

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00573

(22) Data de depozit: 11/09/2020

(41) Data publicării cererii:
30/03/2022 BOPI nr. 3/2022

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI, STR. PROF. DR. DOC.
DIMITRIE MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• ILAȘ TUDOR-ALEXANDRU,
STR. GEORGE ENESCU, BL. 251, SC.A,
ET.1, AP.5, VASLUI, VS, RO;
• RUGINĂ IULIAN- CĂTĂLIN,
STR. MOLDOVEI, NR.26, IAȘI, IS, RO;
• UNGUREANU LAURENȚIU IULIAN,
STR. BAZEI, NR.50A, SAT VALEA ADÂNCĂ,
COMUNA MIROSLAVA, IS, RO

(54) METODĂ INOVATIVĂ DE CONSTRUCȚIE A CONDIȚIILOR
ȘI NOTIFICĂRILOR PENTRU DISPOZITIVE INTELIGENTE
A UNUI SISTEM INTEGRAT DE MANAGEMENT
AL CLĂDIRILOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o platformă web pentru centralizarea, analiza, gestiunea și controlul integrat al acțiunilor unor senzori, cu aplicabilitate în managementul integrat al clădirilor inteligente. Platforma web, conform invenției, permite gestionarea unei clădiri inteligente prin intermediul unor module software componente care construiesc condiții complexe de funcționare a unor dispozitive amplasate în clădirea inteligentă, în paralel cu calculul unor valori rezultate din informațiile provenite în timp real de la mai mulți senzori, și care pot acționa asupra și/sau pot notifica un dispozitiv în scopul eficientizării clădirii, din punct de vedere energetic și al resurselor.

Revendicări: 5
Figuri: 7

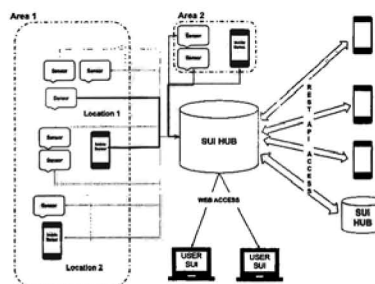


Fig. 7



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2020 0573.....
Data depozit 11-09-2020.

13

Metodă inovativă de construcție a condițiilor și notificărilor pentru dispozitive inteligente a unui sistem integrat de management al clădirilor

Invenția se referă la un produs identificat sub forma unei platforme web pentru centralizarea, analiza, gestiunea și controlul integrat al acțiunilor efectuate și înregistrate de senzori sub formă de volum de date, materializat sub forma unei platforme software ce conține caracteristici tehnice cu aplicabilitate în cazul managementului integrat al clădirilor inteligente, identificabile prin procedee în interiorul modulelor software componente, ce are ca efect construirea atât a condițiilor, cât și a notificărilor dispozitivelor “smart” din sistemul integrat al modernelor clădiri inteligente, implicând utilizarea unui calculator programat ce oferă suportul de asistare a deciziilor. Indiferent de numărul de device-uri implicate, indiferent de complexitatea calculului condițiilor, cu ajutorul metodei propuse se poate construi una sau mai multe condiții complexe, în paralel cu calculul unei valori rezultate din informațiile provenite în timp real de la mai mulți senzori și poate acționa și/sau notifica asupra altui dispozitiv.

Produsul, care constituie obiectul invenției, prin procedeele inovative propuse, trebuie să ruleze pe un calculator, telefon sau tabletă, determinând exploatarea și gestiunea optimă a unei clădiri inteligente, respectiv a unei zone urbane inteligente cu efecte asupra îmbunătățirii securității alimentării cu energie, optimizarea consumului de electricitate și, în consecință, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

Domeniul de aplicativitate este cel al unei clădiri Smart, definită ca o clădire performantă, eficiența din punct de vedere energetic și al resurselor, nepoluantă, flexibilă și adaptabilă. În acest context, tehnica propusă este un formular în care utilizatorul își poate construi propriul scenariu de management bazat pe senzorii inteligenți din clădire sau zona urbana inteligenta. Originalitatea propunerii consta în utilizarea eficientă a tuturor dispozitivelor dintr-o clădire inteligenta sau zonă urbană inteligentă, pentru a crea acțiuni sau notificări, necesare funcționării optimizate a sistemelor integrate aferente clădirilor inteligente.

