



PROIECT DE CERCETARE

Competiția: 2022



Domeniu științific: surse regenerabile de energie

Domenii științifice secundare: schimbări climatice, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră

Titlul proiectului:

Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile SIMER

Director proiect:

Conf. dr. ing. Otilia Elena DRAGOMIR



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**



Obiectivul general

- Dezvoltarea și validarea unui sistem informatic deschis, adaptabil și integrabil, ce înglobează instrumente inovative, bazate pe inteligența artificială, dedicat optimizării funcționării sistemelor fotovoltaice pentru producerea de energie electrică

Cuvinte cheie

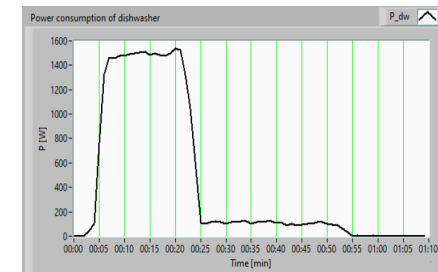
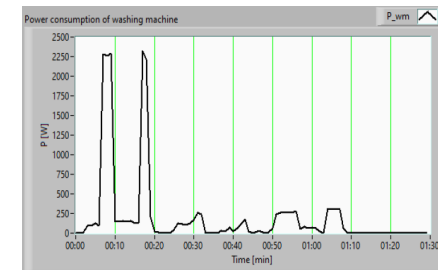
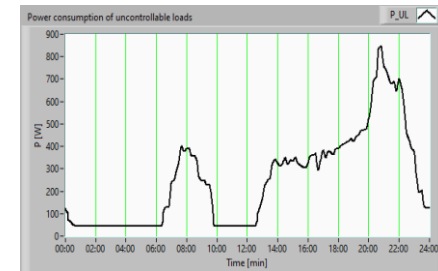
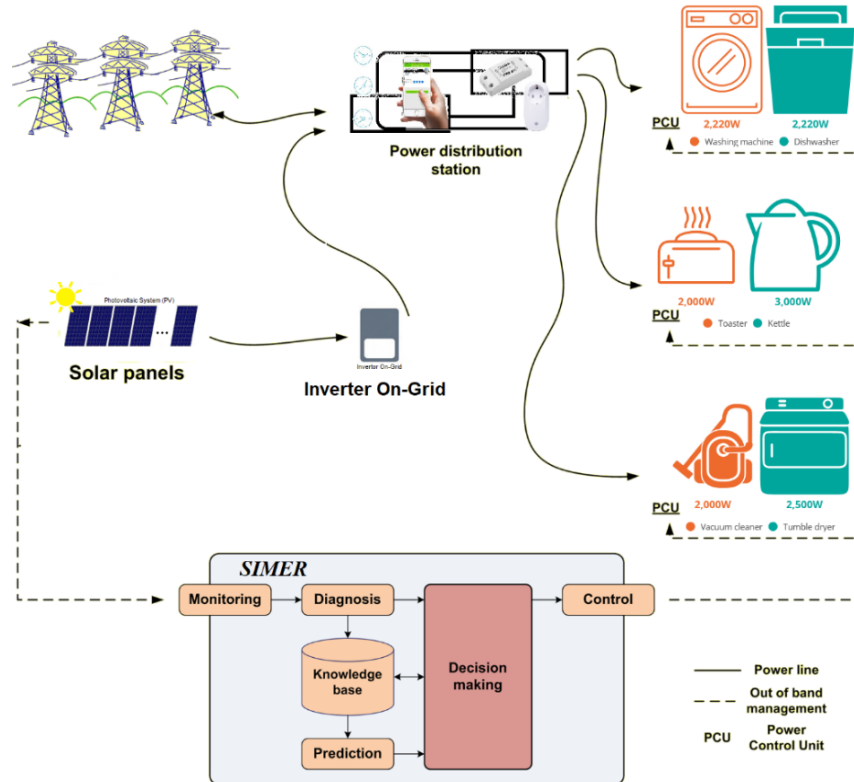
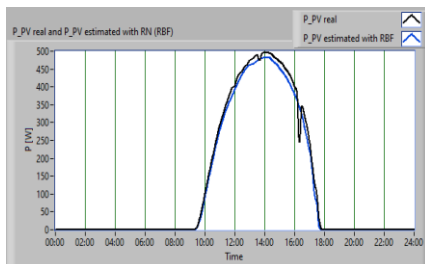
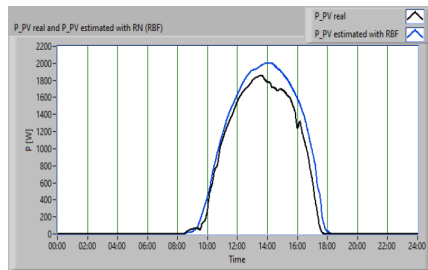
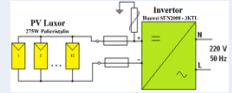
- Surse regenerabile de energie (SRE)
- Sistem inteligent
- Eficiență energetică
- Inteligență artificială
- Energie



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Context

Centrala PV	Date tehnice
Panouri PV, Luxor, 275W, Policristaline	12 panouri, legate in serie $P_{PVk} = 3,3 \text{ kW}$ $U_{PV} = 31,42V; I_{PV} = 8,77A$
Invertor Huawei SUN2000-3KTL, monofazat	Invertor on-grid Putere invertor = 3 kW, Putere maxima invertor = 4,5 kW peak Randament 98,3% Curent intrare maxim 12,5A Tensiune intrare maxim 600V Curent iesire maxim 15A Tensiune nominala de intrare 360V



Sistem de management al
energiei **produse și consumate**
din surse regenerabile



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**



Planul de lucru

Etapa 1. Cercetare privind componentele sistemului SIMER

(11.04.2022-31.12.2022 ~ 9 luni)

