

**FACULTATEA DE ELECTRONICĂ, TELECOMUNICAȚII ȘI
TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI**
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Ing. Enikő Lázár (Szilágyi)

TEZĂ DE DOCTORAT

REZUMAT

***DEZVOLTARE SOFTWARE
PENTRU PROIECTAREA ȘI
CONTROLUL MICROREȚELELOR
CU ENERGII REGENERABILE***

**Conducător științific
Prof.dr.ing. Dorin Petreuş**

Cuvinte cheie: *Microrețele inteligente, Energii regenerabile, Controlul microrețelor, Managementul Energiei, SCADA*

1. Introducere și motivarea tezei

Evoluția sistemelor de producție (echipamentele pentru centrale solare, eoliene, geotermale, etc.), de transport și de utilizare a energiei electrice atenuază dominația structurii de tip macrorețele (generarea centralizată) și ajută la răspândirea **microrețelei** de alimentare care implementează principiul modern de generare distribuită (GD) a energiei electrice. **Microrețele inteligente** reprezintă o modalitate ideală de a integra **resursele regenerabile** la nivel comunitar și de a permite participarea clienților la piața de energie electrică.

Această teză se încadrează în domeniul surselor de energie regenerabilă, integrate în sisteme hibride. Un sistem hibrid pentru producerea energiei electrice înglobează mai multe surse de energie și poate alimenta consumatorii fără întreruperi chiar dacă una dintre surse nu funcționează. Avantajul unui astfel de sistem este folosirea mai multor surse de producere a energiei electrice care funcționează atât ziua, cât și noaptea.

Teza discută aspecte legate de proiectarea, controlul și optimizarea unei microrețele inteligente.

2. Scopul și obiectivele tezei de doctorat

Scopul principal al acestei teze este integrarea de energii regenerabile în cogenerarea energiei electrice într-o microrețea independentă de rețeaua electrică națională. Pentru obținerea energiei electrice la un preț rentabil este nevoie de un management inteligent al rețelei. Scopul secundar al tezei este de a oferi o soluție inovatoare și completă de management al energiei care monitorizează consumul, generează cantitatea necesară de energie și încarcă/descarcă bateriile într-o microrețea.

Lucrarea intenționează să contribuie la studiul și dezvoltarea diferitelor aplicații ce se pretează a fi folosite într-o microrețea inteligentă de generare a energiei.

Problema în sine se poate divide în trei părți mari:

1. Modelarea microrețelei
2. Controlul microrețelei modelate
3. Managementul energiei

Astfel, pentru a implementa algoritmi necesari au fost studiate inițial metodele de modelare, de dimensionare și de proiectare a unei microrețele inteligente, controlul fluxului energetic și comunicații în timp real fiind realizate pe baza protocoalelor de comunicații. În cea de-a doua parte a tezei, metodele de optimizare și managementul energiei sunt dominante.

Teza aduce contribuții la dezvoltarea algoritmilor de modelare și de control și să studieze algoritmi îmbunătățiți de management al energiei. Metodele îmbunătățite/noi sunt eficiente, au cost de funcționare mai redus și sunt simple de implementat. Cercetarea realizată este în pas cu inovațiile din domeniu, atât la nivel de dezvoltare tehnologică, cât și la nivel de modele matematice și software.

În conformitate cu problemele enumerate mai sus, obiectivele tezei de doctorat sunt următoarele:

- Dezvoltarea interfeței de modelare, dimensionare și proiectare care ajută la dimensionarea micro-rețelei din punct de vedere economic;
 - Studiul protocoalelor de comunicație potrivite pentru a fi folosite la realizarea comunicației dintre componentele microrețelei;
 - Tratarea aspectelor legate de controlul secundar în microrețele cu energii regenerabile;
 - Realizarea unei interfețe de control “user-friendly”;
 - Studiarea diferitelor metode de optimizare pentru a putea implementa pe baza lor managementul de energie al sistemului propus;
 - Implementarea unei interfețe pentru managementul de energie al microrețelei proiectate.
-

3. Metodologia de cercetare

S-a definit tema în urma consultării literaturii de specialitate și observând direcțiile în care se îndreaptă microrețelele inteligente. S-au formulat scopul general și obiectivele cercetării, prezentate și în subcapitolul anterior, acestea fiind de a aduce contribuții la dezvoltarea microrețelor.

S-au abordat aceste obiective pornind de la analiza metodelor și programelor de modelare, dimensionare și proiectare a microrețelor inteligente (soft-uri deja existente pe piață) folosind aplicațiile: Homer, PV@SOL. Interfața de dimensionare a microrețelor a fost implementată folosind programul Microsoft Visual Studio, respectiv funcțiile, librăriile și extensiile sale.

O interfață de control a fost implementată tot în Visual Studio pentru testarea modelului experimental instalat în laborator.

Au fost implementate trei interfețe grafice utilizator și trei algoritmi de management al energiei: programare liniară mixtă (a fost realizat folosind programul Visual Studio și extensia sa Solver Foundation), algoritmul genetic și algoritmul de căutare a armoniei.

Validarea rezultatelor a fost realizată prin simulare utilizând programele anterior menționate și experimental folosind un emulator de sistem construit în laborator.