Prin utilizarea platformei de management integrat al clădirilor inteligente ca jucător esențial în viitoarele orașe inteligente, se propune o combinație comprehensivă între inovație,

tehnologie și managementul integrat performant bazată pe cel mai cunoscut concept de Internet of Things (IoT).

Se cunosc diverse soluții ce au fost dezvoltate în particular pentru clădiri industriale, spații comerciale sau depozite însă toate aceste soluții sunt particulare, deoarece impun adăugarea de noi module în sistemul de management, respectiv dezvoltarea de noi proceduri software pentru a adăuga noi senzori sau a crea noi condiții. În general, o locație monitorizată poate reprezenta orice zonă în care sunt montați unul sau mai mulți senzori. Locația monitorizată poate sau nu să reprezinte o zonă fizică cu limite clar definite. În mod specific, gradul de dezvoltare al aplicației senzorului oferă un sentiment de limitare a locației monitorizate. De exemplu, locația monitorizată poate reprezenta o clădire precum o casă, un hotel, o școală, un stadion, un aeroport, o clădire de birouri, un bloc de locuit sau o altă structură definită a unei clădiri. Într-o altă ordine de idei, locația monitorizată poate reprezenta o zonă de control cum o zonă de construcție sau orice zonă monitorizată care poate fi fixă sau mobilă în care sunt montați unul sau mai mulți senzori.

Un astfel de sistem de control poate fi incomplet, deoarece o gamă variată de senzori nu pot fi încă integrați cu sistemul de control. Această lipsă de integrare poate rezulta din inflexibilitatea sistemului de control în adaptarea la nevoile de schimbare a aplicației senzorului în locația monitorizată. În cazul unui BMS (Building Management System – Sistem de management integrat al unei clădiri), schimbarea nevoilor de acțiune a senzorilor poate reprezenta adăugarea de noi senzori într-o clădire care să răspundă noilor reglementări guvernamentale, care răspund nevoilor senzorilor în locații noi, care răspund la noile cerințe ale locuitorilor, care încorporează noi tehnologii de senzori [1]. În consecință, BMS deși poate încorpora noi interfețe de senzori dar nu permite instalarea unor noi acțiuni pentru senzori, deoarece se depășește domeniul de aplicare al BMS. După cum s-a menționat anterior, instalațiile BMS pot fi inflexibile și necesită cheltuieli semnificative pentru modificarea sau ajustarea altfel a funcționării sale [2]. Această cheltuială semnificativă va împiedica deseori integrarea senzorilor cu BMS, reducând astfel randamentul global al investiției inițiale în BMS.

La momentul actual deși există diverse sisteme de management al clădirilor, acestea sunt limitate ca utilizabilitate sau interacțiune cu alte dispozitive. De exemplu, produsul Metasys® System [3] controlează și monitorizează instalațiile și echipamentele electrice sau mecanice aferente clădirilor mari (hoteluri, bănci, clădiri de birouri, centre comerciale, depozite, ateliere, unități de producție etc), dar nu permite decât monitorizarea și interogarea senzorilor montați inițial.

În [4], se prezintă modulul Desigo CC dezvoltat de Siemens, ce permite o programare flexibilă a dispozitivelor, asigură scalabilitatea și design-ul modular, simplificând în acest fel procesul de control, monitorizare și optimizare a uneia sau a mai multor echipamente dintr-o clădire, însă nu are dezvoltate instrumentele pentru definirea noilor acțiuni, motiv pentru care tot controlul se efectuează la arhitectura inițială.

EcoStruxure Building Expert [5] dezvoltat de Schneider utilizează tehnologii bazate pe Web și wireless, însă marele dezavantaj este ca dispozitivele din rețeaua de senzori nu pot interacționa în totalitate, ci tot acelea care au fost apriori conectate și configurate pentru controlul sistemului integrat de management al clădirilor.

La nivel național, au fost dezvoltate unele modele de management integrat al clădirilor, dezvoltate de AVITECH [6], Engie [7], Roel-Systems [8] etc., coordonate prin produse software ce au drept scop gestiunea, analiza și controlul eficient al purtătorilor de energie în clădiri, având ca dezavantaje importante lipsa modulelor de identificare a senzorilor, și crearea de noi acțiuni. În cazul sistemelor actuale acțiunile sunt predefinite, iar condițiile nu pot fi aplicate decât asupra dispozitivelor setate inițial. Mai mult decât atât, soluțiile prezente nu oferă în totalitate posibilitatea de a construi condiții noi pe dispozitive adăugate ulterior, sau pe dispozitive ce nu au fost inițial studiate și adăugate în sistemul de management.

