



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ
“GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI**
**Facultatea de
Inginerie Electrică, Energetică și
Informatică Aplicată**



**REZUMATUL
TEZEI DE DOCTORAT**

**Cercetări privind realizarea de sisteme
integrate pentru clădiri cu consum
energetic aproape zero**

Conducător de doctorat:

Prof. dr. ing. Schreiner Cristina-Mihaela

Doctorand:

Ing. Moroșanu Constantin-Vlad

Septembrie 2024

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI
R E C T O R A T U L

Către

Vă facem cunoscut că, în ziua de 24 Septembrie 2024 la ora 12.00 în Sala de Conferințe "Dragomir Hurmuzescu" a Facultății de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

**" CERCETĂRI PRIVIND REALIZAREA DE SISTEME INTEGRATE PENTRU CLĂDIRI
CU CONSUM ENERGETIC APROAPE ZERO"**

elaborată de domnul **MOROȘANU CONSTANTIN-VLAD** în vederea conferirii titlului științific de doctor.

Comisia de doctorat este alcătuită din:

1. Prof.dr.ing. Maricel Adam, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iași, președinte
2. Prof.dr.ing. Cristina Mihaela Schreiner, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iași, conducător de doctorat
3. Prof.dr.ing. Florin Ciuprina, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, referent oficial
4. Prof.dr.ing. Laurențiu Dan Milici, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, referent oficial
5. Conf.dr.ing. Mihaela Arădoaei, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iași, referent oficial.

Cu această ocazie vă invităm să participați la susținerea publică a tezei de doctorat.



Prof.univ.dr.ing. Dan Cașcaval

Secretar universitate,

ing. Cristina Nagiț

Mulțumiri

Aș dori să aduc cele mai sincere mulțumiri doamnei Prof.Univ.Dr.Ing. Cristina Mihaela Schreiner, conducătorul de doctorat, pentru sprijinul permanent acordat în îndrumarea activității mele de cercetare, pentru exigența manifestată de-a lungul timpului în vederea elaborării prezentei teze și pentru oportunitatea acestei experiențe științifice unice.

Mulțumiri pentru îndrumare la formarea mea profesională domnilor profesori din cadrul Facultății de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată.

De asemenea, țin să aduc mulțumiri referenților științifici pentru sugestiile și aprecierile făcute și pentru amabilitatea de a accepta să fie membri oficiali în comisia de susținere publică a prezentei teze.

Mulumesc de asemenea familiei pentru încurajarea continuă, înțelegerea și sprijinul oferit, precum și pentru ajutorul acordat la redactarea tezei.

Constantin-Vlad Moroșanu 2024

CUPRINS

	Rezumat	Teză
Introducere	8	8
Capitolul 1: Definirea structurii unui sistem de tip Building Management (BMS)	15	33
1.1 Sistemele BMS inteligente	15	33
1.2 Conceptul de BMS în contextul de zonă inteligentă		36
1.2.1 Tipologia generală a zonelor inteligente.		36
1.2.2 Coerența spațială..		36
1.2.2.1 Modelul conceptual...		37
1.2.2.2 Modelul spațial deschis...		38
1.2.2.3 Modelul spațial inteligent închis		38
1.2.3 Complexitatea funcțională.		45
1.2.3.1 Complexitatea funcțională de bază.		45
1.2.3.2 Complexitatea funcțională avansată		46
1.2.3.3 Complexitatea funcțională elaborată		46
1.3 Arhitectura bioclimatică, platforma de management și energii regenerabile		47
1.3.1 Prezentarea generală a reglementărilor europene și naționale		47
1.3.2 Prezentarea generală a conceptului de clădire bioclimatică inteligentă		48
1.3.2.1 Definiția zonei inteligente		48
1.3.2.2 Definirea arhitecturii bioclimatice manageriate cu un sistem software BMS.		48
1.3.2.3 Platforma de management în sistem software BMS		49
1.3.2.4 Conceptul de Micro-rețea/Mini rețea...		50
1.3.2.5. Cerințele privind mini-rețelele		54
1.3.2.6 Analiza specificațiilor caracteristice domeniului.		54
1.4 Elemente componente utilizate pentru o bună funcționare a unui sistem BMS	18	59
Capitolul 2: Conceptul de control al sistemelor de	20	60

automatizare/acționare în cazul clădirilor inteligente		
2.1. Conceptul de control al sistemelor de automatizare/acționare în cazul clădirilor inteligente	20	61
2.2. Elemente de acționare	21	63
2.2.1 Releu electric		63
2.2.2 Releul electromecanic		65
2.2.3 Actuator solenoidal liniar...	23	66
2.2.4 Elemente de acționare de tip motor de curent continuu.	24	68
2.3 Propuneri constructive privind integrarea majorității senzorilor și elementelor de acționare în cazul diverselor categorii de clădiri inteligente	25	70
Capitolul 3: Prezentarea soluțiilor alese pentru climatizarea clădirii...	29	74
3.1 Soluții pentru asigurarea încălzirii și răcirii.	29	74
3.1.1 Încălzirea și răcirea spațiilor de la demisolul clădirii.	29	74
3.1.2 Încălzirea și răcirea spațiilor comune	30	75
3.1.3 Încălzirea și răcirea la nivelul superior al clădirii.	30	78
3.2 Soluții pentru pregătirea apei calde menajere.	31	79
3.3. Proiectarea sistemului fotovoltaic	32	80
3.3.1 Analiza funcționării sistemului fotovoltaic.	34	84
3.3.1.1 Estimarea producției de energie a sistemului fotovoltaic..	34	84
3.3.1.2 Analiza consumului de energie specific sistemelor de climatizare	35	86
3.3.1.3 Bilanțul puterilor și a fluxurilor de energie la nivelul sistemului fotovoltaic	36	87
Capitolul 4: Realizarea arhitecturii interfeței pentru utilizatori, cu implementarea serviciilor software de bază	39	92
4.1 Propuneri de structuri BMS	39	92
4.2 Abordări curente din interfețele de management al clădirilor/ automatizare a casei.	40	93
4.3 Probleme specifice, des întâlnite..	45	107
4.4 Soluții la cele mai întâlnite/importante probleme	46	112
4.5 Norme și standarde.	47	116
4.6 Tendințe previzionate pentru următorii 5 ani cu argumente pro și		118

contra.		
Capitolul 5: Studiu privind simularea comportamentului unei clădiri inteligente în diferite condiții de mediu și exploatare.	50	128
5.1 Probleme specifice, cele mai des întâlnite și soluții la acestea.	50	128
5.2 Tendințe previzionate pentru următorii 5 ani cu argumente pro și contra.	51	130
Capitolul 6: Aplicația practică a platformei de management, cu modul de evaluare a eficienței energetice într-o clădire inteligentă	53	161
6.1 Aspecte privind dezvoltarea de module senzoriale și module de transmisie date și control (stații de bază)..	53	161
6.2 Monitorizarea și evaluarea curentului absorbit de trancieverele cu rază medie și scurtă transmisie.	55	165
6.3 Metodologie de dimensionare și optimizare a sistemelor hibride de stocare..		172
6.4 Hărți termice 3D	61	177
6.5 Aplicație bazată pe RFM (Recency, Frequency, Monetary Value).	61	178
6.6 Realizarea modului de urmărire de tip “tracker” solar ce poate fi utilizat pentru încărcarea unui acumulator ce alimentează un senzor dintr-o rețea de senzori fără fir, dotat cu dispozitiv de monitorizare a parametrilor acumulatorului	63	195
6.7 Analiză comparativă a sistemelor de tip tracker solar cu una sau două axe pentru confirmarea alegerii structurii modelului experimental	67	208
6.8 Secvența finală de comandă a dispozitivului de tip tracker solar	68	211
6.9 Detalierea caracteristicilor protocolului de comunicare cu display-ul	68	211
6.10 Detalierea caracteristicilor protocolului de comunicare cu microSD-ul	69	215
Concluzii	77	224
Bibliografie	80	226

Preambul

Prezenta teză de doctorat este rodul unei activități intense de documentare și cercetare științifică în vederea realizării de sisteme integrate pentru clădiri cu consum energetic aproape zero.

Conceptul de clădiri inteligente există de ceva timp. O definiție exactă a clădirilor inteligente poate fi evazivă. „Inteligență” în mod corect înseamnă „inteligente”. Prin urmare, nevoia percepută de clădiri „inteligente” poate fi un indiciu al lipsei relative de inteligență a clădirilor actuale. Aceasta stă la baza tendințelor actuale ale clădirilor inteligente IoT. Această industrie a avut o creștere foarte rapidă până în anul 2020, ajungându-se astfel la 10 miliarde de dispozitive IoT instalate în clădiri.

Teza de doctorat **“Cercetări privind realizarea de sisteme integrate pentru clădiri cu consum energetic aproape zero”** este structurată pe șase capitole, având la început cuprinsul, preambul și introducerea, iar la sfârșit concluziile finale și bibliografia. Lucrarea conține 231 pagini.

În primul capitol ***Definirea structurii unui sistem de tip Building Management (BMS)*** se face o prezentare a sistemelor BMS inteligente, se prezintă conceptul de BMS în contextul de zonă actuală, arhitectura bioclimatică, platforma de management și energii regenerabile și elemente componente utilizate pentru o bună funcționare a unui sistem BMS.

Sistemele BMS sunt rețele de controlere „inteligente” bazate pe un microprocesor instalat pentru a monitoriza și a controla sistemele și serviciile tehnice ale unei clădiri, precum aerul condiționat, ventilația, iluminatul și acționarea hidraulică. Mai precis, sistemele BMS asigură legătura între funcționalitatea componentelor individuale cu echipamentele clădirii astfel încât să funcționeze ca un sistem integrat complet.

În al doilea capitol ***Conceptul de control al sistemelor de automatizare/acționare în cazul clădirilor inteligente*** se face o prezentare a clădirolor inteligente. O caracteristică fundamentală a clădirilor inteligente este furnizarea de servicii pentru clădiri care să asigure productivitatea ocupanților la costuri minime și un impact minim asupra mediului pe tot parcursul ciclului de viață al clădirii. Clădirile inteligente utilizează principiile și rețelele Internet of Things (IoT) pentru a conecta subsistemele. Controlul subsistemelor și partajarea informațiilor despre clădire prin intermediul calculatorului către ocupanți reprezintă o preocupare mai nouă.

Cel de-al treilea capitol ***Prezentarea soluțiilor alese pentru climatizarea clădirii*** este dedicat prezentării soluțiilor alese pentru climatizarea clădirii, și anume: soluții pentru asigurarea încălzirii și răcirii, soluții pentru pregătirea apei calde menajere.

Temperatura optimă a camerei în locuințe este o chestiune de percepție personală, mulți susținând că temperatura ideală a camerei este între 20 și 25 de grade Celsius. Asigurarea confortului termic este puternic influențată de zona în care este situată locuința și de caracteristicile sale climatice specifice. În ultimii 20 de ani, au fost utilizate sisteme centralizate de încălzire în apartamente individuale, în general încălzire pe gaz. În contextul problemelor tehnice și al utilizării tot mai frecvente a încălzirii în apartamente individuale costul căldurii furnizate de sistemele de încălzire urbană devine din ce în ce mai ridicat. Au fost propuse o serie de soluții moderne pentru a crește eficiența energetică a clădirilor analizate.

Capitolul patru ***Realizarea arhitecturii interfeței pentru utilizatori, cu implementarea serviciilor software de bază*** sunt prezentate propuneri de structuri BMS și anume: structură BMS - încălzire folosind kit-uri de tip covor încălzire în pardoseală, încălzire folosind kit-uri de tip încălzire radiantă. În partea a doua a capitolului patru sunt prezentate abordări curente din interfețele de management al clădirilor/ automatizare a casei.

Capitolul cinci ***Studiu privind simularea comportamentului unei clădiri inteligente în diferite condiții de mediu și exploatare*** sunt prezentate problemele specifice, cele mai des întâlnite și soluții la acestea, tendințele previzionate pentru următorii 5 ani cu argumente pro și contra.

În ultimul capitol ***Aplicația practică a platformei de management, cu modul de evaluare a eficienței energetice într-o clădire inteligentă*** este prezentată aplicația practică.

În ultima parte a lucrării sunt prezentate **concluziile finale** care fac o trecere în revistă a tuturor concluziilor ce au fost evidențiate.

Bibliografia este constituită din 78 referințe, în marea lor majoritate lucrări de strictă specialitate, printre care 4 lucrări elaborate de autoarul tezei de doctorat.

Introducere

Tendențe previzionate cu argumente pro și contra în cazul clădirilor inteligente

Conceptul de clădiri inteligente există de ceva timp. O definiție exactă a clădirilor inteligente poate fi evazivă. „Inteligență” în mod corect înseamnă „inteligent”. Prin urmare, nevoia percepută de clădiri „inteligente” poate fi un indiciu al lipsei relative de inteligență a clădirilor actuale. Aceasta stă la baza tendințelor actuale ale clădirilor inteligente IoT.

Tehnologiile clădirilor inteligente au capacitatea uimitoare de a conecta oamenii cu tehnologia. Tehnologia clădirilor inteligente nu numai că sprijină eforturile de gestionare a instalațiilor, dar oferă, de asemenea, informații valoroase cu privire la utilizarea clădirilor, oferind următoarele: eficiență energetică, sustenabilitatea clădirilor și eforturile de gestionare a muncii, care sunt toate beneficii ale clădirilor inteligente.

AR (realitate augmentată) și VR (realitate virtuală) au făcut deja pași importanți în sănătate, educație și artă la începutul anului 2020. Multe companii au încercat să pună în practică aceste tehnologii practice, nereușind să facă acest lucru. Pandemiile au fost necesare pentru ca societatea să nu mai privească aceste tehnologii ca pe un simplu divertisment.

Costul senzorilor conectați și al cloud computing-ului continuă să scadă, dispozitivele IoT care monitorizează și controlează în mod inteligent operațiunile clădirilor devin din ce în ce mai comune.

Interacțiunea om-computer

- *Interacțiunea vocală.* Interacțiunea vocală permite utilizatorilor să controleze sistemele inteligente prin voce, automatizarea și robustețea clădirilor inteligente.
- *Proces.* În procesul de proiectare a clădirilor, cercetătorii implică adesea utilizatorii.
- *Optimizarea sensibilității recunoașterii vorbirii.* Sunt dezvoltate sisteme speciale de recunoaștere a vorbirii.
- *Interacțiunea senzorială tactilă.* Acesta identifică în mod inteligent comportamentul utilizatorului și stabilește contactul.
- *Contact fizic cu utilizatorul pentru interacțiunea om-computer.* Pe măsură ce recunoașterea gesturilor devine principalul mod de interacțiune în sistemele inteligente, proiectanții acordă atenție optimizării tehnicilor de recunoaștere a gesturilor prin luarea în considerare a diferitelor nevoi de utilizare în diferite etape.

- *Interacțiunea cognitivă.* Pe baza diferitelor caracteristici cognitive ale utilizatorului, aceasta oferă multe beneficii.

Prin participarea și feedback-ul persoanelor în vârstă, se propune un sistem auxiliar care permite comunicarea de către persoanele în vârstă.

- *Interacțiunea emoțională.* Odată cu îmbunătățirea continuă a nevoilor utilizatorilor, sunt prezentate din ce în ce mai multe cerințe. În ultimii ani, au apărut sisteme de gestionare a emoțiilor bazate pe interacțiunea emoțională.

IoT în centrul tendinței clădirilor inteligente

IoT poate beneficia de dispozitive wireless care pot moderniza clădirile existente. Sistemele critice (de exemplu, HVAC – sisteme de alimentare: încălzire, ventilație, aer condiționat) pot fi monitorizate și controlate.

Principalele tendințe IoT în materie de clădiri inteligente. Inteligența artificială (AI) și big data

IoT permite IA (inteligență artificială) și big data. Senzorii wireless furnizează cantități mari de date. Una dintre cele mai fascinante teme ale IoT este potențialul IA de a furniza analize care schimbă regulile jocului, bazate pe învățarea automată, detectarea anomaliilor, detectarea și diagnosticarea.

Digitalizarea activelor

Consumul zilnic de informații digitale era noua normalitate. Digitalizarea activelor a revoluționat CRE (Centrul Român al Energiei) și s-a extins la alte părți ale economiei de piață: IoT facilitează digitalizarea activelor, fie la nivel de clădire, fie la nivel de activ individual.

Eficiență energetică. IoT va continua să facă progrese semnificative în căutarea eficienței energetice. IoT oferă acces la monitorizarea în timp real a contoarelor de electricitate, apă și gaz.

Clădire Acces ușor la platforme structurate de colectare a datelor

Accesul ușor la o platformă structurată de colectare a datelor pentru colectarea granulară a consumului de energie al clădirii oferă informații valoroase tuturor părților interesate.

Factori PRO.

- Întreținerea și depanarea în timp real
- Conectivitatea dispozitivelor

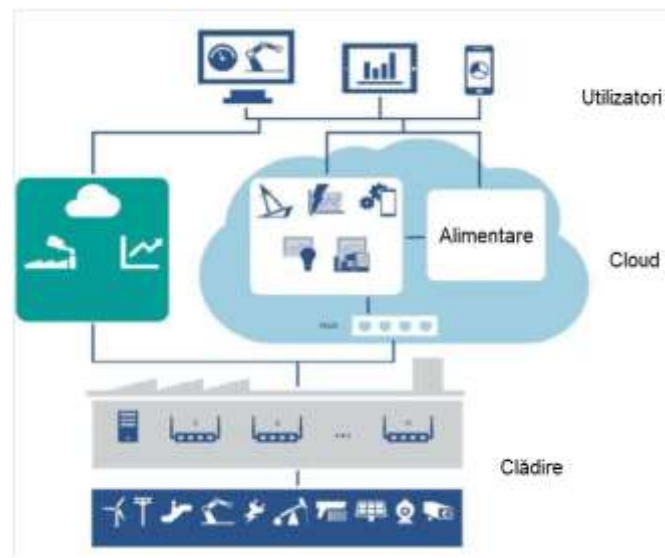


Figura 1. Conectivitatea dispozitivelor

- Eficiență și confort
- Trecerea întreținerii la nivelul următor (de la întreținerea proactivă la întreținerea redictivă)

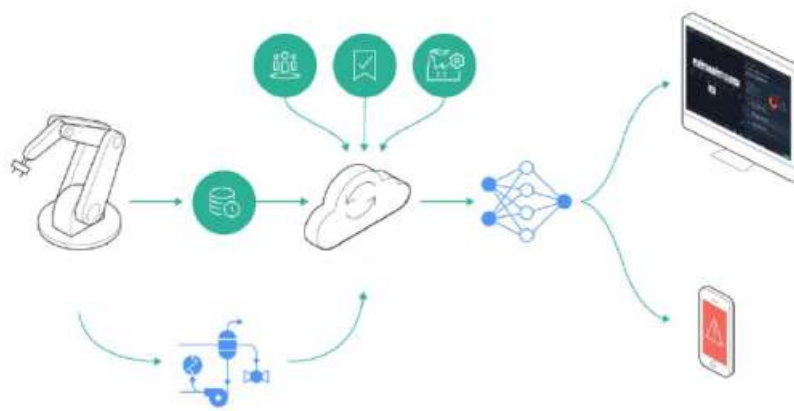


Figura 2 Întreținere predictivă în clădiri inteligente

Factori contra.

- Securitatea cibernetică și furtul datelor utilizatorilor
- Confidențialitate.
- Compatibilitatea dispozitivelor
- Termostate inteligente
- Costuri și formare

Tendințe de pe piața clădirilor inteligente

Dispozitivele inteligente care monitorizează și controlează în mod inteligent operațiunile clădirilor devin din ce în ce mai populare. Proliferarea dispozitivelor inteligente care monitorizează și controlează în mod inteligent operațiunile clădirilor este în creștere.

- Monitorizarea calității aerului
- Iluminatul inteligent
- Securitatea inteligentă a clădirii
- Importanța securității cibernetice.
- Gestionarea ocupanților.
- Parcarea inteligentă.
- Concentrarea pe beneficii
- Evoluția sistemelor de gestionare a clădirilor (BMS)

Abordările curente în sistemele de management ale clădirilor

Soluții de înaltă performanță pentru orice rețea electrică.

Soluții combinate adecvate:

- Confort, siguranță și eficiență energetică.
- Sute de dispozitive electrice inteligente pot fi integrate
- Arhitectură redundantă flexibilă

Monitorizare și control în timp real

- Funcționalitate de notificare prin telefon mobil
- Integrare rapidă cu PLC-uri pentru monitorizare și control
- Eficiență energetică, calitatea alimentării, calitatea energiei și conformitatea energetică

Conformitatea cu reglementările și securitatea cibernetică

- Obiective de sustenabilitate.
- Asigură funcționarea corectă a instalațiilor electrice și detectarea timpurie a condițiilor anormale de funcționare.

Arhitectura software este definită de IEEE ca fiind organizarea de bază a unui sistem, concretizată în componentele sistemului, relațiile dintre componente și relațiile dintre componentele sistemului și mediul lor.

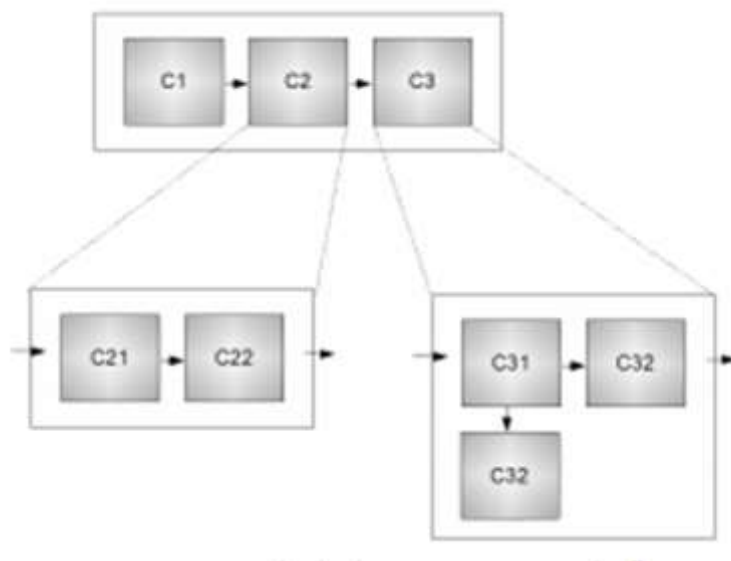


Figura 3. Descrierea unei arhitecturi prin descompunere ierarhică

Problemele specifice, cele mai des întâlnite și soluții la acestea

Principala provocare tehnică este punerea în aplicare a arhitecturii.

Arhitectură versatilă.

- Gestionarea dezechilibrelor relativ mari între sarcină și generare.
- Utilizarea diferitelor tehnologii de generare;
- Prezența diferitelor interfețe;
- Utilizarea diferitelor tehnologii de generare

Protecție și siguranță.

În funcție de caracteristicile corespunzătoare ale diferitelor sarcini, acestea pot fi împărțite în trei categorii: sarcini reductibile, traductibile și schimbabile.