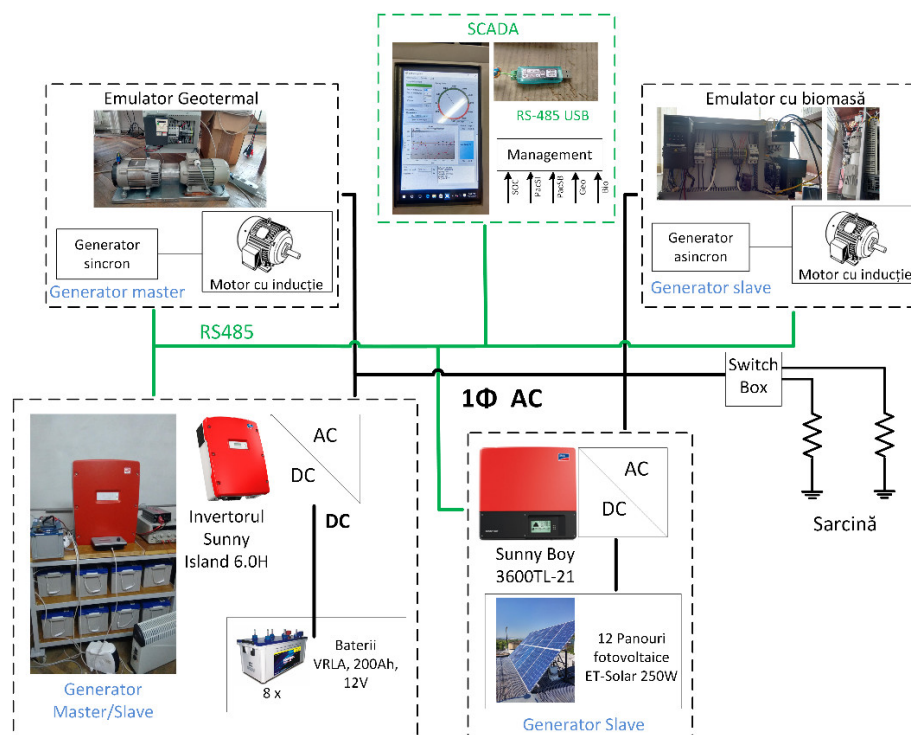


Fig. 1 Microrețeaua propusă și implementată la nivel de model experimental

Modelul experimental conține:

- 12 panouri fotovoltaice
- opt baterii
- un invertor solar și un invertor de baterii
- emulatoare pentru generatorul geotermal și de biomasă
- sistemul de comunicație bazat pe MODBUS
- convertoare MODBUS-Analogic
- wattmetre inteligente.

În urma analizei rezultatelor, acestea au fost diseminate în 14 lucrări la conferințe naționale, internaționale și reviste de specialitate indexate CNCSIS, după cum urmează:

- o lucrare publicată în reviste ISI WOS,
- 12 lucrări indexate ISI WOS,
- o lucrare publicată în reviste B+
- membru în contractul ”Parteneriate în domenii prioritare – PN II, MEN – UEFISCDI, nr. 53/01.07.2014”

În final au fost sintetizate contribuțiile și a fost redactată teza.

4. Organizarea tezei

Capitolul 1 prezintă un stadiul actual al cercetărilor în domeniul microrețelelor cu energii regenerabile, scopul și obiectivele tezei și de asemenea metodologia de cercetare.

Capitolul 2 prezintă dimensionarea și optimizarea unei microrețele din punct de vedere economic. Sunt prezentați consumatorii microrețelei, sursele de energie, modele ale componentelor, algoritmi de calcul preliminar ai unei microrețele și algoritmul ce calculează probabilitatea pierderii sursei de alimentare pentru optimizarea microrețelei. De asemenea, **a fost dezvoltată pe baza algoritmilor prezentați o aplicație PC care facilitează dimensionarea microrețelelor de tip off-grid.**

Au fost studiate două tipuri de algoritmi care pot realiza modelarea microrețelei: metoda de aproximare și metode de probabilitate a pierderii sursei de alimentare. Prima metodă calculează numărul panourilor și bateriilor în funcție de energia generată de sursele regenerabile și de consumul anual. În metoda aceasta dimensionarea panourilor fotovoltaice are loc în luna cea mai nefavorabilă din punct de vedere al irradiației solare.

A doua metodă folosește modele matematice care caracterizează funcționarea diferitelor generatoare din oră în oră. Se ia în considerare profilul consumatorului, energia stocată în baterii și capacitatea selectată a fiecărui generator. Criteriile de optimizare sunt probabilitatea pierderii sursei de alimentare și costul energiei.

Mai departe, algoritmul LPSP folosește o subrutină de predicție a irradiației solare din datele meteorologice mediate pe durata unei luni. Necesitatea acestei subrutine derivă din faptul că majoritatea siturilor care oferă date meteorologice furnizează doar media lunară a irradiației solare.