Produsul identificat sub forma unei platforme web versatilă, accesibilă ca SaaS (software as service) în Cloud, **are ca efect tehnic** creșterea eficienței managementului integrat al clădirilor inteligente utilizând tehnologii moderne și performante. Nevoia unei astfel de arhitecturi cu servicii atașabile și versatile a venit din cerințele de securitate, standardizare, disponibilitate și reutilizare dar și pentru o mentenanță facilă.

Produsul prezintă o serie de caracteristici care îl diferențiază și îi poate oferi o poziționare avantajoasă în cadrul serviciilor de management integrat al clădirilor comparativ cu produsele software deoarece dacă există implementat un sistem de management cu o rețea de senzori conectați la o baza de date unică, atunci cu ajutorul soluției propuse toți senzorii prezenți pot fi folosiți în crearea de condiții sau calcule complexe. Folosind procedee inovative, produsul destinat managementului și controlului integrat al clădirilor are următoarele caracteristici tehnice: (i) *Interfața WEB* cu informații privind tehnologiile de programare moderne și performante utilizate cum ar fi PHP, Apache, Ajax, MySQL, Python și Bash, precum și informații privind conectare utilizatorilor la platforma web folosind doar o adresă de email și utilizând acreditările furnizate de administrator; (ii) *Unicitatea* - destinat

evidențierii atât a versatilității unei arhitecturi complexe care poate lua decizii în funcție de anumite valori la un moment dat, cât și a scalabilității, prin utilizarea acestei platforme într-o rețea de alte platforme activând ca un HUB. (iii) *Utilizabilitatea* – destinat construirii unor acțiuni complexe bazate pe condiții ale datelor recepționate în timp real, prin combinarea valorilor provenite de la diferiți senzori și construind o logică a unui eveniment, cu acționare automată (fără intervenția factorului uman) asupra unui alt senzor.

Produsul are o structură integrată formată din 3 module principale interdependente care pot fi identificate cu etapele ce trebuie parcurse într-un proces de management și control performant al clădirilor inteligente:

(1) Modul de *INTERFAȚĂ WEB* care are în vedere configurarea sistemului de management, precum și introducerea înregistrărilor în baza de date, care previne introducerea accidentală a unor date dublate. Noile înregistrări se vor găsi în registrul permanent. Din scriptul de configurare al unui senzor sau dispozitiv specific pot fi stocate în mod general datele citite (maparea anumitor parametri citiți din dispozitiv cu ce se va salva în baza de date), dar și ce acțiuni poate să realizeze acel dispozitiv. Simplitatea utilizării este caracterizată de utilizarea celei mai cunoscute structuri pentru dezvoltarea de aplicații WEB, denumită LAMP (Linux / Apache/mySQL/PHP). Trimiterea datelor către platforma de management se realizează asincron prin scripturi bash. După conectarea la platformă utilizatorul are acces la lista de funcții care accesează meniul indicat în Figura 1, care conține acțiuni grupate în trei categorii specifice, respectiv:

- i. *Dispozitive* unde există posibilitatea de adăugare a unui dispozitiv de monitorizare, vizualizarea unei liste a dispozitivelor conectate din acea zonă, importarea datelor și selectarea operațiunilor care pot fi aplicate asupra datelor salvate;
- ii. *Locații* în care pot fi adăugate noi locații sau pot fi vizualizate locațiile introduse deja în platformă;
- iii. *Notificări* permite efectuarea operațiunilor corespunzătoare categoriei ca adăugarea, vizualizarea și verificarea notificărilor, precum și identificarea tipului de notificare prin valoare și logo.

