



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00206**

(22) Data de depozit: **08.03.2013**

(41) Data publicării cererii:  
**30.09.2014** BOPI nr. 9/2014

(71) Solicitant:  
• **ASTI CONTROL S.A., CALEA PLEVNEI  
NR.139, CORP B, SECTOR 6, BUCUREȘTI,  
B, RO;**  
• **ASOCIAȚIA CENTRUL DE CERCETARE  
ȘI INDUSTRIE ÎN ROBOTICĂ,  
INFORMATICĂ INDUSTRIALĂ ȘI  
INGINERIA MATERIALELOR (CIMR),  
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR. 313,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **GRIGORE STAMATESCU,  
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR. 202H,  
BL. 2, AP. 44, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **POPESCU DAN,  
STR. ÎMPĂRATUL TRAIAN NR.5, BL.11,  
SC.1, AP.9, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B,  
RO;**  
• **SGÂRCIU VALENTIN,  
STR.MARCU MIHAELA RUXANDRA NR.5A,  
BL.107, SC.A, ET.6, AP.25, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO**

## (54) METODĂ ȘI DISPOZITIV ELECTRONIC DE EXTENSIE CU SENZORI DE GAZE ELECTROCHIMICI PENTRU NODURI SENZORIALE INTELIGENTE

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv electronic, destinate extinderii capacității de măsurare a unui nod inteligent de rețea senzorială fără fir, prin măsurarea simultană a dioxidului de carbon, ozonului și monoxidului de carbon în spații închise, cum ar fi clădiri rezidențiale, de birouri sau hale industriale. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-o placă cu circuite imprimate (1), pe care este integrat un microcontroler (2), un conector (3) pentru interfațarea semnalelor analogice la un nod de rețea, un bloc (4) de alimentare, un bloc (5) de comunicație serială și un bloc (6) de condiționare semnale, precum și niște senzori (7, 8 și 9) pentru măsurarea concentrației de dioxid de carbon, ozon și, respectiv, monoxid de carbon, care sunt amplasați pe niște socluri (10), pentru o înlocuire/reparație facilă, în care concentrațiile măsurate de senzori (7, 8 și 9) sunt transformate, prin intermediul blocului (6) de condiționare semnale, în tensiuni electrice compatibile cu intrările analogice ale microcontrolerului (2) care transformă semnalele primite în date compatibile cu nodul de rețea, și comandă modalitatea de achiziție și transmitere a datelor. Metoda conform invenției cu-

prinde o achiziție adaptivă a datelor, implementată în microcontroler, rata de achiziție fiind variabilă, în două trepte, și anume: "măsurare densă" și "măsurare continuă", în funcție de valorile de concentrație ale contaminanților investigați.

Revendicări: 3  
Figuri: 4

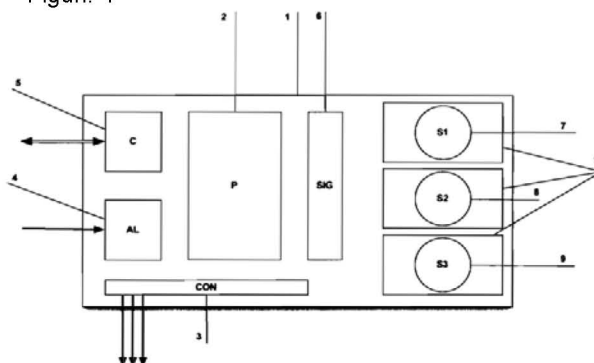


Fig. 1



## **Metodă și dispozitiv electronic de extensie cu senzori electrochimici de gaze, pentru noduri senzoriale inteligente de condiții de mediu**

Invenția se referă la o metodă și un dispozitiv electronic de extensie a unui modul de procesare/comunicație radio, de exemplu model Crossbow (actualmente Memsic), cu senzori de gaze electrochimici. Prin aceasta extensie se crează un nod senzorial wireless inteligent utilizat pentru detecția concentrației în aer a dioxidului de carbon, ozonului și monoxidului de carbon, în medii interioare (spații închise cum ar fi: clădiri rezidențiale, birouri sau hale industriale).

