



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00721

(22) Data de depozit: 11/11/2022

(41) Data publicării cererii:
30/05/2024 BOPI nr. 5/2024

(71) Solicitant:
• SIVIA ARTENSIA S.R.L., STR.URSULEA,
NR.28, ET.1, IAȘI, IS, RO;
• ALL GREEN S.R.L., STR.IANCU BACALU,
NR.5, CONSTRUCȚIA C1, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• OLTEANU ALIN ALEXANDRU,
BD. DACIA, NR.61, BL.DD8, ET.8, AP.30,
IAȘI, IS, RO;
• CIOBANU ROMEO CRISTIAN,
STR.GEORGE COȘBUC NR.8, IAȘI, IS, RO;
• ARĂDOAEI MIHAELA, STR. PARCULUI,
NR.6, BL.E25, SC.B, AP.9, IAȘI, IS, RO

(54) SISTEM DE MANAGEMENT ENERGETIC DE CLĂDIRI BAZAT
PE O ABORDARE PROGRAMATICĂ UTILIZÂND
INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de management energetic al clădirilor bazat pe o abordare programatică utilizând inteligența artificială. Sistemul, conform invenției, colectează două categorii de date: interne și externe, care sunt introduse în niște module de procesare și predicție găzduite pe un server configurat pentru sarcini de machine learning, în cadrul sistemului fiind stabilite de asemenea protocoale de comunicație prin API-uri

securizate și, alternativ, fiind dezvoltate pagini web cu grafice și statistici folosite de către factorii decizionali din structura furnizorilor, în baza API-urilor fiind dezvoltate aplicații pentru gestionarea producției/ livrării de resurse, cum ar fi energia electrică, gazul metan, apa caldă, apa rece.

Revendicări: 2



SISTEM DE MANAGEMENT ENERGETIC DE CLĂDIRI BAZAT PE O ABORDARE PROGRAMATICA UTILIZÂND INTELIGENTA ARTIFICIALA

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2022 0721
Data depozit 11-11-2022

DOMENIUL DE APLICAȚIE

Scopul invenției este de a optimiza consumul energetic în clădiri, de a sprijini realizarea de clădiri inteligente și clădiri cu consum energetic aproape zero (NZEB).

STADIUL CUNOSCUȚ AL TEHNICII ÎN DOMENIUL OBIECTULUI INVENȚIEI

Măsurile de eficiență energetică urmăresc printre altele creșterea gradului de conștientizare a consumatorilor cu privire la modul de gestionare a consumului, utilizarea de e-facturi și de soluții TIC avansate, respectiv să motiveze consumatorii ca să devină prosumatori, investind în surse proprii de generare, cum ar fi panouri fotovoltaice (PV) și dispozitive de stocare.

Un sistem de management al clădirii (BMS), derivat din sistemele de automatizare a clădirii (BAS), trebuie să devină un sistem de management al energiei în clădirii (BEMS), adică un sistem condus de computer instalat în clădiri care monitorizează și controlează echipamentele mecanice și electrice ale clădirii, cum ar fi încălzirea, răcirea, ventilația, iluminatul, sistemele de alimentare, sistemele de intervenție la incendiu și de securitate. Acest sistem trebuie să utilizeze eficient, o gamă largă de echipamente care trebuie integrate într-un concept unitar, care nu numai că adună informații despre utilizarea energiei, ci și oferă managerului clădirii posibilitatea de a o controla, [1-3]. Sistemele de management al clădirilor sunt cel mai frecvent implementate în proiecte mari cu sisteme mecanice, HVAC și electrice extinse. S-a dovedit că sistemele BMS configurate incorect, sau lipsa acestora, cauzează un consum suplimentar (o risipă practică) de cca. 20% din consumul de energie al clădirii, [4,5].

Un beneficiu al unei integrări vaste a echipamentelor este capacitatea de a monitoriza și prognoza propriul consum de energie electrică, gaz, apă și de a comunica acest lucru furnizorilor, astfel încât aceștia să își poată dimensiona capacitățile de livrare. Un control eficient nu înseamnă doar economisirea resurselor, ci și creșterea confortului ocupanților prin faptul că nu permite de ex. temperaturii să treacă peste sau sub un anumit prag. Sistemele de management energetic de clădiri actuale se bazează pe algoritmi software avansați pentru reglarea optimă a consumurilor, în general bazați pe interpretări statistice a unor date pre-programate de consum sau de confort al ocupanților, corelate eventual cu prognoze meteo pe termen lung. Exemplul cel mai cunoscut de tehnică de prognoză a consumului include regresia, care, prin simplitate și transparența, este una dintre cele mai populare proceduri statistice. Tehnicile de regresie sunt utilizate frecvent pentru a estima relația dintre nivelul de consum și alți parametri, cum ar fi vremea (temperatura, umiditatea etc.), tipul de zi (zile lucrătoare și sărbători) și profilurile/preferințele clienților, [6,7].