Adăugarea și vizualizarea locațiilor, presupune ca o serie de senzori și dispozitive să fie atribuite unei anumite locații, iar locațiile trebuie asociate contului de utilizator. Dacă nu există locații atribuite unui cont, trebuie adăugată una nouă. Adăugarea locațiilor presupune definirea și actualizarea de către administratorul platformei. Se transmite un e-mail către administrator cu datele corespunzătoare noii locații, iar administratorul va aloca zona unui

client specific. Adăugarea unui dispozitiv/vizualizarea listei cu dispozitivele conectate dintr-o locație/Importul de date și selectarea operațiunilor care pot fi aplicate asupra datelor salvate se pot executa odată ce avem atribuite locații în contul de utilizator. Un dispozitiv poate avea unul sau mai mulți senzori asociați. Un astfel de exemplu este un dispozitiv “weather at home”, care poate avea un senzor pentru temperatura exterioară și alt senzor pentru temperatura interioară. Fiecare dispozitiv este conectat la o anumită locație și are o frecvență de citire. Această frecvență este utilizată în cazul în care dispozitivul poate furniza date în timp real și specifică cât de des se iau date din acesta. Senzorii pot fi adăugați în HUB numai de către administrator, deoarece fiecare tip de senzor are un anumit driver.

Notificarea are următoarele secțiuni diferite:

- i. *detalii* – în care este definit un nume pentru fiecare notificare pentru utilizare ulterioară, și intervalul de frecvență, atunci când evenimentul este verificat pe date specifice și locație pentru ceea ce este definit;
- ii. *variabile* – se definesc variabilele pentru dispozitivele/senzorii implicați, care vor fi utilizați în interiorul spațiilor (pentru a crea calcule) și pentru a crea valoarea de notificare;
- iii. *condiții* - condiții logice care utilizează date de la senzori, date care vor declanșa acțiuni dacă se vor atinge anumite valori sau formule specificate;
- iv. *acțiuni* - în HUB-ul SUI pot fi definite în acest moment 2 acțiuni diferite în cazul în care se ajunge la o notificare: crearea unui jurnal al valorilor pentru utilizare ulterioară și trimiterea unui e-mail la o anumită adresă. Ex: O notificare ar putea fi ceva de genul: dacă în locația de la etajul 1, senzorul de pe dispozitivul 2 transmite o temperatură mai mare sau egală cu 20oC și senzorul de pe dispozitivul 3 transmite o temperatură mai mică sau egală cu 30oC, se înregistrează valorile în baza de date și se trimite e-mail cu valorile înregistrate.
- v. *notificări* - reprezintă valori calculate utilizând variabilele și datele de la senzorii implicați, salvate pentru evenimentul specific. Aceste valori pot fi exportate în fișier CSV pentru utilizare ulterioară sau reprezentate sub diferite forme grafice.

(2) *Modul de VERSATILITATE ȘI SCALABILITATE* prezintă unicitatea și elementul cheie al platformei, deoarece dacă considerăm două dispozitive total diferite (ca date citite și ca mod de conectare) pot fi integrate într-o singură arhitectură, prin intermediul acestui modul putem implementa și valida faptul că orice dispozitiv (Internet of Things) care se poate accesa în timp real (indiferent de modul de accesare) poate fi adăugat în arhitectura generală a platformei de management. În Figura 2 este indicată versatilitatea unei arhitecturi complexe

care poate lua decizii în funcție de anumite valori la un moment dat. În cadrul acestui modul se validează faptul că *procedeu dificil de adăugare de noi senzori, este realizabil relativ simplu*, prin crearea unui fișier driver de mapare a datelor și acțiunilor. Mai mult decât atât, unicitatea platformei de management constă în *introducerea noțiunilor de Zona și Arie* acolo unde senzorii activează, deoarece senzorii aflați într-o anumită zonă, pot oferi date tuturor clădirilor din acea zonă interesate de acel senzor. Altfel spus, un senzor de temperatură exterioară montat într-o clădire inteligentă își oferă întreaga capacitate de furnizare a datelor tuturor clădirilor aflate în zona/locația respectivă. Platforma de management a fost dezvoltată astfel să poată fi folosită într-o rețea de alte platforme activând ca un HUB, ceea ce îi conferă scalabilitatea produsului, Figura 3. Un aspect inovativ al produsului constă în *folosirea device-urilor mobile* (telefon smart) care oferă pe lângă informațiile diferiților senzori, informația de *prezența umană*. Astfel, în construirea acțiunilor smart din cadrul Clădirilor Smart factorul uman este folosit la maxim, pe sistemul: „De ce să pornesc iluminatul exterior, pe timp de seară, dacă în proximitate nu există nici un factor uman?”.