Modulul de procesare/comunicație radio este o variantă comercială, IRIS XM2110, care integrează un microprocesor Atmel 1281 cu un radio transceiver RF230 operând în banda de 2,4 GHz ISM. Poate funcționa ca transmitator sau ca router în rețea. Dispozitivul electronic se conectează la placa de bază și, împreună, devin un nod inteligent al unei rețele de senzori wireless.

Se știe că dioxidul de carbon în concentrații ridicate produce o diminuare a activității cerebrale umane și devine periculos în concentrații mari. De asemenea, ozonul în concentrații ridicate este un iritant al sistemului respirator. La randul lui, monoxidul de carbon, rezultat în urma arderii incomplete a materialelor organice, este un gaz foarte toxic, asfixiant.

Se cunosc următoarele realizări în domeniu pentru monitorizarea acestor contaminanți:

1. Un terminal mobil și o metodă de detecție a concentrației de ozon sunt cunoscute din **CN102523352 (A)**. Terminalul mobil este format din: afișaj, difuzor și o unitate de detecție a concentrației de ozon. Unitatea de detecție a concentrației de ozon conține un detector de ozon și un modul de conversie de date. Modulul de conversie de date are rolul de interfață între detectorul de ozon și afișajul sistemului.
2. Un dispozitiv wireless pentru alertare de incendiu cu senzori de monoxid de carbon, fum și temperatură este cunoscut din **CN102646310 (A)**. Dispozitivul are o structură modulară care include: unitate centrală, unitate de monitorizare monoxid de carbon, unitate de monitorizare a concentrației de fum, unitate de monitorizare a temperaturii ambientale, unitate de alertare opto-acustică și unitate indicare stare, interconectate. Acesta are un spectru de utilizare limitat fiind dezvoltat pentru aplicații de detecție a incendiilor în clădiri.

Problema tehnică pe care invenția își propune să o rezolve este aceea a extinderii capacității de măsurare a unui nod inteligent de rețea senzorială wireless, prin măsurarea simultană, cu un dispozitiv integrat, cu rezoluție spațială și temporală mare, a dioxidului de carbon, ozonului și a monoxidului de carbon în spații închise cum sunt clădirile rezidențiale, de birouri sau halele industriale.

Metodă de de extensie cu senzori de gaze, electrochimici a unui nod senzorial de condiții de mediu **conform invenției cuprinde** o achiziție adaptivă a datelor, implementată într-un microcontroller, rata de achiziție fiind variabilă în două trepte "măsurare densă" și "măsurare continuă" în

funcție de valorile de concentrație ale contaminanților investigați, măsurate recent, cu scopul de a reduce consumul energetic global al dispozitivului electronic.

Dispozitiv electronic de extensie cu senzori de gaze electrochimici a unui nod senzorial de condiții de mediu, **conform invenției** măsoară simultan concentrația de dioxid de carbon, ozon și monoxid de carbon, prin intermediul unor senzori dedicați (6, 7, 8) și al unui bloc de condiționare de semnal (6), care aplică tensiunile rezultate, corespunzătoare concentrațiilor respective, unui microcontroller (2) iar acesta le transformă în date compatibile cu nodul senzorial de condiții de mediu care este astfel extins și comanda modalitatea de achiziție și de transmitere a datelor de la senzori.

Se identifică ca avantaj major al invenției faptul că grupează trei senzori pentru parametri de calitate ai aerului care au caracteristici electrice diferite.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1-3, care reprezintă :

- fig.1, schema bloc a dispozitivului ;
- fig.2, conexiunile electrice la microcontroller;
- fig.3, ilustrează functionalitatea de baza ;
- fig.4, prezintă un exemplu concret (caz de utilizare) al dispozitivului electronic.