Caracteristici specifice rețelei (interacțiune puternică între puterea activă și reactivă și interacțiune puternică între energia activă și reactivă)

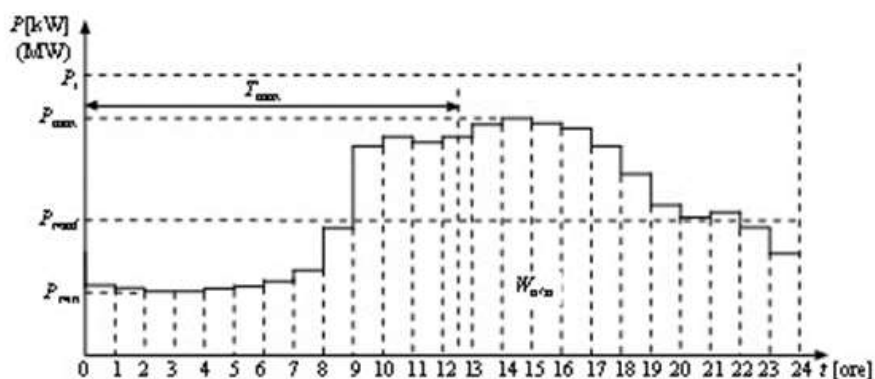


Figura 4 Evoluția necesarului de putere

Utilizarea diferitelor tehnologii de generare

- Producția de energie se caracterizează prin tehnologii care generează energie electrică din surse neutilizate și produc mai multă energie electrică și combustibil mai eficient din sursele utilizate în prezent. Stocarea energiei include metode noi și rentabile de stocare a energiei, cum ar fi baterii îmbunătățite, combustibili noi și alte metode.
- Rețelele inteligente sunt un set de tehnologii care combină informația și electricitatea în mișcare pentru a permite generarea și utilizarea mai eficientă a energiei. Spre deosebire de baterii, pilele de combustie necesită o sursă de combustibil și oxigen pentru a funcționa, dar pot produce electricitate în mod continuu atâta timp cât sunt alimentate.
- Celula de combustibil poate continua să producă. În mod natural necesită o turbină cu gaz, utilizată în mod ideal pentru producerea staționară de energie electrică.
- Evoluția rețelei electrice existente pentru a transporta și stoca hidrogen în loc de electricitate. Hidrogenul poate fi combinat cu diferite tipuri de metode de conversie a energiei pentru a minimiza pierderile și a maximiza capacitatea. Acesta este utilizat ulterior pentru diverse aplicații, cum ar fi încălzirea spațiilor și încălzirea apei menajere.
- Contoare de electricitate care înregistrează consumul de electricitate în timp real și comunică informații în scopul monitorizării și facturării. Acestea sunt utilizate pentru descărcarea de sarcină de la distanță, de exemplu pentru a opri echipamentele neesențiale atunci când sunt la utilizare maximă.
- Sticla solară fotovoltaică, cunoscută și sub denumirea de sticlă solară PV, este un tip specializat de sticlă care este concepută pentru a transforma lumina solară în energie electrică. Este folosit în mod obișnuit în construcția panourilor solare, care sunt

componente esențiale ale sistemelor de energie solară. Sticla solară fotovoltaică este o tehnologie crucială în sectorul energiei regenerabile, deoarece permite valorificarea energiei solare pentru generarea de electricitate. [26]

- Cablarea între controlere, senzori și actuatoare devine mai dificilă pe măsură ce sistemele devin mai complexe. Cablarea între actuatori este o provocare. Modulele de interfață convenționale și cabluri multi-conductor gata de conectare oferă câștiguri semnificative de eficiență. Adaptoarele și interfețele de migrare PLC specifice producătorului permit schimbul în siguranță al nivelurilor de control, fără timpi morți.



Figura 5 Sistemul de ventilație PRANA 200C Premium Plus: aspect și mod de instalare

Capitolul 1

Definirea structurii unui sistem de tip Building Management (BMS)

1.1. Sistemele BMS inteligente

Sistemele BMS sunt rețele de controlere „inteligente” bazate pe un microprocesor instalat pentru a monitoriza și a controla sistemele și serviciile tehnice ale unei clădiri, precum aerul condiționat, ventilația, iluminatul și acționarea hidraulică. Mai precis, sistemele BMS asigură legătura între funcționalitatea componentelor individuale cu echipamentele clădirii astfel încât să funcționeze ca un sistem integrat complet. [1-4]



Figura 1.3 Componente tipice de comanda pentru un sistem BMS

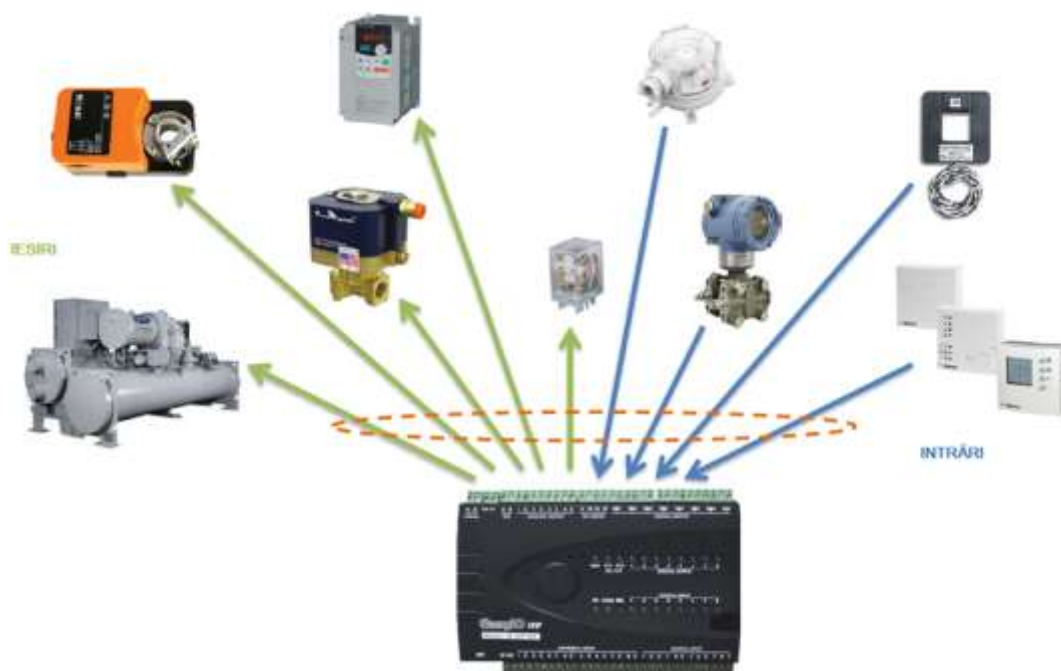


Figura 1.4. Componente tipice de sesizare și control pentru un sistem BMS

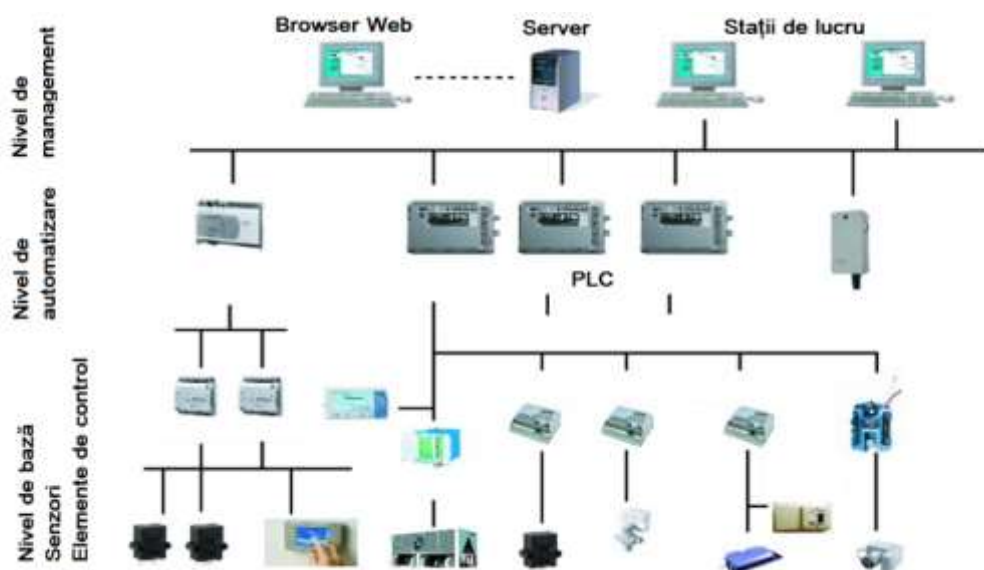


Figura 1.5. Componente tipice de sistem BMS - Rețele de comunicare și transmitere a informațiilor

Exemplu de simulare a unei clădiri pentru o platformă de management prin sistemul software BMS:

- Etapa 1 - Colectarea informațiilor: se colectează informații din diverse studii de teren pentru a realiza un model de referință,

- Etapa 2 - Colectarea datelor: se creează un model de bază adecvat pentru sistemul de simulare și se colectează datele de intrare;
- Etapa 3 - Identificarea principiilor de modelare: stabilirea obiectivelor simulării performanței clădirii, cum ar fi izolarea eficientă, stabilirea unei cereri anuale constante de energie, calcularea costului cererii de energie etc,
- Etapa 4: Modelarea clădirii: modelul clădirii este construit folosind datele de intrare din modelul de bază, inclusiv datele meteorologice, geometria clădirii, zonarea termică și informații privind sistemele structurale, de iluminat, de ocupare și HVAC,
- Etapa 5: Executarea simulării,
- Etapa 6 - Corectarea: verificarea erorilor de introducere a datelor de intrare și a erorilor de creare a geometriei modelului clădirii,
- Etapa 7 - Validare și acuratețe: verifică dacă modelul clădirii este corect, dacă datele de intrare sunt valide și verifică calibrarea și robustețea modelului. Obiectivele acestei etape sunt evitarea rezultatelor nerealiste.
- Etapa 8 - Optimizarea: aceasta se poate realiza prin analiză parametrică, analiză a incertitudinii sau optimizare automată,
- Etapa 9 - Vizualizarea rezultatelor
- Etapa 10 - Interpretarea rezultatelor,
- Etapa 11 - Recomandări de proiectare: pe baza rezultatelor simulării, se stabilește o soluție tehnică care să permită modelului de clădire să acționeze ca o casă pasivă și să atingă un consum de energie aproape zero.

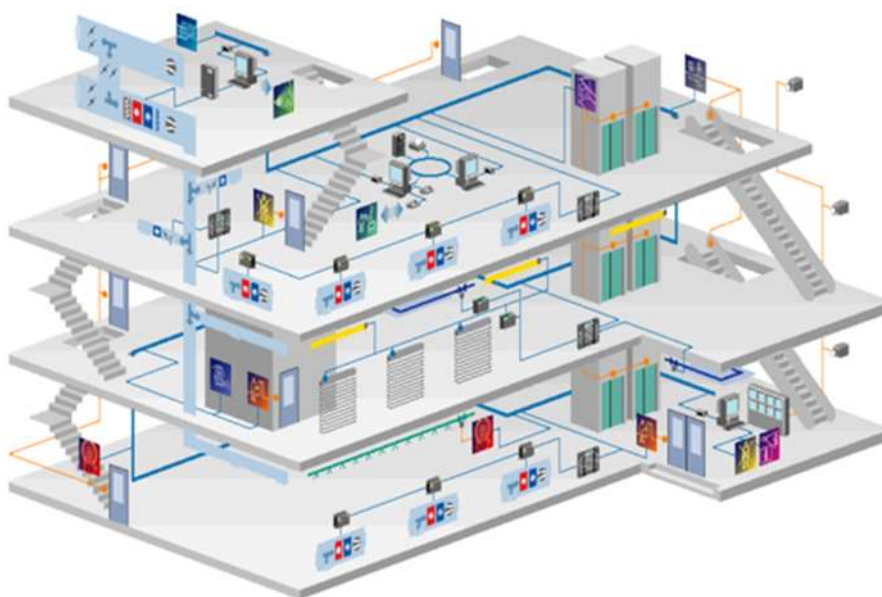


Figura 1.7: Exemplu de platformă de gestionare cu un sistem software BMS

1.4. Elemente componente utilizate pentru o bună funcționare a unui sistem BMS

Un BMS este în esență o soluție care poate fi implementată într-o instalație pentru a asigura un mediu sigur, confortabil și eficient din punct de vedere energetic. Atunci când este integrat în mod corespunzător într-o instalație, un BMS oferă mai multe beneficii, cum ar fi

- optimizarea consumului de energie
- furnizarea unui sistem de alarmă, astfel încât să poată fi luate măsuri corective
- monitorizarea și controlul mediului interior de confort

Aplicațiile tipice BMS în clădiri includ:

- Controlul HVAC și al iluminatului
- Iluminatul de urgență
- Soluții de siguranță și securitate
- Sisteme de alarmă
- Managementul securității
- Gestionarea și controlul apei

Sistemele de gestionare a clădirilor minimizează consumul de energie și maximizează confortul interior.

Beneficiile unui sistem BMS:

- 15-20% economie de energie operațională

- menținerea nivelului de confort
- îmbunătățirea calității aerului interior
- furnizarea de alarme critice și acțiuni de remediere

Capitolul 2

2.1. Conceptul de control al sistemelor de automatizare/acționare în cazul clădirilor inteligente

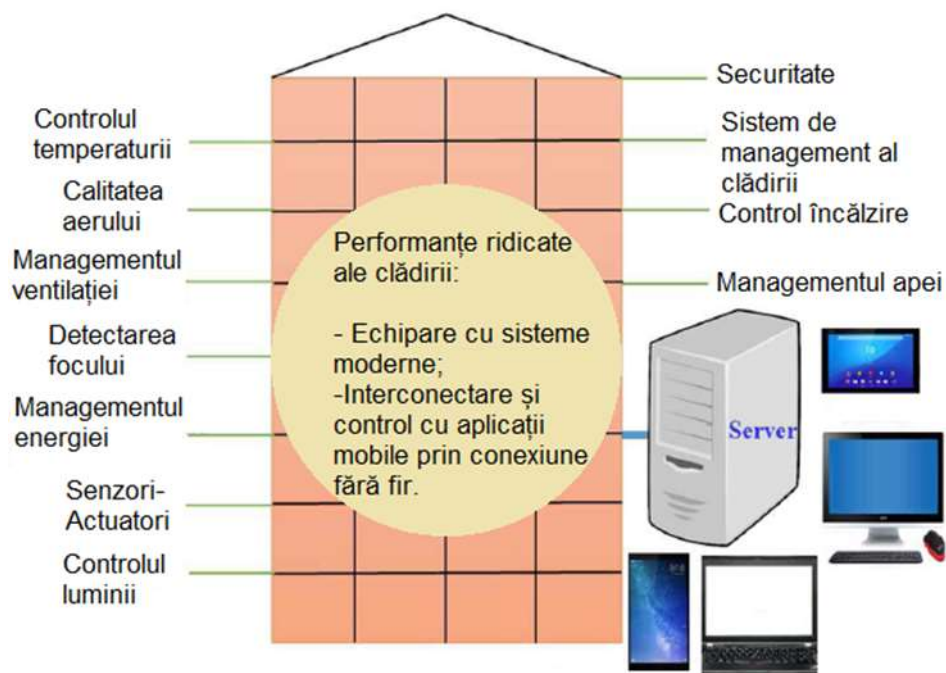


Figura 2.1. Reprezentarea schematică a unei clădiri inteligente cu sisteme senzor-actuator

În clădirile inteligente conceptul de control al sistemului de automatizare/actualizare reprezintă o viziune a furnizării unor sisteme eficiente de gestionare a clădirilor.

Arhitecturile de rețea fără fir sunt utilizate din ce în ce mai mult pentru automatizarea locuințelor. Acest lucru se datorează numeroaselor sale avantaje, inclusiv „plug and play”, flexibilitate, interoperabilitate și rentabilitate. Rețelele de control constau în principal din dispozitive inteligente, cum ar fi senzori și actuatori fără fir.

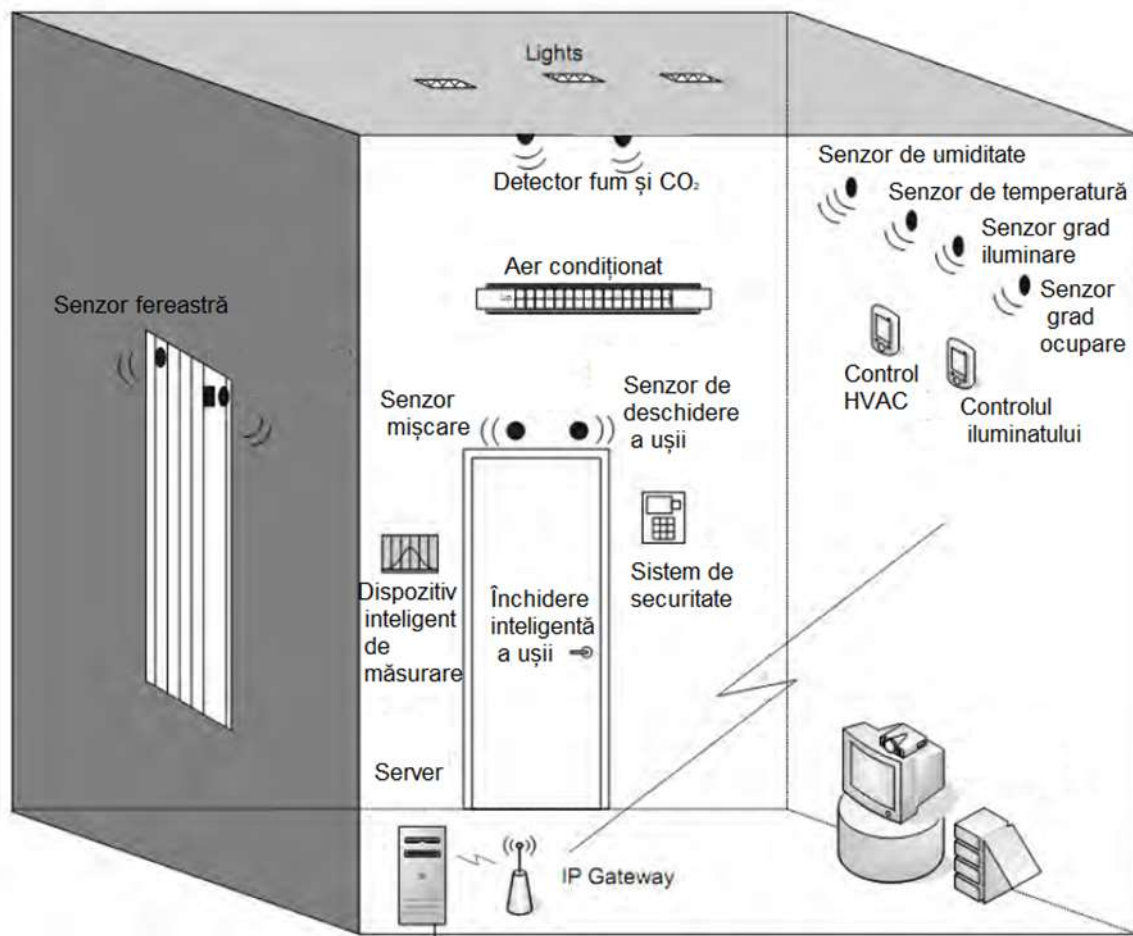


Figura 2.2. Zona centralizată încorporată de comunicare și control fără fir în cazul unei incinte dintr-o clădire inteligentă

2.2. Elemente de acționare

Există diverse dispozitive electrice și electronice clasificate după cum urmează

- dispozitive de ieșire utilizate pentru a controla sau acționa procese fizice specifice. Aceste dispozitive de ieșire sunt denumite în general actuatoare. Actuatoarele transformă semnalele electrice în mărimi fizice adecvate, cum ar fi mișcarea, forța sau sunetul. Actuatoarele pot fi clasificate ca binare (relee) sau continue (motor)
- solenoizii sunt utilizați pentru a acționa electric încuietori, uși, deschideri sau supape. Acestea sunt utilizate în supape, diverse aplicații robotice și mecatronice etc. Cu toate acestea, atunci când un piston solenoid este utilizat pentru a acționa unul sau mai multe contacte electrice se numește releu și este foarte util. Acesta poate fi utilizat într-un număr nelimitat de moduri.



Figura 2.4. Exemple de rele



Figura 2.5. Releu inteligent



Figura 2.6. Releu electromecanic

Principiul de funcționare de bază al releelor electromecanice poate fi utilizat în controlul motoarelor și în circuitele robotizate. Astfel de rele sunt utilizate în circuite electrice și electronice generale de control și în circuite de comutare.

În figura de mai jos este prezentat principiul de funcționare a releelor.

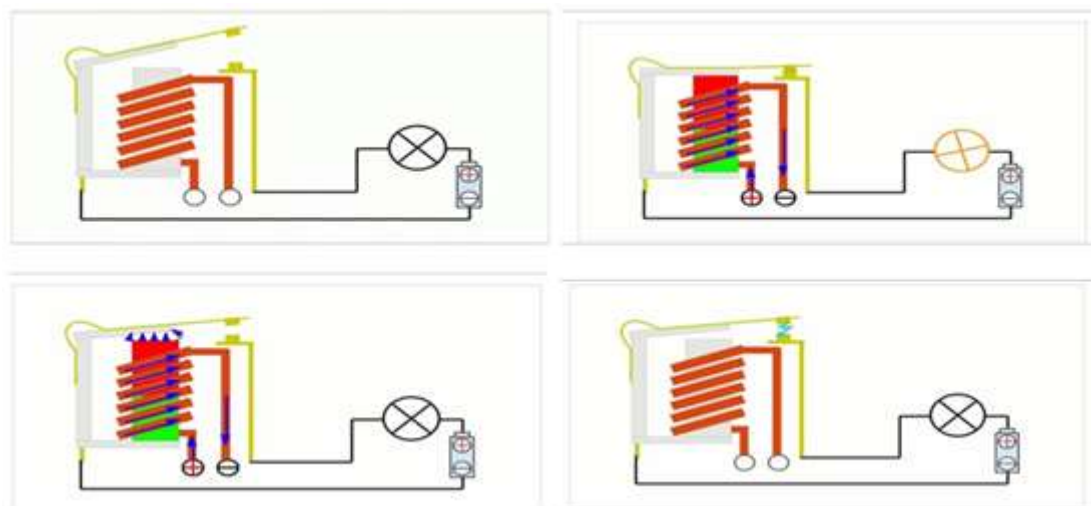


Figura 2.7. Principiul de acționare a unui releu

2.2.3 Actuator solenoidal liniar

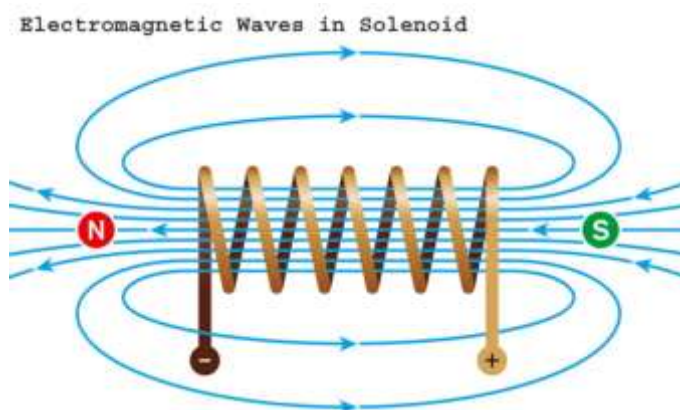


Figura 2.8 Câmp magnetic creat în jurul unui solenoid

Un alt tip de actuator electromagnetic care convertește un semnal electric într-un câmp magnetic care produce o mișcare liniară este un solenoid liniar. Un „solenoid liniar” este un dispozitiv electromagnetic care convertește energia electrică într-o forță mecanică de mișcare de împingere sau de tragere.



