



Universitatea *Transilvania* din Braşov

TEZĂ DE ABILITARE

**Electronica și tehnologiile informaționale în dezvoltarea
unor elemente de suport pentru protecția vieții și mediului**

**Domeniul: Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii
Informaționale**

Autor: prof. dr. ing. Petre Lucian OGRUȚAN

Universitatea: TRANSILVANIA din Braşov

BRAȘOV, 2016

Intenționat această pagină nu conține informații.

CUPRINS

A.Summary	5
B. Realizări științifice și profesionale și planuri de evoluție și dezvoltare a carierei	11
Capitolul 1. Aplicații pentru măsurarea concentrației de Radon și transmisia datelor	11
1.1.Măsurarea electronică a concentrației de Radon în aer	13
1.2 Unitatea de prelucrare cu microcontroller	20
1.3. Sistem software pentru preluarea și înregistrarea concentrației de Radon	25
1.4. Realizări experimentale	28
1.5. Influența câmpului electric asupra incertitudinii de măsurare.....	35
1.6.Concluzii și o selecție a celor mai importante lucrări publicate.....	40
Capitolul 2. Aplicații pentru protecție în rețeaua de alimentare cu energie.....	42
2.1. Dispozitiv pentru protecția la supratensiune și supracurent	43
2.2. Dispozitiv pentru protecția la scurgerea curentului la împământare	55
2.3.Comunicația de date și software de centralizare	60
2.4. Concluzii, publicații, brevete și contracte relevante.....	66
Capitolul 3. Modelarea și evaluarea eficienței ecranării câmpurilor electromagnetice	68
3.1.Model pentru evaluarea eficienței ecranării și verificarea acestuia prin măsurători	69
3.2.Ecranarea electromagnetică și Radonul.....	76
3.3. Concluzii, publicații și contracte relevante.....	78
Capitolul 4. Realizări în orientarea activității didactice către protecția mediului.....	81
4.1.Activități pentru măsurarea câmpului electric.....	81
4.2.Analiza evoluției iluminatului din perspectivă didactică	88
4.3.Comparație între calculul analitic al ecranelor și simulare.....	92
4.4.Aspecte educaționale ale relației calculator mediu.....	96
4.5.Concluzii și o selecție a celor mai importante lucrări publicate.....	103
Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei.....	105
Bibliografie.....	112

Intenționat această pagină nu conține informații.

A.Summary

As a subject of this habilitation thesis we chose the brief description of some of the applications made in more than 30 years of work in the research and didactic activity that envisaged life or environmental protection. Human and environmental protection are generous ideas, which are worth guiding the activity of a researcher and being passed on to university students by a faculty.

The most important applications, which target human or environmental protection and which are set out hereunder are :

1. a system of measuring the radon concentration in the air, which contains a measuring device, plus data transmission and centralisation – laid down in chapter 1 ;
2. short-circuit, over-voltage, over-current and ground current leakage protection devices, plus data transmission and centralisation – laid down in chapter 2 ;
3. the analysis of the electromagnetic shielding efficiency for materials, with an aim to mitigate the interferences and the effect on people – laid down in chapter 3 ;
4. educational initiatives, aimed to further the awareness of the environment-related problems and protection amongst university students – laid down in chapter 4.

Chapter 1 Applications for measuring the radon concentration and data transmission

Radon is one of the most important carcinogenic factors worldwide. The carcinogenic impact of radon is proven both by the trials undergone within mining workers and by the studies regarding the exposure to residential radon. 22 major studies on the impact of residential radon upon the appearance of lung cancer have been made in the past 25 years, the main conclusion being that the risk of developing lung cancer due to radon increases by 16 % on 100 Bq/m³ (Darby, Hill et al., 2006).

Within the CEEX research project (CEEX, 2006), the group coordinated by the author had the task of measuring the radon concentration in the Braşov area and in its outskirts, as well as the task of suggesting a device for measuring the radon concentration in the air. They thus designed a measuring device and method with a transducer complete with a ionisation chamber and a data transmission system. The data transmission system sends the measured concentration of radon to a server by several methods : transmission over the telephone line and over the Internet by GPRS (GPRS, General Packet Radio Service). The measuring device was patented (Purghel, Morariu et al, 2012) and the outcomes were published in an ISI magazine – impact factor : 0.529 (Ogruţan, Romanca et al, 2010), in the proceedings of an ISI conference (Morariu, Ogrutan et al, 2008) and of an IEEE conference (Ogruţan and Suci, 2012). During the tests of the ionisation chamber one found out that the uncertainty in measuring the radon concentration increased in the presence of the electromagnetic fields, these findings being published in an ISI journal – impact factor : 0.745 (Ogruţan, Suci et al, 2013) and set out at an ISI conference (Aciu, Ogruţan et al, 2014). The (Suci, Ogruţan et al, 2008) work tackles with the problem of materials for the protection against radon penetration.

The measuring device was designed in such a way as its sizes was reduced and the dependence of the measuring uncertainty subject to the electromagnetic field may fall into a tolerance acceptable for the radon measuring devices. The CEEX project involved designing, executing and testing a module with a microcontroller, which may take over the analogical or digital signals from the transducer and transmit them to the server by means of a wireless module. Two methods were taken into account for designing a device of measuring the radon concentration : the measurement by integration and the measurement by impulse counting. The project included

the creation of a software programme that could receive data from several measuring devices, save them in a database, enable the elaboration of statistics and graphs and generate an alarm when a maximum limit value of the radon concentration is exceeded. The database contains both the measured values and the geographical coordinates of the measuring point and the alarm will show both the concentration and the geographical position of the point where the excess came up. In order to test the functionality of the device, the data measured were compared to the values measured by a standard detector. The block scheme of the system is provided in Figure 1.

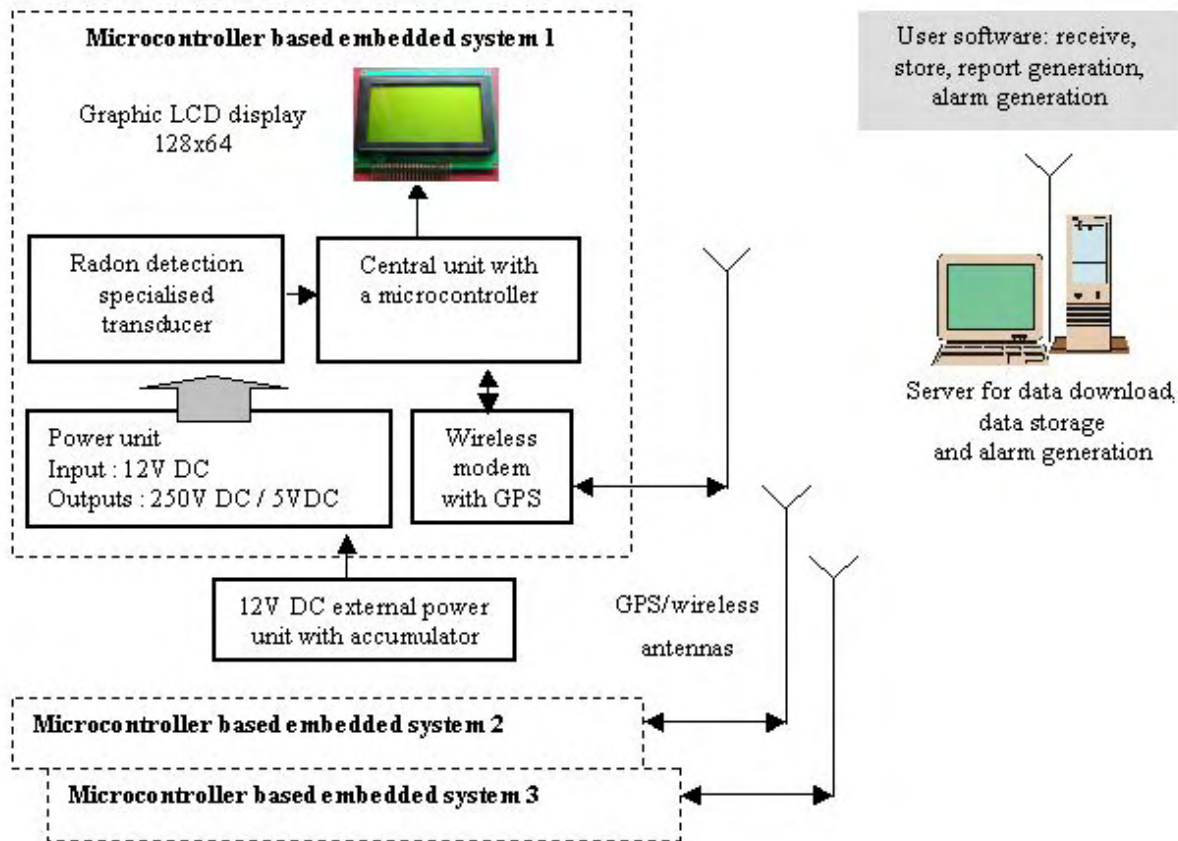


Figure 1. The block scheme of the Real Time and Multiple Location Radon Monitoring System

Chapter 2. Applications for protection in the power supply network

Physical security of energy infrastructure against risks, including supply interruption, is an essential factor for predictability. Increasing security and competitiveness of electrical power supply systems within the context of an energy mix which is more enduring, more efficient and more diverse, requires sustained innovation within the strategic European planning of technologies in the energy sector. The study (Kobes *et al.*, 2009) carried out for the benefit of the European Community was intended to investigate the fires occurring in power systems based on models of fire initiation and growth, in order to provide effective protections. The study provides a classification of fires depending on their causes, although within this project only electrical causes are of importance. E.g., in the Netherlands 31 % of the fires have electrical causes. IEC (International Electrotechnical Commission) states : “1st step to a Smart City : reliable access to electricity” (IEC, 2016).

Several attempts were made to replace the conventional protection devices by their electronic counterparts, one of the first ones being patented by the authors of this proposal (Munteanu *et al.*, 1989), a transistor device for short-circuit protection. One of the features of this device was automatic reconnection. A group of researchers were granted in 2008 a patent proposing an

electronic overcurrent and overvoltage protection device based on a microcontroller circuit (Ogruțan, Munteanu *et al.*, 2008), followed by a protection method, in (Ogruțan, Munteanu *et al.*, 2010). A research contract between the Brașov ‘Transilvania’ University and SC Electrica Distribuție Transilvania Sud SA, (Research Project, 2009) identified the problems regarding power supply security at the electrical power distributor. Following this contract, in 2001 a patent application was filed (Ogruțan, Aciu *et al.*, 2011).

Figure 2 presents a block diagram of the protection device in relationship with external elements. The diagram clearly displays the microcontroller system, which acquires samples (voltage and load current), and ensures load disconnection if the voltage or current values rise above the admissible levels. If the current values are acquired from both wires of the supply line, the difference can be calculated to find out if there is a ground leakage current. The occurrence of an event will trigger load disconnection using a switch such as relay, triac or another similar device capable of acting as a circuit breaker. The block diagram also presents the bidirectional data transmission path used to transmit the event report to the power distributor and to disconnect the consumer from the distributor.

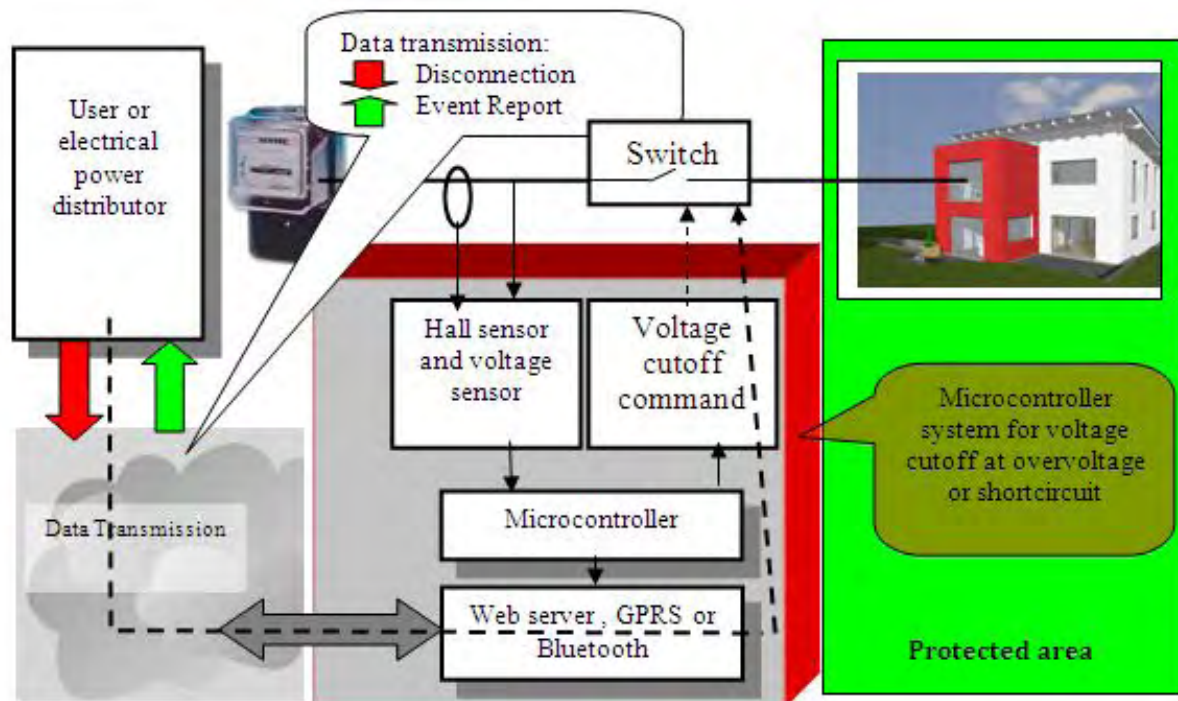


Figure 1. Block diagram of the protection device and data transmission

The main outcome of this project was the development of a functional, test-verified of a hardware and software system in accordance with the European standards, capable of assuring consumer protection against overcurrent, overvoltage, ground leakage currents, as well as the automatic switching of consumers according to a certain schedule. The data generated by these devices were transmitted to a server for storing the information about the system events in a database, which is eventually capable of disconnecting any of the consumers. The messages can be used by the distributor to trace any reported event.

The advantages of the protection device are high speed disconnection and automatic reconnection. One device detects all the events (data fusion) and it ensures the system voltage zero crossing disconnection, which diminishes the generated perturbations and the server can centralise the information in a database, which enables the generation of statistics during periods

of time at different locations. Remote user disconnection is technically possible. The proposed device characteristics are superior to those of the existing devices.

The best data communication solution, agreed by the power supplier, is the use of GPRS. If every protection device is connected locally through the RS232 interface to a GPRS modem, the server can centralise the information in a database, which enables the generation of statistics during periods of time at different locations. User disconnection is also a straightforward operation which does not require the presence of an employee from the supplying company at the client's headquarters.

A special aspect which had to be clarified by using SIMULINK[®] was the operation of the two-staged protection as described in (Ogruțan, Munteanu *et al.*, 2008) and (Ogruțan, Munteanu *et al.*, 2010). If a triac is used to switch off the load in case of overvoltage, two-staged protection can be provided. These simulations have led to the conclusion that the method described in the patent can be applied with favorable results only for purely resistive loads, even if the concept of a two-staged protection represents an advantage.

Chapter 3. Shaping and assessing the efficiency of the electromagnetic fields shielding

The extension of the wireless communications aroused concern among the population. Another worrying aspect is the increased number of equipment that have wireless communications in each apartment and the enhanced probability of electromagnetic interference appearance.

These recent courses bring forth an increased importance of electromagnetic shielding. The major accomplishment of the author's researches therefore was the research contract with the National Board for Scientific Research in Higher Education - CNCSIS (CNCSIS, 2006). At the beginning of the research, the goal was to comparatively analyse certain methods used for hierarchising the materials from the point of view of their capability of shielding the electromagnetic field. The classical method for the analytical calculation of the shielding efficiency, the method of measurement by TEM cells as an application of the impedances method (Schelkunoff) and the method of the insertion attenuation were studied and analysed. We suggested an original template for assessing the transmission line shielding efficiency based on Schelkunoff's works.

In order to check up the data obtained by the simulation in SPICE and SIMULINK we chose to use a wave guide measurement system with a microwave generator made by means of a Gunn diode, LABVOLT. The system is electromagnetically closed, thus eliminating the influence of the disturbing electromagnetic fields upon the measuring process. The material samples that undergo measurement are laid out in the rectangular wave guide where the microwave field is generated.

Within the experimental measurement process we used samples belonging to the following categories and types of materials :

1. conducting materials (aluminium, copper, brass) ;
2. insulating materials specific to the electronic technology field ;
3. FT-, GR-, FE- and TN-type nanomaterials (created by ICPE CA Bucharest).

Another kind of measurements were carried out by using a system of antennas belonging to ICPE CA Bucharest at the 1GHz frequency. For a material made by nano-technologies (FE300) we simulated the shielding efficiency by parameters determined by calculation and on the simulation graph we overlapped the experimental results obtained by means of the wave guide system and the antenna system. In the end there was a good compliance between the graph simulated by the suggested template and the measured data.

Some other tests took place in the TEM (Transversal ElectroMagnetic) cell. The TEM cell used was a TESCOM one. The TEM TC-5010B mini-cell may be used with an external signal generator, on the DC – 1GHz frequency range. Unlike the wave guide measurements made by using the LABVOLT system or the antenna ones, these measurements can take place on a whole range of frequencies, not only on a certain frequency.

An approach in this field is focused on the construction materials. The author's preoccupations in the reduction of the radon concentration in the air and electromagnetic shielding led to an original idea: the determination of the shielding effect of the nanomaterials with conductive insertions upon the ionising radiation. The materials made at ICPE CA Bucharest were also tested in terms of their behaviour at the decrease of radon penetration.

In 2007 there was a workshop with the outcomes of the research, organised at the Braşov 'Transilvania' University, and in 2008 there was another workshop with an ample attendance, in Predeal, within the International Symposium for Design and Technology of Electronic Packages - 2008 (www.siiime.ro). Several papers were presented at this workshop and the results were debated upon with guests from all the university centres and ICPE CA Bucharest.

The most important published papers are : (Aciu, Ogruţan *et al.*, 2010), (Aciu and Ogruţan, 2012), (Ogrutan, Aciu *et al.*, 2007), (Romanca, Ogrutan *et al.*, 2008) si (Badic, Aciu *et al.*, 2008).

Chapter 4. Accomplishments in the orientation of the didactic activity towards environmental protection

In the didactic activity, the goals were to share the know-how and to shape skills in the field of electronic engineering, telecommunications and information technology by considering environmental and human protection. In 2004, the Faculty of Electrical Engineering & Computer Science put into practice a PBL (Project Based Learning) initiative, starting with the Applied Electronics study programme (where the author is its coordinator) and continuing with the Computers and Telecommunications study programmes, with an aim to stimulate the students' creativity and to enhance their degree of involvement in the school activity. A combination between the classic approach and PBL was applied at the Electromagnetic Compatibility and Interfacing school subjects. Combined approach meant that the course and laboratory activities are traditional and that an elective PBL activity was introduced under the form of a mini-project.

The first initiative had a huge success. At the Electromagnetic Compatibility school subject one suggested elective activities and laboratory works, whose goal was to increase the school activity attractiveness and the students' involvement in environmental protection actions. In order to enhance the school subject attractiveness, each year one undergoes laboratory works on the field, when one measures the electrical field values at the 50 Hz frequencies underneath the high voltage lines and at the frequencies allotted to mobile telephony in the proximity of the GSM antenna groups. These outings are very much appreciated by students and the preoccupations linked to the protection against the electromagnetic radiations brought in many ideas for the mini-project. The initiative of tackling with the radiations influence on health by organising a course session, laboratory sessions on the field and the activity for the mini-project was generalised and applied every year.

The second initiative tackled with energy savings and energetic efficiency, which are vital to the human kind. The initiative aiming at getting the students familiar with the environmental problems created by the lighting systems was the departing point for certain laboratory works. Within the activities with the students one briefly describes the current lighting solutions and the features envisaged are the energetic efficiency, the operating duration, the electromagnetic

disturbances generated and the dumping risks. The laboratory work outlines the disturbances generated during operating and upon turning on. One suggests the utilisation of a system with microcontroller for the switching on control at the maximum alternation, in order to enable the measurements repeatability and the determination of the maximum level of disturbances. The school activity laid a special stress on discussions with the students and on their individual work, their interest being aroused by the new regulations linked to the energetic efficiency of lighting, adopted in Romania, as well. The students received individual work tasks based on the Project Based Learning concept. At the end of the activity, the students used a rack for testing the disturbances generated by the various types of light bulbs, in order to supplement their knowledge with the engineering elements required by the school subject taught. After the first school year of application one noticed an increase of the students' interest in the school activity, concurrently with the sensitisation towards the environmental problems.

The third initiative was linked to the way of calculating the efficiency of electromagnetic shielding. The simulation of the phenomena, of the circuits and the graphic representation of the results of certain mathematical relations enhances the attractiveness of the school activity. The teaching of the EMC (ElectroMagnetic Compatibility) school subject was thought as to provide the students with practical knowledge of EMC and to reduce the mathematical part as much as possible. This initiative suggested a new manner of teaching the shielding calculation based on simulations. In the school year 2012-2013, the shielding calculation was taught both by analytical calculation and by simulation and the test at the end of the laboratory consisted in solving a problem linked to the calculation of a screen. The students from the Electrotechnics specialisation were asked to solve the problem by analytical calculations and the Applied Electronics students by simulation. The efficiency of the teaching manner is analysed from the standpoint of the students' answers to a questionnaire and of their results at the laboratory test.

The fourth initiative deals with the relationship of the personal computers with the environment, which becomes increasingly important because of the larger number of computers made and of the rapid technological innovation, which shortens the lifetime of a computer. The negative influence of computers upon the environment is seen in the energy consumed for their manufacture and during operating, as well as upon dumping the obsolete computers. The discussions with the students aimed at two methods of mitigating the negative impact of the computers transformation into waste : the former one is to make the users increase the period of utilisation or to reuse the obsolete computers, and the latter one is to use new environmentally friendly materials for manufacturing computers. As a result of the discussions with the students, one identified a few important issues for the relationship between the computer and the environment, which were talked about in detail and constituted the departing point for certain projects. At the beginning of the activity and in the end, the students were asked to take part in an anonymous opinion poll, whose results were analysed.

The most important success of the method applied at the Faculty of Electrical Engineering & Computer Science consists in the outstanding results of the students, who by this method learnt useful things and continued the topic of the mini-project for their graduation thesis. Thus, students M. Scutaru and R. Toev succeeded in publishing, as first authors, a paper much appreciated at the 2008 SIITME (Toev, Scutaru *et al.*, 2008) and at the 2010 ISI OPTIM- rated International Conference (Aciu, Ogruțan *et al.*, 2010). The SIITME paper was granted the Excellent Poster award.

The most important papers published are (Ogruțan, Aciu *et al.*, 2010), (Aciu, Cazan *et al.*, 2015) and (Ogruțan, Sandu *et al.*, 2016).

B. Realizări științifice și profesionale și planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

Ca și subiect al acestei teze de abilitare am ales descrierea sumară a aplicațiilor realizate în peste 30 de ani de muncă în activitatea de cercetare și didactică care au avut ca scop protecția vieții sau a mediului. Protecția omului și a mediului sunt idei generoase care merită să călăuzească activitatea unui cercetător și să fie transmise mai departe studenților de un cadru didactic.

Cele mai importante aplicații realizate care au ca și scop protecția omului sau a mediului și care sunt prezentate în această teză sunt:

1. Un sistem de măsurare a concentrației de Radon în aer care conține un dispozitiv de măsurare, transmisia de date și centralizarea acestora, prezentat în capitolul 1;
2. Dispozitive de protecție la scurtcircuit, supratensiune, supracurent și scurgerea curentului la împământare, transmiterea datelor și centralizarea acestora, prezentate în capitolul 2;
3. Analiza eficacității ecranării electromagnetice pentru materiale, în scopul reducerii interferențelor și a efectului asupra oamenilor, prezentată în capitolul 3;
4. Inițiative educaționale pentru a promova în rândul studenților cunoașterea problemelor de mediu și protecția acestuia, prezentate în capitolul 4.

Capitolul 1. Aplicații pentru măsurarea concentrației de Radon și transmisia datelor

La nivel mondial, radonul este unul dintre cei mai importanți factori carcinogeni. Impactul carcinogen al radonului este dovedit atât de studiile efectuate cu muncitori mineri, cât și de studiile privind expunerea la radonul rezidențial. În ultimii 25 de ani au fost efectuate 22 de studii majore privind impactul radonului în apariția cancerului pulmonar, concluzia principală fiind că riscul de a dezvolta cancer pulmonar datorat radonului crește cu 16 % pe 100 Bq/m³ (Darby, Hill et al., 2006). Din aceste motive, radonul este considerat principalul factor, după fumat, responsabil în apariția cancerului pulmonar (IARC, 1988). Studiile indică faptul că în Europa între 8 și 15 % din totalul cazurilor de cancer pulmonar pot fi atribuite radonului din locuințe, aspect care îl transformă în principalul factor de mediu care cauzează cancerul pulmonar (George, 2015). Există și ipoteze conform cărora variațiile concentrației de Radon în aer sunt legate de cutremure, cum este de exemplu ipoteza lansată de Briestenský (Briestenský, Thinová et al, 2015).

Pentru a realiza o monitorizare eficientă și în timp real a concentrației de Radon pe o arie geografică întinsă a fost dezvoltat un dispozitiv de măsurare care poate transmite datele măsurate și coordonatele punctului de măsurare în timp real la un server printr-o transmisie fără fir. Schema bloc a sistemului este dată în figura 1.1:

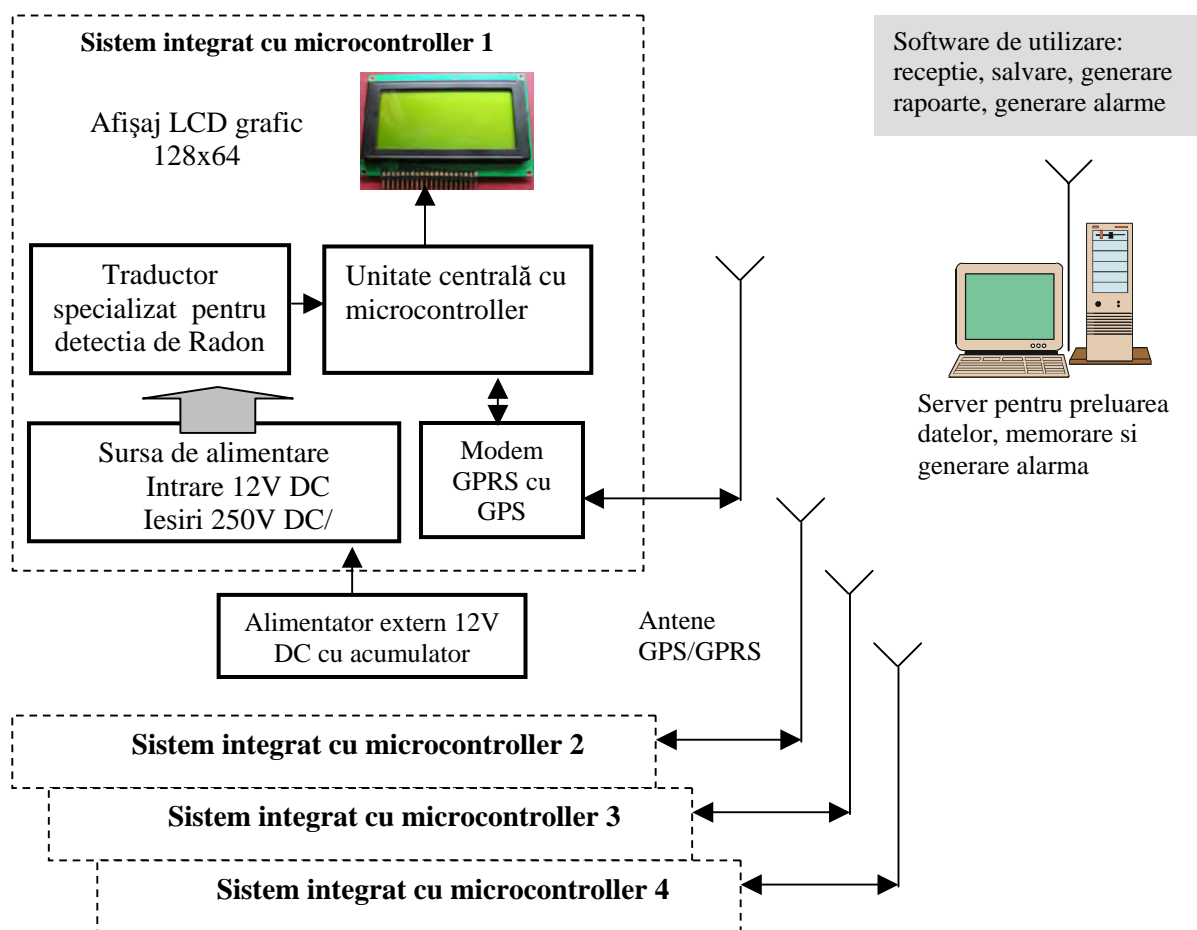


Figura 1.1. Schema bloc a sistemului de măsurare a concentrației de Radon

Dispozitivul de măsurare are dimensiuni reduse iar incertitudinea de măsurare este conform cerințelor internaționale. A fost realizat și testat un modul cu microcontroller care preia semnalele analogice de la traductor și prin intermediul unui modul wireless le transmite la un server. Un program software recepționează date de la mai multe dispozitive de măsură, le salvează într-o bază de date, permite realizarea de statistici și grafice iar la depășirea unei valori limită maximă a concentrației de Radon generează o alarmă. Baza de date conține atât valorile măsurate cât și coordonatele geografice ale punctului de măsurare iar alarma va conține atât concentrația cât și poziția geografică a punctului în care a apărut depășirea.

Principalele caracteristici constructive ale aparatului sunt:

1. S-a optat pentru utilizarea unui microcontroller ATMEL, cu performanțe suficiente pentru această aplicație și cu un preț scăzut. Un alt aspect important avut în vedere a fost că microcontrollerele din familia ATMEL AVR sunt mai răspândite la noi în țară și în ipoteza unei producții de serie problema aprovizionării este mai ușoară. Dispozitivul conține un afișaj grafic local pe care se poate afișa concentrația de Radon în aer și se poate face un grafic sumar.

2. Pentru o mai mare flexibilitate structura aparatului este modulară. Aceasta înseamnă că în varianta construită include un modem GSM-GPRS dar microcontrollerul permite (are interfața hardware și software) să se conecteze un modem de linie telefonică în exterior. De asemenea

circuitul analogic permite lucrul cu camera de detecție din interior dar permite și cuplarea unei camere de ionizare în exterior.

3.Sistemul de transmisie a fost conceput astfel încât mai multe dispozitive de măsurare să fie conectate la un server de date care achiziționează date și le centralizează. Programul software avertizează dacă concentrația de Radon depășește o anumită limită. Realizări similare sunt cele descrise în (Yamamoto, Yamasoto et al, 1998) și (Roca, Boiano et al, 2004).

4.Portabilitatea aparatului este asigurată de faptul că alimentarea se face cu un acumulator de 12V. Acumulatorul poate fi încărcat de la rețea.

5.Pentru ca datele să fie comunicate în momente de timp precise s-a adăugat un modul de recepție GPS care interpretează datele referitoare la timp din semnalul GPS.

6.Au fost implementate două metode de măsurare:

- o prin integrare
- o prin numărarea impulsurilor

1.1.Măsurarea electronică a concentrației de Radon în aer

Ca și traductoare sensibile la radiații se utilizează în principal camere de ionizare și camere de detecție. O cameră de ionizare cu o structură originală a fost brevetată (Purghel, Morariu et al, 2012). Camera de ionizare este alcătuită din incinta camerei care este un cilindru metalic prevăzut la un capăt cu orificii de intrare și ieșire a aerului și un dispozitiv de reglare și etalonare a camerei. Camera cuprinde dispozitive electroizolante de fixare pentru electrozi tip grilă disc conectați la bornele de alimentare cu tensiune continuă de valoare mare. Prin centrul incintei este montată o conductă cilindrică prin care este introdus aerul în cameră, pompat cu o pompă volumetrică. Aerul trece printre grilele disc între care se formează un câmp electric ce produce ionizarea în spațiul dintre grile. Distanța dintre grile se alege convenabil în concordanță cu energia particulei ionizate.

Printr-o etalonare corectă care trebuie să ia în calcul volumul de aer pe care îl prelevează pompa, distanța între grile și diferența de potențial dintre ele, se obține o selectivitate mare a camerei. După ce aerul parcurge traseul din interiorul camerei este evacuat prin orificiile din partea superioară. Semnalul cules de camera de ionizare este sub formă de impulsuri de descărcare prin ionizare și este preluat de un etaj analogic, apoi de microcontroller care afișează rezultatele.

O primă metodă de măsurare s-a bazat pe principiul integrării. Modelul măsurării prin integrare realizat în Simulink este dat în figura 1.2.

Un generator de impulsuri simulează apariția unei particule radioactive cu frecvența de o paticulă/ 10ms, amplitudinea de 10^{-7} A și durata 0,01% din perioadă, adică $10\mu s$. Zgomotul este simulat printr-un generator de numere aleatoare, amplitudinea zgomotului fiind de 10^{-8} A.

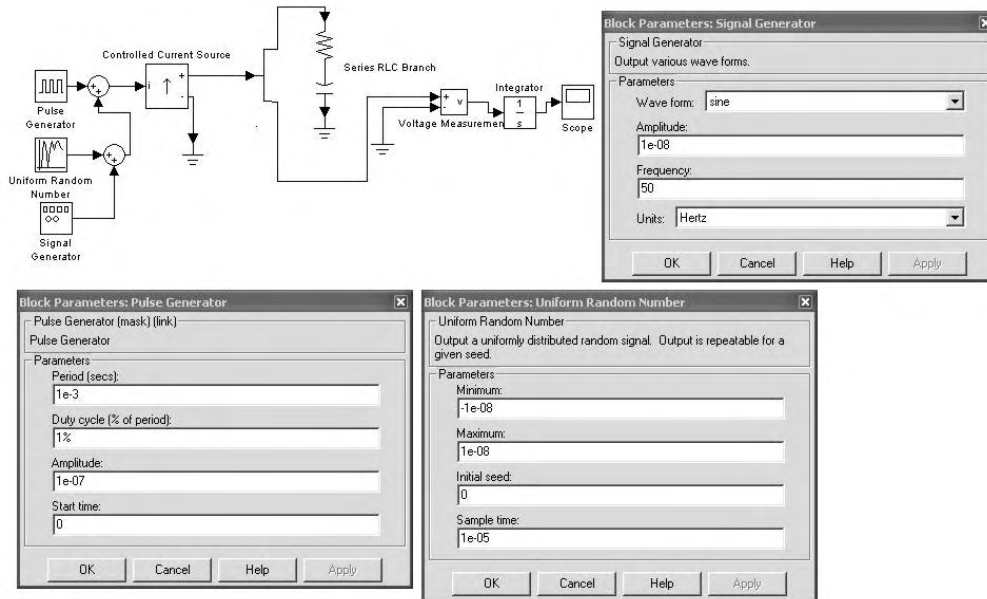


Figura 1.2. Simularea măsurării prin integrare

În figura 1.3 sunt prezentate diagramele de timp ale ieșirii în ipoteza preluării datelor înainte de integrare. În stânga se văd impulsurile de durată mică ($10\mu\text{s}$) amestecate cu zgomotul de amplitudine $1/10$ din semnalul util. În dreapta scara de timp este extinsă.

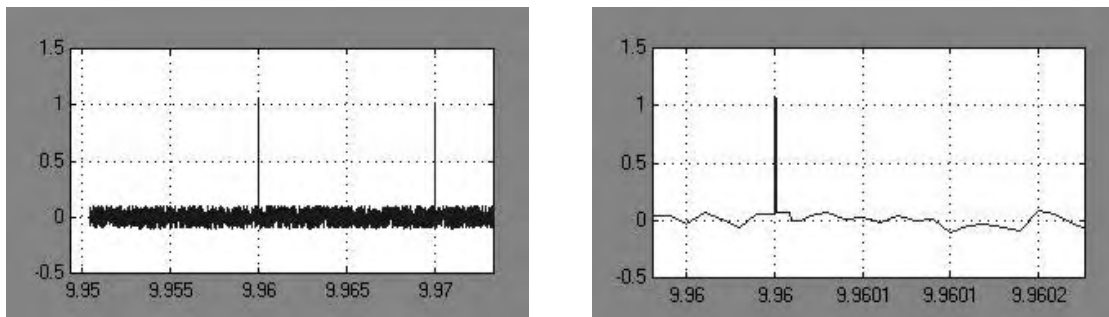
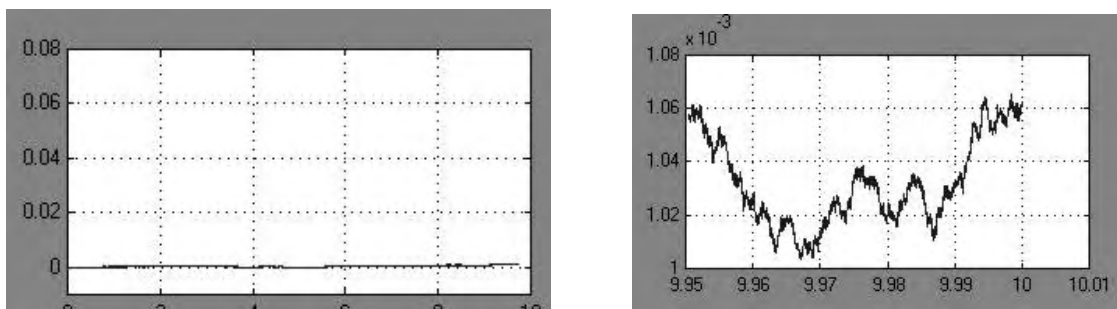


Figura 1.3. Impulsuri și zgomot înainte de integrare

În figura 1.4 sunt prezentate rezultatele după integrare (perioada 10ms, durata impulsului $10\mu\text{s}$). Valoarea finală a tensiunii este $1,06 \cdot 10^{-3}$, cu o eroare de 6% introdusă de zgomot. În stânga este prezentat tot intervalul de timp de integrare iar în dreapta intervalul de timp final.

Figura 1.4. Tensiunea după integrator (perioada 10ms, durata impulsului $10\mu\text{s}$)

În figura 1.5. sunt prezentate diagrame de timp ca și cele din figura 1.4. dar cu o perioadă de 10 ori mai mică (o particulă/1ms, deci perioada 1ms și aceeași durată a impulsului). Se poate observa forma în timp a tensiunii pe integrator care este mai apropiată de cea ideală. Eroarea scade la 1%.

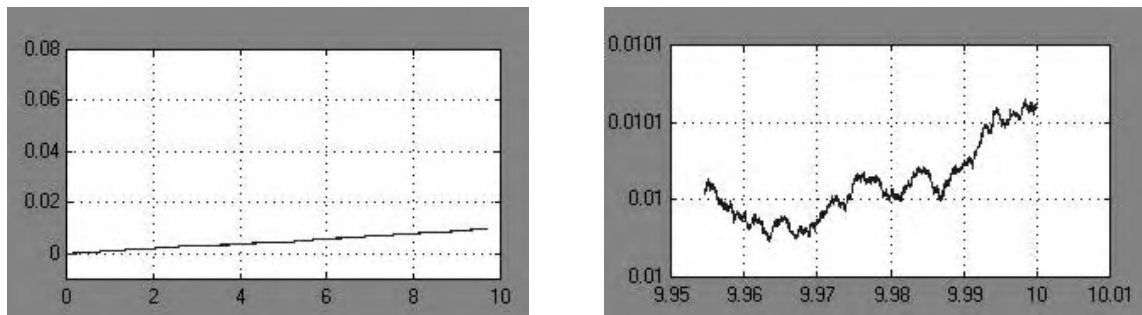


Figura 1.5. Tensiunea după integrator (perioada 1ms, durata impulsului 10 μ s)

Ultimul exemplu este prezentat în figura 1.6. în cazul a 10 particule/ms, adică o perioadă de 0,1ms și aceeași durată a impulsului, eroarea fiind în acest caz de 0,1%.

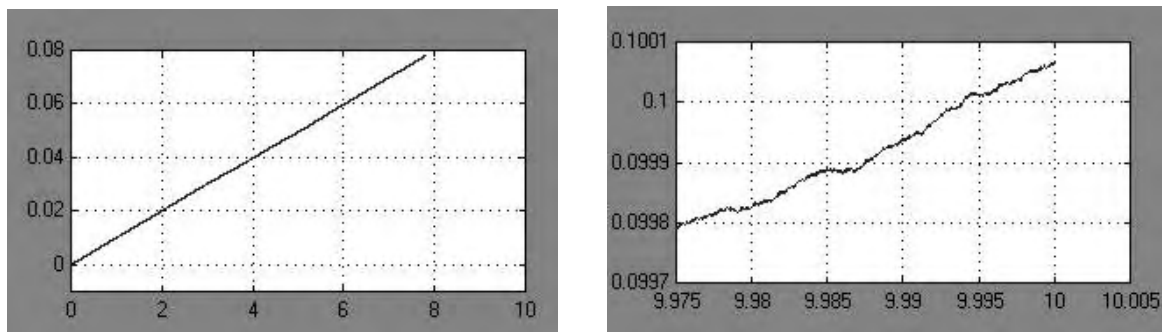


Figura 1.6. Tensiunea după integrator (perioada 0,1ms, durata impulsului 10 μ s)

În cazul unei concentrații și mai mici de gaz, adică o particulă la 100ms eroarea este deja de 60%, inadmisibil de mare. Eroarea este cu atât mai mare cu cât frecvența impulsurilor este mai mică (mai puține particule în timp). De asemenea incertitudinea este cu atât mai mare cu cât durata și amplitudinea impulsurilor sunt mai mici (evident incertitudinea depinde de energia impulsurilor).

Pentru a constata cum se manifestă influența tensiunii rețelei la intrare se însușează un semnal sinusoidal cu frecvența de 50Hz și amplitudinea de 10% din cea a semnalului util. Semnalul este figurat fără integrare și cu integrare în figura 1.7.:

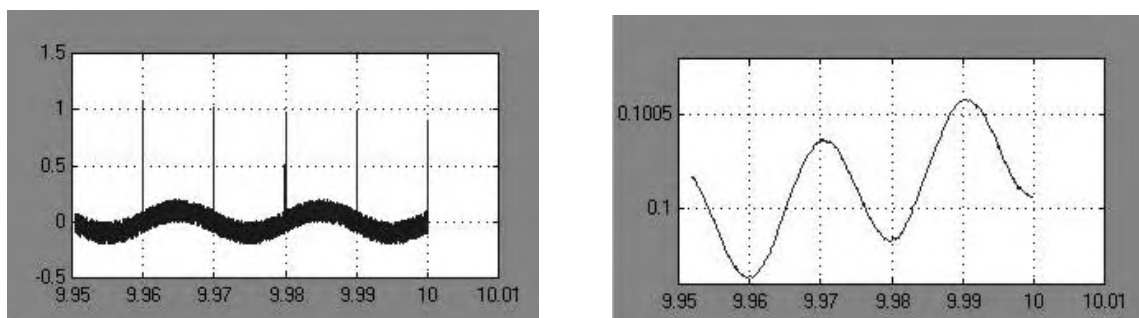


Figura 1.7. Tensiunea înainte de integrator (stânga) și după integrator (dreapta)

Comparând semnalele cu cele din figura 1.6 (perioada 0,1ms, durata impulsului 10 μ s) se observă că tensiunea la sfârșitul perioadei de integrare are aceeași valoare și că adăugarea semnalului perturbator sinusoidal nu deteriorează rezultatul măsurării. Dacă perioada de integrare este aleasă ca multiplu al perioadei semnalului perturbator periodic se constată respingerea acestei perturbații. Dacă s-ar fi măsurat tensiunea pe integrator la momentul 9,99s atunci valoarea ar fi fost 0,1006 și eroarea ar fi fost de 0,6%, mai mare de 6 ori decât în lipsa acestei perturbații.

Prin rularea câtorva teste de achiziție s-a constatat o instabilitate a valorilor de la ieșirea convertorului analog/digital din componența microcontrollerului care influențează negativ precizia măsurărilor. Metoda statică de testare a constatat din măsurări succesive a semnalului furnizat de convertor cu intrarea lui analogică conectată la masă și trimiterea datelor la calculator pentru analiză. Interfațarea cu calculatorul s-a realizat prin standardul serial RS232, datele fiind primite de un program specializat de citire a portului serial. S-au urmărit eșantioanele obținute și s-a detectat o influență puternică din partea conexiunii seriale. Peste semnalul util care ar trebui să fie constant și egal cu valoarea zero se suprapune un zgomot aleator. Se pot observa și deviații de la valoarea de nul de mărimea a 7 LSB ceea ce este echivalent unei variații de 7x4,88mV adică 34,16mV aceasta fiind inacceptabilă în cazul măsurării Radonului. Prin urmare este nevoie de filtrarea semnalului analogic sau medierea digitală.

Analiza semnalului analogic furnizat de senzor arată că zgomotul apărut la intrarea convertorului poate fi micșorat prin ecranarea traseului de intrare. Se constată că mărimea și frecvența impulsurilor nedorite este mult redusă. Așezarea în imediata vecinătate a traductorului cu integratorul și cu microcontrollerul este esențială în acest tip de aplicație.

Ca și filtrări software, cea mai simplă este filtrarea prin mediere care constă în eșantionarea semnalului cu o frecvență mărită și calcularea eșantionului curent prin medierea mai multor eșantioane preluate timp de o milisecundă.

$$y_j = (x_{j*N+1} + x_{j*N+2} + x_{j*N+3} + \dots + x_{j*N+N}) / N \quad (1.1)$$

Unde :

N – numărul eșantioanelor luate timp de 10 milisecunde

Y – semnalul de ieșire din filtrul de mediere

X – semnal de intrare în filtru

Semnalul de ieșire este calculat din N eșantioane luate anterior, prin efectuarea unei medieri aritmetice asupra lor. La valori mari ale N algoritmul necesită putere mare de procesare. De exemplu pentru valoarea N=50 rezultatele sunt prezentate în figura de mai jos, rata erorilor fiind mult redusă, doar 4-5 eșantioane eronate. Sigur această performanță poate fi atinsă doar la folosirea la maxim a resurselor sistemului de procesare, lucru care este inacceptabil în majoritatea aplicațiilor, sistemul având și alte taskuri de executat în paralel. Graficul din figura 1.8. reprezintă erorile în cazul a 10000 de eșantioane și figura 1.9. erorile după medierea software.

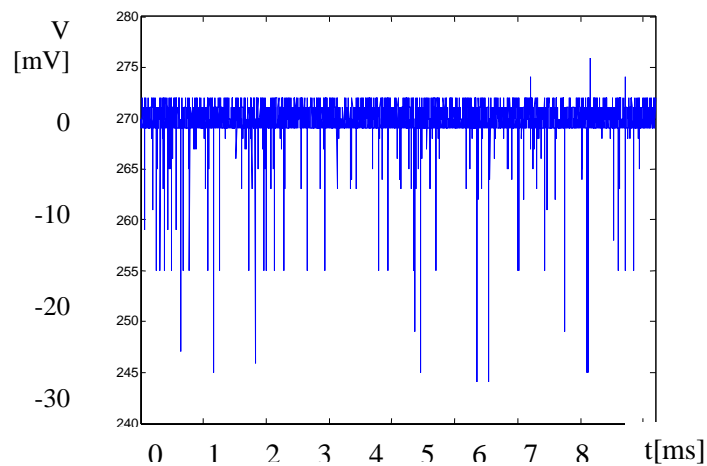


Figura 1.8. Valorile eșantionate pentru o tensiune continuă constantă la intrare (8000 de eșantioane)

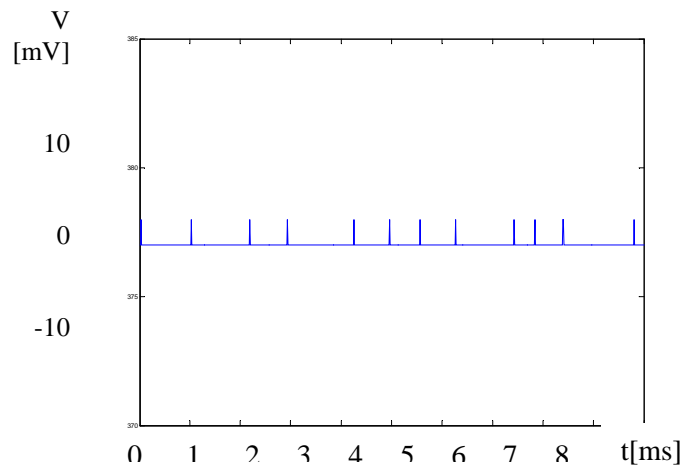


Figura 1.9. Valorile obținute după medierea software pentru o tensiune continuă constantă la intrare (8000 de eșantioane)

Pentru aplicații diferite se pot lua în considerare metode diferite de eliminare a zgomotului. De exemplu la achiziția semnalelor de la traductoare de Radon prin metoda integrării se pot face medieri software pentru că achiziția se face doar la sfârșitul perioadei de integrare. Se poate spune că principiul de măsurare prin integrare este superior din punctul de vedere antiperturbativ și prin faptul că permite o achiziție lentă și prin urmare microcontrollerul are timp să efectueze operația de mediere.

Un avantaj din punctul de vedere al zgomotului introdus de măsurătoare este ca traductorul să fie în apropierea sistemului de măsură. În cazul aparatului propus apropierea este realizată pentru camera de detecție care este montată în interiorul carcasei. Camera de ionizare fiind de mari dimensiuni este montată în exterior și semnalul este preluat cu cabluri ecranate. Este posibil ca să fie nevoie să se monteze partea analogică direct pe camera de ionizare.

O altă variantă de măsurare implică numărarea particulelor care sunt deviate spre elementul de detecție semiconductor. Semnalul generat de senzor la contactul unei particule ionizate este mic,

așa încât este nevoie de o amplificare importantă. De asemenea zgomotele electromagnetice din mediu pot afecta numărarea.

Schema bloc a sistemului de măsurare cu microcontroller este dată în figura 1.10.

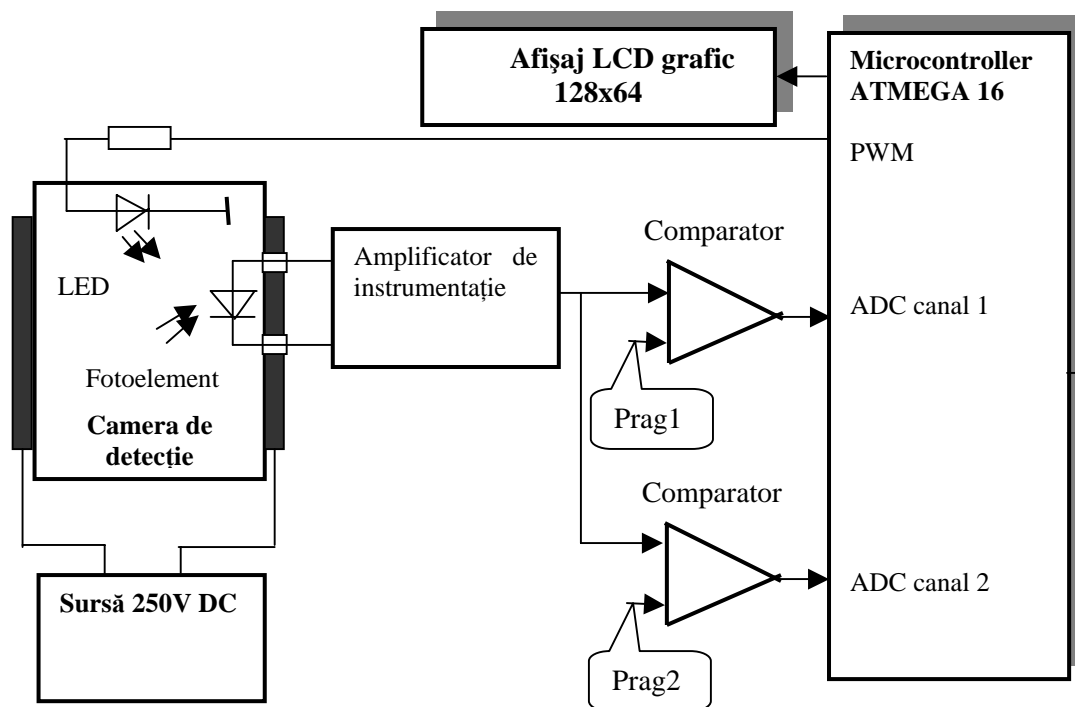


Figura 1.10. Schema bloc a sistemului de măsurare prin numărarea impulsurilor

Camera de detecție (de captură electrostatică) conține un fotoelement într-o incintă în care poate intra aerul. Incinta se află într-un câmp electric de valoare mare obținut prin aplicarea unei tensiuni de 250V DC. Particulele ionizate prin ciocnire incidente pe fotoelement dau naștere unui curent mic, amplificat de un amplificator de instrumentație. Nivelul semnalului de ieșire va fi mai mare decât cel al zgomotului și un circuit comparator 1 detectează depășirea pragului. Semnalul de ieșire este preluat de microcontroller pe o intrare analogică a unui convertor analog digital sau pe o intrare digitală de întreruperi externe. Etajul de intrare poate fi folosit și în cazul utilizării camerei de ionizare.

