

Contor inteligent bazat pe evaluarea semnăturii energetice

Raport științific și tehnic - Etapa I
Stabilirea funcționalităților și arhitecturii sistemului

Cuprins

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCERE..... | 3 |
| 1.1 SCOPUL DOCUMENTULUI | 3 |
| 1.2 REZUMATUL ETAPEI..... | 3 |
| 1.3 LISTA ABREVIERILOR UTILIZATE..... | 3 |
| 2. ARHITECTURĂ GENERALĂ. FUNCȚIONALITĂȚI ALE SISTEMULUI SIGMET..... | 4 |
| 3. ARHITECTURA HARDWARE A SISTEMULUI SIGMET..... | 7 |
| 3.1 SCHEMA BLOC A SISTEMULUI HARDWARE | 7 |
| 3.2.FUNCTIONAREA SISTEMULUI HARDWARE / CONSIDERENTE MECANICE ȘI DE DISTRIBUIRE MODULE | 8 |
| 3.3 CERINTE MINIME FUNCTIONALE ALE SISTEMULUI HARDWARE | 9 |
| 4. ARHITECTURA SOFTWARE | 10 |
| 4.1. SCHEMA BLOC A SISTEMULUI SOFTWARE | 10 |
| 4.2. ARHITECTURA ORIENTATĂ PE SERVICII (SOA)..... | 11 |
| 4.3.ARHITECTURA SISTEMULUI DE IDENTIFICARE A AMPRENTEI ENERGETICE..... | 12 |
| 4.4. ARHITECTURA SISTEMULUI SIGMET CLIENT..... | 15 |
| 4.5. SECURITATEA DATELOR SIGMET | 16 |
| 5. PLANUL DE DISEMINARE / EXPLOATARE A REZULTATELOR..... | 17 |

1. Introducere

1.1 Scopul documentului

Scopul acestui document este de a detalia arhitectura sistemului SigMET prin cele două componente principale:

- Componenta software
- Componenta hardware

Documentul se adresează liderilor și inginerilor din echipele de lucru și de asemenea reprezentanților autorității contractante.

1.2 Rezumatul etapei

Obiectivul central al proiectului SigMET îl reprezintă realizarea modelului experimental al unui sistem de tip contor inteligent, capabil să furnizeze informații privitoare la consumul de energie electrică al fiecărei clase de consumatori întâlniți în mod curent la utilizatorii rezidențiali. Pentru atingerea acestui obiectiv, în cadrul etapei curente au fost definite arhitectura generală și funcționalitățile sistemului și detaliate arhitecturile componentelor principale: hardware și software. A fost elaborat și un plan de diseminare / exploatare a rezultatelor.

1.3 Lista abrevierilor utilizate

| | |
|--------|---|
| SigMET | Contor inteligent bazat pe semnătura energetică |
| MAD | Modul de achiziție de date |
| MAP | Modul de procesare date |
| CAN | Convertor analog numeric |
| IAE | Identificarea amprentei energetice |
| TCP/IP | Transmission Control Protocol / Internet Protocol: o colecție de protocoale de comunicație între două sisteme informatice |
| MVC | Model View Controller |
| TS | TouchScreen – ecran tactil |
| UC | Use Case: o listă de acțiuni ce definește interacțiunea dintre un actor și un sistem pentru îndeplinirea unui scop |
| SOA | Service-oriented architecture: arhitectura software bazată pe servicii |
| API | Application Programming Interface: interfață de comunicație între componentele software |
| TC | Test Case: o serie de condiții sau variabile prin care un tester verifică dacă programul software funcționează conform cerințelor |
| DI | Dependency Injection |
| DIP | Dependency Inversion Principle |
| WCF | Windows Communication Foundation |
| GUID | Globally Unique Identifier |

2. Arhitectură generală. Funcționalități ale sistemului SigMET.

Pentru stabilirea funcționalităților sistemului SigMET s-a realizat un studiu comparativ al soluțiilor existente, piața produselor destinate domeniului managementului individual al energiei electrice fiind una deosebit de dinamică. O parte dintre producătorii prezenți sunt specializați în tehnologiile de tip "Smart Grid" în timp ce alții provin din domenii precum sisteme de monitorizare (AlertMe), managementul energetic al clădirilor (Agilewaves) sau ICT (Google, Intel, Microsoft). Din punctul de vedere al utilizatorilor finali, unele companii oferă soluții destinate consumatorilor (casnici sau industriali) în timp ce altele oferă soluții integrate consumatori-furnizori.

Tabelul următor sintetizează informațiile despre produsele și conceptele disponibile pe piață, evidențiind tipul produsului, nivelul de granularitate a măsurării și prezența algoritmilor decizionali necesari automatizării.

Produsele au fost clasificate în trei tipuri:

- Aplicații software (fără suport hardware) care reprezintă aplicații web ce permit utilizatorilor monitorizarea / controlul consumurilor doar dacă sunt adăugate componente suplimentare hardware;
- Produse de tip "dashboard" cuprinzând aplicația software și unitatea de calcul împreună cu unitatea de afișare. Si aceste produse necesită componente hardware suplimentare;
- Produse cuprinzând sisteme integrate hardware-software.

Din punctul de vedere al nivelului de granularitate a măsurării, sunt prezentate:

- Soluții care oferă informații cu privire la nivelul global al energiei electrice consumată;
- Soluții care oferă informații cu privire la energia electrică consumată de fiecare consumator individual.

| Producător | Produs / soluție | Tip produs | | | Nivel de granularitate a măsurării | | Ieșiri automatizare | | Algoritmi decizionali | |
|----------------------|------------------------------|------------|-----------|-------------------|------------------------------------|------------|---------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | | Software | Dashboard | Sisteme integrate | Global | Individual | Disponibile | Nedisponibile | Disponibili | Nedisponibili |
| INTEL | HED | | * | | * | * | * | | * | |
| EnergyHub | Home Base | | | * | * | * | | * | | * |
| Tendril | Insight | | | * | * | * | * | | * | |
| Onzo | Smart energy kit | | | * | * | | | * | | * |
| Agilewaves | Building Optimization System | | | * | * | * | * | | | * |
| Google | Google PowerMeter | * | | | * | | | * | | * |
| Energy, Inc. | TED | | | * | * | | | * | | * |
| Makad Energy | DreamWatts | | | * | | * | | * | | * |
| Green Energy Options | Minim | | * | | * | | | * | | * |
| | Solo | | * | | * | | | * | | * |

