



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01074

(22) Data de depozit: 26.10.2011

(41) Data publicării cererii:
30.05.2013 BOPI nr. 5/2013

(71) Solicitant:
• SUȘNEA IOAN, STR. BRĂILEI NR.179,
BL.S3, AP.9, GALAȚI, GL, RO;
• VASILIU GRIGORE, STR. REGIMENT 11
SIRET NR.29, BL.C37, SC.2, ET.2, AP.29,
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:
• SUȘNEA IOAN, STR. BRĂILEI NR.179,
BL.S3, AP.9, GALAȚI, GL, RO;
• VASILIU GRIGORE, STR. REGIMENT 11
SIRET NR.29, BL.C37, SC.2, ET.2, AP.29,
GALAȚI, GL, RO

(54) SISTEM DE REGLARE A TEMPERATURII, ÎN CLĂDIRI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de reglare a temperaturii, în clădiri, în care parametrii de reglaj sunt ajustați în mod automat, în funcție de prezența și activitatea oamenilor în clădire, în scopul reducerii consumurilor inutile de energie. Sistemul de reglare a temperaturii cuprinde un termostat (31) conectat la cel puțin un senzor (32) de temperatură și cel puțin un actuator (33) specific, având o interfață de comunicație cu utilizatorul uman, pentru programarea valorilor de referință ale temperaturii, mai multe dispozitive microprogramabile de intrare, conectate, fiecare, la un senzor (13) capabil să detecteze prezența și/sau activitatea oamenilor într-o anumită zonă, și cel puțin un dispozitiv microprogramabil de ieșire, echipat cu circuite specifice, pentru a genera și transmite referințe de temperatură, pentru termostatul (31) menționat, sub forma unor semnale de tensiune; aceste dispozitive microprogramabile comunică între ele printr-un mediu de comunicație adecvat, după un protocol ce permite acestora să se comporte ca o rețea neuronală distribuită, care, la rândul ei, primește, la intrare, informația furnizată de senzorii (13) de

prezență și generează, la ieșire, referințe de temperatură, pentru termostat (31), acestea urmând a fi reduse atunci când în clădire activitatea oamenilor este redusă sau absentă.

Revendicări: 5
Figuri: 6

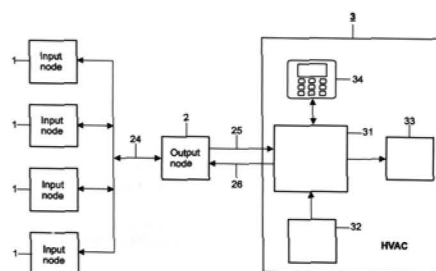


Fig. 1



28

SISTEM DE REGLARE A TEMPERATURII IN CLADIRI

Documente citate: WO2007117245A1, US2005/192915 A1, US2010/019051A1, US2008/291036A1, US2009/266904 A1, US2003/160103 A1

Alte documente de referinta:

[1] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings, Official Journal of The European Union L153, Vol. 53, 18 June, 2010, doi:10.3000/17252555.L_2010.153.eng, ISSN 1725-2555

[2] Raul Rojas, Neural Networks – A Systematic Introduction, Springer Verlag, 1996, ISBN: 3-540-60505-3

[3] G. Cybenko. Approximations by superpositions of sigmoidal functions. Mathematics of Control, Signals, and Systems, 2, pp: 303-314, Springer Verlag, 1989.

Domeniul tehnic al inventiei

Prezenta inventie se refera la domeniul controlului temperaturii in cladiri. Mai specific, inventia descrie un sistem in care parametrii de reglaj ai unor sisteme conventionale de incalzire, ventilatie si racire (HVAC) sunt ajustati in mod automat in functie de prezenta si activitatea oamenilor in cladire, in scopul reducerii consumurilor inutile de energie.

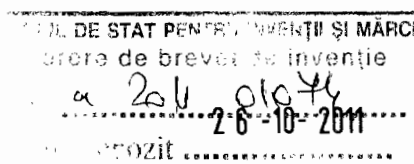
Stadiul actual al tehnicii in domeniul considerat

Potrivit unor estimari oficiale ([1]), cladirile sunt responsabile pentru 40% din consumul total de energie si pentru 36% din emisiile de CO2 in Europa. Din acest motiv, elaborarea unor solutii care sa duca la reducerea consumurilor inutile de energie in cladiri poate contribui in mod semnificativ la reducerea globala a consumurilor de energie.