- **Activitatea 1.1.** Analiza comparativă a tehnicilor de management energetic a centralei PV și sistematizarea acestora;
- **Activitatea 1.2.** Analiza comparativă a metodelor și tehnicilor inteligenței artificiale integrate în managementul sistemelor PV și sistematizarea acestora;
- **Activitatea 1.3.** Modelarea schemelor de monitorizarea, supraveghere și control a sistemelor PV;
- **Activitatea 1.4.** Modelarea funcțională a sistemelor PV și a restricțiilor de funcționare a acestora;
- **Activitatea 1.5.** Proiectarea și simularea modelului funcțional al sistemului PV;

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor sistemului SIMER

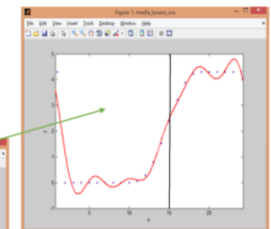
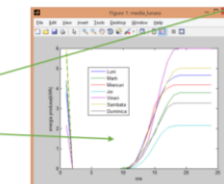
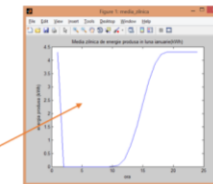
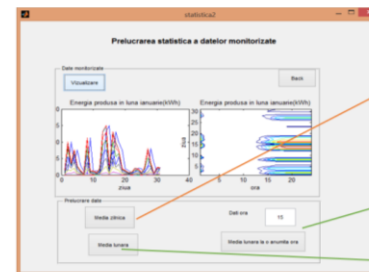
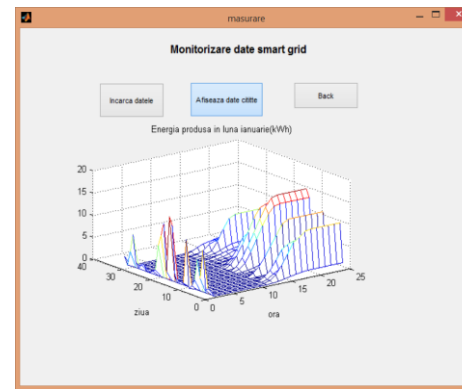
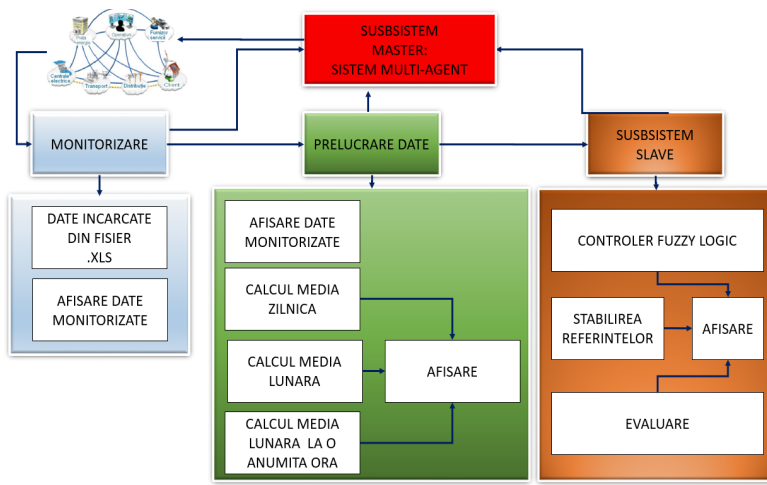
(01.01.2023-04.12.2023 ~ 11 luni)

- **Activitatea 2.1.** Operarea în condiții de simulare a componente software de supraveghere, diagnoză, predicție și control, bazate pe inteligență artificială;
- **Activitatea 2.2.** Crearea infrastructurii software și hardware a SIMER și operarea în condiții experimentale;
- **Activitatea 2.3.** Monitorizarea parametrilor de mediu și a parametrilor energetici;
- **Activitatea 2.4.** Operarea sistemului SIMER în condiții reale;
- **Activitatea 2.5.** Validarea sistemului SIMER

Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa I. Cercetare privind componentele sistemului SIMER

- Monitorizarea puterii generate de un sistem PV

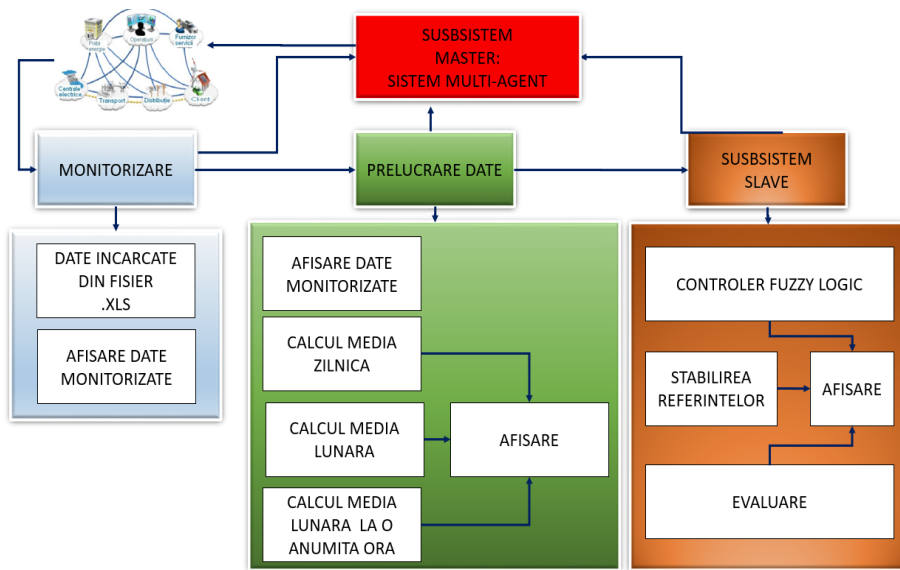


Monitorizarea și prelucrarea datelor referitoare la energia produsă din surse regenerabile