| Producător | Produs / soluție | Tip produs | | | Nivel de granularitate a măsurării | | leșiri automatizare | | Algoritmi decizionali | |
|------------------------------|--------------------------------|------------|-----------|-------------------|------------------------------------|------------|---------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | | Software | Dashboard | Sisteme integrate | Global | Individual | Disponibile | Nedisponibile | Disponibili | Nedisponibili |
| Green Energy Options | Prelude | | * | | * | | | * | | * |
| | Ensemble | | * | | * | * | * | | | * |
| | Duet | | * | | * | * | | * | | * |
| | MyEnergy | * | | | * | | | * | | * |
| | Trio | * | | | * | | | * | | * |
| Energy Aware Technology Inc. | The PowerTab In-Home Display | | * | | * | | | * | | * |
| Control4 | EC-100 | | * | | * | * | * | | | * |
| GE | Nucleus Energy Manager | * | | | * | * | | * | | * |
| AlertMe | SmartEnergy | | | * | * | | | * | | * |
| Belkin | Belkin Conserve Gateway | * | | | * | * | | * | | * |
| Manodo | Manodo Metering | * | | | * | | | * | | * |
| Blue Line Innovations | Power Cost Monitor | | | * | * | | | * | | * |
| Ewgeco | H300 EEE | | * | | * | | | * | | * |
| Clipsal | Energy Consumption Monitor | | | * | * | | | * | | * |
| Current Cost | The Classic/ TREC/ ENVI/ EnviR | | | * | * | | | * | | * |
| Eco-eye | Elite/ Mini/ Smart | | | * | * | | | * | | * |
| DIY Kyoto | Wattson | | | * | * | | | * | | * |

Din punctul de vedere al arhitecturii, produsele existente pe piață pot fi grupate în:
A. Produse cu un singur instrument de măsurare a energiei electrice (Fig.1.)

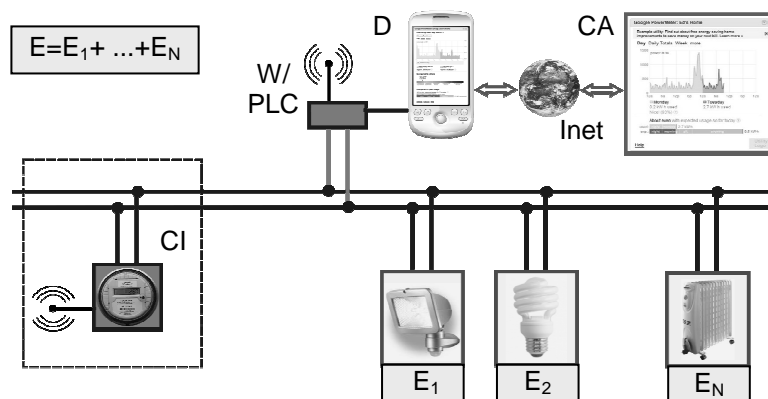


Fig. 1. Configurație cu un singur contor inteligent

Instrumentul de tip contor inteligent citește și transmite datele despre consumul global. Aceste date sunt apoi prelucrate și afișate prin intermediul unor afișoare locale sau, eventual, a unor pagini web. Avantajul indiscutabil al arhitecturii îl reprezintă prețul de cost scăzut, dar lipsesc informațiile care să permită defalcarea consumurilor pe clase de consumatori.

B. Produse cu mai multe contoare inteligente (Fig.2.), fiecare dintre acestea monitorizând consumul individual al câte unui consumator.

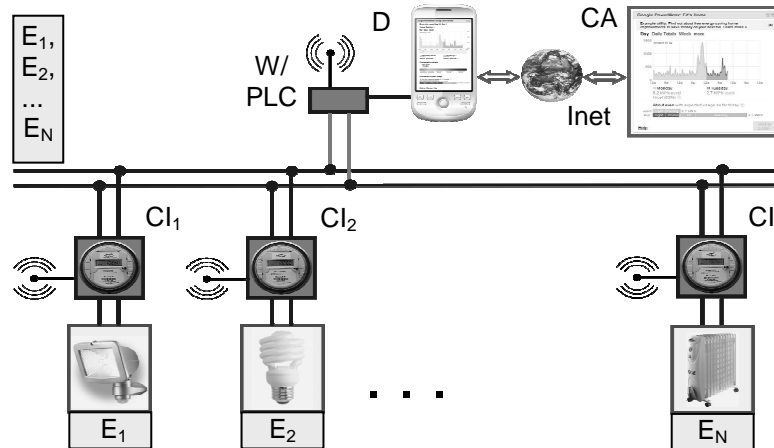


Fig. 2. Arhitectură cu rețea de contoare inteligente

Produsele din această categorie prezintă dezavantajul unei arhitecturi complexe, greu de implementat practic și deasemenea dezavantajul unui preț de cost ridicat, dictat de necesitatea achiziționării și utilizării mai multor contoare inteligente, câte unul pentru fiecare consumator care se dorește a fi urmărit.

Având în vedere studiul efectuat, **arhitectura generală a sistemului SigMET**, sistem al cărui model experimental va fi realizat în cadrul proiectului, este redată în Fig.3.

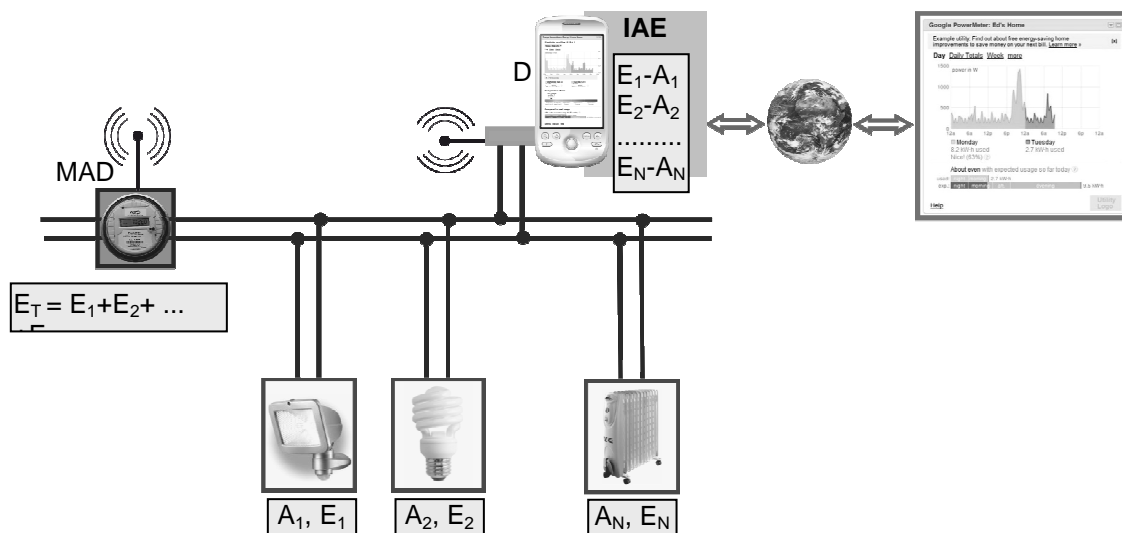


Fig. 3. Arhitectură generală sistem SigMET

În definirea acestei arhitecturi s-a optat pentru utilizarea unui singur modul de achiziție și transmitere a datelor (MAD), care raportează mărimile electrice corespunzătoare consumului global, urmând ca prelucrarea datelor în vederea calculului energiei electrice precum și defalcarea

acesteia pe diferiți consumatori să fie realizată de algoritmul de identificare a amprentei energetice (IAE) rezident pe modulul de procesare date (MAP).