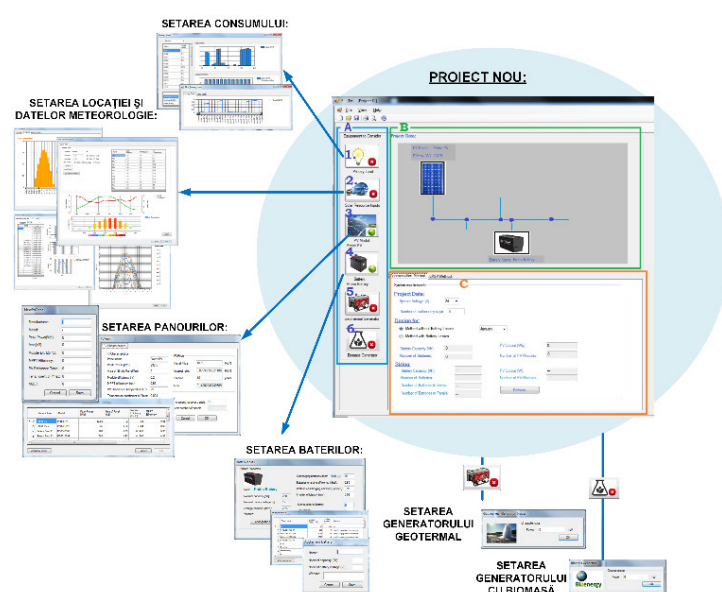


Fig. 2 Structura Interfeței PC pentru dimensionarea microrețelei

Approximation Method: LPSP Method

System requirements:

Project Data:

System Voltage (V): 48

Number of autonomy days: 4

Design for:

Method without Battery Losses: ☐ Make me a design

Method with Battery Losses: ☒ Make me a design

System parameters:

Parameter	Value	Unit
Battery Capacity (Ah)	4543.477	
Number of Batteries	90.87	
PV Output (Wp)	41378.09	
Number of PV Modules	1853124	
Battery Capacity (Wh)	4600	
Number of Batteries	32	
PV Output (Wp)	41500	
Number of PV Modules	116	
Number of Batteries in Series	4	
Number of Batteries in Parallel	23	

Fig. 3 Calcul preliminar

Approximation Method: LPSP Method

Results:

LPSP min: 0.0001229889

LPSP Target: 0

Calculate for 1 year

Plot SOC

Operation Scenario

Nr. of bat	Nr. of PV Panel	LPSP	Cost (€)	Cost (RON)
0	14	0.0001229889	0.17126	0.7526
8	15	0	0.17316	0.8049
8	16	0	0.17483	0.81122
8	17	0	0.17650	0.81894
8	18	0	0.17816	0.82667
8	19	0	0.17983	0.83440
8	20	0	0.18149	0.84213

LCE min: 0.1714990423079

LCE max: 0.28366976680208

Nr. Bat: 8

Nr. Panel: 14

Fig. 4 Rezultate optimizate

Capitolul 3 se concentrează pe metodele de control ale unei microrețele inteligente. În acest capitol se analizează tipuri de protocoale de comunicație care pot fi folosite pentru realizarea controlului și se studiază sisteme SCADA și caracteristicile lor.

Se va folosi o structura de control cu două niveluri: nivelul primar în care controlul se bazează pe caracteristicile tensiune-putere reactivă și frecvență-putere activă ale fiecărui generator; și un nivel secundar implementat de sistemul de management al energiei. Acest algoritm trebuie să asigure o balanță de energie între consumatorii sistemului și puterile generate și se bazează pe menținerea stării de încărcare a bateriilor între două limite.

Invertoarele SMA folosesc protocolul de transfer al datelor derivat din MODBUS. Mai departe, echipamente pentru emulatoarele geotermal și cu biomasă sunt echipate cu module

de comunicație RS-485. Semnalele de comandă se transmit prin convertoare MODBUS-Analogic iar puterile se citesc cu wattmetre inteligente cu comunicație MODBUS. Interfața fizică de comunicație cu calculatorul de management este realizată cu un convertor USB-RS-485.

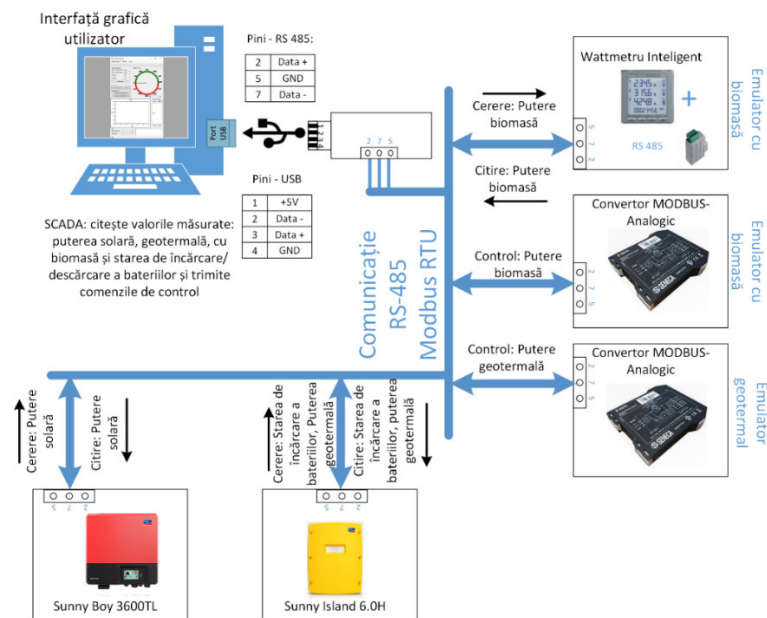


Fig. 5 Comunicația SCADA

Mai departe au fost testate experimental comenzile de control și algoritmul de management al energiei bazat pe SOC. Interfața grafică utilizator C# de control este prezentată în Fig. 6.