Au fost descrise numeroase solutii pentru reducerea consumurilor de energie necesare pentru controlul temperaturii in cladiri.

De exemplu, brevetul WO2007117245A1 propune un sistem care ajusteaza parametrii sistemelor HVAC (Heating Ventilation And Cooling) pe baza unor prognoze meteo extrase automat dintr-un site Internet specializat.

Brevetul US2005/192915A1 descrie o solutie in care, pe langa informatiile de prognoza meteo, se foloseste o retea neuronală pentru a face predictii despre necesarul de energie in urmatorul interval de timp de cateva ore.



Handwritten signature and the text 'Descriere pagina 1 din 6'.

In brevetul US2010/019051A1 este prezentata o solutie tehnica de ajustare a parametrilor sistemului HVAC al cladirii in functie de prezenta oamenilor, detectata cu senzori speciali.

Un astfel de senzor complex este descris in brevetul US2008291036A1, care prezinta un detector de fum care inglobeaza si un senzor de prezenta (PIR – Passive Infrared Motion Detector) si un senzor de lumina.

Ideea de a folosi echipament specific sistemelor de alarma anti-efractie pentru controlul HVAC este exploatata in brevetul US2009/266904A1, care porneste de la observatia ca starea sistemului de alarma codifica de fapt gradul de ocupare si nivelul de activitate al oamenilor din cladire si propune o solutie pentru controlul sistemului HVAC in functie de informatia de stare furnizata de sistemul de securitate anti-efractie.

In final, brevetul US2003/160103A1 propune o metoda de control a sistemului HVAC pentru functionarea in mai multe regimuri distincte, selectate automat de o retea neuronală care clasifica nivelele de activitate din cladire pornind de la informatia furnizata de un set de senzori de prezenta PIR.

Analizand solutiile tehnice descrise de brevetele citate, se poate observa ca retele neuronale artificiale ([2]) sunt relativ frecvent folosite in sisteme inovative de control al temperaturii in cladiri, in special datorita facilitatii acestora de a functiona ca element de predictie (US2005/192915A1), sau ca element de clasificare (US2003/160103A1).

In inventia de fata, se propune o solutie care foloseste de asemenea o retea neuronală artificială. Elementele de noutate deriva din faptul ca reseaua neuronală este distribuita – functiile de calcul sunt impartite intre un numar de microcontrollere incorporate in senzori inteligenti aflati in comunicatie unul cu altul - iar reseaua este folosita ca aproximator universal ([3]) pentru a genera direct referinte de temperatura pentru un sistem HVAC conventional.

Descrierea succinta a inventiei

Sistemele moderne pentru controlul temperaturii in cladiri, denumite generic HVAC (Heating Ventilation And Cooling) permit utilizatorilor sa defineasca prin program referinte de temperatura distincte pentru diverse intervale orare, sau pentru zilele de weekend, in functie de o estimare prealabila a gradului de ocupare a cladirii.

In practica insa, aceste estimari asupra gradului de ocupare sunt rareori exacte si, pe termen lung, sistemul este destul de ineficient.

Este deci nevoie de solutii tehnice care sa coreleze in timp real informatia despre gradul de ocupare a cladirii, furnizata de senzori specifici, cu referintele de temperatura folosite de HVAC.

Prezenta inventie descrie o solutie bazata pe o pluralitate de senzori inteligenti (1), care includ fiecare cel putin un detector PIR de prezenta/miscare cu infrarosu (13), un microcontroller (11), echipat cu o interfata de comunicatie (12), care ii permite schimbul de mesaje de tip broadcast/multicast prin intermediul unui mediu de comunicatie (24).

Intr-o implementare preferata, sistemul mai cuprinde un "nod de iesire" (2) compus de asemenea dintr-un microcontroller (22) conectat prin interfata de comunicatie specifica (22) la mediul de comunicatie (24), echipat cu cel putin un convertor analog/digital (27) si un convertor digital/analog (23), cu ajutorul carora pot citi, respectiv genera semnale analogice de interfata (25, 26) cu un sistem HVAC (3).