Durata și amplitudinea unui impuls de curent depind de energia particulelor incidente pe fotoelement. Amplitudinea este mărită de amplificatorul de instrumentație dar durata rămâne mică. La microcontrolerile uzuale rata de eșantionare este destul de mică- 10ks/s la ATMEL ATMEGA16, sau 100ks/s la Fujitsu, de aceea există riscul ca un impuls să nu fie detectat de către microcontroller. Pentru a putea realiza un aparat de măsurare portabil cu cost redus trebuie utilizat un microcontroller ieftin, de aceea se impune prelungirea lățimii impulsurilor cu circuite RC de diferențiere.

A fost implementat un mod de verificare a calibrării care constă dintr-un LED aflat în incinta de măsurare (în interiorul traductorului) comandat de la un canal PWM al microcontrollerului. Autocalibrarea este efectuată la fiecare pornire a aparatului sau la cerea utilizatorului.

Variația parametrilor mediului în care se realizează măsurarea precum și variațiile parametrilor componentelor electronice face ca măsurarea să fie afectată de erori și funcționarea aparatului să fie perturbată. Mediul electromagnetic agresiv este una dintre principalele cauze posibile. Comparatorul 2 compară impulsul de ieșire cu un prag mai mare care nu poate fi atins la

detectarea unei particule ionizate și se consideră că poate proveni doar de la o perturbație electromagnetică sau de la o eroare a sistemului de măsură. Pe parcursul măsurării dacă se detectează un impuls dat de comparatorul 2 se abandonează măsurătoarea prin afișarea unui mesaj de eroare.

Schema de simulare în SIMULINK a măsurării este dată în figura 1.11:

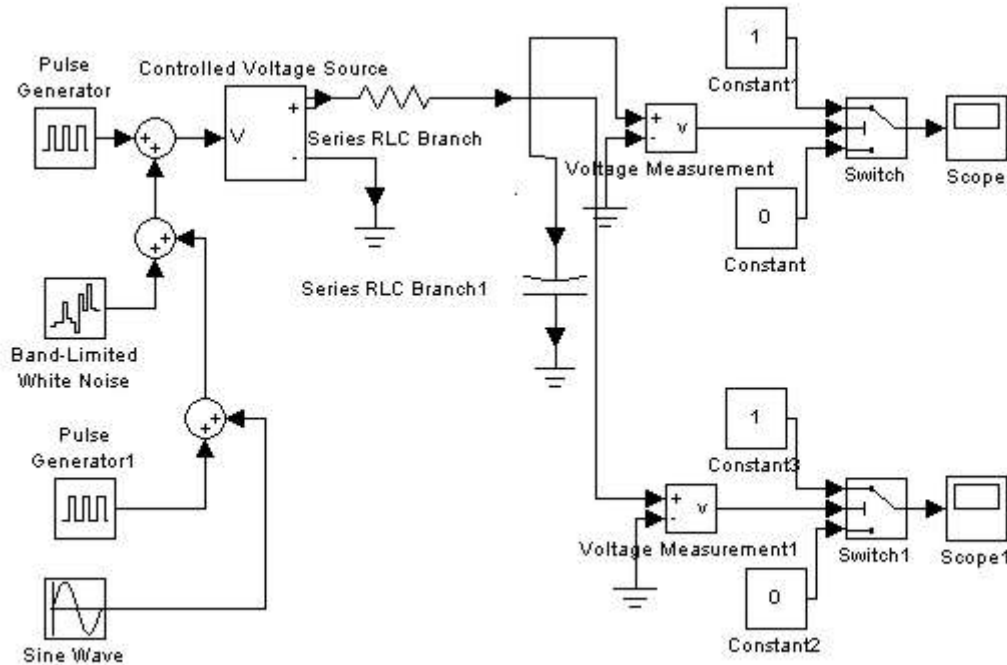


Figura 1.11. Schema de simulare a măsurării prin numărarea impulsurilor

Ca și la măsurarea prin integrare, cea prin numărarea impulsurilor este de regulă perturbată și pe lângă sursele de impulsuri utile se adaugă o sursă de zgomot aleator care simulează zgomotul intern al fotoelementului și o sursă sinusoidală care simulează perturbația de 50Hz care provine de la rețeaua industrială de curent alternativ. Un generator de impulsuri simulează impulsurile de amplitudine mică care provin de la o descărcare iar un generator de impulsuri simulează impulsurile de amplitudine mare generate la calibrare prin aprinderea LED-ului. Semnalul de intrare arată ca în figura 1.12 sus.

Circuitele de diferențiere măresc durata impulsului iar circuitele de prag selectează impulsurile după amplitudine. Impulsurile de ieșire din comparatorul 1 și 2 sunt date în figura 1.12 jos stânga respectiv dreapta:

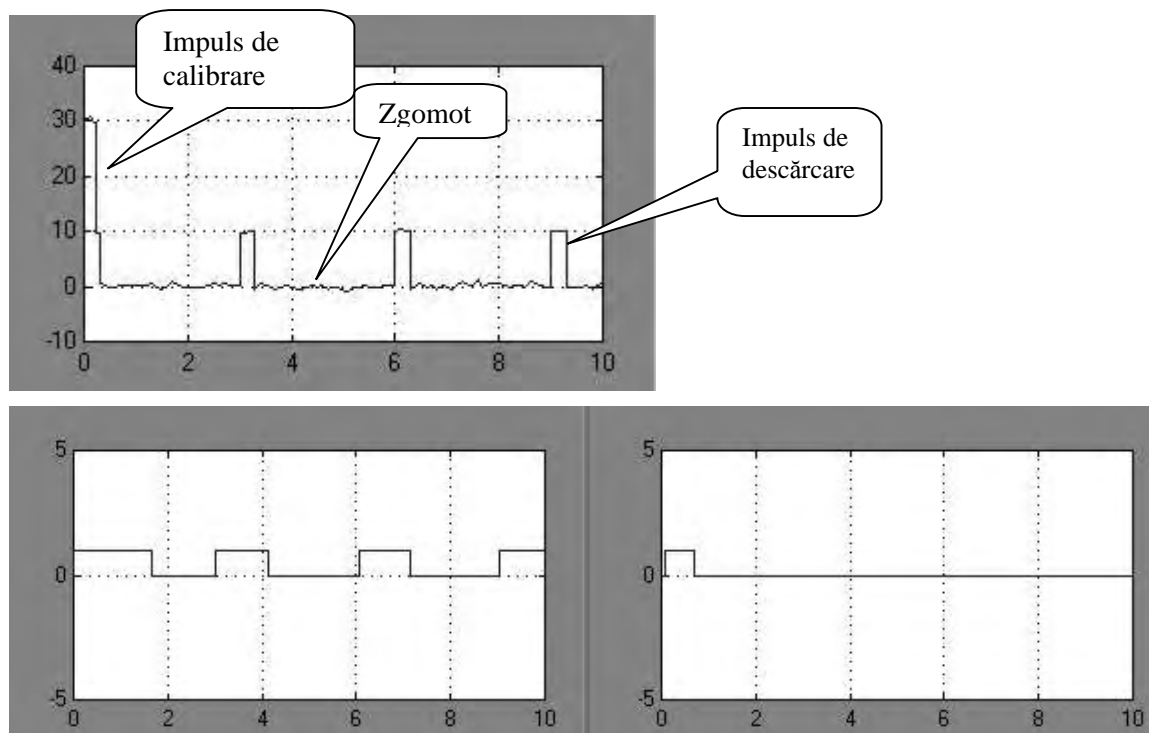


Figura 1.12. Impulsuri de intrare (sus) și ieșire (jos), de la comparatorul 1 stânga și comparatorul 2 dreapta

Se poate observa că la ieșirea comparatorului 1 apar impulsurile de descărcare și cel de calibrare iar la ieșirea comparatorului 2 apare doar impulsul de calibrare.

O atenție deosebită trebuie acordată etajului de intrare care are sarcina de a amplifica semnale mici în prezența perturbațiilor electromagnetice. Circuitul de amplificare este așezat în apropierea camerei de detecție / camerei de ionizare. La intrare circuitul are un amplificator operațional de instrumentație AD712. Amplificatorul de instrumentație este urmat de două etaje construite cu amplificatorul operațional cvadruplu LM324 care asigură semnalul necesar pentru ca ieșirea etajului să poată fi conectată la intrarea digitală a microcontrollerului.

Etajul de amplificare cu LM324 a fost construit pe baza principiului simulat și este un etaj neliniar format din ramura superioară care dă la ieșire un număr de impulsuri proporțional cu amplitudinea semnalului și ramura inferioară care dă impulsuri doar dacă amplitudinea semnalului este mai mare decât o valoare de prag. Valoarea de prag poate fi astfel aleasă încât amplificatorul să semnalizeze cu un impuls dat de ramura inferioară o eroare, adică apariția unui impuls cu o valoare energetică anormal de mare care nu poate proveni dintr-o descărcare ci datorită interferenței electromagnetice.

1.2 Unitatea de prelucrare cu microcontroller

Unitatea centrală cu microcontroller este o unitate cu structură clasică, în care, în afară de microcontroller sunt prevăzute generatorul de tact, circuitul de RESET și circuitul de modificare de nivel MAX232 pentru interfața serială RS232 la care se vor conecta modulele GPRS, GPS și modemul de linie telefonică. Pe placă este prevăzută un conector pentru programarea microcontrollerului ISP (In System Programming) și condensatori pentru atenuarea variațiilor tensiunii de alimentare.

Implementarea interfeței sistem- utilizator s-a realizat cu un afișaj grafic cu cristale lichide suficient de mare pentru vizualizarea în mod grafic și în mod text a meniurilor de lucru și a rezultatelor. Pentru implementare s-a ales modulul DEM128064ASYH-LY care dispune de 128 coloane și 64 de linii și un număr de 8192 pixeli, suficienți pentru aplicația curentă. Elementul principal al modulului îl reprezintă panoul cu cristale lichide de dimensiunea 128x64 puncte, acesta fiind controlat de circuitele auxiliare (drivere) KS0107B care controlează liniile, și KS0108B care controlează coloanele. De asemenea modulul dispune de un convertor intern de tensiune pentru generarea unei tensiuni negative necesară funcționării afișajului.

Au fost construite două modele de unitate centrală, un model cu interfață pentru LCD (microcontroller în capsulă SMD) și unul fără (microcontroller în capsulă DIP). Al doilea model a fost construit pentru ca să se poată încerca partea software pentru fiecare tip de legătură de date: modem GPRS, modem de linie telefonică etc. și pentru a vedea diferențele între cele două tipuri de capsulă. Microcontrollerul ales are un singur port RS232 de aceea la acesta se poate conecta la un moment dat modulul de transmisie GPRS, modemul de linie telefonică sau modulul GPS. Ca variante de rezolvare a fost utilizată multiplicarea liniilor RS232 cu o metodă descrisă în bibliografie (Gerigan, Ogruțan et al, 2002).

Sursa de alimentare are rolul de a crea o tensiune continuă de 250V care formează câmpul electric în camera de detecție și în camera de ionizare. Circuitul integrat care stă la baza acestei aplicații este LM 3524, un generator de semnal PWM. Schema din figura 1.13 arată principiul unui convertor pentru ridicarea tensiunii de alimentare (Step Up) și formele de undă.

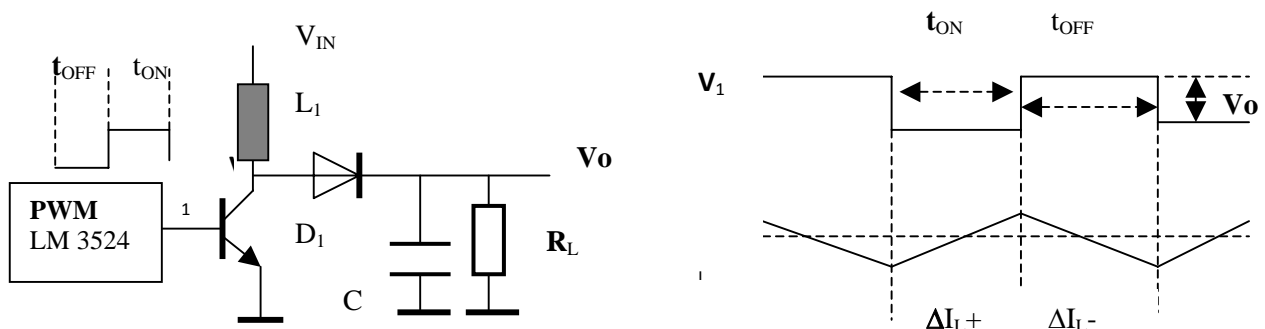


Figura 1.13. Convertor DC DC pentru ridicarea tensiunii de alimentare (Step Up)

Se pot scrie relațiile de funcționare:

$$\Delta I_L = \frac{V_L \cdot T}{L}, \quad (1.2)$$

$$\Delta I_{L+} \cong \frac{V_{IN} \cdot t_{ON}}{L_1} \quad (1.3)$$

deci

dacă se neglijează tensiunea de saturație a tranzistorului Q_1

$$\Delta I_{L-} \cong \frac{(V_0 - V_{IN}) \cdot t_{OFF}}{L_1} \quad (1.4)$$

la fel

dacă se neglijează tensiunea pe D_1

$$\Delta I_{L+} = \Delta I_{L-} \text{ deci } V_{IN} \cdot t_{ON} = V_O \cdot t_{OFF} - V_{IN} \cdot t_{OFF} \quad (1.5)$$

Ca urmare se obține relația care arată că se poate obține creșterea valorii tensiunii de ieșire în funcție de factorul de umplere:

$$V_O = V_{IN} \left(1 + \frac{t_{ON}}{t_{OFF}} \right) \quad (1.6)$$

Pentru o mărire a tensiunii de la 5V la 250V este nevoie ca factorul de umplere t_{ON}/t_{OFF} să fie 49. Pentru a asigura precizia și stabilitatea unui astfel de factor de umplere este nevoie de un circuit specializat, așa cum este LM3524.

Procedura de măsurare implementată software a fost realizată special pentru a asigura o mai mare imunitate la perturbațiile exterioare și este special concepută pentru a gestiona structura hardware de preluare a impulsurilor prin două canale descrisă anterior. Procedura de măsurare are mai multe etape.

Impulsurile au o durată și o amplitudine cunoscute pentru descărcarea unei particule de Radon. Microcontrollerul verifică impulsul primit ca durată și îl numără doar dacă durata lui este cea așteptată, între anumite limite, conform diagramei din figura 1.14:

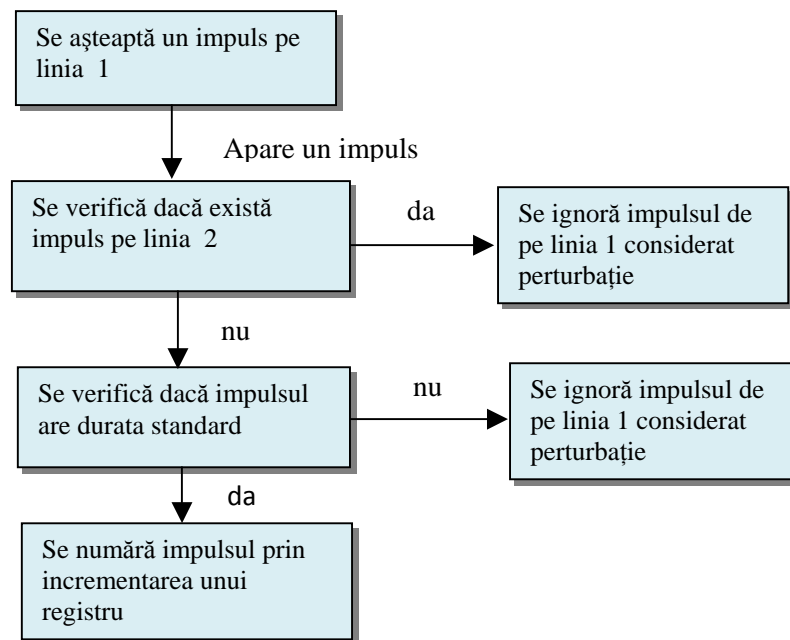


Figura 1.14. Procedura de numărare a impulsurilor

După fiecare incrementare registrul este salvat în EEPROM pentru ca o întrerupere a tensiunii de alimentare să nu afecteze rezultatul măsurătorii. Dacă microcontrollerul are putere de calcul mai redusă salvarea se face doar la sfârșitul unei ore.

Procedura de totalizare și afișare este dată în figura 1.15, stânga. Unitatea de timp după care se totalizează impulsurile este o oră, timpul fiind generat de microcontroller sau este citit prin sistemul GPS. După o oră concentrația de Radon obținută prin mediere cu valoarea măsurată anterior este afișată și transmisă la distanță.

Procedura de atenționare, figura 1.15 dreapta este implementată pentru a trimite mesaje de avertizare dacă concentrația de Radon în aer depășește repetat valorile anterioare. Se programează în microcontroller numărul N1 de citiri din care se face media de referință (o medie

a concentrației de Radon pe $N1$ ore), numărul $N2$ de citiri care depășesc media de referință și D procentul de depășire pentru care se emite avertizarea. $N1$, $N2$ și D se stabilesc experimental

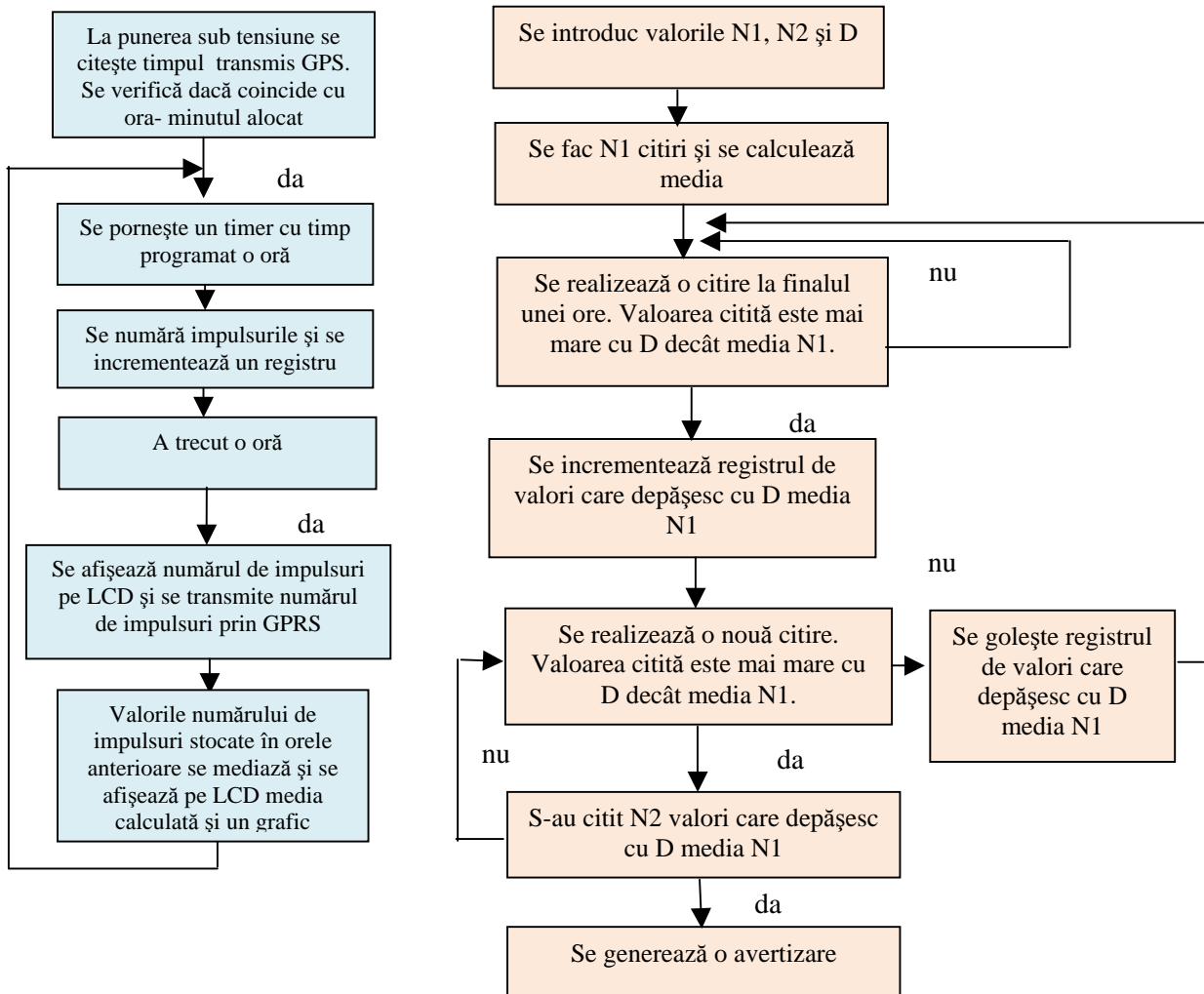


Figura 1.15. Proceduri de calcul

Pentru transmisia datelor pe o întindere geografică de mari dimensiuni, cea mai bună metodă din punctul de vedere al flexibilității și costurilor este metoda transmisiei prin telefonie GSM. Modulul GPRS utilizat a fost prima dată de tip GM862-GPRS, apoi modelul EZ10 construite de TELIT.

Standardul GPRS (General Packet Radio Services) permite o conexiune directă între modemul GPRS și Internet prin pachete de date UDP sau TCP-IP. Viteza maximă de transfer poate fi de maximum 171,2kbps. La activarea conexiunii GPRS trebuie specificați parametrii rețelei. Se poate stabili o legătură de date între un modem și un server de date care are și o conexiune Internet. Modulul GM-862 este un modul în standard EASY GPRS care administrează intern stiva TCP-IP și ușurează astfel implementarea aplicației.

Conectarea cu o aplicație aflată pe un server se realizează astfel:

- o Cu o comandă AT se setează proprietățile GPRS pentru a permite modemului GPRS activeze conexiunea GPRS ori de câte ori este nevoie de un transfer de date;
- o Cu o comandă AT se setează parametrii de autentificare, nume utilizator și parolă care vor fi folosiți pentru validarea conectării;
- o Cu o comandă AT se definesc portul de conectare la server și protocolul UDP sau TCP-IP;
- o Se pornește conexiunea cu o comandă de formare a numărului și conectare.

Conexiunea modulului TELIT se face prin interfața serială RS232 ca și modemul de linie telefonică. Nivelele de tensiune la care lucrează modulul TELIT sunt de 3,3V, de aceea trebuie construită o interfață pentru modificarea nivelului cu circuite specializate MAX2232.

Câteva dintre comenzile utilizate la conectare sunt:

1. AT- Comandă vidă, va întoarce întotdeauna răspunsul „OK” , folosită sub forma AT
2. AT#USERID[=<user>] – se trimite numele rețelei pentru autentificare, folosită sub forma AT#USERID="net.vodafone.ro" (autentificare)
3. AT#PASSW= <pwd> - se trimite parola pentru autentificare, folosită sub forma AT#PASSW="vodafone" (parolă)
5. AT+CPIN[=<pin> [,<newpin>]] – se trimite codul PIN, folosită sub forma AT+CPIN=2649 (cod PIN)
6. AT+CREG=? - Dupa ce se introduce codul PIN al cartei SIM se așteaptă până când se efectuează conectarea. Comanda a fost folosită în forma: AT+CREG?
7. at+cgdcont=1 - Se utilizează o conexiune IP prin serverul GGSN cu numele „net.vodafone.ro” fără o compresie a datelor sau a header-ului pachetelor. Comanda a fost folosită în forma: at+cgdcont=1,"ip","net.vodafone.ro","0.0.0.0",0,0
9. AT#GPRS[=[<mode>]] – activare GPRS cu 1, dezactivare cu 0, transmisia a fost activată cu at#gprs=1 . AT#GPRS? interoghează starea modemului
10. at#sktd=0 - Tipul socketului folosit este TCP, numărul portului pe care ascultă serverul este 2222, adresa de IP a serverului este „86.125.93.184” iar conexiunea se închide când serverul închide portul. Comanda a fost folosită în forma: at#sktd=0,2222,"86.125.93.184",0

După această secvență urmează transmiterea datelor. Practic tot ce primește modulul prin USART va fi transmis către server urmând ca după închiderea conexiunii modulul să fie trecut în stare oprită. O listă completă a comenzilor AT se poate găsi în documentațiile TELIT, de exemplu în (Telit Software UserGuide, 2012).

Aplicațiile GPRS sunt mai simplu de implementat decât pare la prima vedere, aceasta datorită în primul rând programabilității modemurilor GPRS cu comenzi AT (Easy GPRS). Nu este necesară cunoașterea traseului datelor până la serverul utilizatorului, singura condiție pusă serverului fiind să aibă atribuit un IP fix.

Transmisia la ore exacte poate fi realizată prin folosirea unui timer din microcontroller. În acest caz nu se transmite și poziția aparatului. Poziția și timpul pot fi aflate cu mare exactitate folosind sistemul GPS. Modulul GPRS Telit dispune de GPS integrat.

1.3. Sistem software pentru preluarea și înregistrarea concentrației de Radon

A fost realizat un sistem software care permite preluarea de mesaje predefinite de la echipamentele implicate în măsurarea concentrației de radon conectate în sistemul GPRS, interpretarea acestora și transmiterea datelor rezultate către un server MySQL, în vederea stocării într-o bază de date. Sistemul, numit Radon Data Manager înglobează trei interfețe, interconectate prin intermediul metodelor aplicației:

- o Interfața grafică - permite utilizatorului să comunice cu sistemul software;
- o Interfața server (serverul) – reprezintă legătura aplicației cu echipamentele care trimit mesaje predefinite serverului, utilizând stiva de protocoale TCP-IP și diferite tehnologii de acces la internet;
- o Interfața client MySQL – asigură înregistrarea și actualizarea datelor în baza de date, prin tranzacții între interfață și un server MySQL 5.0 .

Radon Data Manager 1.0 permite la nivel de interfață grafică operațiuni de control al serverului și al conexiunii cu serverul MySQL, gestiunea echipamentelor implicate în procesul de măsurare și supravegherea activității sistemului software prin mesaje furnizate de metodele aplicației.

La nivelul serverului sistemul acceptă orice conexiune TCP-IP adresată acestuia pe un port de comunicație dedicat, care poate fi setat de către utilizatorul sistemului, de regulă pot fi alese porturi cuprinse în intervalul 1024 – 65535, deoarece valorile mai mici de 1024 sunt rezervate pentru servicii predefinite (FTP, HTTP, SMTP, etc.). Conexiunea între client și server poate fi realizată numai dacă respectivul client utilizează același port de comunicație pentru care serverul acceptă conexiuni, astfel încât odată ce este modificat portul de comunicație al serverului, trebuie modificate și porturile de comunicație ale tuturor clienților. În momentul acceptării unei conexiuni, serverul va aștepta sosirea mesajului predefinit. Dacă după stabilirea conexiunii clientul conectat la server nu trimite date sau trimite mesaj incomplet, conexiunea va fi întreruptă după un timp de așteptare care poate fi setat de către utilizatorul sistemului. Întreruperea conexiunii cu respectivul client nu afectează preluarea unei noi conexiuni, iar dacă mai mulți clienți solicită o conexiune la server, serverul va accepta și trata pe rând fiecare conexiune în parte, în ordinea sosirii cererilor, clienții așteptând acceptarea conexiunii. Numărul maxim de cereri de conexiune este fix (nu poate fi modificat de utilizator), cel mult 50 de cereri pot fi stocate în coada de așteptare. Sistemul de operare va respinge oricare a 51-a cerere de conexiune.

Clientul MySQL asigură tranzacțiile între Radon Data Manager și serverul MySQL utilizând mai multe metode implementate în sistemul software. Autentificarea la serverul MySQL este realizată printr-o metodă complexă ce asigură în același timp crearea bazei de date în cazul în care aceasta nu există, preluarea datelor de autentificare dintr-un fișier binar, permițând astfel autentificarea automată la serverul MySQL în momentul pornirii sistemului software, fără a mai fi necesară intervenția utilizatorului. La prima utilizare a sistemului RadonDataManager, este

necesară introducerea de către utilizator a datelor de autentificare. Acestea vor fi stocate în fișierul binar “autentif.bin”, imediat după stocare se va declanșa automat procedura de autentificare pentru verificarea corectitudinii datelor de autentificare, în cazul în care datele sunt incorecte, fereastra pentru setarea datelor de autentificare va rămâne deschisă pentru introducerea altor date. Structura aplicației software și locul în procesul de măsurare și gestiune a măsurătorilor de Radon este arătat în figura 1.16:

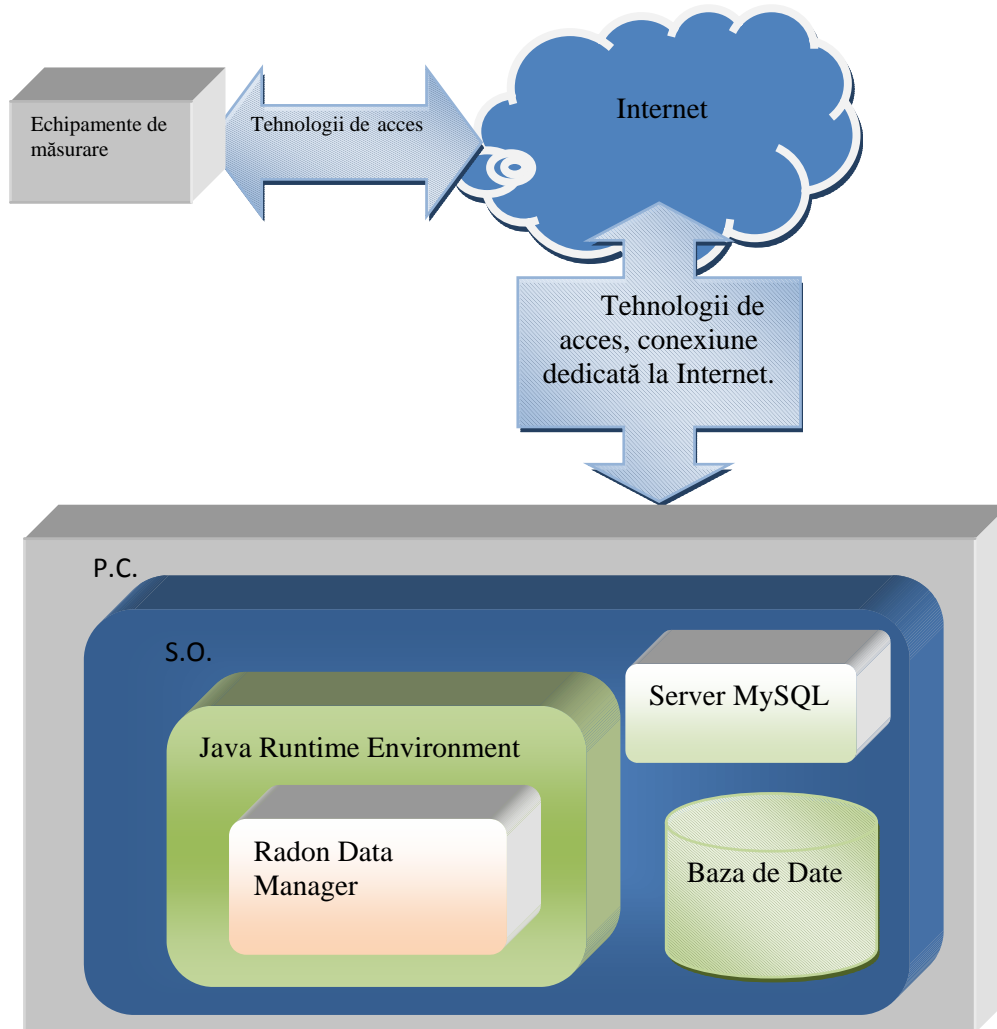


Figura 1.16. Locul aplicației software în procesul de măsurare și gestiune a măsurătorilor de Radon

Pentru funcționarea sistemului este necesar ca aplicația software să ruleze pe un calculator conectat permanent și dedicat la Internet prin diverse tehnologii de acces oferite de furnizorii de servicii. O conexiune dedicată la Internet implică o adresă IP fixă oferită prin contract de către un Internet Service Provider. Conexiunea permanentă poate fi susținută de un serviciu de acces la Internet cu un parametru QoS (Quality of Service) cât mai bun.

Ecranul principal al aplicației conține mai multe ferestre prin care se pot identifica și gestiona echipamentele conectate, figura 1.17. Aparatele de măsură transmit timpul, coordonatele

geografice și concentrația de Radon. În figura 1.18 se poate vedea fereastra cu datele preluate de la echipamente.

Radon Data Manager

Fișier Server Baza de Date Vizualizare Ajutor

Gestiune Echipamente

Coduri Echipamente:
abcd
SWSY

Cod echipament: abcd Tipul datelor transmise: Impulsuri Bq/m3

Durata între două transmisii succesive: 60 minute

Coefficient de conversie K: 3.16 unde K este raportul dintre 1Bq/m3 și 1 Impuls

Observații: echipament de test

Adaugă Sterge

Caută

Activitate

Server Mărimă text: 12

01:02:08.449 -> Serverul așteaptă un client.
01:03:15.449 -> S-a stabilit o conexiune cu: /81.12.224.202
01:03:21.746 -> Cod recepționat: ABCD
01:03:21.746 -> Codul recepționat există în baza de date: abcd
01:03:21.746 -> Coordonate GPS recepționate: 4538.3890N,02535.4942E
01:03:21.777 -> Tipul datelor recepționate: impulsuri
01:03:21.777 -> Numărul de impulsuri recepționate: 32019
01:03:21.793 -> Mesajul de confirmare a fost trimis clientului
01:03:21.793 -> Serverul așteaptă un client.
01:04:28.652 -> S-a stabilit o conexiune cu: /81.12.224.196
01:04:34.933 -> Cod recepționat: ABCD
01:04:34.933 -> Codul recepționat există în baza de date: abcd
01:04:34.933 -> Coordonate GPS recepționate: 4538.3884N,02535.4950E
01:04:34.933 -> Tipul datelor recepționate: impulsuri
01:04:34.933 -> Numărul de impulsuri recepționate: 304
01:04:34.949 -> Mesajul de confirmare a fost trimis clientului
01:04:34.949 -> Serverul așteaptă un client.
01:05:41.449 -> S-a stabilit o conexiune cu: /81.12.224.204
01:05:47.652 -> Cod recepționat: ABCD
01:05:47.652 -> Codul recepționat există în baza de date: abcd
01:05:47.652 -> Coordonate GPS recepționate: 4538.3874N,02535.4943E
01:05:47.652 -> Tipul datelor recepționate: impulsuri
01:05:47.668 -> Numărul de impulsuri recepționate: 17737
01:05:47.668 -> Mesajul de confirmare a fost trimis clientului

Date preluate de la echipamente

Cod echipament: abcd Preia înregistrările din baza de date Selectează tabelul

Nr. crt.	Data și ora stocării	Coordonatele GPS	Valoarea măsurată
23	2008-03-18 00:09:52.0	4538.3900N,02535.4938E	30539
24	2008-03-18 00:09:05.0	4538.3883N,02535.4920E	39940
25	2008-03-18 00:10:18.0	4538.3922N,02535.4964E	15689
26	2008-03-18 00:11:31.0	4538.3898N,02535.4937E	61962
27	2008-03-18 00:12:44.0	4538.3911N,02535.4950E	8007
28	2008-03-18 00:13:57.0	4538.3905N,02535.4937E	34312
29	2008-03-18 00:15:10.0	4538.3884N,02535.4912E	39977
30	2008-03-18 00:16:23.0	4538.3915N,02535.4973E	53562
31	2008-03-18 00:17:36.0	4538.3908N,02535.4932E	31255
32	2008-03-18 00:18:49.0	4538.3899N,02535.4931E	35648
33	2008-03-18 00:20:02.0	4538.3846N,02535.4976E	11585
34	2008-03-18 00:21:15.0	4538.3888N,02535.4947E	30006
35	2008-03-18 00:22:28.0	4538.3895N,02535.4954E	5699
36	2008-03-18 00:23:41.0	4538.3891N,02535.4922E	31028
37	2008-03-18 00:24:54.0	4538.3888N,02535.4952E	11865
38	2008-03-18 00:26:07.0	4538.3898N,02535.4957E	41014
39	2008-03-18 00:27:20.0	4538.3883N,02535.4889E	57399
40	2008-03-18 00:28:33.0	4538.3883N,02535.4936E	49186
41	2008-03-18 00:29:46.0	4538.3885N,02535.4924E	25157
42	2008-03-18 00:30:59.0	4538.3901N,02535.4957E	10558
43	2008-03-18 00:32:12.0	4538.3884N,02535.4937E	36883
44	2008-03-18 00:33:25.0	4538.3871N,02535.4937E	11360
45	2008-03-18 00:34:38.0	4538.3883N,02535.4931E	19985
46	2008-03-18 00:35:50.0	4538.3901N,02535.4935E	6914
47	2008-03-18 00:37:04.0	4538.3859N,02535.4980E	4363
48	2008-03-18 00:38:18.0	4538.3876N,02535.4962E	59420
49	2008-03-18 00:39:31.0	4538.3880N,02535.4926E	17177
50	2008-03-18 00:40:44.0	4538.3878N,02535.4927E	1034
51	2008-03-18 01:02:08.0	4538.3887N,02535.4934E	17430

00:43:49.168 -> Toate datele au fost preluate cu succes.
00:43:54.324 -> Înregistrarea abcd preluată.
00:44:00.012 -> Datele solicitate au fost preluate cu succes
01:00:48.793 -> Autentificare reușită pentru sica1.
01:00:48.793 -> Toate datele au fost preluate cu succes.
01:02:08.449 -> Unitatea de măsură corespunzătoare echipamentului ABCD preluată.
01:02:08.449 -> Stocarea datelor recepționate de la echipamentul ABCD a fost realizată cu succes.
01:02:08.996 -> Datele solicitate au fost preluate cu succes
01:02:16.355 -> Datele solicitate au fost preluate cu succes
01:03:21.777 -> Unitatea de măsură corespunzătoare echipamentului ABCD preluată.
01:03:21.777 -> Stocarea datelor recepționate de la echipamentul ABCD a fost realizată cu succes.
01:04:34.933 -> Unitatea de măsură corespunzătoare echipamentului ABCD preluată.
01:04:34.949 -> Stocarea datelor recepționate de la echipamentul ABCD a fost realizată cu succes.
01:05:47.652 -> Unitatea de măsură corespunzătoare echipamentului ABCD preluată.
01:05:47.668 -> Stocarea datelor recepționate de la echipamentul ABCD a fost realizată cu succes.

Figura 1.17. Gestionarea și preluarea datelor de la echipamente

Windows application window titled "Date preluate de la echipamente". It features a search field with "abcd", a button "Preia înregistrările din baza de date", and a button "Selectează tabelul". Below is a table with 4 columns: "Nr.crt.", "Data și ora stocării", "Coordonatele GPS", and "Valoarea măsurată".

Nr.crt.	Data și ora stocării	Coordonatele GPS	Valoarea măsurată
36	2008-03-18 00:23:41.0	4538.3891N,02535.4922E	31028
37	2008-03-18 00:24:54.0	4538.3888N,02535.4952E	11865
38	2008-03-18 00:26:07.0	4538.3898N,02535.4957E	41014
39	2008-03-18 00:27:20.0	4538.3883N,02535.4889E	57399
40	2008-03-18 00:28:33.0	4538.3883N,02535.4936E	49188
41	2008-03-18 00:29:46.0	4538.3885N,02535.4924E	25157
42	2008-03-18 00:30:59.0	4538.3901N,02535.4957E	10558
43	2008-03-18 00:32:12.0	4538.3884N,02535.4937E	36883
44	2008-03-18 00:33:25.0	4538.3871N,02535.4937E	11360
45	2008-03-18 00:34:38.0	4538.3883N,02535.4931E	19985
46	2008-03-18 00:35:50.0	4538.3901N,02535.4935E	6914
47	2008-03-18 00:37:04.0	4538.3859N,02535.4980E	4363
48	2008-03-18 00:38:18.0	4538.3876N,02535.4962E	59420
49	2008-03-18 00:39:31.0	4538.3880N,02535.4926E	17177
50	2008-03-18 00:40:44.0	4538.3878N,02535.4927E	1034
51	2008-03-18 01:02:08.0	4538.3887N,02535.4934E	17430

Figura 1.18. Date preluate de la echipamente

1.4. Realizări experimentale

O fotografie cu o vedere de sus a aparatului portabil cu cameră de detecție realizat este dată în figura 1.19:

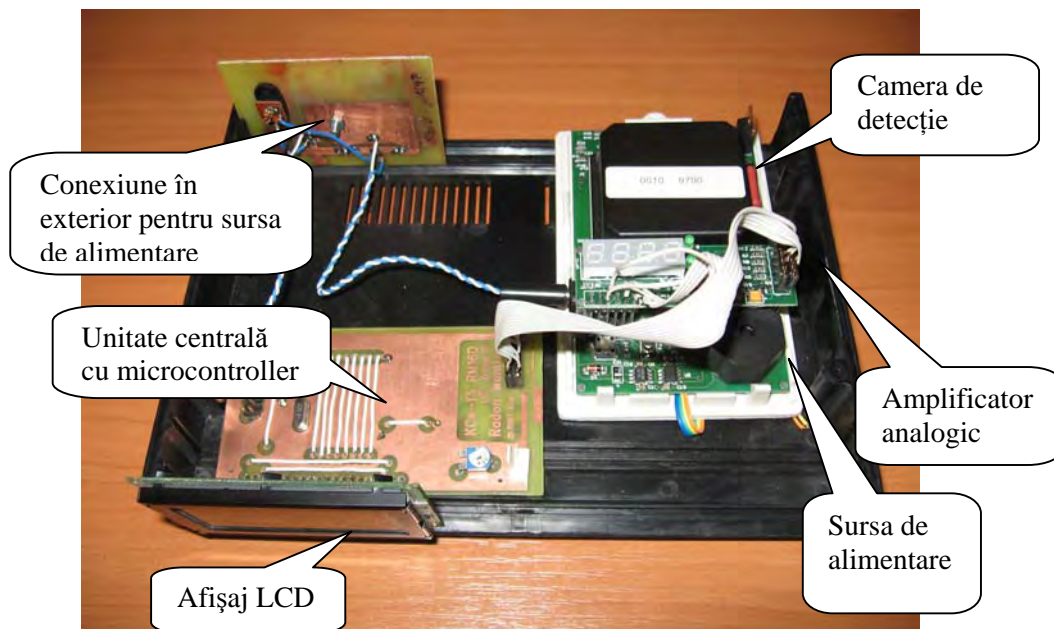


Figura 1.19. aparatul de măsurare a conținutului de Radon în aer cu cameră de detecție (vedere de sus)

O fotografie cu o vedere din față este dată în figura 1.20. Se observă indicația afișajului LCD grafic pe care este afișată concentrația de Radon în aer.



Figura 1.20. Aparatul de măsurare a conținutului de Radon în aer cu cameră de detecție (vedere din față)

Pentru a urmări funcționarea aparatului și pentru etalonare s-a utilizat un sistem de achiziții de date National Instruments DAQ USB cuplat cu un calculator. Cu acest sistem s-au efectuat achiziții ale semnalului analogic furnizat de camera de detecție (după amplificatorul analogic), figura 1.21:

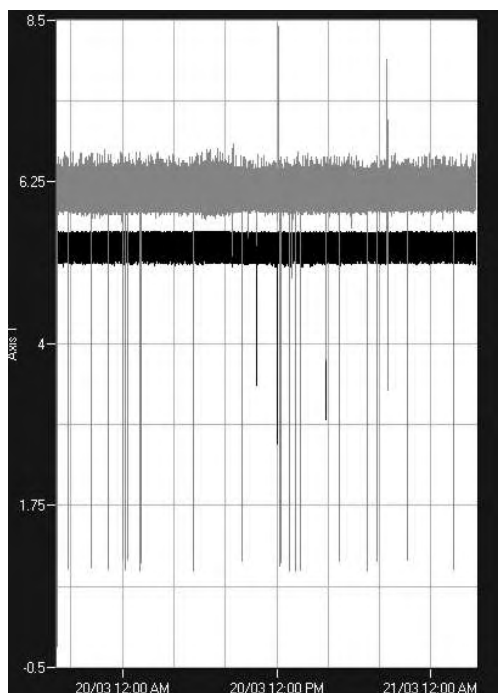


Figura 1.21. rezultatul achiziției pentru o zi cu camera de detecție realizată cu modulul National Instruments

Un impuls din graficul din figura 1.21 este prezentat în detaliu în figura 1.22:

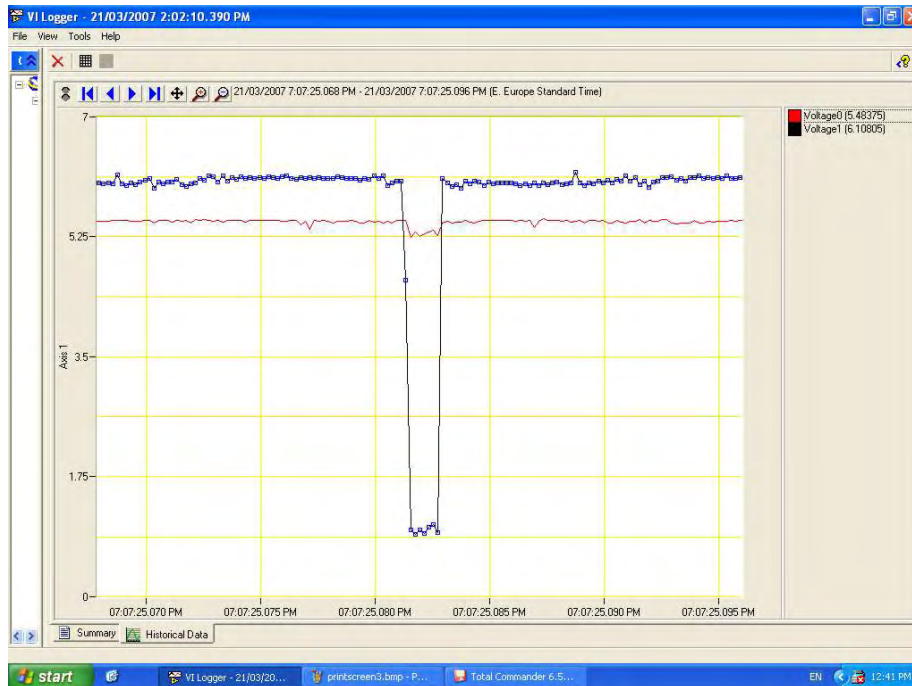


Figura 1.22. Impuls datorat unei particule în camera de detecție

Impulsurile din figura 1.21 provin de la descărcări ale particulelor de Radon. Pe perioada unei zile nu au apărut impulsuri de eroare suficient de mari pentru ca aparatul să semnalizeze o eroare. Viteza convertorului DAQ-USB de 10ks/s nu permite conectarea directă la ieșirea camerei de ionizare /detecție pentru că impulsurile generate sunt prea rapide.

Urmărind funcționarea aparatului s-a constatat că s-au înregistrat 79 de impulsuri în 93 de ore ceea ce înseamnă 0.8494 de impulsuri pe oră. Aparatul martor a afișat 3.0 pCi/L (111 Bq/m^3). Valoarea minimă pe care o poate detecta aparatul este de 0.1 pCi/L sau 3.7 Bq/m^3 , valoare pentru care corespunde perioada de 0,0283154121 de impulsuri pe oră. Toate valorile concentrației de Radon vor fi exprimate în pCi/L, pentru ca numărul de impulsuri și valoarea concentrației să poată fi reprezentate pe același grafic. Conversia între pCi/L și Bq/m^3 se poate face apoi cu relația $1\text{pCi/L}=37\text{Bq/m}^3$

Relația dintre numărul de impulsuri pe oră și valoarea concentrației exprimată în pCi/L este liniară și este reprezentată în graficul din figura 1.23:

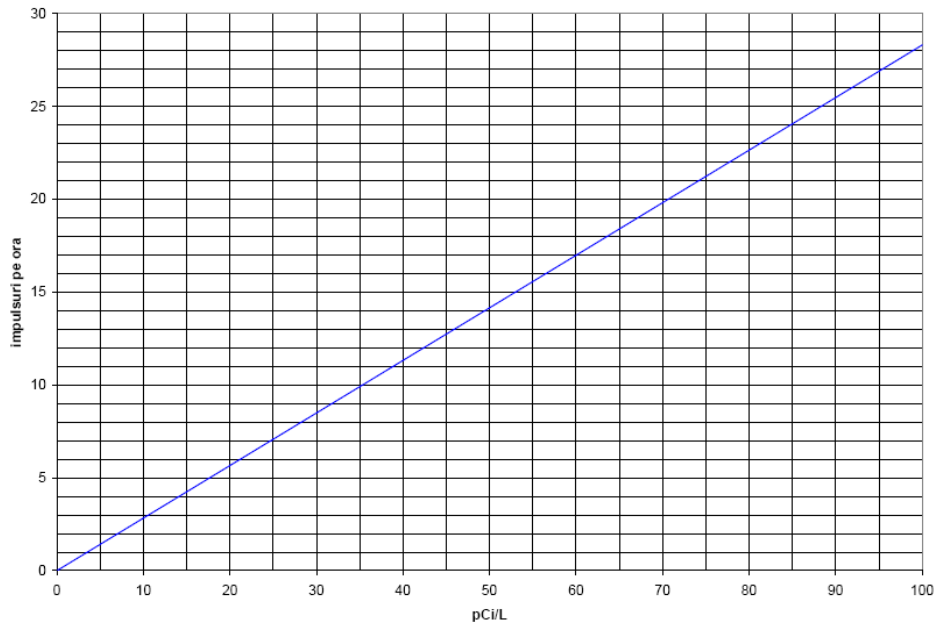


Figura 1.23. Dependența dintre numărul de impulsuri pe oră și valoarea concentrației de Radonului exprimată în pCi/L

Graficele următoare (figura 1.24 și 1.25) arată valoarea concentrației afișate de aparat la o urmărire de 93 de ore cu două variante de mediere.