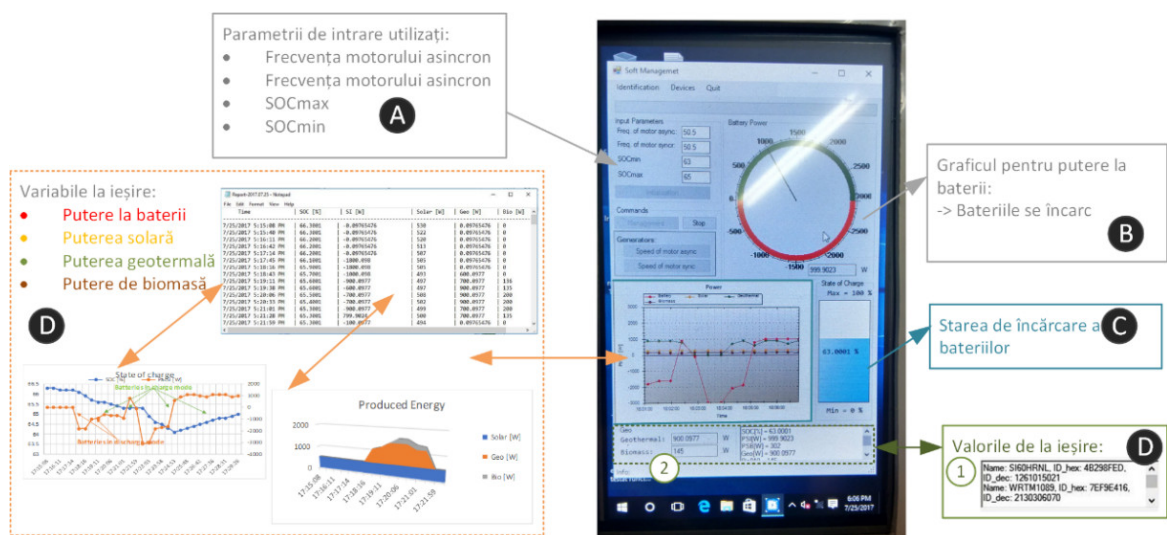


Fig. 6 Interfața grafică de control

Error! Reference source not found. propune un algoritm bazat pe modele matematice pentru managementul energiei. Se studiază modele matematice pentru căutarea soluțiilor

optime, se construiește modelul matematic al sistemului propus și se dezvoltă un algoritm de programare liniară întreagă mixtă (MILP) care determină cantitatea de energie generată și împărțirea ei între generatoare având în vedere costul minim de funcționare al sistemului.

Folosind programul Matlab a fost construit și testat modelul matematic. Soluția optimă este reprezentată sub forma grafică. O altă interfață grafică de utilizator (GUI) a fost dezvoltată folosind limbajul de programare C# și programul Microsoft Visual Studio C#, respectiv extensia Microsoft Solver Foundation (MSF).

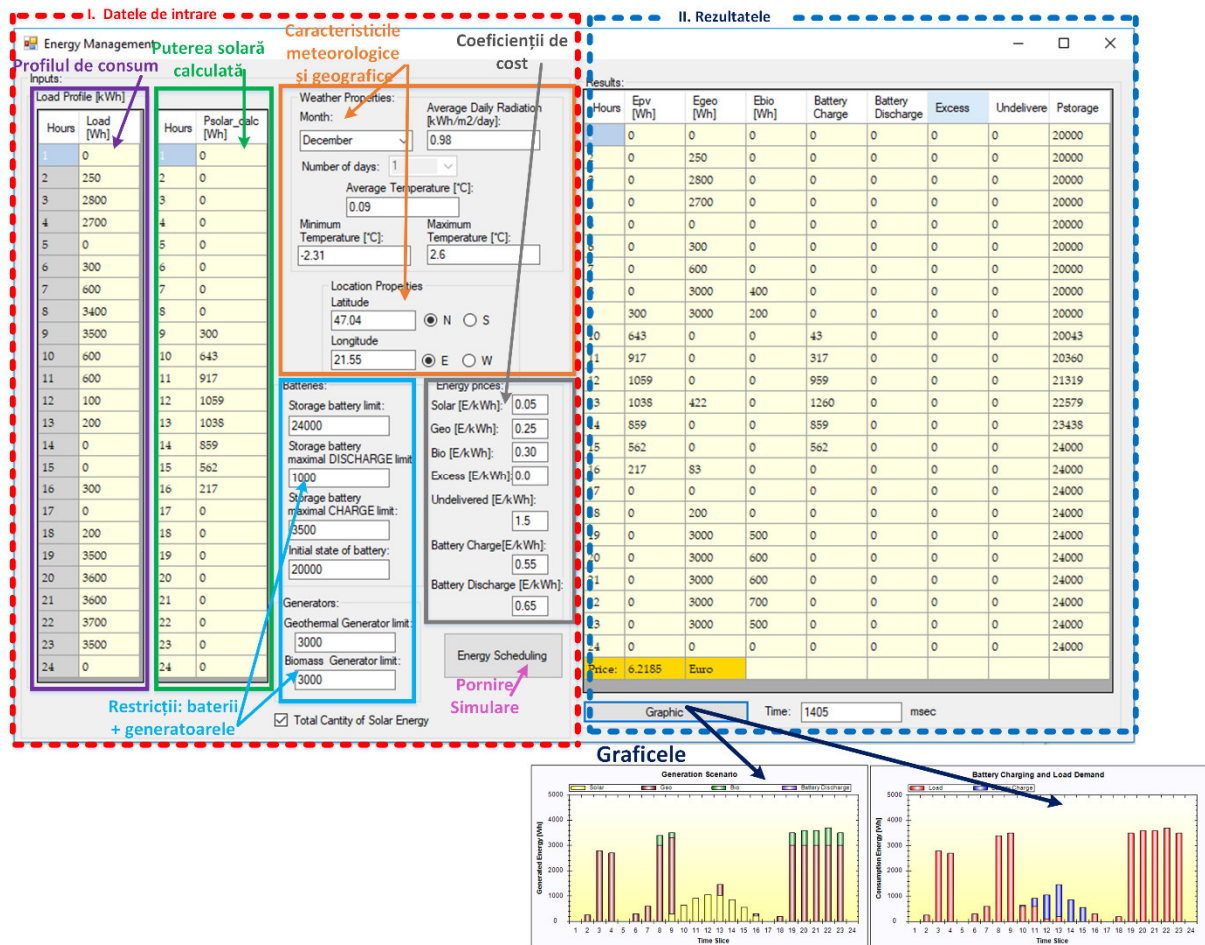


Fig. 7 Interfață C# pentru Managementul Energiei - MILP

Utilizatorul poate seta consumul, datele meteorologice și geografice ale locației microrețelei, capacitățile generatoarelor, caracteristicile bateriilor și costurile de funcționare ale fiecărei unități. În Tabelul de Management sunt afișate planificarea optimă, respectiv se poate verifica funcționarea generatoarelor de energie folosind și graficele.

Capitolul 5 se referă la management energetic cu metode de căutare stocastice. Metodele de optimizare metaeuristice sunt inspirate din natură și imită procese cum ar fi

procesul biologic evolutiv și comportamentul animalelor. În acest capitol au fost studiați doi algoritmi metaeuristici bazați pe numere aleatoare: Algoritmul Genetic și Algoritmul de Căutarea a Armoniei. Ambii algoritmi au o interfață grafică de utilizator:

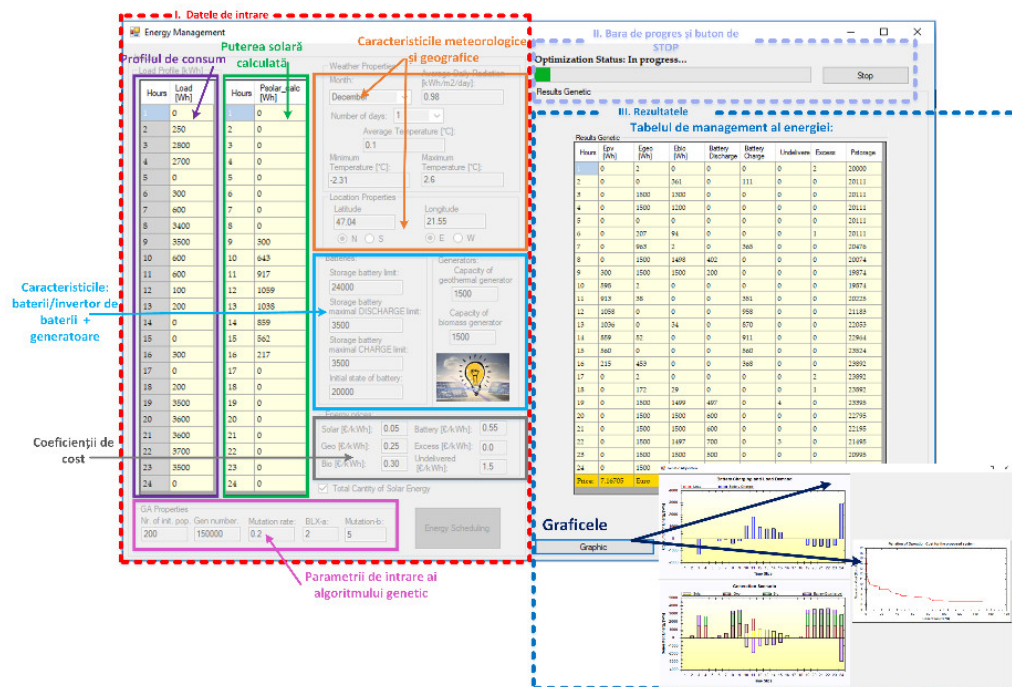


Fig. 8 Interfața de management al energiei – GA

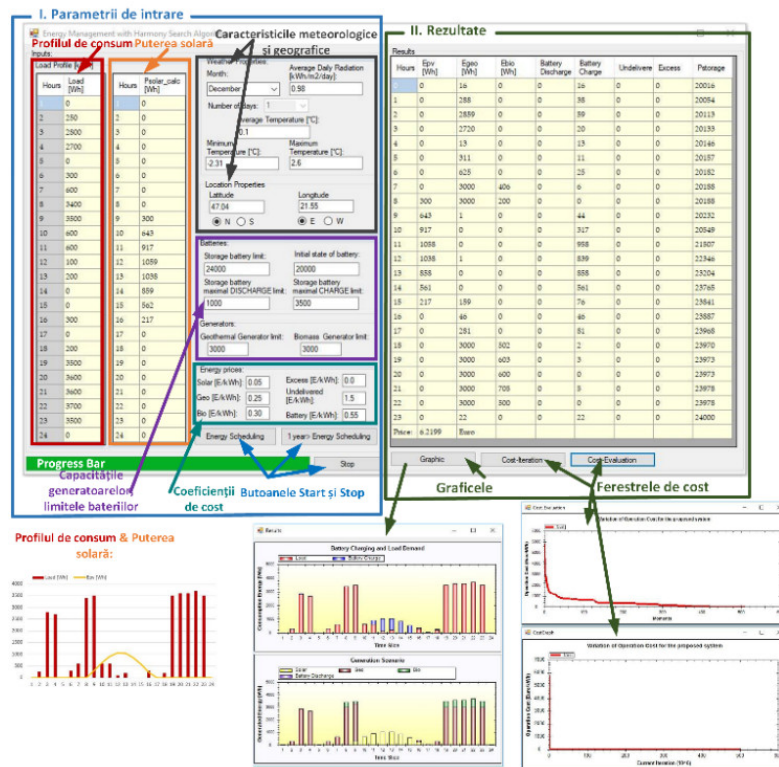


Fig. 9 Interfața grafică utilizator C# HSA

Interfețele de management GA și HSA sunt asemănătoare cu cea prezentată la algoritmul MILP. Următoarele elemente au fost adăugate:

- Interfețele au fost îmbunătățite cu o bară de progres care îi permite utilizatorului să verifice progresul rulat.
- A fost adăugat butonul de Stop care permite întreruperea procesului.
- A fost implementată o secție cu caracteristicile algoritmului ce permite modificarea parametrilor de intrare (GA).

Însumarea rezultatelor cu privire la utilizarea procesorului și memoriei, respectiv timpul de rulare este ilustrat în tabelul următor:

Tab. 1 Însumarea rezultatelor

	MILP	GA	HSA
Timp de rulare	2-10 sec	14 sec	8454 sec
Utilizarea memorie	~ 25% of all processors	~ 38% of all processors	~ 54% of all processors
Utilizarea procesorului	~ 22 MB	~ 32 MB	~ 40 MB

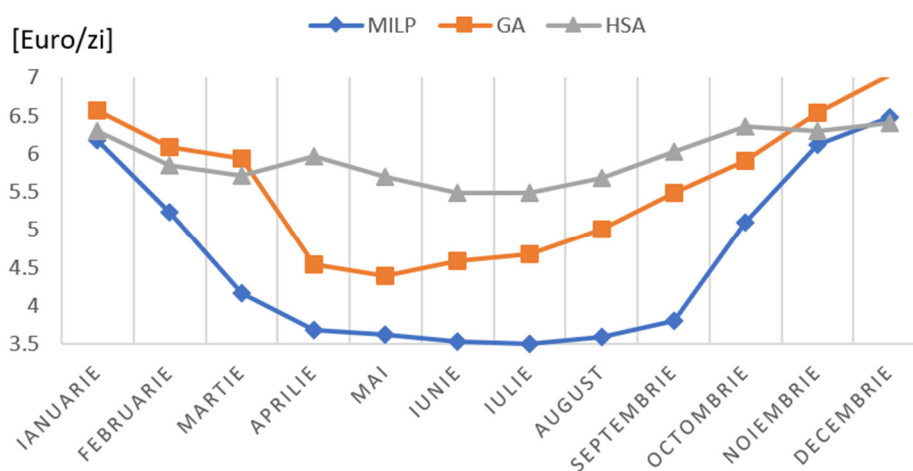


Fig. 10 Costul de funcționare MILP, GA, HSA

Se poate concluziona că algoritmul MILP (care este un algoritm bazat pe modele matematice și caută soluția optimă în jurul unui punct de plecare) dă un rezultat mai bun din toate punctele de vedere examinate: costul de funcționare, timpul de rulare, utilizarea memoriei și a procesorului.

Testele au fost făcute sub condiții următoarele:

- Capacitățile generatoarelor geotermale și cu biomasă este 1.5 kW

-
- Caracteristicile locației sunt: Oradea - 47°02'N latitudine și 21°58'E longitudine
 - Datele meteorologice sunt luate de la baza de date lui NASA
 - Consumator principal este o seră
 - Capacitatea invertorului solar este 3.5 kW
 - Coeficienții de cost sunt: 0.05 €/kWh, 0.25 €/kWh, 0.30 €/kWh, 0.55 €/kWh, 0.00 €/kWh și 1.5 €/kWh.

Capitolul 6 evidențiază contribuțiile personale și aspectele cele mai importante ale tezei.

