

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00193

(22) Data de depozit: 03.03.2011

(41) Data publicării cererii:
28.09.2012 BOPI nr. 9/2012

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "ȘTEFAN CEL MARE"
DIN SUCEAVA, STR. UNIVERSITĂȚII NR. 13,
SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:
• MILICI LAURENȚIU DAN,
STR. GHEORGHE MIHUȚĂ NR. 2A, CASA 4,
SAT LISAUURA, COMUNA IPOTEȘTI, SV,
RO;

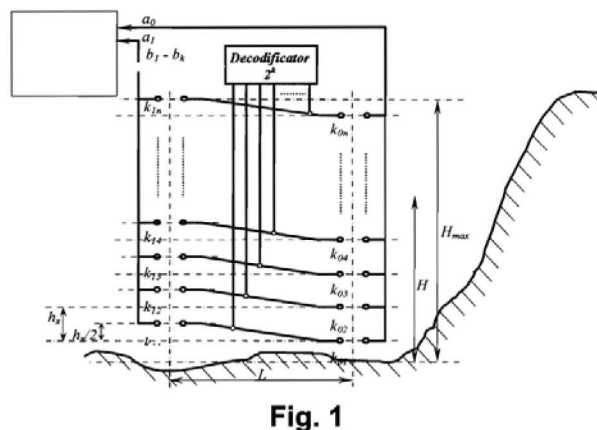
• MILICI MARIANA RODICA,
STR. GHEORGHE MIHUȚĂ NR. 2A, CASA 4,
SAT LISAUURA, COMUNA IPOTEȘTI, SV,
RO;
• NIȚAN ILIE, STR. PRINCIPALĂ,
CASA 428, ILIȘEȘTI, SV, RO;
• RAȚĂ MIHAI, BD. GEORGE ENESCU
NR. 2, BL. 7, SC. D, AP. 13, ET. 4, SUCEAVA,
SV, RO;
• DAVID CRISTINA,
ȘOS. ȘERBAN RUSU ARBORE NR. 2,
BL. A2, ET. 3, AP. 13, SUCEAVA, SV, RO;
• CERNOMAZU DOREL, STR. RAHOVEI
NR. 3, BL. 3, SC. J, AP. 325, ROMAN, NT,
RO

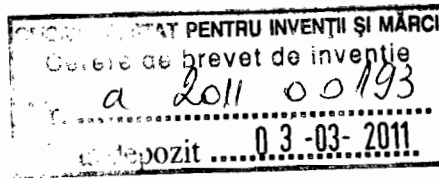
(54) SENZOR DIGITAL CONFIGURABIL DE NIVEL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor capacitiv digital, configurabil, de nivel, destinat măsurării nivelului de lichid în diverse recipiente, iazuri, lacuri și acumulări hidrotehnice. Senzorul conform invenției este alcătuit din două sisteme distincte de contacte ce măsoară individual nivelul lichidului, situate la o distanță (L) între ele, un decodificator și un echipament numeric de calcul, ce compară semnalele sosite de la cele două sisteme și permite afișarea valorilor, fiecare dintre aceste sisteme fiind format dintr-un număr (n) de perechi de contacte ($k_{01}...k_{0n}$, $k_{11}...k_{1n}$) poziționate pe verticală, la o distanță (h_x) între ele, care poate fi diferită între perechi succesive de contacte, și care acoperă în întregime o înălțime maximă (H_{max}) a lichidului ce poate fi măsurată, iar între contactele de același rang i (k_{0i} , k_{1i}), situate pe coloane diferite, este o diferență de nivel egală cu jumătate dintr-o distanță (h_x).

Revendicări: 1
Figuri: 2





SENZOR DIGITAL CONFIGURABIL DE NIVEL

Invenția se referă la un senzor destinat măsurării nivelului de lichid în recipiente diverse, iazuri și lacuri naturale sau artificiale.