(3) Modul de *CONSTRUCȚIE A CONDIȚIILOR ȘI NOTIFICĂRILOR* cu scopul construirii de acțiuni complexe bazate pe condiții ale datelor recepționate în timp real, prin combinarea valorilor provenite de la diferiți senzori și construind o logică a unui eveniment în mod automat (fără a interveni factorul uman) asupra altui senzor. Adăugarea de noi senzori se face intuitiv (Figura 4), platforma web atribuind automat un nume de variabilă, generate automat de ex: D15S20, D15S22 sau D14S6. Conform Figurii 5, construcția *condițiilor* este un proces intuitiv și poate conține orice formula matematică. De exemplu, funcțiile matematice implementate sunt următoarele:

<i>abs</i> - valoarea absoluta(număr)	<i>intdiv</i> – partea întreaga a împărțirii
<i>acos</i> – arccosinus(număr)	<i>log</i> – logaritm natural
<i>asin</i> - arcsinus(număr)	<i>log10</i> – logaritm baza 10
<i>atan</i> - arc tangent(număr)	<i>max</i> - maxim
<i>avg</i> - media	<i>min</i> - minim
<i>bindec</i> – binar către zecimal	<i>pi</i> - PI
<i>ceil</i> – următorul număr întreg	<i>pow</i> - exponențial
<i>cos</i> - cosinus	<i>rad2deg</i> – conversie între grade și număr
<i>decbin</i> – zecimal către binar	<i>round</i> – rotunjirea unui număr
<i>deg2rad</i> – convertește număr în grade	<i>sin</i> - sinus
<i>exp</i> - exponent	<i>sqrt</i> – rădăcina pătrată
<i>floor</i> – următorul cel mai mic întreg	<i>tan</i> - tangenta

iar operatorii sunt : +, -, *, /, la puterea ^.

Mai mult decât atât, rezultatul calculului formulei poate fi comparat cu o valoare. *Notificarea / Acțiunea* se poate face atunci când toate condițiile sunt adevărate sau cel puțin una din condițiile implementate. Astfel, textul este verificat pentru corectitudine și parcurs în

ordinea operațiilor. Valoarea rezultată din calcul poate fi trimisă către o notificare, sau drept parametru într-o acțiune. Așa cum se poate observa în Figura 6, mecanismul de decizie (acțiune sau notificare) are la bază construirea logicii în mod natural, combinând calcule matematice asupra valorilor provenite de la diferiți senzori. Acțiunea propriu zisă poate fi concomitentă cu notificarea unui user și trimiterea unei anumite valori (calculate pe baza logicii dezvoltate) către un anumit device sau user. Figura 7 prezintă fereastra principală a platformei web.

Bibliografie selectivă

- [1] Panteli, C., Kylili, A., & Fokaides, P. A. (2020). Building information modelling applications in smart buildings: From design to commissioning and beyond A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 121766.
- [2] Purbantoro, F., & Siregar, M. (2019, December). Design of Net Zero Energy Building (NZEB) for Existing Building in Jakarta. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 399, No. 1, p. 012076). IOP Publishing.
- [3] Im, P., Joe, J., Bae, Y., & New, J. R. (2020). Empirical validation of building energy modeling for multi-zones commercial buildings in cooling season. *Applied Energy*, 261, 114374.
- [4] Leal, S., Zucker, G., Hauer, S., & Judex, F. (2014). A software architecture for simulation support in building automation. *Buildings*, 4(3), 320-335.
- [5] Marinakis, V., & Doukas, H. (2018). An advanced IoT-based system for intelligent energy management in buildings. *Sensors*, 18(2), 610.
- [6] <http://www.avitech.ro/ro/post/articol/importanta-solutiilor-de-building-management-systems-bms-pa342>
- [7] Sisteme integrate de management al clădirilor, disponibil on line la adresa: <https://www.engie.ro/business/servicii-integrate/>
- [8] <https://www.roelsystems.ro/domenii-de-activitate/building-management-systems-bms/>