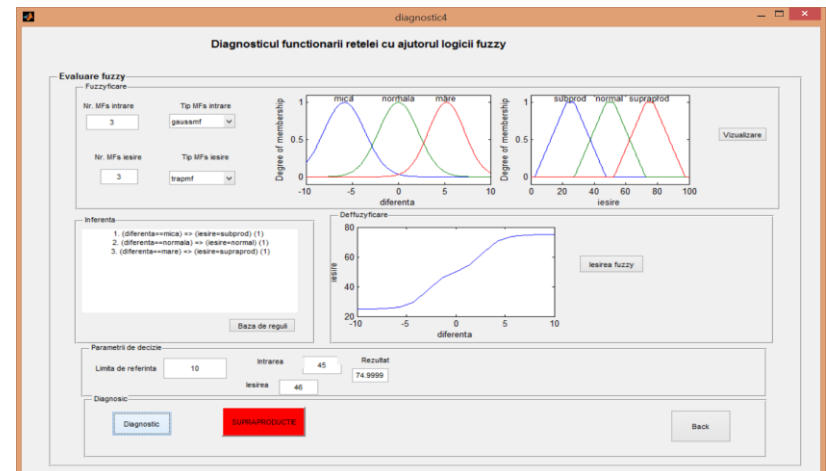
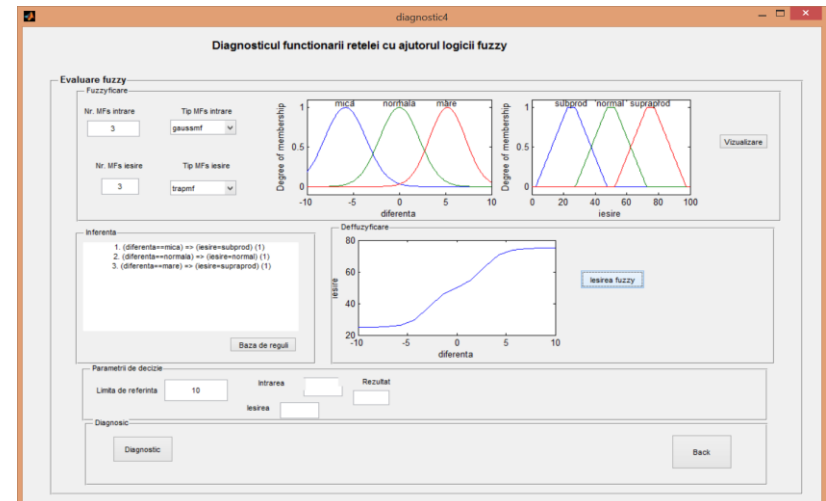
Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa I. Cercetare privind componentele sistemului SIMER

- Diagnoza starii de functionare a sistemului PV



Diagnoza starii de functionare a sistemului PV cu ajutorul tehnicilor fuzzy



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

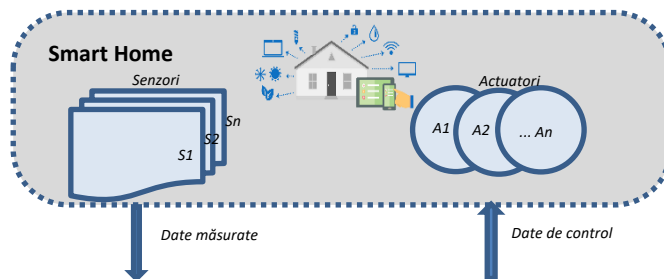
- **Activitatea II.2.1.** Crearea infrastructurii software și hardware a SIMER
- **Activitatea II.2.2.** Monitorizarea parametrilor de mediu și a parametrilor energetici

Pentru **energia produsă**:

- parametrii energetici (U și I)
- parametrii de mediu (radiația solară, temperatura, etc.)

Pentru **energia consumată**:

- Puterea consumată de consumatorii necontrolabili
- Puterea consumată de consumatorii controlabili (mașina de spălat rufe, mașina de spălat vase, aspirator robot, etc.)



Pentru monitorizarea energiei produse și consumate dintr-o locuință (gospodărie), au fost utilizate **elemente sensitive** (senzori) conectate direct la producători și consumatori.

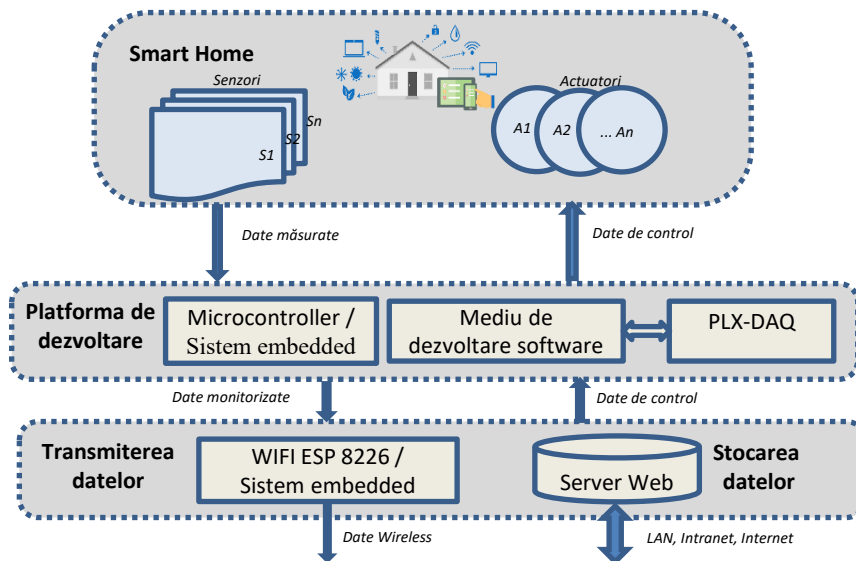
Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