5. Contribuții personale

1. Implementarea algoritmilor de dimensionare a unei micronețele.

Au fost studiate două metode de dimensionare. Primul algoritm calculează capacitatea generatoarelor atât folosind valoarea medie anuală a consumului de energie electrică, cât și pe baza valorii medii anuale a cantității de energie produse de generatoare. Cel de-al doilea, (LPSP - Probabilitatea pierderii sursei de alimentare), pornind de la rezultatele oferite de primul, optimizează capacitatea generatoarelor ținând cont de evoluția datelor meteorologice și a sarcinilor la un interval de o oră, estimate pe o durată de 1 an.

2. Implementarea interfeței de dimensionare a micronețelei.

Această interfață GUI permite utilizatorului opțiunea de a selecta panourile solare și bateriile dintr-o bază de date. Baza de date se poate completa ulterior cu elemente mai noi. Introducerea caracteristicilor meteorologice și geografice ale locației micronețelor este un alt pas important. După setările inițiale aplicația PC pe lângă numărul panourilor fotovoltaice și numărul bateriilor conectate rezultă și prețul unui kW de energie în sistemul dimensionat.

3. Dezvoltarea de algoritmi de predicție a iradiației solare

Cele mai multe site-uri oferă informații numai despre iradiația solară lunară și temperaturile lunare la o locație geografică selectată. Algoritmul LPSP lucrează cu datele orare de aceea a fost necesară dezvoltarea a unui algoritm care transformă datele lunare în datele orare.

4. Elaborarea algoritmului de comunicație bazată pe fișiere text

Comunicarea între prima interfață C# și programul de comunicație în C se realizează pe baza de fișiere texte. Interfața C# scrie într-un fișier comandă ce urmează să fie executată, programul în C citește de acolo și realizează comanda, apoi salvează rezultatele comenzii în alt fișier text. Fișierul de rezultat conține puterile, frecvențele și tensiunile interogate. Interfața grafică C# trebuie să interpreteze corect aceste date citite conform comenzile transmise.

5. Elaborarea algoritmului de comunicație cu funcții proprii

Această interfață C# realizează o comunicație directă, fără fișiere text intermediare, cu unitățile microrețelei. S-a studiat protocolul SMA-Net, tipurile de comenzi la el și importanța octeților la fiecare tip de mesaj. Aplicația conține funcții pentru comunicarea cu echipamentele marca SMA utilizând protocolul SMA-Net (un protocol de transfer al datelor derivat din MODBUS) cât și funcții MODBUS standard pentru a comunica cu celelalte echipamente.

Au fost realizate trei clase: clasa MODBUS – comunică cu echipamentele MODBUS standard (wattmetre inteligente, convertoare MODBUS-Analogic), clasa SMAbus – comunicație cu invertorele SMA și clasa Dispozitiv care conține informații despre canalele SMA.

Aplicația PC a fost testată și în laborator folosind modelul experimental. Un algoritm de management bazat pe SOC a fost implementat.

6. Propunerea algoritmilor de management al energiei bazat pe algoritmi predictivi

Acești algoritmi se bazează pe fenomenele meteorologice și data statistice ale microrețelei. Au fost studiate trei tipuri de algoritmi și trei interfețe: MILP, GA și HSA. Cele trei metode încearcă să minimizeze costul de funcționare a microrețelei luând în considerare coeficienții de cost al fiecăror generatoare.

Fiecare interfață are o parte pentru parametrii de intrare (profilul de consum, datele meteorologice și geografice, capacitatea inverterului de baterii și generatoarelor, coeficienții de cost). Programul apoi calculează puterea solară folosind algoritmul dezvoltat: Predicție irradiație solară oră în oră. Partea a doua a interfețelor conține tabelul cu rezultate și un buton

numit “Graphic”. Apăsând butonul apare o fereastră nouă, rezultatele sunt prezentate pe grafice.

6. Dezvoltări ulterioare

Rezultatele teoretice și practice obținute în urma elaborării tezei, au facilitat înțelegerea dimensionării, modelării și controlului microrețelelor de tip off-grid. Se pot identifica următoarele direcții viitoare de cercetare:

- Implementarea și studiul posibilităților de a conecta în aplicația de dimensionare a microrețelei și altor tipuri de surse de energie: turbine eoliene, generatorul diesel, pila de combustie, etc. sunt deosebit de importante.
- Aplicația implementată se concentrează numai pe sisteme izolate, studierea conectării microrețelei la rețeaua națională reprezintă o altă direcție de cercetare.
- Implementarea aplicației PC de control este realizată pentru a rula sub sistemul de operare Microsoft Windows. O aplicație pentru sisteme de operare Unix este posibilă și poate fi dezvoltată ulterior.
- Interfața grafică utilizator pentru control și managementul energiei se bazează pe menținerea stării de încărcare a bateriilor între două limite. Modificarea programului astfel încât să realizeze managementul energiei folosind modele matematice sau metode inteligente bazate pe fenomenele meteorologice și date statistice ale microrețelei.
- Au fost realizate trei metode “inteligente” pentru managementul energiei. Există un risc că acestea să rămână în optimele locale în funcție de condițiile inițiale. Se propune folosirea unor metode hibride care integrează metode tradiționale și metode inteligente sau două metode inteligente diferite pentru rezolvarea problemei optimelor locale.