Figura 2.9. Exemple de actuator solenoidal liniar

2.2.4 Elemente de acționare de tip motor de curent continuu

Motoarele electrice de curent continuu sunt actuatore permanente care transformă energia electrică în energie mecanică. Motoarele de curent continuu realizează acest lucru în mai multe moduri. Ele pot fi utilizate pentru a roti pompe, ventilatoare, compresoare, roți etc. În plus față de motoarele rotative convenționale, există și motoare liniare.

Motoarele de curent continuu sunt cele mai utilizate actuatore pentru generarea unei mișcări continue cu viteze de rotație ușor de controlat. Există trei tipuri de bază de motoare de curent continuu: motor cu perii, motor fără perii și servo-motor.

2.3. Propuneri constructive privind integrarea majorității senzorilor și elementelor de acționare în cazul diverselor categorii de clădiri inteligente



Figura 2.14. Exemplu general de integrarea a senzorilor și elementelor de acționare în clădiri inteligente

Sistemele de automatizare a clădirilor devin din ce în ce mai importante nu numai în clădirile noi, ci și în renovarea clădirilor existente. Sistemele de automatizare a clădirilor sunt echipate cu dispozitive de monitorizare, control și optimizare.

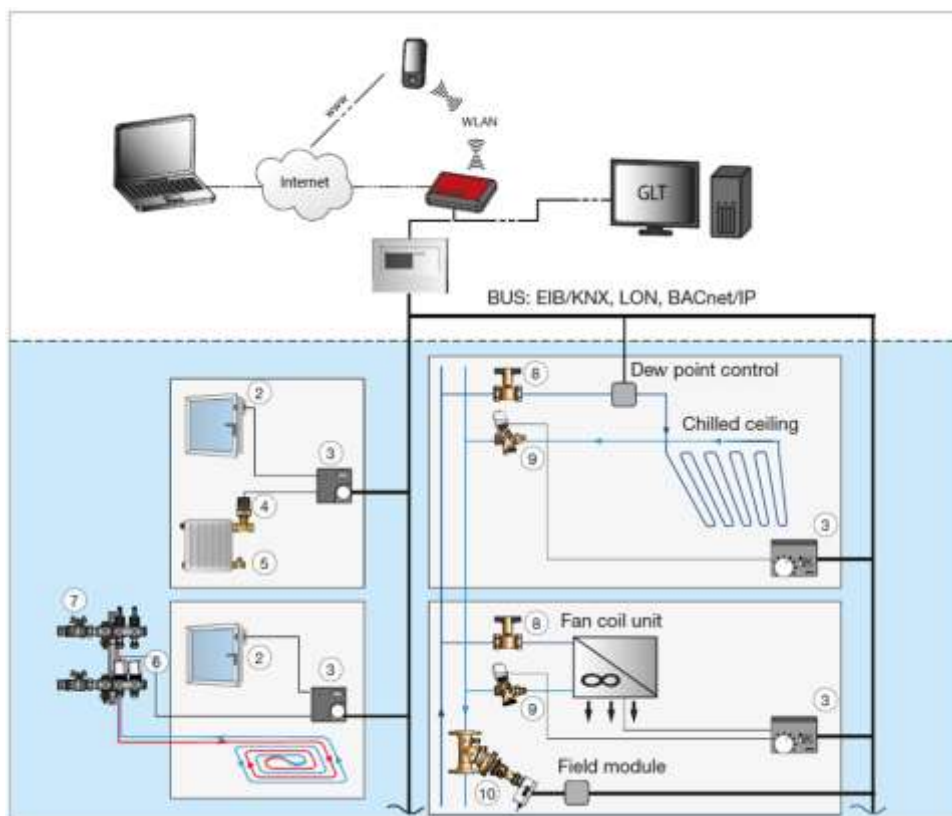


Figura 2.15. Configurarea unei automatizări a clădirilor inteligente

1. Dispozitive digitale de control direct utilizate pentru controlul și reglarea automatizării clădirilor
2. Automatizarea clădirilor
3. Contacte pentru ferestre
4. Reglatoare de cameră
5. Termostate
6. Valve de termostat
7. Acționatoare cu motor electric, 24 V
8. Distribuitor de încălzire/manifold
9. Supape,
10. Supape de control independente de presiune

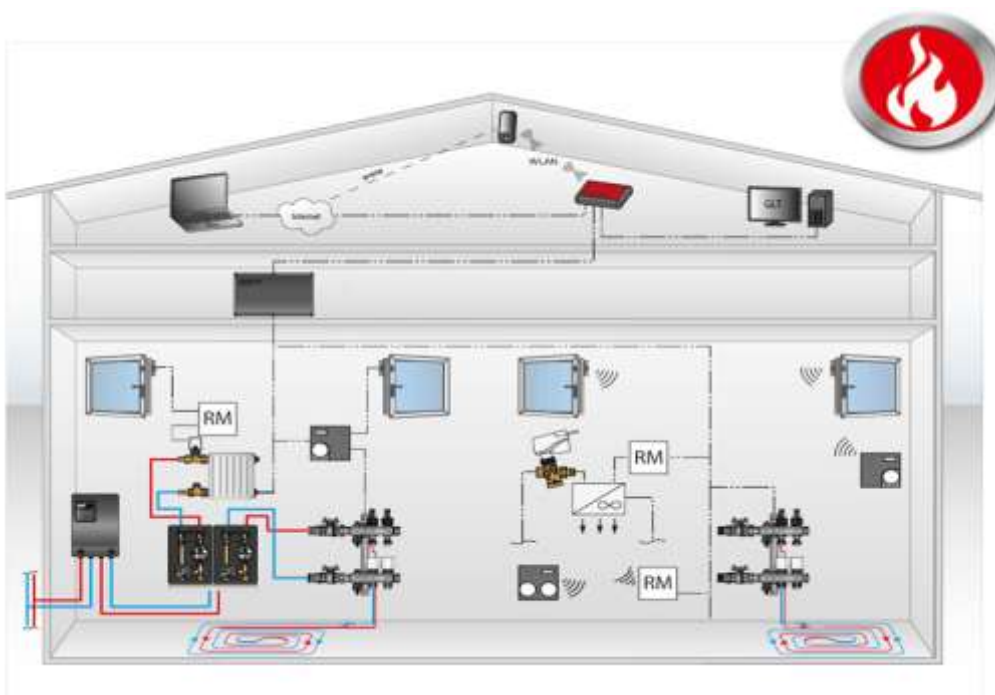


Figura 2.16. Exemplu de sistem integrat senzori-actuatori ce poate fi utilizat la încălzirea unei clădiri

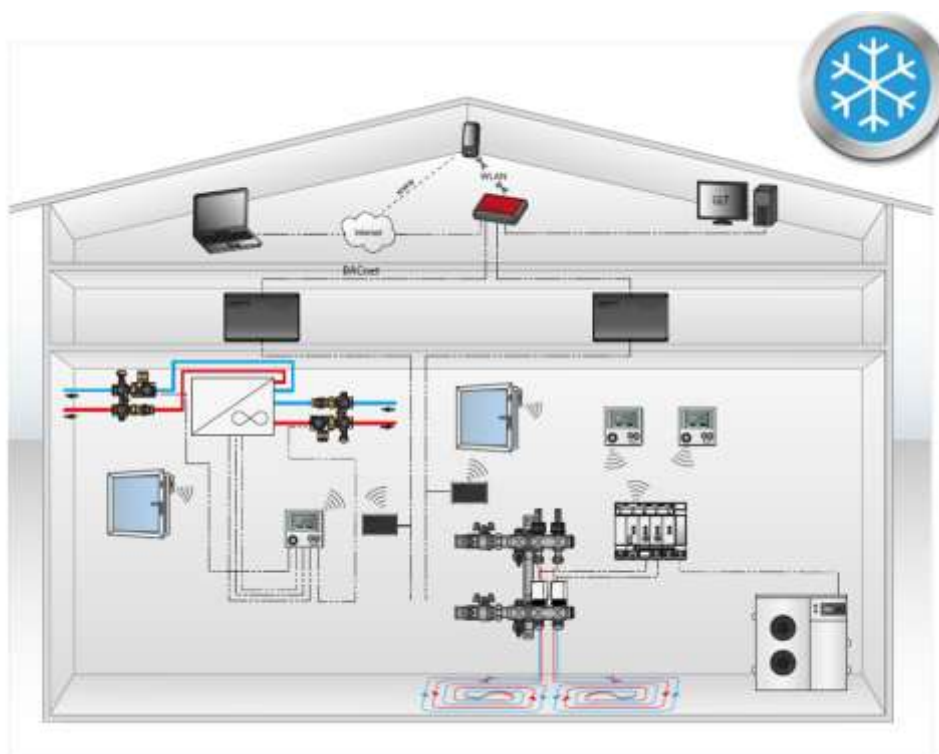


Figura 2.17: Exemplu de sistem integrat senzori-actuatori ce poate fi utilizat la răcirea aerului din clădiri

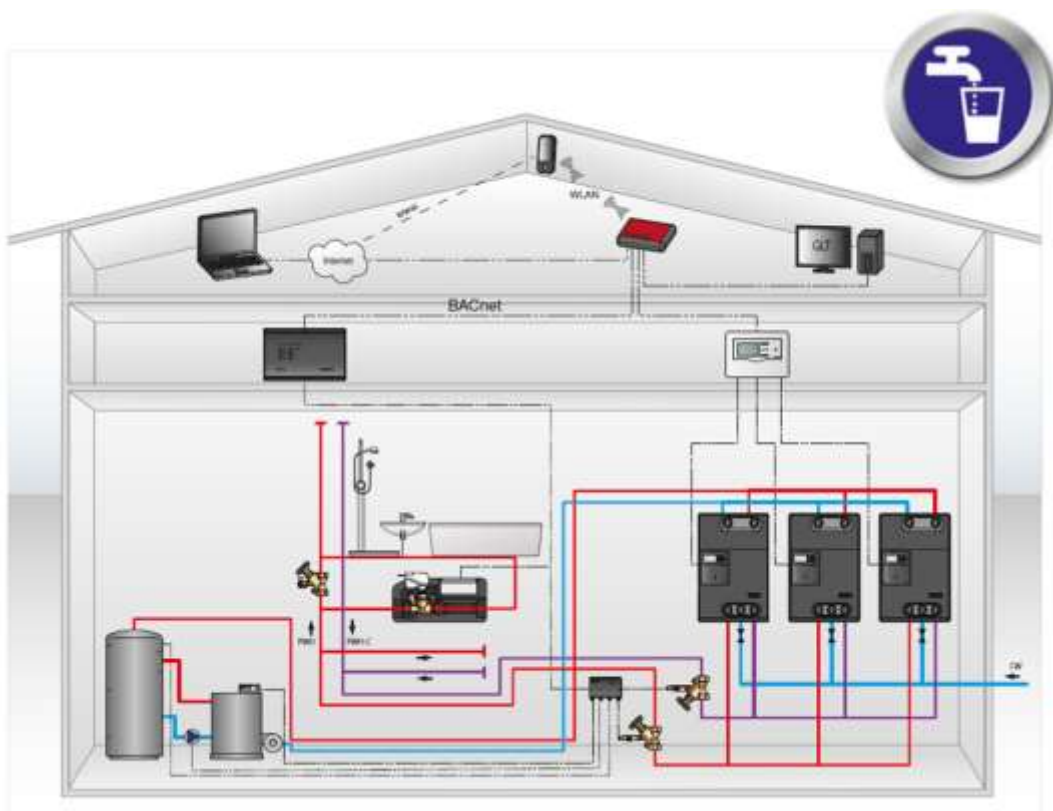


Figura 2.18. Exemplu de sistem integrat senzori-actuatori ce poate fi utilizat în monitorizarea consumului de apă în cazul unei clădiri

Capitolul 3

Prezentarea soluțiilor alese pentru climatizarea clădirii

3.1. Soluții pentru asigurarea încălzirii și răcirii

Temperatura optimă a camerei în locuințe este o chestiune de percepție personală, mulți susținând că temperatura ideală a camerei este între 20 și 25 de grade Celsius. Fără îndoială, temperatura optimă depinde nu numai de scopul real al camerei, ci și de anotimpul despre care vorbim (cameră de zi, bucatărie, dormitor, cameră de depozitare etc.). Asigurarea confortului termic este puternic influențată de zona în care este situată locuința și de caracteristicile sale climatice specifice.

3.1.1 Încălzirea și răcirea spațiilor de la demisolul clădirii

Pentru a asigura temperaturi acceptabile în timpul sezonului rece se instalează covor de încălzire prin pardoseală Technics tip C&F.



Figura 3.1 Kit covor încălzire în pardoseală - C&F Technics

Principalele caracteristici tehnice ale kitului de încălzire sunt: cablu cu 2 conductori fără EMC, montat pe rețeaua de fibră optică; cablu de alimentare de 2,5 m cu 3 conductoare, învelit într-un manșon de aluminiu complet împământat; manșon de aluminiu împământat; fir metalic de crom/nichel pentru rezistență; conexiune manuală între încălzitor și firele de

legătură; izolație XPLE (teflon); manșon de protecție din PVC; 10-11 wați pe metru; fir pentru rezistență de 230 volți; cablu cu diametrul de aprox. 4 mm; lățimea covorului 50 cm.

3.1.2 Încălzirea și răcirea spațiilor commune

Pentru a menține temperaturi optime pe parcursul celor patru anotimpuri pot fi utilizate mai multe soluții:

- panouri cu emisie în infraroșu - câte două pe fiecare etaj (în funcție de suprafața utilă a fiecărui etaj analizat).
- Sisteme de încălzire radiantă pentru terasele de la parter;
- Sisteme de aer condiționat atât pentru încălzire, cât și pentru răcire - câte unul pe fiecare etaj.

3.1.3 Încălzirea și răcirea la nivelul superior al clădirii

Se poate propune instalarea unui echipament de climatizare tip Duct HUCI 710 ZA / HCKI 710 ZA, produs de Hokkaido, un detaliu grafic al produsului fiind prezentat în figura

3.2. Principalele caracteristici ale echipamentului sunt:

- Capacitatea de răcire și încălzire: 24000 BTU;
- Suprafața recomandată: 70 m²;
- Domeniul temperaturii de funcționare la răcire: -15 ÷ +50°C;
- Domeniul temperaturii de funcționare la încălzire: -15 ÷ +24°C;
- Eficiența energetică: A++ / răcire, A/încălzire;
- Puterea maximă absorbită: 2950 W;
- Debit are unitatea internă: 839, 1054, 1248 m³/h;
- Funcții: răcire, încălzire, ventilație, dezumidificare;
- Caracteristici speciale: Auto-restart, Dezghețare inteligentă, Baleirere, Auto-diagnoză,
- 3D Airflow;



Figura 3.5. Sistemul de climatizare propus pentru mansarda clădirii

3.2 Soluții pentru pregătirea apei calde menajere

Se propune instalarea următoarelor sisteme pentru alimentarea cu apă caldă menajeră.
Solar presurizat, incluzând următoarele componente:

- 15 conducte de căldură cu tuburi vidate / un colector solar INSTECH de 24MM;
- boiler TESI de 150 litri cu 2 serpentine;
- Grup de pompe solare (pompa 25-60/180 OHI PRO IBO);
- Rezervor solar de expansiune 18 litri
- Regulator solar SR 208 C - 3 senzori
- Antigel solar 10 litri Aerator solar 180

Componentele sunt prezentate ca exemplu în Fig. 3.6.



Figura 3.6. Sistemul solar presurizat propus pentru asigurarea apei calde menajere

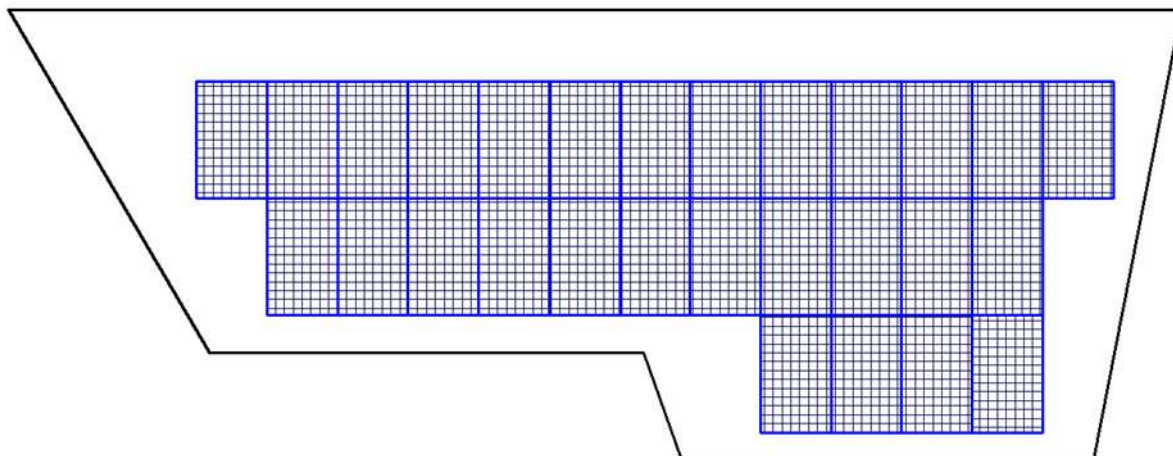


Figura 3.7. Exemplu de instalare a panourilor fotovoltaice pe suprafața disponibilă a acoperișului clădirii

3.3. Proiectarea și dimensionarea sistemului fotovoltaic

Pentru conversia energiei furnizate de panouri s-a optat pentru un invertor solar trifazat cu injectare în rețea, modelul ales fiind IMEON Energy 9.12, acesta fiind prezentat în figura 3.8.

Din analiza terenului înconjurător, panourile fotovoltaice pot fi instalate numai dacă s-a constatat că singurul potențial de instalare a panourilor fotovoltaice era pe acoperișul din partea de nord-vest a clădirii. După analizarea soluțiilor tehnice disponibile pe piață, s-a decis utilizarea următoarelor:

- Tip panou: siliciu monocristalin, 60 celule, $P = 330 \text{ W}$;
- Eficiență de conversie: $\eta = 19,8\%$;
- $U_{\max} = 33,6 \text{ V}$; $U_0 = 40,1$;
- $I_{\max} = 9,68 \text{ A}$, $I_{\text{sc}} = 10,18 \text{ A}$;
- $\text{TNOCT} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Dimensiunea panoului: $1650 \times 992 \times 35 \text{ mm}$;
- Masa: $18,5 \text{ kg}$;
- Construcție: Aliaj Al, elemente de fixare pe perete vertical, oțel, oțel inoxidabil, certificare IP67.

Luând în considerare dimensiunile panourilor și suprafața disponibilă, s-a stabilit utilizarea a 28 de panouri. Un sistem fotovoltaic de $9,24 \text{ kW}$ în total; un exemplu de instalare a celor 28 de panouri este prezentat în figura 3.7. cu o suprafață totală de $45,83 \text{ m}^2$.



Figura 3.8. Invertorul IMEON Energy 9.12

Principalii parametri electrici ai invertorului considerat sunt prezentați în tabelul următor:

Mărimi de intrare		Mărimi de ieșire	
Numărul de trackere MPP	2,0	Puterea nominală AC (P_{ac})	9000W
Curent maxim - I_{dcmax}	18,00 A	Puterea maximă de ieșire ($P_{ac max}$)	12000W
Domeniul tensiunii de intrare ($U_{dc min}-U_{dc max}$)	80 - 1000 V	Curentul de ieșire AC	13 A/fază
Tensiunea de pornire alimentată (U_{dc} pornire)	350,0 V	Conexiune la rețea (U_{ac})	230/400V
Tensiunea nominală de intrare (U_{dc})	850,0 V	Frecvența	50Hz, 60 Hz
Intervalul de tensiune MPP($U_{mpp min} - U_{mpp max}$)	380- 750 V	Modul de consum al energiei	Panouri,sistem stocare, rețe
Puterea maximă a generatorului PV ($P_{dc max}$)	4.00- 7.80 kW	Injectie în rețea	Da
Randament conversie CC-CA.	>95,5		
Sisteme de stocare cu acumulatori			
Tipuri acumulatori	Gel,AGM, Litiu	Curent maxim de descărcare al bateriilor	200 A
Domeniul tensiunii la nivelul sistemului de stocare în baterii	42 ÷ 58 V	Curent maxim de încărcare al bateriilor	160 A

Prin urmare, sunt posibile următoarele regimuri de funcționare ale sistemului fotovoltaic:

- *Supraproducție*: energia produsă de panourile fotovoltaice este furnizată consumatorilor locali și bateriile sunt încărcate. Surplusul de energie este introdus în rețeaua publică.

- *Subproducție și consum de masă*: energia produsă de panourile fotovoltaice este furnizată consumatorilor locali. Cererea totală de energie este realimentată din baterii și din rețeaua publică.
- *Nu există producție de energie solară*: bateriile alimentează cererea de energie, bateriile sunt descărcate, cererea de energie este furnizată din rețeaua publică.

3.3.1 Analiza funcționării sistemului fotovoltaic

Analiza funcționării sistemului fotovoltaic implică două etape principale. Și anume, estimarea producției de energie a sistemului la locul țintă și analiza comparativă a sistemului fotovoltaic cu locul țintă. O analiză comparativă a curbei de producție a sistemului și a curbei de sarcină a consumatorilor alimentați.

Se ia în considerare posibilitatea de a stoca surplusurile în baterii de stocare, schimbul de energie cu rețeaua publică de distribuție. Detaliile tuturor acestor etape sunt descrise mai jos, dar mai întâi de toate este prezentat modelul de calcul utilizat pentru a estima producția sistemului fotovoltaic.

3.3.1.1. Estimarea producției de energie a sistemului fotovoltaic

Pentru a determina producția de energie a unui sistem fotovoltaic, este necesar să se cunoască intensitatea radiației solare specifică amplasamentului sistemului fotovoltaic.

Luna	Ianuarie	Februarie	Martie	Aprilie	Mai	Iunie
$E_{SF}(\text{kWh})$	252,65	356,16	706,18	927,3	1.134,6	1.183,8
Luna	Iulie	August	Septembrie	Octombrie	Noiembrie	Decembrie
$E_{SF}(\text{kWh})$	1.256,12	1.133,36	835,8	573,81	332,7	226,92
Total anual (kWh)				8.919,4		

Variația de-a lungul anului a producției de energie a sistemului fotovoltaic este reprezentată grafic în figura 3.10.

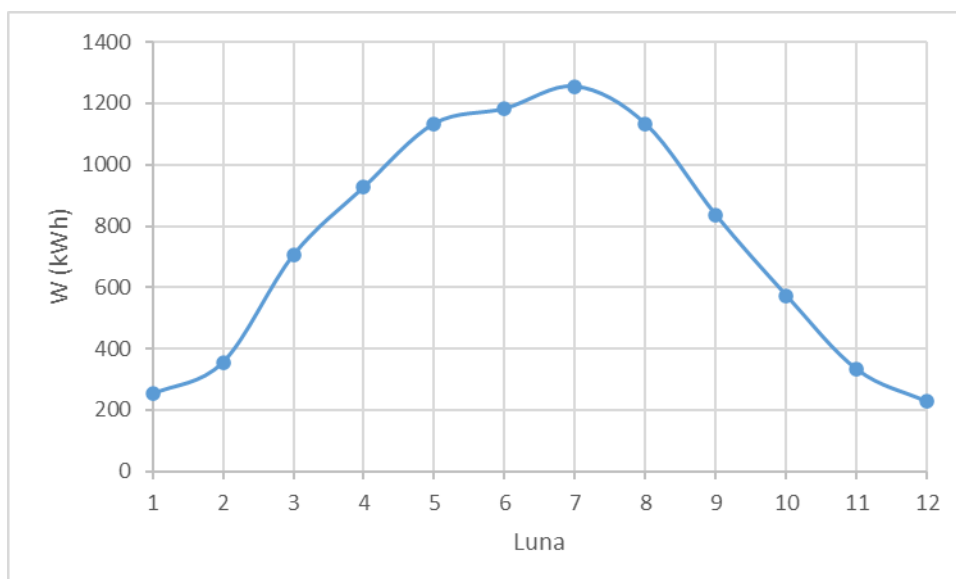


Figura 3.10 Producția de energie electrică a sistemului fotovoltaic de-a lungul unui an

3.3.1.2. Analiza consumului de energie specific sistemului de climatizare [55-59]

În figura 3.11 este prezentat un grafic al curbelor de sarcină estimate. Detalii privind curbele de sarcină și consumul de energie rezultat sunt prezentate în tabelul de mai jos.