Funcționalitățile de bază ale sistemului SigMET sunt:

1. Funcția de măsurare a mărimilor electrice necesare.
2. Funcția de procesare a datelor:
 - evaluarea consumului global de energie electrică;
 - defalcarea consumului global pe categorii de consumatori
3. Funcția de stocare a datelor:
 - stocarea datelor referitoare la consumurile globale / individuale;
 - stocarea bazei de date cu amprentele consumatorilor înregistrați;
 - stocarea datelor de identificare / acces.
4. Funcția de comunicare a datelor între modulele / subcomponentele sistemului.
5. Funcția de afișare a informațiilor.

Localizarea componentelor hardware și software care urmează să implementeze aceste diferite funcții este redată în cadrul paragrafelor următoare.

3. Arhitectura hardware a sistemului SigMET.

3.1 Schema bloc a sistemului hardware

Structural arhitectura hardware SigMET poate fi privită ca un sistem format din două module principale MAD și MAP, fiecare dintre acestea interacționând între ele dar și cu actori externi (Fig.4.).

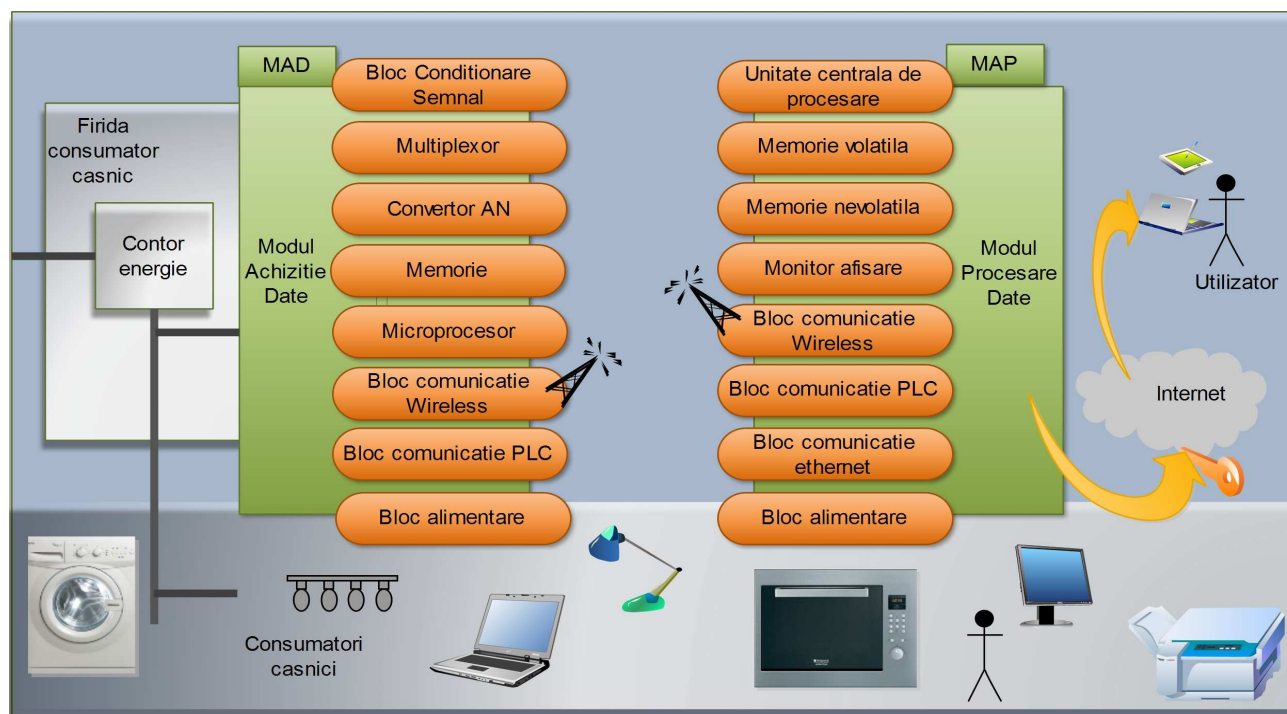


Fig.4. Arhitectura hardware a sistemului SigMET

Deși fiecare dintre cele două module principale îndeplinește un cumul de atribuții în procesul de funcționare, denumirea modulului a fost stabilită pe baza funcției de bază. Astfel, modulul MAD are funcția de bază cea de a realiza achiziția datelor de intrare iar modulul MAP are funcția de bază cea de procesare numeric a datelor. Fiecare modul este alcătuit dintr-o serie de blocuri care concurează la realizarea funcției de bază dar și dintr-o serie de blocuri auxiliare necesare funcționării întregului sistem.

Blocurile modulului MAD implicate în asigurarea funcției de bază sunt:

- Condiționare semnal: transformă nivelurile de tensiune ale canalelor de tensiune și curent în valori compatibile cu intrarea multiplexorului
- Multiplexor: conectează pe rând cele două canale la intrarea CAN
- Convertor AN: eșantionează, cuantifică și codează secvențele de tensiune cu variație continuă în timp

Blocurile care susțin funcția de bază sau/si au rol auxiliar:

- Memorie
- Microprocesor
- Comunicatie wireless
- Comunicatie PLC
- Alimentare

Blocurile modulului MAP implicate în asigurarea funcției de bază sunt:

- Unitate central de procesare: are rolul de a controla celelalte dispozitive hardware, de a transmite sarcini fiecărei component hardware, de a coordona și verifica execuția sarcinilor primite
- Memorie volatilă: spațiul de desfășurare a aplicațiilor SigME software
- Memorie nevolatilă: rezidentă arhitecturii SigME software

Blocurile care susțin funcția de bază sau/si au rol auxiliar:

- Monitor afisare
- Comunicatie wireless
- Comunicatie PLC
- Comunicatie ethernet
- Alimentare

3.2.Funcționarea sistemului hardware / considerente mecanice și de distribuire module

MAD se montează în vecinătatea firidei de alimentare cu energie a consumatorului casnic și are acces la căderea de tensiune și la curentul global pe locuință. Acești parametri sunt prelevați prin intermediul blocului de condiționare a semnalului, montat în structură rigidă, cu protecție împotriva accesului neautorizat. Secvențele de tensiune corespunzătoare canalelor de tensiune și curent sunt transmise, după ce în prealabil au fost convertite în cod numeric, către MAP. Transmiterea informațiilor se poate realiza radio sau prin power line communication.

La nivelul MAP se realizează procesarea numerică a eșantioanelor achiziționate și rezultatele sunt transmise către utilizator. Interfața cu utilizatorul poate fi locală prin intermediul monitorului de afișare sau la distanță prin intermediul paginii web susținută de MAP.