Dioxidul de carbon în concentrații ridicate produce o diminuare a activității cerebrale umane și devine periculos în concentrații mari. Ozonul în concentrații ridicate este un iritant al sistemului respirator. Monoxidul de carbon, rezultat în urma arderii incomplete a materialelor organice, este un gaz foarte toxic, asfixiant. Prin invenția descrisă se permite determinarea concentrației locale a celor trei tipuri de contaminați precum și calculul unui indicator sintetic de calitate al aerului și alertarea, pe diferite niveluri în funcție de gravitatea situației detectate. Datele achiziționate sunt interfațate către un nod wireless inteligent sau alt dispozitiv integrat de calcul și comunicație, care realizează asupra lor operații suplimentare de procesare de semnal, agregare și transmisie la distanță.

Amplasarea microcontroller-ului ADUC832 în cadrul dispozitivului de extensie, pe placa de circuit imprimat, este ilustrată în Fig. 1: a)S<sub>1</sub> - senzorul de ozon, b)S<sub>2</sub> - senzorul de monoxid de carbon, c)S<sub>3</sub> - senzorul de bioxid de carbon, d)circuitul de condiționare a semnalelor de la cei trei senzori având rolul de formare primară a semnalelor date de senzori, conform valorilor mărimilor de măsurat, și de furnizare a valorilor analogice de tensiune necesare pentru intrările analogice ale microcontroller-ului, e) microcontroller-ul care are rolul de a transforma semnalele analogice furnizate de circuitele de condiționare ale senzorilor în semnale numerice pe 12 biți, stabilirea strategiei adaptive de achiziție a datelor prin modificarea a ratei de activare a senzorilor, blocul surselor de alimentare și blocul de comunicație. Conexiunile electrice la microcontroller sunt relevate în Figura 2.

Cerințele minimale pentru controller sunt următoarele: 3 intrări analogice, conversia analogică digitală, memorie flash 62kB, nucleu de procesare 16MHz cu set de instrucțiuni compatibil 8051, 5 linii de ieșire digitală conversia digitală analogică, și 2 ieșiri analogice pe 12 biți. Mai mult, există încă două cerințe referitoare la transmiterea datelor: comunicatia serială cu alte sisteme de achiziție de date și adaptarea ratei de eșantionare local, pe modulul de extensie.

Aplicatia software este încărcată în memoria microcontroller-ului (ADUC832) care coordonează senzorii. Prin aceasta, dispozitivul electronic devine programabil și versatil.

Funcționalitatea de bază este ilustrată în Figura 3. Microcontroller-ul activează o linie de ieșire digitală prin care este pornită alimentarea unui senzor. Ulterior, este citită printr-o intrare analogică de tensiune valoarea ieșirii senzorului, ce constă într-o tensiune electrică proporțională cu concentrația detectată a contaminantului investigat. Ciclul este repetat pentru fiecare senzor în parte.

Se identifică trei avantaje majore ale dispozitivului realizat. Primul este acela că grupează trei senzori pentru parametri de calitate ai aerului care au caracteristici electrice diferite. Senzorul de monoxid de carbon necesită operarea cu diferite tensiuni de alimentare pe parcursul unui ciclu de măsurare. În faza de curățare senzorul este alimentat cu 5 V timp de 60 de secunde, urmată de faza de măsurare în care senzorul este alimentat cu 1,4 V timp de 90 de secunde. Senzorul de dioxid de carbon precum și cel de ozon folosesc ca tensiune de alimentare 6 V, proveniți de la o sursă comandată de tensiune, diferită față de tensiunea generală de alimentare a dispozitivului de 5 V. Toate acestea sunt controlate de către microcontrollerul montat pe placă, conform unei strategii de achiziție de date aleasă. Elementul sensibil rezistiv al senzorilor electrochimici formează un circuit electric tip divizor de tensiune în care rezistența de referință este variabilă, putând fi astfel modificat domeniul semnalului de ieșire al fiecăruia dintre senzori.

Metodă de achiziție adaptivă a datelor constă în faptul că rata de achiziție variază în două trepte "măsurare densă – stare de atenție" și "măsurare continuă – stare de alertă" în funcție de valorile de concentrație ale contaminanților investigați, măsurate recent, cu scopul de a reduce consumul energetic global al dispozitivului electronic. Astfel este calculată permanent o medie alunecătoare peste ultimele 10 valori măsurate pentru fiecare senzor în parte. Media este comparată la fiecare moment de eșantionare cu valoarea curentă. În cazul în care este detectată o creștere a valorii curente cu 5-20% față de medie, rata de eșantionare este dublată. În cazul în care se detectează o creștere cu mai mult de 20%, se trece în modul de măsurare continuă. Se revine la starea anterioară după o perioadă de timp predefinită de către utilizator.

Al doilea avantaj este versatilitatea dispozitivului. Acesta este echipat cu doi conectori de 51-pini, tip mamă pe partea superioară și tip tată pe partea inferioară. Semnalele de la cei trei senzori sunt aduși la această pereche de conectori. Interfațarea este directă cu plăcile de procesare/radio ale nodurilor wireless inteligente din familia Memsic IRIS/MicaZ/MICA2. Semnalul de tensiune poate fi citit, la nod, pe liniile ADC 1 și 2. De asemenea dispozitivul

conține o unitate de comunicație serială, compusă dintr-un circuit integrat tip MAX232 și un conector electric RJ-45, prin care se poate realiza conectarea cu alte sisteme integrate de calcul și comunicație, sisteme de achiziție de date sau PC.

Al treilea avantaj este flexibilitatea în alegerea sursei de alimentare. Dispozitivul conține o unitate de alimentare cu un conector de tip mini USB pentru o tensiune de intrare de 5 V și 0,85 A. Unitatea de alimentare asigură filtrarea și stabilizarea sursei de tensiune. Pentru moduri de operare de putere redusă în care senzorii sunt activați conform unei strategii adaptive de achiziție de date, există opțiunea de a utiliza sursa de energie a nodului wireless prin conectorul de 51 de pini. Aceasta se realizează prin conectarea unui jumper pe placă.

Figura 1 prezintă realizarea dispozitivului descris. Placa electronică realizată cu circuite imprimate **(1)** conține un microcontroller ADUC832 **(2)** produs de compania Analog Devices. Conectorul dublu de 51 de pini, tip HiRose DF9B-51P/S-1V**(3)** este amplasat în partea inferioară a dispozitivului. Blocurile specifice de: alimentare **(4)**, comunicație **(5)** și condiționare de semnal **(6)** îndeplinesc funcțiile descrise anterior. Senzorii de: dioxid de carbon, Hanwei Corp. MG-811 **(7)**, ozon, Hanwei Corp. MQ-131 **(8)**, și monoxid de carbon, Hanwei Corp. MQ-7 **(9)**, sunt amplasați în partea dreaptă a dispozitivului electronic. Un element definitoriu al invenției este că cei trei senzori sunt instalați pe socluri **(10)**, pentru a asigura mentenanța dispozitivului prin înlocuire și reparație facilă.

Figura 4 prezintă un caz de utilizare al dispozitivului electronic **(DE)**. Acesta este conectat cu o placă de bază **(PB)** cu capacități de calcul și comunicație, e.g. modul Memsic IRIS XM2110, și monitorizează o zonă de interes în care există o sursă de contaminanți **(GAS)**. Un număr mare de astfel de sisteme, compuse din **DE** și **PB**, formează o rețea de dispozitive, cu comunicație radio de joasă putere, tip multi-hop, în benzi nelicențiate cum este de exemplu banda de 2,4 Ghz ISM (Industrial, Scientific and Medical). Maniera de transmisie a datelor este de tip multi-hop în care fiecare nod al rețelei create funcționează și ca ruter, având capacitatea de a transmite propriile date dar și mesajele nodurilor vecine. Se obține astfel o reducere a energiei necesare pentru transmisia radio precum și o extindere a ariei de acoperire a rețelei. Datele ajung la stația de bază radio **(GW)**, conectată la un sistem de calcul **(PC)** care le stochează într-o bază de date **(DB)**.

## Revendicări

- 1 Dispozitiv electronic de extensie cu senzori de gaze electrochimici a unui nod senzorial de condiții de mediu, **caracterizat prin aceea că** măsoară simultan concentrația de dioxid de carbon, ozon și monoxid de carbon, prin intermediul unor senzori dedicați (6, 7, 8) și al unui bloc de condiționare de semnal (6), care aplică tensiunile rezultate, corespunzătoare concentrațiilor respective, unui microcontroller (2) iar acesta le transformă în date compatibile cu nodul senzorial de condiții de mediu care este astfel extins și comanda modalitatea de achiziție și de transmitere a datelor de la senzori.
- 2 Dispozitiv electronic de extensie ca la revendicarea 1 **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde un circuit imprimat (1), pe care sunt plantate și interconectate un microcontroller de tip ADUC832 (2), un conector dublu de 51 de pini, tip HiRose DF9B-51P/S-1V (3), amplasat în partea inferioară a dispozitivului, niște blocuri specifice de alimentare (4), de comunicație (5) și de condiționare de semnal (6), niște senzori de: dioxid de carbon (7) tip Hanwei Corp. MG-811, ozon(8), tip Hanwei Corp. MQ-131, și monoxid de carbon(9), tip Hanwei Corp. MQ-7, amplasați în partea dreaptă a dispozitivului electronic și niște socluri (10) pentru senzorii de gaze, în scopul asigurării mentenanței dispozitivului prin înlocuire și reparație facilă.
- 3 Metodă de de extensie cu senzori de gaze electrochimici a unui nod senzorial de condiții de mediu **caracterizat prin aceea că aceasta cuprinde** o achiziție adaptivă a datelor, implementată în microcontroller, rata de achiziție fiind variabilă în două trepte "măsurare densă" și "măsurare continuă" în funcție de valorile de concentrație ale contaminanților investigați, măsurate recent, cu scopul de a reduce consumul energetic global al dispozitivului electronic.

The diagram shows a control system with the following components and connections:

- 2**: A line connecting the top of the **P** block to the top of the **C** block.
- 1**: A line connecting the top of the **P** block to the top of the **AL** block.
- 6**: A line connecting the top of the **SIG** block to the top of the **AL** block.
- 5**: A bidirectional arrow between the **C** block and the left boundary.
- 4**: An arrow pointing from the left boundary into the **AL** block.
- 3**: A line connecting the bottom of the **CON** block to the bottom boundary.
- 7**: A line connecting the right side of the **S1** block to the right boundary.
- 8**: A line connecting the right side of the **S2** block to the right boundary.
- 9**: A line connecting the right side of the **S3** block to the right boundary.
- 10**: A bracket on the right boundary grouping the outputs of the **S1**, **S2**, and **S3** blocks.

[illegible]

1

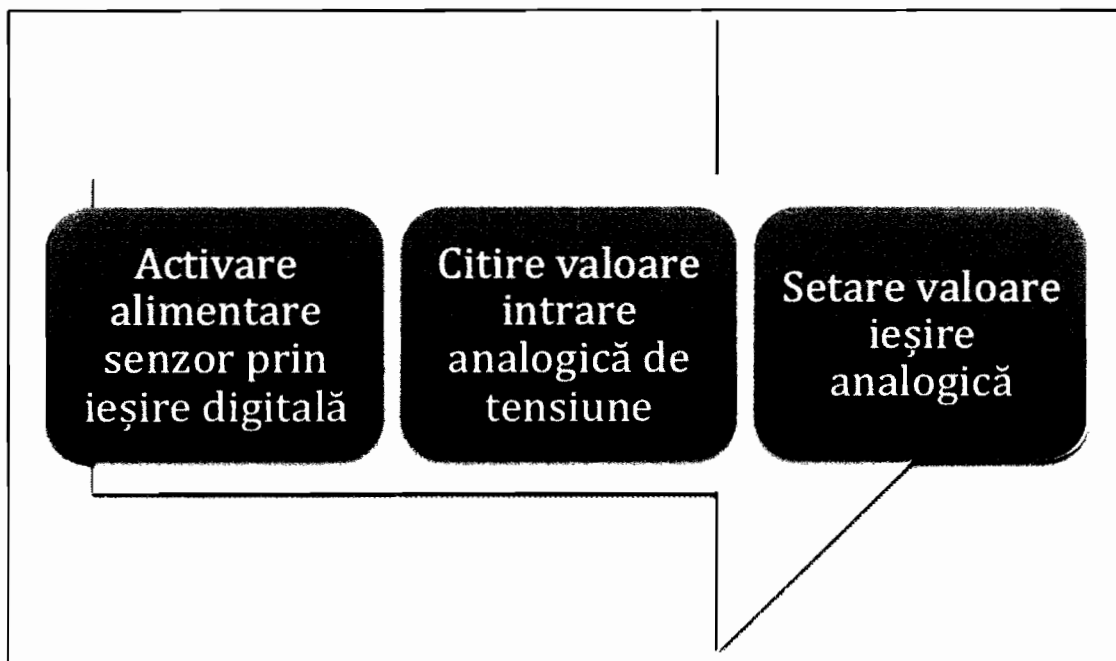


Figura 3

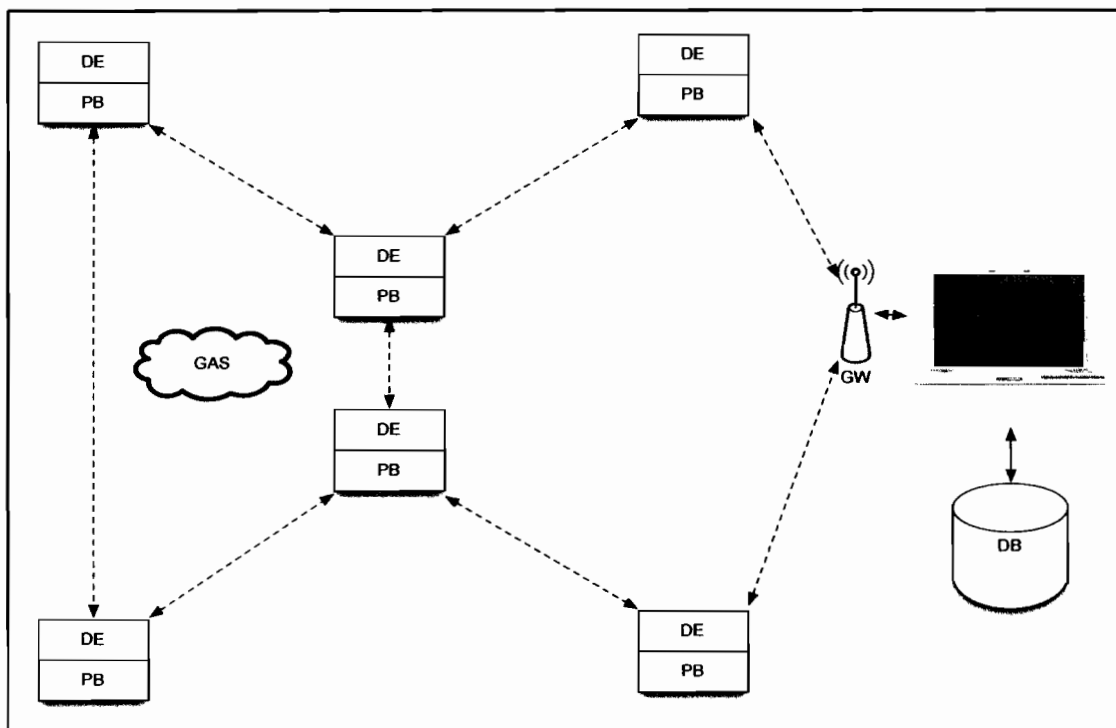


Figura 4