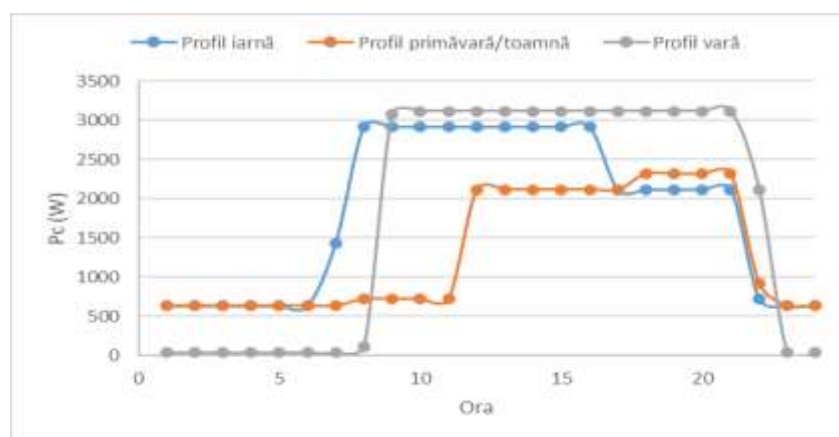


Figura 3.11 Profilul estimat al curbelor de sarcină pentru cele patru anotimpuri

Sunt prezentate valorile minime și maxime ale puterii absorbite și consumul zilnic de energie rezultat.

Detalii privind profilurile de consum estimate specifice sistemelor de climatizare

Parametru	Anotimp			
	Primăvară	Vară	Toamnă	Iarnă
P_{min} (W)	636	36	636	636
P_{max} (W)	2320	3120	2320	2920

W (kWh/zi)	31,52	43,08	31,52	44,12
------------	-------	-------	-------	-------

Consumul lunar de energie determinat de funcționarea sistemelor de climatizare din clădire.

Luna	Ianuarie	Februari	Martie	Aprilie	Mai	Iunie
$E_c(\text{kWh})$	1.367,72	1.235,36	977,12	945,6	977,12	1.292,4
Luna	Iulie	August	Septembrie	Octombrie	Noiembrie	Decembrie
$E_c(\text{kWh})$	1.335,48	1.335,48	945,6	977,12	945,6	1.367,72
Total anual (kWh)				13.702,32		

3.3.1.3 Bilanțul puterilor și a fluxurilor de energie la nivelul sistemului fotovoltaic

S-a determinat valoarea consumului propriu E_{ac} , iar rezultatele sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Luna	$E_{SF}(\text{kWh})$	$E_c(\text{kWh})$	$E_{cump.}(\text{kWh})$	$E_{vând.}(\text{kWh})$	$E_{ac}(\text{kWh})$
Ianuarie	252,65	1.367,72	1.115,07	0	252,65
Februarie	356,16	1.235,36	879,2	0	356,16
Martie	706,18	977,12	270,94	0	706,18
Aprilie	927,3	945,6	97,5	79,2	848,1
Mai	1.134,6	977,12	51,46	208,63	925,97
Iunie	1.183,8	1.292,4	108,9	0	1.183,8
Iulie	1.256,12	1.335,48	121,21	41,54	1.214,58
August	1.133,36	1.335,48	212,66	10,23	1.123,13
Septembrie	835,8	945,6	147	36,9	798,6
Octombrie	573,81	977,12	403,31	0	573,81
Noiembrie	332,7	945,6	612,9	0	332,7
Decembrie	2.26,92	1.367,72	1.140,8	0	226,92
Total	8.919,4	13.702,32	5.160,95	376,5	8.542,6

Valori procentuale referitoare la modul în care sistemul fotovoltaic acoperă necesarul de consum specific sarcinilor alimentate

Luna	$\Delta E_{acc}(\%)$	$\Delta E_{cump}(\%)$	$\Delta E_{acsf}(\%)$	$\Delta E_{vând.}(\%)$
Ianuarie	18,47	81,53	100,00	0,00
Februarie	28,83	71,17	100,00	0,00
Martie	72,27	27,73	100,00	0,00
Aprilie	89,69	10,31	91,46	8,54
Mai	94,77	5,27	81,61	18,39
Iunie	91,60	8,43	100,00	0,00

Iulie	90,95	9,08	96,69	3,31
August	84,10	15,92	99,10	0,90
Septembrie	84,45	15,55	95,55	4,41
Octombrie	58,72	41,28	100,00	0,00
Noiembrie	35,18	64,82	100,00	0,00
Decembrie	16,59	83,41	100,00	0,00
Total	62,34	37,66	95,78	4,22

Pe de altă parte, în figura 3.12 sunt prezentate, de asemenea, proporția de energie produsă de sistemele fotovoltaice care este utilizată pentru consum și proporția de surplus de energie electrică introdusă în rețea.

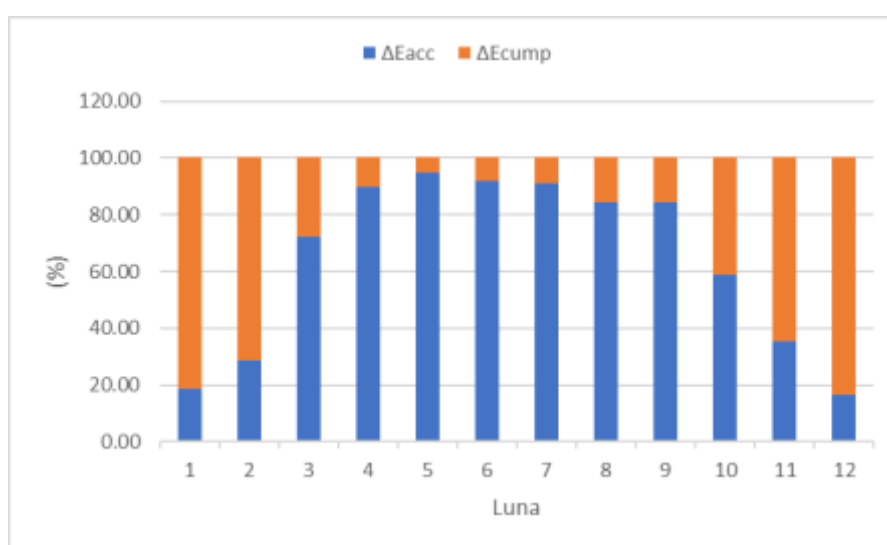


Figura 3.12 Modul de acoperire a consumului de energie: de la sistemul fotovoltaic - ΔE_{acc} , respectiv din rețea – ΔE_{cump}

Proporția de energie produsă de sistemul fotovoltaic care a fost utilizată pentru consum și proporția de surplus de energie electrică introdusă în rețea sunt, de asemenea, prezentate grafic în figura 3.13.

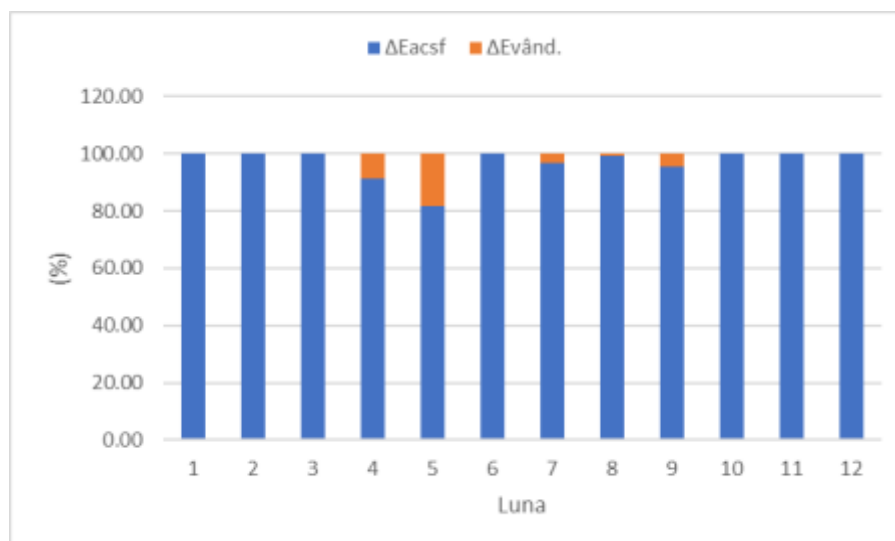


Figura 3.13 Modul de utilizare a energiei produse de sistemul fotovoltaic: pentru acoperirea consumului - ΔE_{acsf} , respectiv prin injecția în rețea a surplusului - $\Delta E_{v\hat{a}nd}$.

Capitolul 4

Realizarea arhitecturii interfeței pentru utilizatori, cu implementarea serviciilor software de bază

4.1 Propuneri de structuri BMS



Figura 4.1. Structură BMS – încălzire folosind kit-uri de tip covor încălzire în pardoseală



Figura 4.2. Structură BMS – încălzire folosind kit-uri de tip încălzire radiantă

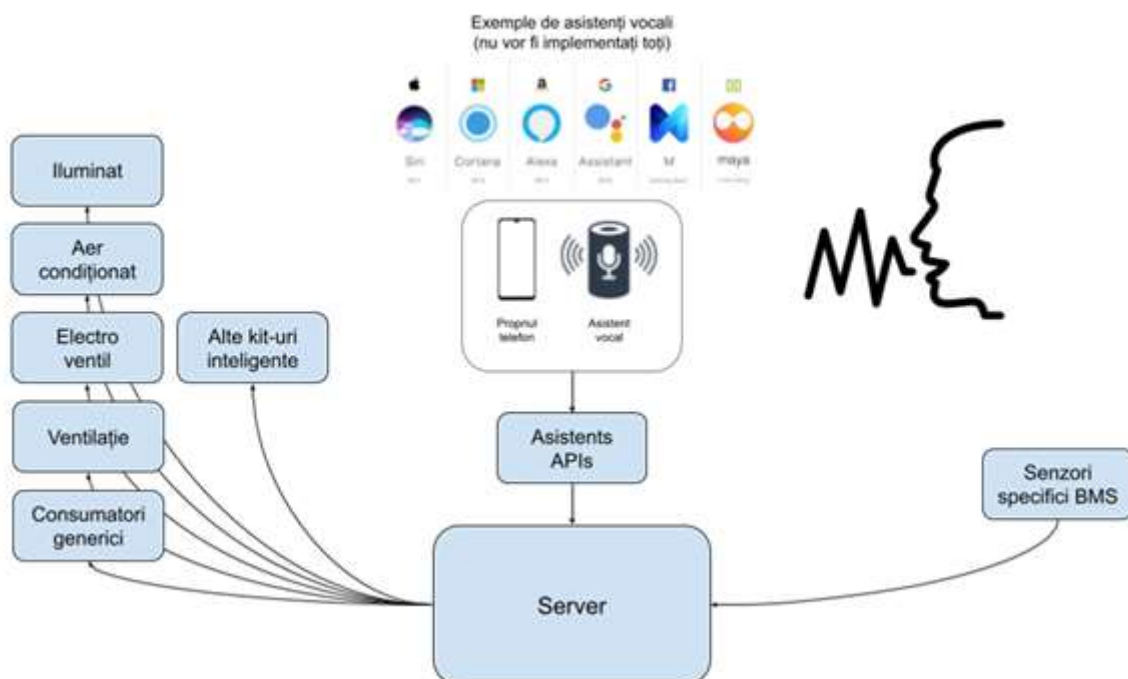


Figura 4.3. Diagramă flux logic între componentele sistemului

4.2 Abordări curente din interfețele de management al clădirilor/ automatizare a casei

Interfața UI (user interface, UX - user experience) trebuie să fie clară, intuitivă, neaglomerată și ar trebui să sporească eficiența.

O perspectivă multiindustrială, include combinația corectă de arhitectură, structură, tehnologia informației, automatizare, mediu și energie, servicii și facilități administrative.

Proiectarea UI/UX este dezvoltarea interfeței cu utilizatorul. Scopul acesteia este de a permite utilizatorului să efectueze rapid și fără probleme acțiunile necesare (înregistrare comandă, abonament, cumpărare, vânzări etc.) pe site-ul portalului rapid și fără probleme prin intermediul interfeței.

UI - traducere din limba engleză: „user interface” (interfață utilizator). Se referă în principal la caracteristicile fizice oferite de designer.



Figura 4.1 Interfața UX față UI

UX (user experience) se traduce prin „experiența utilizatorului”. Aceasta permite crearea anumitor impresii care sunt formate de vizitator atunci când interacționează cu interfața. Au găsit ceea ce căutau? Dacă da, cât de repede? Din această perspectivă, designul UX este foarte apreciat.

Diferențele dintre UX și UI sunt enumerate mai jos.

- Proiectarea UX sau proiectarea experienței utilizatorului este procesul de identificare a punctelor dureroase sau a nevoilor utilizatorilor. Pe baza acestora, se obține un prototip aproximativ care este validat (sau invalidat) prin testare. Odată ce modelul de afaceri și propunerea de valoare au fost validate, produsul este realizat.
- UI sau designul interfeței cu utilizatorul poate fi gândit în acest fel: design de interfață utilizator = design vizual + design de interacțiune. Designul vizual reprezintă aspectul site-ului, ecranele, personalitatea, marca. Sau ar trebui să se numească brand? Ce este designul interacțiunii? Designul de interacțiune se referă la modul în care se interacționează cu ecranul.
- UX creează interfețe utile, UI creează interfețe frumoase.
- UX îi ajută pe utilizatori să își atingă obiectivele, UI conectează și creează o conexiune emoțională.
- UX este implicat prin produse, interfețe și servicii, în timp ce UI este implicat doar cu interfețele

- Obiectivul de proiectare al UX este de a promova emoțiile pozitive (de exemplu, satisfacție, plăcere, entuziasm, motivație, distracție) și de a minimiza emoțiile negative (de exemplu, plictisitor, frustrant, neplăcut, plăcut).

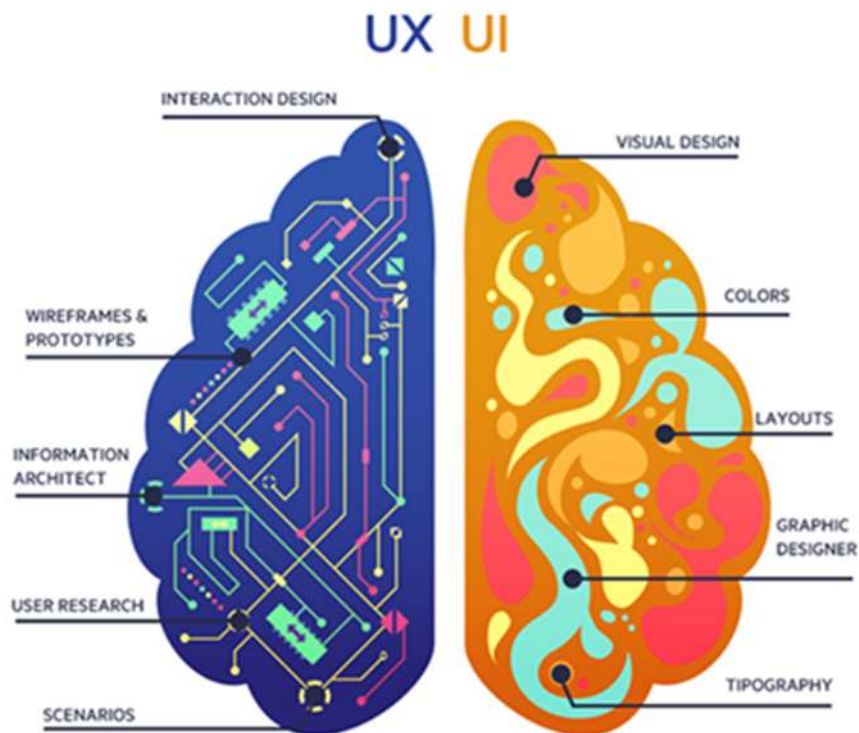


Figura 4.2 Evoluția UI

Este esențial să se găsească cel mai bun raport între costuri și dimensiunea sistemului necesar în faza de design a proiectului, trebuie să includă cel mai eficient subsistem, astfel încât:

1. Colectarea și stocarea energiei solare să fie optimă;
2. Sursele de energie solară și de energie auxiliară sunt dissociate;
3. Energia solară sa fie folosită cu prioritate;
4. Sursa de energie auxiliară sa fie folosită doar ca sursă de energie complementară

Analiza caz 1



Figura 4.4.a) Imagini 3D a unei clădiri

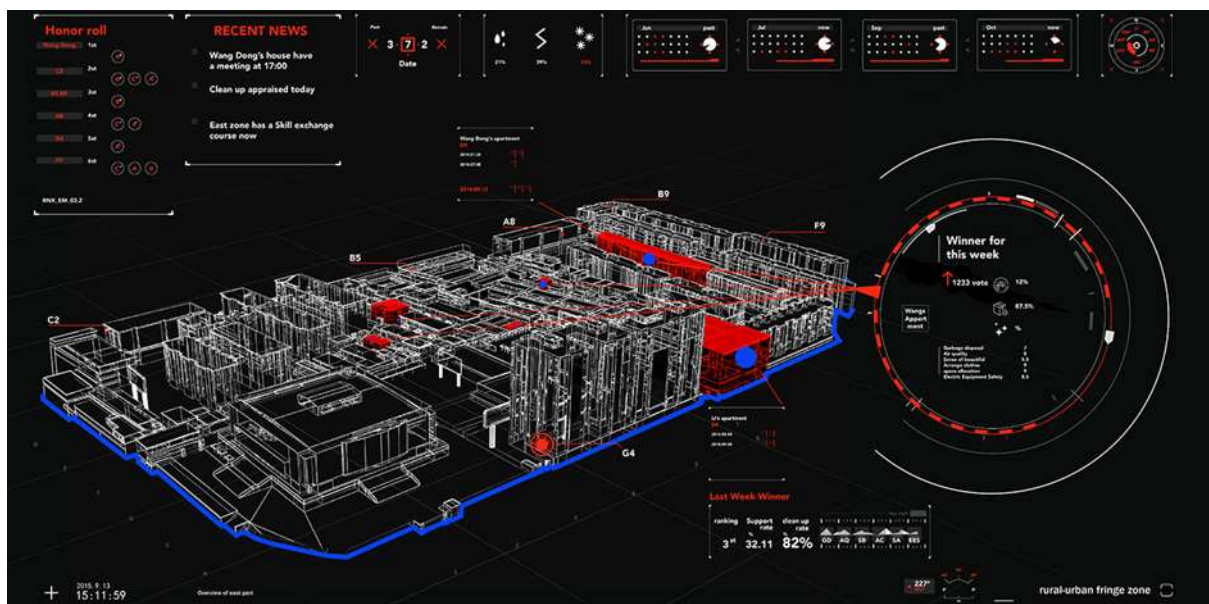


Figura 4.4.b) Imagini 3D a unei clădiri

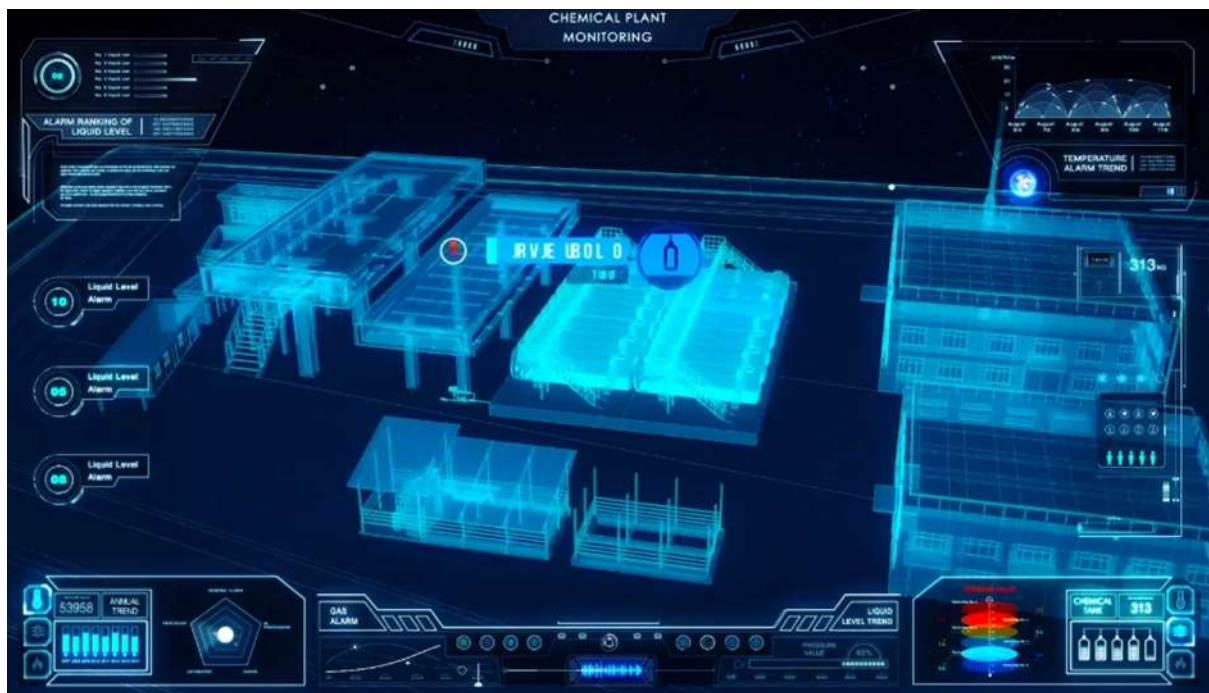
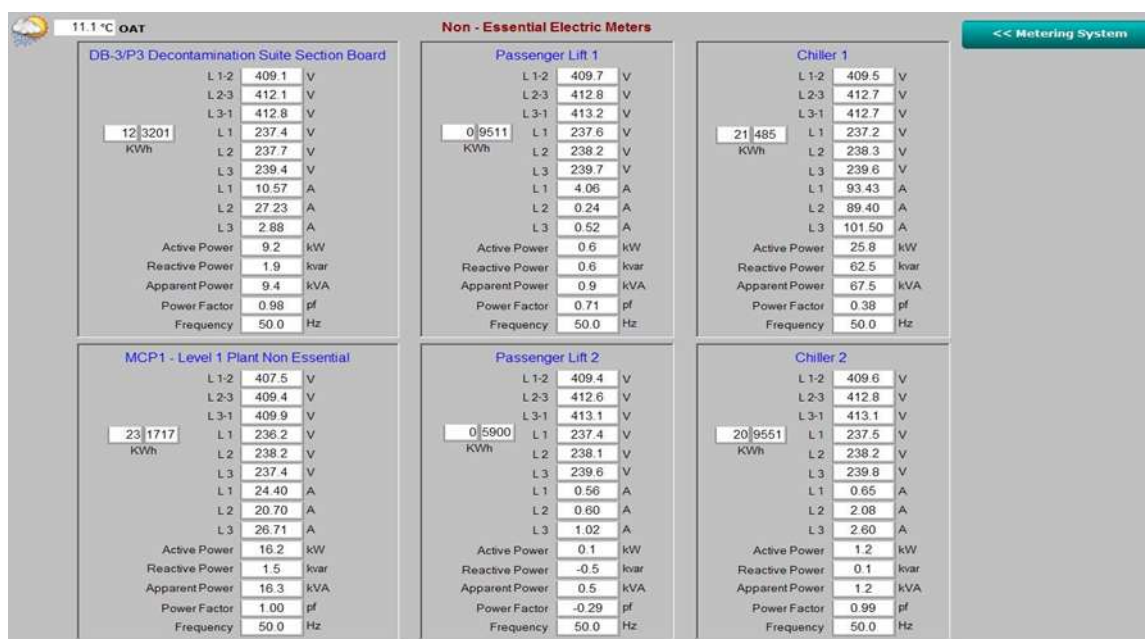


Figura 4.4.c) Imagini 3D a unei clădiri

Figura 4.4.c) reprezintă redarea 3D a unei clădiri, dar se pot vedea elemente simetrice care nu apar în realitate. Interfața ar trebui utilă. Cu toate acestea vizualizarea avansată este o condiție necesară pentru sistemele moderne care doresc să obțină un avantaj competitiv pe piață. În general, paleta de culori trebuie să fie contrastantă, iar efectul dorit ar trebui să creeze un sentiment de relaxare și control, nu de pericol iminent.