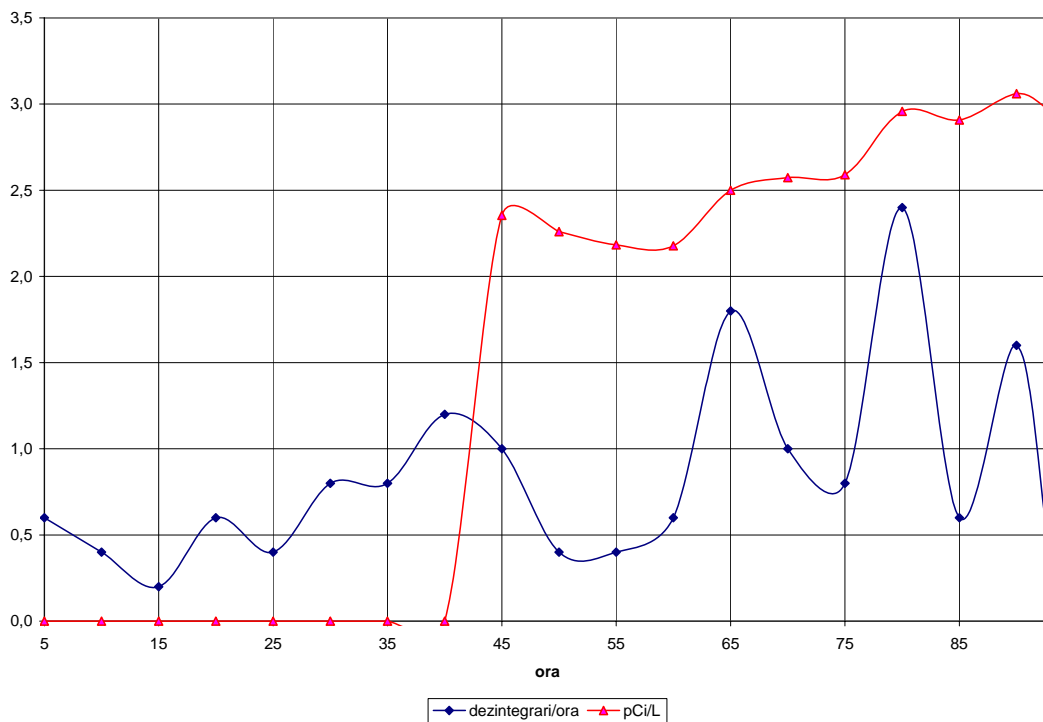


Figura 1.24. Variația în timp a valorii concentrației de Radon și a numărului de impulsuri pe oră, medierea impulsurilor făcându-se pe 5 ore

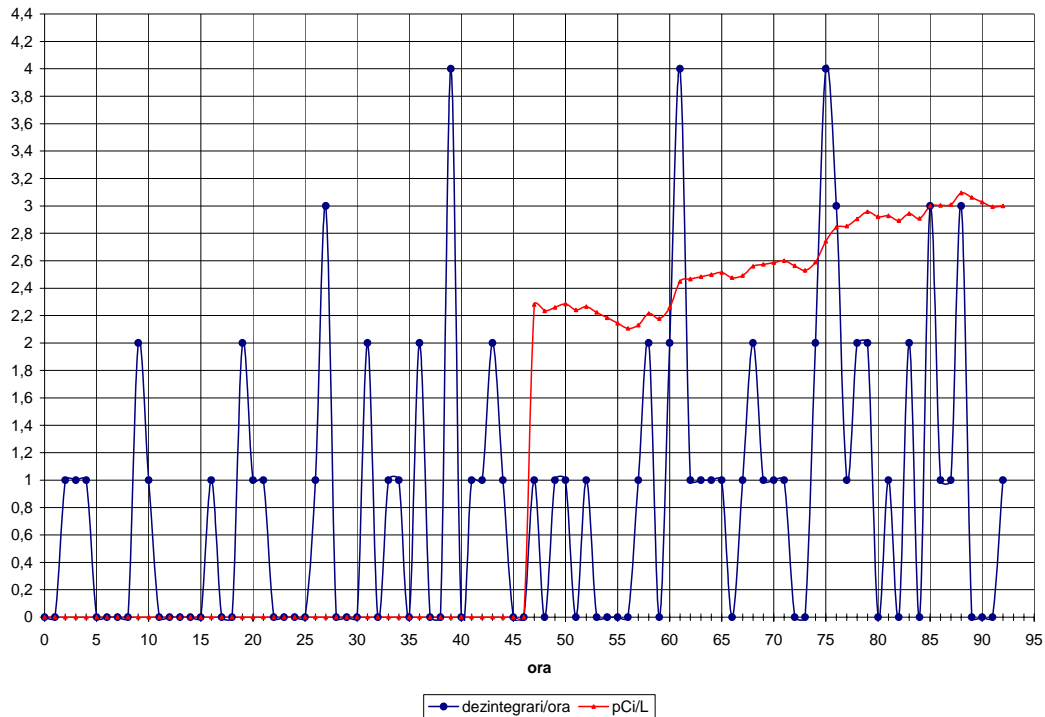


Figura 1.25. Variația în timp a valorii concentrației de Radon și a numărului de impulsuri pe oră, medierea impulsurilor făcându-se pe o oră

Prima valoare reală a concentrației este afișată după 48 de ore, valorile de mai înainte fiind calculate din prea puține eșantioane și astfel incertitudinea de măsurare este foarte mare.

Aparatul de măsurare cu cameră de detecție care a fost utilizat în determinările anterioare, echipat cu modulul GPS/GPRS Telit EZ10 arată ca în figura 1.26:



Figura 1.26. Aparatul de măsurare cu cameră de detecție

S-au realizat determinări și cu o cameră de ionizare de dimensiuni mari, primită pentru măsurări comparative de la IFIN-HH, standul fiind arătat în figura 1.27:



Figura 1.27. Stand de laborator pentru încercări cu camera de ionizare

Aparatul construit cu camera de ionizare propusă și brevetată are aspectul interior în fotografia din figura 1.28. Testele efectuate pe o perioadă mai lungă (2 luni) au urmărit relația între valorile date de aparatul propus și un detector electronic Safety Siren 2, figura 1.29:



Figura 1.28. aparatul de măsurare a concentrației de Radon cu cameră de ionizare, vedere în interior



Figura 1.29. Aparatul de măsurare a concentrației de Radon cu cameră de ionizare, în teste alături de un aparat Safety Siren 2 și un contor electronic Geiger Muller

Detalii de construcție ale aparatului sunt date în figura 1.30 unde se vede camera de ionizare, accesul forțat de aer și firul de polarizare cu tensiune înaltă. În figura 1.31 se vede conexiunea cu modulul GPS/GPRS Telit EZ10 și afișajul LCD.

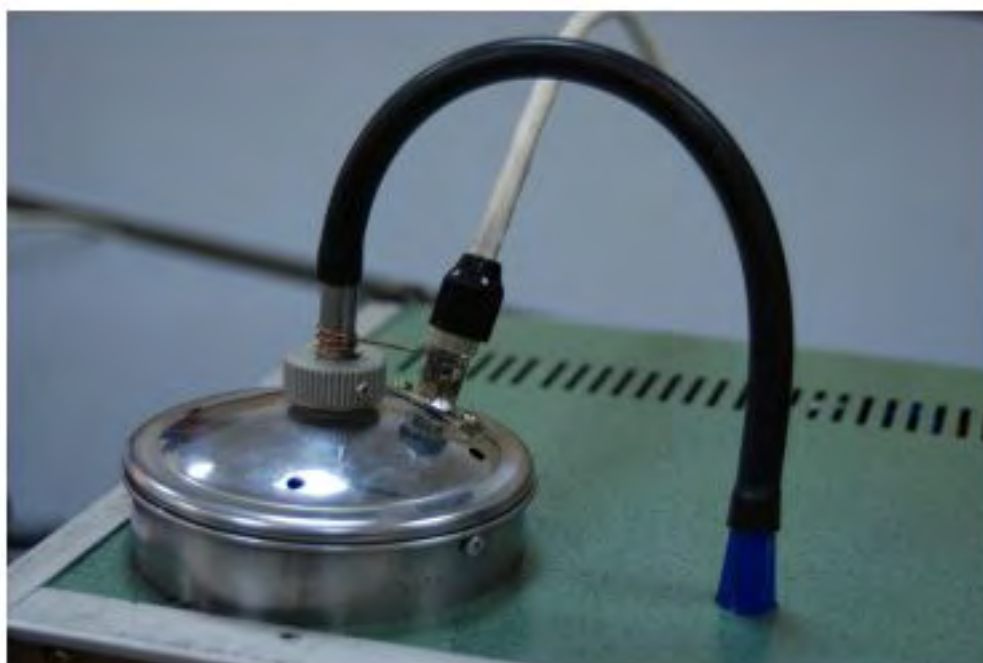


Figura 1.30. Aparatul de măsurare a concentrației de Radon cu cameră de ionizare, camera de ionizare cu acces de aer și fir de polarizare



Figura 1.31. Aparatul de măsurare a concentrației de Radon cu cameră de ionizare, modulul GPS/GPRS EZ10 și afișajul LCD

1.5. Influența câmpului electric asupra incertitudinii de măsurare

După realizarea sistemului de măsurare a concentrației de Radon în aer, a apărut problema incertitudinii de măsurare datorită interferenței electromagnetice. Originea acestor preocupări a constituit-o măsurarea câmpului electric și a radiației ionizante într-o locație apropiată de antene GSM. În această locație au fost înregistrate valori mari ale câmpului electric în raport cu o locație martor, însă valorile măsurate au fost sub limita admisă. A fost înregistrat cu un dispozitiv electronic un nivel al concentrației de Radon în aer peste limita admisă, cu toate că locația este situată la etaj. Concentrația mărită de Radon nu a fost confirmată de măsurarea cu detectoare de urme. A fost emisă ipoteza că au apărut erori la măsurarea electronică datorită câmpului electric.

În general orice aparat electronic este supus influenței câmpului electromagnetic. Valoarea acestui câmp este din ce în ce mai mare, datorită măririi numărului de echipamente de telefonie mobilă, a transmisiilor wireless și a consumului de curent din rețeaua publică de alimentare. Măsurarea concentrației de Radon în aer se bazează pe măsurarea electronică a unor curenți de valori foarte mici, de ordinul sutelor de nA. Din acest motiv măsurările de Radon sunt susceptibile la perturbații electromagnetice și rezultatele pot fi eronate

Lucrarea (Chen, Falcomer et al, 2007) atrage atenția asupra erorilor unor dispozitive active pentru măsurarea concentrației de Radon în aer și prezintă câteva rezultate experimentale privind comportarea acestora. În lucrare, una dintre cauzele erorilor este considerată interferența electromagnetică. Interferența electromagnetică a fost observată și în cazul măsurării electronice a dozei de radiație (Gilligan, Somerville et al, 2000). Testele au arătat apariția erorilor la anumite dozimetre în apropierea telefoanelor mobile. În patentul (Simon, Powers et al, 1989) este prevăzut pentru prima oară o amplificare pe mai multe canale și comparația rezultatelor obținute. Un singur canal este conectat la elementul de măsurare, celelalte fiind pasive. Dacă un impuls apare pe canalul de măsurare atunci el este acceptat iar dacă apar impulsuri simultane pe toate

canalele înseamnă că a apărut o perturbație electromagnetică în circuitul electronic. În patentul (Balmer, Haverty et al, 1996) se propune o cameră de detecție cu performanțe superioare de ecranare împotriva câmpului electromagnetic.

Măsurarea câmpului electromagnetic s-a făcut în două locații, una în apropierea antenelor GSM (locația 1) și una într-o zonă îndepărtată de antene (locația 2), în două game de frecvențe, unde se presupune că valoarea câmpului este mai mare, în jurul frecvenței de 50Hz și în gama de frecvențe înalte alocate telefoniei mobile.

Măsurătorile în înaltă frecvență au fost realizate în domeniul 400MHz-2100MHz care acoperă zona comunicațiilor mobile. În România pentru comunicațiile mobile sunt alocate frecvențele de 900MHz și 1800MHz (2G) și 2100MHz (3G). Există alocată și banda de 450MHz. În zona apropiată de antene s-au măsurat valori mult mai mari a intensității câmpului electric decât în zona îndepărtată.

Pentru a măsura concentrația de Radon în aer a fost urmată procedura recomandată în (EPA, 2012):

- o A fost folosit un dispozitiv electronic pentru o măsurare de scurtă durată – 12 zile;
- o Detectori de urme pentru o măsurare de mai lungă durată (o lună). A fost utilizat detectorul CR-39, sensibil la radiația α cu energii în domeniul 0.2-8 MeV.

Media valorilor de intensitate a câmpului electric măsurate în gama frecvențelor alocate telefoniei mobile este dată în Tabelul 1.1, în mV/m.

Tabel 1.1.

Media în locația 1	Media în locația 2	Limita maximă admisă
3.05 mV/m	0.17 mV/m	40000 mV/m

Media valorilor măsurate diferă în funcție de nivelul comunicațiilor, astfel, în diferite zile s-au înregistrat mediile: 12.84, 5.38, 7.98, 24.97 și 24.29 mV/m. Media valorilor măsurate în gama de frecvențe din jurul valorii de 50Hz este dată în tabelul 1.2, în V/m:

Tabel 1.2

Media în locația 1	Media în locația 2	Limita maximă admisă
3.63 V/m	2.28 V/m	2000 V/m

Centralizarea rezultatelor arată că valorile de câmp electric la înaltă frecvență sunt sub valorile admise iar valorile de câmp electric la 50Hz sunt de asemenea sub valorile admise. Valorile de câmp electric la frecvențele de comunicații mobile în locația din apropierea antenelor este mult mai mare decât într-o locație îndepărtată de antene iar la frecvențe joase valorile de câmp electric sunt comparabile.

Rezultatele măsurărilor concentrației de Radon sunt date în Tabelul 1.3 în Bq/m³. Valorile maxime ale concentrației sunt stabilite de EPA (US Environmental Protection Agency) care recomandă ca peste 4pCi/l (148 Bq/m³) să fie luate măsuri corective (EPA, 2012) și de World Health Organization care recomandă valori sub 2.7pCi/l (100 Bq/m³) (WHO, 2012). Valorile maxime măsurate în Brașov au fost de 248 Bq/m³ (CEEX, 2006) dar într-un subsol neaerisit.

Tabel 1.3

Metoda	Media	Media în locația 2	Limita	Câmp electric
Electronic	165	56	148	3.05
Detector de urme	44	36	148	0.17

Se poate observa că nivelul concentrației de Radon măsurată cu dispozitivul electronic este mai mare decât limita de atenție și mai mare decât valoarea normală pentru condițiile situării locației de măsurare (Cosma, Szacsvai et al, 2009). Acest rezultat a necesitat o măsurare cu detectoare de urme care a arătat o valoare normală a concentrației de Radon în ambele locații. În tabelul 1.3 pe ultima coloană a fost reprezentată valoarea medie a câmpului electric de înaltă frecvență preluată din tabelul 1.1. Se poate emite ipoteza că valoarea măsurată cu dispozitivul electronic a fost eronată datorită interferenței electromagnetice. Graficul din figura 1.32 arată sugestiv valorile măsurate în cele două locații, atât a câmpului electric (verde) cât și a concentrației de Radon cu dispozitivul electronic (albastru) și cu detectorul de urme (roșu). Este sugestivă imaginea diferenței de concentrație măsurată în locația afectată de câmpul electric.

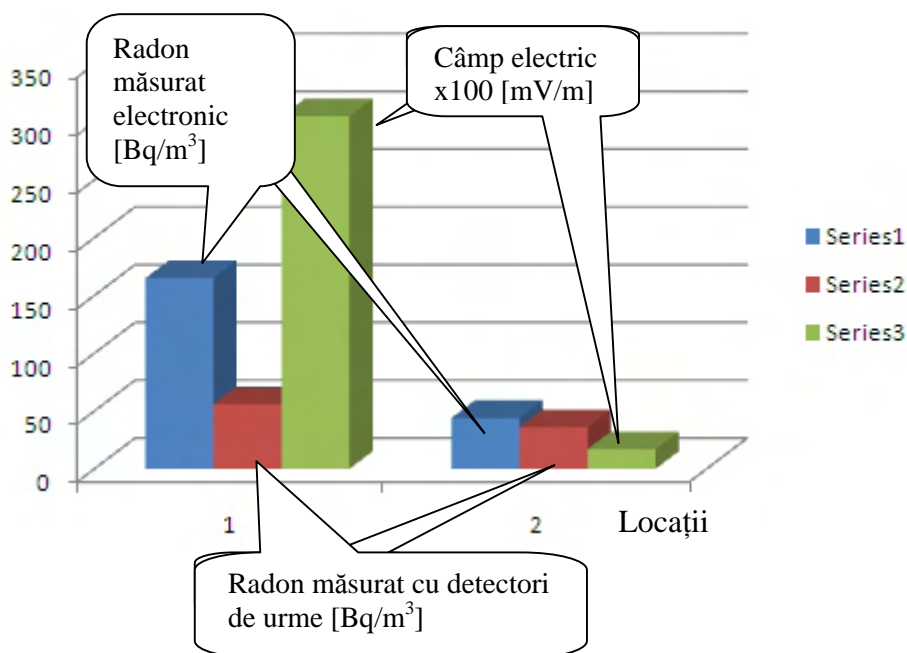


Figura 1.32. Concentrația de Radon măsurată prin două metode și câmpul electric în cele 2 locații

Pentru a verifica în laborator nivelul susceptibilității detectorului electronic de Radon a fost utilizat un stand de măsurare cu o celulă TEM (Transversal ElectroMagnetic) ca în figura 1.33. Pentru testare a fost aleasă o bandă de frecvențe alocată telefoniei mobile la care în locația apropiată de antene s-a măsurat cea mai mare valoare a câmpului electric raportată la valoarea măsurată în locația 2. Fotografia standului de test este dată în figura 1.34.

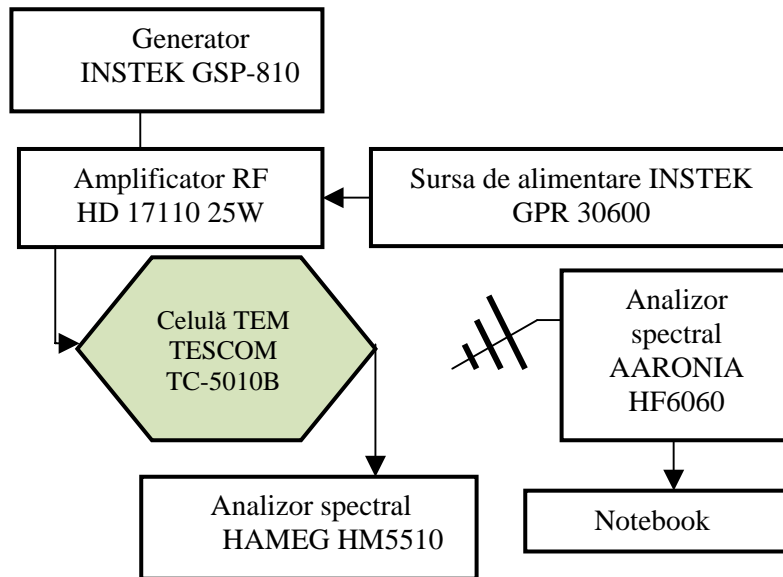


Figura 1.33. Schema bloc a standului de test cu incinta TEM

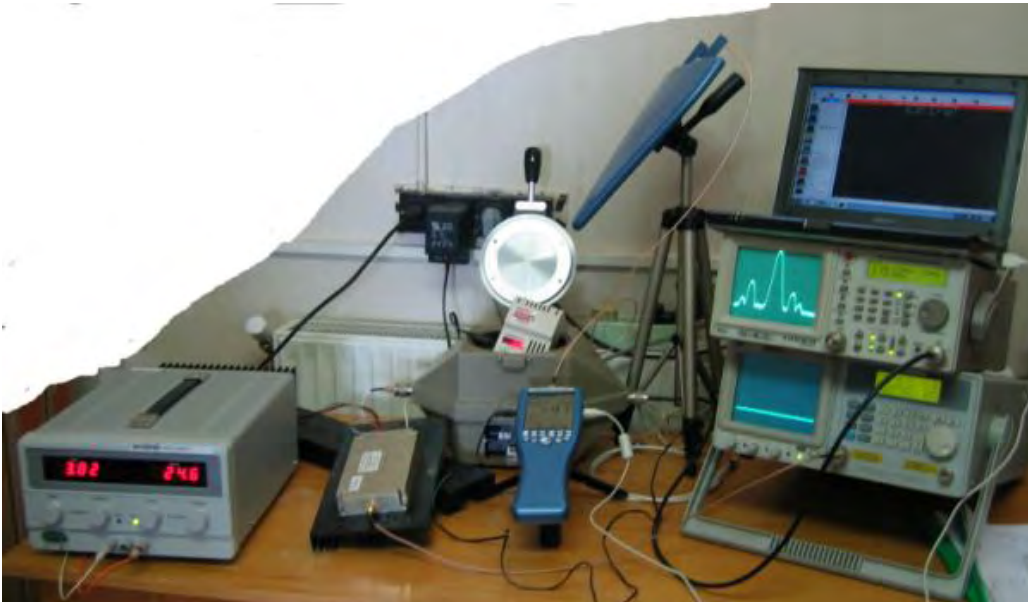


Figura 1.34. Fotografia standului de lucru

Valoarea câmpului electric a fost măsurată cu un analizor spectral și arată ca în figura 1.35. La eșantionul 50 amplificatorul pornește iar la eșantionul 260 se oprește pentru a pune în evidență regimul tranzitoriu. Au fost reprezentate 3 armonici, cea de 898MHz, cea de 900MHz și cea de 901Mhz.

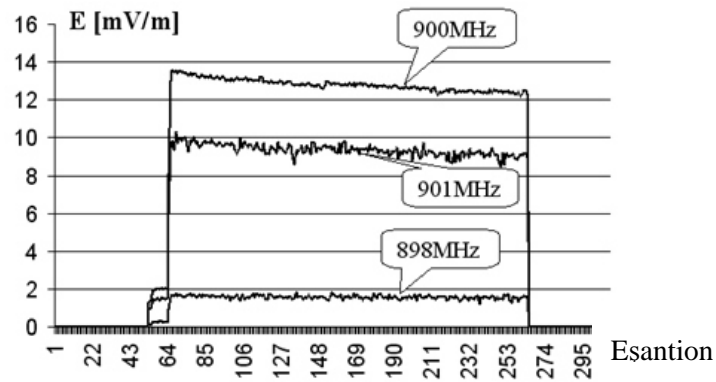


Figura 1.35. Forma a 3 armonici din semnalul de test în incinta TEM

Pentru ca semnalul de test să fie cât mai apropiat de semnalul GSM, generatorul comandă variația periodică a frecvenței între limitele 850MHz-900MHz. Testele au fost realizate la mai multe valori ale câmpului generat obținute prin introducerea unor atenuări în semnalul generat, tabelul 1.4.:

Tabel 1.4.

Atenuare generator	Nivel de câmp măsurat [mV/m]	Media măsurată [Bq/m ³] în 480 ore
Generator oprit	0mV/m	21.09
0dB	280mV/m	41.81
-10dB	130mV/m	34.04

Rezultatele obținute prin măsurarea concentrației de Radon în aer în prezența câmpului perturbator sunt date în figura 1.36:

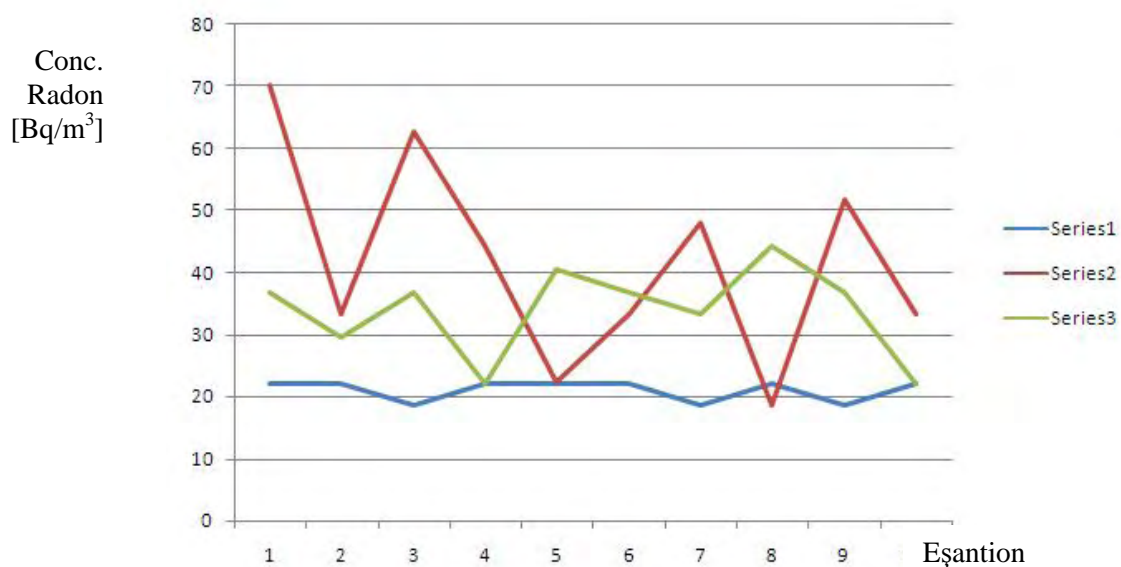


Figura 1.36. Concentrațiile de Radon măsurate în absența și în prezența câmpului electric

Primul rezultat relevant al concentrației măsurate este dat după 48 ore. Testele au fost făcute prin inițializarea dispozitivului de măsurare a Radonului și 10 măsurări la fiecare valoare de câmp (o urmărire de 10x48 ore). În figura graficul Series 1 (albastru) este ridicat în lipsa câmpului electric, Series 2 (roșu) la un câmp de 280mV/m și Series 3 (verde) la un câmp de 130mV/m. Se poate observa că valoarea afișată de dispozitivul electronic de măsurare a concentrației de Radon depinde de valoarea câmpului electric.

Diferența între valoarea concentrației de Radon măsurată în prezența câmpului electric și în absența acestuia (valoare corectă), determinate cu detector de urme sau în absența câmpului este dată în tabelul 1.5:

Tabel 1.5.

Metoda	Concentrația de Radon [Bq/m ³]	Câmp electric [mV/m]	Incertitudine
Electronic	165	3.05	375%
Detectori de urme	44	-	-
Electronic în celula TEM	41.81	280	198%
Electronic în celula TEM	21.09	0	-

Din tabel reiese că existența câmpului electric afectează dispozitivul electronic de măsurare, concluzie care a reieșit și din măsurătorile prezentate anterior. Testele în incinta TEM confirmă această concluzie.

1.6. Concluzii și o selecție a celor mai importante lucrări publicate

Concluziile simulării celor două metode de măsurare arată că măsurarea prin integrare este superioară celei prin numărarea impulsurilor din mai multe puncte de vedere:

- o Perturbația sinusoidală este rejectată în totalitate dacă perioada de integrare este multiplu al perioadei tensiunii rețelei industriale;
- o În timpul integrării microcontrollerul poate executa alte sarcini, de exemplu de transmisie de date;
- o Etajul analogic este simplu.

Totuși în cazul măsurării concentrației de Radon metoda integrării nu se poate aplica. Metoda integrării se poate aplica doar la un număr mare de impulsuri de descărcare în unitatea de timp, iar măsurarea concentrațiilor mici de Radon înseamnă un număr foarte mic de descărcări pe zi. Prin integrare zgomotul de măsurare crește în timp și produce saturarea circuitului analogic de integrare. Metoda numărării impulsurilor se pretează și la măsurări de concentrații mici, folosind însă mai mult resursele microcontrollerului. Această concluzie a fost trasă după construirea lanțului analogic, achiziția semnalului și urmărirea lui o perioadă mai lungă cu modulul de achiziții de National Instruments.

Aparatele au fost testate prin comparație cu sistemul Safety Siren 2 și rezultatele sunt foarte asemănătoare, diferența fiind mai mică de 10%. Camera de detecție este mult mai mică ca și dimensiuni decât camera de ionizare și în bibliografie se pare că este mai utilizată în aplicațiile moderne. Totuși, un dezavantaj al camerei de detecție este faptul că primele rezultate sunt date cu mai mare întârziere decât camera de ionizare. Dimensiunile fiind mai mici, durează mai mult până la primele rezultate acceptabile. Aparatele cu cameră de detecție se pretează la aplicații portabile. Cu toate că nu există o limită teoretică a sensibilității maxime, se apreciază că valoarea

minimă măsurabilă este 0,1pCi/l (4Bq/m³) datorită faptului că nu au existat mijloace tehnice de a verifica aparatul la un conținut mai mic de Radon. În lucrarea (Nachab, 2006) se arată un sistem de măsurare a Radonului prin numărarea impulsurilor care detectează și o concentrație de 18mBq/m³ (o descărcare/24ore) cu o cameră de detecție de 70l polarizată cu 1500V și o fotodiodă PIN. Această lucrare din 2006 arată corectitudinea liniei alese în acest proiect de a concepe varianta constructivă cu fotoelement.

În cadrul acestor realizări un aport major a fost adus de dr. ing. Csaba Zoltan Kertesz, pe perioada elaborării lucrării de doctorat. În prezent, dl. Csaba Zoltan Kertesz este cadru didactic la Departamentul de Elcetronică și Calculatoare.

Publicații, patente și contracte relevante:

P. Ogrutan, M. Romanca, C. Gerigan, G. Morariu, L. Aciu, *Real Time and Multiple Location Radon (222Rn) Monitoring System*, Advances in Electrical and Computer Engineering, No. 4, November 2010, ISSN 1582-7445, Impact Factor 0.642

P. Ogrutan, L. Suciu, G. Morariu, L. E. Aciu, *Susceptibility of Radon Measurement Device to Electric Fields*, Roumanian Journal of Physics, Volume 58, Supplement, pages S202-S209, 2013, Impact Factor 0,924

L. Purghel, Gh. Morariu, P. Ogrutan, M. Alexandru, Cs. Kertesz, L. Suciu, *Metoda si aparat pentru masurarea concentratiei de Radon in aer si transmiterea datelor la distanta*, Patent 125125/2012

M. Romanca, P. Ogrutan, *Sisteme cu calculator incorporat. Aplicatii cu microcontrollere*, Ed. Universității Transilvania Brasov, 2011, ISBN 978-973-598-861-6, 236 p

Proiect CEEX nr. 747/2006, *Cercetări privind cartarea națională a Radonului pentru protecția populației în conformitate cu cerințele normelor internaționale și ale UE-RADROM*, 2006-2008

Alte publicații în domeniu sunt (Kertesz, Ogruțan et al, 2007), (Kertesz, Pana et al, 2012), (Ogruțan și Aciu, 2008), (Ogruțan, Gerigan et al, 2007), (Ogruțan, Kertesz et al, 2007), (Ogruțan, Morariu et al, 2008), (Ogruțan, Purghel et al, 2007), (Ogruțan, Suciu et al, 2007), (Pana, Kertesz et al, 2012), (Suciu, Ogruțan et al, 2008).

Capitolul 2. Aplicații pentru protecție în rețeaua de alimentare cu energie

Un dispozitiv electronic care monitorizează rețeaua și decuplează consumatorul la apariția unui scurtcircuit, supracurent, supratensiune și scurgerea curentului la împământare a fost conceput și realizat de autor împreună cu un colectiv format din doi doctoranzi. Un prim brevet de invenție a fost obținut de autor în 1989 pentru o variantă realizată cu componente discrete, urmând apoi un brevet în 2008 pentru o variantă cu microcontroller. Metoda de monitorizare și decuplare a sarcinii a fost brevetată în 2010. Toate aceste variante decuplau doar la apariția scurtcircuitului, a unui supracurent și supratensiuni. Pentru o nouă variantă de dispozitiv cu decuplare și la scurgerea curentului la împământare a fost cerut un brevet de invenție în 2011. Toate aceste invenții au fost premiate la târguri internaționale.

Studiul (Kobes, Groenewegen et al, 2015), un studiu realizat pentru Comunitatea Europeană a avut ca scop studiul incendiilor prin determinarea unor modele de inițiere și dezvoltare a aprinderii și stabilirea unor măsuri eficiente de protecție. Studiul clasifică cauzele incendiilor în diferite categorii, dar în cazul acestui proiect sunt importante cauzele de natură electrică. Astfel, în Olanda de exemplu 31% din incendii au cauze electrice. România nu apare cu date concrete în acest studiu.

Este de presupus că înlocuirea siguranțelor cu cele electronice va micșora și numărul de căderi ale tensiunii rețelei, un parametru important în calitatea energiei distribuite conform documentului ANRE (ANRE, 2007). O siguranță improvizată poate duce în momentul unui scurtcircuit la decuplarea unei siguranțe la nivel superior și ca urmare o anumită zonă va fi decuplată. Conform articolului 32 din Standardul de performanță ANRE se vor transmite anual la ANRE rapoarte privind performanțele realizate referitor la calitatea energiei electrice, comparativ cu standardele impuse referitor la: numărul de întreruperi tranzitorii, scurte și lungi, golurile de tensiune, frecvența, tensiunea, armonicile, factorul de distorsiune armonică, nesimetria sistemului trifazat de tensiuni de secvență negativă, etc.

Comisia europeană pentru energie și transport a realizat un document în anul 2007 care identifică tendințele de viitor în domeniul energiei până în 2030 (European Commission, 2015). În acest document se specifică că în viitor va trebui să crească calitatea utilizării energiei electrice prin construirea unei noi infrastructuri, mai ales la construcțiile noi.

O siguranță electronică care să înglobeze într-un singur aparat protecția la supracurent, supratensiune și protecția utilizatorului împotriva electrocutării este necesară în această perioadă a modernizării. Schimbul de date cu exteriorul aduce sistemul de siguranțe în secolul XXI, asigurând facilitățile de comandă de la distanță. Este posibil ca momentan prețul unui astfel de aparat să fie mai mare decât a trei siguranțe pentru scurtcircuit, supratensiune și diferențială dar cu siguranță că scăderea continuă a prețurilor echipamentelor electronice va remedia acest aspect. Este însă evident că implementarea acestor siguranțe trebuie realizată doar după teste amănunțite în condiții reale de utilizare.

O siguranță rapidă, sigură și cu o valoare precisă a curentului de scurtcircuit poate îmbunătăți calitatea energiei prin micșorarea numărului de căderi scurte de tensiune pe linie. O primă lucrare care a pus în evidență legătura între calitatea energiei și scurtcircuitele care au loc la utilizator este (Ogruțan și Gerigan, 1996).

Pornind de la brevetul de invenție (Ogruțan, Munteanu et al) au fost construite două variante de siguranțe electronice, una cu element de execuție un triac și cealaltă un releu. În acest capitol sunt arătate contribuțiile autorului la concepția acestor variante, la simularea funcționării cu sarcină rezistivă și sarcină RLC, măsurători executate cu ambele variante și concluziile testării. O contribuție importantă este concepția sistemului de transfer al informațiilor, atât de la

siguranță către utilizator și spre distribuitorul de energie electrică cât și de la distribuitor spre siguranță.

Dispozitivul de protecție are următoarele avantaje principale:

- o viteză mare de decuplare, (întârziere de maximum 10ms), fiind astfel mai rapidă decât metodele clasice;
- o nu necesită intervenția unei persoane pentru că după oprirea tensiunii în cazul unui scurtcircuit sau supratensiune, revenirea tensiunii este automată (în cazul unui scurtcircuit doar după ce cauza a fost eliminată);
- o prin acțiunea în două etape, la apariția unor supratensiuni sau supracurenți de valoare mică valoarea medie a tensiunii se scade și sarcina nu este decuplată de la rețea, funcționând în continuare. Acest avantaj poate fi obținut doar la varianta cu triac;
- o decuplarea sarcinii se face la trecerea prin zero a tensiunii / curentului, ceea ce micșorează perturbațiile generate;
- o prin interfața de comunicație prin Internet se pot comunica date on line despre consumatorul de energie electrică. Comunicația este bidirecțională, dispozitivul poate oferi un raport de evenimente, și distribuitorul de energie poate decupla sarcina.

2.1. Dispozitiv pentru protecția la supratensiune și supracurent

Dispozitivele cuplate la rețeaua de curent alternativ pot fi comandate cu microcontrollere în principal în două feluri:

- o ON-OFF prin intermediul releelor;
- o Cu componente semiconductoare- tiristori, triaci, IGBT, fiind posibilă astfel comanda cu tensiune variabilă.

Comanda cu releu este mai simplă, dar totuși microcontrollerul trebuie să detecteze trecerea prin zero a tensiunii / curentului deoarece cuplarea și decuplarea sarcinii trebuie făcută la trecerea prin zero pentru a proteja contactele releului. O altă problemă a acestei soluții este prețul destul de mare al unui releu care suportă tensiuni și curenți mari. Releul care a fost ales pentru această aplicație este fabricat de FINDER. Releul poate comuta 30/50A (curent nominal / maxim de vârf) la tensiuni de 250/440V iar bobina este comandată cu 6 sau 12V. Ciclul tipic de viață este de 10^3 cicluri. Contactele trebuie să fie normal deschise pentru ca microcontrollerul să analizeze tensiunea și abia pe urmă să cupleze sarcina. Timpul de acționare al releului este de 8-10ms, ceea ce înseamnă o viteză superioară acționării cu siguranțe clasice.

Dacă este relativ simplu ca o sarcină să fie comandată cu un releu, este mai complicată comanda cu elemente semiconductoare. Se descrie pe scurt în continuare comanda consumatorilor cu triaci respectiv tiristoare, care este cel mai des întâlnită metodă de comandă. Aplicațiile de control la tensiunea rețelei implică câteva dificultăți specifice:

- o Se lucrează cu curenți și tensiuni mari, ceea ce solicită o atenție deosebită și măsuri de siguranță cum ar fi decuplări optice, gestionarea potențialelor de masă, izolarea galvanică a osciloscopului etc.;
- o procesul controlat, mai ales în zonele tranzitorii este de regulă un proces complex;
- o necesitatea aplicării în industrie duce la restricții de costuri, la necesitatea asigurării unor performanțe bune de fiabilitate, la asigurarea condițiilor de compatibilitate electromagnetică etc.

Pentru comanda cu microcontrollere se recomandă separarea galvanică a circuitului digital de comandă de triac, deci de partea de rețea (Romanca și Ogruțan, 2011). Izolarea poate fi realizată

prin transformator, optocuplor sau optotriac. Cea mai elegantă soluție este folosirea unui optotriac care asigură un curent de amorsare de același sens cu cel principal, deci o comandă optimă a triacului. Curentul principal prin optotriac se obține prin divizarea curentului principal prin triac, deci curentul de amorsare pentru triac are același sens cu cel principal. Optotriacul este conceput ca etajul de ieșire să poată fi folosit la 240V (tensiunea maximă 400V). Rezistența de izolație optică este de 7,5kV. Curentul repetitiv maxim generat de optotriac este 100mA, iar curentul nerepetitiv (maximum 10ms, o alternanță) este de 1,2A.

Se poate obține o valoare efectivă variabilă a tensiunii pe sarcină prin amorsarea triacului după un anumit timp de la trecerea sinusoidei rețelei prin zero, adică cu un anumit unghi de fază. Pentru a demonstra funcționarea triacului în acest mod a fost realizat un model Simulink®, versiunea R2007b, figura 2.1 iar rezultatul simulării este prezentat în figura 2.2:

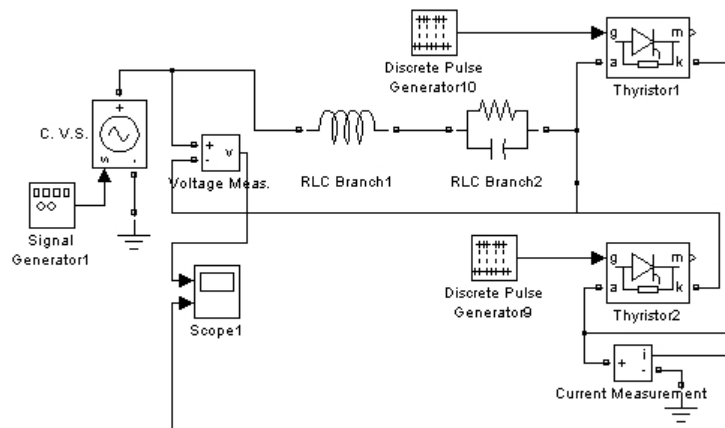


Figura 2.1. Model Simulink® al comenzii în fază

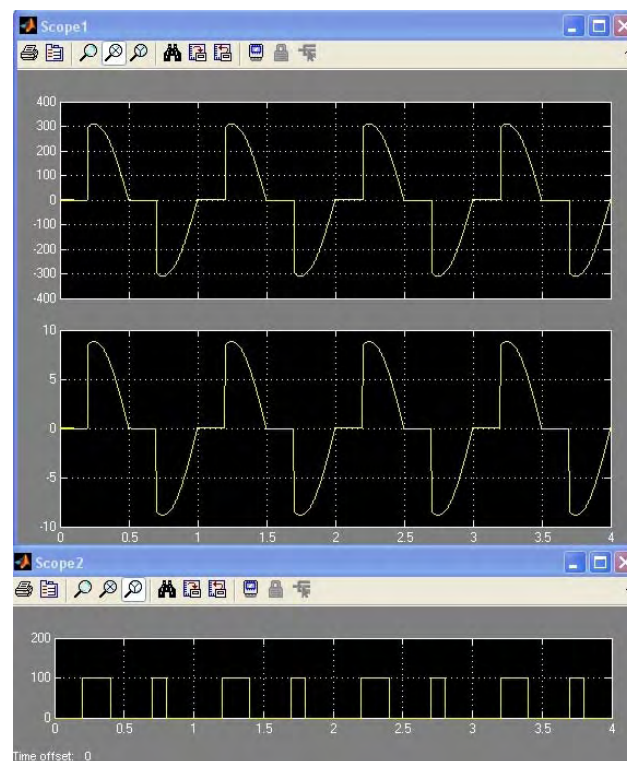


Figura 2.2. Impulsuri de amorsare (jos), forma tensiunii pe sarcină (sus) și curentul prin sarcina rezistivă (mijloc)

Triacul a fost modelat cu doi tiristori în antiparalel. Sarcina a fost considerată în prima etapă rezistivă, apoi o sarcină RLC. Impulsurile de comandă de amorsare au fost generate cu un generator de impulsuri și arată ca în figura 2.2 jos. Pentru a diferenția impulsurile care amorsează în alternanța pozitivă de impulsurile care amorsează în alternanța negativă, impulsurile au fost simulate cu lățimi diferite. În figura 2.2 s-a reprezentat sus forma tensiunii pe sarcină și în mijloc forma curentului. Pe abscisă o unitate înseamnă o perioadă, adică 20ms.

Dacă sarcina are și componente inductive și capacitive atunci apar probleme datorită defazajului între curent și tensiune. De exemplu, în figura 2.3, $R=70\Omega$, $L=30\text{mH}$, $C=55\mu\text{F}$ se poate observa deformarea formei tensiunii pe sarcină. Cu aceste valori ale R , L , C au fost realizate și măsurători experimentale. Pentru valori mari ale inductivității și capacității se poate întâmpla ca triacul să nu intre în conducție, să nu se blocheze sau tensiunea să fie puternic deformată.

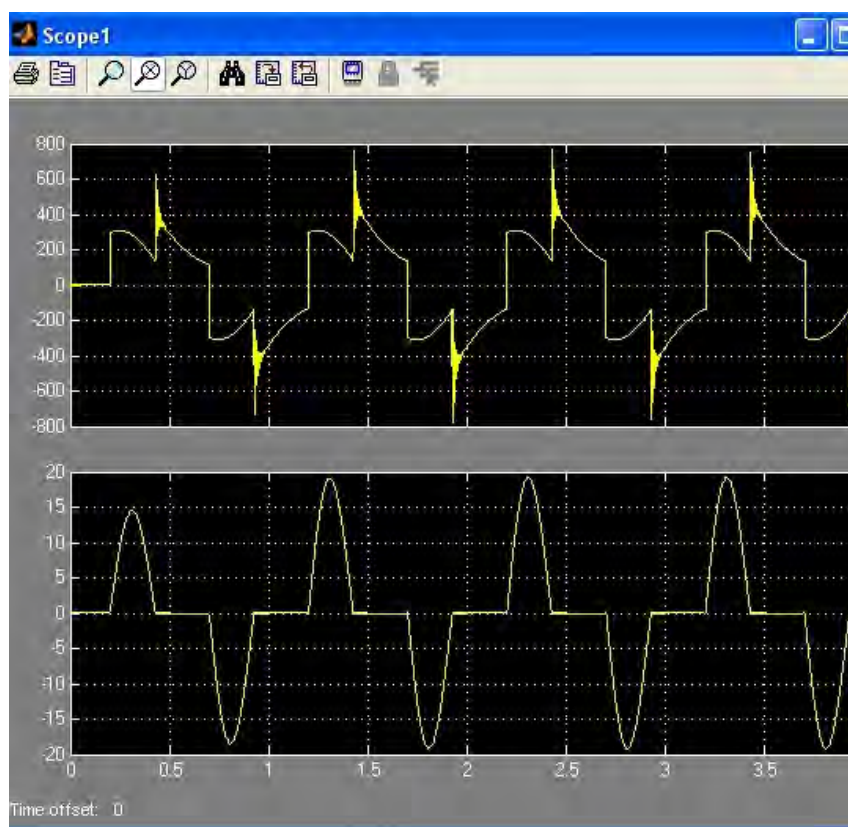


Figura 2.3. Deformarea tensiunii pe sarcina RLC

Se poate observa forma puternic deformată a tensiunii pe sarcină, figura 2.3 sus și forma curentului, figura 2.3 jos. Această deformare face ca utilizarea triacului ca element de execuție să fie problematică.

Pentru comanda în fază este nevoie ca microcontrollerul să fie informat printr-o întrerupere la trecerea tensiunii rețelei prin zero. Problemele care apar în acest caz sunt că detectarea trecerii prin zero se face cu o anumită întârziere și după detectarea trecerii prin zero microcontrollerul execută o rutină de generare a unui impuls de amorsare. Ambele aspecte duc la o întârziere de amorsare a triacului. Pentru a determina întârzierea admisibilă se poate calcula valoarea efectivă a tensiunii în cazul unui unghi de amorsare a triacului de $\pi/4$ cu relația:

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt} = \sqrt{\frac{(220\sqrt{2})^2}{2\pi} \cdot 2 \int_{\pi/4}^{\pi} \sin^2 a da} \quad (2.1)$$

Efectuând calculele rezultă o valoare efectivă de 209,73V, ceea ce este acceptabil. Această întârziere permite o eroare maximă teoretică de detectare a trecerii prin zero de 25% sau rularea unui număr de instrucțiuni în perioada de 2,5ms, adică sute de instrucțiuni. De exemplu, la un microcontroller RISC care execută multe instrucțiuni într-un singur tact, cu tact de 1MHz, se pot executa o mie de instrucțiuni într-o ms. Pentru a putea asigura o valoare efectivă cât mai mare întârzierea detectării trecerii prin zero trebuie să fie cât mai mică.

Detectarea trecerii prin zero poate fi realizată prin mai multe metode:

- o Măsurarea tensiunii rețelei cu un canal de conversie A/D, tensiunea rețelei fiind preluată cu redresare și fără separare galvanică;
- o Același mod de preluare dar cu separare galvanică cu transformator (apare un defazaj de care trebuie ținut cont) sau optică (apare o neliniaritate care introduce o întârziere în amorsarea triacului);
- o Preluarea tensiunii cu blocul comparator analogic al microcontrollerului cu sau fără separare galvanică.

Schema bloc a dispozitivului de protecție la supracurent și supratensiune este dată în figura 2.4. Analiza curentului absorbit și a tensiunii este realizată de microcontroller prin convertorul analog digital integrat. Analiza curentului este realizată cu un traductor specializat de curent (traductor Hall) iar analiza tensiunii prin redresare, filtrare și divizare. La detectarea unui scurtcircuit sau a unei supratensiuni microcontrollerul nu mai trimite impulsuri de amorsare pentru triac sau nu mai menține anclanșat releul și consumatorul este scos de sub tensiune.

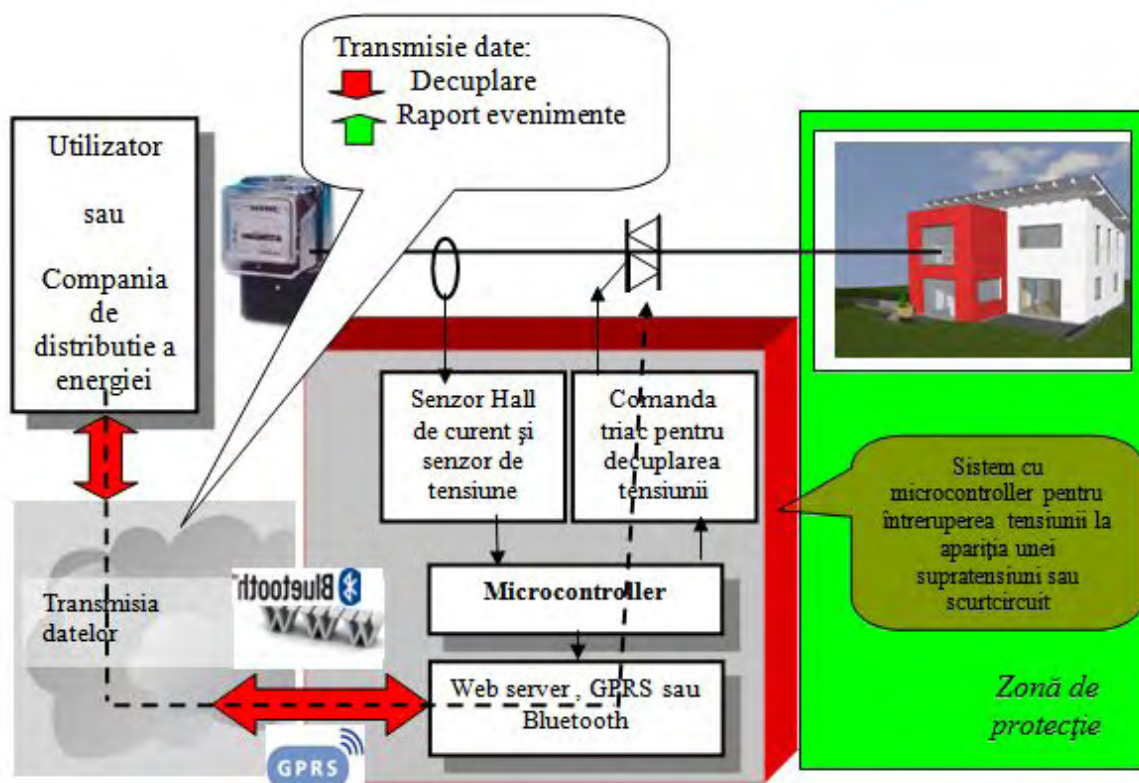


Figura 2.4. Schema bloc a dispozitivului de protecție la supracurent și supratensiune

La varianta cu triac metoda de protecție este concepută ca o protecție în două etape. Dacă se detectează o supratensiune sau un supracurent, acestea sunt clasificate în:

- o nepericuloase (+/- 3%) și nu se ia nici o măsură;

- o puțin periculoase ($\pm 10\%$) și se modifică unghiul de aprindere al triacului. În funcție de valoarea supratensiunii și supracurentului se programează un timer care stabilește întârzierea în amorsarea triacului (unghiul de deschidere). Prin aceasta valoarea medie a tensiunii pe sarcină scade și compensează creșterea tensiunii sau curentului;
- o periculoase (peste 10%) se blochează impulsurile către triac și astfel sarcina este decuplată de la rețea. Tensiunea este măsurată în continuare și la revenirea la valori normale sarcina este realimentată. La detectarea unui scurtcircuit, după o perioadă de timp se reia alimentarea și dacă scurtcircuitul se menține triacul este blocat o nouă perioadă de timp.

În figura 2.5 este arătată schema logică a softului de protecție care rulează pe microcontroller pentru realizarea protecției în două etape la scurtcircuit și supratensiune. Evaluarea stării de supratensiune și supracurent se face pe o alternanță, verificând dacă media eșantioanelor de curent și tensiune se încadrează în valoarea normală. Pentru mărirea siguranței de funcționare s-a implementat software și evaluarea pe o perioadă dublă, de 2 alternanțe, adică 20ms. Crește astfel precizia dar scade viteza de decuplare.

La varianta cu releu unde nu este posibilă protecția în două etape, software-ul trebuie să asigure decuplarea la trecerea tensiunii prin zero. Ținând cont de întârzierea cu care răspunde releul, comanda de decuplare trebuie dată mai înainte de trecerea tensiunii prin zero, cu un interval de timp care depinde de tipul de releu folosit.

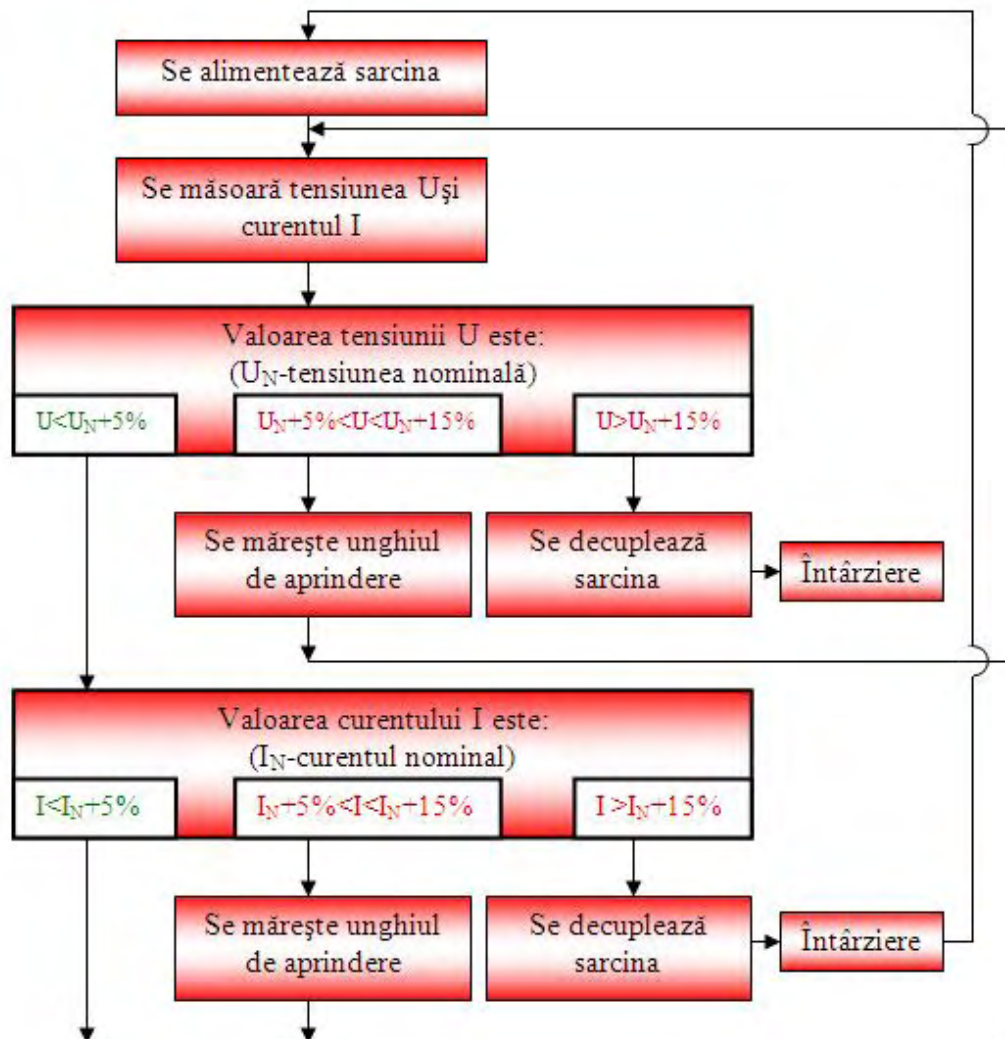


Figura 2.5. Schema logică a programului de control la decuplarea prin triac

Observații:

- 1.Sursa de alimentare trebuie să poată suporta creșterile de tensiune pe linie pentru ca dispozitivul de protecție să nu se defecteze;
- 2.Curentul de scurtcircuit trebuie să nu depășească curentul maxim nerepetitiv prin triac (de circa 10 ori mai mare decât curentul maxim repetitiv).

Pentru simularea protecției la supratensiune în două etape a fost realizat un model SIMULINK®, figura 2.6.

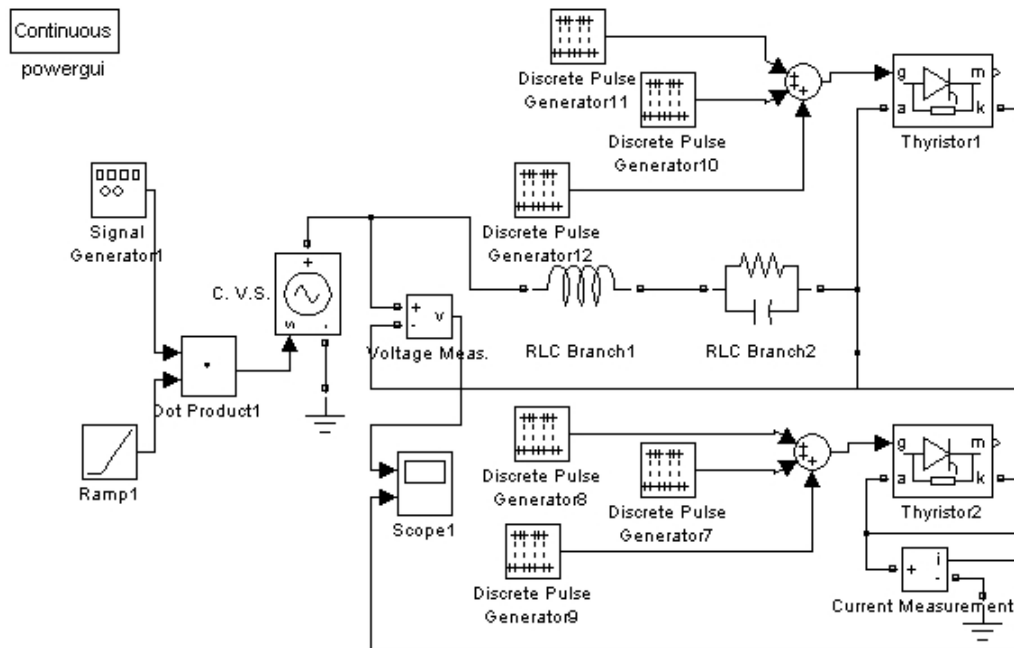


Figura 2.6. Model Simulink al decuplării în două etape la supratensiune

Pentru o sarcină rezistivă simularea dă rezultatele din figura 2.7. Impulsurile de amorsare sunt generate diferit pe intervale de timp cu generatoare diferite.

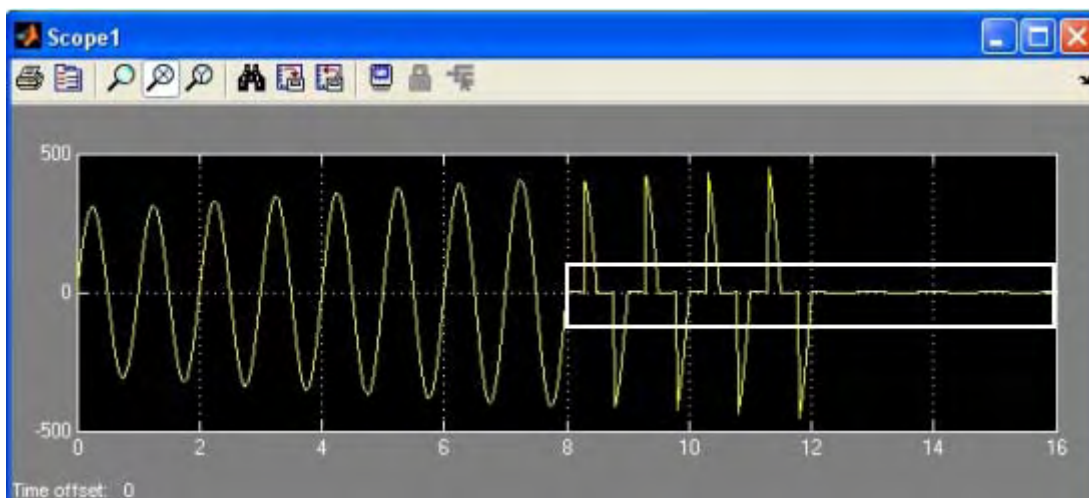


Figura 2.7. Rezultatele simulării decuplării unei sarcini rezistive la creșterea tensiunii

În figura 2.7. este reprezentată forma tensiunii crescătoare în timp și procesul de decuplare în două etape. Pe abscisă o unitate înseamnă o perioadă (20ms). În momentul 8 tensiunea care crește depășește prima limită și triacul este comandat cu un unghi de fază pentru reducerea tensiunii medii pe sarcină. Tensiunea continuă să crească și în momentul 12 se depășește a 2-a limită și triacul este blocat, protejând sarcina. Se poate observa din forma tensiunii că prin comanda în fază a triacului nu se generează perturbații însemnate în rețea. Totuși în figura 2.8 este arătată o zonă mărită din figura 2.7, marcată pe figură. Se poate observa că există vârfuri de tensiune cu amplitudinea de câțiva V.

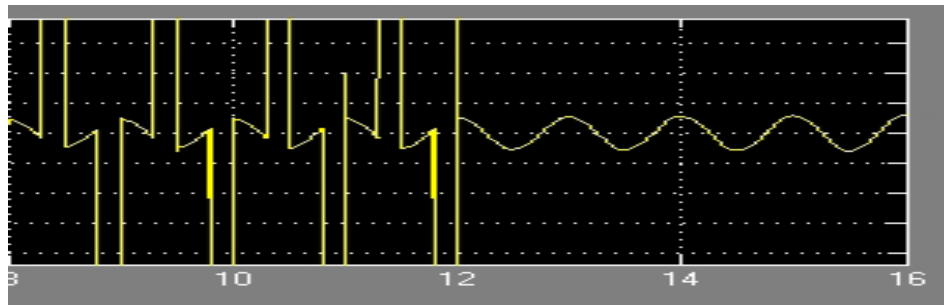


Figura 2.8. Detaliu din forma tensiunii la decuplare, în faza a doua și a treia

La o sarcină RLC, figura 2.9, în etapa de comandă în fază, între momentele 8 și 12 se poate observa că apar variații de tensiune importante.

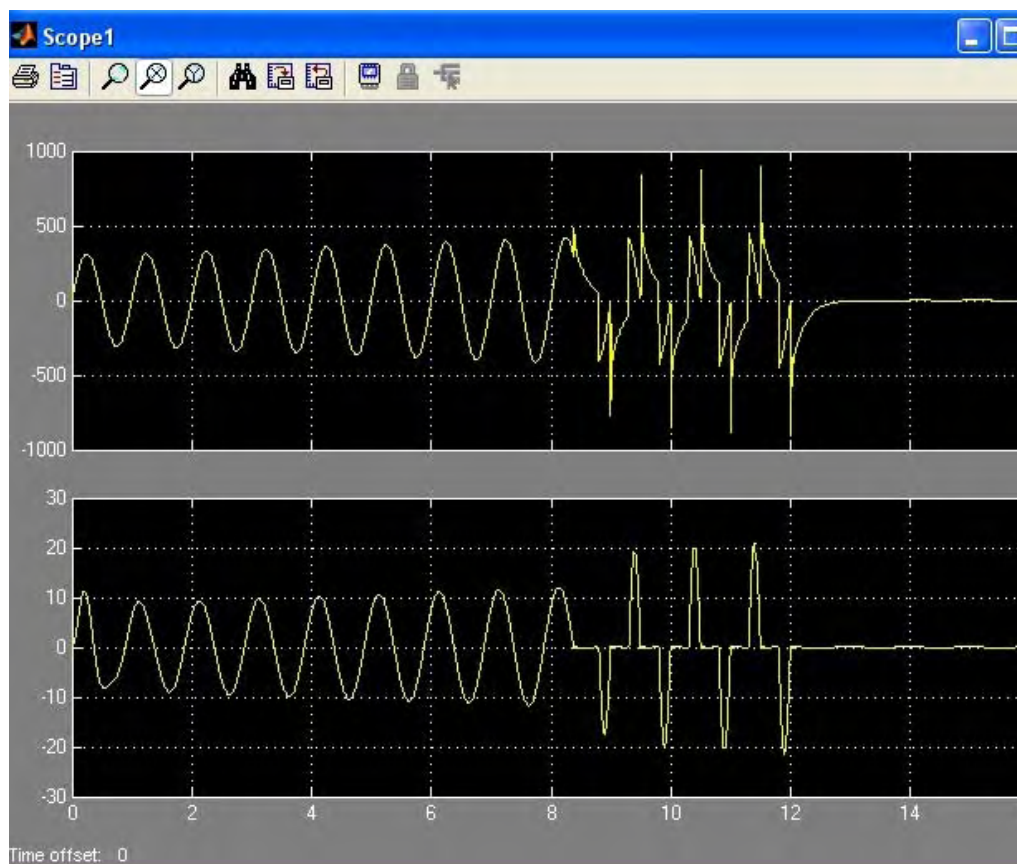


Figura 2.9. Rezultatele simulării decuplării unei sarcini RLC la schimbarea unghiului de comandă

Modelul folosit pentru simularea protecției la supracurent și scurtcircuit în 2 etape este arătat în figura 2.10:

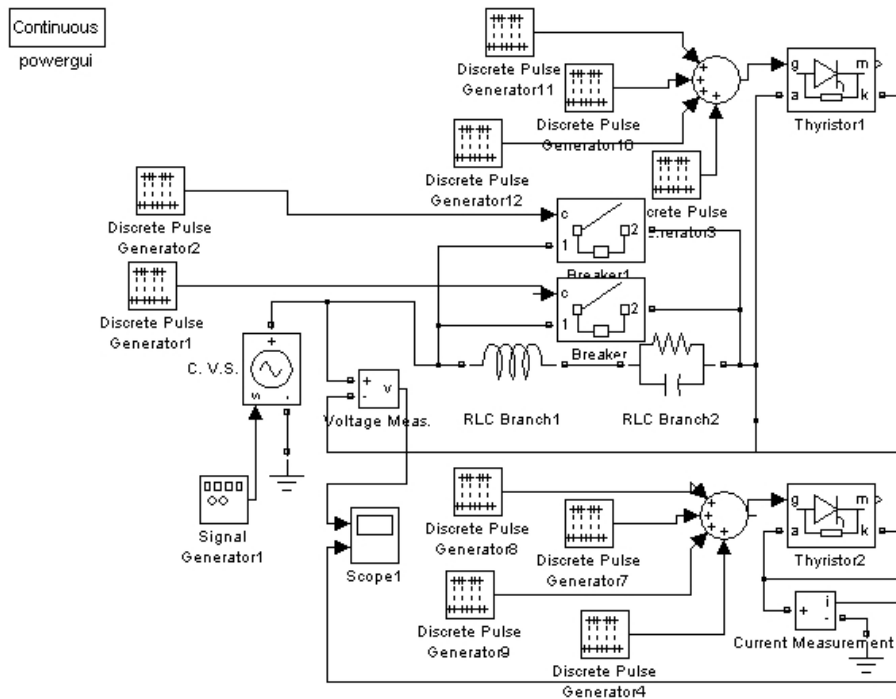


Figura 2.10. Model Simulink al decuplării în două etape la supracurent

Acest model 14 are în plus față de modelul pentru decuplare la supratensiune două comutatoare comandate care introduc suprasarcini diferite în două momente de timp. Rezultatele simulării pentru sarcină rezistivă sunt date în figura 2.11 și pentru sarcină RLC în figura 2.12:

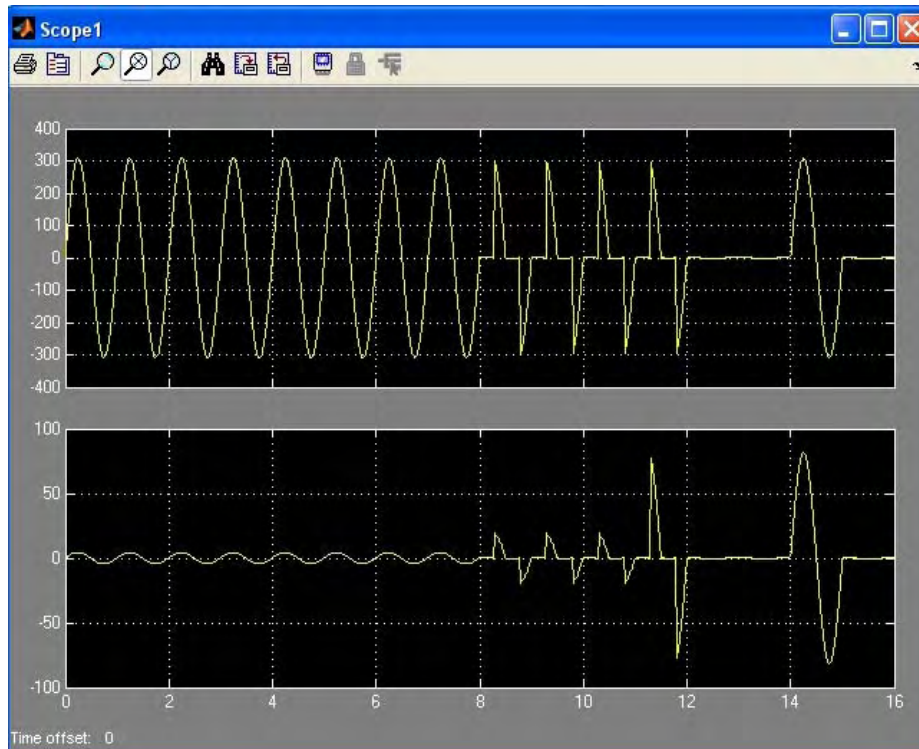


Figura 2.11. Decuplarea la supracurent a unei sarcini rezistive

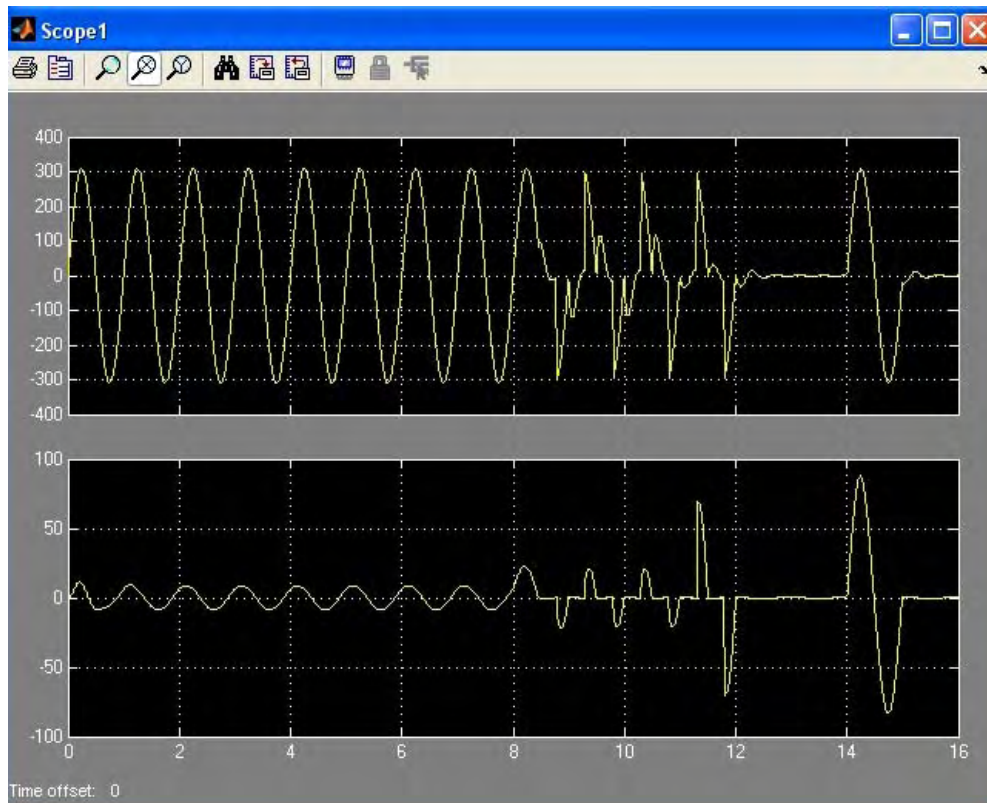


Figura 2.12. Decuplarea la supracurent a unei sarcini RLC

În ipoteza unui supracurent cu viteză mică de creștere sunt vizibile cele 2 etape. Pe graficul de sus este reprezentată tensiunea pe sarcină. În momentul 8 apare un supracurent prin închiderea primului comutator și triacul este comandat cu un unghi de fază pentru reducerea tensiunii medii pe sarcină. Curentul crește în continuare și în momentul 12 triacul este blocat prin închiderea celui de-al doilea comutator, protejând sarcina. În momentul 14 se testează menținerea supracurentului sau scurtcircuitului, evaluarea făcându-se pe o perioadă. Se poate observa că timpul maxim de blocare a triacului în cazul unui scurtcircuit este de 20ms în acest caz. În figurile 15 și 16 pe graficul de jos este arătată forma curentului, care crește în două etape, la momentul 8 și 12. Ca și la comanda în fază în cazul creșterii tensiunii, se poate observa că în cazul sarcinii RLC forma tensiunii este puternic deformată.

Recuplarea consumatorului poate duce la un curent excesiv consumat în primele momente datorită caracterului capacitiv al sarcinii. Acest curent mare poate provoca uneori în regim tranzitoriu variații nedorite ale tensiunii. De aceea dispozitivul realizat recuplează treptat sarcina, comandând triacul ca în figura 2.13. În diagrama de sus se poate observa variația tensiunii în timp. Până în momentul 2 triacul este blocat. După acest moment triacul este comandat de impulsuri de amorsare care să asigure un unghi de aprindere descrescător, crescând astfel tensiunea. În momentul 6 tensiunea este integral aplicată pe sarcină. În figura 2.13 jos se poate observa forma variației treptate a curentului în ipoteza unei sarcini rezistive. În figura 2.14 este arătat rezultatul simulării cu o sarcină RLC.

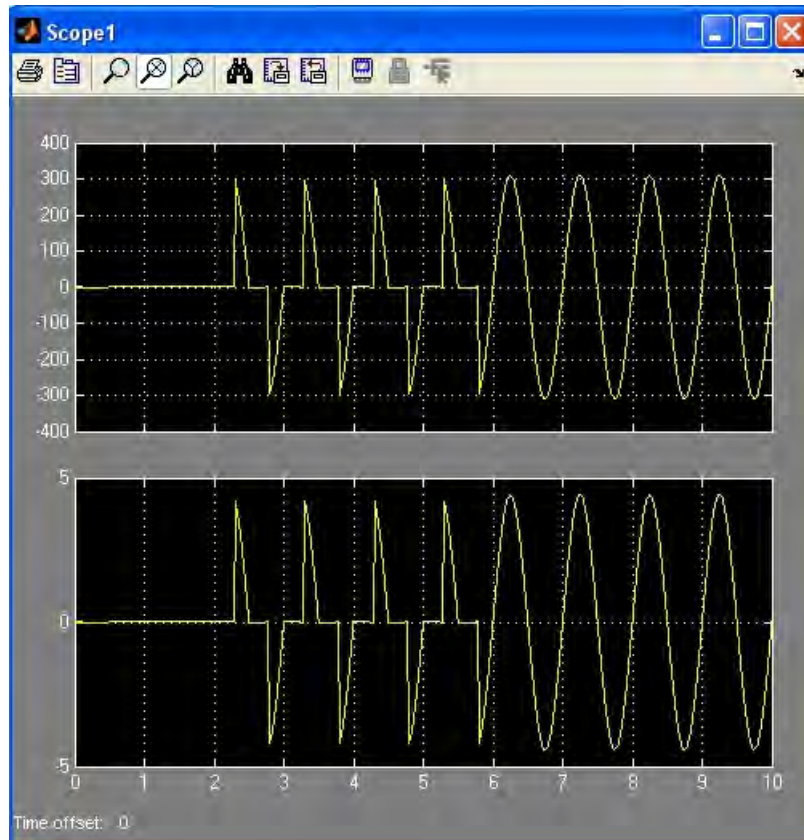


Figura 2.13. Recuplarea automată și treptată a sarcinii rezistive

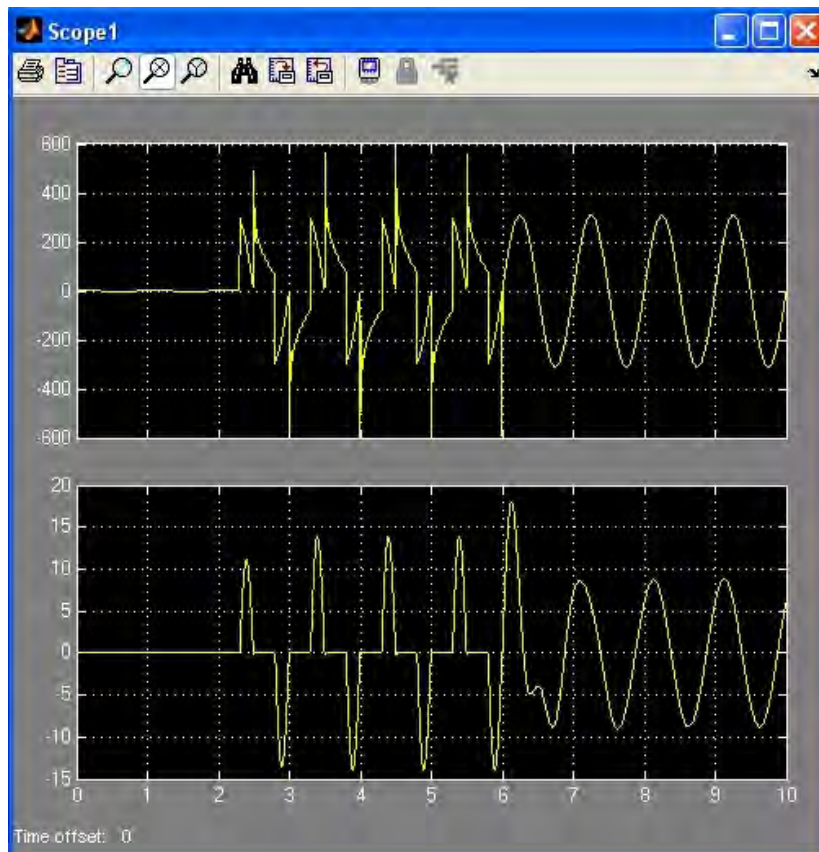


Figura 2.14. Recuplarea automată și treptată a sarcinii RLC

Dispozitivul de protecție realizat și testat prezintă următoarele avantaje, susținute prin simulări: viteză mare de decuplare, curentul de scurtcircuit poate fi reglat cu precizie, viteză mare de reacție la creșterea tensiunii de la rețea, reglarea cu precizie a supratensiunii de prag, disipație termică redusă în cazul unui scurtcircuit, comodate în exploatare și cost mic. După un scurtcircuit sau o supratensiune, repunerea în funcțiune nu necesită intervenția unei persoane pentru că după oprirea tensiunii în cazul unui scurtcircuit sau supratensiune, revenirea tensiunii este automată (în cazul unui scurtcircuit doar după ce cauza a fost eliminată. De asemenea, prin acțiunea în două etape, la apariția unor supratensiuni sau supracurenți de valoare mică valoarea medie a tensiunii se scade și sarcina nu este decuplată de la rețea, funcționând în continuare.

În urma simulărilor se pot trage câteva concluzii, dintre care cea mai importantă este că protecția în două etape cu triac are o zonă care este puternic perturbatoare în cazul unor anumite combinații de sarcini RLC. Prin urmare la testele practice s-a renunțat la protecția în două etape.

Cele două modele experimentale, unul cu triac și unul cu releu au fost închise într-o carcasă standard de panou de siguranțe. În exterior au fost prevăzute două LED-uri, unul roșu pentru situația de sarcină decuplată și unul verde pentru sarcină cuplată, figura 2.15:



Figura 2.15. Model experimental de dispozitiv de protecție: în carcasă cu capac deschis (stânga), cu capac închis (mijloc) și vedere din interior (dreapta)

Testele au fost realizate cu o sarcină rezistivă din nichelină, o sarcină capacitivă formată dintr-o baterie de condensatoare și o bobină cu miez reglabil ca sarcină inductivă. Standul de test este dat în figura 2.16:

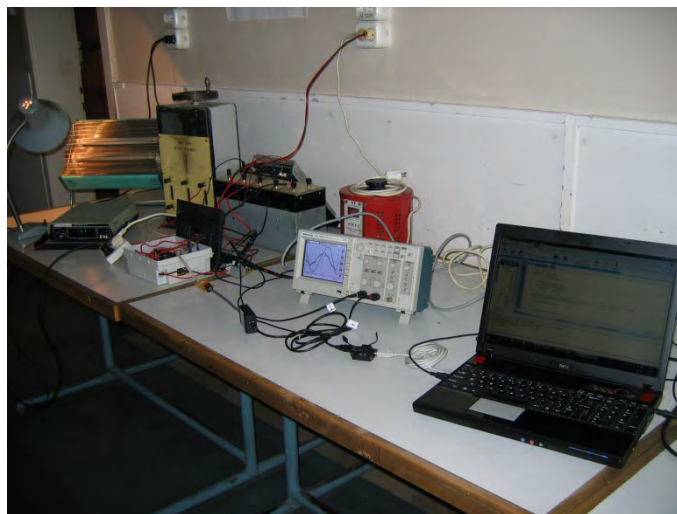


Figura 2.16. Stand de test

Sarcinile au fost conectate astfel: sarcina inductivă în serie cu celelalte două în paralel. Formele de undă au fost ridicate cu un osciloscop digital cu interfață USB și au fost salvate pe calculator pentru prelucrări ulterioare. Formele de undă au fost ridicate în etapa de test al existenței supratensiunii, respectiv supracurentului, osciloscopul fiind declanșat de apariția alternanțelor de test. Pentru a face ușor diferența între varianta cu triac și releu, evaluarea curentului și tensiunii se face într-o perioadă la varianta cu triac și în două perioade la varianta cu releu.

Au fost realizate mai multe măsurători pentru ambele variante, cu sarcină rezistivă și sarcină RLC, la diferite inductivități obținute cu miezul variabil. Câteva forme de undă semnificative (pentru câteva combinații de sarcini cu valori extreme) sunt date în figurile următoare. Pe fiecare grafic sunt reprezentate tensiunea pe sarcină (sinusoida cu amplitudine mai mare) și curentul prin sarcină (sinusoida cu amplitudine mai mică).

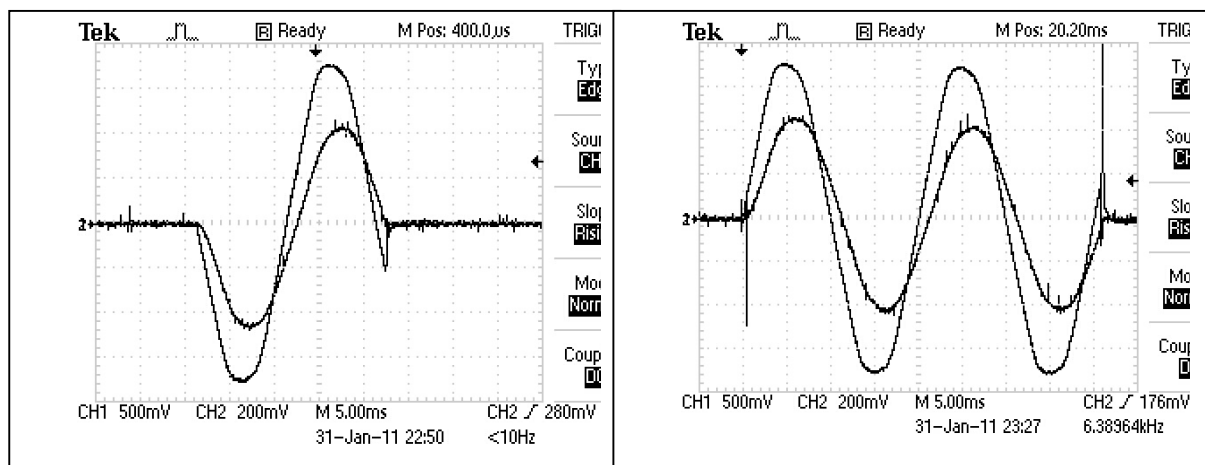


Figura 2.17. Triac (stânga) și releu (dreapta), R (35 ohmi), L (31.63mH), C (neconectat), $\cos\varphi=0.76$

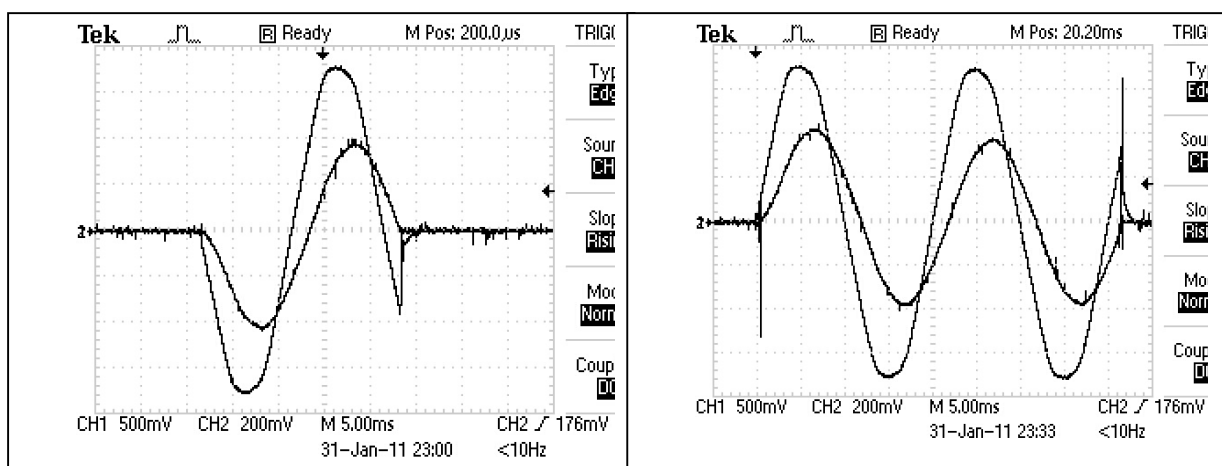


Figura 2.18. Triac (stânga) și releu (dreapta), R (35 ohmi), L (46.69mH), C (neconectat), $\cos\varphi=0.62$

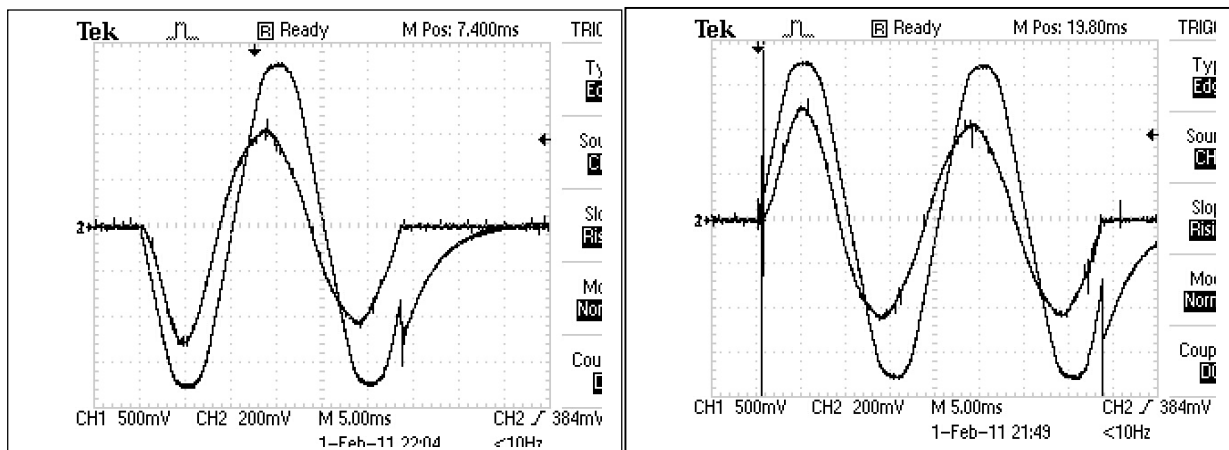


Figura 2.19. Triac (stânga) și releu (dreapta), R (70 ohmi), C (55 μ F), L (28.73mH), $\cos \varphi=0.76$ inductiv

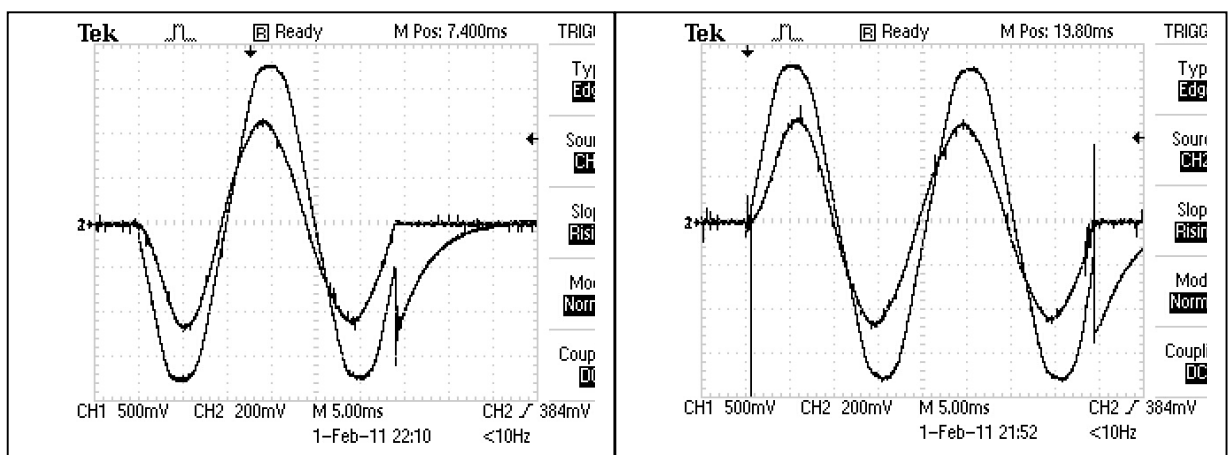


Figura 2.20. Triac (stânga) și releu (dreapta), R (70 ohmi), C (55 μ F), L (42.33mH), $\cos \varphi=0.36$ inductiv

Se poate observa cuplarea și decuplarea sarcinii la trecerea curentului prin zero, ceea ce minimizează perturbațiile. Varianta cu releu prezintă supratensiuni de scurta durata atât la cuplare cât și la decuplare. La sarcini puternic inductive, la ambele variante, trecerea prin 0 a curentului produce o variație a tensiunii, asemănătoare cu variațiile obținute prin simulări. Simulările din acest capitol se regăsesc parțial în lucrările autorului (Ogruțan și Sandu, 1999) și (Aciu și Ogruțan, 2006).

2.2. Dispozitiv pentru protecția la scurgerea curentului la împământare

Un prim aspect este faptul că elementul de execuție care întrerupe alimentarea sarcinii nu poate fi un triac. În cazul unei electrocutări sarcina este protejată pentru că triacul nu se mai amorsează dar linia de fază este în continuare sub tensiune și persoana care atinge linia de fază nu este protejată. Pe baza dispozitivului de protecție la supracurent se pune problema studierii posibilității de a realiza un întreruptor diferențial pentru sesizarea curentului care se scurge la împământare prin determinarea diferenței între curentul de fază și cel de nul. Dispozitivul

rezultat va putea realiza protecția la supracurent, supratensiune și electrocutare. Schema de măsurare a curentului folosită de dispozitivul inițial este dată în figura 2.21:

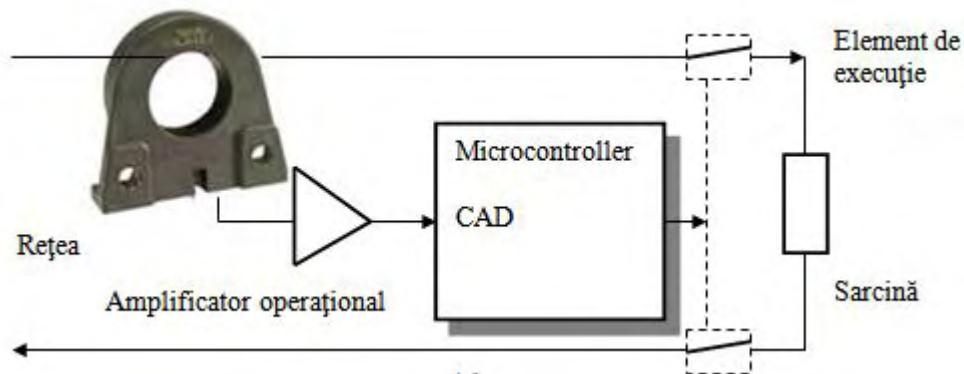


Figura 2.21. Schema de măsurare a curentului la dispozitivul de protecție la supracurent

Pentru măsurarea curentului a fost folosit un senzor Hall de la Honeywell, CSLA2CF care poate măsura curenți până la 125A, realizând și separare galvanică. Senzorul este alimentat cu tensiune continuă de valoarea V_{cc} și generează la ieșire o tensiune proporțională cu valoarea curentului din firul care trece prin senzor. Senzorul poate măsura atât curent continuu cât și curent alternativ. Tensiunea de ieșire din senzor este amplificată cu un amplificator operațional și convertită analog digital de către convertorul integrat în microcontroller. Precizia senzorului Hall este de 2,7mV la 29,7mV, deci de 9,09% la care se adaugă variația tensiunii cu temperatura de 0,5%/°C.

Pentru a măsura diferența între curentul de fază și cel de nul fără a modifica major acest circuit, este suficient ca și returul curentului să fie trecut prin senzorul Hall, ca în figura 2.22:

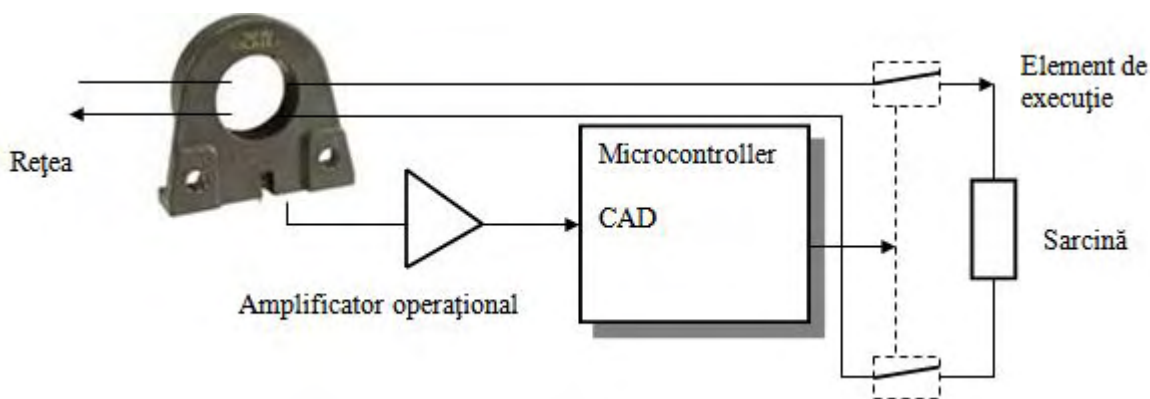


Figura 2.22. Schema de măsurare a diferenței de curent

Cei doi curenți în sens contrar vor da genera fluxuri opuse și ca urmare senzorul va măsura diferența lor. Această măsurătoare poate fi simulată în SIMULINK pentru ca, ținând cont de erori să poată fi evaluată performanța ei.

Un model simplu arată că diferența dintre cei doi curenți se face prin însumarea a doi curenți în antifază iar incertitudinea de măsurare este simulată prin adăugarea unui zgomot aleator. Dacă diferența dintre cei doi curenți este de 5000mA atunci această diferență poate fi sesizată corect

de microcontroller. Dacă diferența dintre cei doi curenți devine mai mică, de exemplu de 1000mA ca în figura 2.23 stânga, ea poate fi măsurată de microcontroller, dar dacă diferența devine 100mA, figura 2.23 dreapta, ea nu mai poate fi sesizată.

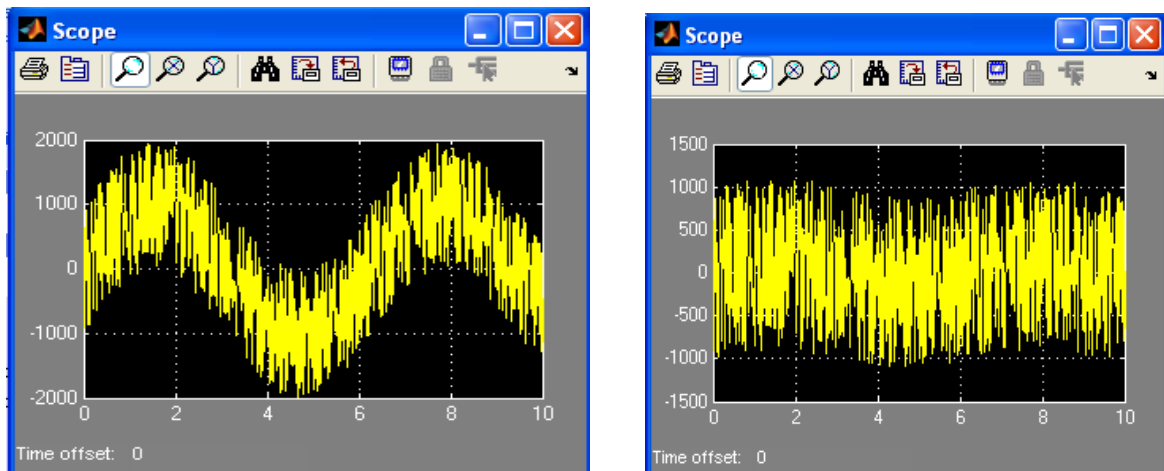


Figura 2.23. Măsurarea diferenței între doi curenți, dacă diferența este 1000mA, respectiv 100mA

Concluzia este că nu se poate folosi aceeași soluție pentru măsurarea unui curent și a diferenței de curent din cauza preciziei prea mici a traductorului. O altă variantă posibilă este utilizarea unui traductor Hall de precizie. Astfel, gama de traductoare Allegro asigură o eroare mai mică de 1,5%. Precizia mai mare este obținută prin faptul că firul care conduce curentul de măsurat nu trece printr-un orificiu al traductorului. Aproximarea firului care conduce curentul de traductorul Hall este realizată în interiorul unui circuit, lungimea contactului fiind strict controlată. Dezavantajul este faptul că firul de curent trebuie întrerupt și lipit. Traductorul oferă izolare galvanică.

Schema de principiu a măsurării este dată în figura 2.24:

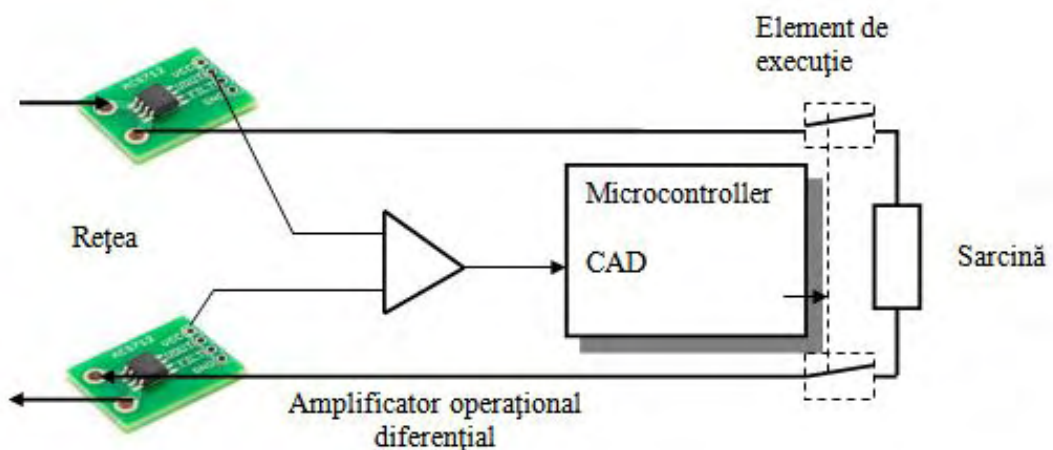


Figura 2.24. Schema de principiu a măsurării diferenței de curent cu traductori Hall Allegro

Spre deosebire de schema din figura 2.22 care arată varianta clasică de măsurare, în acest mod diferența de curent nu este efectuată de traductor ci de un circuit operațional în montaj diferențial. Pentru a putea integra întreruptorul diferențial în dispozitivul de protecție la supracurent, schema de principiu a măsurării trebuie completată ca în figura 2.25:

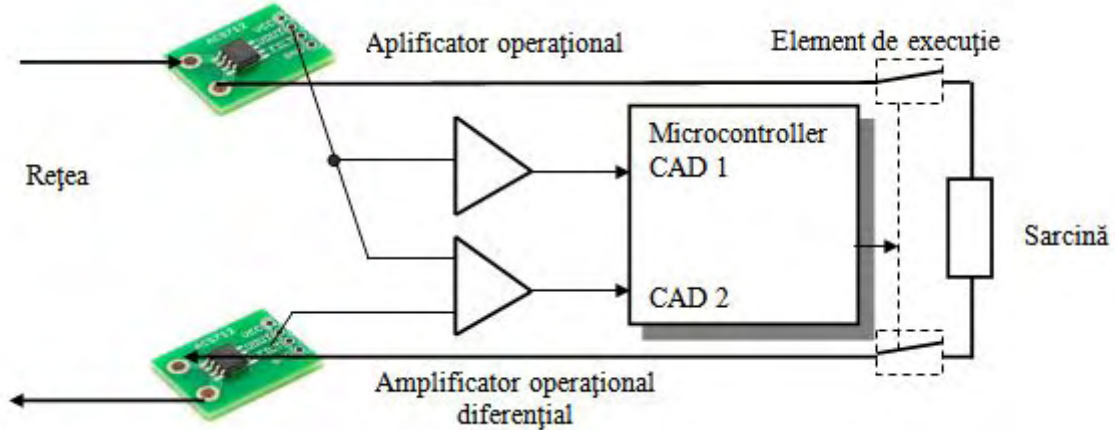


Figura 2.25. Schema de principiu a măsurării diferenței de curent și a curentului de sarcină cu traductori Hall Allegro

Se poate vedea că este preluat curentul de sarcină cu un traductor Hall a cărui ieșire este conectată la un amplificator operațional, după care valoarea proporțională cu curentul de sarcină este preluată de microcontroller cu un canal de conversie analog digitală CAD 1. Cu un alt canal (CAD 2), este preluată diferența de curent.

Partea software care rulează în microcontroller trebuie să rezolve următoarele probleme principale:

1. Să preia valoarea numerică a eșantioanelor de la modulul intern de conversie analog numerică;
2. Să verifice printr-un anumit algoritm dacă valoarea diferenței de curent este peste limitele admise pe cât posibil fără ca perturbațiile să afecteze rezultatul verificării;
3. Dacă diferența este peste limitele admise să decupleze sarcina, iar dacă nu să continue supravegherea.

O schemă logică simplificată a programului este cea dată în figura 2.26:

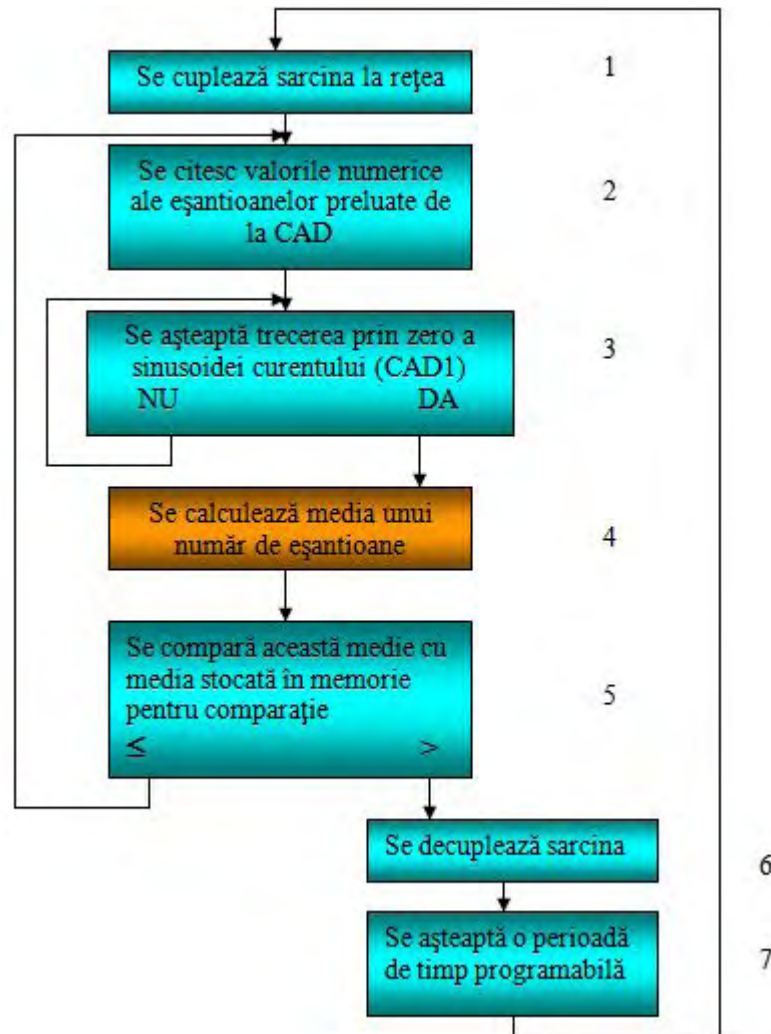


Figura 2.26. Schema logică simplificată a programului de verificare a diferenței de curent și decuplare a sarcinii

O particularitate a măsurării diferenței de curent este că, datorită neidentității celor doi senzori Hall apare o componentă de mod comun importantă. Această componentă de mod comun poate fi eliminată software din măsurări, comparând valoarea mediei eșantioanelor în perioada de măsurare curentă cu media din măsurătoarea anterioară (operație executată de blocul 5). Sarcina este decuplată dacă media curentă este mai mare cu o anumită valoare față de media anterioară.

Calculul mediei valorii eșantioanelor realizată de blocul 4 se poate face pe o durată mai mare sau mai mică. Cu cât durata de evaluare este mai mare, cu atât precizia de decuplare este mai bună dar timpul de urmărire este mai lung. Au fost luate în considerare evaluarea timp de 5ms după trecerea prin zero a curentului, obținându-se un timp de decuplare de maximum 10ms, evaluarea timp de 15ms obținându-se un timp de decuplare de maximum 20ms și evaluarea timp de 35ms obținându-se un timp de decuplare de maximum 40ms. Timpul de evaluare și implicit precizia sunt programabile, ca și curentul diferențial de prag. Apare astfel posibilitatea de realizare a siguranțelor electronice cu parametri solicitați de beneficiarii acestor dispozitive, funcție de aplicație.

Este indicat ca orice dispozitiv electronic, mai ales unul care asigură protecția personalului uman și consumatorilor să aibă posibilitatea de autotestare și posibilitatea de testare de către utilizator. Aceste funcții sunt implementate în multe realizări comerciale de acest gen. Testarea poate

acoperi o anumită zonă a dispozitivului electronic. De exemplu dacă pentru testul utilizatorului se pune un buton care asigură un nivel logic pe un pin de intrare a microcontrollerului atunci se poate testa partea de microcontroller și elementul de execuție dar nu și partea de măsurare. Pentru a testa în întregime dispozitivul se propune schema din figura 2.27:

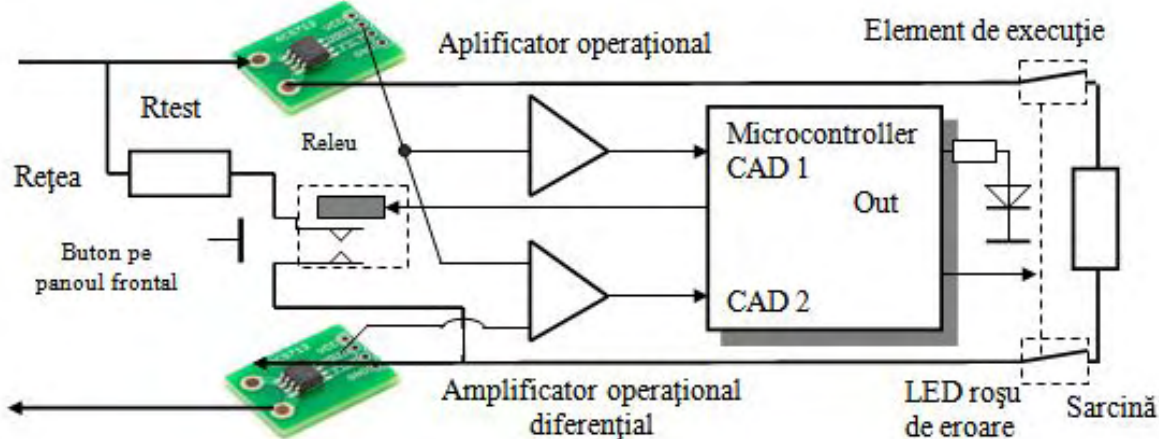


Figura 2.27. Realizarea autotestării și a testării de către utilizator

În principiu testarea funcționării dispozitivului se face introducând un rezistor R_{test} prin care să treacă un curent la închiderea unui contact. Curentul prin R_{test} este condus doar prin unul dintre traductorii de curent simulând astfel o diferență de curent. Rezistorul R_{test} se alege astfel încât prin el să treacă valoarea diferenței de curent minimă sesizabilă de dispozitiv pentru ca să poată fi testată și acuratețea dispozitivului. .

La punerea sub tensiune a dispozitivului se realizează un autotest automat. Acest autotest se inițiază prin închiderea contactului unui releu, contact în paralel cu contactul de test al utilizatorului. Comanda de autotest se dă de către microcontroller printr-un pin de ieșire și se verifică dacă diferența de curent este sesizată. Dacă diferența de curent nu este sesizată atunci se comandă aprinderea unui LED roșu pe panoul frontal al dispozitivului, cu semnificația de eroare la partea de măsurare a diferenței de curent.

2.3.Comunicația de date și software de centralizare

Datele preluate referitoare la valorile tensiunii și curentului pot fi trimise la distanță și puse la dispoziția celor interesați (proprietarul locuinței dacă nu se află în localitate sau distribuitorului de energie electrică).

O condiție necesară pentru comunicația de date este să fie bidirecțională, adică posibilitatea de a comanda întreruptorul de la distanță de către client sau distribuitorul de energie. Această facilitate este utilă în cazul programării de către distribuitor a unor lucrări care implică riscuri pentru client, permițând decuplarea clientului pe perioada lucrărilor.

Cele trei variante de comunicații de date implementate sunt::

1.Prin Bluetooth în cazul în care nu există acoperire GSM sau Internet prin cablu. Proprietarul locuinței poate vedea raportul de evenimente pe un calculator cu interfață Bluetooth, iar un reprezentant al firmei de distribuție are acces din exterior cu un notebook. Pentru a atașa

evenimentelor informația de timp se poate implementa un ceas software în microcontrollerul care măsoară curentul și tensiunea pe sarcină sau se poate utiliza un circuit exterior, un ceas de timp real (Real Time Clock). Din rațiuni de economie a fost utilizată varianta de implementare soft cu un timer al microcontrollerului, cu dezavantajul că dacă alimentarea dispare ceasul pornește de la zero.

2. Postarea raportului cu un web server permite accesul liber la Internet, aceasta fiind varianta cea mai ieftină și simplă. Din păcate, web serverul folosit este destul de puțin flexibil și nu conține partea software care să-i permită să preia timpul prin NTP (Network Time Protocol). În varianta implementată web serverul a preluat timpul de la calculatorul gazdă. Această variantă are dezavantajul că, în cazul în care ceasul sistemul este dereglat, raportul de evenimente conține momente de timp eronate.

3. Varianta de transmisie GPRS cu modemul Telit EZ10 care conține și un modul GPS este, din acest punct de vedere varianta optimă. Timpul poate fi preluat din informațiile GPS primite. Această variantă a fost tratată detaliat în capitolul 1, la aplicația de monitorizare a concentrației de Radon în aer.

Un web server este un circuit electronic miniatural care poate stoca o pagină web de complexitate mică, vizibilă în Internet. Pentru această aplicație a fost ales circuitul Site Player care, ca și modulul Bluetooth și modemul GPRS au interfață RS232 și pot fi cuplate ușor și direct la microcontroller.

SitePlayer-ul se ocupă de protocoalele web și pachetele Ethernet, fiind văzut la o adresă IP programabilă cum ar fi: 193.123.23.200. Comunicarea între SitePlayer și microcontrollerul gazdă este realizată printr-un port serial standard RS232. Site Player are 8 linii de I/O și un port serial.

Câteva caracteristici ale circuitului sunt:

1. Programarea este simplă, este nevoie de mai puțin de 100 de octeți de cod pentru interfațarea oricărui circuit la Site Player;
2. Pagina de Web din Site Player poate conține desene dinamice, afișaje asemănătoare cu cele 7 segmente, butoane etc. Memoria alocată paginii de Web este 48K octeți flash;
3. Paginile Web pot fi programate în HTML ;
4. Conexiunea spre Internet este standard 10BaseT Ethernet cu corecție de polaritate automată;
5. Adresa IP poate fi statică sau dinamică, obținută de la un server DHCP;
6. Portul serial admite viteze de transfer programabile între 300 - 115,200 bits/sec.

De exemplu, pentru a seta o linie de I/O Site Player-ul poate fi comandat prin Ethernet astfel: <http://193.123.20.200/demo.Spi?Io3=1>, care stabilește linia de I/O 3 la 1 și după aceea pune la dispoziție o pagină web numită demo.Spi. Site Player poate stoca pagini web simple în maximum 48k de memorie. Pașii pentru crearea unui proiect: sunt:

- o Definirea și crearea obiectelor folosind un editor de text cu o arhivă SitePlayer Definition (.SPD).
- o Folosirea unui editor HTML pentru obținerea paginilor web.
- o Asamblarea și descărcarea arhivei SitePlayer Binary (.SPB) folosind programul SiteLinker.
- o Verificare funcționării SitePlayer-ului folosind un browser web.

Formatul comenzii pe interfața serială RS232 este următorul:

Command Byte	Address 1 or 2 bytes	Data 0 to 16 bytes
--------------	----------------------	--------------------

În figura 2.28 sunt prezentate imagini ale ecranului a două variante de pagini puse de Site Player pe Internet.

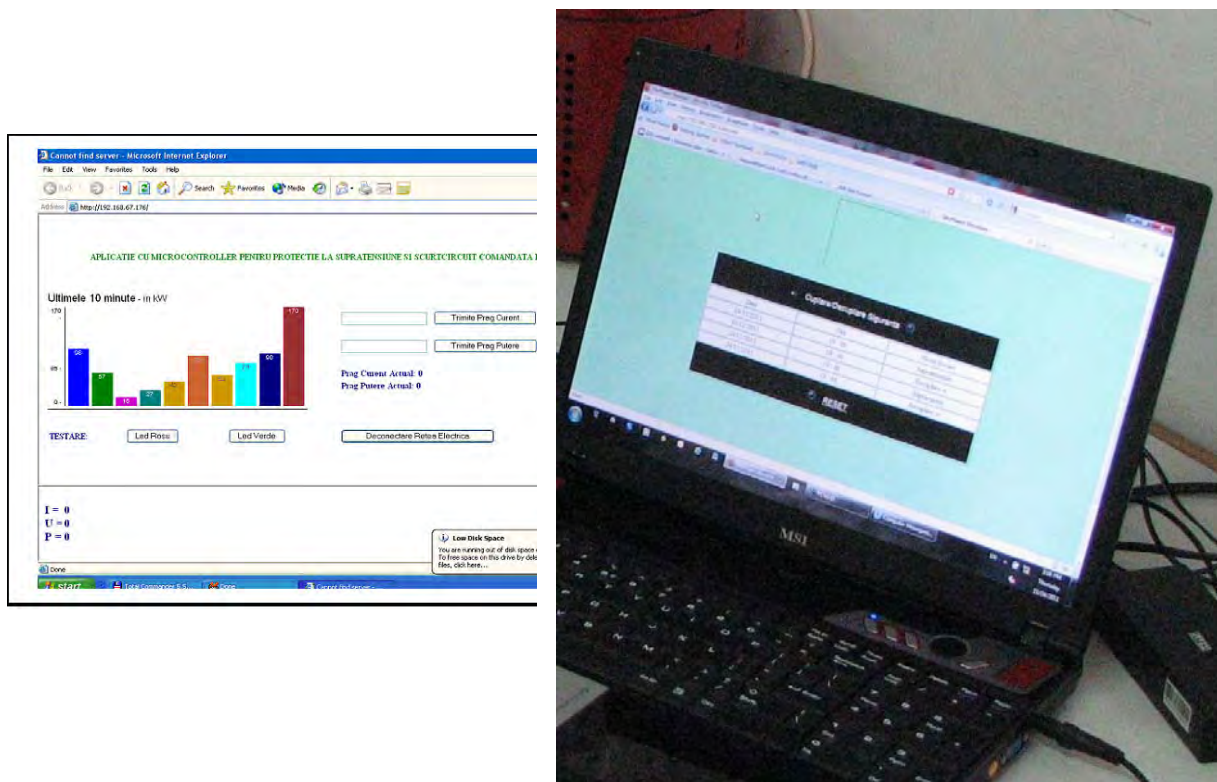


Figura 2.28. Imagini ale ecranului cu două variante de pagini

Se poate vedea în stânga un grafic al consumului determinat de microcontroller prin înmulțirea valorii eșantioanelor de curent cu cele de tensiune. Valoarea consumului nu este precisă, dispozitivul nu este un contor, dar graficul poate fi folosit orientativ. În partea din dreapta în două căsuțe de dialog se pot programa valorile de curent și tensiune la care să decupleze întreruptorul. În căsuța de dialog de sub acestea este prevăzut butonul pentru decuplarea consumatorului. Raportul de evenimente este postat în partea de jos a paginii.

Soluția cu Web Server este cea mai ieftină soluție din cele prezentate și nu necesită deplasarea unui delegat de la firma de distribuție. Soluția este însă condiționată de existența unei conexiuni Ethernet pe cablu. Un dezavantaj al soluției este că pagina Internet pusă de Site Player este publică, ca urmare trebuie luate măsuri de protecție prin asignarea de drepturi diferite utilizatorului care poate vedea raportul de evenimente și distribuitorului de energie care poate decupla sau recupla consumatorul.

În varianta transmisiei de date prin GPRS componenta software a sistemului rulează pe un server și poate fi mult mai sofisticată și performantă, oferind și măsuri corespunzătoare de securitate. Electrica System Manager este un sistem software care a fost conceput și implementat cu ajutorul limbajului de programare C# și a mediului de dezvoltare Microsoft Visual Studio 2008. Această aplicație permite tratarea în timp real a evenimentelor transmise prin GPRS de dispozitivele de protecție. Sistemul software pune la dispoziție o interfață grafică ce oferă utilizatorului posibilitatea să comunice cu sistemul software, pentru a gestiona echipamentele. Pentru dezvoltarea acestei aplicații s-a folosit un model de arhitectură client-server pe 3 nivele în care interfața cu utilizatorul (User Interface), logica funcțională (Business logic), reținerea și accesarea datelor (DAL) sunt realizate și administrate ca module independente. După autentificarea utilizatorului cu nume și parolă, aplicația arată ca în figura 2.29:

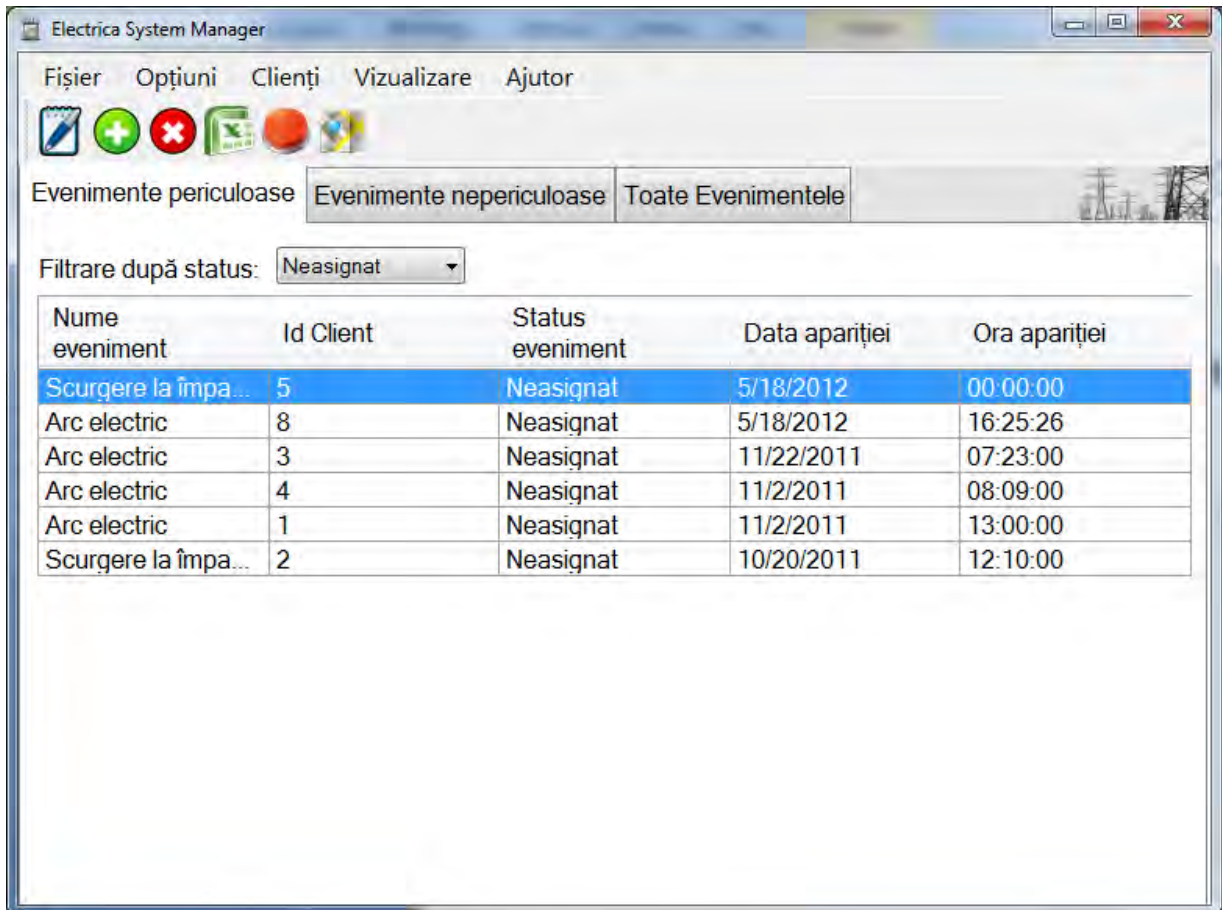


Figura 2.29. Ecranul principal al aplicației Electrica System Manager

Aplicația este conectată la o bază de date a clienților și permite adăgare, ștergere sau editare date pentru fiecare client. Se pot genera rapoarte despre evenimentele apărute la fiecare client și se pot genera alarme la apariția unor evenimente considerate periculoase, cum ar fi electrocutarea, semnalată de scurgerea curentului la împământare. Un alt eveniment periculos este arcul electric, a cărui detecție este în lucru, dar a fost prevăzut ca eveniment în software.

O hartă a evenimentelor generată de software oferă indicații despre locația clientului și tipul evenimentului, figura 2.30. Coordonatele sunt transmise odată cu tipul evenimentului și provin de la modulul GPS.

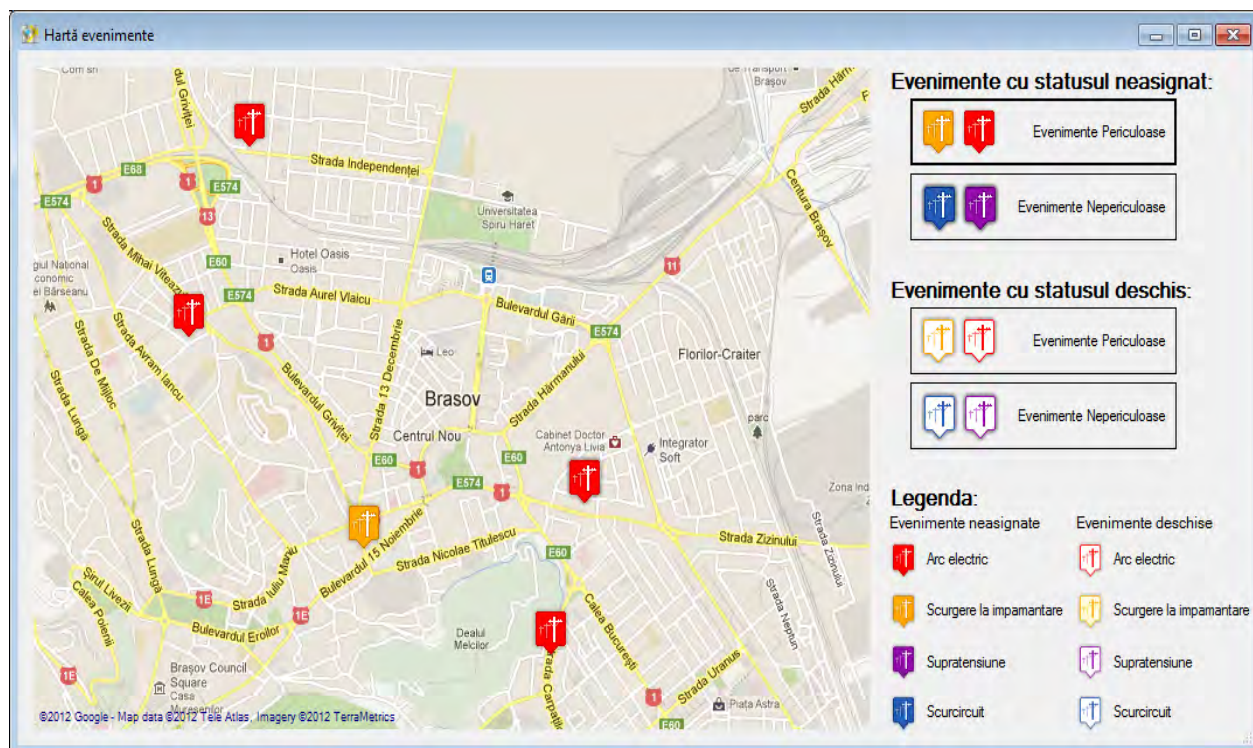


Figura 2.30. Harta evenimentelor

O problemă importantă a dispozitivelor care comandă alimentarea de la rețea este izolarea galvanică. Cu toate că triacul, care face parte din circuitul de forță este izolat galvanic de microcontroller și măsurarea curentului se face cu traductori Hall care de asemenea oferă izolare galvanică, măsurarea tensiunii prin divizor rezistiv direct de la rețea are ca și consecințe faptul că modulul cu microcontroller nu este izolat galvanic de rețea. Izolarea galvanică a măsurării tensiunii ar fi introdus câteva probleme, de exemplu întârzierea citirii eșantioanelor de tensiune la izolarea galvanică cu transformator datorită defazajului sau neliniaritatea valorilor citite datorită unui cuplaj optic.

Probleme datorită cuplajului galvanic pot apărea la cuplarea modulului cu microcontroller cu alte module, cum ar fi programatorul memoriei microcontrollerului, web serverul sau modulul GPRS. Modulul Bluetooth este alimentat de la interfața serială RS232 și are conectivitate wireless, de aceea la conectarea acestui modul nu pot apare probleme de cuplaj galvanic.

Cuplajul galvanic poate produce electrocutarea personalului care lucrează la punerea în funcțiune a modelelor experimentale în cazul în care modulul este astfel conectat la rețea încât faza rețelei este conectată la masa montajului și poate produce distrugerea modelelor dacă masa unuia este conectată la fază, iar masa altui modul este conectată la nul, în momentul cuplării celor două mase. Este important de precizat că aceste aspecte sunt importante în momentul realizării modelelor experimentale și odată terminate testele modulele pot funcționa fără dispozitive suplimentare de izolare galvanică.

În ultima etapă a fost realizată o monitorizare a evenimentelor din rețea cu ajutorul dispozitivului cuplat la Internet. Dispozitivul cu releu care s-a dovedit mai sigur în exploatare a fost montat pe perete după tabloul cu siguranțe al laboratorului KB10, figura 2.31. Acest laborator este un laborator mic unde se fac lucrări de putere mică cu o semigrupă de studenți.

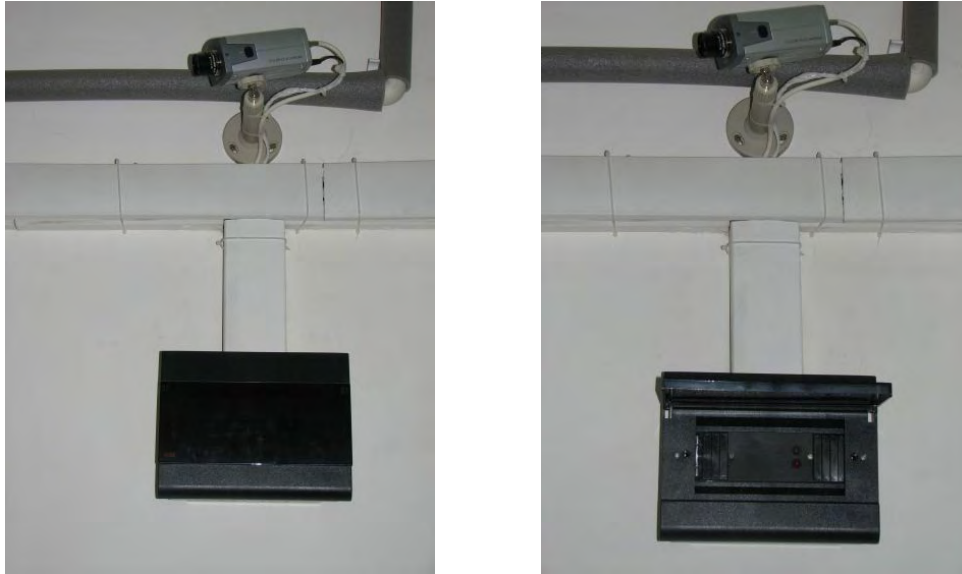


Figura 2.31. Imagine a dispozitivului montat la locul de monitorizare, cu capacul închis, respectiv deschis

Supravegherea a fost realizată timp de 90 de zile, începând din ianuarie 2011. Nu au fost înregistrate creșteri ale tensiunii care să ducă la decuplarea dispozitivului, dar au fost înregistrate decuplări datorită supracurentului. Rezultatele care arată graficul acestor decuplări în timp sunt date în figura 2.32. Pe abscisă este timpul în zile, pe ordonată numărul de evenimente iar pe axa z cele 24 de ore ale zilei, începând cu ora 0. Se poate vedea că decuplările nu apar înainte de ora 8 și sunt de regulă singulare. A apărut o singură decuplare multiplă (triplă) care s-a datorat unui scurtcircuit care a necesitat intervenția unui tehnician. Prima decuplare s-a datorat unui test făcut pentru verificarea funcționării. Pe grafic nu sunt reprezentate decuplările datorate unor decuplări a tensiunii în amonte pentru că dispozitivul nu mai este alimentat și nu poate comunica un astfel de eveniment.

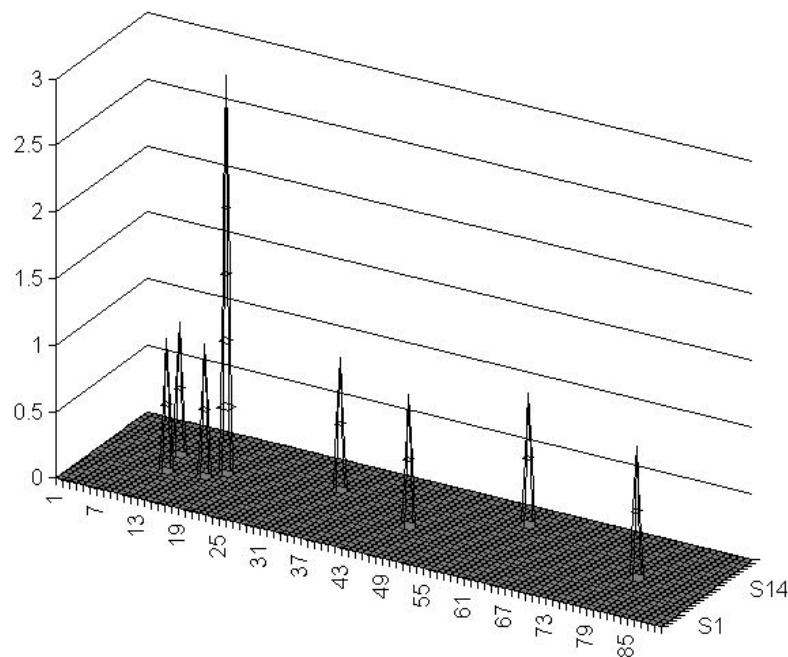


Figura 2.31. Rezultatele monitorizării rețelei pe perioada de 90 de zile

O fotografie din timpul verificării funcționării dispozitivului de protecție în care apare dr. ing. Dan Lozneau în perioada elaborării tezei de doctorat este dată în figura 2.32.



Figura 2.32. Imagine din laboratorul de teste ale dispozitivului de protecție

2.4. Concluzii, publicații, brevete și contracte relevante

Preocupările autorului în această direcție au început cu cercetările realizate prin proiecte de cercetare interne la IIRUC București. În urma acestor cercetări au fost realizate mai multe dispozitive pentru monitorizarea rețelei în scopul determinării cauzelor unor anomalii în funcționarea calculatoarelor. Aceste realizări au fost considerate inovații:

1. 537/1987, D. Birlutiu, M. Pop, P. Ogrutan, I. Amiras, *Sonda pentru detectarea impulsurilor parazite*,
2. 135/1988, P. Ogrutan, M. Pop, *Sistem de supraveghere antiperturbativă a rețelei*,
3. 1193/1988, P. Ogrutan, M. Pop, *Detector de deviații de frecvență*,
4. 1507/1987, P. Ogrutan, *Sonda pentru detectarea fazei, nulului și existenței împământării la prizele de la rețea*

Principalele lucrări publicate în acest domeniu și rezultatele obținute au fost:

P. Ogrutan, L. E. Aciu, D. Lozneau, I. Rosca, *Consumers protection and monitoring with microcontroller based device for low-voltage distribution systems*, Przegląd Electrotechniczny, 06/2012, ISSN 033-2097, p. 55-57 (revista ISI)

Gh. Pană, C. Gerigan, P. Ogruțan, *Filters for the Mains Supply with Overvoltage Protection*, Proceedings of the 6-th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipments, Brasov, 1998, p.655-658, vol. 3

D. Lozneau, P. Ogrutan, L.E. Aciu, I. Rosca, *Study regarding intelligent protection in low voltage supply and data transmission*, IEEE International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging, SIITME 2010, Pitesti, ISBN 978-1-4244-8122-4/10/26 IEEE

L. Aciu, P. Ogrutan, C. Gerigan, *Software application for monitoring and protection systems in low-voltage distribution systems*, 2012 IEEE 18th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME) 978-1-4673-4760-0/12/\$31.00 ©2012 IEEE

P. Ogrutan, L. Aciu, D. Lozneau, I. Rosca, *Consumer protection and monitoring with microcontroller based device for low-voltage distribution systems*, XXI International Conference on Electromagnetic Disturbances EMD 2011, Poland, ISBN 978-83-62582-07-5

Rosca, P. Ogrutan, L. E. Aciu, D. Lozneau, *Microcontroller Based Low Power Circuit Breaker*, 4th International Conference on Modern Power Systems, Cluj, Acta Electrotehnica, vol 52, nr5, 20011, ISSN 1841-3323, pag. 418-423

Realizările din acest capitol au fost posibile datorită colaborării autorului cu dr. Ing Dan Lozneau și dr. Ing. Ioan Roșca în cadrul elaborării tezelor lor de doctorat.

Invenții, cereri de brevet:

Munteanu R., P.Ogrutan, M.Pop, D.Dimofte, A.Iliescu, *Dispozitiv de protecție pentru receptori de energie electrică*, Patent 98224/1989

P.Ogrutan, R. Munteanu, L.Suciu, *Dispozitiv de protecție la scurtcircuit și supratensiune pentru receptori de energie electrică*, Patent 122067/2008

P.Ogrutan, R. Munteanu, L.Suciu, *Metoda de protecție la scurtcircuit și supratensiune pentru receptori de energie electrică*, Patent 122945/2010

P. Ogrutan, L. Aciu, D. Lozneau, I. Rosca, R. Munteanu, *Înteruptor electronic și metodă pentru protecția la scurgerea curentului la împământare*, Patent application A00880/09.09.2011

Contract:

Contract servicii cercetare nr. 14970/12.10.2009 - C 656/19.10/2009, Monitorizarea calității energiei electrice și a serviciului de distribuție a energiei electrice de joasă tensiune, Electrica Distribuție Transilvania Sud.

Capitolul 3. Modelarea și evaluarea eficienței ecranării câmpurilor electromagnetice

Extinderea comunicațiilor fără fir a creat îngrijorare în rândul populației. În figura 3.1. sunt prezentate două imagini a antenelor de comunicații mobile montate pe Spitalul de Pediatrie și pe Maternitatea din Brașov.



Figura 3.1. Antene de comunicații situate pe Spitalul Clinic de Pediatrie Brașov (stânga) și pe Maternitatea Brașov (dreapta)

Un alt aspect care este îngrijorător este mărirea numărului de echipamente care dispun de comunicații fără fir în fiecare apartament și mărirea probabilității apariției interferenței electromagnetice (Ngo, 2016).

Aceste evoluții recente au ca și consecință mărirea importanței ecranării electromagnetice. În această direcție, cercetările autorului au avut ca realizare majoră contractual de cercetare CNCSIS (CNCSIS, 2006). La începutul cercetării s-a urmărit analiza comparativă a unor metode utilizate pentru ierarhizarea materialelor din punct de vedere al capacității lor de a ecranarea undele perturbatoare. Au fost studiate și analizate metoda clasică de calcul analitic al eficacității ecranării, metoda măsurătorilor cu celula TEM ca și aplicație a metodei impedanțelor (Schelkunoff) și metoda atenuării de inserție. În cursul acestor cercetări au fost realizate mai multe aplicații cu sisteme încorporate, cum ar fi de exemplu cel de automatizare a testării în incinta TEM (Transversal ElectroMagnetic). În acest capitol accentul nu este pus pe aceste sisteme încorporate ca și în capitolul 1 și 2 ci pe elaborarea unui model de evaluare a eficienței ecranării și pe modalitățile de măsurare a eficienței ecranării pentru diverse materiale, la diferite frecvențe. Importanța didactică a acestor cercetări este prezentată în ultimul capitol al tezei.

3.1. Model pentru evaluarea eficienței ecranării și verificarea acestuia prin măsurători

Datorită dificultăților metodei clasice, pentru calculele ingineresti în literatura de specialitate există mai multe modele utilizate pentru determinarea eficacității unui ecran, dintre care modelul lui Schelkunoff și modelul Kaden. Analogia propagării unei unde plane în spațiul liber cu propagarea undelor de mod TEM într-o linie de transmisie este cel mai des utilizată metodă pentru calculul simplu al eficacității de ecranare a unui material.

Unda electromagnetică incidentă este atenuată la trecerea prin materialul ecranului prin reflexie, absorbție și re-reflexie, figura 3.2. La fel, tensiunea de intrare este micșorată prin reflexiile pe linie și absorbția în elementele disipative. Elementele de circuit C și L pentru liniile de transmisie se stabilesc conform izomorfismului lui Shelkunoff prin corespondența C corespunde lui ϵ și L corespunde lui μ , permitivitatea respectiv permeabilitatea mediului de transmisie. Elementul de circuit R se stabilește prin analogia firească între propagarea energiei electrice prin conductoare și propagarea undei electromagnetice printr-un mediu conductor care atenuază unda. Comportarea liniei de transmisie în cazul modelării unui ecran este opusă comportării la aplicarea unei tensiuni, deci lui R îi corespunde σ (conductivitatea mediului).

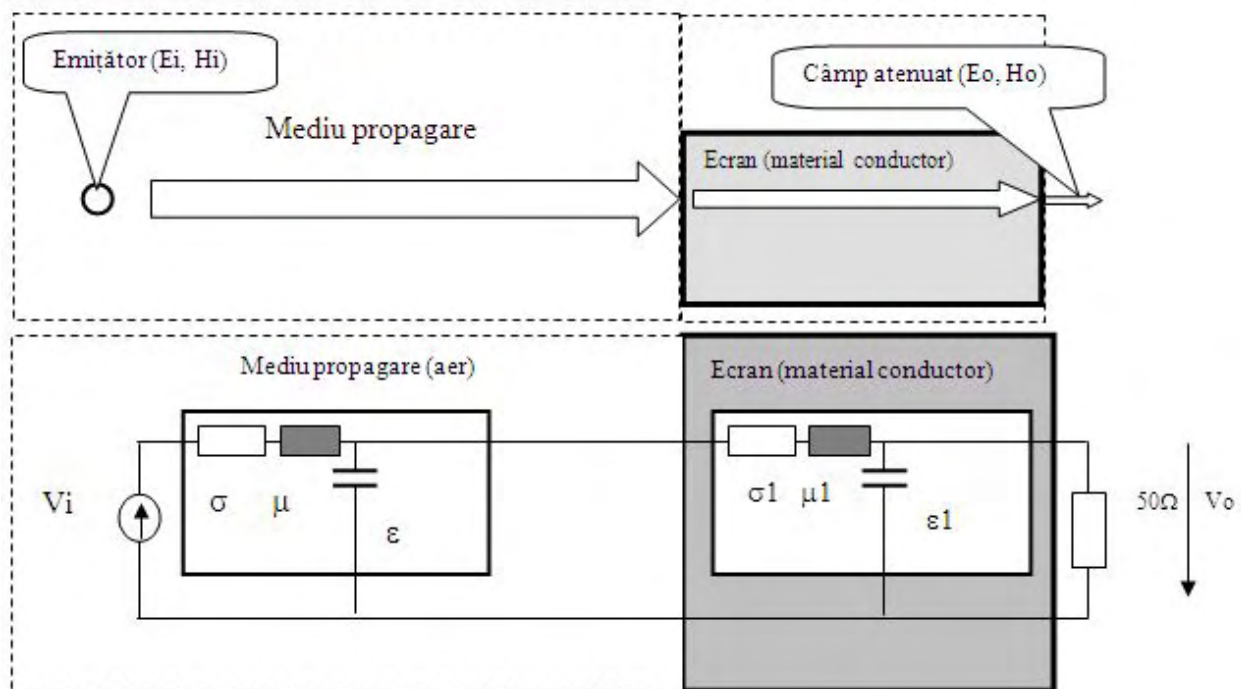


Figura 3.2. Modelarea ecranării cu linii de transmisie

Pentru a vedea cum se comportă un material folosit pentru ecranare se poate simula comportarea lui în SPICE sau SIMULINK, folosind modele ale liniei de transmisie. Rezultatele obținute prin simulare pentru cupru alături de graficele preluate din bibliografie sunt date în figura 3.3. Cele 4 grafice de variație a eficacității ecranării în funcție de frecvență sunt reprezentate în gama 1Hz-1000Ghz.

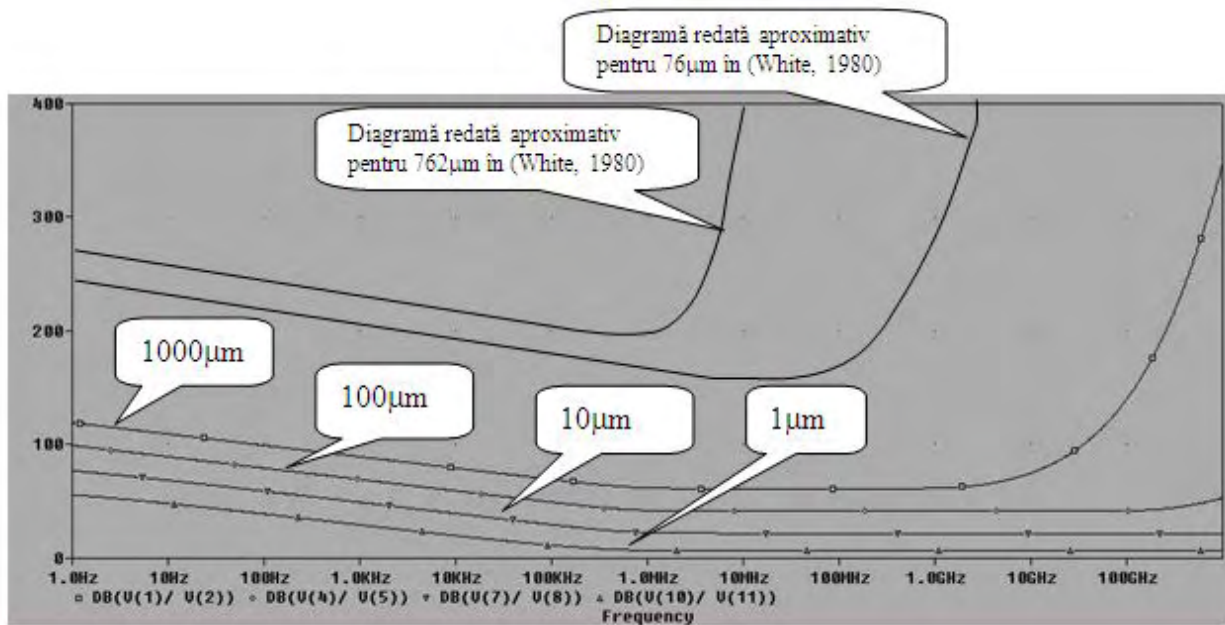


Figura 3.3. Eficiența ecranării pentru un ecran de cupru, eficiența cea mai mare corespunde ecranului cel mai gros

Se remarcă o asemănare a formei graficelor date de simulare cu cele ridicate experimental. Totuși se remarcă o eficiență a ecranării prin simulare mai mică decât cea măsurată, precum și frecvențe mai mari de la care crește eficiența decât la graficele ridicate prin măsurare.

Pentru verificarea datelor obținute prin simularea în SPICE s-a optat pentru folosirea unui sistem de măsură în ghid de undă cu generator de microunde realizat cu diodă Gunn, figura 3.4. Sistemul este închis din punct de vedere electromagnetic și asigură eliminarea influenței câmpurilor electromagnetice perturbatoare asupra procesului de măsurare. Eșantioanele de materiale supuse procesului de măsurare sunt dispuse în ghidul de undă dreptunghiular în care se generează câmpul de microunde.

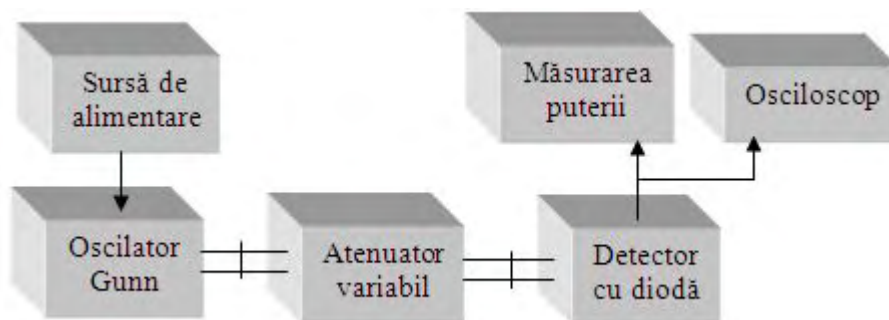


Figura 3.4. Structura sistemului de măsurare a atenuării câmpului

Sistemul de măsură LABVOLT este arătat în figura 3.5:

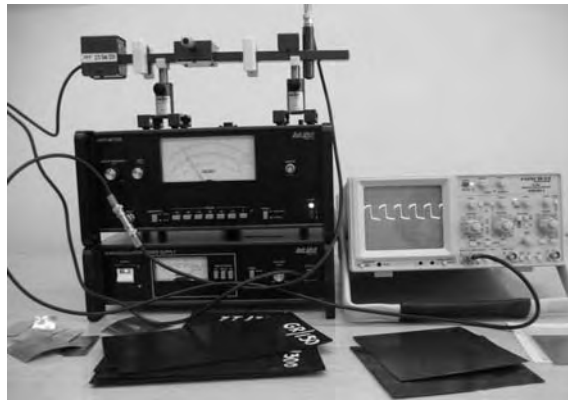


Figura 3.4. Sistemul de măsură LABVOLT

În procesul de măsurări experimentale au fost utilizate eșantioane din următoarele categorii și tipuri de materiale:

1. materiale conductoare (aluminiu, cupru, alamă);
2. materiale izolatoare (carton, textolit, sticlotextolit, straticel);
3. nanomateriale din tipurile FT, GR, FE și TN (create de ICPE CA București).

În tabelul 3.1 sunt prezentate rezultate ale măsurărilor pentru câteva eșantioane din categoria materialelor conductoare și izolatoare cu caracteristici cunoscute. Măsurările experimentale efectuate asupra acestor materiale au stat la baza stabilirii metodei de măsurare și la verificarea modelului matematic folosit în aplicațiile de simulare.

Tabelul 3.1

Categoria de material	Denumire material	Grosimea [mm]	Atenuarea [dB]	Obs
Conductor	aluminiu	0.06	61.5	Un singur strat
	cupru	0.1	61.5 (40 simulat)	
Izolator	carton	0.21	0.25 (0.46 simulat)	Un singur strat
	textolit	0.5	1.5	
	sticlotextolit	0.54	1.2 (2.33 simulat)	
	straticel	0.93	1.7	

În tabelul 3.2 sunt prezentate rezultate ale măsurărilor pentru câteva eșantioane din categoria materialelor obținute prin nanotehnologii. Atenuarea a fost măsurată prin introducerea probelor în ghidul de undă.

Tabelul 3.2

Tip material	FT150	FT300	GR150	GR300	FE150	FE300	TN150	TN300	GR150+ TN150
Atenuarea [dB]	5.25	5.6	6.2	3.8	5.5	5.0	4.0	4.4	10.2

În graficul din figura 3.5. au fost poziționate punctele măsurate la 10GHz în ghid de undă peste simulările SPICE ale respectivelor materiale:

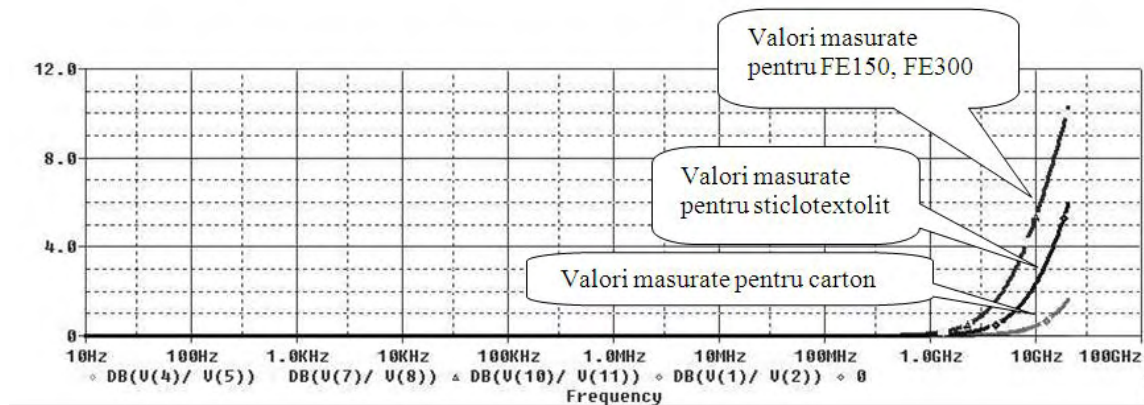


Figura 3.5. Simulări și valori măsurate pentru carton, sticlotehtolit și nanomateriale

Un alt tip de măsurători au fost realizate cu un sistem de antene al ICPE CA București la frecvența de 1GHz, sistem arătat în figura 3.6:

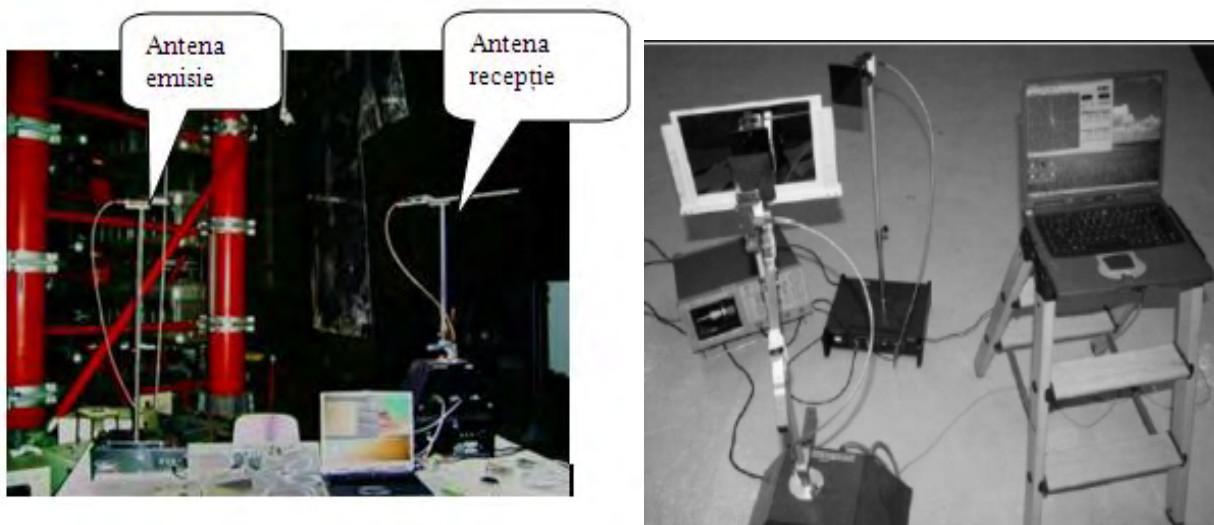


Figura 3.6. Sistem de test cu antene

Datele măsurate pentru câteva eșantioane de materiale noi obținute prin nanotehnologii la frecvența de 1GHz cu sistemul de antene și la 10GHz în ghid de undă sunt date în tabelul 3.3.

Tabelul 3.3.

Materialul măsurat	Frecvența	Atenuarea (dB)	
FE 300 (fier)	10GHz	5	
	1GHz	1	
TN 300 (negru de fum)	10GHz	4	
	1GHz	0.5	
GR 300 (grafit)	10GHz	3.5	
	1GHz	2.5	
FER 300 (ferita)	10GHz	3.5	
	câmp apropiat	1GHz	1
	câmp depărtat	1 GHz	1

Pentru un material realizat prin nanotehnologii (FE300) s-a simulat eficiența ecranării cu parametrii determinați prin calcul (simulare prezentată și în figura 3.5) și pe graficul din figura 3.7 au fost suprapuse rezultatele experimentale obținute prin toate metodele prezentate anterior. Cu cercuri sunt marcate rezultatele obținute cu sistemul de antene 2D/3D (prezentate în tabelul 3.3) și cu pătrate rezultatele obținute cu sistemul de microunde și prezentate în tabelul 3.1 și 3.2.

Din graficul prezentat în figura 3.7 rezultă o bună corespondență între graficul simulat cu modelul propus și datele măsurate.

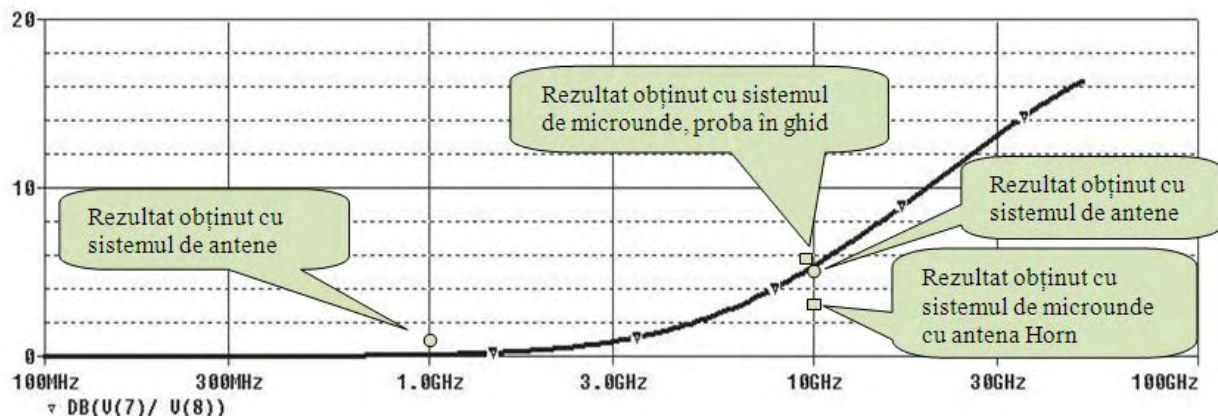


Figura 3.7. Caracteristica simulată și puncte obținute prin determinări experimentale pentru un material FE300

Următoarele teste au fost realizate în celula TEM (Transversal ElectroMagnetiv). Celula TEM folosită a fost o celulă TESCOM – www.tescom-lab.com. Minicelula TEM TC-5010B se poate folosi cu un generator de semnal extern, pe domeniul de frecvențe DC – 1GHz. Generarea undelor în interiorul incintei se face folosind un generator de radiofrecvență conectat la incinta TEM. Intensitatea câmpului electromagnetic din incintă este măsurată atât în absența materialului de ecranare P_1 cât și în prezența acestuia P_2 . Ecranarea efectivă introdusă de materialul de ecranare va fi raportul puterilor măsurate. Se propune un sistem de măsurare în domeniul de frecvență cuprins între 10 MHz și 1000 MHz. Un astfel de sistem asigură

eliminarea influențelor perturbatoare ale câmpurilor electromagnetice externe asupra rezultatelor măsurărilor. Testele și verificările recomandate de producător și efectuate asupra incintei TEM au confirmat faptul că aceasta asigură ecranarea electromagnetică a mediului din interiorul incintei față de mediul exterior. Față de măsurările în ghid de undă realizate cu sistemul LABVOLT în etapa anterioară a proiectului, aceste măsurări se pot face pe un interval de frecvențe și nu doar la o anumită frecvență.

Sistemul de măsurare propus este alcătuit din următoarele elemente componente (figura 3.8):

- o Analizor de spectru, GSP-810, cu generator de radiofrecvență încorporat pentru domeniul 150 kHz la 1 GHz. Analizorul este prevăzut cu interfața RS232 pentru conectare la calculator în regim de achiziție de date folosind programul software standard “GSP810”;
- o Incinta TEM de tipul TC-5010B;
- o Adaptor de măsură prevăzut cu sondă electrică;
- o Calculator PC, în configurația specificată în documentația analizorului de spectru;
- o Analizor de spectru Hameg 1050, în banda 100 Hz ÷ 1100 MHz, utilizat pentru controlul măsurărilor;
- o Elemente de conectică pentru gama metrică și decimetrică (cabluri coaxiale, distribuitor de semnale, mufe de conectare).

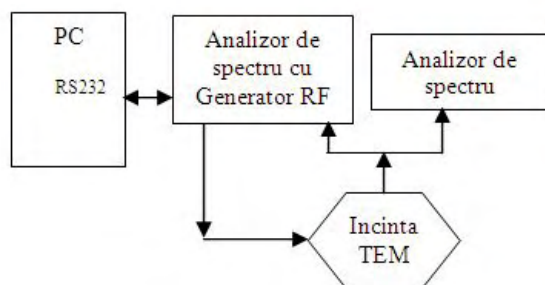


Figura 3.8. Schema de măsurare în incinta TEM și standul de măsurare

Metoda de măsurare se bazează pe particularitatea constructivă a incintei TEM care are o mufă BNC dispusă în peretele lateral. La mufa BNC se poate conecta în interiorul incintei o antenă sau o sondă electrică. Sonda electrică este astfel plasată în interiorul incintei într-un câmp electric uniform de unde plane. Prin intermediul mufei BNC externe se asigură conectarea sondei la intrarea analizorului spectral. Pentru efectuarea determinărilor asupra diferitelor materiale de studiu, eșantioanele au fost dispuse în jurul sondei în interiorul incintei TEM. Metodologia de măsurare a constat în măsurarea puterii câmpului de radiofrecvență captat de sonda electrică în absența eșantioanelor P_1 și în prezența acestora P_2 . Pe baza măsurărilor efectuate se poate determina puterea câmpului electromagnetic absorbit, ecranarea efectivă și atenuarea câmpului electromagnetic:

$$a_{[dB]} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \quad (3.1)$$

Măsurările experimentale au fost efectuate în regim de generare pe frecvență fixă, în regim de baleiere pe tot domeniul de măsurare sau pe subdomenii de frecvență. Rezultatele comparate au

permis verificarea rezultatelor obținute cu valorile cunoscute ale atenuării unor categorii de materiale de ecranare prezentate în literatura de specialitate.

Metoda de validare a metodei de măsurare propusă are la bază cunoașterea atenuării unor materiale cu proprietăți de absorbant electromagnetic, materiale produse în țară la Institutul Național de Cercetări și Dezvoltare pentru Inginerie Electrică - ICPE-Cercetare Avansată. Pentru această categorie de materiale compozite care conțin particule de grafit, negru de fum sau fier sunt cunoscute atenuările numai pentru frecvențe cuprinse între 800 MHz și 2 GHz. În figura 3.9 sunt prezentate valorile atenuării la trei frecvențe: 800 MHz, 900 MHz și 1000 MHz care sunt luate ca referință din datele furnizate de ICPE CA și comparate cu valorile obținute prin măsurări efectuate cu sistemul propus. Analiza datelor și a graficelor pentru două tipuri de materiale GR150 și FT150 având grosimi cunoscute pun în evidență corectitudinea metodei aplicată la materiale obținute prin nanotehnologii.

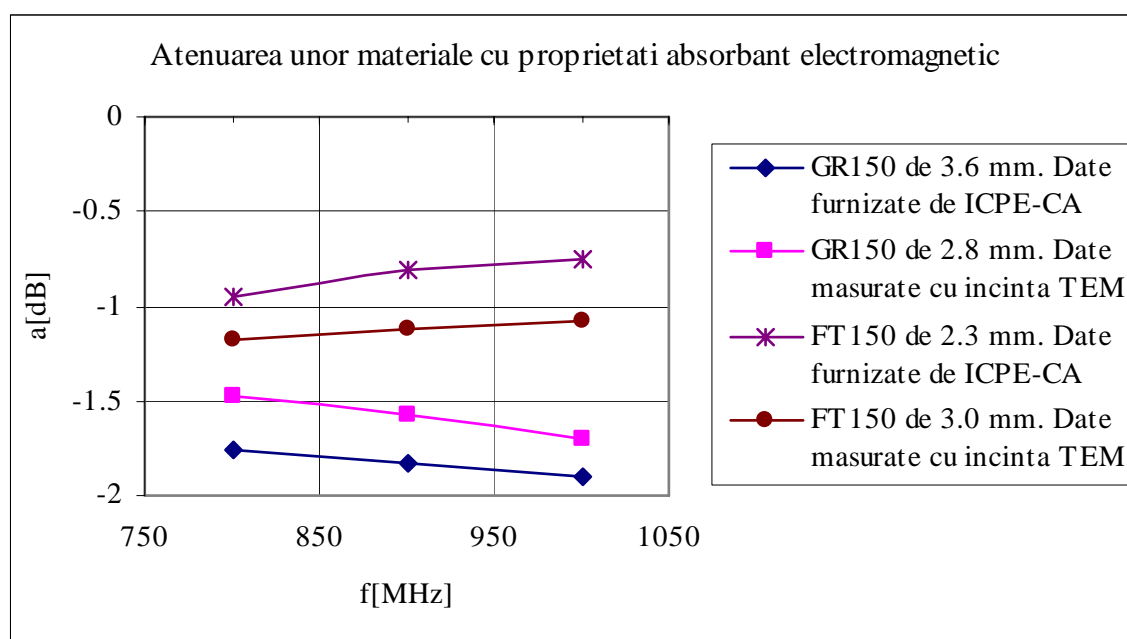


Figura 3.9. Grafice de comparație a valorilor atenuării măsurate în incinta TEM pentru două tipuri de materiale

Pe baza algoritmului metodei de măsurare și a sistemului de măsură propus au fost determinate valorile ecranării efective SE la frecvențele din domeniul 10 MHz - 1000 MHz pentru materiale având în compoziție microparticule de fier (FE300), grafit (GR150 și GR300), negru de fum (TN150 și TN300), ferită (FT150). Curbele de variație ale ecranării efective sunt arătate în figura 3.10. Edificator este faptul că reprezentările constituie o continuare a curbelor de variație ale atenuării în domeniul 800 MHz la 1000 MHz pentru reprezentările oferite de către ICPE-CA.

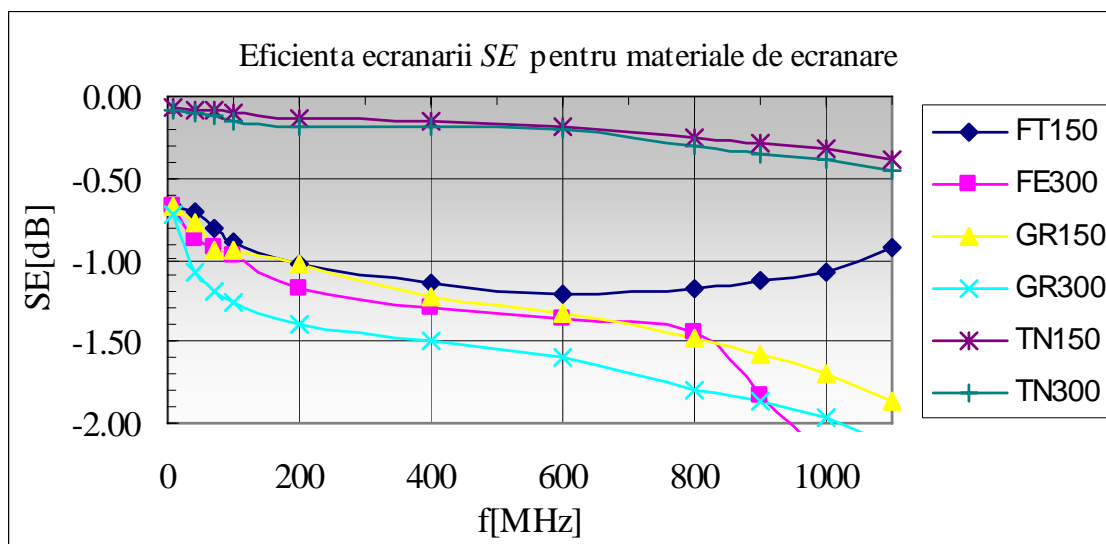


Figura 3.10. Graficul de variație al eficienței ecranării pentru materiale de tipul FT150 de 3.0 mm, FE300 de 2.3 mm, GR150 de 2.8 mm, GR300 de 2.6 mm TN150 de 3.0 mm și TN300 de 2.8 mm

3.2.Ecranarea electromagnetică și Radonul

Preocupările orientate spre materiale de construcție cu capacitate de ecranare electromagnetică sunt destul de vechi și au apărut la început în domeniul militar. Ecranarea electromagnetică a clădirilor ar putea fi realizată în mod clasic, cu o folie de cupru așezată între două straturi ale materialului din care sunt construiți pereții. Această soluție este scumpă și necesită multă muncă. În prezent un număr mare de lucrări și patente în acest domeniu dovedesc o mărire a interesului comunității științifice și tehnice îndreptat în găsirea unor noi soluții. În bibliografie pot fi găsite realizări de gips sau beton conductiv. Unele materiale de construcție conductive sunt obținute prin adăugarea de particule metalice- argint (cu dezavantajul prețului), cupru (cu dezavantajul faptului că se oxidează) sau nichel (cu dezavantajul unei conductivități reduse), pulberi de carbon și pulberi de ferită. O idee originală este legată de utilizarea unui metal greu (plumbul) ca adaos într-un ciment. Astfel se obține o ecranare electromagnetică dar și o ecranare împotriva radiației ionizante.

Una dintre metodele de reducere a concentrației de Radon recomandată de EPA (US Environmental Protection Agency) constă în extragerea aerului de sub clădire și eliminarea lui în atmosferă de unde curenții de aer vor dispersa Radonul. Pentru protecția împotriva pătrunderii Radonului se pot folosi membrane anti Radon. Membranele anti Radon sunt materiale stratificate care se folosesc în construcții pentru micșorarea nivelului de Radon până la valori țintă de 10-40Bq/m³. Membranele realizate de Monarflex (<http://www.monarflex.com>) sunt structuri din polietilenă cu structura de rezistență asigurată de o plasă de poliester (RMB 350 cu grosimea de 350μm sau RMB 400 cu grosimea de 400μm) sau structuri mai complexe care conțin și o folie de aluminiu (Reflex Super cu grosimea de 430μm). Membrana anti Radon se montează în structura stratificată a fundației și pătrunde și între fundație și cărămizi. Lipirea membranei se realizează cu adezivi speciali cu comportare de izolator față de pătrunderea Radonului asemănătoare cu a membranei.

Materialele realizate la ICPE CA București au fost testate și la comportarea lor în ceea ce privește micșorarea pătrunderii Radonului. S-a utilizat următoarea metodă de determinare:

- o Măsurătorile au fost executate în condițiile descrise de standarde, o primă măsurare cu un aparat electronic (măsurare de scurtă durată - 6 zile) și a doua măsurare cu un detector de urme (3 luni).
- o A fost măsurat concentrația de Radon în aer într-un subsol nearisat pentru a se verifica dacă aceasta este suficient de mare. Măsurarea a fost realizată cu un aparat electronic Safety Siren 3. Aparatul și rezultatele sunt arătate în figura 3.11:

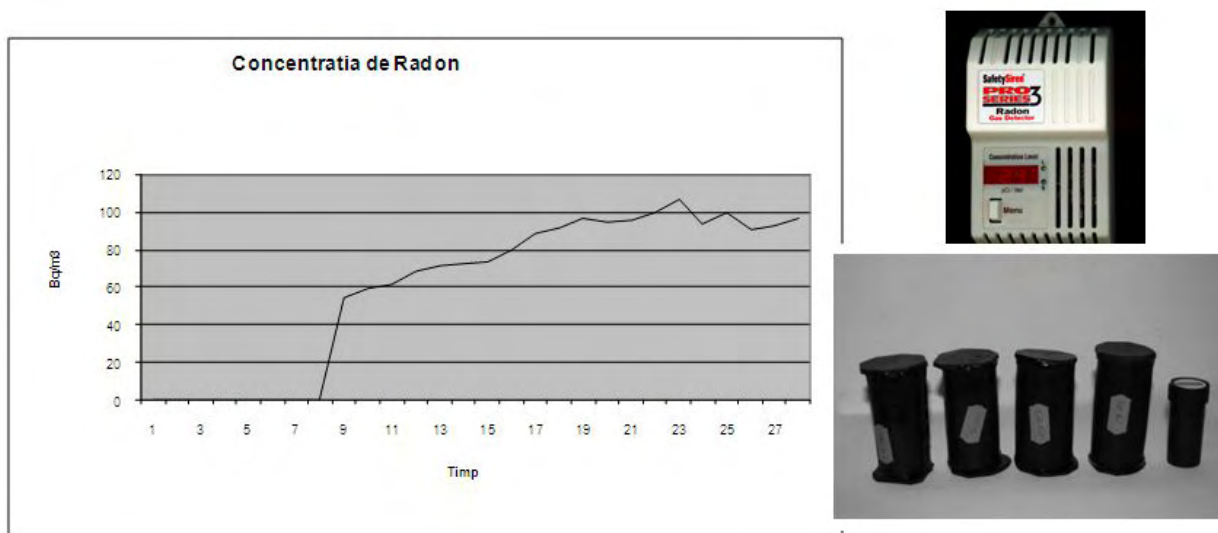


Figura 3.11. Rezultatele măsurării (stânga), aparat Safety Siren PRO Series 3 și traductori CR 39 plasați în subsol (dreapta)

În graficul din figura 3.11 pe abscisă sunt marcate măsurările, o măsurare la 6 ore, deci gama de timp este de 7 zile. Primele rezultate se obțin după 48 de ore, deci primele 8 rezultate sunt 0. Au fost plasați traductori CR 39 în subsol, 4 traductori închiși în materialele supuse testului și un traductor liber. Detectorii CR-39 puși în cutii de tip Radapot au fost expuși, timpul de expunere fiind între 2011.08. 29.-2011.11.22, apoi au fost developeși la Cluj Napoca, la laboratorul de I.C.E.I. al Universității. După developeș au fost citiți cu microscopul optic RadosYs 2000. Rezultatele măsurării sunt date în tabelul 3.4:

Tabel 3.4

Material	-----	TN150	GR150	TN300	GR300
Concentrația de Radon	264	100	87	107	149

Rezultatele din tabelul 3.4 arată că inserția conductivă nu are rezultate relevante în protecția împotriva pătrunderii Radonului, mai importantă fiind izolarea care nu a permis aerului să pătrundă.

S-a urmărit obținerea unor rezultate care să determine dacă materialele obținute prin nanotehnologii pot fi folosite pentru atenuarea câmpului electromagnetic și a concentrației de Radon. În ceea ce privește câmpul electromagnetic efectul de atenuare este demonstrat, în ceea ce privește atenuarea concentrației de Radon rezultatele nu sunt edificatoare, determinările fiind

prea puține, dar se poate presupune că efectul inserțiilor conductive nu este semnificativ. Este totuși interesant de remarcat că membrana produsă de Monarflex care are ca inserție o folie de aluminiu are o capacitate de oprire a Radonului mult mai bună decât cea a membranelor neconductive. Utilizarea acestui tip de membrană pentru a izola întreg spațiul locuinței ar asigura totodată și un grad mare de atenuare a câmpului electromagnetic și ar elimina astfel influențele perturbatoare ale aparatelor din vecinătate.

3.3. Concluzii, publicații și contracte relevante

Realizarea relevant în acest domeniu a fost contractual de cercetare CNCSIS 429/2006, *Studiul proprietăților de ecranare a materialelor obținute prin nanotehnologii și nanoprocese în vederea integrării lor în sistemele electrice și electronice pentru îmbunătățirea calității mediului*, derulat în perioada 2006-2008, la care autorul a fost director de contract.

În cadrul proiectului s-a cercetat atât posibilitatea utilizării metodelor clasice de determinare a capacității de ecranare a nanomaterialelor cât și elaborarea unor metode noi de determinare, atât teoretice cât și experimentale. Scopul cercetărilor a vizat posibilitatea utilizării nano-ecranelor electromagnetice în construcția sistemelor electrice și electronice în vederea îmbunătățirii performanțelor acestora, orientate spre reducerea influențelor electromagnetice asupra mediului.

Originalitatea proiectului constă în:

1. îmbunătățirea metodelor existente de stabilire a capacității de ecranare a nanomaterialelor și elaborarea de metode teoretice și experimentale noi
2. obținerea de rezultate referitoare la posibilitățile de a utiliza nanomaterialele ca ecrane în ingineria electrică și electronică.

Proiectul s-a derulat în laboratorul de Compatibilitate Electromagnetică. Dotarea realizată prin proiect este folosită în cercetare dar și la unele lucrări de laborator ale studenților la Electronică Aplicată și la Electrotehnică.

Achiziții principale realizate prin acest proiect au fost:

1. În anul 2006 a fost achiziționat un sistem de test în ghid de undă LABVOLT pentru testarea nanomaterialelor la 10GHz, cu posibilitatea testării atât în ghid de undă cât și cu antene Horn;
2. În anul 2007 a fost achiziționată o linie de testare cu incinta TEM (TESCOM) și analiză spectrală INSTEK în gama de frecvențe DC-1GHz;
3. În anul 2008 a fost achiziționat un sistem de măsură și analiză spectrală de la SPECTRAN în gama de frecvențe 1Hz-6GHz, dedicat în special determinării atenuării diferitelor materiale la 2,4GHz (transmisia WLAN).

Toate aparatele de măsură au fost integrate în sisteme de măsură inteligente, dotate cu calculatoare care achiziționează rezultatele măsurătorilor și prelucrează rezultatele. Multe din aplicații au fost concepute ca și portabile.

Cele mai importante realizări au fost:

1. În anul 2006 și începutul lui 2007 a fost conceput un model original SPICE pentru determinarea eficienței ecranării la materialele conductive pe baza parametrilor conductivitate, permeabilitate și permitivitate.

2. În anul 2007 au fost realizate măsurători cu sistemul LABVOLT pentru validarea experimentală a modelului cu materiale cunoscute, apoi s-a trecut la măsurarea eficienței ecranării la nanomateriale conductive, la frecvența de 10GHz.
3. Pentru a se extinde gama de determinare a eficienței ecranării, în 2008 și începutul lui 2009 au fost realizate determinări în incinta TEM, ceea ce a extins gama de măsură cu intervalul DC-1GHz.
4. Nici una dintre variante nu acoperă gama de frecvențe WLAN utilizată în prezent pe scară largă în comunicații, așa încât în ultima etapă au fost realizate măsurători cu sistemul de analiză spectrală de la SPECTRAN la frecvența de 2,4GHz..
5. Pentru toate sistemele de măsură au fost realizate interfațări cu sistemele de calcul pentru achiziția și prelucrarea datelor.

În anul 2007 a fost realizat un prim workshop cu rezultatele cercetării, organizat la Universitatea TRANSILVANIA din Brașov. În anul 2008 a fost organizat un workshop cu o largă participare la Predeal, în cadrul SIITME 2008 (www.siiime.ro). La acest workshop au fost prezentate mai multe lucrări, iar rezultatele au fost discutate cu invitați din toate centrele universitare și de la ICPE CA București.

În activitățile proiectului au fost antrenați tinerii studenți, doctoranzi și cercetători, obținându-se rezultate remarcabile. Astfel studenții Țoev Radu și Scutaru Mihai au primit premiul Excellent Poster pentru lucrarea prezentată de ei la SIITME și care prezintă noi metode de simulare și verificare în incinta TEM a ecranării semnalelor de telefonie mobilă. Figura 3.12 prezintă posterele aranjate la Workshop înainte de prezentare.

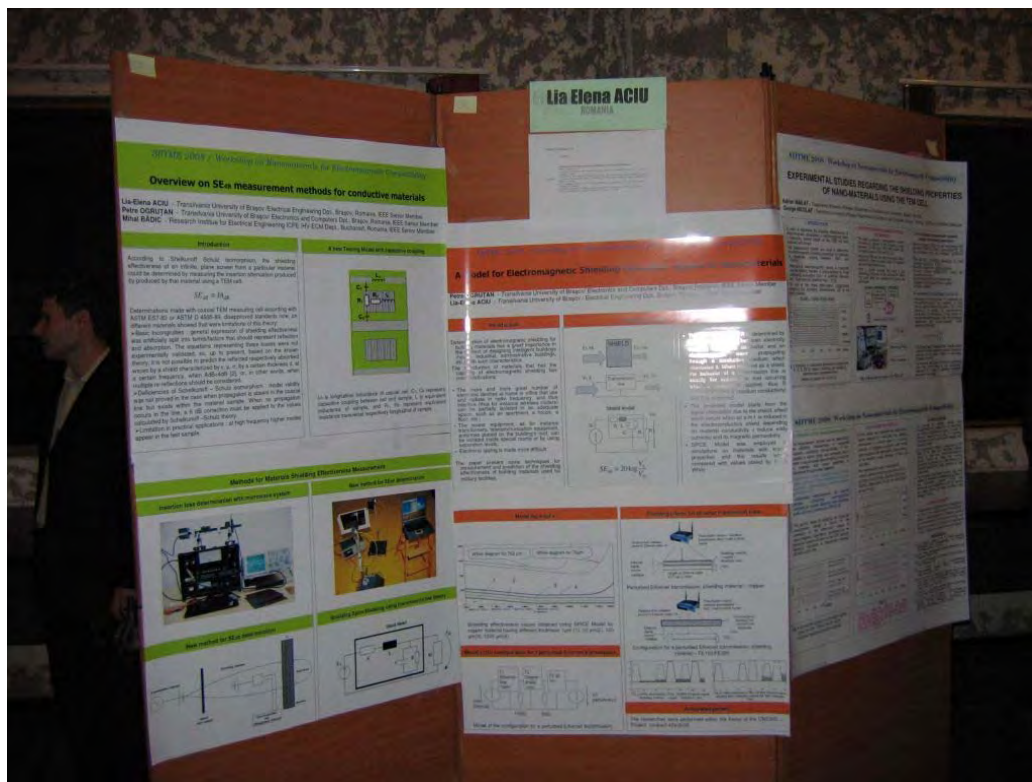


Figura 3.12. Workshop în tematica ecranării electromagnetice

O idee originală în acest proiect a fost determinarea efectului de ecranare a nanomaterialelor cu inserții conductive asupra radiației ionizante. Un set de măsurători și concluziile au fost prezentate în subcapitolul 3.2. Pentru un alt set de măsurători s-a folosit un contor Geiger Mueller al firmei Black Cat System din SUA. Contorul are un soft propriu care permite achiziția, scrierea datelor într-un fișier, calcularea unor date statistice etc. Contorul stochează valoarea momentană, măsurată în CPM (Counts Per Minute). Pentru a putea vedea o medie a semnalului s-a implementat o prelucrare în Excel a datelor stocate în fișier

Principalele lucrări publicate în urma acestor cercetări sunt:

L.E.Aciu, **P.Ogrutan**, G.Nicolae, B.Bourriot, *New SE_{DB} measurement methods for conductive materials*, Przegląd Electrotechniczny, 3/2010, ISSN 033-2097, p.5-7, WOS:000275023700002

L. Aciu, **P. Ogrutan**, *HF signal behaviour analysis*, Przegląd Electrotechniczny, 07b/2012, ISSN 033-2097, p. 177-179, WOS:000306011400045

P. Ogrutan, L.E. Aciu, G. Nicolae, *A SPICE Model to Evaluate Shielding Effectiveness of Conductive Materials*, XVII International Conference on Electromagnetic Disturbances 2007, Poland, ISBN 978-83-60200-37-7, pag. 10.6-1, 10.6-4, WOS:000253291700054, (ISI)

M. Romanca, **P. Ogrutan**, L. Aciu, G. Nicolae, *Methods of Investigating Construction Materials Used for Intelligent Building Shielding*, Proceedings of the 11-th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipments, Brasov, 2008, OPTIM 2008, IEEE Catalog Number 08EX1996C, ISBN 1-4244-1545-4, Library of the Congress 2007905111, WOS:000258474700032

M. Badic, L. Aciu, **P. Ogrutan**, *A New Direct Method for SE_{dB} Determination*, International Symposium for Electromagnetic Compatibility, Detroit, 2008, IEEE Catalog Number: CFP08EMC-CDR, ISBN: 978-1-4244-1699-8, Library of Congress: 83-645449, WOS:000263416300087

L. Aciu, **P. Ogrutan**, M. Scutaru, A. Mailat, *Study of High Frequency Signals Behaviour*, 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, ISBN 978-973-131-7018-1, CFP-1022D-CDR, 2010, p. 220-225, WOS:000291967300029

Alte lucrări cu această temă la care autorul tezei de abilitare este autor sau coauthor sunt date în bibliografie (Ogruțan, Aciu et al, 2006), (Aciu și Ogruțan, 2007), (Nicolae, Ogruțan et al, 2007), (Ogruțan și Aciu, 2008), (Ogruțan, Aciu et al, 2008), (Țoev, Scutaru et al, 2008), (Suciu, Ogruțan et al, 2008), (Aciu, Ogruțan et al, 2009), (Scutaru și Ogruțan, 2009), (Aciu și Ogruțan, 2011), (Aciu, Ogruțan et al, 2012), (Ogruțan și Aciu, 2013), (Aciu și Ogruțan, 2013), (Ogruțan, Aciu et al, 2014).

Capitolul 4. Realizări în orientarea activității didactice către protecția mediului

În activitatea didactică direcțiile urmărite au fost deasemenea orientate către transmiterea cunoștințelor și formarea de competențe în domeniul ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiei informaționale dar prin luarea în considerare a protecției mediului și a omului. În 2004 a fost pusă în aplicare o inițiativă de PBL (Project Based Learning) la facultatea IESC, începând cu programul de studiu Electronică Aplicată (unde sunt coordonatorul programului de studiu) și continuând apoi cu programele de studiu Calculatoare și Telecomunicații, cu scopul de a stimula creativitatea studenților și de a mări gradul de implicare a lor în activitatea școlară. O combinație între tratarea clasică și PBL a fost aplicată la disciplinele Compatibilitate Electromagnetică și Interfațare (Interfețe și Echipamente Periferice la Electronică Aplicată, Protocoale și Interfețe la Telecomunicații și Memorii și Echipamente Periferice la Calculatoare). Tratarea combinată a însemnat că activitatea de curs și laborator sunt clasice, introducându-se o activitate PBL facultativă sub forma unui miniproiect. Aceste metode de lucru prin PBL au fost începute cu studenții care au făcut studii de licență de 5 ani și au fost continuate cu studenții de învățământ Bologna. Multe din preocupările studenților la aceste discipline au fost extinse la proiectul de diplomă.

4.1. Activități pentru măsurarea câmpului electric

Primele cursuri care tratau probleme de EMC au apărut în anii 1970 la universitățile din Uppsala în Suedia, Politehnica din Torino și Federal Armed Forces University în Hamburg. Primul curs de EMC este considerat cel de la Universitatea din York în Anglia susținut pentru prima dată în 1982 (Hubing și Orlandi, 2005). Clayton Paul promovează introducerea acestei discipline în educația inginerescă și propune o fișă a disciplinei și un set de 11 lucrări simple de laborator (Paul, 2002). Planul de învățământ la Inginerie Electrică era destul de încărcat încă din anii 1990, așa încât se aduc noi argumente pentru introducerea acestei discipline, așa cum este acela că subiectul are impact în toate fațetele ingineriei electronice și de telecomunicații (Austin, 1992). Un program numit University Grant Program a fost inițiat de IEEE EMC Society în 1997 și a avut un rol important în răspândirea predării acestei discipline. Programul a promovat cursuri de principii de bază în EMC pentru o perioadă de peste 10 ani, având rezultate remarcabile (Jerse și Steffka, 2007).

Odată cu răspândirea aplicațiilor electronice disciplina EMC este din ce în ce mai prezentă în multe universități. Metodele de predare se diversifică, astfel se fac propuneri de fișe de disciplină și de împărțire a materiei în parte fundamentală și aplicații (Deb, 1995) și (Deb, 1999). O inițiativă (Jianjian, Voltmer et al) propune un curs de EMC și integritate a semnalelor la elevii de liceu, ceea ce arată că importanța EMC este considerată din ce în ce mai mare. Asocierea între EMC și integritatea semnalelor este menționată și în (Abhari, 2008), în legătură cu diversificarea aplicațiilor, creșterea frecvenței de lucru și miniaturizarea. Autorul propune simularea fenomenelor și lucrări de laborator cu focalizare pe integritatea semnalelor. Apariția metodelor noi de învățare duce la modernizarea procesului educațional și în domeniul EMC. Astfel, în (Hellany și Nagrial, 2003) este prezentată inițiativa autorilor de a introduce un curs de EMC la Universitatea Western Sydney, la Inginerie Electrică dar chiar și la un profil neelectric, cel de

mecatronică. În această lucrare se menționează pentru prima oară metoda PBL (Project Based Learning) aplicată la educația în domeniul EMC.

După 2010 se poate afirma că domeniul educației în EMC a ajuns la maturitate. Într-o lucrare de referință se descrie experiența desfășurării disciplinei de EMC din 1994 până în prezent la Universitatea City din Hong Kong (Sai-Wing Leung și Kwok-Hung Chan, 2012). Hong Kong-ul asigură 23% din totalul exporturilor mondiale de aparatură electronică, așa încât cunoștințele EMC sunt indispensabile specialiștilor, iar experiența autorilor în alegerea tematicii cursului este valoroasă. O altă experiență valoroasă datorită maturității concluziilor este cea prezentată în (Medrano, Arcega et al, 2012). Problemele EMC au devenit din ce în ce mai diversificate și complexe, așa încât nu pot fi cuprinse toate în disciplina predată. Autorii propun anumite elemente fundamentale, asociate cu aplicații, la care se insistă pe partea practică mai mult decât pe cea matematică.

La disciplina de compatibilitate electromagnetică au fost propuse activități facultative și lucrări de laborator care au avut scopul de a mări atractivitatea activității școlare și implicarea studenților în acțiuni de protecție a mediului. Modelarea și simularea pe calculator a fenomenelor, a componentelor și a circuitelor este o activitate de importanță majoră. Utilizând cunoștințele de simulare în PSpice pe care le au studenții de la cursurile de simulare, în activitatea facultativă de realizare a miniproiectelor și la elaborarea lucrării de diplomă o pondere importantă a fost alocată simulărilor. Realizările studenților au pornit de la activitatea de miniproiecte și au fost continuate la proiectul de diplomă. Pentru a mări atractivitatea disciplinei se face în fiecare an o lucrare de laborator pe teren în care se măsoară valorile de câmp electric la frecvența de 50Hz sub liniile de înaltă tensiune și la frecvențele alocate telefoniei mobile în apropierea grupurilor de antene GSM. Această ieșire pe teren este foarte apreciată de studenți și preocupările de protecție împotriva radiațiilor electromagnetice au generat multe idei de simulare pentru miniproiect. Inițiativa de a aborda problema influenței radiațiilor asupra sănătății prin alocarea unei ședințe de curs, a unei ședințe de laborator pe teren și a activității la miniproiect a fost generalizată și a fost aplicată în fiecare an. Ca aparatură de măsură se utilizează analizoare spectrale portabile conectate la un notebook. În cursul ședinței se face și interpretarea rezultatelor precum și verificarea încadrării lor în valorile maxime admise. La acest laborator pot participa toți studenții facultății interesați de acest domeniu. În figura 4.1. este dat un grafic al intensității câmpului electric măsurat cu studenții începând de sub liniile de înaltă tensiune până la o distanță de 130m de linii.

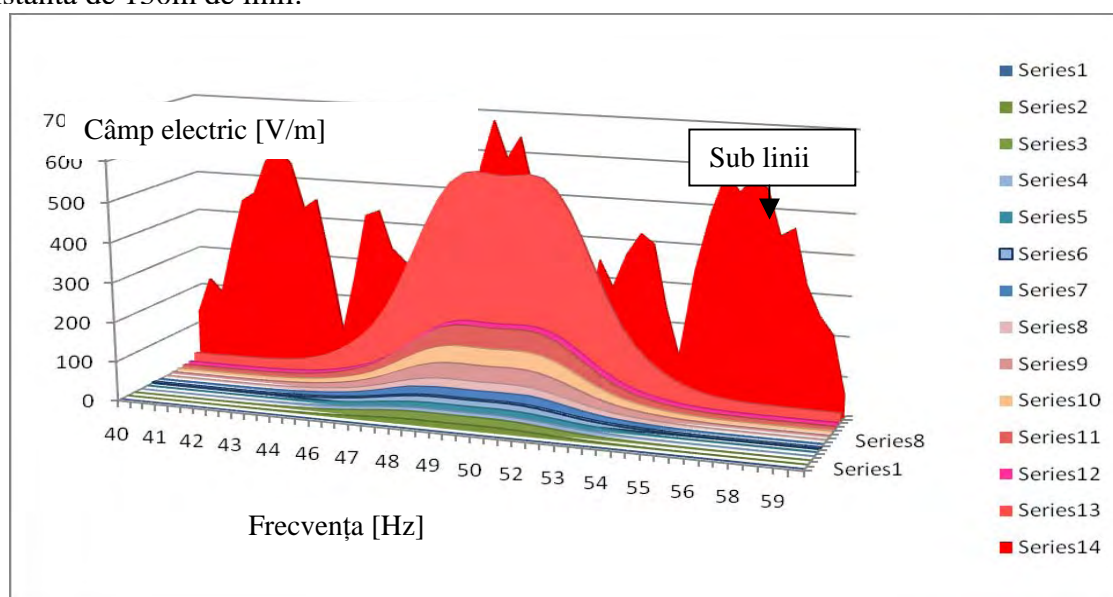


Figura 4.1. Valorile măsurate ale câmpului electric în domeniul de frecvență 40-60Hz

În figura 4.2. este dat rezultatul măsurătorilor cu studenții în deplasarea pe Tâmpa, în domeniul de frecvențe 800MHz-1600MHz.

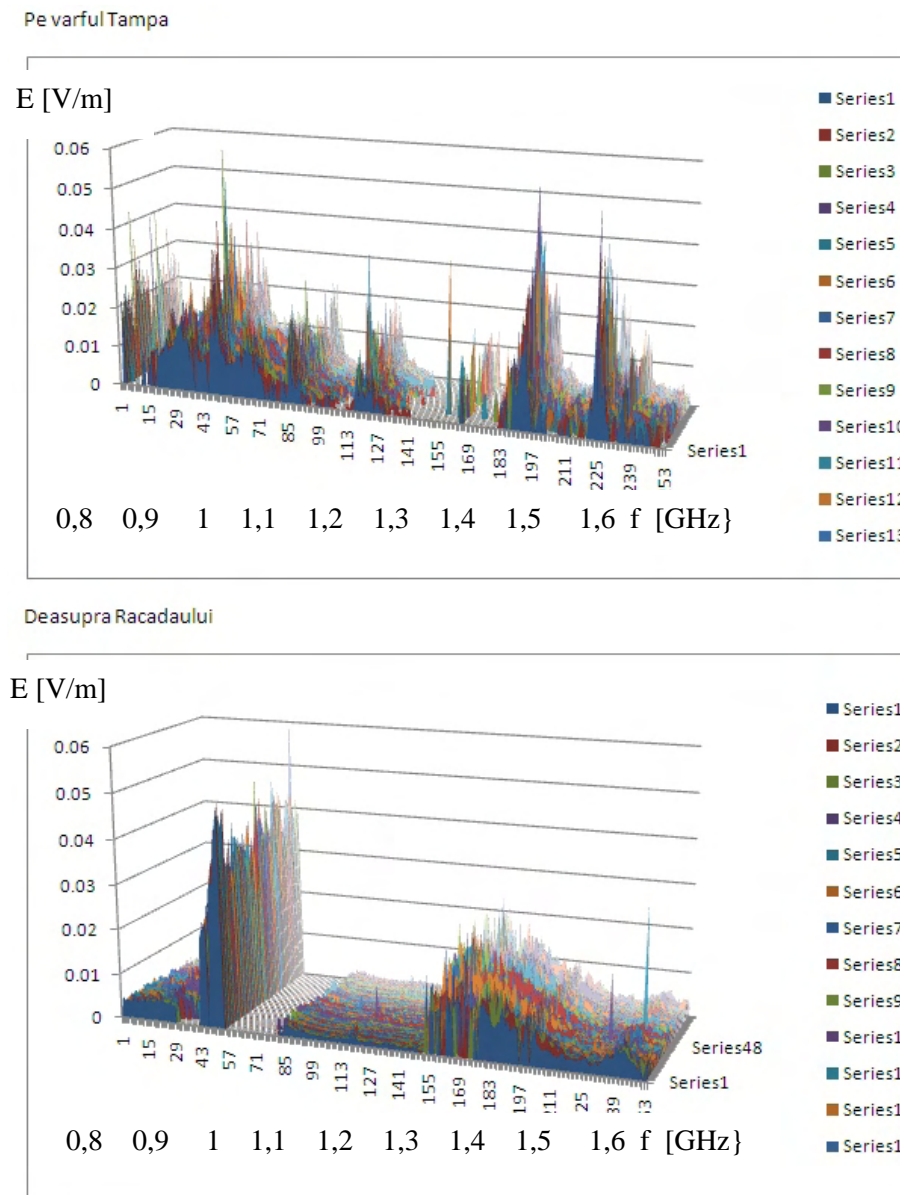


Figura 4.2. Valorile câmpului electric de înaltă frecvență în domeniul comunicațiilor măsurate pe vârful Tâmpa și la 200 m de vârf

Toate valorile măsurate au fost comparate cu valorile maxime admisibile (Directive 2004/40/EC, 2004), (Ordin 1193/2006) și nu s-au înregistrat depășiri ale valorilor. Rezultatele au fost discutate cu studenții dar și cu trecătorii curioși care au solicitat explicații despre acțiunile studenților. Rezultatele câtorva dintre măsurători au fost publicate în (Machedon et al, 2012) și (Aciu et al, 2012). Totuși unele cercetări arată că organismul copiilor poate fi mai sensibil la câmpuri electromagnetice (Kheifets, Repacholi et al, 2005).

Afișele acestor manifestări și fotografiile din timpul unor astfel de acțiuni sunt date în figura 4.3:



Figura 4.3. Afișele acțiunilor de măsurare a câmpului electromagnetic cu studenții și fotografiile din timpul acestor acțiuni

A fost realizat un studiu statistic care a avut ca obiectiv identificarea atitudinii studenților din anul 4 specializarea Electrotehnică și anul 3 specializarea Electronică Aplicată față de cursul de EMC. Obiectivul principal a fost determinarea satisfacției profesionale a studenților față de acest curs, iar cel secundar a fost stabilirea unor corelații între atitudinea față de disciplina EMC și performanța academică la această disciplină. Performanța academică a fost măsurată prin nota obținută.

Pentru a determina modificările în timp ale atitudinii studenților chestionarele au fost completate de 2 ori, o dată la începutul semestrului, după primele 7 cursuri și încă o dată după susținerea examenului, la finalul semestrului. Designul folosit a fost unul de tip pretest-posttest. Durata cursului a fost de 2 ore pe săptămână, timp de 14 săptămâni. Participanții la această cercetare au fost 50 studenți, 17 studenți de la programul de studii Electronică aplicată și 33 studenți de la programul de studii Electrotehnică.

Sunt analizate în continuare câteva rezultate mai semnificative obținute prin selectarea răspunsurilor studenților de la specializarea Electronică Aplicată. Au fost alese întrebările despre percepția studenților asupra dificultății disciplinei, importanța ei, interesul creat de această disciplină, gradul în care studiul la această disciplină este stimulat și gradul de mulțumire rezultat după desfășurarea disciplinei. Rezultatele sondajului sunt date în figura 4.4:

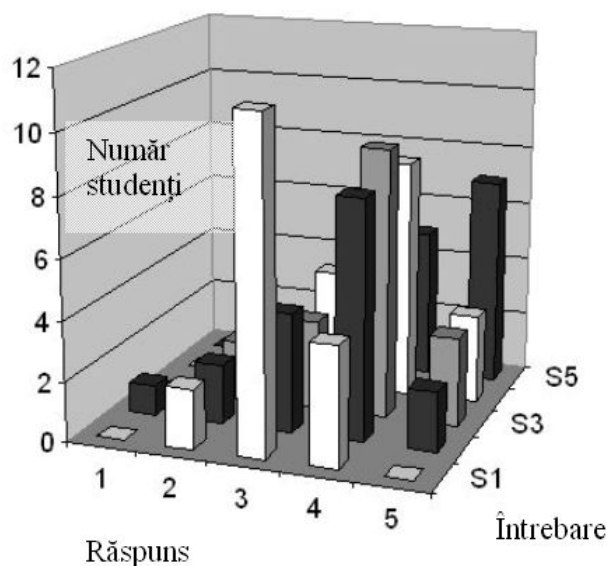


Figura 4.4. Dificultatea (S1), importanța (S2), interesul (S3), gradul de stimulare (S4), mulțumirea (S5)

Disciplina este considerată cu dificultate medie. Astfel, 64,7% dintre studenți au considerat dificultatea la mijloc, între foarte dificil și foarte ușor. În ceea ce privește importanța disciplinei, 58,8% o consideră importantă și foarte importantă. 70,5% dintre studenți consideră că au fost interesați și foarte interesați de această disciplină, iar 64,7% consideră că au fost stimulați să învețe, stimularea fiind apreciată de aceștia ca bună și foarte bună. Un procent mare de 70,5% dintre studenți se declară mulțumiți și foarte mulțumiți de această disciplină.

În graficul din figura 4.5. sunt date notele studenților (S1) în procente și gradul de mulțumire, dat în procente (S2), același ca în figura anterioară. Notele au fost grupate în 5 categorii pentru a permite comparația cu gradul de mulțumire. Categoria 1 înseamnă note de 1 și 2, categoria 2 note de 3 și 4 (deci primele 2 categorii nu au promovat examenul), categoria 3 note de 5 și 6, ș.a.m.d. Un procent mare de 50% dintre studenți nu au promovat sau au fost absenți. Doar 7,14% dintre studenți au luat note de 9 și 10. Graficul comparativ arată că 17,65% dintre studenți au fost foarte mulțumiți de curs și doar 11,77% au fost nemulțumiți și foarte nemulțumiți.

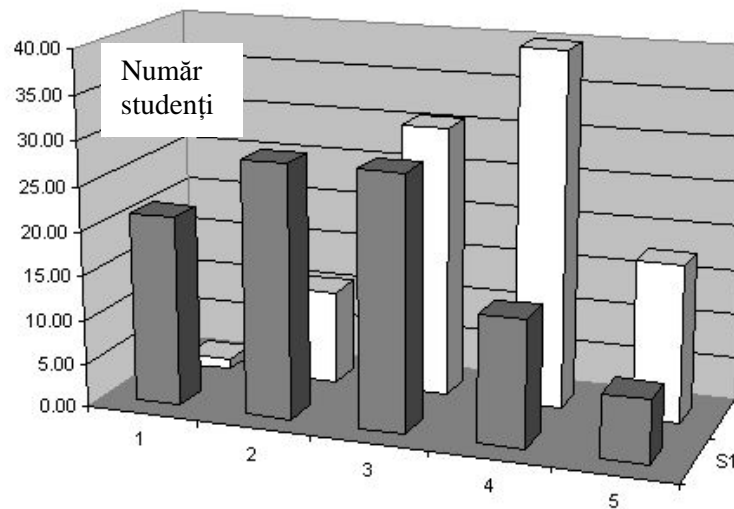


Figura 4.5. Graficul notelor obținute (S1) și gradul de mulțumire exprimate în procente (S2)

În urma analizei anonime a feedback-ului studenților realizat de Universitate independent de studiul realizat de autor, gradul de satisfacție al studenților de la Electronică Aplicată la disciplina EMC în anul universitar 2012-2013 a fost 4,36 iar prestația cadrului didactic 4,50. Aceste rezultate confirmă rezultatele bune obținute și faptul că modul de abordare al disciplinei de către autor a fost reușit.

Pentru a cunoaște părerea studenților despre acțiunile pe teren pentru măsurarea câmpului, a fost realizat un sondaj anonim de opinie cu primele două promoții de absolvenți Bologna de la Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, specializarea Electronică Aplicată. La chestionar au răspuns 54 de studenți din cei doi ani de studiu.

Părerea studenților despre importanța influenței radiației asupra omului este reflectată de graficul din figura 4.6, pe o scală de la 1 la 5, unde 1-deloc important, 5-foarte important:

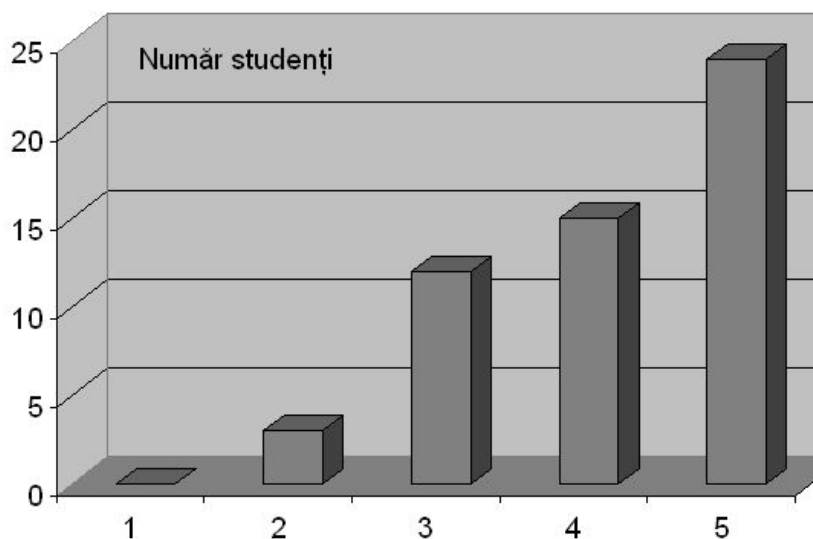


Figura 4.6. Părerea studenților despre importanța influenței radiației asupra omului

72,22% dintre studenți consideră importantă și foarte importantă problema influenței radiațiilor asupra omului (variantele 4 și 5 de răspuns), confirmând astfel faptul că au fost informați și îngrijorarea din societate legată de această problemă i-a influențat.

Părerea studenților despre utilitatea simulărilor în studiul problematicii abordate este dată în figura 4.7., pe o scală de la 1 la 5, 1-deloc important, 5-foarte important:

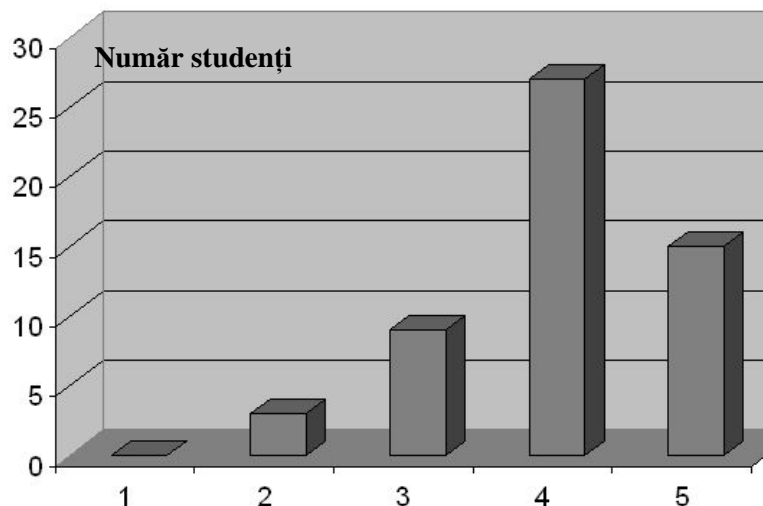


Figura 4.7. Părerea studenților despre utilitatea simulării

Un procent de 27,77% dintre studenți consideră simularea foarte importantă și 48,14% o consideră importantă. În ciuda sfaturilor și explicațiilor cadrului didactic, studenții nu sunt convingși în totalitate de importanța majoră a simulărilor.

Utilitatea măsurătorilor pe teren este apreciată de studenți ca în figura 4.8, pe o scală de la 1 la 5, 1-deloc important, 5-foarte important:

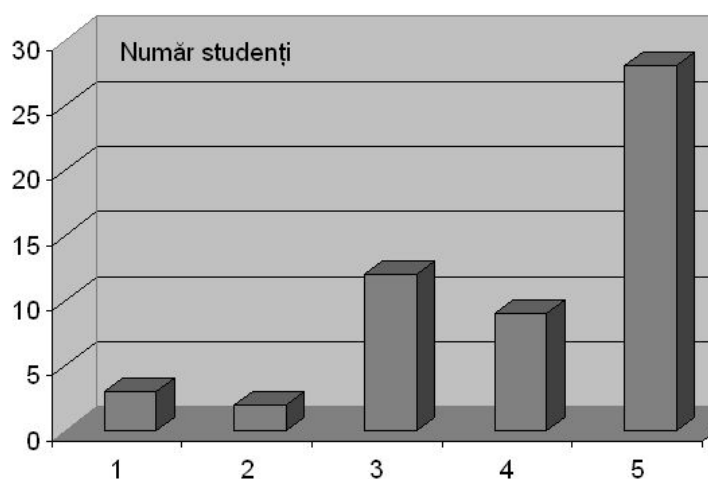


Figura 4.8. Părerea studenților despre utilitatea măsurărilor pe teren

Un procent de 51,85% dintre studenți consideră activitatea foarte importantă, un procent mai mare decât cel al studenților care consideră simularea foarte importantă. Asocierea dintre măsurători pe teren și atmosfera de excursie în natură este hotărâtoare.

Importanța muncii individuale a fost apreciată ca în figura 4.9, pe o scală de la 1 la 5, unde 1-deloc important, 5-foarte important:

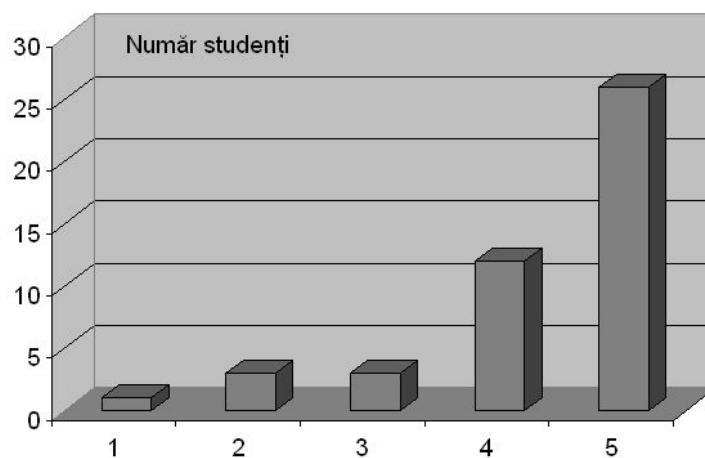


Figura 4.9. Părerile studenților despre importanța muncii individuale

La această întrebare au răspuns doar 45 de studenți, din care un procent de 84,44% consideră munca individuală ca importantă și foarte importantă.

Opinia favorabilă a studenților care reiese din datele prezentate se datorează în primul rând atractivității temei (întrebarea 1). Dificultatea realizării simulărilor face ca activitatea de simulare (întrebarea 2) să nu fie apreciată la fel de bine ca și activitatea pe teren care implică interacțiunea cu oamenii și mișcare (întrebarea 3). Unii studenți apreciază ca dificilă libertatea de alegere între variante și gestiunea timpului de studiu. Se poate remarca că numărul de ore alocat întâlnirilor cu studenții a fost depășit la cererea studenților ceea ce demonstrează un interes crescut.

4.2. Analiza evoluției iluminatului din perspectivă didactică

Problema economiei de energie și a eficienței energetice este vitală pentru omenire. Sistemul educativ are sarcina de a pregăti studenții pentru provocările care vor urma, dintre care protecția mediului este una dintre cele mai importante. O inițiativă care urmărește familiarizarea studenților cu problemele de mediu create de sistemele de iluminat a fost baza de pornire a unei lucrări de laborator. În acest subcapitol la început sunt descrise, analizate și comparate becurile cu incandescență, lămpile fluorescente și becurile cu LED-uri. Caracteristicile urmărite sunt eficiența energetică, durata de funcționare, perturbațiile electromagnetice generate și riscurile la aruncarea lor la gunoi. În lucrarea de laborator sunt puse în evidență perturbațiile generate în timpul funcționării și la aprindere. Se propune utilizarea unui sistem cu microcontroller pentru comanda aprinderii la maximul alternanței pentru a asigura repetabilitatea măsurărilor și determinarea maximului nivelului de perturbații.

Pornind de la inițiativa anilor 1990 când oameni îmbrăcați în urși polari au protestat atenționând la schimbările climatice, în (Slocum, 2004) se propune sensibilizarea oamenilor prin economia de energie și implicit de bani. Prin economia de energie, care este o problemă de zi cu zi se poate acționa asupra mediului, care este o problemă uriașă și de aceea considerată inabordabilă. Istoricul și evoluția sistemelor de iluminat au fost prezentate pe baza lucrărilor (Hargadon,

2001), (Comodici, 2006), (Lauric, Pentiu et al, 2011), (LED, 2010), (LED, 2011), (LED, 2012) etc.

Chiar dacă lămpile fluorescente consumă mai puțină energie, ele pot genera un alt gen de probleme de mediu. Conform cu datele furnizate de Comisia Europeană Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR, 2007) becurile fluorescente pot dăuna sănătății prin emisia de ultraviolete și lumină albastră. Sensibilitatea la lumină poate fi agravată la anumite persoane, deja bolnave sau pot exista efecte toxice (Hatch și Burton, 1998). Mult mai periculos pentru mediu este însă conținutul de mercur sub formă de vapori în tubul de sticlă. De aceea, în multe state becurile fluorescente se colectează separat și se reciclează (Sass, Salem et al, 1994). Sunt cunoscute câteva cazuri de intoxicare cu mercur la angajații firmelor din China care fabrică astfel de becuri.

În activitatea școlară s-a pus un accent deosebit pe discuții cu studenții și pe munca individuală a acestora, stimulându-le interesul cu noile reglementări de eficiență energetică a iluminatului adoptate și la noi. Munca la laborator a fost completată cu sarcini de lucru individual pe baza conceptului de Project Based Learning. Pentru ca să nu depindă de aparatură costisitoare au fost învățați cum să utilizeze un aparat foto digital pentru a evalua eficiența iluminării. Un grup de trei fotografii cu histogramă este dat în figura 4.10.

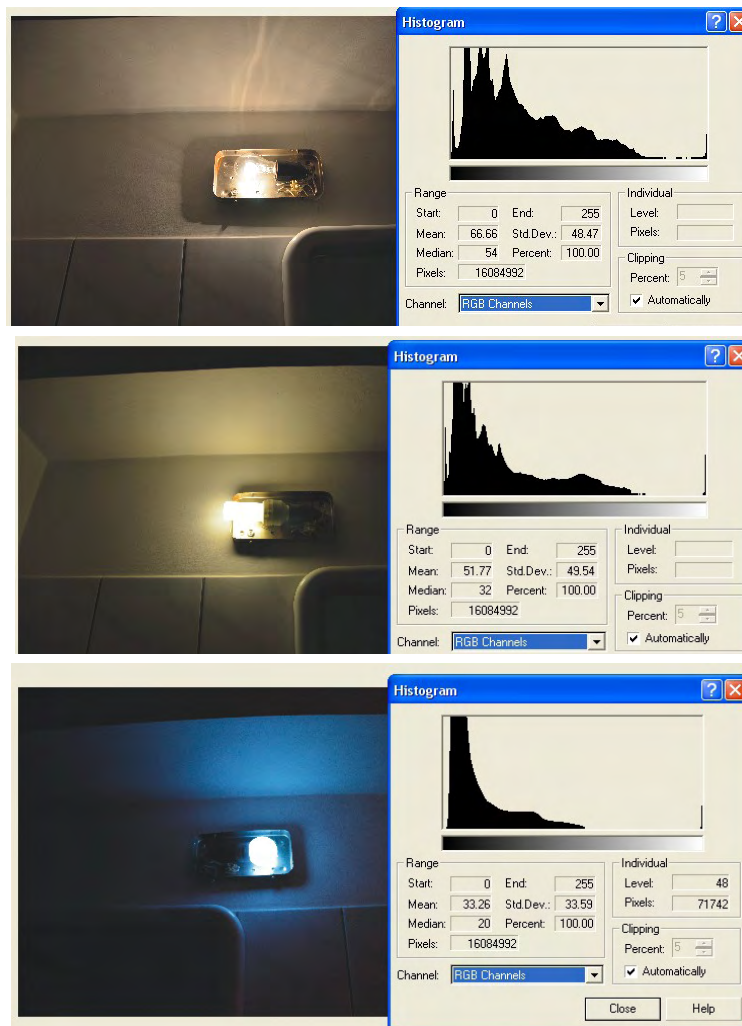


Figura 4.10. Fotografia și histograma unui bec cu incandescență (sus), fluorescent (mijloc) și LED (jos)

La sfârșitul activității studenții au utilizat un stand de test al perturbațiilor generate de diferitele tipuri de becuri pentru a completa cunoștințele cu aspectele de inginerie cerute de disciplina predată. După primul an școlar de aplicare s-a constatat o creștere a interesului studenților față de activitatea școlară, în paralel cu sensibilizarea la problemele de mediu.

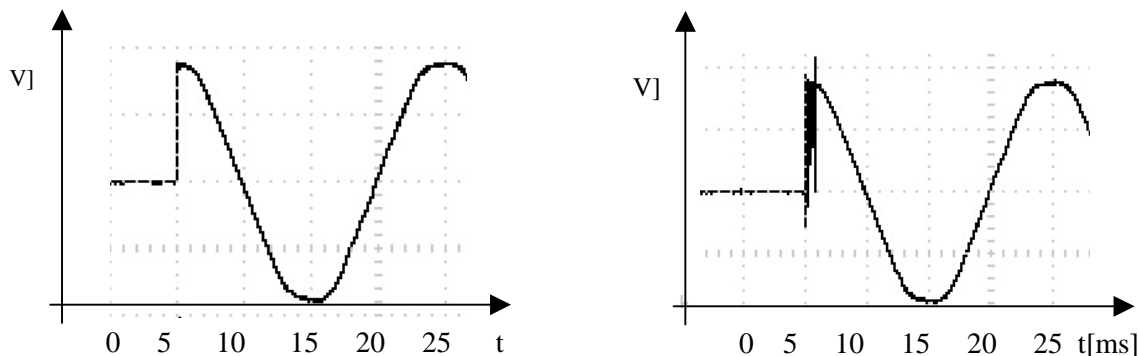


Figura 4.11. Tensiunea rețelei la aprinderea unui bec cu incandescență (stânga) și a unei lămpi fluorescente cu aprindere cu starter (dreapta) în momentul valorii maxime a tensiunii

Rezultatele experimentale arată că, așa cum era de așteptat aprinderea becurilor incandescențe nu generează perturbații, în figura 4.11 stânga fiind dată o imagine preluată cu un osciloscop cuplat la un calculator PC. Aprinderea unei lămpi fluorescente cu starter este puternic perturbativă, așa cum se vede în figura 4.11 dreapta.

Apariția perturbațiilor a permis reluarea cunoștințelor despre filtre de rețea, simularea acestora și testarea practică a comportării lor. Pentru testări a fost utilizat un filtru Schaffner (standard IEC 939 și EN 133200). Forma de undă la aprinderea fără filtru este dată în figura 4.12 stânga, iar efectul filtrului de rețea vizualizat împreună cu studenții este arătat în figura 4.12 dreapta în cazul unei lămpi de iluminat stradal cu LED-uri (LLM4500, 51Watt). Jos se poate observa forma de undă a tensiunii la intrarea în filtru iar sus la ieșirea din filtru.

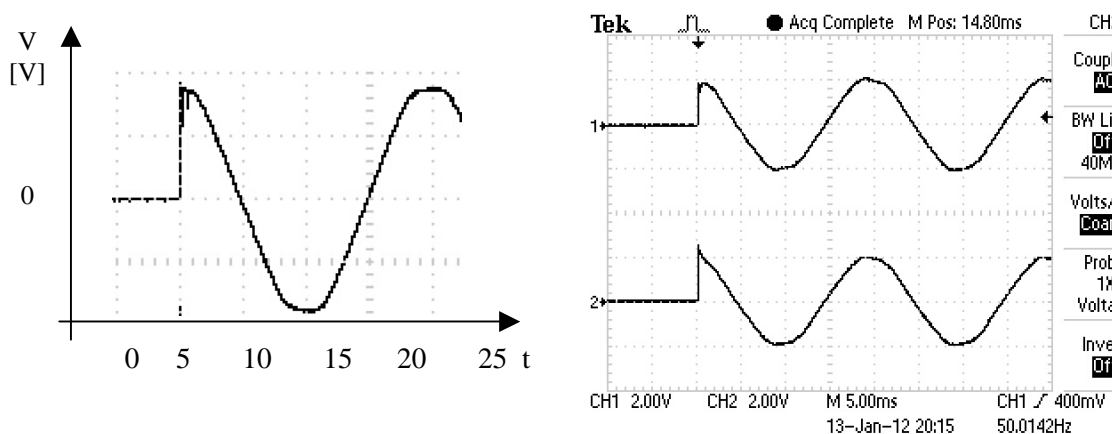


Figura 4.12. Tensiunea la aprinderea unei lămpi fluorescente cu aprindere electronică fără filtru (stânga) și efectul filtrului de rețea asupra perturbațiilor generate (dreapta)

La sfârșitul lucrării studenții au fost solicitați să completeze un sondaj de opinie anonim și facultativ. Rezultatele sondajului sunt sumarizate în figura 4.13:

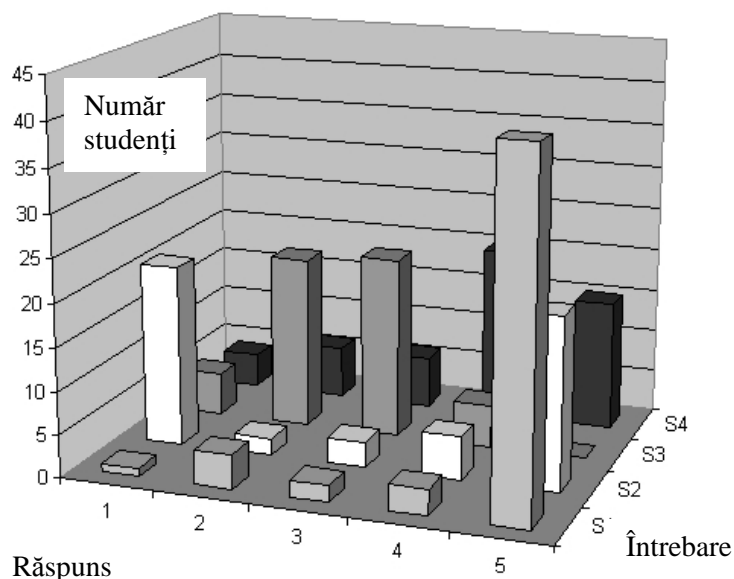


Figura 4.13. Rezultatele sondajului de opinie privind rezultatele activității

Au participat la sondaj două grupe de studenți, acceptând să participe un total de 51 de studenți din anul 3.

Prima întrebare (S1) a fost “Cât de importantă vi se pare problema economiei de energie și protecția mediului în prezent”, răspunsurile fiind de la 1 (fără importanță) la 5 (foarte importantă), reprezentate pe prima linie. Majoritatea studenților (80%) au răspuns că problema li se pare foarte importantă.

A doua întrebare (S2) a fost “Cât de utilă vi s-a părut tema de casă”, răspunsurile fiind de la 1- nu am făcut-o, 2- inutilă, până la 5- foarte utilă, reprezentate cu alb pe a doua linie. Doar 60% dintre studenți au făcut tema, din care un procent important (67%) au considerat tema foarte importantă.

A treia întrebare (S3) a fost “Ce bec ați alege?”, răspunsurile fiind 1- cu incandescență, 2- fluorescent, 3-LED, 4- nu știu, reprezentate pe a treia linie. Majoritatea a ales în mod egal (40%) becurile cu LED și cele fluorescente. 10% au ales becurile incandescente motivând cu lumina mai puternică generată și care nu variază după aprinderea becului.

A patra întrebare (S4) a fost “Cât de important vi se pare aspectul de mediu la alegerea unui bec”, răspunsurile fiind reprezentate cu negru pe a patra linie, de la 1- fără importanță până la 5- foarte important. Majoritatea (40%) au bifat 4, deci nu consideră problema mediului foarte importantă, contrazicând răspunsul de la întrebarea 1.

În concluzie pentru ca activitățile să fie stimulative s-a ales tema protecției mediului și cea a economiei de energie. În cadrul activității facultative au fost realizate simulări ale filtrelor de rețea și măsurarea iluminării, iar în cadrul laboratorului s-a utilizat o platformă de laborator. În urma observațiilor studenților a fost conceput, proiectat și realizat un modul de aplicare a tensiunii pe sarcină în momente determinate de timp.

4.3.Comparație între calculul analitic al ecranelor și simulare

În contextul actual al măririi numărului de echipamente care transmit date fără fir, ecranarea electromagnetică are o importanță din ce în ce mai mare. Ținând cont de dificultatea studenților de a urmări calcule greoaie, a fost propus un nou mod de predare pentru calculul ecranării bazat pe simulări. În anul școlar 2012-2013 s-a predat calculul ecranării atât prin calcul analitic cât și prin simulare iar testul de la sfârșitul laboratorului a constat în rezolvarea unei probleme de calcul a unui ecran. S-a cerut studenților de la Electrotehnică rezolvarea problemei prin calcul analitic și celor de la Electronică Aplicată prin simulare. Eficiența modului de predare propus este analizată prin prisma răspunsurilor studenților la un chestionar și a rezultatelor obținute de ei la testul de laborator.

Simularea fenomenelor, a circuitelor și reprezentarea grafică a rezultatelor unor relații matematice crește atractivitatea activității școlare. Din primul an de facultate studenții doresc să realizeze ceva practic, ca să înțeleagă utilitatea materiilor teoretice cu care încep studiul. Această dorință a lor este greu de îndeplinit pentru că nu dețin încă cunoștințele teoretice necesare. Simulările au rolul de face un pas în sus față de teorie, oferind rezultate vizuale ale unui fenomen, circuit sau ecuație sporind astfel atractivitatea disciplinei. Simulările stimulează la studenți modul de gândire abstract (Anu și Gokhale, 1996).

Simularea în activitatea școlară poartă numele de “Simulation-Based Education” și a fost introdusă pe scară largă. Astfel, la MIT au fost întâmpinate dificultăți la o disciplină de afaceri în ingineria aerospațială din cauza conținutului care implică cunoașterea relațiilor umane (McManus și Rebentisch, 2008). În acest caz, aplicarea metodei de învățare bazată pe simulări a avut succes. O inițiativă asemănătoare (Klug și Hausberger, 2009) de învățare a unui curs de structură a producției, cu tematică economică, ceva mai străină studenților la inginerie a avut de asemenea succes. Există multe inițiative de aplicare a învățării prin simulare la materiile de specialitate, de exemplu cea aplicată în domeniul electronicii de putere (Hosseinzadeh et al, 2011) în care se utilizează pachete software dedicate pentru simulare. În (Sang-Young Cho, 2009) se propune desfășurarea laboratorului de Sisteme înglobate (Embedded Systems) cu un software de simulare a procesorului ARM, ceea ce oferă posibilitatea studenților să se familiarizeze atât cu structura cât și cu programarea microcontrollerelor. O structură de învățare complexă în care studenții din ani terminali realizează programe software de simulare care sunt aplicate în anii mici este descrisă în (Vejarano și Guerrero, 2008).

O lucrare de referință (Balakrishnan și Woods, 2013) ridică problema eficienței unui laborator cu simulări față de un laborator cu aparate reale, din punctul de vedere al eficienței și al percepției studenților. Problema este complexă și comparația este dificil de realizat.

La specializările Facultății de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor simularea a fost considerată o activitate importantă, astfel încât specializarea Electronică Aplicată are o disciplină care se numește “Tehnici de simulare”. Pe baza cunoștințelor acumulate la această disciplină, dar și la altele, la disciplina de Compatibilitate Electromagnetică activitatea facultativă-miniproiectul a avut ca preocupare centrală înțelegerea fenomenelor pe baza simulărilor. Succesul avut în înțelegerea fenomenelor prin simulare a dus la extinderea inițiativei și la conceperea unor lucrări de laborator bazate pe simulare.

Predarea disciplinei EMC a fost gândită astfel încât să ofere studenților cunoștințe practice de EMC, iar partea matematică să fie diminuată pe cât posibil. În acest capitol se arată modul în care se predă calculul ecranării și se propune un nou mod de predare bazat pe simulări. În anul școlar 2012-2013 s-a predat calculul ecranării atât prin calcul analitic cât și prin simulare iar testul de la sfârșitul laboratorului a constat în rezolvarea unei probleme de calcul a unui ecran. S-a cerut studenților de la Electrotehnică rezolvarea problemei prin calcul analitic și celor de la Electronică Aplicată prin simulare. Eficiența modului de predare propus este analizată prin

prisma răspunsurilor studenților la un chestionar și a rezultatelor obținute de ei la testul de laborator.

Factorul de atenuare al unui ecran electromagnetic SE (Shielding Effectiveness) rezultă prin însumarea unui factor de atenuare prin reflexie R, un factor de atenuare prin absorbție A și un termen de corecție care ține cont de reflexiile multiple B care poate fi neglijat pentru atenuări mai mari de 10-15dB.

$$SE_{dB} = A_{dB} + R_{dB} + B_{dB} \quad \text{unde:} \quad (4.1)$$

$$A_{dB} = 201g e^{\alpha d} \quad (4.2)$$

$$R_{dB} = 201g \frac{1}{4} \left[\left(377 \sqrt{\frac{\sqrt{\Delta}}{\omega\mu}} \right) + \left(2 \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{\omega\varepsilon}{2\sqrt{\Delta}}} \right) + \frac{1}{377} \sqrt{\frac{\omega\mu}{\sqrt{\Delta}}} \right] \quad (4.3)$$

$$B_{dB} = 201g \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{377^2 + 2 \cdot 377 \cdot \sqrt{\frac{\omega\mu}{\sqrt{\Delta}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{\omega\varepsilon}{2\sqrt{\Delta}} + \frac{\omega\mu}{\sqrt{\Delta}}}} \quad (4.4)$$

Considerând un material conductor și făcând aproximațiile recomandate în (Schwab, 1996) și (Schwab și Kurner, 2013) se obține:

$$R_{dB} = 108 - 101g \frac{\mu_r f_{MHz}}{\sigma_r} \quad (4.5)$$

$$A_{dB} = 1314 d_{cm} \sqrt{f_{MHz} \mu_r \sigma_r} \quad (4.6)$$

$$B_{dB} = 201g \left| 1 - e^{-2d\sqrt{\pi f \mu \sigma}} e^{-j2d\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \right| \quad (4.7)$$

Conductivitatea cuprului $\sigma = 5,8 \cdot 10^7 \Omega^{-1} m^{-1}$

Permeabilitatea $\mu = 1,257 \cdot 10^{-6} H / m$

Permitivitatea $\varepsilon = \frac{1}{36 \cdot \pi \cdot 10^9} F / m$

Studenții care rezolvă problema prin calcul analitic primesc datele de conductivitate relativă, permeabilitate relativă și permitivitate relativă pentru materialele cu care se fac exerciții de calcul a eficienței ecranării. Studenții sunt stimulați să-și facă un program simplu de calcul în Excel pentru a ușura procedura de calcul. Un astfel de program poate fi văzut în figura 4.14:

	1	2	3	4
1	0.00001	158		0.04152
2	0.0001	148		0.1314
3	0.001	138		0.415523
4	0.01	128		1.314
5	0.1	118		4.155233
6	1	108		13.14
7	10	98		41.55233
8	100	88		131.4
9	1000	78		415.5233
10	10000	68		1314

Figura 4.14. Automatizarea calculului atenuării în Excel

Pe prima coloană s-a pus frecvența în MHz de la 0.00001 (10Hz) până la 10000 (10GHz). În stânga se poate vedea relația de calcul a lui R iar în dreapta a lui A.

După efectuarea calculului studenții reprezintă grafic atenuarea totală ca sumă a celor două atenuări prin reflexie și absorbție, ca în figura 4.15:

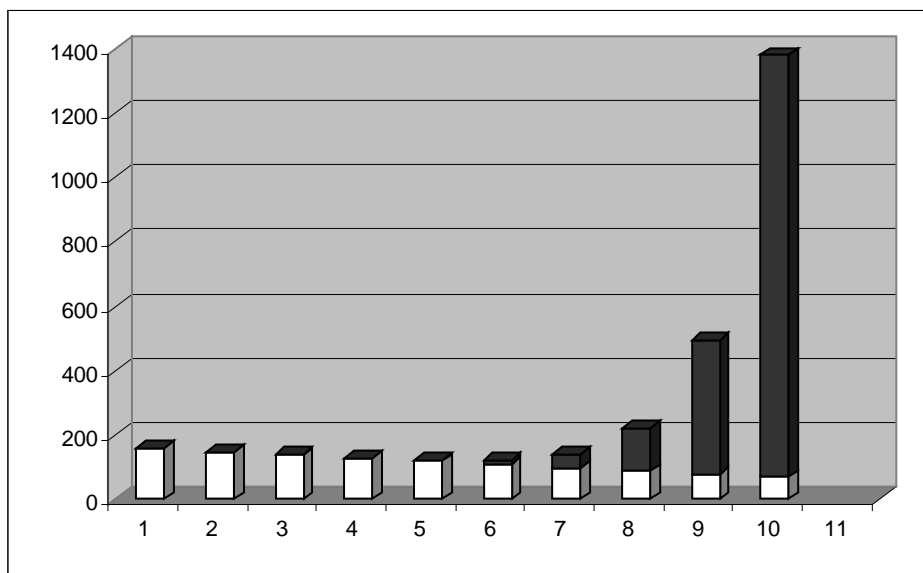


Figura 4.15. Graficul atenuării calculate pentru un ecran de cupru cu grosimea de 0,1mm

Se vede din grafic că atenuarea prin reflexie scade cu frecvența (cu alb), în timp ce cea prin absorbție crește (cu negru).

Pentru estimări practice rapide, Schelkunoff a elaborat un model simplu de calcul al atenuării ecranelor care se bazează pe o analogie cu propagarea undelor progresive pe linii electrice lungi bifilare (Schelkunoff, 1938). Undele electromagnetice care se propagă pe conductoarele liniei au ecuații caracteristice care se pot transforma pentru unde plane care se propagă în mediul înconjurător. Astfel se pot înlocui în ecuațiile liniilor lungi valorile complexe ale tensiunii de intrare și a curentului de intrare prin mărimile complexe ale câmpurilor electric și magnetic. Modelul acesta poate fi foarte simplu simulat în PSPICE sau în SIMULINK, programe pe care studenții deja le cunosc.

Într-un astfel de model, unda electromagnetică incidentă este atenuată la trecerea prin materialul ecranului prin reflexie, absorbție și re-reflexie. La fel, tensiunea de intrare este micșorată prin

reflexiile pe linie și absorbția în elementele disipative. Elementele de circuit R, C și L pentru liniile de transmisie se stabilesc conform izomorfismului lui Shelkunoff prin corespondența prezentată în capitolul 3. Pentru a vedea cum se comportă un material folosit pentru ecranare se poate simula comportarea lui folosind un model al liniei de transmisie (Aciu et al, 2010). Schema electrică simulată este dată în figura 4.16. Eficiența ecranării este:

$$S_E = 20 \cdot \log \frac{V_{IN}}{V_2} \quad (\text{tensiunea în absența ecranului/ tensiunea după ecran})$$

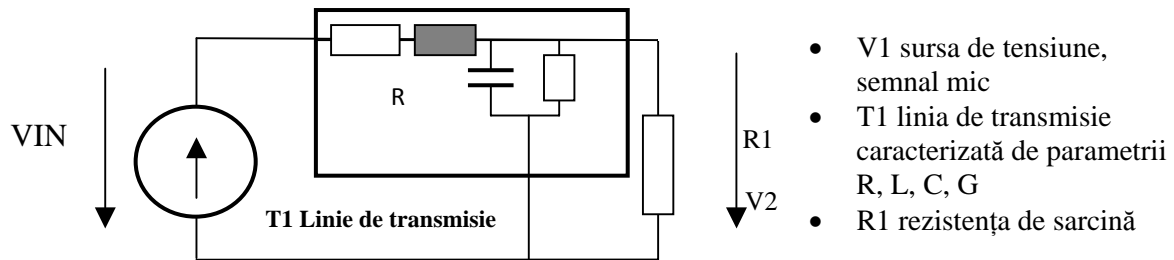


Figura 4.16. Simularea unui ecran în PSPICE cu un model de linie de transmisie

Schema electrică de simulare pentru situarea sursei de radiație la distanță de ecran este dată în figura 4.17:

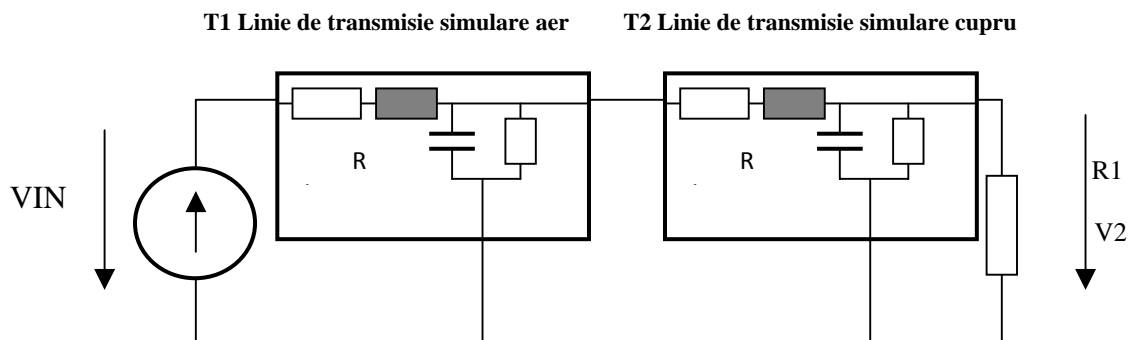


Figura 4.17. Modelul ecranului pentru atenuarea în aer și prin ecranul de cupru

Distanța la care este situată sursa de radiație de ecran este de 1m respectiv 1000m. Formele de undă se suprapun și nu se observă suficient de bine diferențele de aceea ecranul situat la 1m are grosimea de 1000μm iar cel situat la 1000m are grosimea de 100μm. Trecerea prin aer atenuază foarte puțin și nu modifică substanțial forma atenuării în frecvență. Rezultatele simulărilor dau rezultate asemănătoare cu cele prezentate în (White, 1980) în ceea ce privește forma curbei atenuării în funcție de frecvență. Valorile atenuării nu sunt foarte apropiate, ceea ce recomandă această metodă de simulare doar pentru evaluarea atenuării în scopuri didactice.

Întrebările puse în chestionar au fost: 1-Cât de simplă vi se pare problema calculului ecranului, 2- Cât de importantă considerați utilizarea și proiectarea unui ecran,, 3-Cât de utilă considerați că este obținerea unei forme a atenuării într-o gamă de frecvențe, 4-Care dintre metode vi se pare cea mai simplă și utilă, 5-Sunteți sigur că puteți utiliza metoda calculului analitic, 6-Sunteți sigur că puteți utiliza metoda simulării. Tabelul 4.1 conține media obținută pentru fiecare răspuns, media notelor și media timpului de rezolvare, pentru fiecare specializare.

Atât studenții la Electronică Aplicată cât și cei de la Electrotehnică consideră problema calculului ecranului de simplitate medie și foarte importantă, iar obținerea unei caracteristici de frecvență ca foarte utilă. Studenții de la Electrotehnică sunt mult mai încrezători decât cei de la Electronică că vor putea utiliza metoda calcului analitic, iar în ceea ce privește metoda simulării studenții ambelor specializări sunt încrezători că o vor putea utiliza. Media notelor este apropiată la ambele specializări, dar diferența mediei timpului de rezolvare este mult mai mică la specializarea care a rezolvat testul prin simulare. Încrederea studenților de la Electronică Aplicată în simulare se datorează faptului că au avut în anul precedent o materie în care se studiază tehnici de simulare.

Tabelul 4.1.

Întrebare	1	2	3	4	5	6	Note	Timp mediu de rezolvare [minute]
Media EA	2.71	4.18	4.06	3.88	2.82	3.65	7,65	41
Media ET	2.50	4.23	4.00	2.82	3.59	3.68	8,19	73

Calculul ecranelor prin simulare poate fi considerat ca o variantă posibilă de înlocuire a calculului analitic, oferind studenților o imagine a aplicațiilor posibile ale ecranării și ușurând procesul de calcul. Chestionarul arată că studenții au primit pozitiv această variantă, iar performanța academică nu este afectată. Interesul studenților la prezentarea calculului ecranelor prin simulare a fost mare, confirmând astfel corectitudinea acestei inițiative.

4.4.Aspecte educaționale ale relației calculator mediu

Problema relației calculatoarelor personale cu mediul devine din ce în ce mai importantă, motivul fiind numărul mai mare de calculatoare fabricate și inovația tehnologică rapidă care scurtează durata de utilizare a unui calculator. Influența negativă a calculatoarelor asupra mediului se manifestă prin energia consumată la fabricarea lor și în funcționare, precum și prin aruncarea calculatoarelor învechite. În discuțiile cu studenții s-au urmărit două metode de reducere a impactului negativ al transformării calculatoarelor în deșeuri, prima fiind responsabilizarea utilizatorilor de a mări perioada de utilizare sau de a reutiliza calculatoarele depășite, iar a doua de a utiliza noi materiale ecologice în construirea calculatoarelor.

Problema relației calculatoarelor personale cu mediul devine din ce în ce mai importantă, motivul fiind numărul mai mare de calculatoare fabricate și inovația tehnologică rapidă care scurtează durata de utilizare a unui calculator. Influența negativă a calculatoarelor asupra mediului este clasificată în (Kuehr și Williams, 2003) astfel:

1. Fabricarea calculatoarelor consumă multă energie, astfel la producerea unui calculator se folosesc în medie 240kg de combustibili fosili, de 20 de ori mai mult decât greutatea calculatorului, în vreme ce la o mașină se folosește o cantitate de combustibili fosili egală cu greutatea mașinii;
2. Cantitatea de calculatoare și consumabile care se aruncă devine din ce în ce mai mare. Măsurile luate de societate pentru adunarea selectivă și reutilizarea deșeurilor are efecte benefice asupra mediului, chiar dacă gradul de aplicare este încă insuficient. Directiva RoHS de limitare a folosirii unor substanțe nocive în echipamentele electronice a fost un pas important în diminuarea răspândirii acestor substanțe în mediu;

3. Modul în care utilizatorul decide să utilizeze și să arunce calculatorul are o influență importantă. Cu cât frecvența schimbării calculatorului este mai mare cu atât ajung în mediu mai multe calculatoare, iar neglijența în aruncarea calculatoarelor poate duce la poluarea solului;
4. Un aspect care nu este scos în evidență în (Kuehr și Williams, 2003) dar care trebuie menționat fiind foarte important este consumul de energie la utilizarea calculatorului.

Pe plan mondial există multe preocupări în acest sens, una dintre ele fiind prezentată în (Ravi, 2012). În revista *Ecoterra* au fost publicate de-a lungul anilor articole pe această temă, în (Ogrutan, 2007) fiind analizată directiva RoHS și aspecte privind strângerea selectivă a deșeurilor electronice, iar lucrarea (Ogrutan, Ciocea et al, 2010) este o critică adresată firmelor constructoare de imprimante care sacrifică grija față de mediu în favoarea profitului.

În Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor a Universității Transilvania din Brașov există preocupări permanente de îmbunătățire a procesului educațional și sensibilizarea studenților la problemele de mediu. Studenții sunt stimulați să lucreze independent într-o abordare de tip PBL (Problem based Learning). O astfel de preocupare a fost descrisă în (Ogrutan și Aciu, 2009). Discuțiile cu studenții au fost focalizate spre trei metode de reducere a impactului negativ al transformării tehnicii de calcul în deșeuri, prima fiind responsabilizarea utilizatorilor pentru a mări perioada de utilizare sau de a reutiliza calculatoarele depășite, a doua de a utiliza noi materiale ecologice în construirea calculatoarelor iar a treia este legată de consumabilele pentru imprimare. Inițiative în acest domeniu au fost cea de la Universitatea British Columbia (Gradzi, Leung et al, 2009). Un grup de studenți au ales pentru dotarea viitoare a universității tipul de calculator cu impactul negativ cel mai mic față de mediu. Au fost luate în considerare pe lângă prețul calculatorului caracteristici de mediu: timpul de viață, consumul de energie și posibilitățile de reciclare după aruncare. O altă inițiativă a fost cea de la Universitatea din Guelph (Canada) (Adamson, Hamilton et al, 2005) în care, pornind de la numărul mare de calculatoare care se aruncă și substanțele toxice conținute în acestea, se ajunge la concluzia necesității prelungirii duratei de folosință a calculatoarelor.

Acțiunea de sensibilizare a studenților a fost realizată la materia de Memorii și Echipamente Periferice care se predă la anul 4 specializarea Calculatoare, în cadrul miniproiectului facultativ descris într-un capitol anterior. Discuțiile au fost inițiate la laborator dar au fost purtate și la curs în limita timpului disponibil. În discuții au fost abordate la început teme propuse de cadrul didactic apoi propuse de studenți, din experiența lor. De multe ori discuțiile s-au ramificat dar îndepărtările de la subiect au fost monitorizate de cadrul didactic ca mediator al discuției și discuția a fost redirecționată spre domenii de interes. În urma discuțiilor cu studenții au fost identificate câteva puncte fierbinți în relația dintre calculator și mediu care au fost detaliate și au fost punctul de pornire al unor proiecte. La începutul activității și la sfârșit studenții au fost rugați să participe la un sondaj de opinie anonim ale cărui rezultate vor fi analizate la sfârșitul capitolului. Intervențiile studenților au fost notate, iar pe baza numărului și calității intervențiilor s-a putut primi un punct în plus la examen. La testul facultativ au răspuns 21 de studenți, adică cei care au avut o prezență regulată la curs. Rezultatele testului au arătat că discuțiile au avut un rol informativ important, câțiva studenți schimbându-și opiniile la sfârșitul semestrului.

Experimentul a avut rolul de a verifica posibilitatea de a schimba modul de recepționare în rândul tinerilor a mesajului de marketing generat de mijloacele media care este “Cumpără” cu mesajul “Analizează dacă ai nevoie, apoi cumpără”. În ideea că acești studenți vor contribui la proiectarea calculatoarelor viitorului, un viitor în care resursele se împuținează, va trebui să-și pună întrebarea “Putem realiza un calculator cu resurse mai puține, care să consume mai puțin și pe care să-l aruncăm fără grijă?”.

Problemele discutate cu studenții au fost în principal următoarele:

- a. Schimbarea calculatorului cu unul mai performant: necesitate sau interese financiare?

Cantitatea de calculatoare și periferice care devin deșeuri crește continuu. Calculatoarele personale devin accesibile unui număr din ce în ce mai mare de persoane, ceea ce este un aspect pozitiv în dezvoltarea societății. Un aspect care merită analizat este dacă viteza de schimbare a calculatoarelor care duce la creșterea numărului de deșeuri este o necesitate obiectivă sau este forțată de companiile producătoare pentru a putea vinde noile modele. În politica de marketing aplicată vânzării imprimantelor a fost aplicată metoda Freebie, cunoscută și sub numele „razor and blades business model” care este un model de afaceri unde un articol este vândut la un preț mic (sau este chiar dat gratis) pentru a crește vânzările la bunurile complementare, cum sunt imprimantele și complementare cartușele, sau console de joc și complementare jocurile. În discuții s-a analizat posibilitatea ca schimbarea calculatoarelor cu unele noi să fie forțată cu ajutorul acestui concept de marketing. În prima discuție cu studenții au fost identificate câteva direcții pentru discuțiile viitoare și a fost recomandată bibliografie pentru pregătire.

Discuțiile legate de schimbarea unui calculator au pornit de la motivele care se invocă curent pentru a justifica schimbarea, de exemplu “Am nevoie de un calculator mai rapid”, „Calculatorul meu este depășit”, „Scoate un zgomot ciudat, se va strica”, „Au apărut calculatoare mai performante” sau „Este o promoție la magazinul X”. Un student la specializarea Calculatoare trebuie să treacă de la aceste exprimări generale la exprimări cantitative ale cerințelor de viteză și complexitate. Studenții trebuie să genereze cunoștințe care să ducă la găsirea cauzei reale a nevoii de schimbare. De exemplu încetinirea calculatorului poate fi datorată virusării, instalării necorespunzătoare a sistemului de operare sau a funcționării necorespunzătoare a răcirii procesorului. Utilizatorii trebuie convinși ca înainte de schimbare să consulte un specialist, poate că o reparație va avea aceleași rezultate cu o schimbare a calculatorului și va fi mai ieftină. În concluzie, un aport important la protecția mediului este conștientizarea utilizatorului că schimbarea unui calculator trebuie să fie justificată de argumente tehnice pentru a contribui la protecția mediului. Chiar dacă schimbarea este necesară se pot găsi utilizări pentru vechiul calculator, cum ar fi de exemplu utilizarea în aplicații mai vechi, donarea către asociații de caritate etc. pentru a evita aruncarea lui.

b. Materiale consumabile pentru imprimante

Producătorii de imprimante, acționând într-o piață deosebit de competițională au căutat permanent căi de reducere a prețurilor de vânzare a imprimantelor. După cumpărare se crează o legătură între producător și vânzător pentru că imprimantele au nevoie de consumabile, legătură care nu există la majoritatea produselor electronice. Prin personalizarea consumabilelor producătorii au contat pe faptul că fiecare client va cumpăra o anumită cantitate de consumabile doar de la producător, prin urmare adaosul la imprimantă poate fi mic. Această tendință s-a accentuat de-a lungul timpului spre vânzarea imprimantelor în anumite cazuri sub prețul de producție și a consumabilelor cu un adaos semnificativ.

Producătorii își apără interesele economice și au luat câteva măsuri pentru creșterea numărului de cartușe originale vândute, măsuri identificate și discutate cu studenții (Ogrutan, Ciocea et al, 2010):

1. Noile cartușe sunt prevăzute cu un microcontroller de protecție care numără copiile și nu permite să se facă reumpleri;
2. Imprimantele sunt echipate la livrare cu cartușe de mică capacitate, numite de start;
3. Pentru a asigura prețuri acceptabile au fost concepute cartușe de capacitate mică.
4. Fiecare nou model de imprimantă folosește un alt tip de cartuș.

Pe site-ul HP, unul dintre cei mai mari producători de imprimante apare afirmația că se vând peste un milion de imprimante pe săptămână (HP, 2011), ceea ce înseamnă un număr uriaș de cartușe folosite. Se poate face o evaluare aproximativă a cantității de cartușe uzate. Pentru aceasta au fost cântărite 5 cartușe HP goale diferite și reprezentative, trei de toner și două de cerneală. Media aritmetică este 0.515kg și la un milion de cartușe uzate care se aruncă pe săptămână înseamnă 25000t de cartușe pe an, doar de la imprimantele unui singur producător.

Studentii au identificat împreună cu cadrul didactic câteva căi posibile de reducere a impactului negativ asupra mediului. Astfel utilizatorii ar trebui ca la cumpărarea unei imprimante să introducă ca și criteriu de selecție gradul de poluare al mediului, astfel să cumpere doar de la distribuitorii care preiau cartușele uzate pentru reciclare și la schimbarea cartușului să-l predea pe cel folosit. Este importantă alegerea unei imprimante cu cartușe de capacitate cât mai mare, eventual care se pot reumple, ceea ce este din ce în ce mai greu în prezent. Pe termen lung grija față de mediu este dublată și de avantaje economice, astfel un criteriu important de alegere care trebuie considerat este prețul pe copie și nu prețul imprimantei.

c. Materiale ecologice pentru construirea carcaselor

Bambusul este un grup de plante exotice arborescente perene din familia Poaceae, subfamilia Bambusoideae, genul Bambuseae. Există în jur de 1000 de specii de bambuși. Importanța ecologică este dată de faptul că dintre toate plantele cunoscute pe pământ, bambușii sunt plantele arborescente care cresc cel mai repede (până la 1m pe zi).

În 2008 M. Dell a anunțat introducerea în fabricație a unui calculator desktop cu carcasă din bambus, (Fehrenbacher, 2008). Această inițiativă a avut o motivație ecologică iar calculatorul a fost îmbunătățit și prin scăderea consumului. Tot în 2008 ASUS a creat o serie de notebook-uri cu carcasa din bambus (ASUS, 2008). Sunt destul de cunoscute ca și accesorii de exemplu suportul de răcire pentru notebook, tastaturi, mouse, boxe, hub-uri cu carcasă de bambus.

De regulă aceste accesorii sunt mai scumpe decât cele uzuale pentru că se fabrică în cantități mai mici, ca urmare prețul lor este mai mare, aspect care limitează răspândirea lor. Preocuparea comunității tehnice este dovedită la târgul internațional Consumer Electronics Show din Las Vegas, ediția 2011 în care au fost prezentate multe accesorii cu carcasă de bambus (Aeolus, 2011).

Utilizarea carcaselor naturale are două efecte pozitive incontestabile asupra mediului, în primul rând cantitatea de energie necesară la fabricarea calculatorului scade și în al doilea rând aruncarea calculatorului ca deșeu în mediu este mai puțin agresivă față de mediu. Este posibil ca și la utilizare calculatorul să fie mai plăcut la atingere, mai plăcut vizual și poate că mai sănătos la temperaturi mari la care plasticul încins ar putea degaja substanțe toxice.

d. Directivele WEEE și ROHS

Cantitatea de deșeuri electrice și electronice devine din ce în ce mai mare și se impun măsuri speciale de gestionare a acestora (Ogrutan, 2007). Dacă deșeurile electrice și electronice nu sunt reciclate, prin descompunere eliberează în timp substanțe toxice care prin mecanisme cunoscute pot afecta mediul în care trăim.

Au fost prezentate studenților două directive europene pentru protecția mediului împotriva deșeurilor electrice și electronice și au fost atinse câteva aspecte tehnice legate de acest subiect.

Directiva 2002/96/EC este numită WEEE (Waste Electric and Electronic Equipment) și are ca obiect gunoiul electric și electronic. Obiectivele acestei directive sunt stabilirea

unor metode pentru toate țările CE pentru reducerea cantității de deșuri electrice și electronice, strângerea deșeurilor și reutilizarea lor, toate acestea în scopul protecției mediului. La acest proces trebuie să contribuie toți operatorii implicați pe piața-producătorii, distribuitorii și consumatorii.

Pentru strângerea deșeurilor trebuie ca distribuitorii și consumatorii să poată returna echipamentele defecte/ uzate/ nefolositoare fără plată, iar statele membre trebuie să asigure facilitățile de colectare. Statele membre trebuie să asigure cele mai bune metode de reutilizare a deșeurilor. Toate fluidele trebuie extrase iar componentele trebuie tratate selectiv (sortate) în vederea reutilizării. Producătorii trebuie să fie încurajați să includă în produsele noi materiale provenite din prelucrarea deșeurilor.

Ținta propusă de directiva WEEE până la 31 decembrie 2006 a constat în:

- Strângerea deșeurilor electrice și electronice în proporție de minimum 80%;
- Componentele, materialele și substanțele reutilizate și reciclate în proporție de minimum 65%.

Costurile strângerii deșeurilor sunt suportate de producător pentru produsele proprii și această acțiune trebuie să fie garantată financiar printr-o măsură asiguratorie (blocarea unui cont). Costurile strângerii și reciclării deșeurilor nu trebuie să apară separat pe factura de cumpărare a unui produs nou. Costurile strângerii deșeurilor “istorice” vor fi suportate de toți producătorii.

Utilizatorii trebuie să fie informați să nu arunce deșeurile electrice și electronice alături de gunoiul menajer și despre potențialele efecte negative ale substanțelor provenite din aceste deșuri asupra mediului.

Directiva RoHS (Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment) a fost adoptată în Comunitatea Europeană. Această directivă cu numărul 2002/95/EC din 27 ian. 2003 recomandă limitarea utilizării anumitor substanțe în echipamentele electrice și electronice. Aceste substanțe sunt Cadmiul (Cd), plumb (Pb), mercur (Hg), crom hexavalent (Cr), și doi compuși ai bromului, polibrominat bifenil (PBB) și polibrominat bifenil eter (PBDE). Procentul în care apar aceste substanțe trebuie să fie mai mic de 0,1%.

Directiva WEEE a fost preluată în România și adaptată și a apărut în 2005 hotărârea de guvern HG 448/2005 privind deșeurile de echipamente electrice și electronice DEEE (DEEE, 2005). Primii pași în direcția colectării au fost făcuți și deșeurile electrice și electronice se strâng separat în cadrul unui proiect pilot PHARE demarat în Brașov.

ECOTIC (ECOTIC, 2011) este o organizație colectivă de gestionare a deșeurilor de echipamente electrice și electronice DEEE din domeniul IT&C. ECOTIC acționează ca o interfață între consumatori și colectori / reciclatori având următoarele obiective:

- Să colecteze sumele convenite procesului colectării și reciclării de la producători și importatori;
- Să monitorizeze piața și să determine sumele necesare colectării/ reciclării și educării populației.

ECOTIC a hotărât în 2007 introducerea timbrului verde în valoare de 7 lei care este contribuția consumatorilor la protecția mediului. Timbrul verde se încasează de la consumatori pentru fiecare aparat electric sau electronic independent vândut iar sumele colectate astfel de către distribuitori și producători se direcționează către ECOTIC.

Una dintre problemele apărute datorită directivei RoHS a fost aceea a lipirii componentelor. Componentele se lipeau clasic cu un aliaj de cositor și plumb a cărui temperatură de topire era în jurul a 200-300 grade Celsius. Scoaterea plumbului din aliaj duce la creșterea temperaturii de topire și la necesitatea utilizării altor echipamente de

lipire. De exemplu, un letcon pentru lipirea cu aliaje fără plumb asigură o temperatură de până la 380-415 grade Celsius. Se pot folosi și aliaje cu temperatură scăzută de topire dar care conțin argint, ceea ce mărește costurile. Un aliaj cu punct de topire 220-230 grade Celsius conține staniu 99%, argint 0,3% și cupru 0,7%.

O altă variantă de lipire este cu adezivi conductivi care sunt formați dintr-un polimer cu particule conductive. Cel mai des se folosesc particule de argint care au avantajul că rămân cu o bună conductivitate chiar când se produce oxidarea. Greutatea argintului în adeziv este de 50-80% și se poate micșora prin realizarea de particule de plastic sau sticlă acoperite cu argint. Această metodă de lipire este singura posibilă la lipirea afișajelor LCD care nu suportă temperaturi mari. Teoretic lipirea se poate realiza în 24 de ore la temperatura camerei dar practic se realizează în circa 30 de minute la 120-150°C (Busek și Radev, 2007). Contribuții în domeniul tehnologiei fără plumb au fost prezentate în Simpozionul internațional SIITME 2007, și se pot cita cele referitoare la predicția timpului de viață al lipiturilor fără plumb (Illyefalvi-Vitez, Krammer et al, 2007) sau descrierea tehnologiei de lipire în vapori (Plotog, Varzaru et al, 2007).

Verificarea încadrării unui produs în cerințele RoHS se poate face solicitând o analiză de laborator care este destul de laborioasă, ca urmare de durată și costisitoare. Există aparate portabile care fac o evaluare a încadrării în cerințele RoHS, de exemplu aparatul firmei Innov X Systems din SUA. Acest aparat construit pe baza unui pocket PC HP iPAQ conține un tub cu raze X și un detector cu dioda PIN care poate analiza obiectele din materialul plastic și metal, afișarea rezultatelor fiind instantanee. Aparatul poate măsura în material conținutul a 20 de elemente: Pb, Cr, Hg, Br, Cd, Sb, Cl, P, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Bi, Sn, Ag. Sensibilitatea de măsurare este la Cd 30ppm, la Pb și Hg 10ppm, la Br 5ppm, la Cr 40ppm, la Sb 45 ppm. Datele sunt afișate ca și concentrații în ppm sau se poate desena un spectru în care apar intensitățile fiecărui vârf de amplitudine.

Pe multe din ambalajele echipamentelor electronice apare o siglă care confirmă faptul că tehnologia de realizare este o tehnologie fără plumb.

Un sondaj de opinie realizat înainte și după discuțiile cu studenții referitoare la importanța protecției mediului a constatat din următoarele întrebări:

1. Ați dori să vă schimbați calculatorul cu unul mai performant? DA/NU Studenții au fost invitați să scrie pe spatele biletului ce argumente au pentru această schimbare.
2. Motivul principal care vă împiedică este: financiar, tehnic, de mediu, nu doresc înlocuirea.
3. Ce aspecte urmăriți la achiziționarea unei imprimante: preț, viteză, dimensiune, preț consumabile, preț/copie?
4. Ați cumpăra sau un calculator cu carcasă ecologică, chiar dacă este cu 10% 20% 50% mai scump ?
5. Veți lua în seamă la proiectare cerințe de mediu? Da, Nu, Dacă vor exista cu caracter opțional în specificații

Pe spatele testului studenții au fost rugați să-și scrie părerile personale. Răspunsurile au fost centralizate în figura 4.18, în stânga răspunsurile înainte de curs și la dreapta cele de după curs. Pe linia cea mai apropiată de privitor se află răspunsul la prima întrebare, pe a doua linie răspunsul la a doua întrebare și așa mai departe.

La prima întrebare inițial 86% dintre studenți vor să-și schimbe calculatorul, cu argumente în general naive, iar la final doar 52% mai doresc acest lucru. La a doua întrebare 81% nu pot face acest lucru din motive financiare, un student are o incompatibilitate cu o imprimantă de tip vechi care nu se poate conecta cu calculatoarele noi și niciunul din motive de mediu. După curs doar un singur student nu ar schimba calculatorul din motive de mediu, rezultă că ceilalți care au renunțat la schimbare au renunțat convinși de argumentele financiare. La a treia întrebare 81% din studenți consideră criteriul preț cel mai important la alegerea unei imprimante și niciunul nu

consideră că prețul pe copie ar fi important. După curs 52% au înțeles ce înseamnă prețul pe copie și consideră acest aspect cel mai important. La întrebarea a patra doar 10% din studenți ar cumpăra un calculator mai scump din materiale ecologice, iar după curs procentul a crescut la 19%. La întrebarea a cincea 48% ar aplica cerințele opționale de protecția mediului în proiectare, iar după curs procentul urcă la 81%.

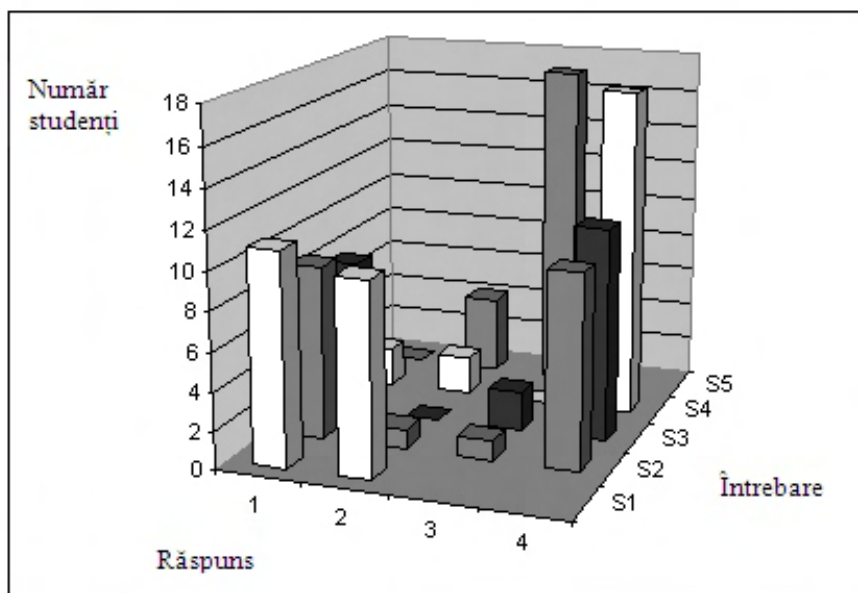
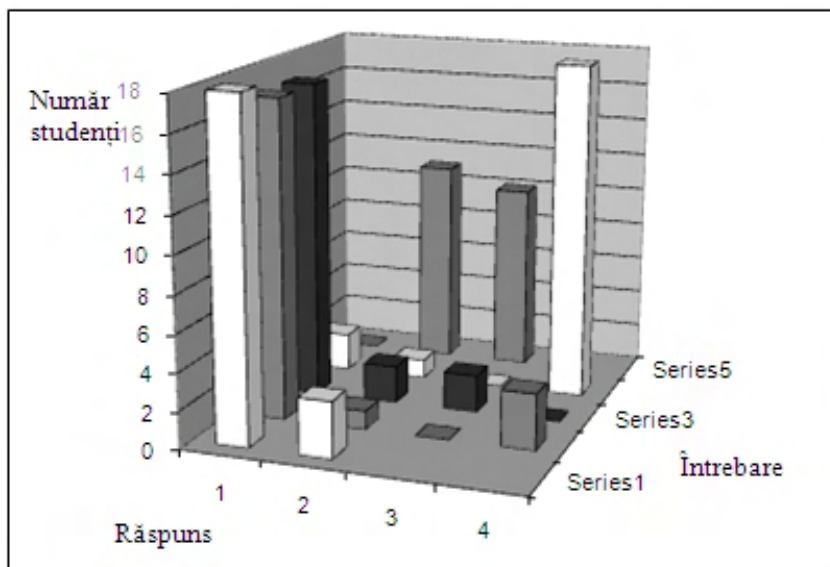


Figura 4.18. Rezultatele sondajului de opinie înainte de curs (sus) și după curs (jos)

Răspunsurile studenților la întrebări nu sunt foarte edificatoare, numărul studenților care au acceptat să răspundă fiind mic. În ansamblu rezultatele în atragerea tinerilor spre problemele de păstrare a unui mediu curat nu au fost foarte bune. Din studenții specializării cu care s-a testat această inițiativă doar câțiva (2 sau 3) au fost câștigați de idee. Totuși, răspunsurile studenților arată un număr semnificativ de studenți pentru care argumentul financiar primează și din fericire economia de bani are ca efect în acest caz protecția mediului.

Așa cum se arată în (Slocum, 2004) se propune sensibilizarea oamenilor la problemele de mediu prin economia de bani. Prin economia financiară, care este o problemă de zi cu zi se poate acționa pozitiv asupra mediului. Preocupările de aplicare a metodei PBL asigură o mai mare

responsabilizare a studenților și ca urmare un interes mai mare față de problemele studiate, ceea ce duce la un proces educativ mai reușit. Această lucrare aduce în plus ideea actuală de protecție a mediului care poate atrage studenții către un studiu mai aprofundat al calculatoarelor, al simulărilor și al compatibilității electromagnetice. Nu este scopul acestei inițiative de a forma activiști pentru salvarea mediului, ci doar îmbunătățirea cunoștințelor de simulare a studenților, obișnuirea lor cu discuțiile profesionale și cu munca individuală, antrenamentul în a descoperi și a compara cunoștințe prin documentare. Documentarea a adus un plus de cunoștințe dar și integrarea în realitățile actuale ale societății, cum ar fi de exemplu reciclarea deșeurilor electrice.

4.5. Concluzii și o selecție a celor mai importante lucrări publicate

Implementarea unui sistem combinat între educația clasică și cea pe bază de proiect, în care a fost introdus miniproiectul și o ședință de laborator pe teren a însemnat și introducerea unei componente importante și anume simularea software a procesului studiat. Simularea software cu programe specializate permite descoperirea unor aspecte esențiale pentru înțelegerea procesului și astfel ușurează faza de execuție a proiectului. O altă noutate a sistemului a fost aceea că a fost orientat către aplicații de inginerie ecologică.

În urma acestei inițiative de învățare pe bază de proiect au fost observate câteva aspecte pozitive:

- o Sensibilizarea studenților la problemele de mediu și la introducerea noțiunii de inginerie verde;
- o Antrenamentul la lucrul în echipă;
- o Dezvoltarea creativității și ingeniozității, necesare în stadiul de simulare a fenomenelor.

Este posibil ca modul de învățare PBL să stimuleze mai mult studenții care sunt deja interesați de inginerie, pe cei cărora le place mai mult să rezolve probleme decât să asculte cursuri și să memoreze informații.

Cel mai important succes al metodei aplicate la Facultatea IESC constă în rezultatele deosebite ale studenților care au învățat prin această metodă și au continuat tema miniproiectului la proiectul de diplomă. Astfel, studenții M. Scutaru și R. Toev au reușit să publice ca primi autori o lucrare foarte apreciată la Conferința Internațională SIITME 2008 (Toev, Scutaru et al, 2008) și una împreună cu cadrele didactice la Conferința Internațională cotate ISI OPTIM 2010 (Aciu, Ogrutan et al, 2010).

Publicațiile relevante ale autorului în domeniul educației sunt:

1. P. Ogrutan, *Contributii la educatia studentilor la inginerie prin implicare*, Ed. Mediamira Cluj-Napoca, 2014, ISBN 978-973-713-311-3, 159 p.
2. P. Ogrutan, Lia Elena Aciu, Carmen Gerigan, Mihai Romanca, *Environmental Education in Electrical Engineering*, Environmental Engineering and Management Journal, September 2010, Vol.9, No. 9, pag. 1187-1194, ISSN 1582-9596, **Impact Factor 1,008**
3. L. Aciu, A. M. Cazan, P. Ogrutan, *A comparison between two didactical approaches on shielding problems in an electromagnetic compatibility course – Analytical method versus simulation method*, International Journal of Electrical Engineering Education , 2015, DOI: 10.1177/0020720915596753, SAGE, p 1-11, Print ISSN: 0020-7209, Online ISSN: 2050-4578, **Impact Factor 0,306**
4. P.Ogrutan, F. Sandu, C. Gerigan, *Using Students Own Mobile Phones in Teaching Wireless Programming Techniques Laboratory*, International Journal of Engineering Education, Volume: 32, Issue: 2, Pages: 841-848, Part: A, 2016, **Impact Factor 0,514**

5. Petre Ogrutan, Carmen Gerigan, *Project Based Learning in Environmental Education Light Bulbs - Case Study*, 13th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, ISBN 978-1-4673-1653-8/12/2012 IEEE, p. 1331-1336
6. Ogrutan, P.L. ; Stanca, A.C. ; Aciu, L.E., *EMC education with environmental and electronics technology orientation*, Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), 2015 IEEE 21st International Symposium for, 2015, Page(s):387 – 392, DOI: 10.1109/SIITME.2015.7342359
7. P. Ogruțan, C. Gerigan, *A new outlook for the computer interfacing practical classes to stimulate and train student's creativity*, Proceedings of the 9'th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipments, 2004, ISBN 973-635-285-4, pag. 203-206
8. P. Ogrutan, A. M. Cazan, L. E. Aciu, *Enhancing Learner Involvement in the Academic Subject of Electromagnetic Compatibility*, 14th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment OPTIM 2014, 978-1-4799-5183-3/14/\$31.00 ' 2014, IEEE, p. 892-897
9. C. Gerigan, P. Ogrutan, *New Computer Peripherals Syllabus for Computer Study Program*, 14th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment OPTIM 2014, 978-1-4799-5183-3/14/\$31.00 ' 2014 IEEE, p. 902-907

Alte lucrări publicate de autor sunt menționate la bibliografie: (Aciu și Ogruțan, 2000), (Gerigan și Ogruțan, 2006), (Gerigan și Ogruțan, 2011), (Gerigan, Ogruțan et al, 2009), (Gerigan, Ogruțan et al, 2010), (Gerigan, Ogruțan et al, 2011), (Ogruțan, 2006), (Ogruțan și Aciu, 2007), (Ogruțan, Aciu et al, 2008), (Ogruțan, Aciu et al, 2009), (Ogruțan, Aciu et al, 2011), (Ogruțan și Gerigan, 2012), (Ogruțan și Suci, 2011).

Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

Planurile de evoluție și dezvoltarea carierei sunt bazate pe istoria mea profesională și voi puncta câteva dintre elementele semnificative, care au dus la realizările expuse în această teză. De asemenea, ceea ce am realizat în trecut justifică realismul planurilor de dezvoltare profesională.

1. Trecut și prezent

Ca și student la Cluj la programul de studiu Electronică și Telecomunicații am fost fascinat de disciplina de Electronică medicală, susținută de regretatul prof. dr. ing. Traian Gligor, un prim semn al preocupărilor viitoare. La primul loc de muncă, IIRUC București am avut ca prime sarcini asigurarea protecției echipamentelor de calcul împotriva interferențelor de la rețeaua de alimentare cu energie electrică. În urma unor specializări în Germania am luat contact cu cele mai noi produse ale timpului, inclusiv primele calculatoare compatibile PC. Descoperirea arhitecturilor moderne de calculatoare și a cercetării care a stat în spatele acestor realizări mi-a orientat cariera către calculatoare. În acea perioadă am început colaborarea cu institutul de cercetări ICPE SA Bistrița și cu dl. prof. dr. ing Radu Munteanu de la Universitatea Tehnică Cluj pe care îl consider unul dintre mentori. La Brașov am început colaborarea cu Universitatea Transilvania prin cel pe care îl consider de asemenea mentor, prof. dr. ing. Iuliu Szekely. Tema tezei de doctorat a fost studiul influențelor externe asupra calculatoarelor, iar realizările practice implementate până atunci au putut fi plasate pe un temeinic suport teoretic. Pentru prima dată am reușit în teza de doctorat să combin plăcerea de a lucra în domeniul calculatoarelor cu problematica vastă dar și delicată a influențelor mediului extern. Bineînțeles că protecția omului și a mediului nu sunt discipline de studiu în domeniul ingineriei electronice, dar am ales ca în multe dintre preocupările mele de cercetare să orientez aplicațiile realizate în această direcție. În evoluția mea profesională am urmat și alte direcții, cum ar fi electronica auto în cadrul colaborării cu firma Fujitsu, dar în teza de abilitare am încercat să adun în mod unitar doar realizările în domeniul protecției omului și a mediului.

În domeniul cercetării am participat în mod activ la activitățile organizate la Institutul de Cercetare Dezvoltare a Universității Transilvania din Brașov, în centrul de cercetare Sisteme electronice încorporate și comunicații avansate. În cadrul activității de cercetare am contribuit la oferta de servicii de cercetare în domeniile în care am acumulat experiență, cel al concepției aplicațiilor pentru monitorizarea unor parametri din mediu și al măsurătorilor de câmp, http://www.unitbv.ro/esac/en-us/ouroffer/esd_offer.aspx.

În cei peste 30 de ani de activitate am publicat mult, peste 150 de lucrări. Prima lucrare am publicat-o când eram încă student, într-un jurnal care este acum ISI, dar atunci încă nu exista ISI. Pentru această lecție îi datorez mulțumiri dlui prof. dr. ing. Costin Miron. Din păcate multe dintre lucrările publicate nu sunt prezente pe Internet pentru că în momentul publicării acesta nu exista încă. Am mai publicat 12 monografii și dețin 6 brevete de invenții și o cerere de brevet, iar activitatea de inovare a fost recompensată cu 9 premii internaționale. O mare parte dintre lucrările publicate sunt în domeniul protecției vieții și a mediului, iar în teza de abilitare la sfârșitul fiecărui capitol sunt enumerate lucrările relevante.

Am contribuit ca membru în comitetul de organizare al conferinței internaționale *Contribuții Științifice în Tehnologii și echipamente pentru Evaluarea și Protecția Mediului*, Arcalia (Bistrița), edițiile 2010 și 2011 și sunt membru în colectivul de redacție al revistei ECOTERRA,

Journal of Environmental Research and Protection, ISSN 1584-7071, <http://www.ecoterra-online.ro/ro/>. În cursul acestor activități am cunoscut și am lucrat cu personalități din domeniu, regretații prof. dr. Constantin Cosma și Iustinian Petrescu de la Facultatea de Știința Mediului din cadrul UBB Cluj.

Ca și activitate didactică, în ultima perioadă de timp am concentrat eforturile în direcția dezvoltării la studenți a grijii față de mediu și pentru dezvoltarea capacității lor creative. Publicațiile din ultimii ani descriu aceste preocupări. În calitate de coordonator al programului de studiu Electronică Aplicată, de membru în comisiile de finalizare de studii în fiecare an începând de la înființarea specializării, de organizator al sesiunii de comunicări științifice a studenților am reușit să identific unele dintre nevoile studenților și să modernizez procesul educațional. Am coordonat activitatea de reacreditare a programului de studiu Electronică Aplicată în 2009 și 2014 și în urma observațiilor comisiilor de acreditare am modificat planul de învățământ. Astfel au fost scoase disciplinele opționale care nu a fost alese niciodată și au fost înlocuite discipline moderne. Un succes important în această activitate a fost prezența studenților în număr mare la Sesiunea de comunicări a studenților și la conferința Absolvenții în fața Companiilor, AFCO 2016. Activitatea de cercetare a studenților prezentată la sesiunea de comunicări este apreciată de companii, premiile oferite fiind substanțiale. Două imagini, una de la sesiunea de comunicări și cealaltă de la AFCO sunt prezentate în figura 1:



Figura 1. Imagini de la Sesiunea de comunicări a studenților și de la AFCO 2016

Experiența mea în activități legate de doctorat este dată de participarea la susțineri de teze în calitate de referent oficial astfel: la Universitatea Transilvania din Brașov la 6 teze, la Universitatea Tehnică din Cluj la 15 teze, iar la UBB Cluj la o teză. Am contribuit la coordonarea doctoranzilor alături de conducătorul științific la trei teze susținute la Brașov și una la UBB Cluj. O fotografie de la susținerea unei teze de doctorat de la Cluj unde sunt alături de personalitățile care mi-au marcat cariera, prof. dr. ing. Radu Munteanu și prof. dr. ing. Dan Pitică este dată în figura 2.



Figura 2. Susținere unei teze de doctorat la UT Cluj

2. Perspective și planuri de viitor în activitatea de cercetare

Ambele contracte obținute prin competiții naționale au avut ca subiect aplicații pentru protecția mediului și rezultatele obținute sunt descrise în capitolele 1 și 3 ale acestei teze. Alte preocupări în domeniul securității la alimentarea cu energie au fost descrise în capitolul 2, realizări testate în cadrul unui contract cu o firmă de distribuție a energiei electrice. Toate aplicațiile realizate și prezentate au avut un grad mare de finalizare. Din aceste realizări pot să afirm că în dezvoltările viitoare am să urmăresc realizarea de aplicații originale, cu un important caracter aplicativ și cu un grad de finalizare ridicat.

Un dintre problemele dificile ale conducerii de doctorat este **finanțarea lucrărilor**. În acest sens am contribuit în 2016 la depunerea a două propuneri de proiecte de cercetare de tip Proiect Experimental Demonstrativ, una dintre propuneri în calitate de director de proiect și una în calitate de membru în colectiv. Cele două propuneri sunt:

1. Circuit Breaker System for Electrical Safety in Smart Cities, “ELSA”
2. Radon Monitoring System for Public Exposure Risk Mitigation, “RAMOSYS”

Ambele propuneri de proiecte se bazează pe dotarea pusă la dispoziție de Institutul de Cercetare Dezvoltare a Universității Transilvania din Brașov, astfel că intenția mea este de **implicare mai activă în susținerea cercetării și în cercetarea propriu zisă**. După cum se poate vedea din realizările mele și din lista de publicații, zona de interes în domeniul sistemelor încorporate (embedded systems) permite extinderea gamei de aplicații în foarte multe direcții, cum ar fi electronica auto, aparatură electronică casnică etc. De aceea o prioritate pentru mine va fi **extinderea relațiilor profesionale cu companiile din zona Brașov**. Relațiile apropiate am cu compania Miele, pentru care organizăm în fiecare an o întâlnire cu studenții pentru promovarea programelor lor de burse și internship, cu compania Continental împreună cu care am organizat un curs facultativ de introducere în electronica auto cu participarea tuturor studenților facultății, cu firma Elmas unde colaborarea a dus la concepția unei parcări de biciclete realizată de un student, care a fost premiată cu marele premiu AFCO, cu compania Preh unde în cadrul colaborării am condus proiecte de diplomă susținute financiar de companie, cu compania Benchmark pentru ajustarea planului de învățământ etc. În colaborările viitoare voi încerca să **identific nevoile de cercetare ale companiilor și să ofer soluții** care să apropie relațiile între aceste companii și universitate. O altă preocupare pe care o am în vedere este utilizarea mașinii de plantat componente atât în scopul cercetării cât și în scop didactic. Am publicat o lucrare cu

valențele educative ale utilizării acestei mașini, dar încă nu am putut pune în practică lucrări de laborator.

Un alt rezultat pe care îl urmăresc în colaborarea cu aceste companii este găsirea unor **teme de cercetare care să poată constitui teze de doctorat** în domenii de interes pentru companie. O asemenea temă poate fi abordată de un angajat al companiei și astfel realizarea temei poate fi finanțată de companie. Mulți absolvenți de vârf ai facultății noastre au fost angajați de aceste companii, așa că această variantă de finanțare este posibilă.

O altă direcție urmărită este menținerea relațiilor bune cu partenerul de cercetare ICPE SA Bistrița și UBB Cluj, Facultatea de știința și ingineria mediului. Proiectele pe care le desfășoară acoperă domenii în care construirea de sisteme de monitorizare, informare, detectare a unor evenimente sunt necesare. Din acest motiv mi-am propus urmărirea proiectelor și **identificarea nevoilor de concepție, proiectare și realizare a unor dispozitive pe bază de calculator.**

Pentru diseminarea rezultatelor cercetării mi-am propus **publicarea în jurnale cu factor de impact.** Totuși, voi căuta să analizez și prestigiul jurnalului, pentru a obține un maximum de efect pozitiv, chiar dacă indicatorii numerici nu vor fi atât de buni. Intenționez ca împreună cu studenții să **particip la conferințe accesibile și de calitate**, așa cum este conferința SIITME, cu profil de tehnologie electronică. La această conferință de înaltă ținută academică participă foarte mulți tineri doctoranzi iar atmosfera este stimulativă. Dacă există un număr de studenți suficient cu interese profesionale în domeniul protecției vieții și a mediului îmi propun să realizez un workshop, la care să invit personalități de la partenerii de cercetare, ICPE Bistrița, UT Cluj și UBB Cluj.

3. Perspective și planuri de viitor în activitatea didactică

Consider că reușita la elaborarea unei teze de doctorat este determinată în mare măsură de traseul urmat de doctorand și de sprijinul cadrului didactic de-a lungul întregului traseu licență, master și doctorat. În acest sens am coordonat lucrări de diplomă cu potențial de dezvoltare către teze de doctorat, una dintre ele fiind cea recompensată cu marele premiu AFCO, realizată în colaborare cu Elmas iar cealaltă cu premiul întâi la sesiunea de comunicări a studenților, ediția 2016. Alte lucrări de diplomă care ar putea evolua către teze de doctorat sunt cele finanțate de companii, cum sunt cele finanțate de Preh. Îmi propun **identificarea proiectelor de diplomă care pot evolua către teze de doctorat.**

Pentru a adapta programul de studiu Electronică Aplicată la cerințele pieței îmi propun identificarea nevoilor de cunoștințe pe care le au companiile, apoi **modificarea fișelor de disciplină pentru anumite discipline și schimbarea disciplinelor opționale** pentru a satisface aceste nevoi. Modificările disciplinelor obligatorii este mai dificilă și pot apărea consecințe negative, așa încât aceste modificări vor fi evitate.

Pentru identificarea studenților care au pasiunea și competența necesară realizării unei teze de doctorat mi-am propus să îi urmăresc îndeaproape în anul 4. Am preluat sarcina de tutore al anului 4 pentru a-i putea sfătui la realizarea proiectului de diplomă și la diseminarea rezultatelor la sesiunea de comunicări a studenților. Susțin în anul 4 la Electronică Aplicată disciplina Proiect de sisteme electronice care are rolul de a-i susține în realizarea proiectului, clarificând anumite aspecte cum ar fi documentarea, proiectarea, prezentarea rezultatelor, testarea, etc. În urma acestor activități îmi propun să **identific studenții cu potențialul necesar pentru a realiza o teză de doctorat.** În anul 2016 un student din anul 4 Electronică Aplicată pe care l-am îndrumat la proiect de diplomă a realizat un sistem asemănător cu cel prezentat în capitolul 1 dedicat analizei calității aerului. Partea software a fost realizată foarte bine, așa încât studentul a fost recompensat cu premiul 1 la Sesiunea de comunicări științifice a studenților de către

Siemens. Aplicația este disponibilă pe pagina <http://aqa.apphb.com> (accesată în iulie 2016). Vizualizarea datelor de calitate a aerului este posibilă pe orice dispozitiv (PC, tabletă, telefon), conținutul paginii adaptându-se dispozitivului. O imagine a primei pagini a aplicației este dată în figura 3:

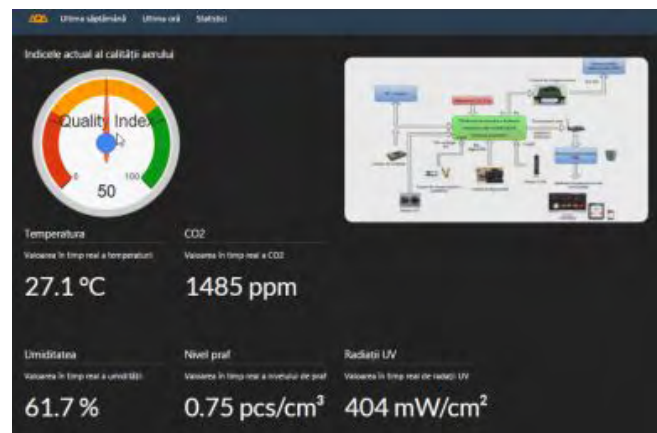


Figura 3. Prima pagină a aplicației de determinare a calității aerului realizată de studentul Andrei Radu Constantin din anul 4 la Electronică Aplicată

De asemenea caut **factorii determinanți în stimularea activității studenților**. În anul universitar 2015-2016 anul 4 Electronică Aplicată au obținut rezultate deosebite în activitatea școlară. Am studiat comportamentul studenților, am analizat cauzele posibile ale atmosferei de lucru și am determinat că una dintre cauzele posibile este structura multiculturală a anului 4. Am publicat o lucrare în *Proceedings of the International Conference Globalization, Intercultural Dialogue and National Identity, 3rd Edition, 2016* de la Târgu Mureș unde lucrarea a generat multe discuții la prezentare. Lucrarea este în curs de indexare și este accesibilă la <http://www.upm.ro/gidni3/?pag=GIDNI-03/vol03-Pse>.

Pentru diseminarea rezultatelor activității didactice îmi propun să folosesc căile obișnuite, adică **publicarea în jurnale cu factor de impact și participarea la conferințe internaționale**, pentru a confirma corectitudinea realizărilor. Urmărirea citărilor și a altor reacții produse de articol este al doilea pas important care trebuie făcut. Alte căi de mărire a vizibilității pe care le am în vedere este prezența mai dinamică pe Internet, prin Academia.edu și ReserchGate pentru informare dar și pentru publicarea materialelor. Din 2006 sunt membru IEEE, Education Society, iar jurnalul IEEE Transaction on Education la care sunt abonat constituie o sursă valoroasă de informare. Un alt mod de diseminare este scrierea de cărți care includ la partea aplicativă unele dintre rezultatele cercetării. Astfel, cartea, *Contribuții la educația studenților la inginerie prin implicare*, Editura Mediamira Cluj-Napoca, apărută în 2014, conține rezultatele inițiativelor educative care au fost amintite în această teză. Toate cărțile publicate sunt oferite pentru descărcare gratuită pe pagina personală la <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/>.

Calitatea spiritului meu critic este dovedită de **recenziile** pe care am acceptat să le fac, astfel:

1. Bulletin of the Transilvania University of Brasov - Series I: Engineering Sciences, <http://webbut.unitbv.ro/bulletin/Series%20I/Series%20I.html>
2. EJEE European Journal of Engineering Education (Taylor and Francis), http://www.sefi.be/?page_id=20
3. CAE COMPUT APPL ENG EDUC 1061-3773 (Wiley) [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1099-0542](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1099-0542)
4. IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC)
5. IEEE International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment

În anul 2004 am participat la o specializare în pedagogie universitară, curs susținut de d-na Marianne Frenay, iar în 2005 la un curs susținut de dl. Prof. dr. Etienne Bourgeois, ambii de la Universite Catholique de Louvain. Cursurile au fost organizate de dna. prof. dr. Marcela Luca, iar tema acestor cursuri a fost conceptul de PBL (Problem Based Learning). Am pus o întrebare d-nei. Marianne Frenay privind succesul metodei PBL aplicate la Louvain. Răspunsul de o sinceritate demnă de admirat a fost că rezultatele statistice nu au arătat o îmbunătățire semnificativă a rezultatelor. Totuși, schimbările rapide în societate ne obligă să găsim căi noi pentru a menține interesul studenților, chiar dacă rezultatele nu sunt spectaculoase. Așa cum spunea Thomas Edison “There’s always a better way”. Aceste cursuri au fost punctul de pornire în activitățile pe care le-am inițiat începând de atunci, activități facultative bazate pe conceptul PBL. Îmi propun să continui **perfecționarea personală în domeniul educativ** și să dezvolt aceste inițiative în scopul de a **selecta studenții care au capacitatea de inițiativă necesară pentru a realiza o teză de doctorat.**

Capacitățile organizatorice necesare în conducerea de doctorat sunt demonstrate în primul rând de coordonarea celor două contracte naționale obținute prin competiție care stau la baza acestei teze de abilitare și la care am fost director de contract. Un contract internațional pe care l-am coordonat a fost “*Corporation Agreement cu Fujitsu Microelectronics Europe GmbH pentru dotarea unui laborator cu sisteme de dezvoltare Fujitsu și realizarea de aplicații*”, în cadrul căruia au fost realizate în special aplicații din domeniul auto. Rezultatele obținute au dus la finalizarea mai multor proiecte de diplomă și la publicarea câtorva lucrări cu studenții cum ar fi A. Mailat, P.Ogrutan, C. Gerigan, P.Gal, *Microcontroller based embedded system for unconventional power source management*, International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging SIITME 2008 sau C. Gerigan, P. Ogrutan, L. Nagy, *Aspects on the Stability of a Gyroscopic Angle Measurement*, 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, 2010. Alte activități care demonstrează capacități organizatorice sunt organizarea conferinței internaționale SIITME 2008 la Predeal, membru în comitetele de organizare ale conferinței SIITME 2015 din Brașov și a concursului studentesc TIE ediția 2015 la Brașov. O fotografie împreună cu studenții la sediul Fujitsu de la Frankfurt și una de la SIITME ilustrează în figura 4 capacitățile organizatorice în munca cu studenții.



Figura 4. Împreună cu studenții la sediul Fujitsu de la Frankfurt (stânga) și la conferința SIITME Predeal, 2008 (dreapta)

Căutarea unor teme pentru relizarea tezelor de doctorat este o sarcină dificilă. Aplicațiile auto realizate în cadrul contractului cu Fujitsu demonstrează flexibilitatea preocupărilor în domeniul aplicațiilor cu sisteme încorporate (embedded systems) și **mărește șansele de a găsi teme de doctorat** de interes pentru companii.

În toate acțiunile mele am militat pentru transparență în activitățile cu studenții prin materiale și resurse educaționale libere. Pe pagina mea personală toate cărțile scrise de mine pot fi descărcate gratuit de oricine. În calitate de responsabil al rubricii de Știri de pe pagina departamentului la <http://www.unitbv.ro/dec/%C8%98tiri.aspx> am informat studenții de toate acțiunile departamentului și facultății, am creat pagini pentru acțiunile importante cum a fost de exemplu cursul Continental și Sesiunea de comunicări anuală a studenților, am pus materiale de studiu și link-uri către materiale de studiu puse de cadre didactice pe paginile lor. La această rubrică există un istoric al activității departamentului pentru anii 2013, 2014, 2015 și pentru anul în curs. Una dintre cărțile scrise de mine conține nu doar monografia ci și materialul aranjat pentru a putea fi folosit prin învățământ la distanță, inclusiv mici filme, la http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/interfatare_si_protocoale.htm.

O calitate importantă pe care trebuie să le aibă un student pentru a putea aborda o temă de doctorat este creativitatea. Am inițiat mai multe acțiuni care să aibă ca efect stimularea creativității, descrise în această teză în capitolul 4. Statisticile arată că un număr relativ mic de studenți a răspuns la aceste acțiuni. Am încercat să identific cauzele pentru care s-a întâmplat acest lucru și să mă asigur că un număr mai mare de studenți va participa în viitor la acțiunile similare pe care le voi iniția. Voi încerca să public rezultatele studiului dificultăților trecerii de la un învățământ bazat pe imitație la unul bazat pe creativitate printr-o lucrare în curs de elaborare, numită *Difficulties of evolution from imitation to creativity in engineering education* cu sprijinul colegilor cadre didactice de la Facultatea de Psihologie și Științele Educației cu care am mai colaborat.

O scurtă sinteză a celor mai importante planuri de viitor încheie acest capitol:

1. Găsirea surselor de finanțare pentru cercetarea doctorală;
2. Extinderea relațiilor profesionale cu companiile din zona Brașov;
3. Identificare nevoile de cercetare ale companiilor și să elaborarea unor oferte de soluții;
4. Găsirea unor teme de cercetare care să poată constitui teze de doctorat;
5. Identificarea nevoilor de concepție, proiectare și realizare a unor dispozitive pe bază de calculator care ar putea fi oferite pe piață;
6. Asigurarea flexibilității în temele de cercetare pentru mărirea șanselor de identificare a unor posibile teme de doctorat.
7. Publicarea în jurnale cu factor de impact și participarea la conferințe internaționale pentru a mări vizibilitatea preocupărilor mele;
8. Identificarea proiectelor de diplomă care pot evolua către teze de doctorat;
9. Modificarea fișelor de disciplină pentru anumite discipline și schimbarea disciplinelor opționale la programul de studiu Electronică Aplicată pentru a mări cunoștințele și interesul studenților pentru activități specifice companiilor din Brașov;
10. Identificarea studenților cu potențialul necesar pentru a realiza o teză de doctorat;
11. Selecția studenților care au capacitatea de inițiativă necesară pentru a realiza o teză de doctorat;
12. Stimularea creativității studenților;
13. Căutarea factorilor determinanți pentru o atmosferă bună de lucru cu studenții;
14. Participarea împreună cu studenții la conferințe accesibile și de calitate pentru a-i introduce în lumea științifică;
15. Perfecționarea personală în domeniul educației;

Bibliografie

1. Abhari, R, *Teaching Electromagnetic Compatibility with Emphasis on Signal Integrity in Designing Simulation and Laboratory Experiments*, Antennas and Propagation Society International Symposium, 2007 IEEE, Page(s): 5383 – 5386, E-ISBN : 978-1-4244-0878-8, Honolulu, 2007
2. Aciu L. E., Ogrutan P., *Compatibilitate Electromagnetica: perturbatii si influente asupra mediului*, Editura Universitatii Transilvania Brasov 2006, 200 pag. ISBN 973-635-673-6 0
3. Aciu L.E., Ogrutan P., *On electromagnetic characterization of conductive magnetic/ non-magnetic shielding materials with TEM cells*, International Conference on Materials Science and Engineering, BRAMAT 2007, Bulletin of the Transilvania University of Brasov 2006, ISSN 1223-9631, pag 721-724
4. Aciu L.E., Ogrutan P., *Materials for electromagnetic shielding*, Environment – Essential Problems, 10/2007, Edited by Babes Bolyai University of Cluj Napoca and ICPE Bistrita., ISSN 1584-6733, pag.3-8
5. Aciu L.E., Ogrutan P., Badic M., *New methods developed for shielding material characterization*, Annals of the University of Craiova, Electrical Engineering series, No. 33, 2009; ISSN 1842-4805
6. Aciu L.E., Ogrutan P., *Aspects Regarding Electromagnetic Field Protection*, International Conference AFASES 2013 Brasov, 23-25 May 2013, p 361-366, ISSN 2247-3173
7. Aciu L.E., Ogrutan P., *HF signal behavior analysis*, XXI International Conference on Electromagnetic Disturbances EMD 2011, Poland, ISBN 978-83-62582-07-5
8. Aciu L. E., Ogrutan P., Machedon M., *A Comparative Study of Radiation Levels in Brasov*, Buletinul Institutului Politehnic din Iasi Sectia Electrotehnica, Energetica, Electronica, 1223-8139, Tomul LVIII (LXII), Fasc. 2, 2012
9. Aciu L.E., Ogrutan P., Nicolae G., *New experimental methods for determining electromagnetic field attenuation in nanomaterials*, SIITME2009, 15th International Symposium for Design and Technology of Electronics Packages, Hungary, ISBN 978-1-4244-5133-3, 978-1-4244-50330309, IEEE Xplore Catalog Number: CFP0907I-ART, Library of Congress:2009933805
10. Aciu L. E., Ogrutan P., Scutaru M., Mailat A., *Study of High Frequency Signals Behaviour*, 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, ISBN 978-973-131-7018-1, CFP-1022D-CDR, 2010, p. 220-225
11. Aciu L. E., Ogrutan P. L., Volmer M., *Electromagnetic Shielding Properties Determination for Advanced Composite Materials*, Proceedings of COMAT 2012: Transilvania University of Brasov, 18- 20 October 2012, Derc Publishing House, ISBN-10: 0981730051, ISBN-13: 978-0981730059
12. Adamson M., Hamilton R., Hutchison K., Lau J., Madejski D., MacDonalds N., *Environmental Impact of Computer Information Technology in an Institutional Settings*, 2005, http://www.uoguelph.ca/isc/documents/050602environcs_000.pdf
13. Aeolus, 2011, <http://www.bamboo-directory.com/news/Aeolus-CES-showcase-new-products-bamboo-accessories.html>

14. Anu A. Gokhale, Illinois State University, *Effectiveness of Computer Simulation for Enhancing Higher Order Thinking*, Journal of Industrial Teacher Education, Volume 33, Number 4, 1996
15. ANRE, *Standard de performanță pentru serviciul de distribuție a energiei electrice*, 2007, Cod ANRE : 28.1.013.0.00.30.08.2007
16. ASUS, 2008, <http://vr-zone.com/articles/asus-launched-bamboo-series-notebooks/6067.html>
17. Austin, B.A , *Teaching EMC engineering in an overloaded curriculum*, Electromagnetic Compatibility, 1992., Eighth International Conference on, Page(s): 263 – 266, Print ISBN: 0-85296-554-0, 1992
18. Balakrishnan B., Woods P. C., *A comparative study on real lab and simulation lab in communication engineering from students' perspectives*, European Journal of Engineering Education, Volume 38, Issue 2, 2013, DOI: **10.1080/03043797.2012.755499**
19. Balmer D., Haverty T., Nordin C., Tyree W., *Electronically shielded solid state charged particle detector*, US Patent 5548121, 1996, <http://www.google.com/patents/US5548121>
20. Briestenský M., Thinová L., Praksová R., Stemberk J., Rowberry M.D., Knejřlová Z., *Radon, carbon dioxide and fault displacements in central Europe related to the Tōhoku earthquake*, RADON 2013: 7th Conference on Protection Against Radon at Home and at Work
21. Busek D., Radev R., *Properties of Electrically Adhesive with Added Ag Nanoparticles*, International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging, SIITME 2007, Baia Mare
22. Chen J., Falcomer R., Walker B., *Field Evaluations of Digital Radon Detectors*, Health Physics, 2007, Volume 93, Issue 5, pp S184-S186, http://journals.lww.com/health-physics/Abstract/2007/11003/Field_Evaluations_of_Digital_Radon_Detectors.8.aspx
23. CEEX 747/2006, *Cercetări privind cartarea națională a Radonului pentru protecția populației în conformitate cu cerințele normelor internaționale și ale UE-RADROM*, 2006-2008
24. CNC SIS 429/2006, *Studiul proprietăților de ecranare a materialelor obținute prin nanotehnologii și nanoprocese în vederea integrării lor în sistemele electrice și electronice pentru îmbunătățirea calității mediului*, 2006-2008
25. COMODICI, 2006, Proiect CEEX 2006 *Sistem de control și monitorizare la distanță a clădirilor inteligente*, proiect CEEX 60CEEX-II03, 2006-2008
26. Cosma, C., Szacsvai, K., Dinu, A., Ciorba, D., Dicu, T., Suciuc, L., *Preliminary integrated indoor radon measurements in Transylvania (Romania)*, Isotopes in Environmental and Health Studies, Vol. 45 (3), 2009, p. 259-268.
27. Darby S., Hill D., Deo H., Auvinen A., Barros-Dios J. M., Baysson H., Bochicchio F., et al. (2006) *Residential radon and lung cancer—detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14 208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe*, Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 32, 1–84.
28. Deb, G.K , *Relevance of EMC education in undergraduate course*, Electromagnetic Interference and Compatibility, 1995., International Conference on, Page(s): 118 – 125, Madras, Print ISBN: 0-7803-3229-6, 1995
29. Deb, G.K., *Importance of EMC education*, Electromagnetic Interference and Compatibility '99. Proceedings of the International Conference on, Page(s): 160 – 167 Print ISBN: 81-900652-0-3, 1999
30. DEEE, 2005, www.mmediu.ro/dep_mediu/deseuri/HG_448_2005.pdf

31. Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the *Minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields)*
32. ECOTIC, 2011, www.ecotic.ro
33. EPA, 2012, US Environmental Protection Agency, *Consumer's Guide to Radon Reduction*, <http://www.epa.gov/radon/pubs/consguid.html>
34. Fehrenbacher K, *Pictures of Dell's Eco Bamboo Computer*, 2008, <http://gigaom.com/cleantech/>
35. European Commission Directorate General for Energy and Transport, *Trends to 2030*, http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KOAC07001 [online, 2015]
36. George A. C., *The history, development and the present status of the radon measurement programme in the United States of America*, Radiation Protection Dosimetry, 2015, doi:10.1093/rpd/ncv213.
37. Gerigan C., Ogrutan P., *USB Controller- Educational aspects*, The 10 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, Optim 2006, ISBN 973-635-702-3, Brasov
38. Gerigan C., Ogruțan P., *Tehnici de interfațare*, Ed. Transilvania Brașov, 2000, 315p., ISBN 973-9474-94-2
39. Gerigan, C., Ogrutan P., *AT Commands in Project based Learning*. Bull. Transylvania University of Brașov Ser. I: Eng. Sciences 4 (2011): 115-122.
40. Gerigan C., Ogrutan P., *Aspects of PBL in Environmental Engineering Education*, ICIE'11, 6th International Conference on Interdisciplinarity in Education, April 14-16, 2011, Karabuk/Safranbolu, Turkey
41. Gerigan C., Ogrutan P., Aciu L., *Electrical Engineering and Environment. A Sustainable Development Approach*, ICIE'10, 5th International Conference on Interdisciplinarity in Education, May 6-8 2010, Tallinn, Estonia, ISSN- 1790-661X
42. Gerigan C., Ogrutan P., Aciu L., *Light Bulbs, Evolution and Environmental Risk*, ICIE'11, 6th International Conference on Interdisciplinarity in Education, September 16-17, 2011, Athens, Greece
43. Gerigan C., Ogrutan P., Ioannidou F., *Project Oriented Education And Using Simulation in Electronics*, 4th International Conference on Interdisciplinarity in Education ICIE'09, May 21-22 2009, Vilnius, Lithuania
44. Gerigan C., Ogruțan P., Pană G., *Connecting More Measurement Devices to the Serial Asynchronous Interface*, Proceedings of the 8th International Conference on Optimisation of Electric and Electronic Equipment, Brașov, 2002, ISBN 973-635-012-6, Vol III ISBN 973-635-015-0, pp 711-716
45. Gilligan P., Somerville S., Ennis J.T., *GSM cell phones can interfere with ionizing radiation dose monitoring equipment*, British Journal of Radiology (2000) 73, 994-998 <http://bjr.birjournals.org/content/73/873/994.short>
46. Gradzi D., Leung T., Cen Q., *An investigation into Sustainable Computer Hardware*, 2009, <https://circle.ubc.ca/bitstream/handle/2429/29516/APSC261SustainableComputers%2520FINAL.pdf?sequence=1>
47. Hargadon A., *When Innovations Meet Institutions: Edison and the Design of the Electric Light*, Administrative Science Quarterly, Vol. 46, No. 3, 2001

48. Hatch A., Burton A., *Effects of photoinduced toxicity of fluoranthene on amphibian embryos and larvae*, Environmental Toxicology and Chemistry, Volume 17, Issue 9, pages 1777–1785, 1998
49. Hellany, A, Nagrial, M.H., *Project based engineering education: a case for teaching EMC/EMI*, Applied Electromagnetics, APACE 2003. Asia-Pacific Conference on, Page(s): 88 – 91, Print ISBN: 0-7803-8129-7, 2003
50. Hosseinzadeh N., Hesamzadeh M.R., Korkei M., *Role of laboratory in the education of modern power systems*, Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE, DOI: 10.1109/PES.2011.6039750 2011, Page(s): 1 - 6
51. Hubing T., Orlandi A., *A Brief History of EMC Education*, Symposium and Technical Exhibition on EMC, 2005, Available: <http://www.clemson.edu/ces/cvel/pdf/zur05-095.pdf>
52. IARC - International Agency for Research on Cancer (1988), *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, Vol. 43, Man-made Mineral Fibres and Radon, Lyon.
53. Illyefalvi-Vitez Zs., Krammer O., Batorfi R., *Experimental Life-time Prediction of Pb-free Solder Joints*, International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging, SIITME 2007, Baia Mare
54. Jerse, T.A., Steffka, M.A., *Establishing EMC Education: The Ten-Year Contribution of the University Grant Program*, Electromagnetic Compatibility, 2007. EMC 2007. IEEE International Symposium on, Page(s): 1 – 4, E-ISBN : 1-4244-1350-8, Honolulu, 2007
55. Jianjian S., Voltmer, D.R., Wheeler, E., *A required EMC course for computer engineering undergraduates*, 2005 International Symposium on EMC, Volume: 1, Page(s): 13 – 18, Print ISBN: 0-7803-9380-5, Chicago, 2005
56. Kertesz C., Ogrutan P., Szekely I., *Embedded System with ATMEGA16 for Measuring Radon Concentration*, Bulletin of Transilvania University of Brasov, Vol. 14(49) 2007, ISSN 2065-2119, pag. 243
57. Kertesz C., Pana G., Ogrutan P., L. Suci, *Microcontroller Based System for Radon Concentration Measurement and Data Transmission*, 13th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, ISBN 978-1-4673-1653-8/12/2012 IEEE, p. 1247-1252
58. Kheifets L., Repacholi M., Saunders R., E. van Deventer, *The Sensitivity of Children to Electromagnetic Fields*, Pediatrics Vol. 116 No. 2, 2005 pp. 303 -313
59. Klug, M., Hausberger P., *Motivaton of students for further education in simulation by an applied example in a related other course in engineering education — A case study*, Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2009 Winter, DOI: 10.1109/WSC.2009.5429330, 2009, Page(s): 248 - 255
60. Kobes M., Groenewegen K., Duyvis M.G., *Consumer fire safety: European statistics and potential fire safety measures*, <http://www.verbraucherrat.at/download/firesafetyconsumer.pdf> [online, 2015]
61. Kuehr R., Williams E., *Computers and the Environment: Understanding and Managing Their Impacts*, Kluwer Academic Publishers, Eco-Efficiency in Industry and Science Series, Dordrecht/NL, 2003, ISBN 1-4020-1680-8
62. Lauric S., Pentiu R., Ivanov, N., *Designing a Road Lighting System*, 4th International Conference on Modern Power Systems, Cluj, Acta Electrotehnica, vol 52, nr.5, 2011, ISSN 1841-3323
63. LED, 2011, <http://www.myledlightingguide.com/pdf/LED-1201.pdf>
64. LED Lamp, 2012, http://en.wikipedia.org/wiki/LED_lamp

65. LED Lighting, 2010, IEEE Spectrum, ianuarie 2010, p. 4
66. Machedon M., Ogrutan P., Aciu L.E., *A Comparative Study of Ionizing and Non-Ionizing Radiation Levels in Brasov*, Bulletin of the TRANSILVANIA University of Brasov – Series I: Engineering Sciences; No. 2, 2065-2119,2065-2127(CD), ISSN 2065-2127 2012
67. McManus, H., Rebentisch, E., *Experiences in simulation-based education in engineering processes*, Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual, DOI: 10.1109/FIE.2008.4720679, 2008 , Page(s): S1C-21 - S1C-26
68. Medrano, C., Arcega, F., Lopez, A., Plaza, I., Pollan, T., *Electromagnetic Compatibility: Learning from experience by means of practical cases*, Technologies Applied to Electronics Teaching (TAE), Page(s): 11 – 16, Print ISBN: 978-1-4673-2485-4, Vigo, 2012
69. Nachab A., *Radon reduction and Radon Measurements at the Modane Underground Laboratory*, 2nd Workshop in Low Radioactivity Techniques, 2006, Aussois
70. Nicolae G., Ogrutan P., Mailat A., Aciu L.E., *Experimental Investigation on the Material and Nanomaterials in Microwave Fields*, Bulletin of Transilvania University of Brasov, Vol. 14(49) 2007, pag. 257, ISSN 2065-2119,
71. Ngo T., *Why Wi-Fi Stinks—and How to Fix It*, Spectrum, <http://spectrum.ieee.org/telecom/wireless/why-wifi-stinksand-how-to-fix-it>
72. Ogrutan P., *Aspecte privind efectul telefoniei mobile asupra sanatatii*, revista Ecoterra nr. 10/2006, ISSN 1584-7071
73. Ogrutan P., *Electronica verde si directivele ROHS/WEEE*, Ecoterra nr 15/2007, ISSN 1584-7071 pag 28-29
74. Ogrutan P., Aciu L.E., *Compatibilitate Electromagnetica: aplicatii*, Editura Universitatii Transilvania Brasov 2007, 156 pag. ISBN 973-635-864-X
75. Ogrutan P., Aciu L. E., *Educatia ecologica in inginerie*, Ecoterra nr. 21/ 2009, ISSN 1584-7071
76. Ogrutan P., Aciu L.E., *Aspects regarding the use of nanomaterials for Radon mitigation*, Environment – Essential Problems, 12/2008, ISSN 1584-6733, pag.315-322
77. Ogrutan P., Aciu L.E., *Electromagnetic Shielding Effectiveness Evaluation For Materials*, International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 www.ijera.com Vol. 3, Issue 4, Jul-Aug 2013, pp.2329-2334
78. Ogrutan P., Aciu L., Gerigan C., *A Case Study of Software Simulation in Project Oriented Education*, Proceedings of the Sixth international Conference on Challenges in Higher Education and Research, Sozopol, Bulgaria 2008, ISBN 978-954-580-247-8, pag.63-66
79. Ogrutan P., Aciu L.E., Mailat A, *A Critical Analysis of Schelkunoff's Formalism in EMC*, Bulletin of the Transilvania University of Brasov, vol. 13 (48), ISSN 2065-2119, 2006, pag 235-239
80. Ogrutan P., Aciu L.E., Pana G., *A Model for Electromagnetic Shielding Evaluation Applied to Nanomaterials*, International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging SIITME 2008, Predeal, ISSN 1843-5122, pag. 11-15
81. Ogrutan P, Aciu L.E., Stanca C., *Attenuation characteristics of electromagnetic shielding materials*, ECOTERRA Journal of Environmental Research and Protection 2014, Volume 11, Issue 1, p. 66-75
82. Ogrutan P., Aciu L. E., Suci L., Ferenc B., *Electric Fields Produced by Power Lines*, revista Ecoterra nr. 20, martie 2009, ISSN 1584-7071 pag 12-13

83. Ogrutan P., Aciu L.E., Suciuc L., *Light Bulbs. Evolution and Environmental Risk*, Ecoterra, Journal of Environmental Research and Protection, Year VIII, no. 27, 2011, ISSN 1584-7071
84. Ogrutan P., Ciocea A. C., Suciuc L., Ogrutan C., *The computer printers manufacturers between economical interests and the environmental friendliness*, Ecoterra, Journal of Environmental Research and Protection, Year VII, no. 25, 2010, ISSN 1584-7071
85. Ogrutan P., Gerigan C., *Project Based Learning in Environmental Education Light Bulbs - Case Study*, 13th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, ISBN 978-1-4673-1653-8/12/2012 IEEE, p. 1331-1336
86. Ogruțan P., Gerigan C., *About Main Network Drop Outs*, SINTES 8 International Symposium on Systems Theory, Robotics, Computers and Process Informatics, Craiova 1996, p. 193-198
87. Ogrutan P., Gerigan C., Kertesz C., *Real-Time and Multiple Location Radon Monitoring System*, International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging, SIITME 2007, Baia Mare, ISSN 1843-5122, pag. 188-192
88. Ogrutan P., Kertesz C., Purghel L., Suciuc L., *System for measuring in real time the concentration of radon in the air and transmission of data from multiple locations*, Ecoterra Journal of Environmental Research and Protection 14/2007, ISSN 1584-7071
89. Ogrutan P., Morariu G., Cosma C., Suciuc L., *Radon concentration measurements. Comparative data*, Environment – Essential Problems, 12/2008, ISSN 1584-6733, pag.323-330
90. Ogrutan P., R. Munteanu, L.Suciuc, *Dispozitiv de protecție la scurtcircuit și supratensiune pentru receptori de energie electrică*, Brevet de invenție nr. 122067/2008
91. Ogrutan P., Purghel L., Cosma C., Kertesz C., Suciuc L., *Aspects regarding real time Radon measurement and GPRS data transmission*, Environment – Essential Problems, 10/2007, ISSN 1584-6733, pag.297-302
92. Ogruțan P., Sandu F., *Compatibilitate electromagnetica*, Editura Universității Transilvania Brașov, 1999, ISBN 973-98796-9-1
93. Ogrutan P., Suciuc L., Ecoterra, *Computers and the Environment. Educational Aspects*, Journal of Environmental Research and Protection, Year VIII, no. 27, 2011, ISSN 1584-7071
94. Ogrutan P., Suciuc L., Purghel L., Cosma C., *Integrative method for measuring radon in air. Electromagnetic environment influence*, Ecoterra Journal of Environmental Research and Protection 12/2007, ISSN 1584-7071
95. Ogrutan P., Suciuc L., Purghel L., Cosma C., *Measurement of Radon concentration in air by counting pulses*, Ecoterra Journal of Environmental Research and Protection 13/2007, ISSN 1584-7071
96. Ordin 1193/2006 privind limitarea expunerii populației la câmpuri electromagnetice, emis de Ministerul Sănătății Publice, online at: http://www.acero.ro/ORDIN_nr1193-2006.pdf
97. Paul, C.R., *Establishment of a university course in electromagnetic compatibility (EMC)*, Education, IEEE Transactions on, Volume: 33 , Issue: 1, Page(s): 111 – 118, ISSN : 0018-9359, 2002
98. Pana G., Kertesz C., Ogrutan P., *Microcontroller Based System for Radon Concentration Measurement*, Journal of Engineering Studies and Research, Volume 18 (2012) No. 3, pag. 97-103

99. Plotog I., Varzaru G., Turcu C., Cucu T., Codreanu N., *DFM Solutions for Tombstoning in Vapour Phase Soldering Technology*, International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging, SIITME 2007, Baia Mare
100. Purghele L., Morariu G., Ogrutan P., Alexandru M., Kertesz C., Suciul L., *Metoda si aparat pentru masurarea concentratiei de Radon in aer si transmiterea datelor la distanta*, Patent 125125/2012
101. Ravi V., *Evaluating overall quality of recycling of e-waste from end-of-life computers*, Journal of Cleaner Production, Volume: 20 Issue: 1 pp 145-151, 2012
102. Roca, V.; Boiano, A.; Esposito, A.; Guardato, S.; Pugliese, M.; Sabbarese, M.; Venoso, G.; *A monitor for continuous and remote control of radon level and environmental parameters* Nuclear Science Symposium Conference Record, 2004 IEEE, Volume 3, 2004 Page(s):1563 - 1566 Vol. 3
103. Romanca M., Ogrutan P., *Sisteme cu calculator incorporat. Aplicatii cu microcontrollere*, Editura Universitatii Transilvania Brasov, 2011, ISBN 978-973-598-861-6, online: <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan>
104. Sai-Wing Leung, Kwok-Hung Chan, *Development of electromagnetic compatibility courses at the City University of Hong Kong*, Electromagnetic Compatibility Magazine, IEEE, Volume: 1 , Issue: 1, Page(s): 50 – 54, ISSN : 2162-2264, 2012
105. Sang-Young Cho, *A virtual simulation package for Embedded System training and education*, Engineering Education (ICEED), 2009 International Conference on, DOI: 10.1109/ICEED.2009.5490609, 2009 , Page(s): 72 - 76
106. Sass B., Salem M., Smith L., *Mercury Usage and Alternatives in the Electrical and Electronics Industries*, US Environmental Protection Agency, EPA/60 O/R-94-047, 1994
107. SCENHIR (2007), Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, SCENHIR, *Possible effects of EMF on Human Health*, 2007, http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihir/docs/scenihir_o_007.pdf
108. Schelkunoff S. A., *The Impedance Concept and its Application to Problems of Reflection, Shielding and Power Absorption*, Bell System Technical J., 1938
109. Schwab A., *Compatibilitate electromagnetică*, Ed. Tehnică, 1996, ISBN 973-31-0756-5
110. Schwab A.J., Kurner W. W., *Compatibilitate electromagnetică*, Editura AGIR, 2013, ISBN 978-973-720-359-5
111. Scutaru M., Ogrutan P., *High Frequency Signal Attenuation Through Materials*, Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Vol. 2 (51), 2009, Series I, ISSN 2065-2127
112. Simon W., Powers T., Ernberger G., *Low-cost radon detector*, US Patent 4871914, 1989, <http://www.google.com/patents/US4871914>
113. Slocum R., *Polar Bears and energy- efficient lightbulbs: strategies to bring climate change home*, Environment and Planning: Society and Space, volume 22, 2004
114. Suciul L., Ogrutan P., Pana G., Cosma C., *Aspects Regarding Building materials with Electromagnetic and Radon Shielding Characteristics*, Ecoterra Journal of Environmental Research and Protection 17/2008, ISSN 1584-7071 p. 28-29
115. Telit Software UserGuide, 2012, www.semiconductorstore.com/pdf/newsite/Telit/GM862-GPS/GM862-GPS_Software_User_Guide_r4.pdf
116. Toev R., Scutaru M., Ogrutan P., Morariu Gh, *The simulation and measurement of signal attenuation through materials*, International Symposium for Design and Technology of Electronic Packaging SIITME 2008, Predeal, ISSN 1843-5122, pag. 6-10

117. Vejarano, G., Guerrero, F.G., *A Constructivist Simulation-Based Methodology for Teaching Mobile Communications*, Education, IEEE Transactions on, Volume: 51 , Issue: 4, DOI: 10.1109/TE.2007.914941, 2008, Page(s): 468 - 475
118. White, D., *Electromagnetic Shielding Materials and Properties*. Don White Consultants, Inc., 1980.
119. WHO, 2012, *World Health Organization Sets Radon Action Level of 2.7 - Less Lung Cancer Risk Than EPA 4.0*, 2006, <http://www.prlog.org/10349595-world-health-organization>
120. Yamamoto, S.; Yamasoto, K.; Iida, T.; *Development of a real-time radon monitoring system for simultaneous measurements in multiple sites*, Nuclear Science Symposium, 1998, Conference Record. 1998 IEEE , Volume 2, 8-14 Nov. 1998 Page(s):1052 - 1055 vol.2