3.3 Cerințe minime funcționale ale sistemului hardware

În tabelul de mai jos sunt specificate cerințele minime funcționale pentru blocurile constitutive ale MAD și MAP:

| Modul | Bloc | Funcție | Cerințe minime funcționale |
|-------|------------------------------|-------------|--|
| MAD | Condiționare semnal | Baza | Intrare 230V, 10A, leșire $\pm 10V$ |
| | Multiplexor | Baza | Numar canale: 2, Intrare $\pm 10V$ |
| | Convertor AN | Baza | Rezoluție 10 biti, Tip: cu aproximații succesive, Frecvență de eșantionare 250kS/s |
| | Comunicatie wireless | Aux | 2.4 GHz, IEEE 802.15.4 |
| | Comunicatie PLC | Aux | Standard Homeplug AV, modulare OFDM, protocol TCP/IP, distanta de actiune 200m, viteza de transfer 100Mbps |
| | Alimentare | Aux | 9-35V |
| MAP | Unitate central de procesare | Baza | 300MHz real time |
| | Memorie volatila | Baza si aux | 256 MB DDR2 RAM |
| | Memorie nevolatila | Baza si aux | 1GB |
| | Monitor afisare | Aux | LCD |
| | Comunicatie wireless | Aux | 2.4 GHz, IEEE 802.15.4 |
| | Comunicatie PLC | Aux | Standard Homeplug AV, modulare OFDM, protocol TCP/IP, distanta de actiune 200m, viteza de transfer 100Mbps |
| | Comunicatie ethernet | Aux | 2 porturi fizice, Web (HTTP) si file (FTP) server, 10BASE-T, 100BASE-TX, |
| | Alimentare | Aux | 9-35V |

4. Arhitectura software

4.1. Schema bloc a sistemului software

Din punct de vedere software, SigMET poate fi privit ca un sistem format din mai multe subsisteme, fiecare dintre ele interacționând cu un număr de actori (Fig.5.):

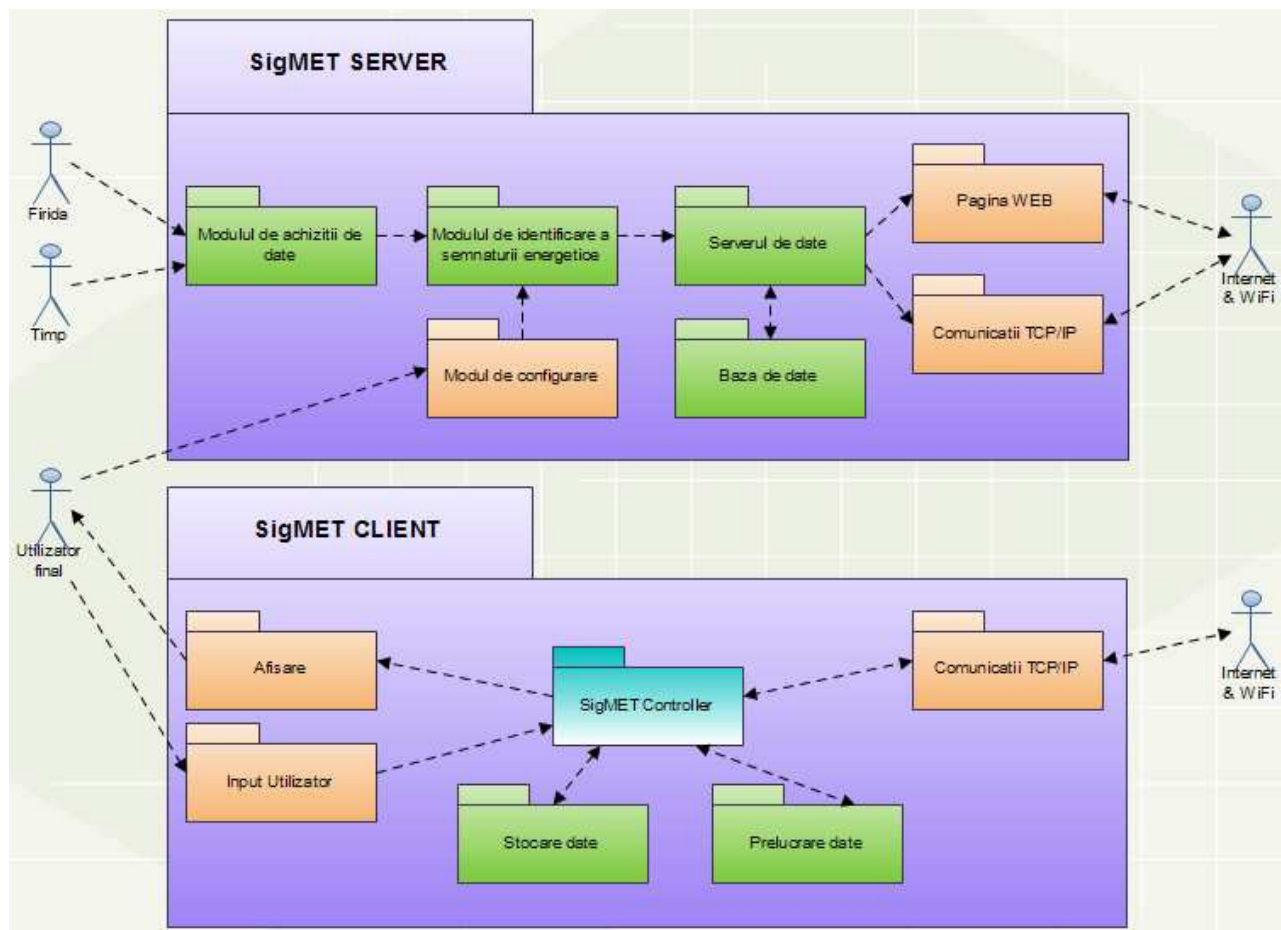


Fig.5. Arhitectura software a sistemului SigMET

Sunt evidențiate cele două subsisteme principale:

A) SigMET server: este modulul ce va rula pe MAP-ul programabil și este responsabil cu implementarea următoarelor taskuri:

- Achiziționarea formelor de undă ale tensiunii și curentului de la firida de alimentare cu energie electrică a clădirii (modulul de achiziții de date)
- Identificarea semnăturii energetice pentru fiecare consumator ce contribuie la consumul de putere total și calcularea puterii consummate de fiecare consumator (modulul de identificare a amprentei energetice)
- Configurarea sistemului: definirea consumatorilor, a parametrilor de lucru, configurarea fazelor de învățare și de lucru
- Baza de date responsabilă cu stocarea și întreținerea datelor
- Severul de date: primește informația de putere electrică pentru fiecare consumator în parte, o stochează în baza de date, prelucrează datele și realizează rapoarte

- Pagina Web: este un server Web ce poate fi accesat prin orice browser de internet pentru afișarea rapoartelor
- Comunicații TCP/IP: este modulul prin care SigMET server comunică cu SigMET Client în vederea transmiterii datelor de măsurare și a rapoartelor realizate

B) SigMET Client: este o aplicație ce rulează pe un telefon mobil sau pe o tabletă cu TS (touch screen) prin care utilizatorul are posibilitatea să vizualizeze datele legate de consumul electric și să transmită comenzi de lucru către server. Are în componență următoarele blocuri principale:

- Modulul de comunicații TCP/IP prin care aplicația client comunică cu serverul de date
- Modulul de afișare - responsabil cu afișarea grafică a informațiilor către utilizator
- Input utilizator: modul ce preia comenzile utilizatorului și le transmite în sistem
- Stocare date: permite stocarea și accesarea datelor de lucru a aplicației client
- Prelucrare date: prelucrarea datelor în vederea obținerii informațiilor complexe de măsurare
- SigMET Controller: este modulul central ce asigură comunicația între toate modulele aplicației, prin intermediul lui se implementează arhitectura de tip MVC (Model View Controller)

Actorii cu care sistemul SigMET interacționează sunt următorii:

- Utilizatorul final: este utilizatorul la care se instalează sistemul SigMET și reprezintă beneficiarul datelor de măsurare. Acestui actor îi sunt asociate o serie de UC –ri (Use Case) prin care utilizatorul interacționează cu sistemul în scopul configurării sau schimbarea modului de lucru.
- Internet & WiFi: este actorul prin care sistemul se conectează la rețeaua internet.
- Firida: reprezintă punctul de colectare a informațiilor despre curent și tensiune, format din cablurile de alimentare cu energie electrică a clădirii.
- Timp: este actorul ce sincronizează sistemul, utilizat în măsurarea și transmiterea periodică a consumurilor de putere electrică.

4.2. Arhitectura orientată pe servicii (SOA)

Pentru implementarea componentei software a sistemului SigMET se va avea în vedere o arhitectură bazată pe servicii (SOA - Service-Oriented Architecture), serviciile fiind segmente de cod ce îndeplinesc o anumită sarcină specifică și care pot fi reutilizate în cadrul sistemului pentru rezolvarea diverselor taskuri. SOA nu este un API (Application Programming Interface) propriu-zis, ci mai degrabă definește interfața între componentele software bazată pe protocoale și funcționalitate. În cadrul arhitecturii SOA sunt furnizori și consumatori de servicii. Serviciile vor comunica între ele printr-un set de date bine definit, vizibil în toată aplicația.

Avantajul acestui tip de arhitectură este dat de faptul că serviciile nu sunt cuplate între ele, fiecare serviciu fiind dezvoltat și testat independent de celălalt, permițând echipelor de programatori să lucreze în paralel, să-și testeze serviciile oferite și apoi acestea să fie înglobate în sistemul final.

În cazul sistemului SigMET, fiecare subsistem poate fi privit ca o sumă de servicii asociate cu un UC. Serviciile vor fi implementate separat, testate prin intermediul unor test case-uri (TC) specifice și apoi integrate în aplicația finală. În Fig.6. sunt date principalele servicii oferite de sistem reprezentate prin intermediul UC-urilor.

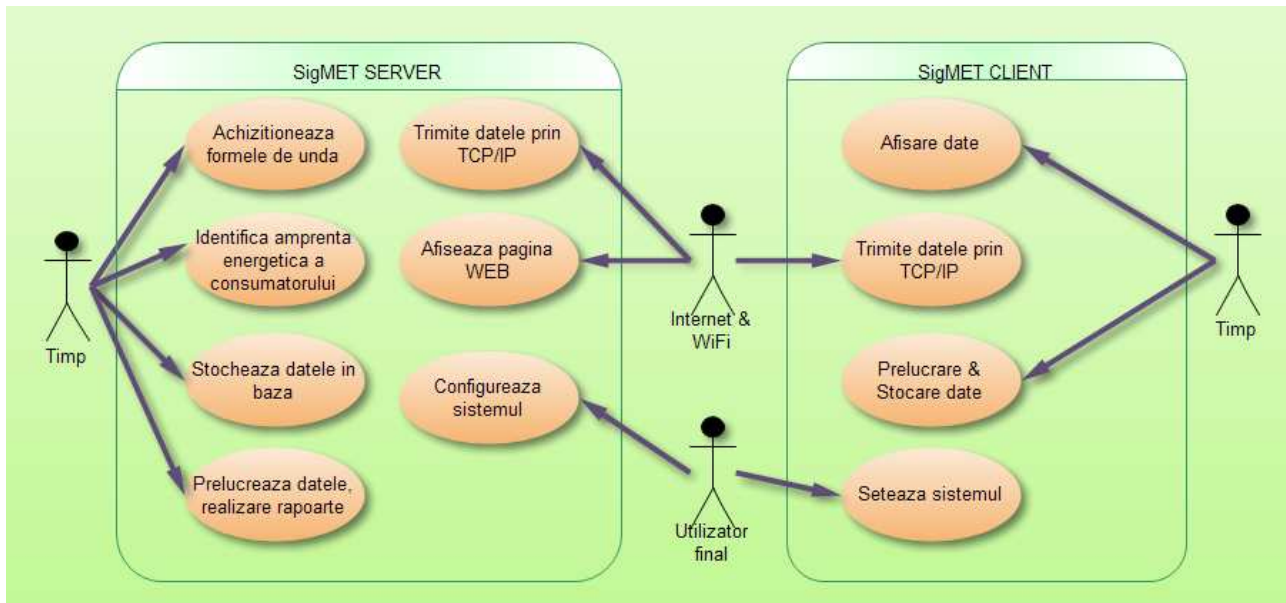


Fig. 6: Setul de servicii implementate de SigMET

4.3. Arhitectura sistemului de identificare a amprentei energetice

Amprenta energetică poate fi definită ca un ansamblu de parametri electrici măsurabili din sarcina totală, prin intermediul căreia se poate detecta starea de funcționare a unui consumator electric la un moment dat. Parametrii ce pot caracteriza amprenta energetică a unui consumator sunt: modificările de putere activă și reactivă, armonicile curenților, puterea instantanee, admitanța, defazajul dintre tensiune și curent sau forma de undă a curentului. În Fig. 7 este prezentată schema bloc a algoritmului de determinare a amprentei energetice.