Listă lucrări

Listă lucrări publicate ca prim autor

Articole în reviste cotate indexate ISI:

- E1. **E. Lazar**, D. Petreus, R. Etz, T. Patarau, "Software Solution for a Renewable Energy Microgrid Emulator", Advances in Electrical and Computer Engineering, vol.18, no.1, pp.89-94, 2018, doi:10.4316/AECE.2018.01011 [**Impact Factor: 0.699**]

Articole în volumele unor manifestări științifice indexate ISI proceedings:

- E2. **E. Lázár**, D. Petreus, R. Etz, T. Pătăraș, "Minimization of operational cost for an Islanded Microgrid using a real coded Genetic Algorithm and a Mixed Integer linear Programming method", 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM) & 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics (ACEMP), Brasov, Romania, 25-27 MAY, 2017, pp. 693-698, doi: 10.1109/OPTIM.2017.7975049
- E3. **E. Lázár**, D. Petreus, R. Etz, T. Pătăraș, "Optimal Scheduling of an Islanded Microgrid Based on Minimum Cost", 39th International Spring Seminar on Electronics Technology - ISSE2016, Pilsen, Czech Republic, MAY 18-22, 2016, pp. 290 – 295, doi: 10.1109/ISSE.2016.7563207
- E4. **E. Lazar**, R. Etz, D. Petreus, T. Patarau, I. Ciocan, „SCADA Development for an Islanded Microgrid”, IEEE 21st International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME) Brasov, Romania, 22-25 October 2015, pp. 147 - 150 (DOI: 10.1109/SIITME.2015.7342314)
- E5. **E. Lazar**, T. Patarau, R. Etz, D. Petreus, "Sizing Photovoltaic-Geothermal Smart Microgrid with Battery Storage Interface", 38th International Spring Seminar on Electronics Technology, Eger, Hungary, 6-10 May 2015, pp. 364 – 369, DOI: 10.1109/ISSE.2015.7248023.
- E6. **E. Lazar**, A. Ignat, D. Petreus, and R. Etz, "Energy Management for an Islanded Microgrid Based on Harmony Search Algorithm", 41th International Spring Seminar on Electronics Technology ISSE, Zlatibor, Serbia, May 16–20, 2018, pp. 1-6.

Listă lucrări pe tema tezei (ISI proceedings)

- E7. I. Ciocan, C. Farcas, D. Petreus and N. Palaghita, **E. Lazar**, „Comparison between Fixed and Solar Oriented PV Modules' Energy Production using a Simplified PSIM
-

-
- Model*”, IEEE 21st International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME) Brasov, Romania, 22-25 October 2015, pp. 221 – 225, DOI: 10.1109/SIITME.2015.7342328
- E8.** A. Grama, M. Dan, **E. Lazar**, “*Photovoltaic Panel Model Using Matlab*”, 39th International Spring Seminar on Electronics Technology - ISSE2016, Pilsen, Czech Republic, MAY 18-22, 2016, pp. 322 – 327, DOI: 10.1109/ISSE.2016.7563213
- E9.** T. Patarau, D. Petreus, R. Etz, **E. Lazar**, “*Small Signal Induction Generator Model Connected in a Frequency-Droop Controlled Renewable Energy Microgrid*”, 39th International Spring Seminar on Electronics Technology - ISSE2016, Pilsen, Czech Republic, MAY 18-22, 2016, pp. 296 – 300, DOI: 10.1109/ISSE.2016.7563208
- E10.** D. Petreus, T. Pățărău, R. Etz, **E. Lázár**, “*Supplying a Renewable Energy Single Phase Microgrid from a Biomass Generator Using a Three Phase Induction Machine*”, IEEE CPE-POWEREN16, Bydgoszcz, Poland, 29.06 – 01.07, 2016, pp. 208 – 213, DOI: 10.1109/CPE.2016.7544186
- E11.** R. Etz, D. Petreus, T. Patarau, **E. Lazar**, “*An islanded renewable energy microgrid emulator for geothermal, biogas, photovoltaic and lead acid battery storage*”, 2017 IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Edinburgh, UK, 19-21 June 2017, pp. 2109 – 2114, DOI: 10.1109/ISIE.2017.8001583
- E12.** T. Patarau, D. Petreus, R. Etz, E. Lazar, “*Techno-economic feasibility study on an off-grid renewable energy microgrid for an isolated greenhouse in Romania*”, 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND MOTION CONTROL, Budapest, Hungary, 2018 [acceptate spre publicare].
- E13.** A. Ignat, D. Petreus, E. Lazar, “*Energy Management for an Islanded Microgrid Based on Particle Swarm Optimization*”, IEEE 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME) Iasi, Romania, October 2018 [acceptate spre publicare]

Listă lucrări B+ pe tema tezei

- E14.** A. Grama, T. Patarau, **E. Lazar**, D. Petreus, „*Estimating the Size of the Renewable Energy Generators in an Isolated Solar-Biodiesel Microgrid with Lead-Acid Battery Storage*”, Journal of Electrical and Electronics Engineering, vol. 8, no. 2, October 2015, pp. 15-18.
-