care asigură acordul magnetometrului

pe frecvența semnalului de precesie protonică, iar blocul I este bateria de alimentare cu energie electrică.

În blocul E care reprezintă frecvențmetrul aparatului în locul circuitului care realizează impulsul circuitului de poartă cu o durată bine definită de 0,234875 secunde, este folosit un circuit de sinteză a duratei impulsului de poartă care, conform invenției, într-un prim exemplu de realizare constructivă, constă dintr-un oscilator A, realizat dintr-un circuit integrat CI 10 -1, CI 10 -2, CI 9 , și un rezonator cu cuarț Q cu o frecvență de 1 MHz, în legătură cu care sunt montate niște circuite CI 7 – 1, CI 7-2, CI 7- 3 și CI 7 – 4 ,un rezistor R1 și un condensator C1. Semnalul produs de oscilatorul A este transmis unui circuit integrat CI – 11 care stabilește momentul de start și de stop al procesului de numărare de către un numărător B format din circuitele integrate CI 1, CI 2 ,CI 3, CI 4, CI 5, a impulsurilor venite la intrarea T_O, care trimite semnale logice 1 pe ieșirile sale reprezentând, codificat, durata timpului de poarta necesar unei citiri directe. Aceste impulsuri de la ieșirea numărătorului când îndeplinesc condiția de 1 logic simultan, determină un semnal de comandă la ieșirea circuitului CI-6 , semnal care comandă bascularea circuitului CI – 11, care generează astfel semnalul de stop a numărării. Acest semnal este preluat de către circuitele CI8 -1 , CI 8-2 care opresc trecerea spre frecvențmetru a semnalului de precesie protonică primit pe intrarea T_S. Semnalul primit pe intrarea T_C inițiază procesul de numărare a impulsurilor primite de la oscilatorul A, iar impulsul de pe intrarea T_r realizează resetarea circuitelor după fiecare ciclu de numărare.

Magnetometrul protonic, conform invenției, este alcătuit dintr – un bloc A, senzorul magnetic, reprezentat de o bobină care în prima parte a ciclului de măsură polarizează atomii de hidrogen din volumul de apă care constituie miezul bobinei, care este în legătură cu un bloc B numit comutatorul de putere. Semnalul cules de senzorul magnetic este preluat de un bloc C care este un amplificator selectiv, în legătură cu blocul D, un circuit specializat cu buclă de blocare a fazei (PLL), care transformă semnalul analogic în formă digitală și asigură multiplicarea

frecvenței semnalului. Blocul D este conectat un blocul E care reprezintă un frecvențmetru numeric, care la rândul lui este în legătură cu blocul G, afișajul magnetometrului. Blocul H conține circuitele care asigură acordul magnetometrului pe frecvența semnalului de precesie protonică, iar blocul I este bateria de alimentare cu energie electrică.

În blocul E care reprezintă frecvențmetrul aparatului în locul circuitului care realizează impulsul circuitului de poartă cu o durată bine definită de 0,234875 secunde, este folosit un circuit de sinteză a duratei impulsului de poartă care, conform invenției, într-un altă variantă de realizare constructivă, are în componență un oscilator A, realizat dintr-un circuit integrat CI 1-1 și un rezonator cu cuarț Q cu o frecvență de 1,5 MHz, în legătură cu care sunt montate circuitele integrate CI 1 – 2, CI 2 -1, CI 1- 3, care asigură transmiterea impulsurilor de la oscilator spre număratorul format din circuitele CI 3, CI 4, care este în legătură cu circuitul CI 5 care produce la ieșire un semnal logic 1 în momentul când toate intrările sale sunt în 1 logic adică atunci când a fost sintetizat timpul de poarta cu o durată necesară citirii directe. Impulsul de la ieșirea circuitului C I -5 oprește numărarea impulsurilor și de asemenea produce stoparea trecerii semnalului de precesie protonică spre frecvențmetrul aparatului. Semnalul T_c primit de la programator stabilește momentul de start al porții frecvențmetrului și în același moment validează momentul de start al numărării impulsurilor de la oscilatorul cu cuarț A, iar impulsul primit pe intrarea R realizează resetarea circuitelor după fiecare ciclu de numărare.

Magnetometrul protonic, conform invenției, este alcătuit dintr – un bloc A , senzorul magnetic, reprezentat de o bobină care în prima parte a ciclului de măsură polarizează atomii de hidrogen din volumul de apă care constituie miezul bobinei, care este în legatură cu un bloc B numit comutatorul de putere. Semnalul cules de senzorul magnetic este preluat de un bloc C care este un amplificator selectiv în legatură cu blocul D, un circuit specializat cu buclă de blocare a fazei (PLL), care transformă semnalul analogic în formă digitală și asigură multiplicarea frecvenței semnalului. Blocul D este conectat un blocul E care reprezintă un frecvențmetru numeric, care la rândul lui este în legătură cu blocul G, afișajul

magnetometrului. Blocul H conține circuitele care asigură acordul magnetometrului pe frecvența semnalului de precesie protonică, iar blocul I este bateria de alimentare cu energie electrică.

În blocul E care reprezintă frecvențmetrul aparatului, în locul circuitului care realizează impulsul circuitului de poartă cu o durată bine definită de 0,234875 secunde, este folosit un circuit de sinteză a duratei impulsului de poartă care, conform invenției, într-un alt exemplu de realizare constructivă, are în componență un circuit CI 1, ceasul intern, cu frecvența de 20 MHz, în legătură cu un circuit CI 2, numit microcontroler, și butoane S1, S2 montate în legătura cu rezistoarele R2, R3 și condensatoarele C3, C4 care pot modifica lățimea impulsurilor de la ieșire, care în urma apariției unui impuls scurt T_{ir} pe intrarea de intrerupere externă a microcontrolerului CI 2, acesta modifică nivelul semnalului de ieșire din 0 logic în 1 logic și execută o rutină de numărare care este făcută special pentru a realiza valoarea impusă prin proiectare a duratei timpului de poarta de 0,234875 secunde pentru frecvențmetrul încorporat, așa încât să se realizeze afișarea directă a intensității câmpului geomagnetic. După scurgerea timpului prevăzut pentru durata timpului de poarta, nivelul semnalului de ieșire revine la zero și se încheie un ciclu de măsurare. Informația binară care prin prelucrare comandă durata impulsului de ieșire este stocată în memoria EEPROM a microcontrolerului.

În caz de necesitate, operații de calibrare sau recalibrare, această informație poate fi modificată, prin rutine care interpretează apăsarea butoanelor S1, S2.

REVENDICĂRI

1. Magnetometru conform invenției, realizează o măsurare cu citire directă a intensității câmpului magnetic terestru, **caracterizat prin aceea că** are în componență un oscilator (A), realizat dintr-un circuit integrat (CI 10 -1, CI 10 -2, CI 9), și un rezonator cu cuarț cu o frecvență de 1 MHz , în legătură cu care sunt montate niște circuite integrate (CI 7 – 1, CI 7-2, CI 7- 3 și CI 7 – 4) un resistor (R1) și un condensator (C1), iar semnalul produs de oscilator (A) este transmis unui circuit integrat (CI – 11) care stabilește momentul de start și de stop al procesului de numărare de către numărătorul (B) format din niște circuite integrate (CI 1, CI 2 ,CI 3, CI 4, CI 5), a impulsurilor venite la intrarea T_O , care apoi trimite semnale logice 1 pe ieșirile sale reprezentând codificat durata timpului de poarta necesar unei citiri directe, când aceste impusuri de la ieșirea numărătorului îndeplinesc condiția de 1 logic simultan, se determină un semnal la ieșirea circuitului integrat, semnal care comanda bascularea unui circuit (CI – 11), care generează astfel semnalul de stop a numărării, acest semnal este preluat de niște circuite integrate (CI8 -1 ,CI 8-2) care care opresc trecerea spre frecvențmetru a semnalului de precesie protonică primit pe intrarea T_S . Semnalul primit pe intrarea T_C inițierea procesului de numărare a impulsurilor primite de la oscilator (A), iar impulsul de pe intrarea T_r realizează resetarea circuitelor după fiecare ciclu de numărare.

2. Magnetometru conform revendicării 1, realizează o măsurare cu citire directă a intensității câmpului magnetic terestru, **caracterizat prin aceea că** are în componență , un oscilator (A) realizat dintr-un circuit integrat (CI 1-1) și un rezonator cu cuarț Q cu o frecvență de 1,5 MHz, în legătură cu care sunt montate niște circuite integrate (CI 1 – 2, CI 2 -1, CI 1- 3), care asigură transmiterea impulsurilor de la oscilator spre un numărator (CI 3, CI 4), care este în legătură cu

un circuit integrat (CI 5) care produce la ieșire un semnal logic 1 în momentul când toate intrările sale sunt în 1 logic, adică atunci când a fost sintetizat timpul de poartă cu o durată necesară citirii directe. Impulsul de la ieșirea unui circuit integrat (CI 5) oprește numărarea impulsurilor și de asemenea produce stoparea trecerii semnalului de precesie protonică spre frecvențmetrul aparatului. Semnalul T_C primit de la programator stabilește momentul de start al porții frecvențmetrului și în același moment validează momentul de start al numărării impulsurilor de la oscilatorul cu cuarț (A), iar impulsul primit pe intrarea R realizează resetarea circuitelor după fiecare ciclu de numărare.

3. Magnetometrul conform revendicării 1, realizează o măsurare cu citire directă a intensității câmpului magnetic terestru, **caracterizat prin aceea că** are în componență un ceas intern (C1), cu frecvența de 20 MHz, în legătură cu un microcontroller (CI 2), și niște butoane (S1, S2) montate în legătură cu niște rezistoare (R2, R3) și condensatoare (C3, C4) care pot modifica lățimea impulsurilor de la ieșire, care în urma apariției unui impuls scurt T_{ir} pe intrarea de intrerupere externă a microcontrolerului (CI 2), acesta modifică nivelul semnalului de ieșire din 0 logic în 1 logic și execută o rutină de numărare care e făcută special pentru a realiza timpul impus prin proiectare a duratei timpului de poartă de 0,234875 secunde pentru frecvențmetrul incorporat, așa încât să se realizeze afișarea directă a intensității câmpului geomagnetic. După scurgerea timpului prevăzut pentru durata timpului de poartă, nivelul semnalului de ieșire revine la zero și se încheie un ciclu de măsurare. Informația binară care prin prelucrare comandă durata impulsului de ieșire este stocată în memoria EEPROM a microcontrolerului. În caz de necesitate, operații de calibrare sau recalibrare, această informație poate fi modificată, prin rutine care interpretează apăsarea unor butoane.