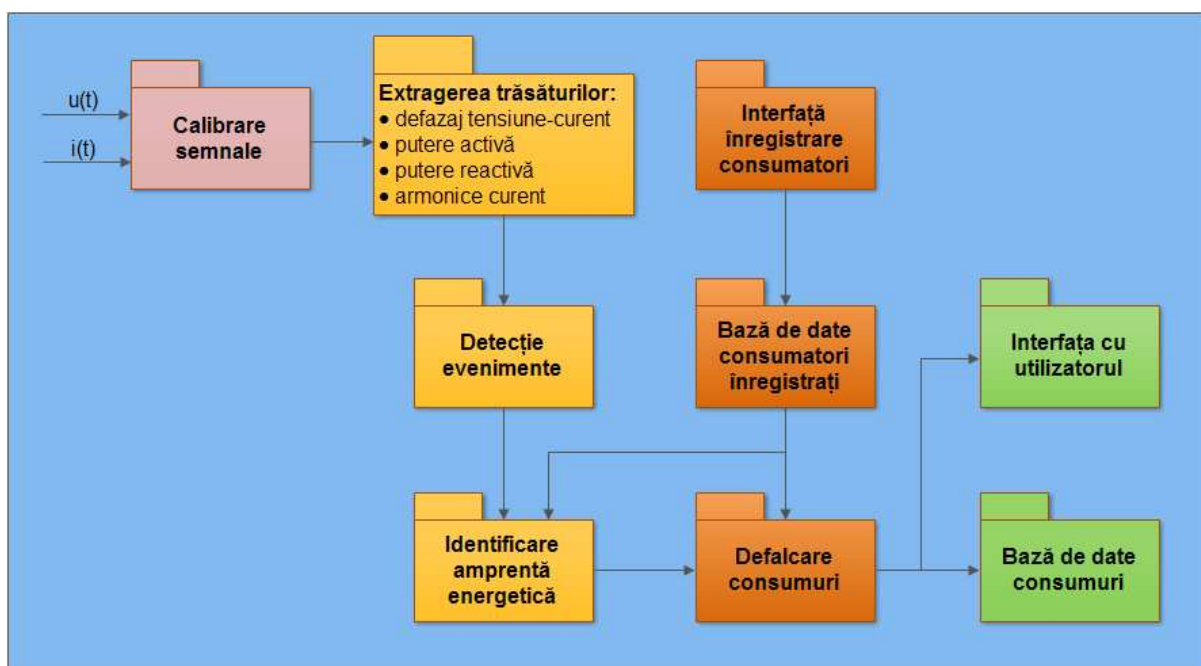


Fig.7. Schema bloc a sistemului de identificare a amprentei energetice

Sistemul va fi configurat să achiziționeze segmente continue de date de lungime fixă. Aceste segmente de date vor trece printr-un proces de analiză pentru identificarea de amprente energetice ce pot caracteriza starea de funcționare a unui consumator. În primul pas semnalele de interes, tensiunea respectiv curentul, vor fi achiziționate prin intermediul părții senzoriale a sistemului. Pentru obținerea, în următorii pași, a unor valori reale ale parametrilor ce vor caracteriza amprenta energetică, semnalele achiziționate vor fi supuse unui proces de calibrare. Pe baza semnalelor obținute în urma calibrării, algoritmul va trece la următoarea etapă, cea a detecției evenimentelor. Un eveniment poate fi definit ca o modificare consistentă semnalelor de interes, modificare determinată de tranziția unui consumator de la o stare de funcționare la alta. Prin urmare este necesară definirea unor praguri ce trebuie depășite pentru a fi detectat un eveniment. Valorile acestor praguri trebuie alese astfel încât să fie suficient de mari pentru a nu fi detectate evenimente false însă și suficient de mici pentru a fi detectați consumatorii mai mici.

Evenimentele tranzitorii ce nu sunt cauzate de comutarea unui consumator vor trebuie eliminate. În continuare, doar dacă este detectat un eveniment, sunt determinați parametrii ce vor fi utilizați pentru identificarea amprentei energetice; în caz contrar algoritmul nu va determina respectivi parametri. În acest sens se evită încărcarea algoritmului cu un set de operații ce nu sunt necesare atunci când nu au loc comutări ale consumatorilor. Parametrii calculați sunt: defazajul tensiune-curent, modificările de putere activă și reactivă și armonicile curentului.

Defazajul dintre tensiune și curent va lua valori diferite în funcție de tipologia constructivă a unui consumator. În cazul consumatorilor pur rezistivi, defazajul dintre tensiune și curent va fi de 90° , în timp ce în cazul celorlalți consumatori, în funcție de componentele inductive sau capacitive utilizate, defazajul va lua valori diferite ce pot fi utilizate pentru detecția consumatorilor.

Comutarea consumatorilor va fi însoțită de modificări ale consumului de energie. Aceste modificări diferă de la un consumator la altul, putând astfel fi folosite pentru detecția consumatorilor. Prin urmare este util calculul puterilor activă și reactivă. Sunt folosite ambele puteri întrucât pot exista consumatori care să determine modificări similare ale uneia dintre puteri însă modificări total diferite ale celeilalte.

În funcție de structura electrică a unui consumator, acesta va consuma curenți atât la frecvență fundamentală cât și la frecvențe armonice. Conținutul armonic poate să difere de la un consumator la altul, astfel încât este necesar și calculul componentelor armonice ale curentului consumat. Se impune un studiu asupra mai multor categorii de consumatori pentru a se determina armonica de cel mai mare rang care poate determina modificări consistente. Prin acest studiu, algoritmul va fi optimizat astfel încât să fie determinat doar domeniul de interes al spectrului armonic.

Este important ca parametrii mășurați să urmărească cât mai fidel variațiile ce au loc în momentul în care un consumator trece de la o stare la alta. Dintre cele două mărimi achiziționate, tensiunea respectiv curentul, variațiile cele mai mari le înregistrează curentul electric consumat. Ținând cont de acest considerent, algoritmul trebuie implementat astfel încât să fie calculate noi valori ale parametrilor analizați atunci când sunt înregistrate variații importante ale curentului electric.

Evenimentele detectate pot fi analizate atât în regim staționar cât și în regim tranzitoriu. Prin urmare, un eveniment va putea fi caracterizat de valorile modificărilor parametrilor analizați precum și de profilul tranzitoriu al acestora pe durata cât un consumator trece de la o stare la alta. Ținând cont de faptul că durata semnalelor tranzitorii poate varia de la ordinul milisecundelor la ordinul secundelor, algoritmi trebuie implementați astfel încât să se poată adapta la aceste variații. Spre exemplu, pentru consumatorii rezistivi semnalele tranzitorii pot lipsi sau pot fi de o foarte scurtă durată, în timp ce dispozitivele operate de pompe pot avea semnale tranzitorii de

lungă durată. Algoritmul trebuie să țină cont de acest fapt; trebuie să aibă capacitatea de a analiza datele la frecvențe ridicate pe perioade îndelungate de timp.

Pe baza evenimentelor detectate, algoritmul va trece la procesul de identificare a amprentei energetice. Acest pas coincide de fapt cu detecția consumatorilor electrici. Pentru aceasta este necesară generarea unei baze de date care să conțină amprentele energetice ale consumatorilor. Această bază de date poate fi realizată fie la început pe durata unei perioade de învățare fie pe parcurs pe măsură ce noi amprente diferite sunt detectate. Prima variantă prezintă o serie de avantaje precum:

- amprentele energetice identificate vor lua valori medii corespunzătoare funcționării unui consumator, reducându-se astfel riscul amprenta să corespundă unui caz particular al consumatorului respectiv;
- poate fi realizată o echivalență între o amprentă energetică și un consumator (se poate realiza o denumire a consumatorilor);
- consumatorii cu stări multiple de funcționare pot fi identificați corect, evitându-se situațiile în care stările acestor consumatori să fie ele detectate ca fiind consumatori diferiți.