Acesta din urma este compus dintr-un controller sau termostat (31), conectat la un set de senzori specifici de temperatura si umiditate (32) si la un set de actuatore (33). Dialogul cu operatorul uman se efectueaza prin intermediul unei interfete specifice (34). Sistemul HVAC (3) are particularitatea ca accepta referinta de temperatura generata extern (25) si permite unui dispozitiv extern sa citeasca referinta de temperatura generata intern (26).

Senzorii inteligenti (1) si nodul de iesire (2), aflati in comunicatie, implementeaza impreuna o retea neuronala distribuita, care genereaza referinta de temperatura (25) pentru sistemul HVAC (3), in functie de gradul actual de ocupare a cladirii sesizat cu ajutorul detectoarelor de prezenta/miscare (13).

Descrierea succinta a desenelor

Figura 1 prezinta structura generala a sistemului.

Figura 2 prezinta structura unui senzor inteligent, denumit "input node" (nod de intrare).

Figura 3 prezinta structura dispozitivului denumit "output node" (nod de iesire).

Figura 4a prezinta simbolul folosit pentru a reprezenta un neuron artificial, precum si modul de calcul al iesirii unui astfel de neuron in functie de vectorul intrarilor \bar{x} si de vectorul ponderilor sinapselor de intrare \bar{w} , in ipoteza unei functii de transfer sigmoidale.

Figura 4b ilustreaza modul de repartizare a sarcinilor (task-urilor) de calcul intre input nodes si output node pentru ca reseaua de comunicatie formata de acestea sa se comporte ca retea neuronală artificială.

Figura 5 prezinta schema logica simplificata de functionare a unui senzor inteligent.

Figura 6 prezinta schema logica simplificata de functionare a nodului de iesire (output node).

Descrierea detaliata a implementarii preferate

Prezenta inventie descrie un sistem de reglare a temperaturii in cladiri, compus dintr-un sistem HVAC (3), caracterizat prin aceea ca referinta de temperatura este ajustata in timp real, in functie de prezenta si activitatea oamenilor in cladire, de o retea neuronală distribuita, compusa dintr-o pluralitate de senzori inteligenti (1), care se constituie in noduri de intrare ale retelei neuronale echivalente (input nodes) si dintr-un dispozitiv specific, denumit "output node" (nod de iesire – 2).

Sistemul HVAC are structura tipica a acestor echipamente, cuprinzand un termostat (31) un set de senzori specifici (32) (de exemplu, senzori de temperatura si umiditate), un set de actuatore specifice (33) (de exemplu elemente de incalzire-racire, pompe de caldura, electrovalve, radiatoare, ventilatoare, etc.), precum si o interfata cu utilizatorul uman (34) – in mod tipic compusa dintr-o tastatura si un display.

Particularitatea sistemului HVAC (3) consta in aceea ca permite citirea de catre un dispozitiv extern a referintei de temperatura interna (26) si poate functiona folosind o referinta de temperatura generata extern (25).

Un senzor inteligent (1) este compus dintr-un microcontroller (11), un detector de miscare PIR (13) si o interfata de comunicatie (12) adecvata transmisiei si receptiei unor mesaje de tip broadcast/multicast prin mediul de comunicatie ales (24).

Optional, senzorul inteligent (1) mai poate contine senzori specifici de temperatura (14), sau de iluminare (15).

Senzorii inteligenti (1) se afla in comunicatie unul cu altul, precum si cu un dispozitiv specific, denumit "output node" (2), care cuprinde un microcontroller (21) o interfata de comunicatie (22) si circuite specifice de interfata cu sistemul HVAC, cu ajutorul carora poate citi referinta interna de temperatura a acestuia (25) sau genera o referinta externa (26).

In implementarea preferata, referinta interna a HVAC este citita cu un convertor analog-digital ADC (27), iar generarea referintei externe de temperatura pentru HVAC se face cu un convertor digital-analog DAC (23).

Protocolul de comunicatie intre nodurile de intrare (1) si nodul de iesire (2) este astfel proiectat incat reseaua de comunicatie sa se comporte ca o retea neuronală distribuită, de tip perceptron cu 3 straturi, in care fiecare senzor inteligent (1) implementeaza cate un neuron de pe stratul de intrare si un neuron de pe stratul ascuns, iar dispozitivul (2) implementeaza neuronul de pe stratul de iesire.