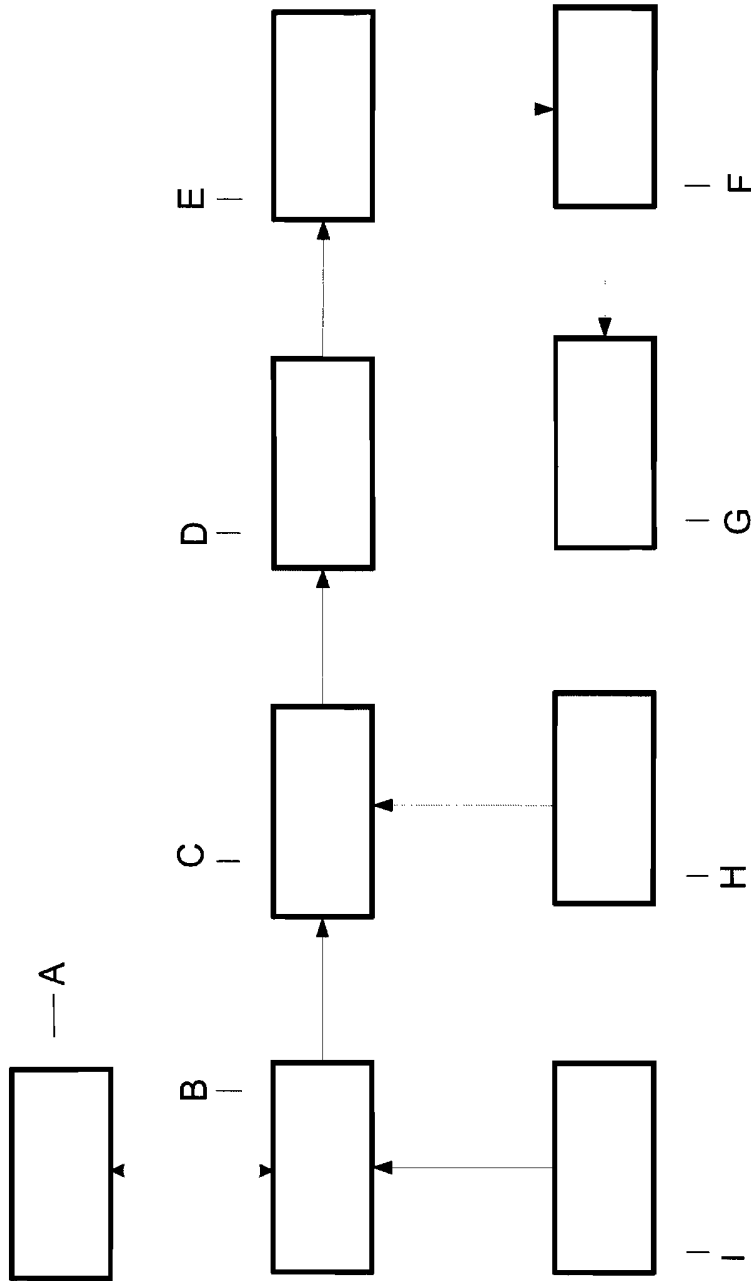


Fig. 1

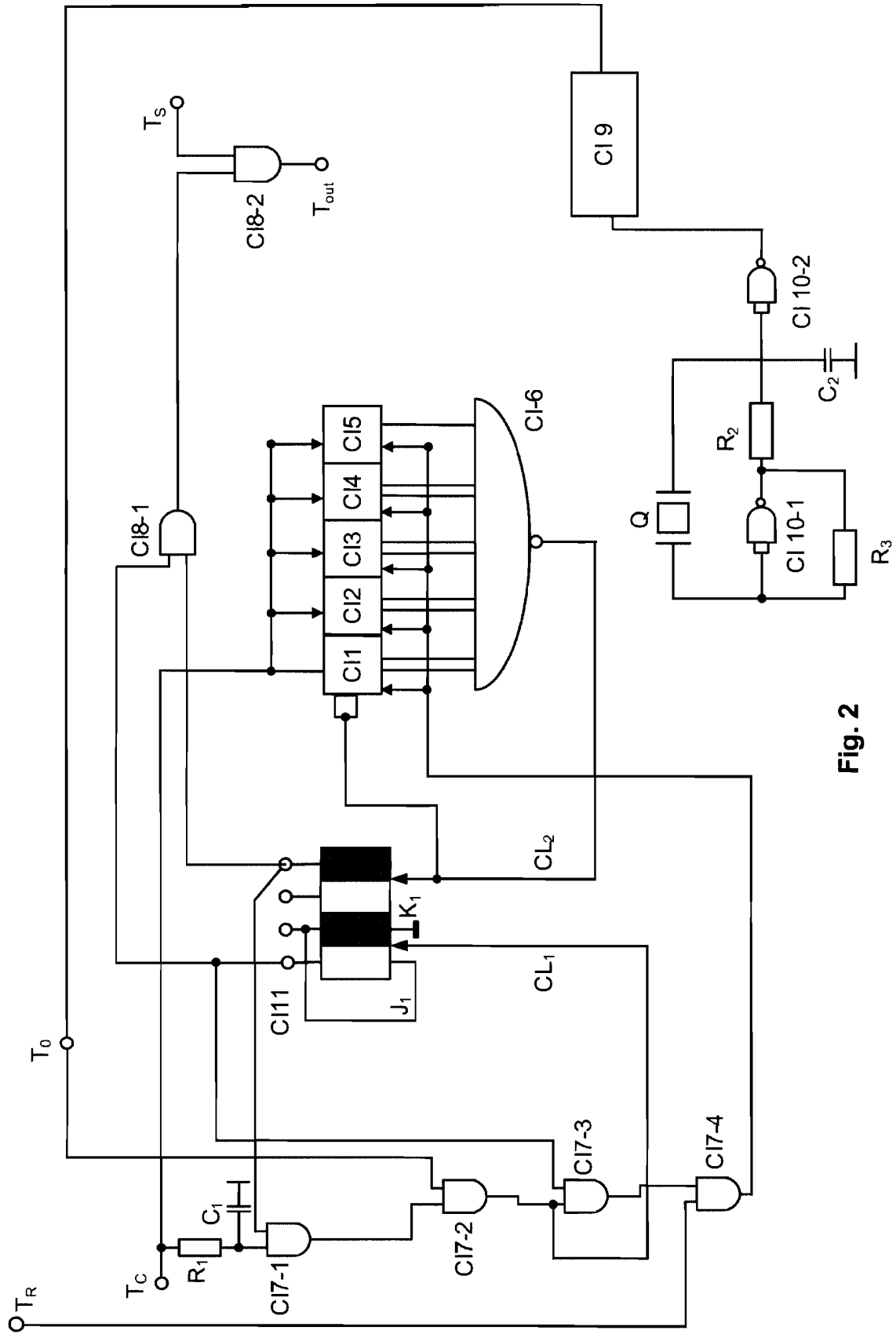