De asemenea această variantă prezintă și dezavantaje precum:

- algoritmul implementat nu va fi autonom – el va depinde de această etapă de învățare ce va trebui realizată de un operator calificat;
- apariția unor probleme atunci când apar consumatori noi ce nu au fost definiți anterior.

Cea de-a doua variantă, în care baza de date a consumatorilor va fi completată pe măsură ce noi amprente sunt detectate prezintă următoarele avantaje:

- algoritmul implementat va fi unul autonom, ce nu va necesita intervenția din exterior a unui personal calificat;
- se va putea adapta la diversele medii în care va fi introdus, nefiind necesară o configurare anterioară.

Și această variantă prezintă dezavantaje precum:

- există posibilitatea ca un consumator cu stări multiple de funcționare să determine detecția a mai multor consumatori;
- detecția inițială a unui consumator poate să corespundă unei situații particulare a acestuia aflată la o limită minimă sau maximă, astfel încât viitoarele comutări ale aceluiași consumator să determine detecția unui consumator diferit;
- dificultăți în ceea ce privește denumirea consumatorilor.

Folosindu-se baza de date constituită prin intermediul interfeței de înregistrare a consumatorilor algoritmul va trece la identificarea consumatorilor. Această identificare constă într-o funcție de căutare în baza de date de consumatori cărora să le corespundă amprente energetice similare celei detectate evenimentului curent.

În practică pot exista situații în care doi sau mai mulți consumatori pot fi comutați în același timp. În acest scop, trebuie implementată o rutină ce va lua în calcul această posibilitate. În momentul în care pentru o tranziție nu este identificat un consumator, această rutină va genera combinații de consumatori pentru a determina dacă respectiva tranziție poate fi determinată de comutarea simultană a mai multor consumatori.

De asemenea va mai fi implementată o rutină ce va ține cont de nivelul parametrilor determinați în momentul în care nici un consumator nu era pus în funcțiune. În momentul în care acest nivel este atins, se vor analiza stările de funcționare ale consumatorilor identificați. În cazul în care unul dintre aceștia este identificat ca fiind pornit, atunci el automat va fi trecut în starea oprit. Tranzițiile ce au determinat starea pornit a respectivului consumator vor fi în continuare reanalizate cu scopul de a se determina dacă ele ar fi putut fi determinate de un consumator nou.

Pe măsură ce consumatorii sunt identificați consumul total de energie este defalcat pe consumuri corespunzătoare fiecărui consumator participant. Acestea vor fi stocate într-o bază de date pentru realizarea unor prelucrări statistice cu privire la consumul de energie. De asemenea aceste informații vor fi oferite și utilizatorului prin intermediul unei interfețe grafice.

4.4. Arhitectura sistemului SigMET client

Un factor cheie în designul arhitecturii sistemului SigMET Client va fi dat de folosirea conceptului “Controller assembly” prin aplicarea tehnologiei de “Dependency Injection” (DI) și respectarea conceptului “Dependency Inversion Principle” (DIP). DI reprezintă un concept de arhitectură prin care se alege componenta software ce va fi utilizată în construirea sistemului în momentul rulării (run time), nu în momentul compilării (compile time). Metada va permite dezvoltarea în paralel a diverselor servicii software ce interacționează între ele, fără a fi nevoie ca serviciul inferior ierarhic să fie finalizat pentru a fi utilizat în serviciul superior. În acest scop se folosesc serviciile false, de tip “mock” prin care doar se simulează funcționalitatea serviciului adevărat. De exemplu, un serviciu ce are ca task citirea formelor de undă ale tensiunii și curentului și trimiterea acestor semnale sub formă de vectori, acest serviciu poate fi foarte bine simulat printr-un “mock” ce returnează vectorii cu valorile de tensiune și curent predefinite. Serviciul “mock” se implementează foarte ușor și va fi folosit în testarea și dezvoltarea modulelor ce utilizează vectorii de tensiune și curent. În momentul trecerii de la faza de testare la faza de producție, toate serviciile de tip “mock” vor fi înlocuite cu variantele reale, sistemul în cazul nostru utilizând valorile reale de tensiune și curent. Cel ce face înlocuirea variantelor “mock” cu cele reale este modulul “controller” prin injectarea referințelor (dependențelor) în momentul creării instanțelor de obiect. Serviciul ce utilizează instanța nu știe și nici nu este interesat dacă referința este a unui obiect real sau fals. Arhitectura DI presupune că această inversiune trebuie să fie transparentă pentru serviciul utilizator.

Schema bloc a aplicației SigMET Client dezvoltată conform tehnologiei DI este dată în Fig.8.