In acest scop, programele care ruleaza pe microcontrollerele din dispozitivele (1) si (2) trebuie sa respecte cel putin urmatoarele reguli:

- Toate nodurile retelei de comunicatie au un identificator unic (adresa).
- Toate mesajele transmise in retea sunt de tip broadcast (pot fi receptionate de toate celelalte noduri), sau multicast (pot fi receptionate de o pluralitate de noduri desemnate ale retelei de comunicatie).
- Toate mesajele transmise in retea contin identificatorul nodului care a generat mesajul.
- Fiecare nod al retelei mentine o lista a sinapselor (conexiunilor neuronale) de intrare, un vector \bar{w} cu ponderile acestora, precum si un vector \bar{x} cu valorile marimilor de intrare pentru neuronii implementati. Componentele vectorului \bar{x} sunt actualizate in procesul de comunicatie in retea.

La nivel global, marimile de intrare in reseaua neuronală sunt valorile coeficientilor de prezenta/activitate calculati pe baza numarului de activari ale senzorilor de prezenta PIR (13), iar marimea de iesire din reseaua neuronală este un semnal analogic de tensiune, generat de dispozitivul DAC (23) si folosit ca referinta de temperatura externă (25) de catre sistemul HVAC (3).

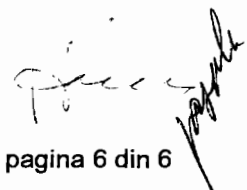
In functionarea normala, nodurile de intrare (1) transmit doua tipuri de mesaje:

- Mesaje de tip 1 – care contin informatii de la senzorii PIR (13) sub forma unor coeficienti calculati in functie de numarul de activari ale senzorilor (13) in intervalul de timp imediat anterior transmisiei mesajului. Mesajele de tip 1 sunt destinate celorlalte noduri de intrare (1) din retea.
- Mesaje de tip 2 – care contin informatii despre valoarea calculata a iesirii neuronilor de pe stratul ascuns. Mesajele de tip 2 sunt destinate dispozitivului "output node" (2).

In functionare normala, nodul de iesire (2) nu transmite mesaje in retea.

Dispozitivul (2) poate transmite mesaje doar intr-un regim de functionare in care reteaua neuronală distribuită "invată" printr-un algoritm de tip "backpropagation" valorile "corecte" ale referintelor de temperatura pe care trebuie să le genereze. Modul de implementare a acestui algoritm de învățare este cunoscut de specialistii în domeniu.

Mediul de comunicație (24) în rețea poate fi wired sau wireless, în funcție de cerințele specifice ale implementării.



REVENDICARI

Se revendica:

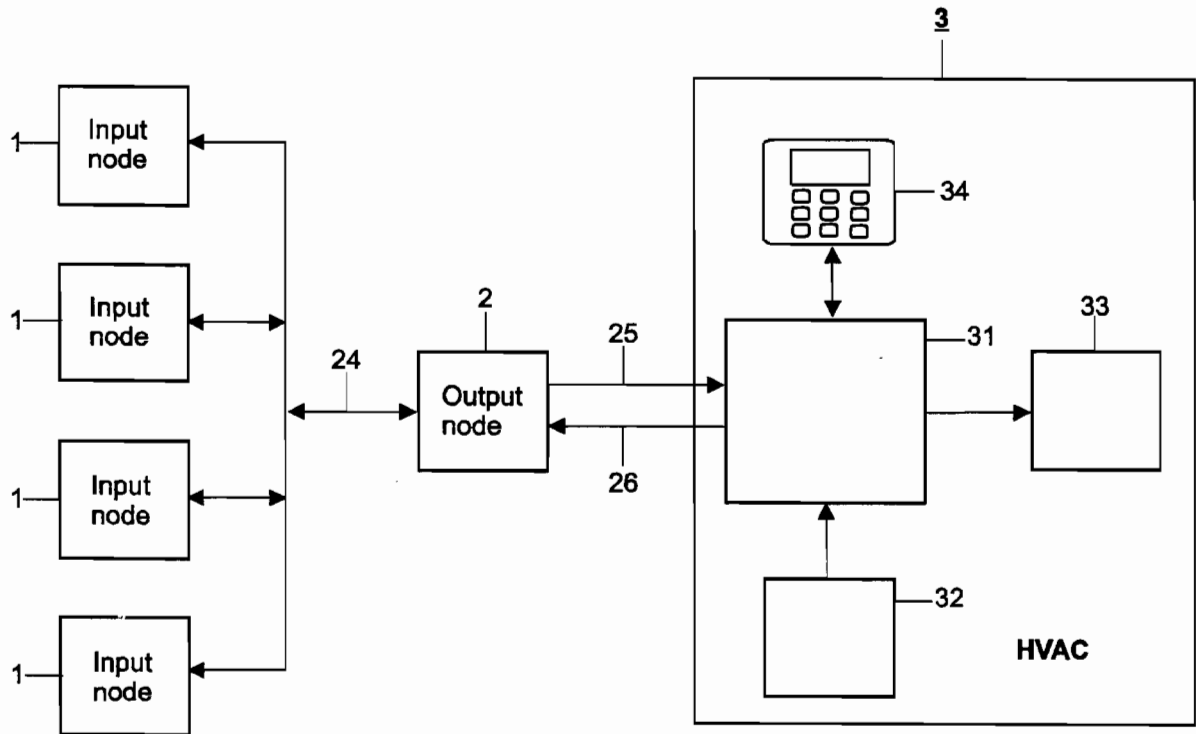
1. Un sistem de reglare in bucla inchisa a temperaturii in cladiri, cuprinzand:
 - un termostat, conectat la cel putin un senzor de temperatura si cel putin un actuator specific si avand o interfata de comunicatie cu utilizatorul uman prin intermediul careia se pot programa valori ale referintei de temperatura,
 - o pluralitate de dispozitive microprogramabile de intrare, conectate fiecare la un senzor capabil sa detecteze prezenta si/sau activitatea oamenilor intr-o zona desemnata a cladirii
 - cel putin un dispozitiv microprogramabil de iesire, echipat cu circuite specifice pentru a genera si transmite referinte de temperatura pentru termostatul mentionat, sub forma unor semnale de tensiune

caracterizat prin aceea ca:

- dispozitivele microprogramabile mentionate comunica intre ele prin intermediul unui mediu de comunicatie adecvat, dupa un protocol care permite ansamblului dispozitivelor microprogramabile mentionate sa se comporte ca o retea neuronală distribuita,
 - rețeaua neuronală distribuita mentionata primeste la intrare informatia furnizata de senzorii de prezenta mentionati si genereaza la iesire referinte de temperatura pentru termostatul mentionat,
 - ponderile sinapselor intre neuronii rețelei neuronale distribuite mentionate sunt ajustate in asa fel incat functia de transfer globala a rețelei sa reduca valorile referintelor de temperatura ale termostatului mentionat atunci cand in cladire activitatea oamenilor este redusa sau absenta.
2. Un sistem ca in revendicarea 1, in care referinta de temperatura pentru termostatul mentionat este transmisa acestuia codificata digital, printr-o interfata de comunicatie.
 3. Un sistem ca in revendicarile 1 sau 2, care foloseste senzorii de prezenta deja existenti intr-un sistem de securitate anti-efractie existent in cladire.
 4. Un sistem ca in revendicarea 1, in care nodurile de intrare includ, pe langa senzorii de prezenta mentionati si senzori de lumina, iar termostatul este inlocuit de un sistem de reglare a iluminatului, in asa fel incat rețeaua neuronală distribuita mentionata sa controleze iluminatul in cladiri in mod corelat cu prezenta si activitatea oamenilor si cu nivelul de lumina masurat in mediu.
 5. Un sistem ca in revendicarea 1, in care nodurile de intrare includ pe langa senzorii de prezenta mentionati si senzori de temperatura, iar nodurile de iesire sunt conectate direct la actuatore specifice, in asa fel incat functiile de reglare a temperaturii in bucla inchisa ale termostatului sunt executate de rețeaua neuronală distribuita mentionata, eliminandu-se in acest mod termostatul din sistem.