- **Activitatea II.2.1.** Crearea infrastructurii software și hardware a SIMER
- **Activitatea II.2.2.** Monitorizarea parametrilor de mediu și a parametrilor energetici

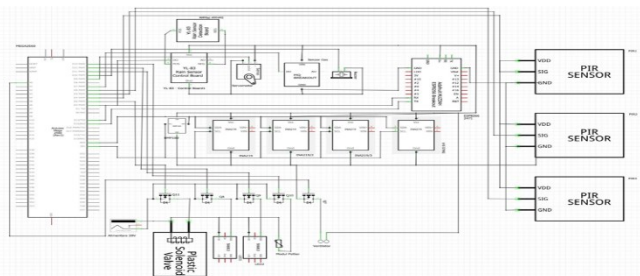
S-a optat pentru **placa de dezvoltare cu microcontroller / sistem embedded** (elementul central de control inteligent).

ESP8266 este un dispozitiv ce poate oferi conectivitate la Internet.



Placa de dezvoltare cu microcontroller / sistem embedded

- conectarea elementele sensitive și de comandă,
- interconectarea dispozitivelor fizice între ele,
- controlul la distanță prin intermediul plăcii **ESP8266**.
- *Implementarea algoritmilor inteligenți de management a energiei*

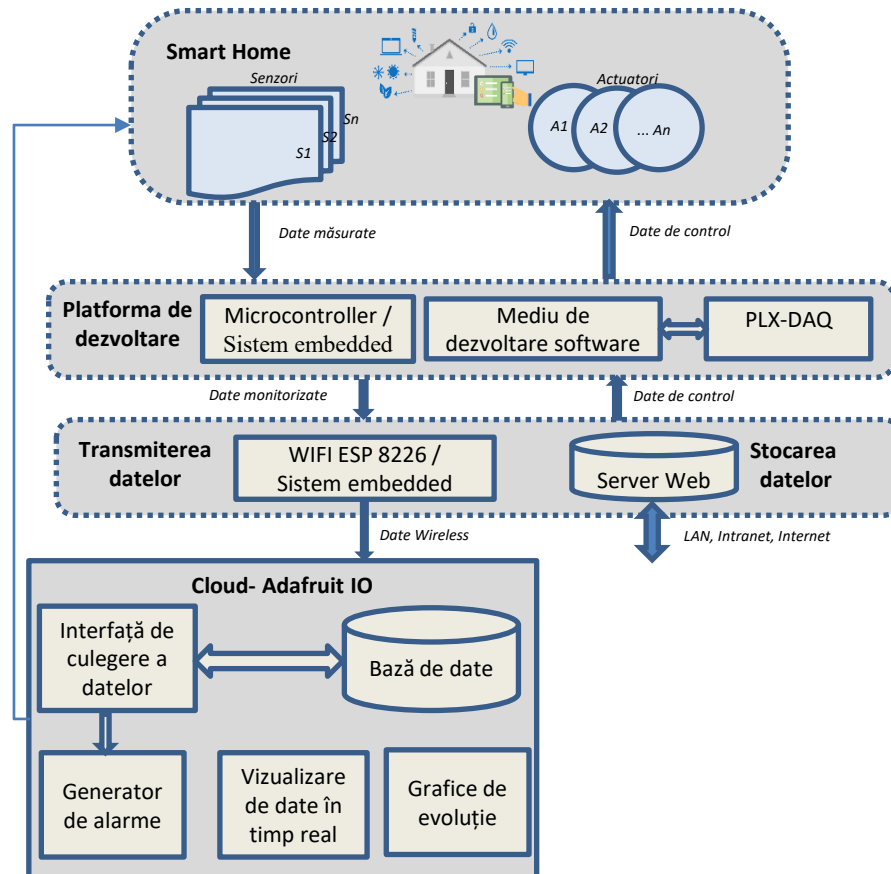


Schema electrică corespunzătoare interfațării microcontroller – module Input/ Output

Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

- Activitatea II.2.1. Crearea infrastructurii software și hardware a SIMER



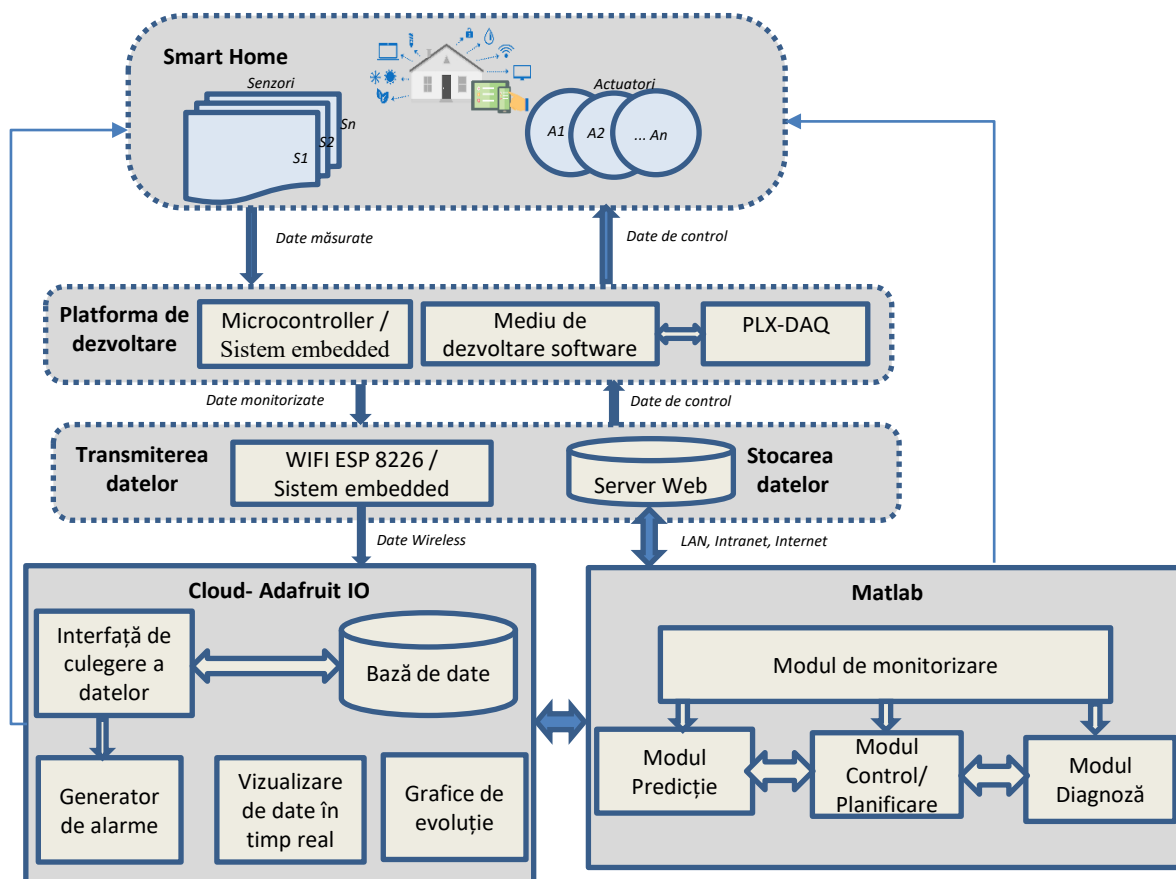
Platforma **Cloud Adafruit IO** oferă o bază de date unde se înregistrează istoricul tuturor informațiilor monitorizate oferind în același timp o interfață de utilizator ce poate fi configurată astfel încât să poate fi vizualizate în timp real datele monitorizate și să poată fi controlate la distanță diferite dispozitive.

Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

- **Activitatea II.2.1.** Crearea infrastructurii software și hardware a SIMER

Matlab este software-ul cu ajutorul căruia au fost creată o interfață de tip GUI prin intermediul căreia utilizatorul poate accesa diferitele instrumente de **monitorizare, diagnoză, predicție și control**, create cu ajutorul tehnicilor inteligenței artificiale



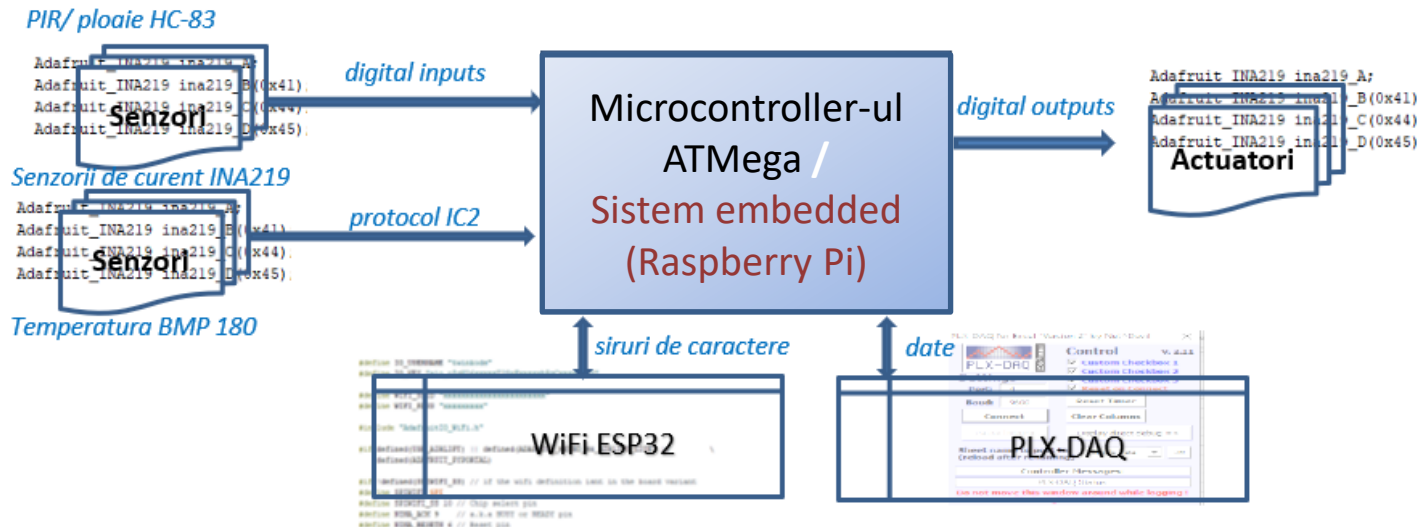
Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

- **Activitatea II.2.1.** Crearea infrastructurii software și hardware a SIMER
- **Activitatea II.2.3.** Operarea în condiții de simulare a componentelor software

I. Programarea componentelor hardware și realizarea conexiunilor dintre acestea

I.1. Microcontrolerului ATmega și a modului WiFi ESP8266 pentru comunicația cu platforma Adafruit IO (platformă Cloud IoT)

I.2. Sistemului embedded (Raspberry Pi) pentru comunicația cu platforma Adafruit IO (Cloud IoT)



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

- **Activitatea II.2.1.** Crearea infrastructurii software și hardware a SIMER
- **Activitatea II.2.3.** Operarea în condiții de simulare a componentelor software

II. Design-ul componentelor software în platforma IoT AdafruitIO și software-ul Matlab

II.1. Programarea IoT AdafruitIO: crearea unei baze de date, conexiunea cu modulul WiFi, crearea unei interfețe pentru afișarea datelor din baza de date