Analiza caz 2:



Analiza caz 3:



Figura 4.5 Reprezentare 2D.

Se menționează pozitiv chiar și aplicațiile mobile pentru automobilele Tesla și bateriile Tesla Location (Powerwall). Aceasta este bateria pentru Tesla Location (Powerwall). Efectul dorit este o corelație între eficiența sistemului și satisfacția utilizatorului.

În cazul Tesla, acesta este efectul raportat.

4.3 Probleme specifice, des întâlnite

O interfață aglomerată este frustrantă pentru utilizatori. Mai ales atunci când există prea multe elemente pe un ecran. Atenția utilizatorului este o resursă valoroasă și ar trebui să fie

alocată în consecință. Cu fiecare buton, imagine sau rând de text suplimentar, ecranul devine mai complex.

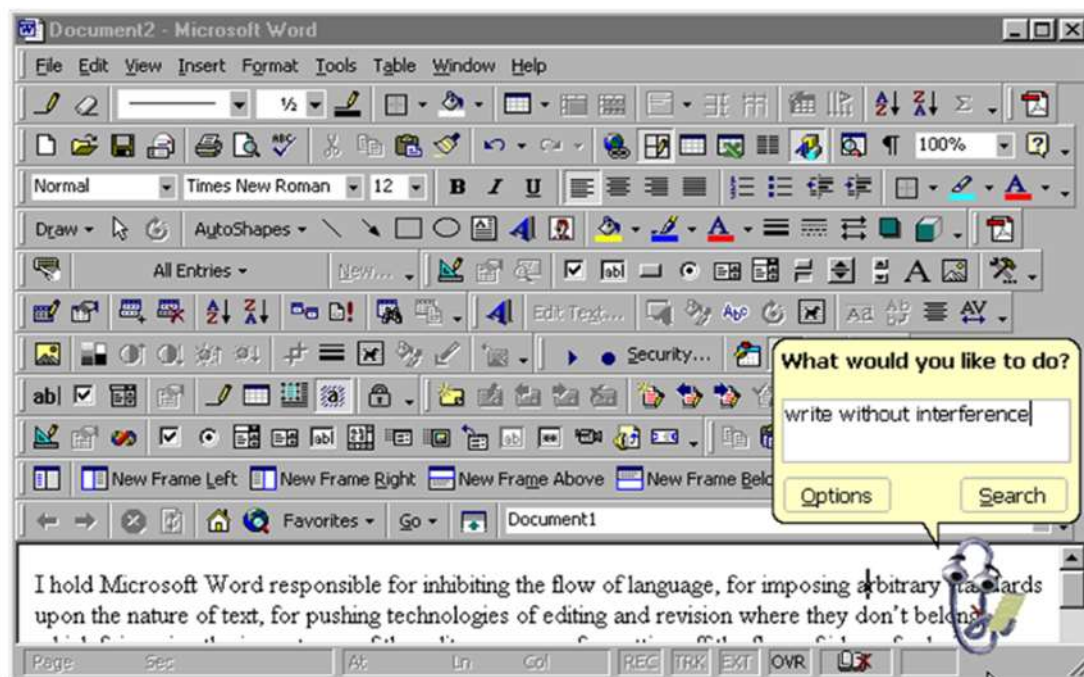


Figura 4.6 O interfață aglomerată

Antoine de Saint-Exupéry a spus „Perfecțiunea este atinsă atunci când nu mai este nimic de luat”. Regulă simplă: o acțiune principală pe ecran. Fiecare ecran utilizat pentru o aplicație ar trebui să accepte doar o singură acțiune care este cu adevărat valoroasă pentru persoana care o utilizează.

4.4 Soluții la cele mai întâlnite/importante probleme

Butoane mari

Câteva exemple de butoane familiare pentru majoritatea utilizatorilor sunt:

- Buton umplut cu margini pătrate
- Buton umplut cu colțuri rotunjite
- Buton umplut cu umbre
- Buton fantomă

Dimensiunea componentelor

 Calitatea este probabil prima și cea mai importantă caracteristică a unei bune interfețe utilizator

Reducerea numărului de clicuri

Automatizarea operațiunilor



Figura 4.10 Exemple de butoane

4.5 Norme și standarde

Specificații standard pentru BMS

BMS trebuie să aibă cel puțin o stație de lucru pentru operator și trebuie să fie conectat permanent printr-o rețea de comunicații la mai multe controlere digitale directe (DDC). Acesta este adesea denumit controler de teren.

Sisteme DDC în rețea

Un sistem DDC de rețea constă din două sau mai multe controlere DDC conectate printr-o rețea de comunicații, similar cu un BMS. Cu toate acestea, stațiile de lucru ale operatorului nu vor fi furnizate. Sistemul autonom de control DDC va cuprinde unul sau mai multe controlere care nu sunt conectate între ele printr-o rețea de comunicații. Regulatele funcționează independent unele de altele și nu există o stație de lucru a operatorului instalată permanent.

Cerințe generale.

- Trebuie îndeplinite cerințele din prEN13646:1999: Sisteme de control - Caracteristici ale echipamentelor.
- trebuie îndeplinite cerințele prEN ISO 16484-2: Sisteme de control al clădirilor - Partea 2: Funcțiile sistemului de control HVAC.

Siguranța electrică.

1. Asigurarea că BMS este în conformitate cu următoarele directive CE
2. Asigurarea că instalația BMS este conformă cu HD 384 „Instalații electrice în clădiri”.
3. să se asigure că panoul de comandă este conform cu EN 60439-1 „Ansambluri”.

Alimentarea electrică.

Asigurați-vă că BMS poate funcționa cu o alimentare în conformitate cu BSEN 50160 „Voltage characteristics of power supplied from the power system”.

Compatibilitate electromagnetică

1. Asigurarea că BMS este în conformitate cu Directiva privind compatibilitatea electromagnetică (89/336/CEE).
2. Asigurarea că BMS este în conformitate cu BSEN 50081-1: Standard generic de emisii și BSEN 50082 părțile 1 și 2: Standard generic de imunitate.

Conformitatea cu standardul de imunitate.

Asigurați-vă că BMS îndeplinește cerințele CEM din EN 13646.

Procedura de recuperare în caz de urgență.

1. Asigurarea că BMS restabilește complet toate funcțiile de control și monitorizare.
2. se asigură că strategia de restabilire treptată a funcționării instalației este în conformitate cu specificațiile specifice.
3. Asigurarea că restabilirea instalației este finalizată în termenul specificat în specificațiile specifice.
4. se asigură că instalația este finalizată.
5. trebuie să poată fi ajustat timpul de întârziere la pornire în funcție de mărimea sarcinii.

Echipamente de alimentare neîntreruptibilă

Echipamentele de alimentare neîntreruptibilă (UPS) trebuie să fie conforme cu cerințele specificației specifice.

Sincronizarea în timp

1. Se asigură că toate componentele BMS dependente de timp sunt sincronizate prin intermediul stației de lucru a operatorului.
2. Asigurarea că BMS poate comuta automat între ora de vară britanică (BST) și ora medie Greenwich (GMT).
3. Asigurarea că BMS poate lua în considerare anii bisecți.

Securitatea sistemului.

1. Accesul operatorului protejat prin parolă trebuie să fie asigurat la următoarele niveluri:
 - Nivelul 1: Abilitatea de a afișa toate datele punctelor
 - Nivelul 2: Ca nivel 1 cu capacitatea de a iniția funcții de înregistrare a datelor
 - Nivelul 3: Ca nivel 2 cu capacitatea de a modifica setpoint-urile și orarele de timp reglabile de utilizator

- Nivelul 4: Ca nivel 3 cu capacitatea de a schimba strategiile de control, funcțiile schematice / grafice și atribuirea parolei.
2. Asigurarea că accesul operatorului protejat prin parolă este configurat atât pentru stația de lucru a operatorului, cât și pentru controlerul de câmp cu interfață operator
 3. Asigurarea că parola este formată din cel puțin șase litere/numere din alfabet.
 4. Asigurarea că software-ul BMS este protejat împotriva introducerii neautorizate.
 5. Asigurarea că lucrările efectuate în cadrul BMS și al contractului de întreținere sunt conforme cu
 - BS 7799 părțile 1 și 2, Controlul securității informațiilor
 - Partea 1 - Cod de practică pentru gestionarea securității informațiilor
 - Partea 2 - Specificațiile sistemului de management al securității informațiilor

Sistem/program

1. Asigurarea utilizării sistemelor de operare IT standard din industrie
2. se asigură că copiile tuturor programelor informatice specifice BMS sunt deținute de o terță parte independentă și că acest sof
3. se asigură că acordul ESCROW a fost finalizat și semnat
4. se asigură că o licență de utilizare a aplicației software este deținută de client.

Asistența sistemului.

Asigurarea că există o strategie viabilă de susținere completă a BMS timp de cel puțin 10 ani de la data finalizării implementării practice.

Capitolul 5

Studiu privind simularea comportamentului unei clădiri inteligente în diferite condiții de mediu și exploatare

5.1 Probleme specifice, cele mai des întâlnite și soluții la acestea

Schimbările climatice reprezintă o situație dificilă și periculoasă care afectează populația globală. Aproape 80% din energia mondială este produsă de combustibili fosili. Clădirile sunt responsabile pentru mai mult de 40% din energia generată la nivel global, ceea ce se traduce prin mai mult de 30% din emisiile globale de CO₂. Eficiența energetică a unei clădiri depinde de calitatea procesului decizional, care este aproape complet automatizat. Pentru a construi un sistem de simulare, trebuie definit un număr foarte mare de parametri și trebuie implementate funcții matematice complexe. De asemenea, se ia în considerare tipul de suprafețe din camere și cine sunt vecinii din fiecare cameră. Pentru a obține rezultate cât mai apropiate de realitate, pregătirea simulatorului necesită previziuni riguroase ale consumului de resurse și ale situațiilor de risc.

Parametrii caracteristici sunt: parametri locali; parametri globali; parametri interni; parametri externi.

Cele mai frecvente probleme specifice

- Configurarea procesului decizional
- Detectarea în timp real a anomaliilor în consumul de energie al clădirii.
- Răspuns la condițiile interioare și exterioare - Risipă de resurse - Situație de risc.
- Defecțiune a echipamentului.
- Neatenția utilizatorului (de exemplu, pierderea răcirii camerei din cauza lăsării unei ferestre deschise cu aparatul de aer condiționat pornit sau a lăsării ușii frigiderului deschisă). Apariția unui comportament anormal duce la un consum ridicat de energie și la prelungirea duratei de funcționare. Prin urmare, utilizăm inteligența artificială pentru a detecta comportamentele anormale.

Soluția.

- Prezentare generală a sistemelor existente de detectare a anomaliilor privind consumul de energie în clădiri în diferite condiții de mediu și de funcționare. Clasificarea acestora.

- Analiza critică a tehnologiei de ultimă oră
- Algoritmi complecși
- Prevenire
- Reducerea dimensionalității datelor

5.2 Tendințe previzionate pentru următorii 5 ani cu argumente pro și contra

Platformă centralizată

Oricine are acces la platforma centralizată poate vedea o captură de ecran a comportamentului clădirii și poate face orice ajustări necesare. Iată care sunt principalele beneficii ale clădirilor inteligente:

- Reducerea consumului de energie;
- Îmbunătățirea procesului decizional;
- Reducerea costurilor de exploatare;
- Respectarea protecției datelor.

Clădirile inteligente ca parte a orașelor inteligente

Conceptul de clădiri inteligente ca parte a unui oraș inteligent a devenit destul de la modă în arena politică europeană în ultimii ani. Accentul pare să se pună pe rolul infrastructurii IT, dar s-au efectuat multe cercetări și cu privire la rolul capitalului uman/educației și la impactul său asupra mediului. Țările europene au modelat un cadru analitic pentru inteligență, punând accentul pe rolul inovării în sectorul IT și oferind un set de instrumente pentru identificarea unor indicatori coerenți.

Conceptul de clădiri durabile sau „verzi” a evoluat semnificativ în ultimele două decenii. În mod tradițional, principalele componente ale sustenabilității clădirilor erau consumul de energie, conservarea resurselor naturale și reutilizarea și reciclarea materialelor. Astăzi, experții din industrie consideră că durabilitatea a devenit un concept mai larg, care se referă la capacitatea generală a unei clădiri de a oferi un mediu confortabil, sănătos și productiv pe tot parcursul ciclului său de viață, fără a avea un impact negativ asupra mediului natural. Clădirea „albastră” este un concept nou care extinde sustenabilitatea dincolo de metafora tradițională „verde”, pornind de la ideea că clădirile sustenabile nu se mai pot referi doar la impactul lor asupra mediului natural, ci ar trebui să se concentreze mai degrabă pe trei piloni-cheie: planeta, oamenii și profitul. Există și mai mulți factori care trebuie luați în

considerare atunci când vine vorba de proiectarea, construcția și exploatarea clădirilor, care includ viitorul planetei, prosperitatea oamenilor și a comunităților din jur, precum și succesul întreprinderii în sine.

- *Factori climatici*
- *Factorii umani.*
- *Sustenabilitatea.*

Utilizarea datelor pentru a obține durabilitate în clădirile inteligente, cu accent pe planetă, oameni și profit, este permisă de o gamă largă de tehnologii, soluții și strategii. Cererea în creștere, transformarea digitală și tehnologiile emergente conduc în prezent la dezvoltarea de noi soluții pentru clădirile inteligente, cum ar fi:

- *Tehnologii emergente.*
- *Sisteme inteligente integrate*
- *Certificare.*
- *Adresarea problemelor mediului*
- *Rolul reglementării*

Capitolul 6

Aplicația practică a platformei de management, cu modul de evaluare a eficienței energetice într-o clădire inteligentă

6.1 Aspecte privind dezvoltarea de module senzoriale și module de transmisie date și control (stații de bază)

Casele inteligente combină de obicei o varietate de dispozitive și aplicații, cum ar fi senzori în timp real sau aproape în timp real, notificarea defecțiunilor de alimentare și monitorizarea calității energiei electrice

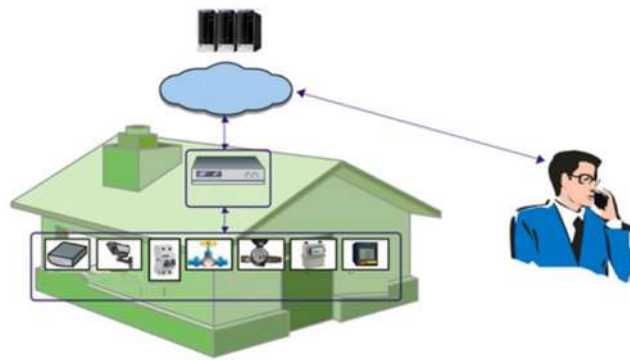


Figura 6.1. Configurație tipică a unei case inteligente

Rutinele corespunzătoare interogărilor adresate nodurilor senzoriale fără fir

1. inițializarea nodului senzor
2. intrarea în modul de consum redus de energie pentru un timp aleatoriu
3. crearea unui șir de 7 octeți.
4. includerea ID-ului nodului în primul octet al șirului.
5. includerea caracterelor speciale în următorul octet.
6. includeți ID-ul pachetului în al treilea octet al șirului.
7. includeți caractere speciale în următorul octet. 8.
8. citiți datele de la senzorul 1. 9. citiți datele de la senzorul 1.
9. includeți datele de la senzorul 1 în al cincilea octet al șirului.
10. includeți caractere speciale în octetul următor
11. Citiți datele de la senzorul 2.

12. Includeți datele de la senzorul 2 în al șaptelea octet al șirului. 13. Transmiteți șirul de adresare

13. Transmiteți șirul de adresare către stația de bază.

14. Salt la pasul următor.

Rutinele corespunzătoare ale stației de bază.

1. Inițializarea stației de bază.
2. așteptarea șirului de adrese.
 - a. Dacă se primește șirul de adrese se trece la punctul 3. Dacă șirul de adrese este primit.
 - b. Dacă nu, reveniți la punctul 2.
3. se scanează șirul de adrese primit și se împarte în patru octeți principali în funcție de caracter separator special.
4. Verificați primul octet pentru a identifica ID-ul nodului.
5. Verificați al doilea octet pentru a identifica ID-ul pachetului.
6. se verifică al treilea octet pentru a identifica valoarea temperaturii.
7. se verifică al patrulea octet pentru a identifica valoarea atribuită detectorului de incendiu.
8. încărcați datele analizate în cloud.
9. reveniți la etapa 2.

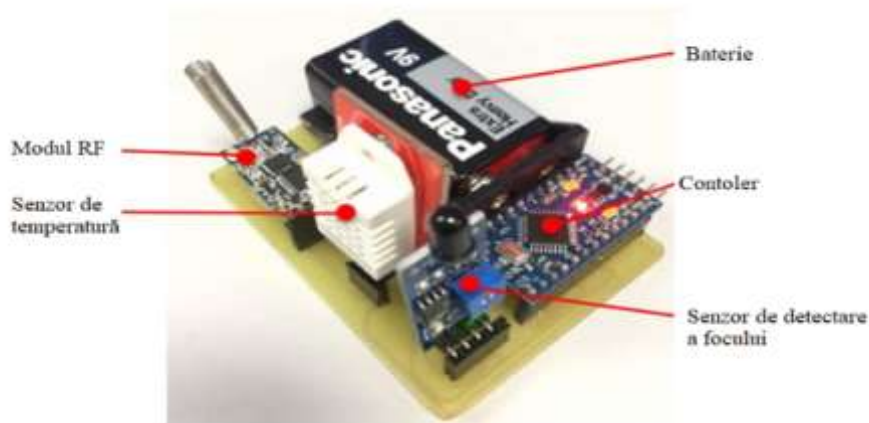


Figura 6.2 Structură nod senzorial fără fir.

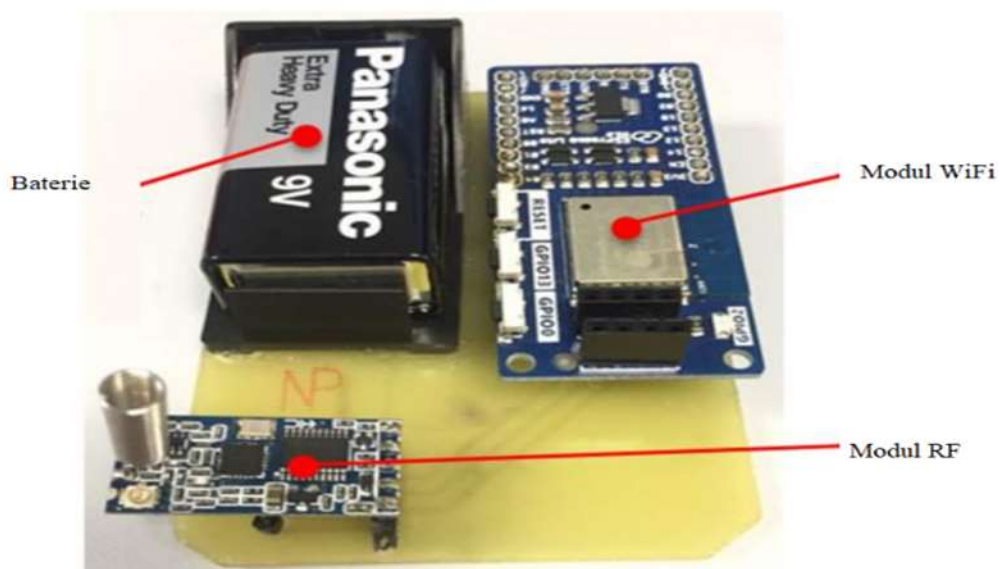


Figura 6.3 Structură nod de bază

6.2 Monitorizarea și evaluarea curentului absorbit de traneiverele cu rază medie și scurtă de transmisie

În acest caz, se pot lua în considerare mai multe transmisii consecutive (de 50, 200 sau 500 de ori) ale caracterului „ecou”. Scopul este de a determina consumul de curent în fiecare caz și energia consumată pentru transmiterea caracterelor. Figurile 6.4-6.6 arată că atât emițătoarele HC-05, cât și JDY-30 consumă mai mult curent decât curentul de 15-20 mA indicat în literatura de specialitate de către producători.

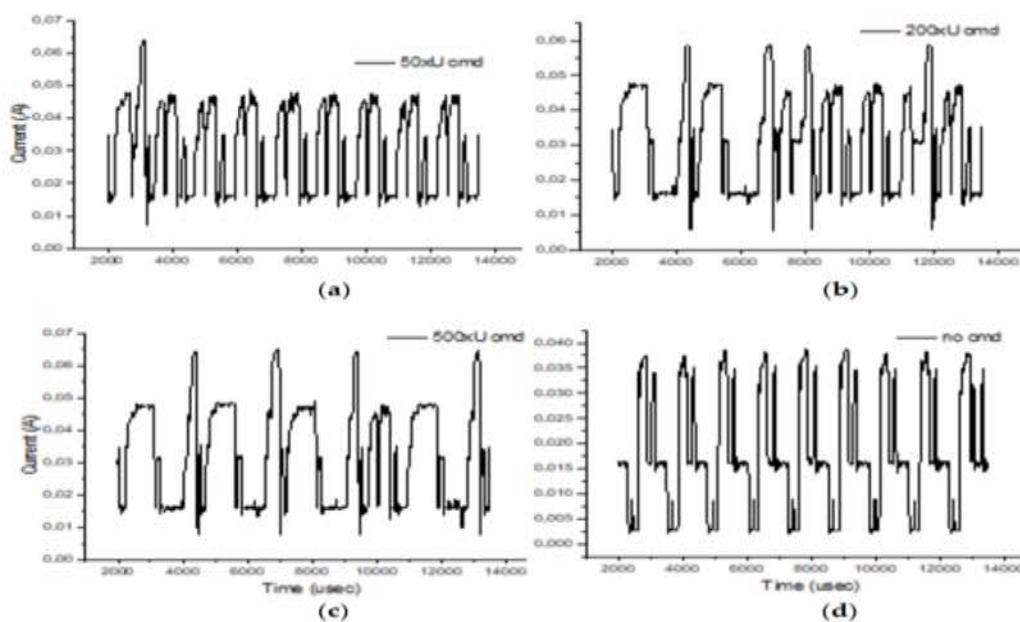


Figura 6.4 HC-05 Evoluția curentului după 12 ms pentru un rezistor de $12,2\Omega$ (rezistența senzorului de curent) (fără modul ecou): **(a)** o comandă de 50 U (55H) caractere trimise la diverse intervale de timp; **(b)** o comandă de 200 U (55H) caractere trimise la diverse intervale de timp; **(c)** o comandă de 500 U (55H) caractere trimise la diverse intervale de timp; **(d)** nu a fost trimisă nicio comandă.