REVEDICĂRI

1. Produs inovativ, Produs software inovativ, identificat sub forma unui formular web, **caracterizat prin aceea că** prezintă caracteristici tehnice cu aplicații industriale ale clădirilor în care se pot adăuga dispozitive inteligente (IoT) și senzori, se pot crea formule matematice bazate pe datele provenite de la dispozitivele implicate, și pe baza unor condiții se pot trimite notificări (valori rezultate sau acțiuni asupra dispozitivelor), identificabile prin procedee inovative dezvoltate și implementate în interiorul modulelor componente, ce **au ca efect tehnic** creșterea eficienței energetice, implicând: gestiunea optimă a datelor de mari dimensiuni în scopul asistării deciziilor privind strategiile de consum energetic, optimizarea costurilor și fluxurilor de putere la nivelul participanților și reducerea impactului asupra mediului (scad emisiile de CO₂), precum și la nivelul societății umane, în contextul promovării dezvoltării durabile și preocupării de utilizare eficientă a resurselor materiale epuizabile.
2. Procedeu de management integrat bazat pe formular web **caracterizat prin aceea că** poate folosi oricâți senzori, orice tip de senzor sau dispozitiv într-o formulă matematică utilizată în managementul unei clădiri inteligente.
3. Procedeu de parametrizare automată a dispozitivelor unui sistem de management integrat al clădirilor inteligente **caracterizat prin aceea că** permite identificarea și controlul automat al unui dispozitiv sau senzor pentru o viitoare folosire în formule complexe, respectiv prin îmbinarea valorilor curente ale diverselor dispozitive cu formule matematice standard, calculate în timp real.
4. Procedeu de construire a condițiilor complexe pentru îndeplinirea unui eveniment pentru eficientizarea sistemului de management al clădirilor, **caracterizat prin aceea că** folosește un algoritm specific de descompunere în condiții simple, bazate pe formule și pe valori specifice diferitelor dispozitive.
5. Procedeu de optimizare multicriterială pentru identificarea notificării îndeplinirii unei condiții anterior create, **caracterizat prin aceea că** folosește un algoritm de explorare rapidă a mulțimii soluțiilor admisibile în care valoarea rezultată din calculul formulei este trimisă către un alt senzor drept parametru sau ca o notificare unui utilizator.