II.2. Programarea sub mediul de dezvoltare Matlab (GUI)

PIR/ ploaie HC-83

```
Adafruit_I2CDevice i2cdev((uint8_t)0x40);
Adafruit_INA219 ina219_B((i2cdev));
Adafruit_INA219 ina219_C((i2cdev));
Adafruit_INA219 ina219_D((i2cdev));
```

Senzori

digital inputs

Microcontroller-ul
ATMega /
Sistem embedded
(Raspberry Pi)

digital outputs

```
Adafruit_INA219 ina219_A;
Adafruit_INA219 ina219_B(0x41);
Adafruit_INA219 ina219_C(0x44);
Adafruit_INA219 ina219_D(0x45);
```

Actuatori

Senzorii de curent INA219

```
Adafruit_I2CDevice i2cdev((uint8_t)0x40);
Adafruit_INA219 ina219_B((i2cdev));
Adafruit_INA219 ina219_C((i2cdev));
Adafruit_INA219 ina219_D((i2cdev));
```

Senzori

protocol IC2

Temperatura BMP 180

siruri de caractere

date

WiFi ESP32

PLX-DAQ

siruri de caractere

date

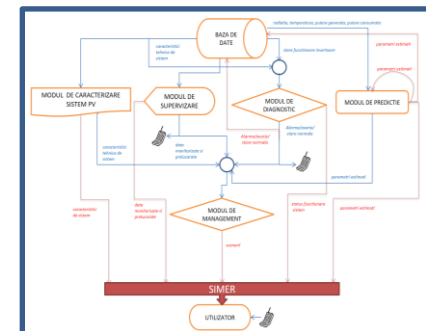
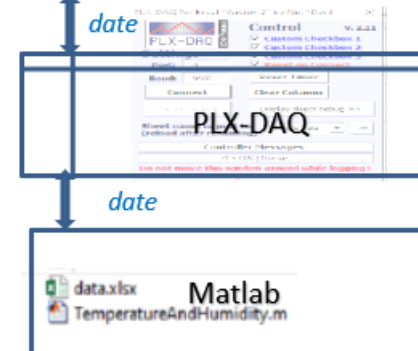
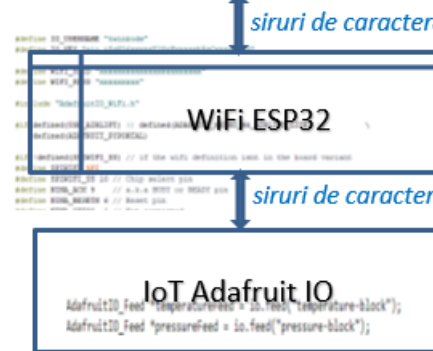
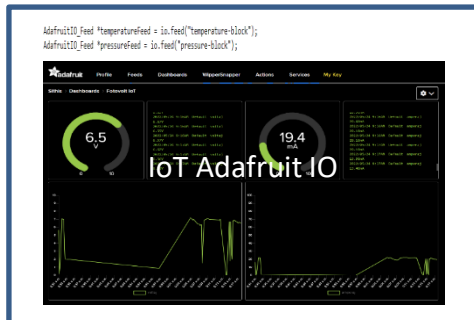
IoT Adafruit IO

```
AdafruitIO_feed "temperaturefeed" = io.feed("temperature-block");
AdafruitIO_feed "pressurefeed" = io.feed("pressure-block");
```

data.xlsx

Matlab

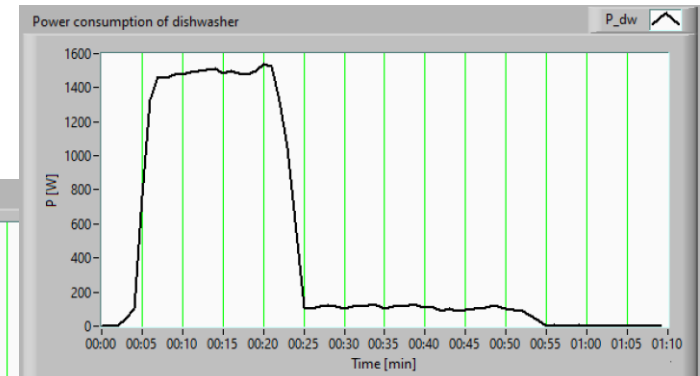
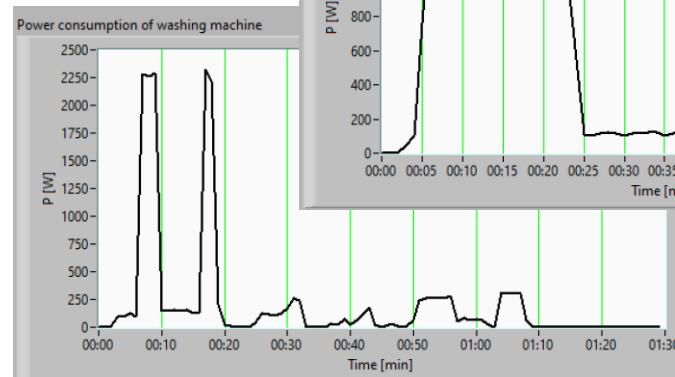
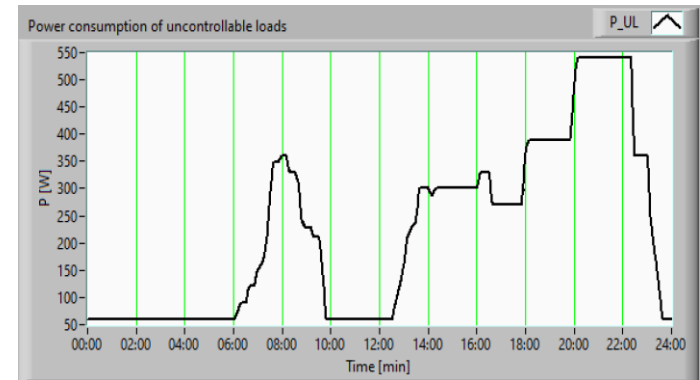
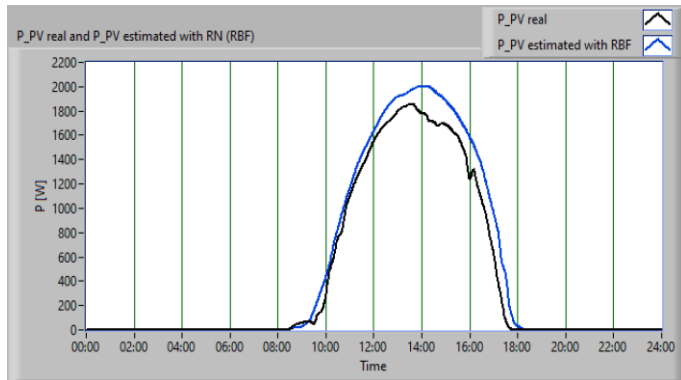
TemperatureAndHumidity.m