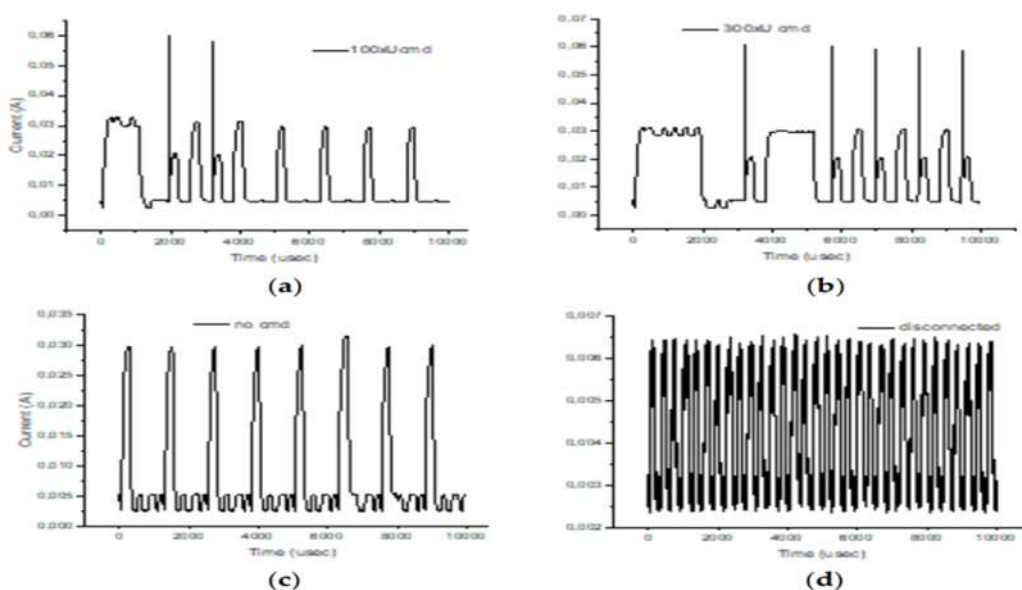


Figura 6.5 JDY-30 Evoluția curentului după 10 ms pentru un rezistor de $12,2\Omega$ (fără mod ecou): **(a)** o comandă de 100 U (55H) caractere trimise la diverse intervale de timp; **(b)** o comandă de 300 U (55H) caractere trimise la diverse intervale de timp; **(c)** nu a fost trimisă nicio comandă; **(d)** în stare deconectată

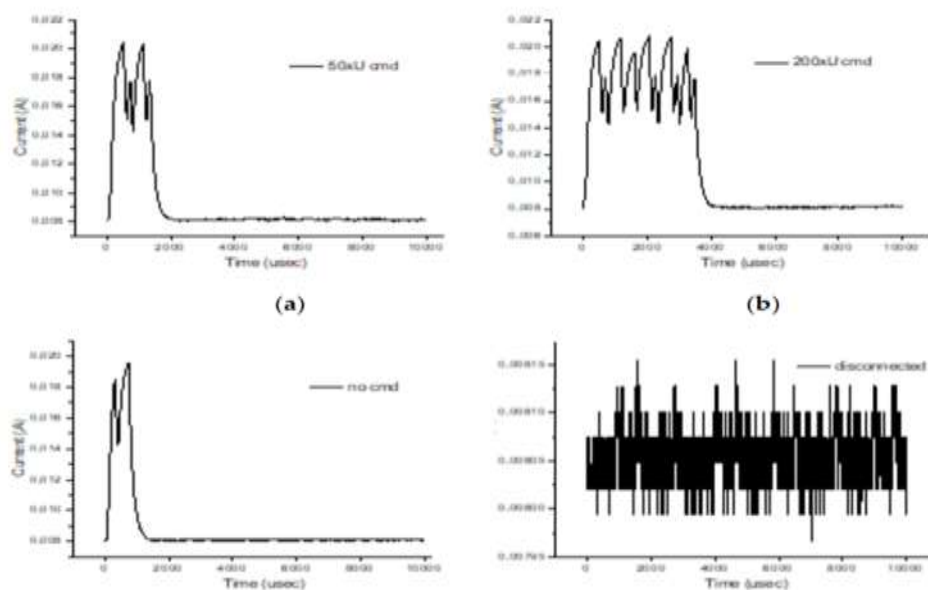


Figura 6.6 HM-10 Evoluția curentului după 10 ms pentru un rezistor de $12,2\Omega$ (fără mod eco): **(a)** o comandă de 50 U (55H) caractere trimise la diverse intervale de timp; **(b)** o comandă de 200 U (55H) caractere trimise la diverse intervale de timp; **(c)** nu a fost trimisă nicio comandă; **(d)** în stare deconectată.

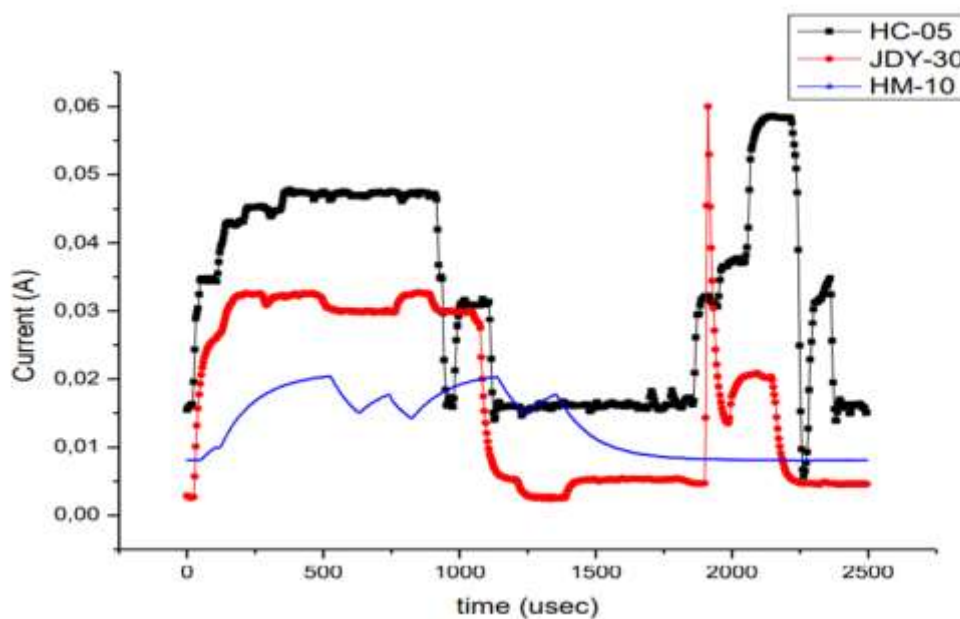


Figura 6.7 Variația curentului pentru trei trancieivere: HC-05, JDY-30 și HM-10 pe o perioadă de transmisie de 2,5 ms (modul eco).

Figura 6.7 ilustrează modul eco, ceea ce înseamnă că, caracterul primit este transmis imediat înapoi expeditorului.

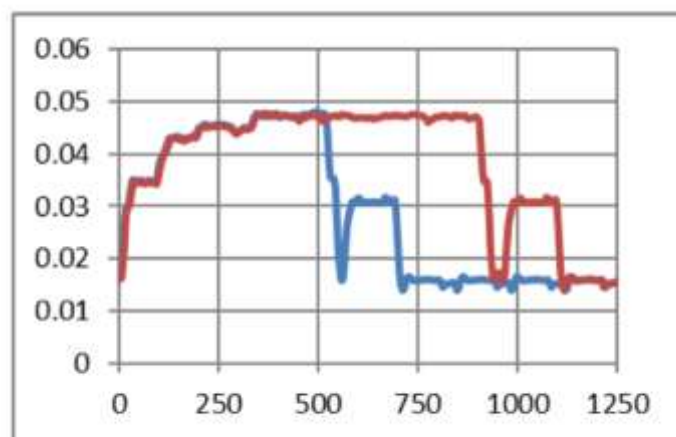


Figura 6.8 Forma de undă a consumului de curent pentru HC-05 când caracterele „U” au fost transmise (50 vs. 100) timp de 1,25 ms.

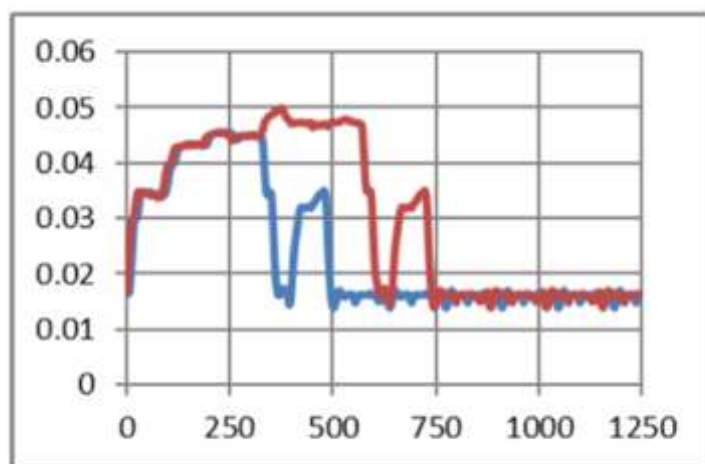


Figura 6.9 Forma de undă a consumului de curent pentru HC-05 când au fost transmise caractere nule (50 vs. 100) timp de 1,25 ms.

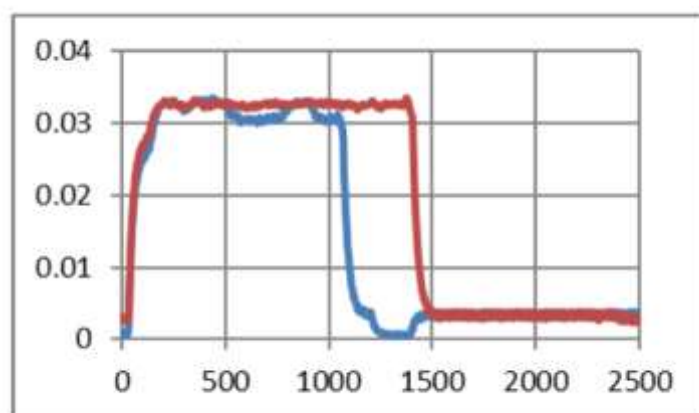


Figura 6.10 Forma de undă a consumului de curent pentru JDY-30 când au fost transmise caractere nule (50 vs. 100) timp de 2,5 ms

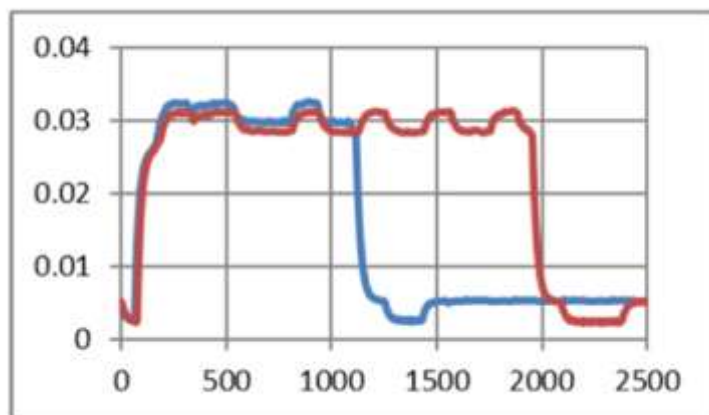


Figura 6.11 Forma de undă a consumului de curent pentru JDY-30 când caracterele „U” au fost transmise (50 vs. 100) timp de 2,5 ms.

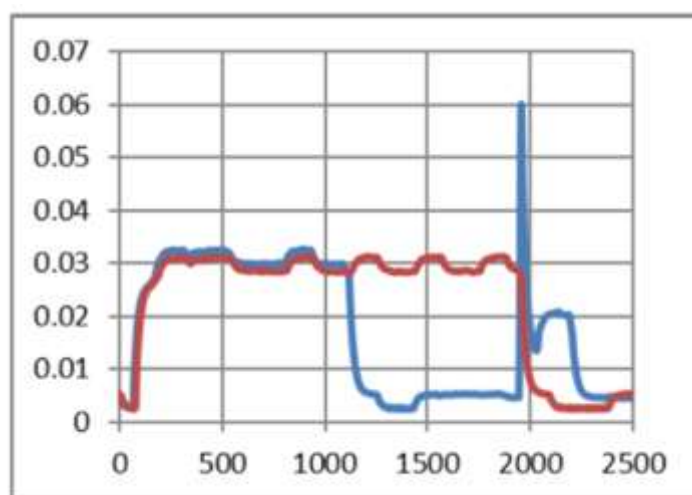


Figura 6.12 Consumul de curent JDY-30 cu vârful inerent (50 vs. 100 U caractere transmise) (mod ecou)

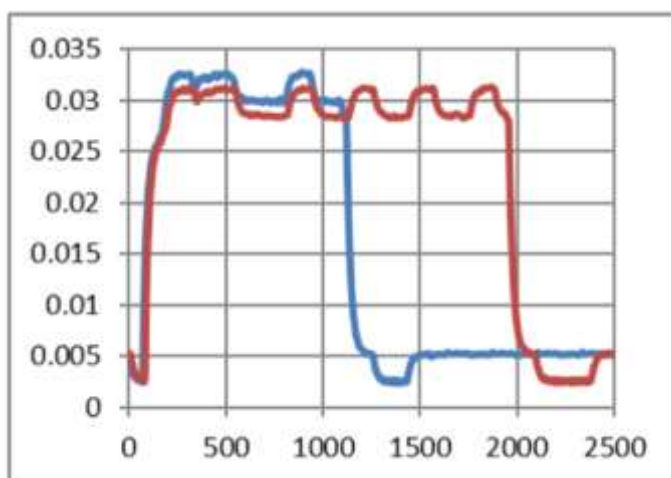


Figura 6.13 Consumul de curent JDY-30 fără vârf (50 vs. 100 U caractere transmise) (mod ecou).

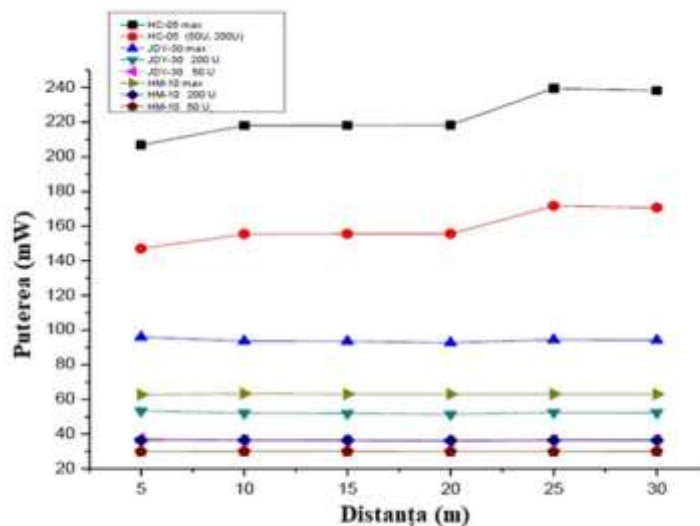


Figura 6.14 Puterea consumată de transceiver-urile HM-10, JDY-30 și HC-05, în funcție de distanță.

Se observă că există o dependență între distanță, modelul de date și consumul de energie, care este esențială pentru o adaptare optimă la aplicația sau procesul bazat pe comunicația wireless, așa cum se poate observa în figura 6.14.

Înainte de etapa de împerechere

- Transmiterea/recepția (modul ecou) a unui caracter cu etape minime de tranziție (caracterul „null” 00H) și
- Transmiterea/recepția (mod ecou) a unui caracter cu trepte maxime de tranziție (caracterul „U”, 55H).

Semnalele analogice pot fi achiziționate pe placa de achiziție. Referința de tensiune poate fi setată la 0,2 V, rezoluția absolută maximă este de 4,8 μ V, iar rata de eșantionare pentru achiziția semnalelor este de 250 kps. În experimentele în aer liber, distanța dintre transceiver și sistemul corespunzător a variat între 0,3 m și 30 m. Valoarea rezistenței serie utilizate pentru obținerea curentului transceiverului a fost de 12,22 Ω , iar sursa de alimentare stabilizată a fost VS = 3,3 V sau 5 V.

Curentul absorbit de transceiver este dat de formula:

$$i = \frac{v(t)}{R} = \frac{v(t)}{12.22}$$

Tensiunea efectivă aplicată pe transceiver este:

$$v_{TRS} = v_s - v(t)$$

Puterea consumată de transceiver este:

$$p(t)_{TRS} = i \cdot (V_S - v(t)) = \frac{v(t) \cdot V_S}{12.22} - \frac{v(t)^2}{12.22}$$

Consumul mediu de energie în etapele de mai sus este

$$W_{TRS} = \int_0^t p(t)_{TRS} \cdot dt = \sum_{j=1}^W p_j \cdot \Delta t$$

unde: $\Delta t = \frac{1}{f_s} [s] = 4\mu s$

Rata de eşantionare este =250 ksp/s și puterea medie consumată este dată de:

$$p_j = \frac{p_j + p_{j-1}}{2}$$

6.4 Hărți termice 3D

Senzorii pot fi amplasați în multe medii interioare în care datele sunt colectate pe perioade lungi de timp. De exemplu, imagistica termică poate capitaliza astfel de rețele bazate pe IoT prin furnizarea unui mediu web de hărți de temperatură 3D pentru clădiri comerciale și rezidențiale, după cum se arată în figura 6.19a.

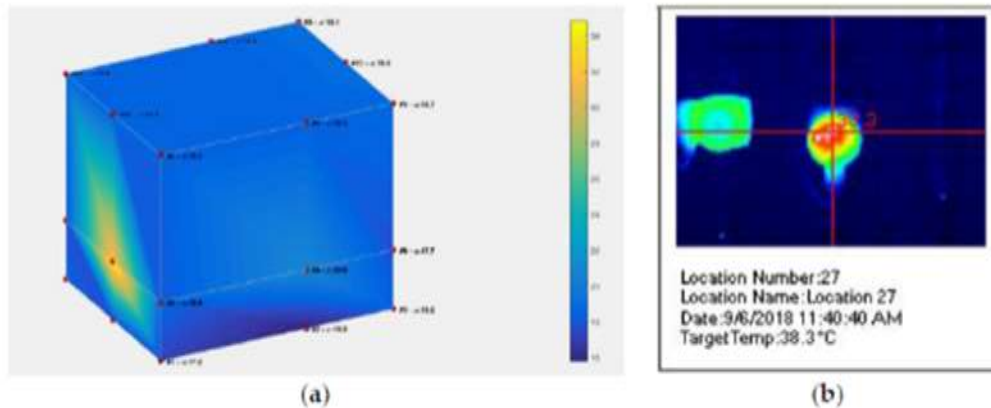


Figura 6.19 Reprezentări volumetrice: **(a)** bazat pe IoT, prin intermediul a 12 sau 20 de senzori conectați la transceiver-uri HC-05, **(b)** bazat pe imagistica termică Fluke IR.

6.5 Aplicație bazată pe RFM (Recency, Frequency, Monetary Value)

Această aplicație rezolvă problema proiectării centralelor solare la scară largă, precum și a monitorizării și optimizării eficienței generării acestora. Ea implementează un sistem de

achiziție de date care utilizează două transceivere de nod pentru monitorizare. Aplicația asigură colectarea instantanee a semnalelor, cum ar fi curentul/tensiunea, temperatura panoului și perioadele diodei shunt și calculează energia produsă de fiecare panou fotovoltaic pe baza acestor semnale.

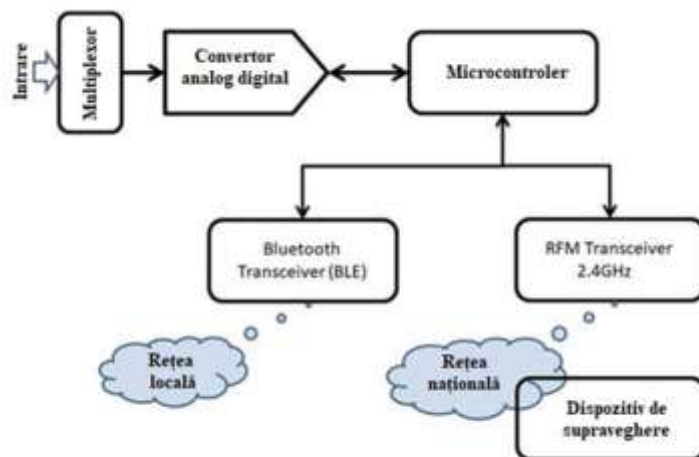


Figura 6.20 Diagrama bloc a nodului hibrid DAQ integrat într-o rețea de achiziție a semnalului

Primul flux de date este sincronizat cu rata de eșantionare a semnalului. Toate aceste semnale sunt convertite de la analogic la digital și stocate într-o memorie partajată.

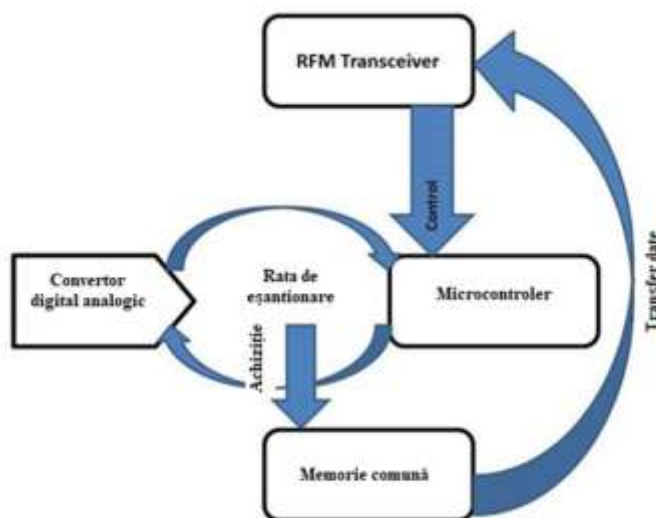


Figura 6.21 Fluxuri de date în sistem

Această structură permite implementarea funcțiilor de control local, de asemenea, este capabilă să redirecționeze sau pur și simplu să transmită datele colectate către supervisor.

6.6 Realizarea modului de urmărire de tip “tracker” solar ce poate fi utilizat pentru încărcarea unui acumulator ce alimentează un senzor dintr-o rețea de senzori fără fir, dotat cu dispozitiv de monitorizare a parametrilor acumulatorului

În continuare se prezintă pașii de realizare a dispozitivului de urmărire de tip “tracker” solar.