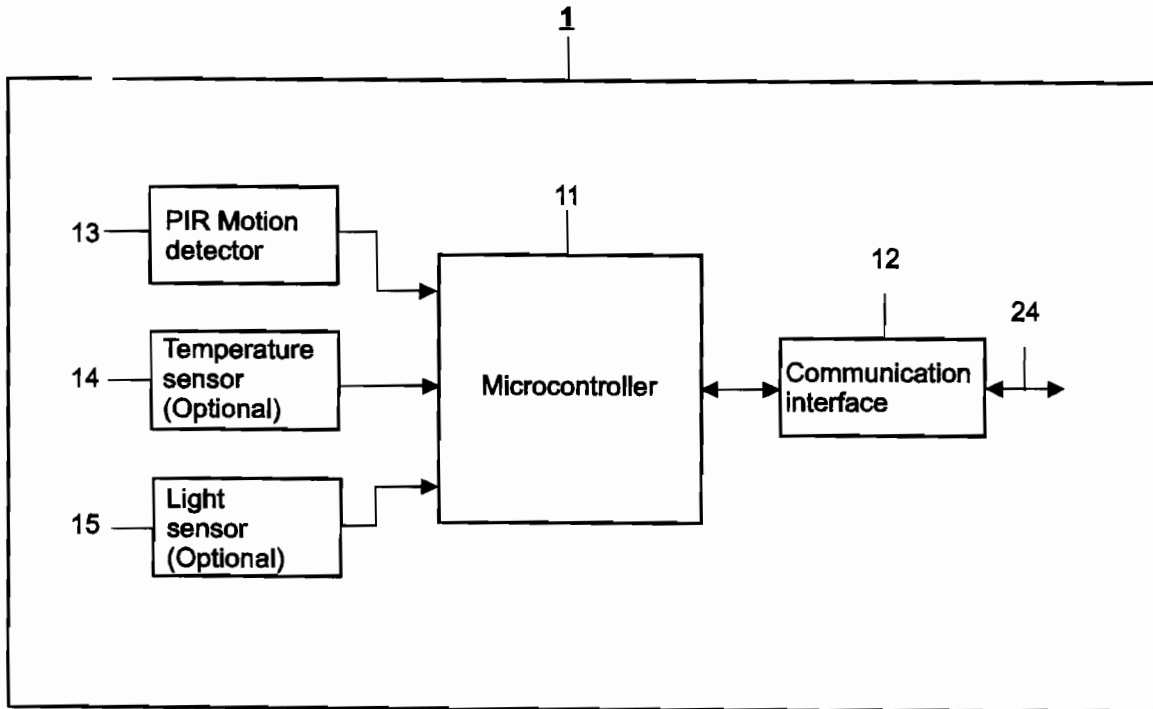
DESENE

Figura 1



[Handwritten signature]