DEZAVANTAJELE SOLUȚIILOR TEHNICE CUNOSCUȚE

Majoritatea sistemelor avansate actuale de management energetic de clădiri se bazează pe două metode de prognoză: rețele neuronale și determinarea programatică pentru diverse tipuri de date. Dezavantajul în cazul rețele neuronale este că evenimentele majore care se repetă cu probabilitate mică nu sunt luate în considerare. Dezavantajul determinării programatice pentru diverse tipuri de date constă în faptul că se folosesc algoritmi prestabiliți de control bazați pe

medierea unor date istorice, fără a se face o actualizare a lor în funcție de variația instantanee a unor parametrii interni și/sau externi care influențează consumurile.

Alt dezavantaj major este acela că sistemele actuale nu asigură o integrare a conceptului de management al energiei cu alte sisteme de management de clădiri, de ex. cele legate de securitate.

PROBLEMA TEHNICĂ PE CARE O REZOLVĂ INVENȚIA

Dacă sistemele actuale se bazează pe soluții simple și rezolvă doar unele aspecte ale managementului energetic în clădiri, sistemul de management energetic de clădiri bazat pe o abordare programatică utilizând inteligența artificială realizează o integrare vastă, care pe lângă controlul mediului și consumului intern al clădirii, asigură control accesului sau alte sisteme de securitate, sisteme de alarmă de incendiu etc., în paralel cu capacitatea de a monitoriza și prognoza propriul consum de energie electrică, gaz, apă și de a comunica acest lucru furnizorilor, astfel încât aceștia să își poată dimensiona capacitățile de livrare, sau de a asigura o tarifare avantajoasă.

Utilizând inteligența artificială se extrage un model care poate fi aplicat perioadelor viitoare de timp, prin rafinarea în mod continuu a datelor, furnizând feedback algoritmului în ceea ce privește datele reale, și astfel prognoza va deveni din ce în ce mai precisă. Controlul feedforward propus este diferit de metodele curente, precum controlul în buclă deschisă și/sau sistemele tip teleoperator. Abordarea programatică propusă integrează în mod continuu diverse tipuri de date utile managementului de clădiri, bazate pe conceptul istoric-prezent-prognoza: Consumul curent și trecut, Vremea și prognozele curente, Ocuparea clădirii și aspecte legate de securitate și confort opțional, Evenimente interne curente și viitoare, Situații de urgență.

Sistemul de management are următoarele segmente de lucru:

- utilizarea datelor preluate de la consumatori pentru a determina profilurile și comportamentul acestora;
- utilizarea rețelelor neuronale autoregresive (AR) pentru a prognoza consumul total de energie pe o perioadă scurtă de timp;
- algoritm feed-forward pentru a prezice producția de energie din surse regenerabile asociate clădirii în concept de prosumator
- interfațare prietenoasă care permite consumatorilor să-și personalizeze și să-și programeze în mod interactiv echipamentele pentru a-și reduce consumul de energie.

În ceea ce privește vremea și prognozele curente se definește o variabilă meteo compozită ca variabilă meteo zilnică actualizată din citirea temperaturii la 2 ore și evaluarea vitezei vântului la 4 ore. Componentele variabilei meteo compozite sunt:

1. Temperatura efectivă ($0,5 * \text{temperatura de azi} + 0,5 * \text{temperatura efectivă de ieri}$)
2. Temperatură efectivă normală pseudo-sezonieră a lunii
3. Viteza vântului
4. Evenimente critice de prognoza la 24 ore la nivel regional și/sau național

Interfețele și modul de gestionarea datelor se bazează pe conceptul de business intelligence. Un server de business intelligence poate fi construit în cloud, care oferă prosumatorilor și furnizorilor de energie electrică acces online la servicii pentru analiză avansată. Următoarele facilități pentru consumatori sunt incluse în aplicație: se ia în considerare producția și consumul propriu; personalizarea programului de consum al consumatorilor (stabilirea profilurilor consumatorilor); managementul producției și consumului pe baza unor sisteme tarifare moderne (instalarea sistemelor de tarifare avansate).

Datele sunt colectate dintr-o varietate de surse, inclusiv interfețe web, citire manuală de către angajații furnizorilor de energie electrică, contoare inteligente și aparate în format .csv sau .raw, echipamente de microgenerare (panouri fotovoltaice mici, turbine eoliene și vehicule electrice), iar bazele de date locale (hub-uri) primesc date prin RF sau Wi-Fi. Datele sunt sincronizate periodic de la hub-urile locale și introduse într-o etapă centrală de date pentru validare. În plus, sunt create modele de extragere, transformare și încărcare (ETL) pentru diferite tipuri de echipamente tip smart-meter, precum și metode de excludere a datelor aberante, care semnalizează astfel scoaterea din uz a unor echipamente. După finalizarea procesului ETL, datele sunt încărcate într-o bază de date pentru analiză avansată și ulterior într-o bază de date relațională centrală pentru management operațional.

AVANTAJELE SOLUȚIEI TEHNICE

Sistemul de management energetic de clădiri bazat pe o abordare programatică utilizând inteligența artificială are beneficiul unei integrări vaste, care pe lângă controlul mediului intern al clădirii, asigură control accesului sau alte sisteme de securitate, sisteme de alarmă de incendiu etc., în paralel cu capacitatea de a monitoriza și prognoza propriul consum de energie electrică, gaz, apă și de a comunica acest lucru furnizorilor, astfel încât aceștia să își poată dimensiona capacitățile de livrare. Sistemul permite extinderea conceptului de clădire inteligentă inclusiv în spațiile anexe și conexe acesteia, cum ar fi zonele de parcare, iluminat public etc. Integrarea unor astfel de sisteme are beneficii suplimentare, cum ar fi detectarea persoanelor din interiorul unei clădiri în caz de incendiu sau obținerea de rapoarte bazate pe detectarea fluxului de persoane, respectiv prin corelarea sistemului cu informațiile setate individual de la panourile de control utilizate ca termostate și/sau panouri de informații din fiecare cameră. Cu o integrare suplimentară, lifturile vor fi optimizate ca circuit de lucru, iar în caz de incendiu vor fi parcate automat la nivelul solului, iar ventilația va preveni răspândirea fumului, direcțiile de ieșire vor fi afișate pe ecran și toate aceste scenarii posibile pot fi programate într-o manieră logică. Un control eficient nu înseamnă doar economisirea resurselor, ci și creșterea confortului ocupanților ca un model de preferințe umane, dar se poate lua în considerare temperatura din ziua precedentă corelată cu comportamentul consumatorilor în ceea ce privește percepției vremii. Integrarea acestor date de consum la niveluri de scară regională poate oferi date foarte valoroase pentru furnizori, care le pot folosi pentru a lua decizii financiare, respectiv se poate contracta surplusul de energie în avans la prețuri mai mici, dacă este cazul, sau se pot fructifica avantajos rezervele în caz de vârf de sarcină.

EXEMPLU DE REALIZARE A INVENTIEI

Sistemul colectează două categorii mari de date: interne și externe. Acestea pot fi într-un număr redus sau extins. De exemplu, ca date externe se pot prelua temperatura, viteza vântului, azimutul și altitudinea soarelui, timpul exact al răsăritului și apusului, nebulozitatea, precipitațiile și previziuni pentru acestea). Aceste date sunt introduse în modulele de procesare și predicție; cu cât avem seturi mai complexe de date, cu atât e mai complexă procesarea și mai de durată. Folosind inteligența artificială, se vor rula sute și mii de seturi de date în etapa de învățare. Învățarea se va face pe un server aflat la distanță, în afara clădirii din motive economice și logistice. Acest server este configurat special pentru sarcini de machine learning (învățarea cu inteligența artificială). Alternativ, după etapa de învățare inițială, se poate găzdui platforma de AI și pe un server locală cu specificații mai modeste.

Serviciul de analiza si predictie va fi in asa fel configurat incat sa poata lucra si cu seturi pariale de date, pentru situatiile cand nu toate serviciile sunt disponibile. De exemplu cand predictia de vant sau de rasarit / apus nu functioneaza. Aceste probleme nu trebuie sa blocheze platforma, ci doar sa-i reduca minimal acuratetea.

Predictiile sunt procesate intern – consumatori si extern – catre furnizori. Se vor stabili protocoale de comunicatie cu acestia prin API-uri securizate si alternativ, se vor dezvolta pagini web cu grafice si statistici care vor putea fi folosite de catre factorii decizionali din cadrul structurilor furnizorilor. In baza API-urilor, se vor putea dezvolta aplicatii pentru a gestiona productia / livrarea de resurse cum ar fi energie electrica, gaz metan, apa calda, apa rece.

Optional se pot introduce metode de comunicare bidirectionala care sa permita transmiterea incapacitatii furnizorului de a asigura volumele necesare prezise, caz in care sistemul de management al cladirii. In continuare includem cateva metode folosite in protocolul de schimb de informatii intre platforma și aplicatiile furnizorilor:

SmartBuilding Backend

ConsumptionPredictions

AUTHORIZATIONAPI Key

This folder is using API Key from collectionSmartBuilding Backend

GETPredictions

localhost:8082/consumption_predictions?from_date=2022-01-01&to_date=2022-05-30

AUTHORIZATIONAPI Key

This request is using API Key from collectionSmartBuilding Backend

PARAMS

from_date

2022-01-01

to_date

2022-05-30

Example Request

Predictions

```
curl --location --request GET 'localhost:8082/consumption_predictions?from_date=2022-01-01&to_date=2022-05-30'
```

POSTPredictions Confirmation

localhost:8082/capacity_confirmation

AUTHORIZATIONAPI Key

This request is using API Key from collectionSmartBuilding Backend

BODY Raw

```
[
  {
    "start": "2022-01-01",
    "end": "2022-01-31",
    "isConfirmed": 1,
    "capacity": 8000,
    "utility_type": "electricity"
  },
]
```

```
{
  "start": "2022-01-01",
  "end": "2022-01-31",
  "isConfirmed": 1,
  "capacity": 1500,
  "utility_type": "cold_water"
},
```

```
{
  "start": "2022-01-01",
  "end": "2022-01-31",
  "isConfirmed": 0,
  "capacity": 2000,
  "utility_type": "gas"
}
```

```
]
```

le Request

```
curl --location --request POST 'localhost:8082/capacity_confirmation' \
```

```
--data-raw '[
```

```
{
  "start": "2022-01-01",
  "end": "2022-01-31",
  "isConfirmed": 1,
  "capacity": 8000,
  "utility_type": "electricity"
},
```

```
{
  "start": "2022-01-01",
  "end": "2022-01-31",
  "isConfirmed": 1,
  "capacity": 1500,
  "utility_type": "cold_water"
},
```

```
{
  "start": "2022-01-01",
  "end": "2022-01-31",
  "isConfirmed": 0,
  "capacity": 2000,
  "utility_type": "gas"
}
```

```
]
```

BIBLIOGRAFIE

- [1] <https://www.cez.ro/ckfinder/userfiles/files/cez/despre-noi/cezd/masurarea%20energiei%20electrice/Procedura%20elaborare%20si%20aplicare.pdf>
- [2] https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/326122/HEUS_Electricity_Price_Signals_and_Demand_Response_Final_Report_04_04_14...pdf
- [3] Sanquist, Thomas F., et al. "EconPapers: Lifestyle Factors in US Residential Electricity Consumption." *EconPapers: Lifestyle Factors in US Residential Electricity Consumption*, 1 Jan. 2012, econpapers.repec.org/article/eeenepol/v_3a42_3ay_3a2012_3ai_3ac_3ap_3a354-364.htm.
- [4] Hayn, Marian & Bertsch, Valentin & Fichtner, Wolf. (2014). Electricity load profiles in Europe: The importance of household segmentation. *Energy Research & Social Science*. 3. 30-45. 10.1016/j.erss.2014.07.002.
- [5] S.V. Oprea and A. Bâra, "Electricity load profile calculation using self-organizing maps," 2016 20th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 2016, pp. 860-865, doi: 10.1109/ICSTCC.2016.7790776.
- [6] Ardakanian O, Koochakzadeh N, Singh RP, Golab L, Keshav S. Computing electricity consumption profiles from household smart meter data. In: *Workshop Proceedings of the EDBT/ICDT 2014 Joint Conference*. Greece: Athens. p. 2014
- [7] Sarker, Iqbal H. "Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions - PMC." *PubMed Central (PMC)*, 18 Aug. 2021, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8372231.

REVENDICARI

1. Sistemul de management energetic de clădiri bazat pe o abordare programatică utilizând inteligența artificială. Sistemul colectează două categorii mari de date: interne și externe, care sunt introduse în modulele de procesare și predicție, pe un server configurat special pentru sarcini de machine learning.
2. Modul de realizare conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că se vor stabili protocoale de comunicație prin API-uri securizate și alternativ, se vor dezvolta pagini web cu grafice și statistici care vor putea fi folosite de către factorii decizionali din cadrul structurilor furnizorilor. În baza API-urilor, se vor putea dezvolta aplicații pentru a gestiona producția / livrarea de resurse cum ar fi energie electrică, gaz metan, apă caldă, apă rece.