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

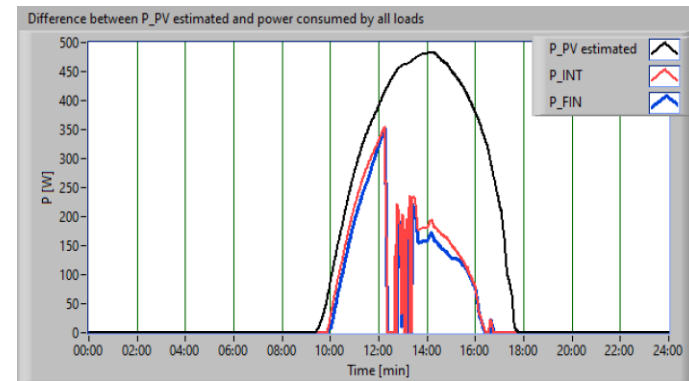
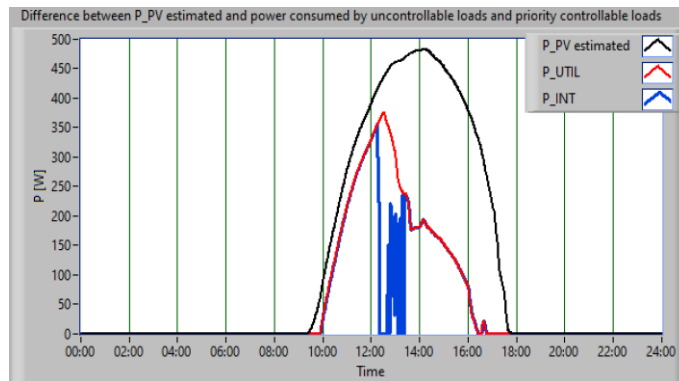
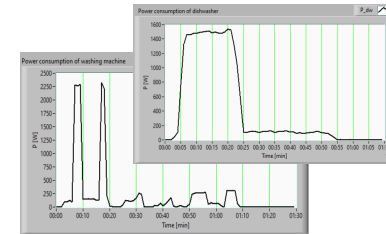
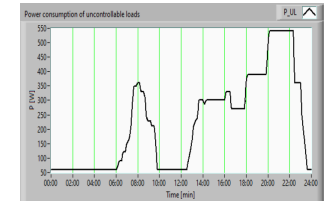
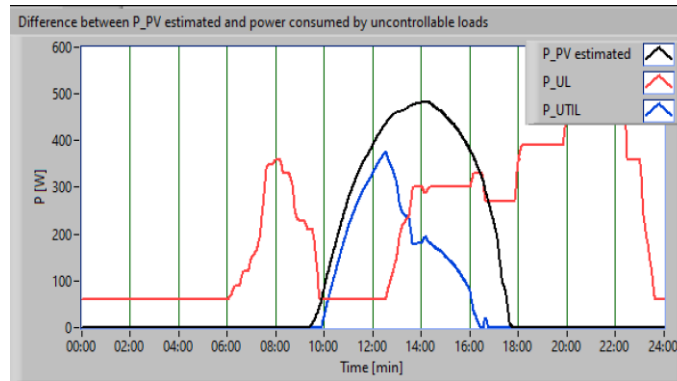
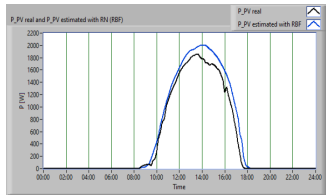
- Activitatea II.2.4. Operarea sistemului SIMER în condiții reale
- Activitatea II.2.5. Validarea sistemului SIMER



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

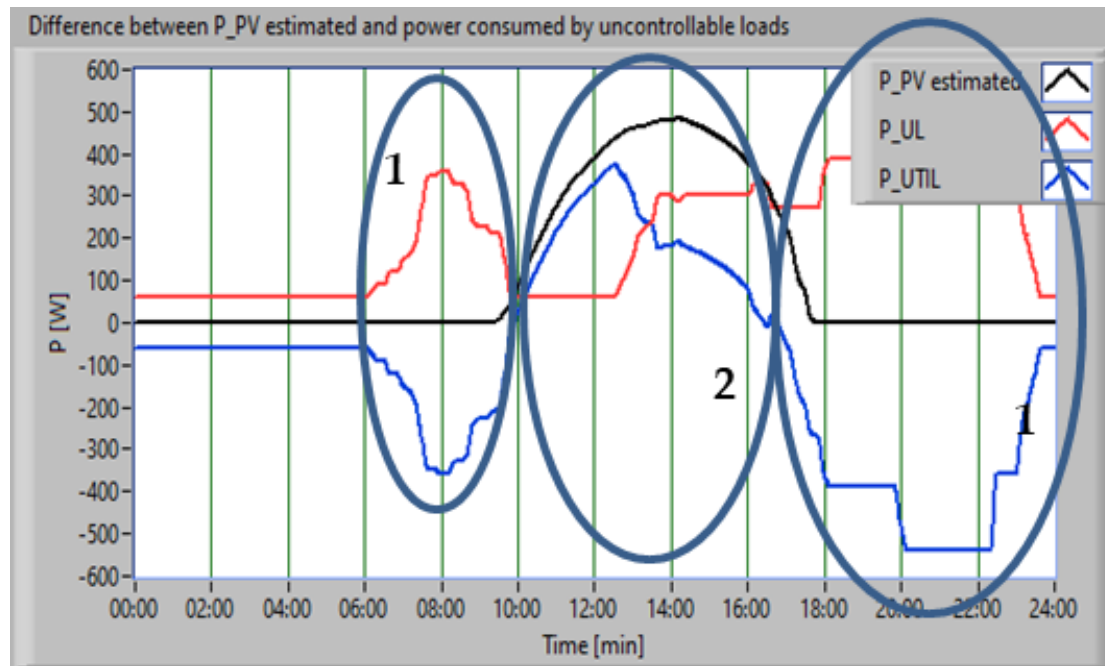
- **Activitatea II.2.4.** Operarea sistemului SIMER în condiții reale
- **Activitatea II.2.5.** Validarea sistemului SIMER



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**

Etapa 2. Crearea, integrarea și testarea componentelor SIMER

- Activitatea II.2.5. Validarea sistemului SIMER



Când avem un surplus de energie consumată față de energia generată de sistemul fotovoltaic, atunci energia va fi preluată din rețeaua națională. (Situația 1).

Când avem un surplus de energie generat de sistemul fotovoltaic, este de preferat să pornim sarcinile controlabile (Situația 2).

Rezultatele obținute arată că în prima treime (perioada noapte-diminează) a zilei se consumă mai multă energie de către consumatorii necontrolabili decât energia produsă. În a doua treime (perioada de după-amiază) se produce mai mult, iar în ultima treime (perioada seară-noapte) se consumă mult mai mult decât se produce.



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**



Bilanț - rezultate estimate

Data	Rezultate estimate	Rezultate obținute
30.07.2022	Raport științific de fază	Raport științific de fază Organizare CAIA 2022 Organizare întâlnire firma Phoenix Contact Draft articole științifice
05.12.2022	Raport științific de fază	Raport științific de fază Site proiect- www.simer.valahia.ro
	1 articol la conferință internațională din domeniul performanțelor PV	Dragomir O.E., Dragomir F., Gurgu V., Paun M., Duca O., Dragoi C. - Multi-agent System for Smart Grids with Produced Energy from Photovoltaic Energy Sources, Proceedings of the 2022 14th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI 2022), pp. 1-6, 2022, INSPEC Accession Number: 21990273, DOI: 10.1109/ECAI54874.2022.9847512 , https://ieeexplore.ieee.org/document/9847512
	1 articol într-un jurnal indexat ISI	Dragomir O.E. – Modeling and simulation of distributed systems using intelligent multi-agents, Journal of Science and Arts, Vol. 22, Issue 2, pp. 471-482, 2022, Accession Number: WOS:000828999500019, ISSN: 1844-9581, https://sciprofiles.com/publication/view/c007af755572ea63712822bd2284b3be
07.07.2023	Raport științific de fază	Raport științific de fază Site proiect- www.simer.valahia.ro
	1 articol la conferință internațională din domeniul performanțelor PV	Păun M., Dragomir O.E., Dragomir F., Iliescu S. St., Mincă E., Duca O., Gurgu I., Drăgoi Duca O., Gurgu I. - Reducing the energy consumption required for the disassembly process implemented on an assembly and disassembly line, The 24th International Conference on Control Systems and Computer Science, 24-26 May 2023, University Politehnica of Bucharest, Romania
	1 articol într-un jurnal indexat ISI	Dragomir O.E., Dragomir F., Păun M., Duca O., Gurgu I., Drăgoi C. - Application of Neuro-Fuzzy Techniques for Energy Scheduling in Smart Grids Integrating Photovoltaic Panels, Processes 2023, 11(4), 1021, DOI: https://doi.org/10.3390/pr11041021 , Q2 , ISI Web of Science (IF: 3,352)
27.11.2023	Raport științific de fază	Raport științific de fază Site proiect- www.simer.valahia.ro
	1 articol într-un jurnal din zona roșie/galbenă	Dragomir O.E., Dragomir F. -Application of Scheduling Techniques for Load-Shifting in Smart Homes with Renewable-Energy-Sources Integration, Buildings, Vol. 13, Issue 1, Article Number 134, DOI: 10.3390/buildings13010134 , 2023 , Q2 , ISI Web of Science (IF: 3,324)
	1 articol la conferință internațională din domeniul Energiei regenerabile	Duca O., Mincă E., Paun M., Gurgu V., Dragomir O.E., Bidiță C. – Petri net modeling of a production system with parallel manufacturing processes, Journal of Science and Arts, Volume 23, Issue 1, pp. 305-318, 2023, https://doi.org/10.46939/J.Sci.Arts-23.1-c05 , ISI Web of Science



Sistem Inteligent de Management al Energiei din surse Regenerabile **SIMER**



Mulțumesc pentru atenție!

Conf. dr. ing. Otilia Elena DRAGOMIR

Universitatea Valahia din Târgoviște

Adresa: Aleea Sinaia, nr. 13., Corp A 105, Târgoviște, România

E-mail: otilia.dragomir@valahia.ro