Fig. 2

A

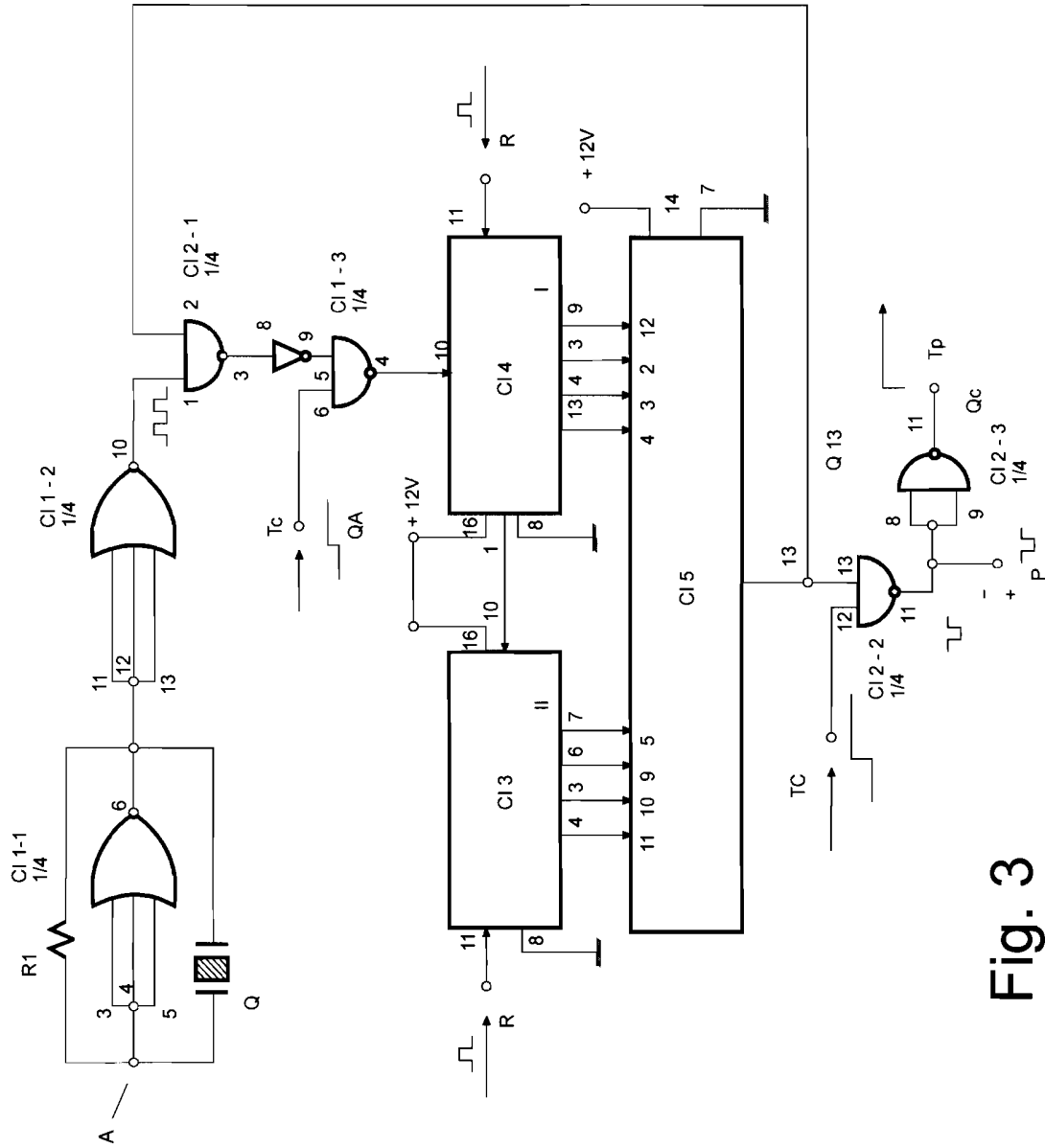


Fig. 3