Figura 2



Handwritten signature

Figura 3

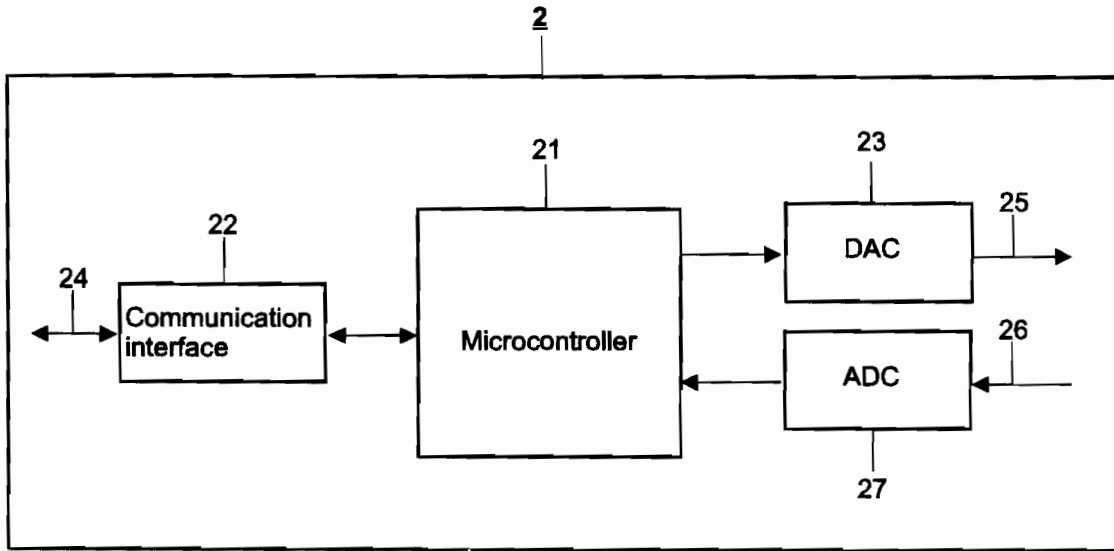


Figura 4

Fig. 4 a

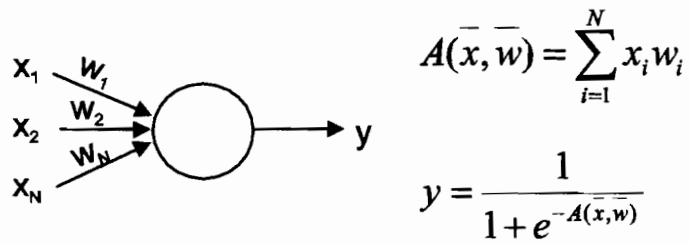
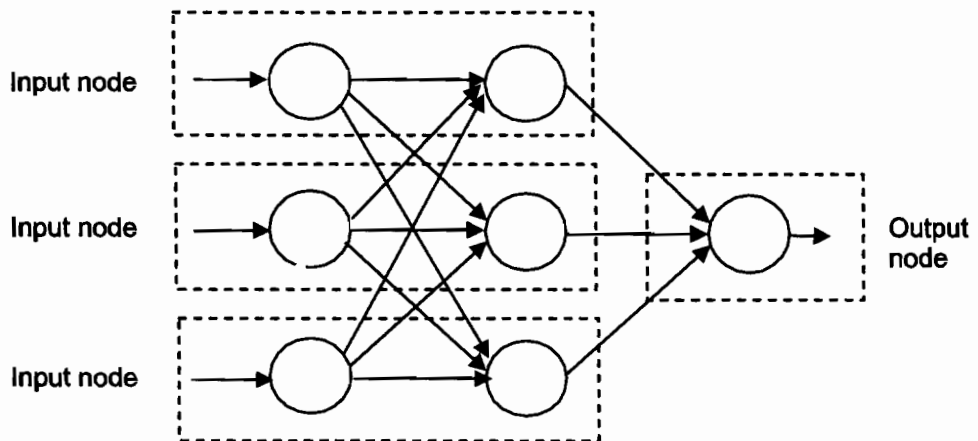