În scopul măsurării nivelului unui lichid în lacuri și iazuri, sunt cunoscuți senzori analogici ce are la bază un plutitor, deplasarea pe verticală a acestuia fiind transformată în semnal electric prin intermediul unui traductor de deplasare [1]. Tot în vederea măsurării nivelului în lacuri se folosesc senzori ce funcționează pe principiul vaselor comunicante în care lichidul se ridică la același nivel în toate ramurile vasului [2]. Aceste variante, deși simple, au dezavantajul unei precizii scăzute. Totodată variațiile de temperatură conduc la o modificare a indicațiilor senzorilor descriși anterior (prin modificarea proprietăților electrice a unor materiale cu temperatura) iar la temperaturi de îngheț aceștia sunt chiar inoperabili datorită podurilor de gheață formate sau blocării elementelor mecanice ale senzorului.

Senzorii digitali de nivel cunoscuți au la bază evaluarea unei capacități electrice sau a unei rezistențe electrice ce se modifică în trepte. Acești senzori sunt utilizați în special în automatizări, pentru controlul nivelului în rezervoare. Există și variante de senzori digitali care măsoară nivelul în recipiente deschise [3]. Principalul dezavantaj al acestor senzori, fiind vorba de măsurări a nivelului în acumulări de apă din zone deschise, naturale, îl constituie faptul că eventualele suspensii, impurități sau obiecte (crengi, frunze, gunoaie) ce plutesc la suprafața lichidului a cărui nivel se măsoară sau podurile de gheață, pot conduce la indicații eronate ale senzorilor atunci când nivelul se modifică și impuritățile rămân în contact cu senzorul. Alt dezavantaj important îl constituie fiabilitatea scăzută, datorată numărului mare de fire electrice ce compun senzorul și care pot fi intrerupte în momentul funcționării datorită mediului agresiv în care lucrează, rezultând astfel indicații greșite ale senzorului. Pentru variații în limite largi ale nivelului măsurat eroarea nu poate fi evaluată, ea putând lua valori într-un interval ce poate coincide chiar cu domaniul de măsură al senzorului.

Există un model de senzor digital de nivel folosit pentru măsurări în lacuri și iazuri de acumulare [4] ce are rezoluția de măsură fixată prin construcție.

Problema tehnică propusă elimină dezavantajele soluțiilor prezentate anterior prin aceea că permite măsurarea nivelului prin procedee numerice, rezoluția pe verticală a măsurătorii poate fi modificată în funcție de cerințele tehnologice, iar prin construcția sa simplă conduce la o fiabilitate sporită și la eliminarea erorilor datorate fenomenului de îngheț sau a eventualelor altor obiecte plutitoare ce pot ajunge în zona acestuia.

Senzorul digital configurabil de nivel (figura 1) este realizat din două sisteme distincte de perechi de contacte (k_0 respectiv k_1), a căror poziție pe verticală poate fi stabilită de utilizator, ce determină individual nivelul lichidului, semnalul provenit de la acestea (a_0 respectiv a_1) fiind comparat în vederea eliminării eventualelor indicații greșite ale unuia dintre ele datorită unor obiecte de deasupra nivelului măsurat (gunoaie, straturi de gheață, etc). Fiecare din aceste sisteme este format dintr-un număr egal de perechi de contacte poziționate pe verticală (la distanța h , reglabilă de utilizator în funcție de rezoluția dorită în măsurare) și care acoperă în întregime înălțimea maximă a lichidului din recipient. Cele două sisteme de contacte sunt poziționate pe verticală decalat (la distanța $h/2$) pentru a se mări rezoluția senzorului format și deci pentru a crește precizia acestuia. Contactele cu același rang de pe cele două sisteme sunt comandate consecutiv printr-un decodificator ce permite micșorarea numărului de legături electrice între microsistemul de calcul și senzor.

Microsistemul va comanda succesiv, pornind de jos contactele și va sesiza primele perechi de contacte aflate la suprafața lichidului pe unul din cele două sisteme. O astfel de pereche de contacte, la activarea de către decodificator, va transmite un semnal electric pe conexiunea a_i ($a = 0, 1$) către microsistemul de calcul numai dacă perechea de contacte se află sub nivelul lichidului (apa fiind bună conductoare de electricitate).