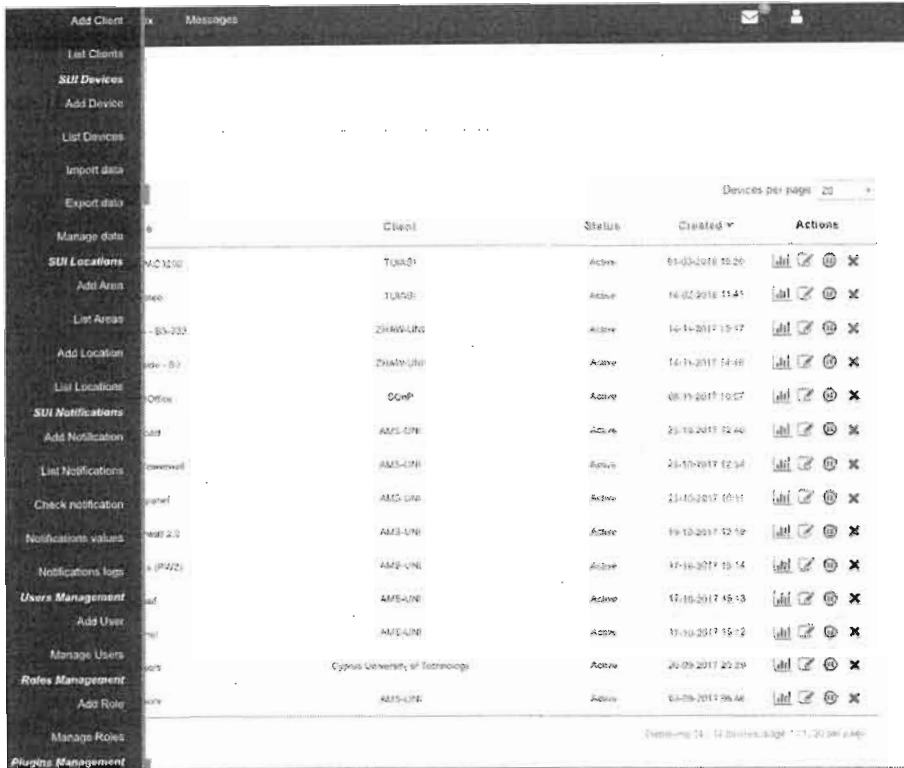


Figura 1. Lista de funcții din meniul platformei

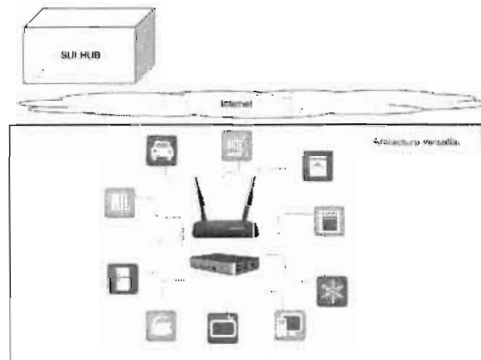


Figura 2. Versatilitatea platformei de management

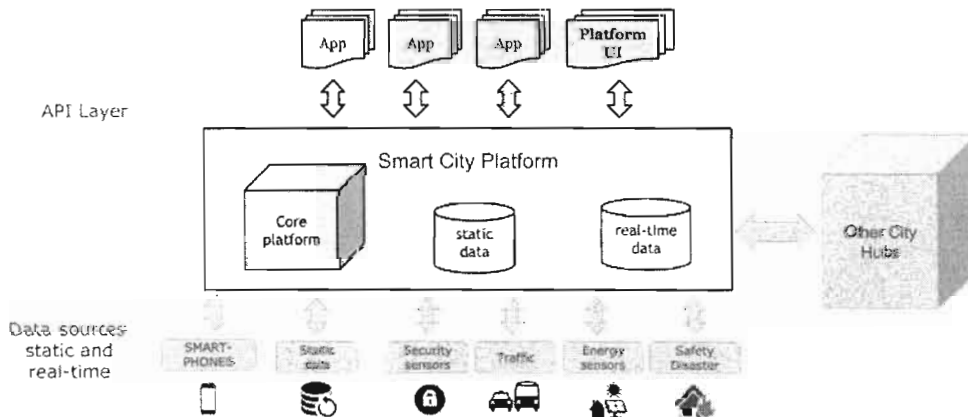


Figura 3. Scalabilitatea platformei de management

Variables

Device	SENTRON PAC3200
Sensor	Voltage (V)
Variable Name	D15S20
<hr/>	
Device	SENTRON PAC3200
Sensor	Frequency (Hz)
Variable Name	D15S22
<hr/>	
Device	StabelMeseo
Sensor	Humidity (H%)
Variable Name	D14S6

Figura 4. Identificarea senzorilor implicați în crearea condițiilor

Conditions

When: All

Formula: D15S20

Condition: Less than

Value: 0.15

REMOVE

Formula: D15S20

Condition: Greater than

Value: 24

REMOVE

ADD CONDITION

Figura 5. Fereastra de construcție a condițiilor

Notification value

Formula: $2 * D14S1 / \pi$

Actions

Send formula to: SENTRON PAC3200

SENSOR TENS&NE CURENT (A)

Send email: calin.rugna@gmail.com

Save changes

Figura 6. Fereastră de construcție a acțiunii/notificării

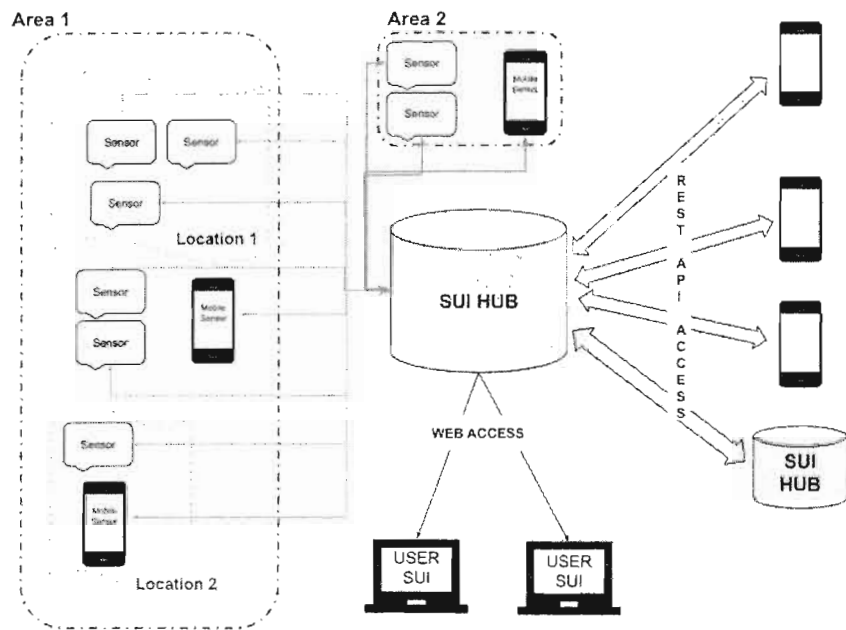


Figura 7. Fereastră generală a platformei web