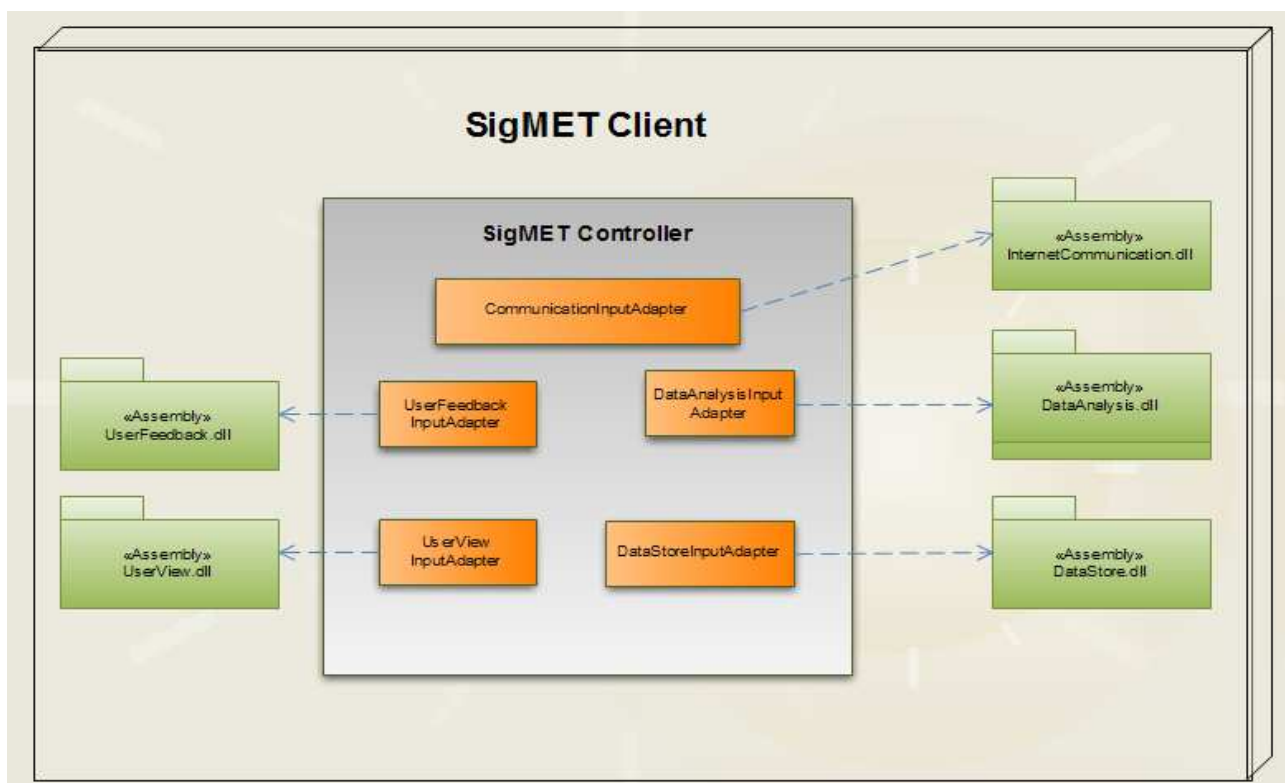


Fig.8: Schema bloc a aplicației SigMET Client

DI lucrează în strânsă legătură cu *DIP* (Dependency Inversion Principle). Principiul DIP afirmă că modulele software de nivel înalt nu trebuie să depindă de modulele de nivel inferior, ci ambele nivele trebuie să depindă doar de interfețe (abstracții). Interfețele nu trebuie să depindă de detalii, ci invers, implementarea să depindă de interfață. Prin utilizarea acestui principiu se decuplează modulele de nivel înalt față de cele de nivel jos. Prin folosirea DI, controllerul poate injecta referința de la o interfață abstractă în locul clasei de obiecte. Avantajul esențial oferit de acest principiu este că putem schimba obiectele utilizate, ce rămân ascunse în spatele interfețelor. Dacă ambele obiecte implementează aceeași interfață, atunci ele pot fi interschimbate fără niciun efect asupra funcționalității obiectelor superioare.

Astfel, modulul central al aplicației îl reprezintă "SigMET Controller" ce instanțiază toate celelalte module, trimițând constructorilor ca parametri referințele necesare. De exemplu, modulul "InternetCommunication.dll" necesită o instanță a modulului "DataStore.dll" în scopul salvării datelor venite pe internet. Această instanță este furnizată de controller în momentul creării obiectului "InternetCommunication".

Comunicația între modulele software va fi implementată prin mecanismul "delegate-event". Fiecare modul definește un eveniment cu un anumit tip de argument ce va fi trimis în sistem atunci când modulul are de transmis date. Argumentul reprezintă o instanță a unei clase ce definește tipul de date prin care comunică acel modul. Toate celelalte module din sistem care vor să consume datele trimise de primul modul, trebuie să subscrie la acel eveniment. Pentru a putea fi corect interceptat, evenimentul are o semnătură definită prin intermediul obiectului "delegate".

4.5. Securitatea datelor SigMET

O atenție deosebită va fi acordată metodelor de securizare a datelor. Orice acces la datele din sistem va fi acordat doar pe bază de parolă, astfel încât nicio persoană neautorizată să nu poată vizualiza sau modifica datele.

Securitatea transferului de date va include toate cele trei componente utilizate în prezent:

- **Codarea datelor:** înainte de transmisie datele sunt codate cu ajutorul unei chei de criptare. Chiar dacă aceste date sunt interceptate pe parcurs de o persoană neautorizată, acea persoană nu poate descifra înțelesul datelor dacă nu are cheia de decriptare.
- **Integritatea datelor:** datele nu vor fi modificate în timpul transferului. Integritatea datelor se asigură pe mai multe nivele: fizic, cel de transport și nivelul logic unde se verifică dacă datele primite corespund cu cele trimise. Se vor utiliza tehnologii avansate de transfer a datelor, de exemplu Windows Communication Foundation (WCF) ce înglobează servicii de asigurare a integrității datelor. Vor fi utilizate funcții de tip hash prin care se verifică dacă conținutul datelor recepționate nu a fost alterat pe parcurs.
- **Identificarea datelor:** fiecare segment de informație recepționat trebuie să fie unic identificat astfel încât să nu existe posibilitatea ca receptorul să primească date de la alte surse decât cea configurată. Identificarea se face cu ajutorul valorilor de tip GUID (Globally Unique Identifier) ce reprezintă numere create de sistem prin funcții corespunzătoare și care au probabilitatea foarte mare să fie unice în lume. În acest fel, un GUID atașat segmentului de date va identifica în mod unic acel segment.

5. Planul de diseminare / exploatare a rezultatelor

Scopul planului de diseminare / exploatare a rezultatelor este stabilirea canalelor de comunicare bidirecționale cu toate părțile interesate de rezultatele obținute în urma activităților de cercetare/dezvoltare desfășurate în cadrul proiectului.

Strategia de comunicare a fost definită urmând următorii pași:

- Partenerii au stabilit mesajul central al proiectului SigMET și anume importanța pe care granularitatea informației oferite de SigMET o are în inducerea unor schimbări comportamentale, condiție esențială în obținerea unor reduceri de consumuri de energie electrică;
- Au fost definite grupurile țintă și anume
 - beneficiari din mediul economic, cu activitate în producerea, comercializarea și instalarea sistemelor de management al energiei electrice;
 - entități cu activitate de cercetare în domeniul algoritmilor de identificare a amprentei energetice;
 - consumatori casnici și industriali de scară mică
- S-a convenit asupra necesității definirii și utilizării unor instrumente diferite de comunicare cu fiecare dintre grupurile țintă identificate, cu respectarea mesajului central al proiectului

Printre activitățile de diseminare avute în vedere se numără următoarele:

- Crearea paginii web a proiectului SigMET - termen de realizare Martie 2013
- Actualizarea informațiilor în pagina web - termen permanent
- Crearea grupurilor țintă - termen de realizare Octombrie 2013
- Elaborarea unor articole științifice și participarea la conferințe naționale / internaționale pentru prezentarea rezultatelor obținute - termen permanent
- Integrarea în grupuri de cercetare cu preocupări similare - termen permanent

Deasemenea, partenerii au convenit asupra liniilor definitorii ale planului de exploatare a rezultatelor, după cum urmează:

- Definirea și implementarea unui protocol asupra drepturilor de proprietate intelectuală, în concordanță cu recomandările "Expert group report on the Management of intellectual property in publicly-funded research organisations: Towards European Guidelines";
- Definirea cunoștințelor anterioare cu care fiecare dintre parteneri a intrat în consorțiul SigMET în vederea stabilirii dreptului de exploatare a rezultatelor obținute în urma derulării proiectului;
- După încheierea proiectului, partenerii vor putea utiliza și disemina în mod individual rezultatele obținute doar cu acordul celorlalți parteneri;
- Orice rezultat al proiectului care are un potențial comercial va fi protejat de către membrii consorțiului SigMET împotriva utilizării de către o altă parte înaintea publicării / patentării acestuia.