Prin analiza celor două semnale (a_0 respectiv a_1) microsistemul va sesiza rangul primului set de contacte aflat deasupra nivelului apei, va calcula și afișa nivelul prin înmulțirea rangului contactului detectat cu valoarea rezoluției contactelor de până la acel nivel și va începe o nouă evaluare prin comanda perechilor de senzori aflați la nivelul cel mai de jos ignorând astfel alte contacte, poziționate la nivele superioare, ce ar putea genera semnale parazite datorită gheții sau impurităților cu care sunt în contact.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- Eroarea maximă de măsură, în funcție de gradul de murdărie a lichidului, de natura lui, de eventualele alte obiecte conținute în lichid și cu care vine senzorul în contact, variază într-un interval ce poate fi precis calculat (dublul rezoluției senzorului care este $h/2$ conform figurii 1 și care depinde de nivelul maxim măsurat și de poziționarea contactelor),

- semnalul de ieșire al senzorului (fiind semnal digital) nu depinde de temperatura fluidului iar podurile de gheață ce se formează la suprafața lichidului nu modifică gama erorilor de măsură stabilită la proiectare,
- cu ajutorul senzorului se poate măsura nivelul lichidelor într-un interval mare de valori. Astfel, pe același principiu, se pot realiza senzori care să măsoare un nivel maxim de 5 cm sau un nivel maxim de 500 m,
- senzorul este digital deci ușor de depanat (simplitate constructivă) și nu are erori la transmiterea informației măsurate la distanță (fiind un senzor numeric), poate fi ușor conectat cu sisteme numerice de calcul,
- poate fi realizat în variantă fixă sau portabilă,
- distanța dintre perechile succesive de contacte poate fi modificată de utilizator în funcție de rezoluția dorită în diverse zone ale domeniului de măsură.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1 și 2, care reprezintă:

Fig. 1 – schema electrică de principiu ce stă la baza funcționării senzorului;

Fig. 2 – o variantă constructivă a senzorului pentru lacuri de acumulare.

Senzorul prezentat în figura 1 are la bază două sisteme distincte de contacte ce măsoară individual nivelul lichidului, situate la distanța L între ele, un decodificator și un echipament numeric de calcul ce permite și afișarea valorilor. Fiecare din sisteme este format dintr-un număr n de perechi de contacte ce pot fi poziționate de utilizator pe verticală la distanță h_x între ele (h_x ne fiind neapărat același între perechi succesive de contacte) și care acoperă în întregime înălțimea maximă ce poate fi măsurată a lichidului H_{max} . Între contactele de același rang i (k_{0i}, k_{1i}) situat pe coloane diferite este o diferență de nivel (decalaj pe verticală) de $h_x/2$.

Senzorul, conform invenției, funcționează astfel: prin intermediul porturilor numerice ale microsistemului de calcul ($b_l - b_k$), decodificatorul comandă succesiv contactele de pe un nivel începând cu contactele inferioare. Decodificatorul binar/zecimal activează la un moment dat o ieșire în funcție de codul numeric trimis de microsistemul de calcul, obținându-se astfel o reducere numărului de semnale electrice dintre microsistem și senzor (cu k semnale se pot activa 2^k linii distincte la ieșirea decodificatorului). Astfel, datorită conductibilității apei a cărei nivel se măsoară, la comanda unui contact se obține valoarea logică „1” pe liniile de reacție $a_{0,i}$. Dacă contactul comandat este situat deasupra nivelului apei (în aer) pe linia de reacție se va înregistra nivelul „0” logic, semnalul acesta reprezentând comanda de întrerupere a datelor

la intrarea decodicatorului și înregistrării rangului contactului situat deasupra nivelului măsurat. Măsurarea începe astfel de la nivelul inferior, corespunzător perechilor de contacte k_{01} respectiv k_{11} și continuă până ce microsistemul sesizează prin intermediul semnalelor de reacție a_0, a_1 , o pereche de contacte aflate în aer. Comanda succesivă a contactelor se realizează prin incrementarea unui registru a microcontrolerului. În momentul în care se sesizează o comandă pe unul din circuitele de reacție (semnal „0” logic pe una din liniile a_0, a_1), registrul microprocesorului a cărei valoare numerică este transmisă semnalelor $b_1 - b_k$ aplicate decodicatorului transferă valoarea sa (m) în memorie și se resetează. Pentru cazul în care perechile de contacte sunt poziționate la o distanță egală între ele h_x , nivelul H al apei în recipient este calculat cu relația:

$$H = m \cdot h_x + i \cdot h_x / 2 \quad (1)$$

unde H este nivelul măsurat al apei, m (între 0 și 2^k) numărul din registrul microcontrolerului în momentul în care se primește semnal pe circuitul de reacție (numărul de ordine al perechii de contacte), i este rangul circuitului de reacție pe care s-a înregistrat comanda (0 sau 1), $h_x/2$ este decalajul pe verticală dintre senzorii cu același grad pe cele două sisteme de contacte.

Numărul k de semnale pe portul de ieșire al microsistemului (rangul binar al numărului maxim ce va fi înregistrat în registrul de incrementare) se calculează după relația:

$$k = \left\lceil 1 + \log_2 \frac{H_{\max}}{2 \cdot \varepsilon} \right\rceil \quad (2)$$

unde ε este eroarea maximă dorită a se înregistra cu acest echipament de măsură ($\varepsilon = h_x/2$), parantezele având semnificația de calcul a părții întregi a valorii numerice din interior. De exemplu pentru a măsura un nivel maxim $H_{\max} = 100$ m cu o eroare maximă $\varepsilon = h_x/2 = 20$ cm, microsistemul va comanda decodicatorul pe 8 linii de semnal ($k = 8$).

În cazul în care o pereche de contacte situate imediat deasupra nivelului apei generează nivel logic „1” pe linia de comandă datorită gheții sau unui obiect plutitor, semnalul de oprire a procesului de măsurare va fi dat de contactul situat la nivelul imediat următor pe cealaltă coloană de contacte, eroare maximă de măsură fiind extinsă la $2\varepsilon = h_x$ fără a se depăși această valoare.

Se dă în continuare un exemplu de realizare practică a sistemului. Pentru a măsura nivelul într-un lac cu adâncimea maximă de $H_{\max} = 100$ m, cu o rezoluție de 10 cm se vor folosi 512 de perechi de contacte plasate la distanța de $h_x = 20$ cm pe fiecare coloană, decodicatorul fiind comandat prin 9 semnale ($b_1 - b_9$). Se va obține astfel o eroare de măsură

maximă de $\varepsilon = 10$ cm pentru o măsurare normală iar în cazul în care măsurarea este afectată de poduri de gheață sau gunoai ce vin în contact cu senzorul eroarea maximă va fi de 20 cm.

Pentru a mări rezoluția măsurării în anumite zone, de exemplu în zona nivelului superior al lacului în vederea evitării deversărilor, sau în zona inferioară în cazul lacurilor de acumulare, distanța dintre perechile de contacte poate fi modificată. Astfel, în zona în care este necesară o precizie sporită, perechile de contacte vor fi poziționate la distanță mai mică pentru a se obține erori mai mici în determinare. În acest caz, valoarea h_x va fi diferită pe înălțimea senzorului și va avea valori mai mici în zona în care măsurarea se impune cu o precizie mai mare, utilizatorul putând repositiona perechile de senzori pentru a-și personaliza sistemul de măsură. În cazul unui h_x diferit pe verticală, software-ul microsistemului va fi modificat deoarece relația de calcul a nivelului H nu va mai fi dată de expresia (1) ci va fi obținută tabelar prin identificarea automată a unei valori corespunzătoare rangului i din circuitul de reacție.

Pentru a realiza o depanare ușoară concomitent cu realizarea unei structuri rigide de susținere a sistemelor de senzori, se recomandă utilizarea unui tub (figura 2). Această variantă constructivă poate fi prevăzută și cu un sistem de încălzire electrică în anotimpul rece pentru a topi în zona contactelor podurile de gheață. Totodată această structură permite și curățarea ușoară a contactelor.

Senzorul descris poate fi utilizat în măsurarea nivelului apei sau a oricărui lichid conductor de electricitate cu deosebire în acumulări exterioare unde pot apare poduri de gheață în anotimpul rece, variații neașteptate a nivelului, obiecte ce plutesc la nivelul acestuia sau în interiorul lichidului și unde este necesară măsurarea cu o rezoluție crescută doar pe anumite porțiuni.

REVENDICĂRI

Senzor digital, configurabil de nivel, caracterizat prin aceea că este alcătuit din două sisteme distincte de contacte ce măsoară individual nivelul lichidului, situate la distanța (L) între ele, un decodificator și un echipament numeric de calcul ce compară semnalele sosite de la cele două sisteme și permite afișarea valorilor, fiecare din aceste sisteme fiind format dintr-un număr (n) de perechi de contacte poziționate pe verticală la distanța (h_x) între ele (h_x ne fiind neapărat același între perechi succesive de contacte) și care acoperă în întregime înălțimea maximă ce poate fi măsurată a lichidului (H_{max}), între contactele de același rang i (k_{0i} , k_{1i}) situate pe coloane diferite existând o diferență de nivel (decalaj pe verticală) de ($h_x/2$), obținându-se astfel un echipament de măsurare a nivelului lichidului la care sunt eliminate influențele legate de eventualele obiecte plutitoare sau gheața formată iar prin posibilitatea utilizatorului de a modifica distanța dintre perechile succesive de contacte se poate mări rezoluția măsurării în diverse zone de interes în intervalul maxim de măsură, precum și o simplificare constructivă a senzorului.

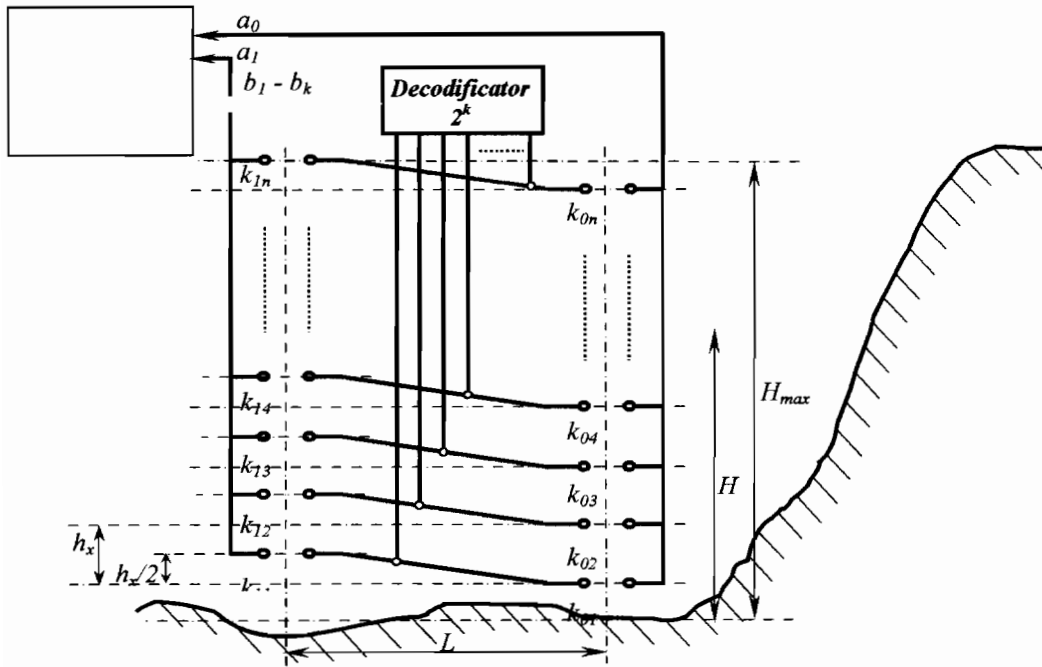


Figura 1. Senzor digital de nivel

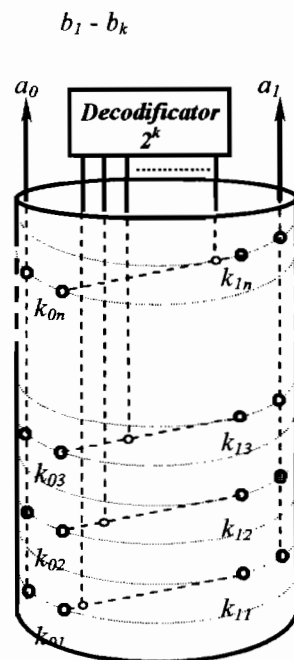


Figura 2. Variantă constructivă