Fig. 4 b



14

Figura 5

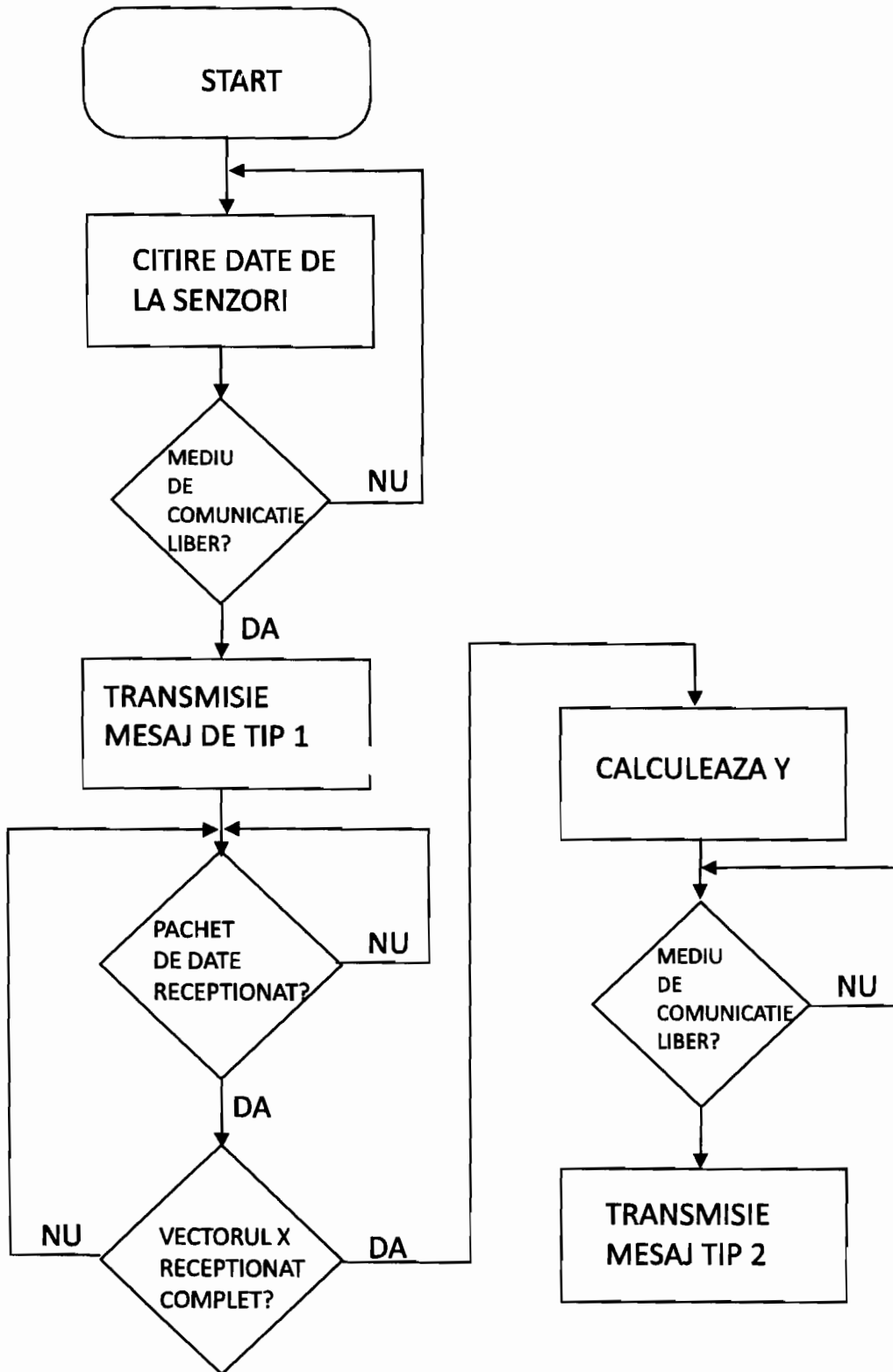
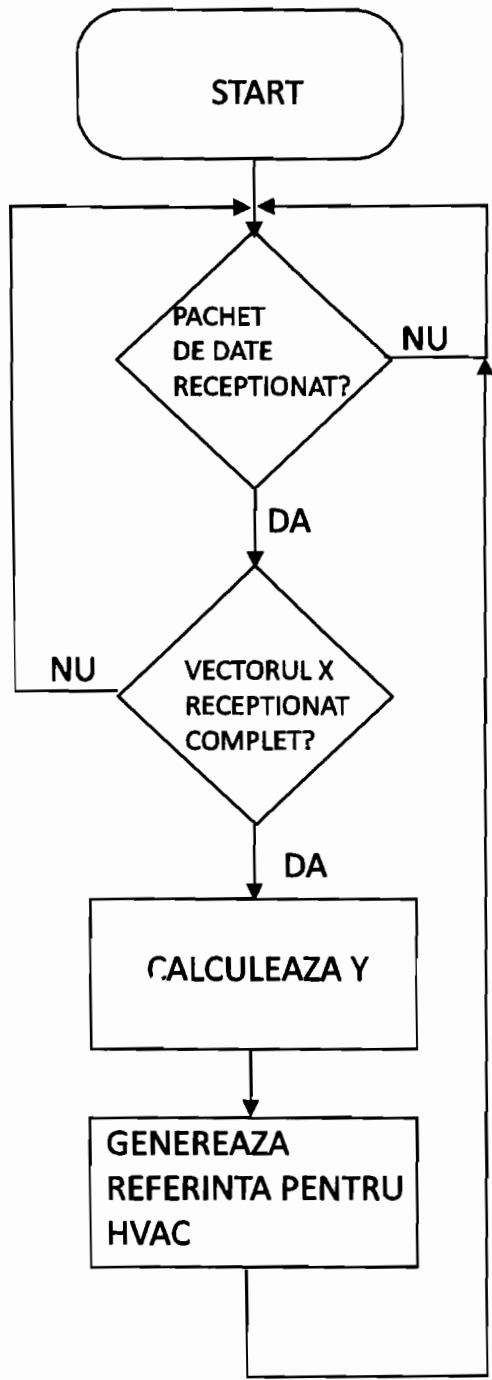


Figura 6



Alley Popescu