Primul pas Printare 3D a dispozitivului de prindere



Figura 6.34 Printare 3D a dispozitivului de prindere

Al doilea pas este reprezentat de fixarea suportului



Figura 6.35 Fixarea suportului

Al treilea pas este testarea servomotorului înainte de realizarea montajului



Figura 6.36 Testarea servomotorului înainte de realizarea montajului

Al patrulea pas reprezintă fixarea servomotoarelor în suportul de ghidare



Figura 6.37 Fixarea servomotoarelor în suportul de ghidare

Al cincilea pas este printarea 3D a piesei rotative pe care se fixează fotorezistoarele

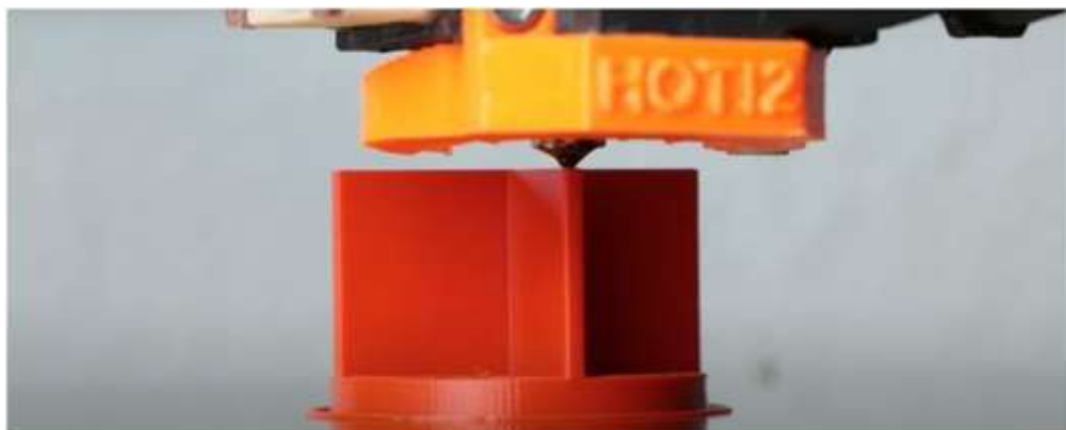


Figura 6.38 Printarea 3D a piesei rotative pe care se fixează fotorezistoarele

Al șaselea pas reprezintă montarea panoului solar și a fotorezistoarelor



Figura 6.39 Montarea panoului solar și a fotorezistoarelor

Pasul șapte reprezintă realizarea conexiunilor electrice

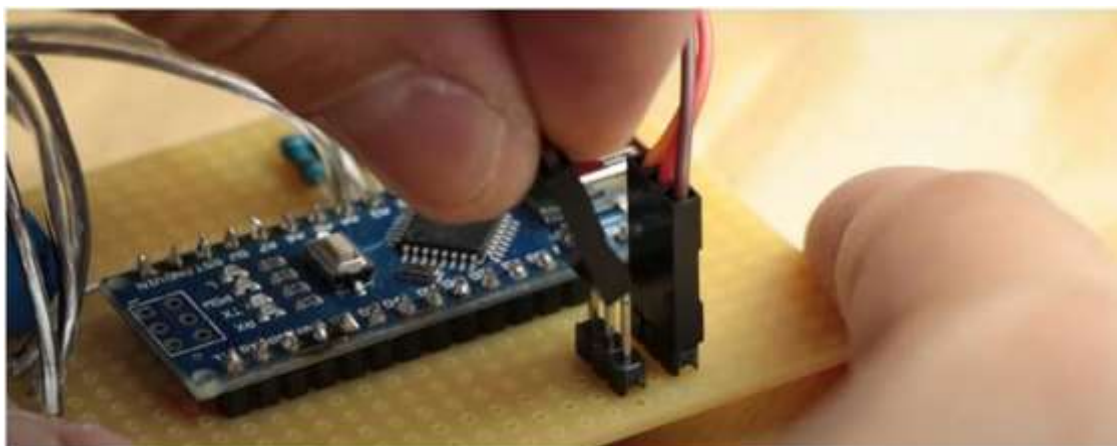


Figura 6.40 Realizarea conexiunilor electrice



Figura 6.42 Montajul final al dispozitivului de urmărire de tip “tracker” solar

Energia obținută cu ajutorul acestui dispozitiv de tip “tracker” solar poate fi folosită pentru a alimenta acumulatorul unui senzor dintr-o rețea de senzori fără fir. Astfel se poate combina o placă de achiziție de tip Arduino, un monitor de putere INA219, un LCD OLED și un PCB pentru card Micro SD pentru a crea un contor de putere cu înregistrarea datelor pe carduri de memorie.

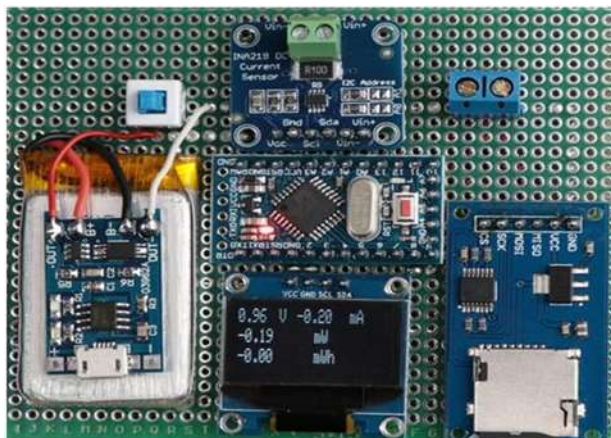


Figura 6.50 Schema finală a modulului

6.7. Analiză comparativă a sistemelor de tip tracker solar cu una sau două axe pentru confirmarea alegerii structurii modelului experimental [71-79]

Sistemele de urmărire solară pot fi clasificate în funcție de modul în care sunt deplasate. Aceste sisteme de urmărire pot roti/înclina suprafața fotovoltaică în jurul unei axe pentru a obține unghiul corect de maximizare a luminii solare.

Sistem de tip tracker cu o singură axă

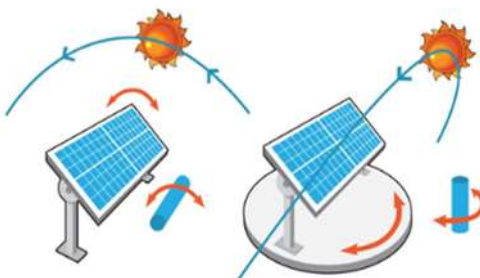


Figura 6.54 Sistem de tip tracker cu o singură axă

Avantajele sistemelor de tracker solar cu o singură axă:

- Sistemele de urmăritori cu o singură axă sunt de obicei orientate est-vest și urmează direcția soarelui.
- Sistemele de urmărire cu o singură axă sunt ieftine, foarte ușor de instalat și pot fi exploatate cu cheltuieli minime.
- Sistemele de urmărire pe o singură axă sunt potrivite pentru companiile care caută o opțiune ieftină.
- Sistemele de urmărire pe o singură axă sunt, de asemenea, potrivite pentru zonele cu ore scurte de lumină naturală.
- Sistemele cu urmăritori cu ax unic sunt mai eficiente decât panourile solare fixe. Eficiența urmăritorilor solari cu ax unic în comparație cu panourile solare fixe este de 32,17%.

Sisteme de urmărire solară cu axă dublă

Există trei modalități de modificare a poziției dispozitivului de urmărire a energiei solare: manual, pasiv și activ.

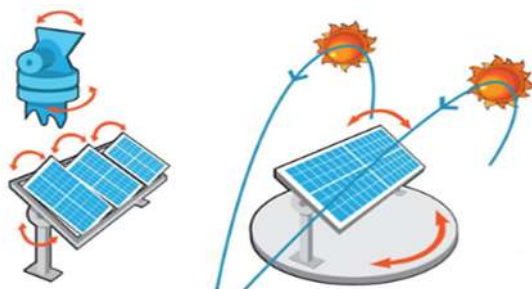


Figura 6.55 Sistemul de tip tracker cu două axe

6.8 Secvența finală de comandă a dispozitivului de tip tracker solar

În figura de mai jos este prezentată secvența finală de comandă a dispozitivului de tip tracker solar

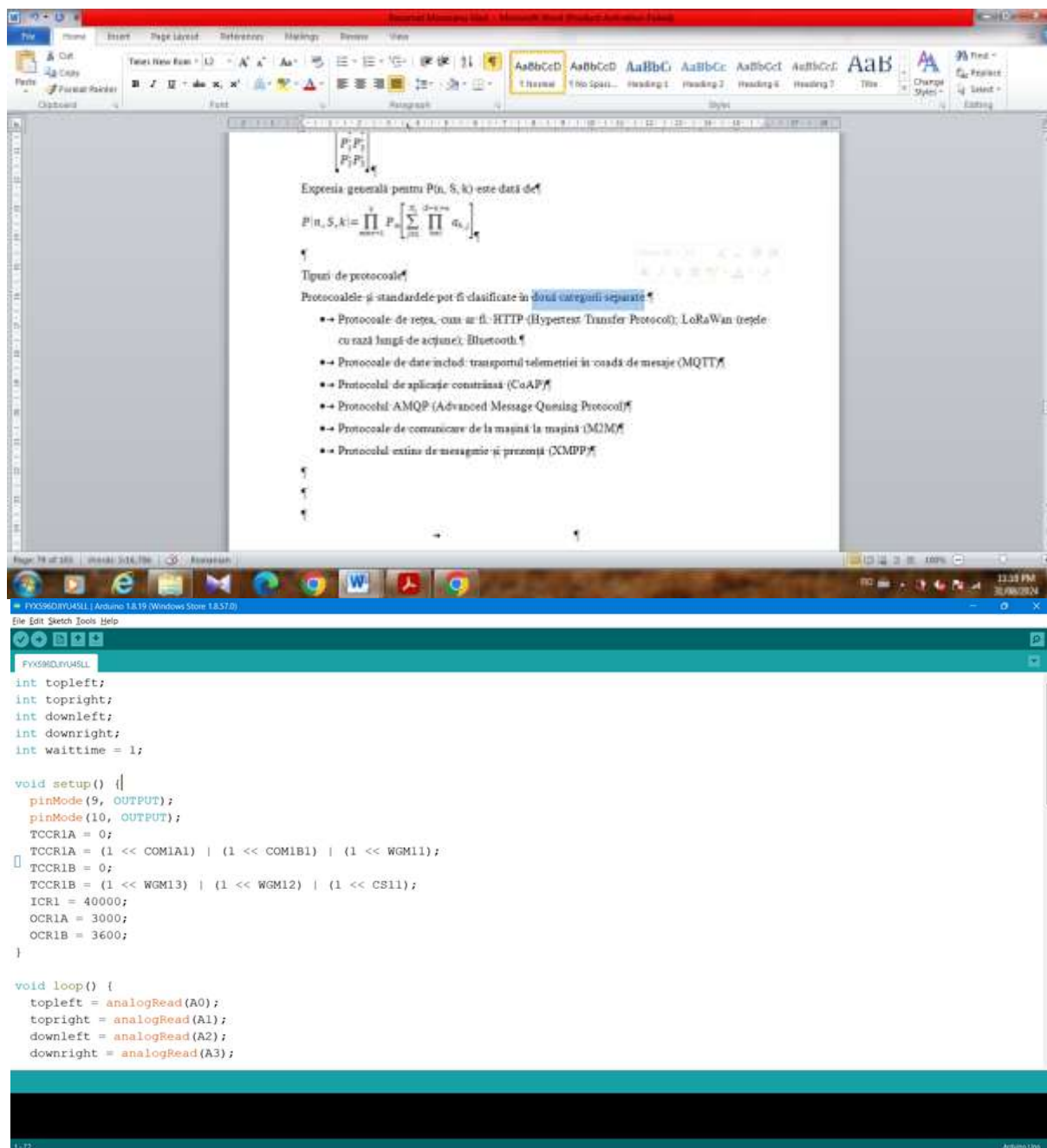


Figura 6.56 Secvența finală de comandă a dispozitivului de tip tracker solar

6.9 Detalierea caracteristicilor protocolului de comunicare cu display-ul

Protocolul I2C (Inter-Integrated Circuit) (sau IIC - Inter-Integrated Circuit) a fost dezvoltat de Philips în 1982 ca o interfață serială sincronă cu mai multe dispozitive master și mai multe dispozitive slave. Magistrala I₂C constă din următoarele semnale: SDA - linie de date, SCL - semnal de ceas.

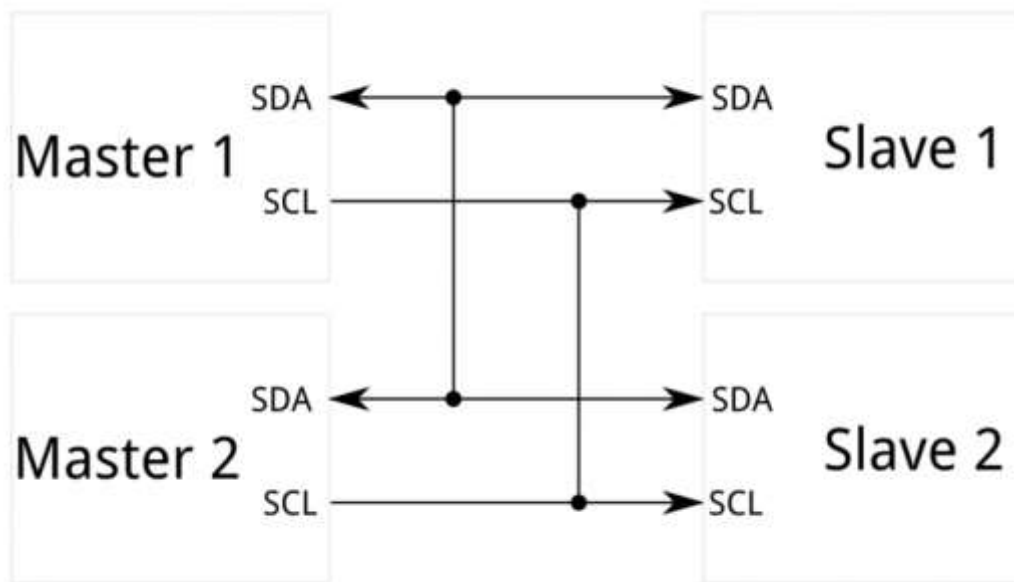


Figure 6.57 Interfață serială cu cu mai multe dispozitive master și slave

În protocolul I2C, există un concept de adresă a sclavului. Adresa sclavului poate fi un număr de 7 biți (cel mai frecvent), 8 biți sau 10 biți. Schimbul de date între dispozitivele master și slave are loc prin intermediul unor mesaje care sunt întotdeauna inițiate de master.

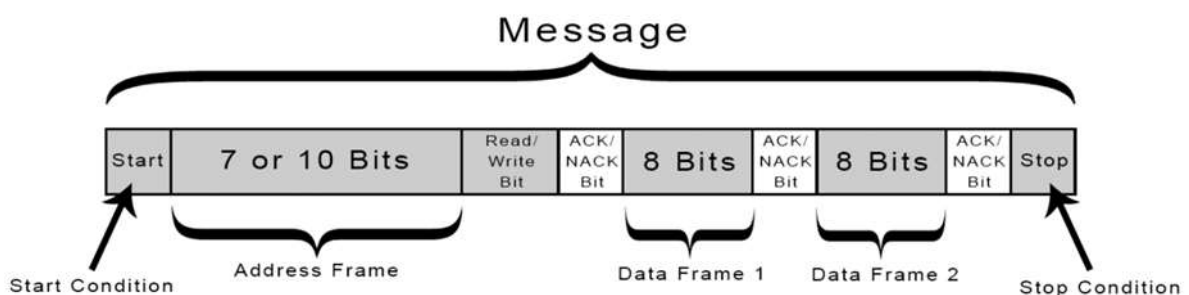


Figure 6.58 Afișarea mesajului

6.10.Detalierea caracteristicilor protocolului de comunicare cu microSD-ul

Comunicarea cu microSD se realizează prin SPI (Serial Peripheral Interface). SPI este un standard sincron dezvoltat de Motorola și funcționează în modul full duplex (transferul de date are loc simultan în ambele direcții). Sunt utilizate următoarele patru semnale:

- MOSI - Master Output Slave Input,
- MISO - Master Input-Slave Output (transfer de date de la slave la master),
- SCLK - Serial Clock (sincronizare între dispozitive, control master),
- CS/SS - Chip Select/Slave Select (selectarea sclavului de către master. Valoare scăzută pentru dispozitivul slave selectat).

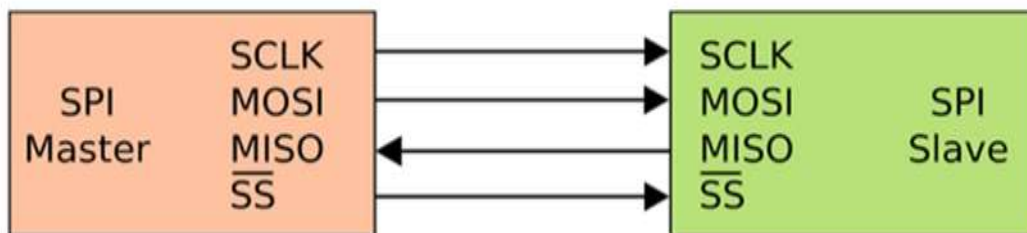


Figura 6.59 Comunicare de tip SPI

Conectarea mai multor dispozitive Slave

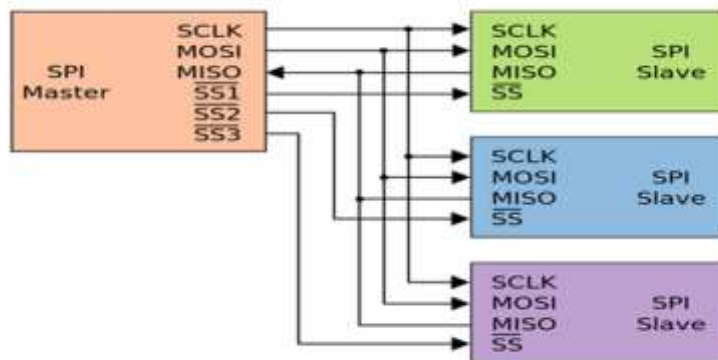


Figura 6.60 Conectarea mai multor dispozitive Slave

Conectarea mai multor dispozitive Slave cu ajutorul topologiei SPI Daisy Chain

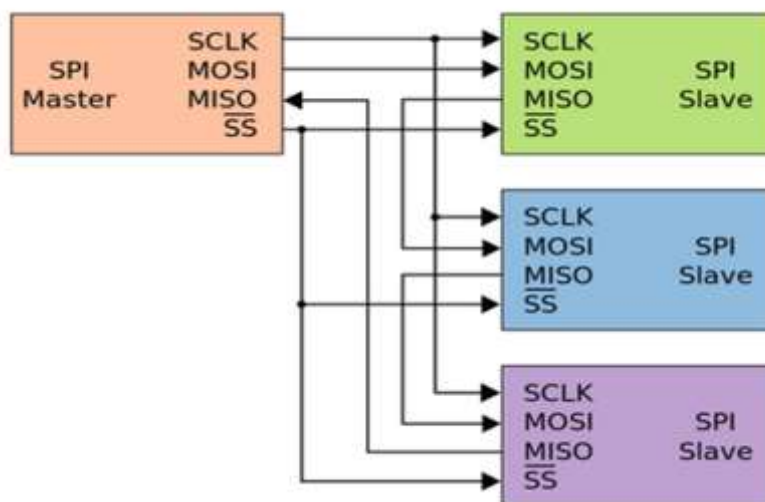


Figura 6.60 Conectarea mai multor dispozitive Slave cu ajutorul topologiei SPI Daisy Chain

Aspecte referitoare la transmiterea datelor folosind SPI

Pentru a începe comunicarea cu dispozitivul Master, ceasul Master-ului trebuie setat la o frecvență cel mult egală cu frecvența suportată de dispozitivul Slave (de obicei până la câțiva MHz). Apoi, Master-ul selectează dispozitivul Slave dorit, punând 0 pe linia CS / SS. În timpul unui ciclu SPI, transmisia este full-duplex:

- Dispozitivul Master trimite un bit pe linia MOSI, iar dispozitivul Slave citește acest bit.
- Dispozitivul Slave trimite un bit pe linia MISO, iar dispozitivul Master citește acest bit.

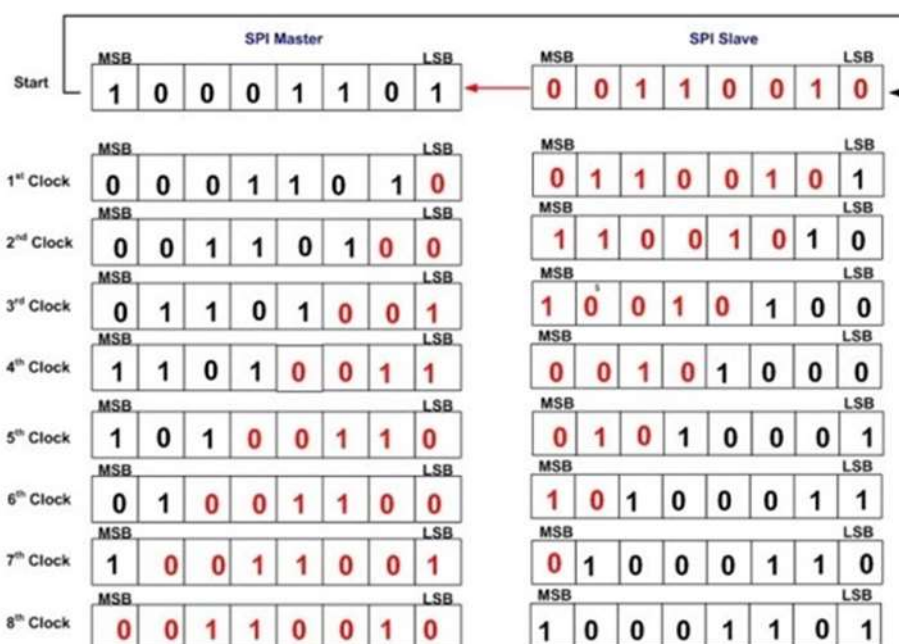


Figura 6.62 Diagrama de transfer în cazul SPI între master și slave

Configurări de SPI

Polaritatea ceasului (CPOL) stabilește starea inactivă a ceasului. După cum se poate observa, dacă CPOL = 0, ceasul este inactiv și valoarea semnalului SCLK este LOW; dacă CPOL = 1, ceasul este inactiv și SCLK este setat la HIGH.

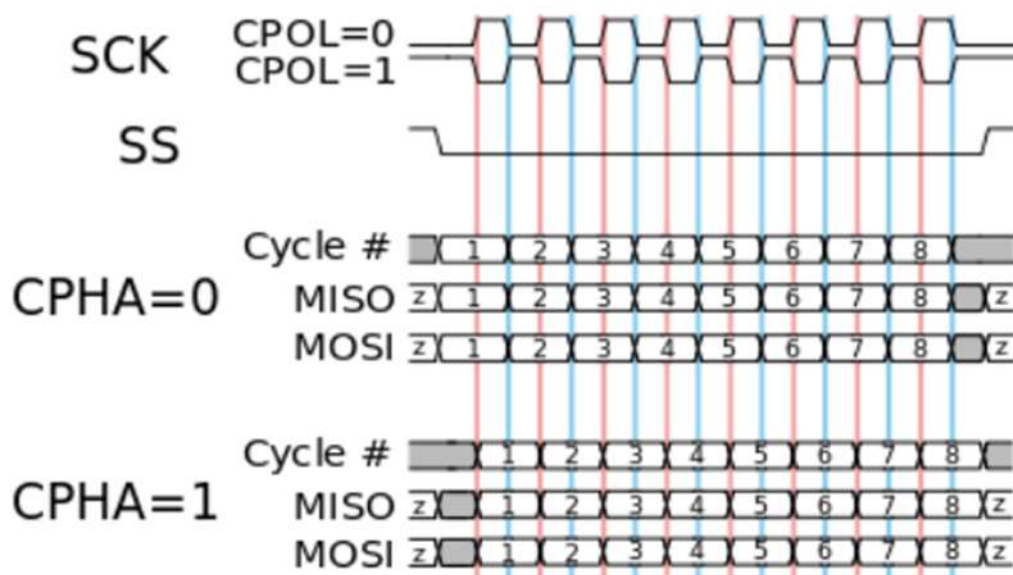


Figura 6.63 Configurări de SPI

Utilizarea SPI în cazul Arduino Pro Mini 328

SPI-ul inclus în microcontrolerul atmega328p poate funcționa atât ca Master, cât și ca Slave.

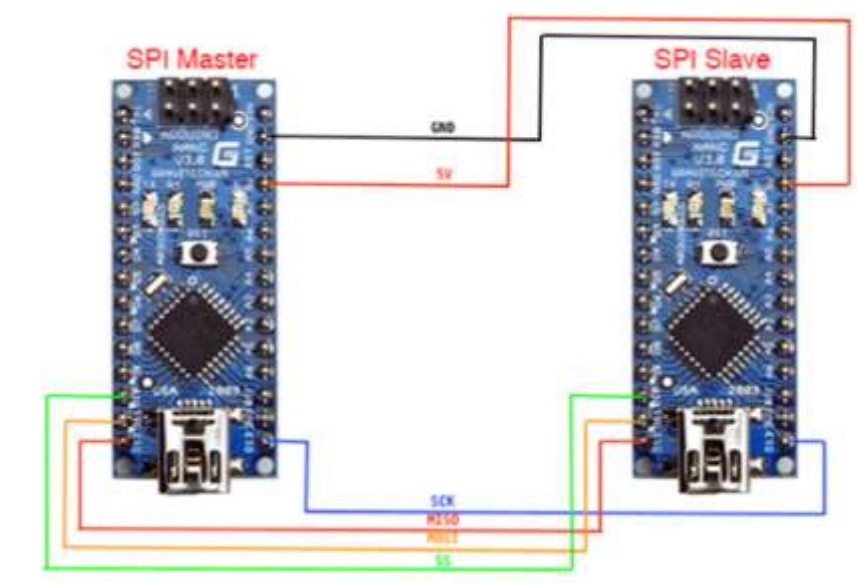


Figura 6.64 Utilizarea SPI în cazul Arduino Pro Mini 328

SPI Control Register (SPCR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x2C (0x4C)	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	SPCR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Bit 6 - SPE (SPI Enable)
 - 0 - SPI dezactivat
 - 1 - SPI activat
- Bit 5 - DORD (Data Order)
 - 0 - MSB (din data) trimis primul
 - 1 - LSB (din data) trimis primul
- Bit 4 - MSTR (Master/Slave Select)
 - 0 - Slave mode
 - 1 - Master mode
- Bit 3 - CPOL (Clock Polarity)
 - 0 - SCK LOW pe idle (când nu comunică)
 - 1 - SCK HIGH pe idle (când nu comunică)

Bit 2 - CPHA (Clock Phase)

- 0 - datele sunt citite pe frontul de întâmpinare
- 1 - datele sunt citite pe frontul de sfârșit
- Bit 1:0 - SPR1:SPR0 (SPI Clock Rate)
 - în modul Master: controlează frecvența SCK-ului.
 - În modul Slave: nu au efect.

SPI2X	SPR1	SPR0	SCK Frequency
0	0	0	$f_{osc}/4$
0	0	1	$f_{osc}/16$
0	1	0	$f_{osc}/64$
0	1	1	$f_{osc}/128$
1	0	0	$f_{osc}/2$
1	0	1	$f_{osc}/8$
1	1	0	$f_{osc}/32$
1	1	1	$f_{osc}/64$

Figura 6.65 SPI Status Register (SPSR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x2D (0x4D)	SPIF	WCOL	–	–	–	–	–	SPI2X	SPSR
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Bit 7 – SPIF (SPI Interrupt Flag)
 - o este automat setat pe 1 când transmisia s-a terminat.
- Bit 0 - SPI2X (Double SPI Speed Bit)
 - o în modul Master: când acest bit este setat la 1, viteza SPI (Frecvența SCK) va fi dublată. Aceasta înseamnă că perioada minimă SCK va fi de două perioade de ceas de CPU.
 - o în modul Slave: SPI este doar garantat că o să funcționeze la $f_{osc} / 4$ sau mai mic.

SPI Data Register (SPDR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x2E (0x4E)	MSB							LSB	SPDR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	X	X	X	X	X	X	X	X	Undefined

Un registru de citire/scriere utilizat pentru a transfera date între fișierul de registre și registrul de deplasare SPI. Scrierea în registru inițiază transferul de date. Citirea registrului citește bufferul de recepție al registrului de deplasare.

Secvența comandă MASTER

arduino_spi_master.ino

```
#include <SPI.h>
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(115200);
```

```
  Serial.println(„\nSPI Master”);
```

```

SPI.begin();
}
void loop() {
float pi = 3.14159;
uint8_t *ptr = (uint8_t *)&pi; //cast the address of a float into a pointer of byte

SPI.beginTransaction(SPISettings(4000000, MSBFIRST, SPI_MODE0));
digitalWrite(SS, LOW);
for (int i=0; i<sizeof(pi); i++) {
SPI.transfer(*ptr); // send the pi byte by byte
Serial.print(*ptr); // for debugging, print out each byte
Serial.print(", ");
*ptr++;
}
digitalWrite(SS, HIGH);
SPI.endTransaction();

Serial.println();
delay(5000);
}
Secvența comandă SLAVE
#include <SPI.h>
volatile uint8_t byteCount = 0;
volatile bool dataReady = false;
float data;
uint8_t *ptr = (uint8_t *)&data;

// SPI interrupt routine
ISR (SPI_STC_vect) {
ptr[byteCount++] = SPDR; //read one byte form SPI Data Register
if (byteCount == 4) {
dataReady = true;
}
}
}

```

```

void setup (void) {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println(,"SPI Slave");
  SPCR |= bit(SPE); // enable SPI slave mode
  pinMode(MISO, OUTPUT); // set MISO as OUTPUT
  SPI.attachInterrupt();
}

void loop (void) {
  if (dataReady) {
    Serial.println(data, 5);
    byteCount = 0; // reset byteCount and dataReady flag
    dataReady = false;
  }
}

```

Concluzii

Tehnologia clădirilor inteligente nu numai că sprijină eforturile de gestionare a instalațiilor, dar oferă, de asemenea, informații valoroase cu privire la utilizarea clădirilor, oferind următoarele facilitati: eficiență energetică, sustenabilitatea clădirilor și eforturile de gestionare a activității de mentenanță, care sunt toate beneficii ale clădirilor inteligente.

Platformele de gestionare sunt aplicații software utilizate pentru controlul strategiilor de management aplicate clădirilor și grupurilor de clădiri inteligente. Scopul final al platformei de gestionare este de a optimiza consumul de energie specific fiecărei clădiri și de a eficientiza metodele de schimb de energie în cadrul conceptului dezvoltat, utilizând valori predefinite ale indicatorilor de performanță.

Capitolul 1 ne introduce în conceptul de Building Management System - BMS în contextul de zonă inteligentă. Sunt descrise: Tipologia generală a zonelor inteligente, Modelul conceptual, Complexitatea funcțională, Arhitectura bioclimatică, platforma de management și energii regenerabile și Cerințe specifice necesare pentru fiecare domeniu în parte din cadrul conceptului de clădire manageriată cu sistem software BMS. Toate aceste elemente teoretice vor defini platforma software - ca aplicație practică a tezei de doctorat.

Capitolul 2 analizează conceptul de control al sistemelor de automatizare/acționare în cazul clădirilor inteligente. Sunt descrise: Elemente de acționare și Propuneri constructive privind integrarea majorității senzorilor și elementelor de acționare în cazul diverselor categorii de clădiri inteligente. Integrarea senzorilor și a elementelor de acționare a diverselor sisteme de climatizare și de gestiune a energiei este esențială pentru realizarea platformei inteligente BMS.

Capitolul 3 este dedicat unui studiu privind prezentarea soluțiilor alese pentru climatizarea clădirii. Sunt vizate: Estimarea producției de energie, Analiza consumului de energie specific sistemelor de climatizare, Bilanțul puterilor și a fluxurilor de energie la nivelul sistemului, Tendințele de pe piața clădirilor inteligente. Evidențierea acestor sisteme nu are doar rolul de a defini sursele de energie și modul lor de interconectare, ci și de a defini indicatori practici de eficiență energetică.

Capitolul 4 abordează realizarea arhitecturii interfeței pentru utilizatorii, cu implementarea serviciilor software de bază, în condițiile dedicate ale sistemului de management energetic, descriind: Abordări curente din interfețele de management al clădirilor/automatizare, Soluții la cele mai întâlnite și importante probleme, Tendințe previzionate pentru următorii 5 ani cu argumente pro și contra. Aici au fost definite ultimile

criterii care vor sta la baza realizării practice a platformei BMS, în condiții de adaptare la tehnologiile actuale și a tendințelor de pe piața de profil.

Capitolul 5 este dedicat unui studiu privind simularea comportamentului unei clădiri inteligente în diferite condiții de mediu și exploatare, cu dezvoltarea de sisteme hardware și software. Include: Metodologie de dimensionare și optimizare a sistemelor hibride de stocare, Hărți termice 3D, Aplicație bazată pe RFM (Recency, Frequency, Monetary Value). În acest capitol s-a început proiectarea și realizarea de rutine specializate care în final au condus la platforma practică de management a clădirilor inteligente - sistem integrate pentru clădiri cu consum energetic aproape zero.

Capitolul 6 descrie aplicația practică a platformei de management privind modul de evaluare a eficienței producției și consumului energiei electrice din surse fotovoltaice în cazul integrării acestora într-o clădire energetic inteligentă pentru asigurarea conceptului de clădire cu consum energetic aproape zero. Sunt prezentate: Realizarea modului de urmărire de tip “tracker” solar ce poate fi utilizat pentru încărcarea unui acumulator ce alimentează un senzor dintr-o rețea de senzori fără fir, dotat cu dispozitiv de monitorizare a parametrilor acumulatorului; Analiză comparativă a sistemelor de tip tracker solar cu una sau două axe pentru confirmarea alegerii structurii modelului experimental; Secvența finală de comandă a dispozitivului de tip tracker solar; Detalierea caracteristicilor protocolului de comunicare cu display-ul; Detalierea caracteristicilor protocolului de comunicare cu microSD.

Cercetarea efectuată este considerată de mare utilitate, atât teoretică cât și practică, și va fi dezvoltată în viitor până la o soluție IT care poate fi promovată pe piața de profil.

Activitatea științifică

Rezultatele cercetărilor efectuate de către autor în perioada pregătirii tezei de doctorat s-au concretizat în elaborarea a 4 lucrări publicate ca autor și coautor, în reviste de specialitate sau în volumele unor conferințe internaționale de prestigiu.

Articole publicate

- Mihaela Aradoaei, Oliver Schreiner, Andreea Maria Lucaci, **Vlad Morosanu**, Georgiana Patrascu, Adrian Saridache, Cristina Schreiner, Sebastian Teodor Aradoaei, Testing the Interaction of Electromagnetic Radiation with Nano/Micro-Conductive Composite Material, 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems

(SIELMEN), 11-03 October 2023, Chisinau, Moldova, DOI: 10.1109/SIELMEN 59038.2023.10290788, indexat IEEE Xplore

- Ileana Ursu, Alin Olteanu, **Vlad Morosanu**, Cristina Mihaela Schreiner, Mihaela Aradoaei, Technical Analysis Regarding The Implementation Of A Building Management System, 2022 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), 20-22 Octombrie EPE 2022 - Iași, DOI: 10.1109/EPE56121.2022.9959794, indexat IEEE Xplore
- **Vlad Morosanu**, Alin Olteanu, Cristina Schreiner, Maria Georgiana Gheorghian, Smart building software simulator, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare
- Alin Olteanu, **Vlad Morosanu**, Cristina Schreiner, Madalina Ancuta Pintilie, Firmware programming for smart buildings, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare.

Bibliografie

- [1] P. Hampel, P. Knobel, Electronics, Building Management System, Feasibility Study on Intelligent Air conditioning, 2009
- [2] S. Wang, Intelligent Buildings and Building Automation, Taylor & Francis, ISBN 0-203-89081-7, 2010
- [3] G. P. Sullivan, R. Pugh, A. P. Melendez, W. D. Hunt, Operations & Maintenance, Best Practices, A Guide to Achieving Operational Efficiency, August 2010, EERE Information Center, 1-877-EERE-INF (1-877-337-3463),
- [4] C. Nicholson, Cabinet Power Monitoring, Management & Control, Within the Data Center, White Paper STI-100-011, 2010-Sep-27
- [5] Hartman, T. (2001). "Occupant connectivity for building controls", AutomatedBuildings.com
- [6] G. Bell, "A time and a place for standards," Queue, vol. 2, no. 6, pp. 66–74, 2004.
- [7] M. W. Chiang, Z. Zilic, J.-S. Chenard, and K. Radecka, "Architectures of increased availability wireless sensor network nodes," Test Conference, International, vol. 0, pp. 1232–1241, 2004.
- [8] A. E. Kateeb, A. Ramesh, and L. Azzawi, "Wireless sensor nodes processor architecture and design," Advanced Information Networking and Applications Workshops, International Conference on, vol. 0, pp. 892–897, 2008.
- [9] K. S. Low, H. A. Nguyen, and H. Guo, "Optimization of sensor node locations in a wireless sensor network," International Conference on Natural Computation, vol. 5, pp. 286–290, 2008.
- [10] M. A. Taleghan, A. Taherkordi, M. Sharifi, and T.- H. Kim, "A survey of system software for wireless sensor networks," Future Generation Communication and Networking, vol. 2, pp. 402–407, 2007.
- [11] B. F. Spencer Jr. and S. Cho, "Wireless smart sensor technology for monitoring civil infrastructure: technological developments and full-scale applications," in Proceedings of the World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM '11), Seoul, Republic of Korea, 2011.
- [12] M. Bocca, E. I. Cosar, J. Salminen, and L. M. Eriksson, "A reconfigurable wireless sensor network for structural health monitoring," in Proceedings of International Society for Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructures (ISHMII '09),

- Zurich, Switzerland, 2009.
- [13] Y. Wang, J. P. Lynch, and K. H. Law, "Design of a lowpower wireless structural monitoring system for collaborative computational algorithms," in *Nondestructive Evaluation for Health Monitoring and Diagnostics*, Proceedings of SPIE, pp. 106–117, March 2005.
 - [14] A. T. Zimmerman and J. P. Lynch, "A parallel simulated annealing architecture for model updating in wireless sensor networks," *IEEE Sensors Journal*, vol. 9, no. 11, pp. 1503–1510, 2009.
 - [15] V. Ermolov, M. Heino, A. Kaärkäinen, R. Lehtiniemi, N. Nefedov, P. Pasanen, Z. Radivojevic, M. Rouvala, T. Ryhänen, E. Seppälä, M.A. Uusitalo, Significance of nanotechnology for future wireless devices and communications, in: *International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC'07)*, Athens, 3–7 September 2007
 - [16] V. Rodoplu, T.H. Ming, "Minimum Energy Mobile Wireless Networks", *IEEE Journal of Selected Areas in Communications* 17 (8) (1999) 1333–1344
 - [17] R. Vidhyapriya, "Energy Aware Routing for Wireless Sensor Networks", *Signal Processing, Communication and Networking*, pp. 545-550, Feb. 2007.
 - [18] <https://webmaster.md/ro/articole/web-design/ce-este-designul-ui-ux-determinam-principiile-si-diferentele/>
 - [19] <https://www.todaysoftmag.ro/article/3048/creierul-designului>
 - [20] <https://ieeexplore.ieee.org/document/865874>
 - [21] <https://uxmag.com/articles/eye-candy-vs-bare-bones-in-ui-design>
 - [22] <https://www.energysage.com/solar/101/net-metering-for-home-solar-panels/>
 - [23] <http://babich.biz/mobile-ux-design-key-principles-2/>
 - [24] KB Perry si P. Hourcade "Evaluarea cu o mână atingând degetul mare pe dispozitivele mobile cu ecran tactil", în *Proceedings of the Graphics Interface (GI'08)*, pp.57-64, Ontario Canada, mai 2008.
 - [25] P. Finley, Un studiu care compară utilizabilitatea interfeței smartphone-urilor bazate pe tabel și listă[Msc. teză], Iowa State University, Ames, Iowa, SUA, 2013.
 - [26] <https://www.basengreen.com/ro/what-is-solar-photovoltaic-glass/?srsltid=AfmBOopbumBd5Z1xbzTrYUpNw6TVFVDHWa2bjC8AD3Vrnj56OHXKuqGu>
 - [27] J. Breuniger, S. Popova-Dlugosch și K. Bengler, "Cel mai sigur mod de a derula o listă,

- un studiu de utilizare comparând diferite moduri de derulare prin liste pe dispozitive cu ecran tactil”, IFAC Proceedings Volumes, vol.46, nr.15, pp.44-51, 2013.
- [28] S. Hooper and E. Berkman, *Designing Mobile Interfaces*, Ontario, Canada, O’Reilly Media, 2011.
 - [29] A. Harley, *Usability Testing of Icons*, 2016, <https://www.nngroup.com/articles/icon-testing/>.
 - [30] S.-M. Huang, “The rating consistency of aesthetic preferences for icon-background color combinations“, *Applied Ergonomics*, vol.43, no.1, pp 141-150, 2012.
 - [31] <https://99designs.com/blog/tips/7-unbreakable-laws-of-user-interface-design/>
 - [32] <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2018/04/the-future-of-ux-design-is-automation.php>
 - [33] “Powerpack-Soluții de stocare a energiei comerciale și utilitare/ Tesla“, www.tesla.com
 - [34] Tesla nimmt Netzspeicher in Kalifornien in Betrieb
 - [35] Tesla aduce în liniște online stația sa masivă-cea mai mare din lume-de 80 MWh Powerpack cu Southern California Edison
 - [36] Parkinson, Giles (19 mai 2015), USB “Tesla Powerwall poate oferi o rambursare de 6 ani în Australia“
 - [37] Bruce, Lin; Klippenstein, Matthew (8 mai 2015). “Cele mai importante zece fapte despre bateria PowerWall Tesla de 350 \$/ kWh (DC) “
 - [38] <https://www.softwaretestinghelp.com/ui-ux-design-trends/>
 - [39] <https://blog.tubikstudio.com/small-elements-big-impact-types-and-functions-of-ui-icons/>
 - [40] <https://www.nngroup.com/articles/characteristics-minimalism/>
 - [41] <https://xd.adobe.com/ideas/principles/app-design/10-dos-donts-mobile-app-design/>
 - [42] <https://uxplanet.org/animation-that-matters-adding-value-to-your-interface-65496fe4c182>
 - [43] <https://www.smashingmagazine.com/2018/02/user-interfaces-icons-visual-elements-screen-design/>
 - [44] <https://www.smashingmagazine.com/2018/02/user-interfaces-icons-visual-elements-screen-design/>
 - [45] <https://uxdesign.cc/principles-of-ui-design-alignment-dd707e983f29>
 - [46] <https://trello-attachments.s3.amazonaws.com/5ee6547c63f3c158197f094a/6001cd90931ca27c1b5cc070/41a23548fcbec117204ab64d41498721/sustainability-12-06760.pdf>

- [47] <https://blog.senseware.co/2018/12/11/10-iot-smart-building-trends-watch-2019>
- [48] https://www.researchgate.net/publication/338771331_Evaluating_graphical_user_interfaces_for_buildings
- [49] <https://medium.com/blue-future-partners/the-future-of-smart-buildings-top-industry-trends-7ae1afdcce78>
- [50] 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.
- [51] Purbantoro.,F., & Siregar, M.(2019, December). Design of Net Zero Energy Building(NZEB) for Existing Building in Jakarta. In *IOP Conference Series:Earth and Enviromental Series Science* (Vol.399, No.1, p.012076). IOP Publishing.
- [52] 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.
- [53] Leal, S., Zucker, G., Hauer, S.,& Judex, F.(2014) A software architecture for simulation support in buildingautomation. *Buildings*, 4(3), 320-335.
- [54] Marinakis, V., & Doukas, H.(2018). An advanced IoT-based system for intelligent energy management in buildings. *Sensors*, 18(2),610.
- [55] <http://avitech.ro/ro/post/articol/importanta-solutiilor-de-building-management-systems-bms-pa342>
- [56] Sisteme integrate de management al clădirilor, disponibil on line la adresa: <https://www.engie.ro/business/servicii-integrate/>
- [57] <https://www.roelsystems.ro/domenii-de-activitate/building-management-systems-bms/>
- [58] <https://www.circuitbasics.com/basics-of-the-i2c-communication-protocol/>
- [59] <https://www.circuitbasics.com/basics-of-the-spi-communication-protocol/>
- [60] <https://www.circuirbasics.com/basics-uart-communication/>
- [61] <https://www.imperva.com/learn/data-security/role-based-access-control-rbac/>
- [62] <https://www.imperva.com/learn/data-security/role-based-access-control-rbac/#subdrop6677>
- [63] https://www.also.com/ec/cms5/en_6000/6000/blog/future-technologies/
- [64] <https://securityscorecard.com/blog/6-strategies-for-cybersecurity-risk-mitigation>
- [65] <https://www.cmu.edu/iso/governance/guidelines/data-protection/index.html>
- [66] [https://en.wikipedia.org/wiki/Social_engineering_\(security\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Social_engineering_(security))
- [67] <https://www.imperva.com/learn/application-security/social-engineering->

- attack/#:~:text=Social%20engineering%20is%20the%20term,or%20giving%20away%20%20sensitive%20information.
- [68] https://www.also.com/ec/cms5/en_6000/6000/blog/future-technologies/social-engineering-techniques-and-how-to-prevent-attacks.jsp
- [69] <https://www.cmu.edu/iso/governance/guidelines/password-management.html>
- [70] <https://www.cmu.edu/iso/governance/guidelines/data-protection/physical-security.html>
- [71] <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/physical-security/#:~:text=Physical%20security%20is%20the%20protection%2C%20theft%2C%20vandalism%20and%20terrorism.>
- [72] <https://www.colocationamerica.com/blog/physical-security-of-a-data-center>
- [73] <https://securityscorecard.com/blog/what-is-an-information-security-policy-and-what-should-it-include>
- [74] <https://rewind.com/blog/automatic-backup-software-what-is-it-and-how-it-works/>
- [75] <https://securityscorecard.com/blog/what-is-a-cybersecurity-assessment-definition-types>
- [76] Mihaela Aradoaei, Oliver Schreiner, Andreea Maria Lucaci, **Vlad Morosanu**, Georgiana Patrascu, Adrian Saridache, Cristina Schreiner, Sebastian Teodor Aradoaei, Testing the Interaction of Electromagnetic Radiation with Nano/Micro-Conductive Composite Material, 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), 11-03 October 2023, Chisinau, Moldova, DOI: 10.1109/SIELMEN 59038.2023.10290788, indexat IEEE Xplore
- [77] Ileana Ursu, Alin Olteanu, **Vlad Morosanu**, Cristina Mihaela Schreiner, Mihaela Aradoaei, Technical Analysis Regarding The Implementation Of A Building Management System, 2022 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), 20-22 Octombrie EPE 2022 - Iași, DOI: 10.1109/EPE56121.2022.9959794, indexat IEEE Xplore
- [78] **Vlad Morosanu**, Alin Olteanu, Cristina Schreiner, Maria Georgiana Gheorghian, Smart building software simulator, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare
- [79] Alin Olteanu, **Vlad Morosanu**, Cristina Schreiner, Madalina Ancuta Pintilie, Firmware programming for smart buildings, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare