

# PATRUZECI DE ANI DE CERCETARE ROMÂNEASCĂ ÎN DOMENIUL FIABILITĂȚII COMPONENTELOR ELECTRONICE, 1977-2017

Dr. ing. Marius BĂZU<sup>1</sup>

mariusbazu@yahoo.com

## ABSTRACT

A Romanian research group focused on the reliability of electronic components and working uninterruptedly in the last 40 years is presented. Established in 1977 at the Research Institute for Electronic Components (ICCE), the Reliability Laboratory became in 1996 (as the whole ICCE) part of the National Institute for Research & Development in Microtechnologies (IMT-Bucharest). The activity of the Reliability Laboratory could be divided in two distinct periods. The first one, until the end of 1989, was characterized by a strong involvement in helping the Romanian electronic industry to solve reliability issues linked to electronic components. The second period of activity was mainly devoted to international cooperation (many European projects financed by PC6 and PC7 framework programs) and purchasing up-to-date equipment for accelerated reliability testing and failure analysis. Today, the main activity of the Reliability Laboratory is to run a project with the European Space Agency.

**KEYWORDS:** electronic components, reliability, accelerated testing, failure analysis.

## 1. Introducere

Institutul de Cercetări pentru Componente Electronice (ICCE), înființat în 1969, sub denumirea Centrul de Cercetare și Proiectare pentru Componente Electronice (CCPCE), și-a dezvoltat începând cu 1973-1974 microproducții pentru tipurile de componente care erau solicitate în cantități mici de industria electronică românească, astfel încât fabricarea lor la Întreprinderea de Piese Radio și Semiconductoare (IPRS-Băneasa), fabrica de profil, era dificilă din considerente economice. Desigur, în conformitate cu normele de produs, a apărut necesitatea efectuării unor încercări de fiabilitate. Inițial, aceste încercări se efectuau la Institutul de Cercetări pentru Electrotehnică (ICPE), la laboratorul de siguranță în funcționare, înființat în 1964 de către Dr. Nona Millea. După un timp, conducerea ICCE a înțeles că este nevoie să se dezvolte un colectiv propriu de cercetare în domeniul fiabilității, astfel încât institutul să fie capabil să producă acele componente necesare pentru echipamentele profesionale (în principiu, cu rată de defectare mai mică decât  $5 \times 10^{-7} h^{-1}$ ).

## 2. Perioada 1977-1989

### 2.1 Resurse umane și materiale

La începutul anului 1977, laboratorul L5 dispozitive discrete, condus de ing. Gheorghe Grădinaru, a primit sarcina de a înființa un colectiv pentru analiza fiabilității componentelor electronice. Inginerul Lucian Gălățeanu, membru al L5, a fost numit șef acestui nou colectiv, numit la început colectiv de profesionalizare și analiză a defectelor. Era o sarcină dificilă, în primul rând deoarece în institut nu existau specialiști în domeniul fiabilității, dar și pentru că printre cercetătorii existenți nu era o prea mare dorință de a aborda acest domeniu. Totuși, ing. Lucian Gălățeanu a

---

<sup>1</sup> Comitetul Român pentru Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii – Diviza de Istoria Tehnicii (CRIFST-DIT). Vezi Marius Băzu, and Titu Băjenescu, *Failure Analysis*, Chichester, J. Wiley and Sons, 2011 (premiul Academiei Române, 2013).

---

reușit să adune alături de el câțiva entuziaști, cum erau fiz. Constantin Niculescu (care fusese șef al laboratorului de Creștere Epitaxială), fiz. Ioana Burloiu (Petri) și ing. Maria Drăgan, ambele, din laboratorul L5. În 1979, atunci când a fost terminată noua clădire a secției de microproducție, colectivul de profesionalizare și analiză a defectelor a devenit laborator de fiabilitate (L9) și a ocupat ultimul etaj (al treilea) al acelei clădiri.

Cum o parte substanțială a activității laboratorului L9 o constituiau încercările de fiabilitate, în cadrul laboratorului s-a dezvoltat un colectiv specializat, condus de ing. Eremia Iancu, pentru construirea și întreținerea standurilor de probă. În acest colectiv activau printre alții: Florin Barbu, Costel Gâlcă, Florin Anghel și Cristi Fechete, apoi a venit de la IPRS-Băneasa un tehnician bun, Mihai Cănanău, care a devenit maestrul echipei de muncitori.

Un alt doilea colectiv, condus inițial de ing. Aurel Pețu, se ocupa de încercările de fiabilitate, în special de măsurările electrice ale componentelor introduse în încercări. Aici a fost adus un grup de muncitoare care lucraseră la IPRS-Băneasa exact la așa ceva, adică efectuaseră măsurările electrice al dispozitivelor înainte, în timpul și după efectuarea încercărilor de fiabilitate. Amintim câteva nume: Aurelia Ioniță (șefa echipei), Jana Stoica, Olga Bâră, Georgeta Georgescu, Vasilica Balaban, Mariana Răducanu, Mariana Stănică, Ana Bercea și Olivia Dinu (singura care avea să rămână în laborator până în 2013).

Un al treilea colectiv era cel de analiza defectărilor, condus de fiz. Eugenia Cărbunescu, din care făceau parte ing. Tiberiu Grigorescu, ing. Viorica Primejdie, chim. Marina Pascu (Pace) și ing. Doina Gâțlan. analize la microscop, inclusiv utilizarea unor metode avansate de analiză a defectărilor (metode cu cristale lichide, interferometria holografică etc.), dar și dezvoltări de poze.

În fine, tot din laboratorul de fiabilitate făcea parte și colectivul de metrologie (condus de Aurelian Bercea și având drept subalterni pe inginerul Buta-Banat, alături de două tehniciene).

Un moment important în dezvoltarea laboratorului de fiabilitate l-a constituit transferarea, la finele anului 1979, unui grup de cercetători din laboratorul L5, format din ing. Marius Bâzu (devenit șef al unui nou colectiv, de analiză a fiabilității), dr. ing. Dănuț Sachelarie, ing. Mariana Sachelarie, ing. Mariana Drăgan și fiz. Mihaela Grigoreta Stoica.

Între timp, se schimba și structura laboratorului. În 1981, colectivul de încercări de fiabilitate se divide în: a) colectivul de măsurări electrice, condus de ing. Virgil Ilian (venit din secția de microproducție componente electronice și b) colectivul de încercări mecano-climatice, condus de ing. Maria Drăgan și din care făceau parte ing. Aurelia Stanciu (specializată pe probleme de standardizare) și sing. Tudor Neagu, alături de mai multe muncitoare și tehniciene (Melania Deneș, Marilena Stavăr, Anca Vlădescu etc.).

Pe de altă parte, se creează un colectiv de control tehnic de calitate (CTC) al institutului, condus de ing. Aurel Pețu, din care făcea parte colectivul CTC pentru fabricația de componente electronice (condus de dr. fiz. Florin Găiseanu) și colectivul CTC pentru fabricația de module electronice (dirijat chiar de ing. Aurel Pețu). Cum membrii CTC îi controlau pe cei din secțiile de microproducție, pentru a li se asigura obiectivitatea, era nevoie să depindă de cineva din afara secțiilor. În mod natural, Laboratorul de Fiabilitate era cel mai potrivit pentru așa ceva.

În 1982, în laborator au venit, din afara institutului, fiz. Andrei Vieroșanu și sing. Nicu Lăzărescu, iar în anul 1984, au fost aduși de la Fabrica de Ferite Urziceni, cu mari eforturi ale șefului de laborator, patru absolvenți din anul 1983 ai facultății de Electronică și Tc.: Mihai Tăzlăuanu (devenit rapid un excelent specialist în fiabilitate, care, după ce și-a luat doctoratul, a ajuns în America, acum fiind la Peraso Technologies, Inc. din Montreal, Canada), Anca Marinescu (devenită Stoica, după 2 ani), Alexandru Daniliuc și Nicolae Iancu. Dintre toți. Anca Stoica a rezistat cel mai mult în laborator, până în 1996.

Alți colegi veniți din institut erau ing. Lucia Dijmărescu (plecată ulterior la întreprinderea Microelectronica și devenind șefă a laboratorului de fiabilitate), ec. Florica Sadacliev (care se ocupa

de finanțele laboratorului), fiz. Radu Trandafir și ing. Eugen Vasile (ambii, specialiști în optoelectronică), ing. Gabriela Popescu, ing. Rareș Florescu, fiz. Rodica Plugaru (care, după ce a obținut titlul de doctor în fizică, este și acum în institut, în laboratorul de modelare și simulare), sing. Anca Datculescu-Vais, sing. Olga Popescu, sing. Alexandrina Vișan.

Trebuie spus că la sfârșitul anului 1989, laboratorul de fiabilitate avea un personal de cca 150 de membri.

Dotarea laboratorului acoperea toate funcțiile necesare unei analize de fiabilitate:

- Standuri de probă (încercări de funcționare la temperatură ambiantă, pentru întreaga gamă de produse fabricate de institut);
- Echipamente de funcționare la temperatură (etuve cu posibilitatea funcționării electrice a componentelor introduse în probe);
- Echipamente pentru încercări mecano-climatice (stocare la temperatură ridicată sau scăzută, ciclare termică, accelerație constantă, vibrații, ceață salină etc.);
- Echipamente pentru analiza defectărilor (metode electrice, microscopie optică, microscopie electronică cu baleiaj, interferometrie holografică, baleiaj laser, microtermoscopie în infraroșu, analiză cu cristale lichide, topografie cu raze X).

## **2.2 Principalele realizări obținute**

Laboratorul de fiabilitate a avut un rol important în dezvoltarea domeniului fiabilității în România, ținând cont de faptul că, pretutindeni în lume, componentele electronice reprezintă ca obiect de studiu ”vârful de lance” al cercetărilor de fiabilitate.

Trebuie menționată schimbarea de paradigmă realizată la începutul anilor ‘80, prin trecerea de la încercări de fiabilitate de funcționare de durată la solicitare normală (stil de lucru preluat de la IPRS-Băneasa), la utilizarea încercărilor accelerate pentru estimarea fiabilității, pe baza analizei defectărilor (în acord cu cele mai noi tendințe în domeniu, pe plan mondial). Aceste cercetări au deschis calea studiului influenței factorilor de solicitare asupra fiabilității, ceea ce a permis construirea pe baze științifice a unor programe de îmbătrânire accelerată pentru componente electronice destinate unor aplicații speciale. Astfel, laboratorul de Fiabilitate al ICCE se situa în avangarda cercetărilor de fiabilitate pe plan mondial.

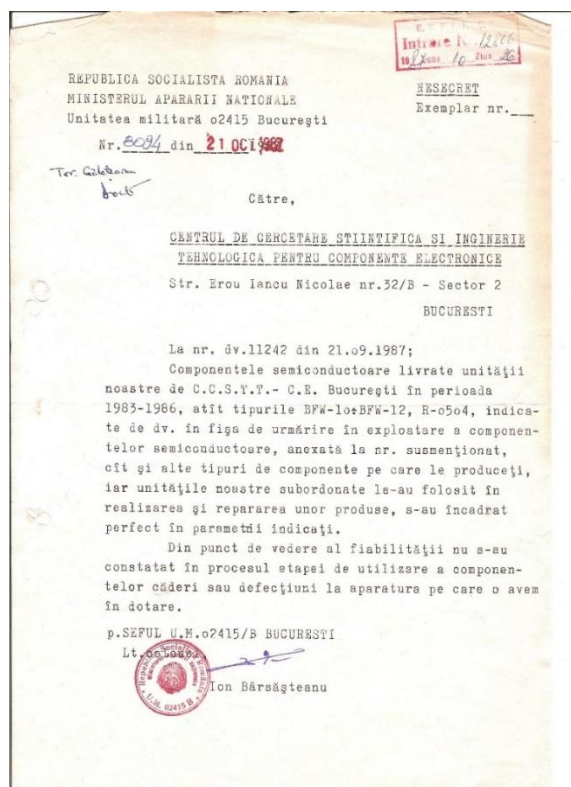
Principalele realizări obținute în această perioadă ale laboratorului sunt sintetizate în lucrarea<sup>2</sup> și lucrarea<sup>3</sup>, în care sunt prezentate rezultatele întregului institut la nivelul anilor 1987-1989 (în fiecare caz este menționat anul începerii activității respective):

- Efectuarea încercărilor de omologare pentru toate tipurile de componente studiate de ICCE – 1977;
- Analiza fiabilității tipurilor de componente realizate de secția de microproducție a institutului – 1977;
- Elaborarea normei generale de definiție a nivelurilor profesionale PI, PII și PIII (1977), precum și a normelor generale de definiție a condițiilor de fiabilitate ridicată pentru diferite domenii speciale (rachete – 1978, aviație - 1981, trafic metrou – 1983, apă grea – 1983).
- Elaborarea metodelor de analiză microfizică a materialelor și structurilor semiconductoare pentru identificarea măsurilor de îmbunătățire a tehnologiei și a controlului de calitate

2 Bătrâna, Ioan, ”După 25 de ani de acumulari tehnologice în platforma Băneasa, o mobilizare spre obiectivele revoluției electronizării”, lucrare invitată, *Conferința Anuală de Semiconductoare CAS 1987, Sinaia, 1987*.

3 Gălățeanu, Lucian ”Două decenii de activitate științifică și economică la ICCE”, *Componente Electronice*, iunie 1989, pp. 1-4.

- (microscopie optică – 1977, microscopie electronică cu baleiaj - 1977, interferometrie holografică - 1977, baleiaj laser - 1978, microtermoscopie în infraroșu - 1979, analiză cu cristale lichide - 1981, topografie cu raze X - 1985, microscopie electronica prin transmisie - 1986).
- Prelucrarea datelor de fiabilitate folosind distribuția Weibull pentru determinarea variației în timp a ratei de defectare și folosind distribuția lognormală pentru analiza fenomenelor fizice și chimice de defectare - 1982.
  - Promovarea încercărilor accelerate de estimare a fiabilității (pe baza modelelor Weibull și lognormal) - 1982;
  - Proiectarea încercărilor accelerate - 1986;
  - Modelarea accelerării mecanismelor de defectare cu diferiți factori de solicitare – 1986-1988;
  - Elaborarea unor programe de îmbătrânire accelerată corespunzătoare principalelor aplicații ale componentelor fabricate de institut și realizarea selecției de fiabilitate pentru componente destinate acestor aplicații: rachete, aviație, trafic metrou, apă grea, armată – 1986-1988;
  - Dezvoltarea unui sistem de estimare rapidă a fiabilității (SERF) pe baza încercărilor accelerate și utilizarea metodicii SERF în încercările accelerate pentru realizarea controlului în timp real al fiabilității loturilor – 1988.



**Fig.1** Scrisoare de mulțumire trimisă în octombrie 1987 de Institutul de Cercetări al Armatei către ICCE (care în acea perioadă se numea CCSIT-CE București).

La sfârșitul anilor 80, laboratorul de fiabilitate își câștigase deja un prestigiu deosebit în țară, semnificativă fiind adresa trimisă de conducerea Institutului de Cercetări al Armatei prin care

mulțimea pentru calitatea și fiabilitatea componentelor electronice livrate de institut de-a lungul mai multor ani (Fig. 1).

În ultima parte a anilor '80, ing. Lucian Gălățeanu, șeful de laborator, a coordonat o acțiune de amploare a institutului, pentru construirea și implementarea unui sistem de asigurare a calității la fabricația de produse. Drept consecință, mult înainte de a fi la modă standardele internaționale din seria ISO 9000, ICCE avea un sistem de asigurare a calității funcțional și bine construit!

De asemenea, ca o dovadă a modului în care conducerea institutului privea activitatea laboratorului, trebuie amintit stagiul de o săptămână în SUA, la Boston, în domeniul încercărilor accelerate, petrecut de ing. Lucian Gălățeanu în 1986, deși în acea perioadă deplasările în Vest erau extrem de rare.

În întreaga perioadă 1977-1989, membrii laboratorului au avut o activitate intensă de publicare (în reviste românești - *Revue Roumaine des Sciences Techniques*, *Calitate*, *Fiabilitate și Metrologie*, *Electrotehnica*, *Electronica și Automatica* etc.) și de comunicare (la conferințe din țară sau din străinătate, cum ar fi: *Scandinavian Reliability Engineers Symp.*, *Conf. on Microelectronics - MIEL*, *Symp. on Reliab. in Electronics - Relectronic* etc.). Participarea constantă și consistentă la Conferința Anuală de Semiconductoare (CAS), organizată de institut, s-a concretizat, începând cu anul 1984, în apariția an de an a unei secțiuni dedicate domeniului fiabilității.

### **3. Perioada 1990-2017**

#### **3.1 Resurse umane și materiale**

Din 15 ianuarie 1990, șef al laboratorului de Fiabilitate a fost numit ing. Marius Bâzu (care fusese adjunct al șefului de laborator, începând din 1985). Prima măsură luată a fost de deschidere spre colaborări cu străinătatea, adică ceea ce lipsise aproape total la finalul anilor '80 (singurele schimburi științifice ale laboratorului în perioada 1985-1989 fuseseră cele cu Institutul de Radioelectronică din Praga, în cadrul unui program aflat sub egida Academiei Române).

Chiar în ianuarie 1990, a fost contactat prof. ing. Titu Băjenescu, român stabilit în Elveția și autor al unor lucrări de specialitate chiar în domeniul fiabilității componentelor electronice. Urmarea a fost că prof. Băjenescu a scris în colaborare cu ing. Marius Bâzu o serie de articole, capitole de cărți și comunicări, dar și patru cărți importante în domeniul fiabilității componentelor electronice, trei dintre ele fiind publicate în străinătate (SUA, Germania, Marea Britanie), la edituri de prestigiu.

De asemenea, prof. Băjenescu a întreprins două acțiuni benefice pentru institut: a) a aranjat o vizită (în februarie 1991) a unei delegații a laboratorului de fiabilitate al ICCE la ETH Zurich – laboratorul de fiabilitate al reputatului prof. Alessandro Birolini și b) a obținut de la filiala din Zürich a firmei IBM o importantă donație de aparatură electronică și calculatoare personale (PC 386) pentru institut. Calculatoarele personale au fost utilizate pentru construirea primei rețele intranet a institutului.

Din păcate, în perioada 1990-1996, urmând tendința manifestată la nivelul întregului institut, laboratorul și-a micșorat drastic dimensiunile. Primul colectiv desființat complet a fost cel care ocupa de CTC, dar au plecat și mulți cercetători sau personal auxiliar din celelalte colective. S-a ajuns ca la începutul anilor 2000 laboratorul să mai aibă doar 5-7 membri.

A apărut și o schimbare a obiectului de activitate, laboratorul orientându-se spre domeniul microtehnologiilor, în acord cu întregul institut, de altfel.

În noiembrie 1996, ICCE a fuzionat cu Institutul de Microtehnologie - IMT (o structură apărută inițial în 1992 sub denumirea CMT – Centrul de Microtehnologii), rezultând Institutul

Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Microtehnologie, IMT-București, condus de Acad. Dan Dascălu<sup>4</sup>, în cadrul căruia laboratorul de fiabilitate a continuat să funcționeze fără întrerupere până în prezent.

În ceea ce privește dotarea laboratorului, de notat faptul că, în perioada 2006-2007, laboratorul a câștigat două proiecte naționale prin care achiziționat echipamente de încercări de nivel mondial. Este vorba despre proiectele:

- *“Infrastructure development for reliability research in integrated micro-nano systems”*, proiect 2007-2009 în cadrul Programului Național de Cercetare ”CAPACITĂȚI” (PN2) – 250.000 Euro;
- *“Development of a laboratory for assessing the quality of the products of micro technologies according to EU requirements - LIMIT”*, proiect 2006-2008, în cadrul Programului Național de Cercetare ”Exelența în Cercetare – CEEEX” – 150.000 Euro

Principalele echipamente achiziționate prin acest proiecte sunt prezentate în Tabelul 1.

Aceasta este chiar o dotare de vârf la nivel mondial, care permite efectuarea de încercări accelerate combinate cu mai mulți factori de solicitare, așa cum procedau cele mai evolute colective din lume din domeniul fiabilității componentelor electronice.

**Tabelul 1.** Echipamente de încercări ale laboratorului de fiabilitate al IMT-București

Denumirea echipamentului	Firma / Modelul	Detalii tehnice
Sistem și echipamente pentru caracterizare electrică	Keithley / 4200SCS	Modul C-V 3532-50, modul DMM 2700-7700 și 2002; module de măsurare la nivel mici 6211-2182; stimuli: tensiune CC < 100V, curent continuu < 1A; impulsuri: semnal analogic 30V, <40MHz; măsurare: tensiune 0,5 μV, Curent 1 fA
Echipament pentru măsurări electrice la temperatură	Temptronic / TP04300A-8C3-11 ThermoStream	Domeniu de temperatură: -80 ..+225°C; timp de tranzit: până la 7 sec - în creștere, respectiv până la 20 sec - în descreștere; controlul temperaturii - +/- 0.1°C
Echipament pentru încercări la căldură umedă	Angelantoni, Italia / Damp Heat Equipment	Camera climatică și camera cu ventilație forțată: domeniu de temperatură -70 ...+180°C; viteză 5°C / min
Etuva cu ventilație forțată	Memmert (Germania) / UFB 400	Capacitate: 53 l; temperatura: +20...+220°C
Cameră cu vid	Memmert (Germania) / VO 400	Capacitate: 49 l; domeniu de temperatură: 20 ... 200°C; domeniu de presiune: 10 ... 1100 mbar.

<sup>4</sup> Capitol dintr-o carte în curs de apariție: Bâzu, M., ‘Institutul de Cercetări pentru Componente Electronice’, in Millea N. (ed.) ”Electronica românească. O istorie trăită”, vol. IV, editura AGIR.

Echipament de încercări la vibrații, cu aplicare combinată de stimuli termici și polarizare electrică	Tira (Germania) / TV 55240/LS	Domeniu de frecvență: 0...3000 Hz, masa maximă în mișcare: 6,8 Kg, frecvența principal de rezonanță: >3000 Hz, sistemul climatic: 64 litri; domeniul de temperatură: - 30 °C...+150°C (± 1°C); domeniul de umiditate: +10%...+95% RH (± 3%...± 5% RH)
Echipament de încercare la ciclare termică	Espec Europe (Germania) / TSE-11	Două camere de 11 litri fiecare: temperatura joasă (-65...0°C) și temperatură ridicată (+60...200°C), fluctuații de temperatură: ±2°C; durata de încălzire: 15 min (-65°C...150°C)
Echipament de încercare la șocuri mecanice	Cambridge Vibration (Marea Britanie) / MRAD 0707-20	Șoc cu cădere liberă; Înălțime maximă: 60 in; Viteza maximă la impact: 200 in/sec
Set de echipamente de încercări combinate la temperatură și polarizare electrică statică	Memmert (Germania) / 3 camere climatice UFB 400,  Agilent (SUA) / Rack N6711A	Conține modulele N6741B, N6743B, N6746B și N6773A și 2 surse tip E3648A, respectiv E3649A, AGILENT.
Echipament de încercări combinate la temperatură, umiditate, presiune și polarizare electrică	Espec Europe (Germania) / EHS 211M - Highly Accelerated Stress Test (HAST) Chamber	18 litri, domeniul de temperatură: 105...142°C, domeniul de umiditate: 75%...100% RH, domeniul de presiune: 0.02...0.196 Mpa.

### 3.2 Principalele realizări obținute

În perioada 1990-1996, nu s-au obținut rezultate remarcabile din cauza finanțării cu totul insuficiente, care abia ajungea pentru plata salariilor, fără bani pentru experimentări. Înțelegând caracteristicile acestei perioade, membrii laboratorului (cei rămași, pentru că foarte mulți au plecat din institut) s-au orientat spre elaborarea de publicații (articole, comunicări bazate pe rezultatele anterioare) și spre perfecționarea profesională. Trei doctorate au fost finalizate în această perioadă, toate la Universitatea Politehnica București (prof. Vasile Cătuneanu, prof. Ioan Bacivarov, respectiv prof. Adrian Mihalache), de către: ing. Lucian Gălățeanu (decembrie 1993), ing. Marius Băzu (martie 1994) și ing. Mihai Tăzlăuanu (iunie 1995).

În perioada de după noiembrie 1996, pe lângă multe proiecte naționale, principalele proiecte internaționale la care a participat laboratorul au fost:

- 
- 1997-1999: *Building-in Reliability Technology for Diodes Manufacturing*, proiect european TTQM, cu Grecia (Institutul Demokritos si Institutul de Fizică, ambele din Atena) și cu IPRS-Băneasa.
  - 2004-2008: *Design for Micro and Nano Manufacture - Patent-DfMM*, proiect European în cadrul Programului Cadru 6, Tehnologia Informației, Rețea de excelență cu 24 de parteneri europeni (proiect 2004-2008); Dr. M. Bâzu a devenit membru în echipa managerială și lider al Reliability Cluster (14 participanți), cu următoarele rezultate principale:
    - 6 teme interne coordonate și alte 4 teme la care laboratorul a participat; ca urmare a acestor teme, laboratorul a elaborat o bază de date cu echipamente existente în cadrul rețelei (utilă pentru viitoare propuneri comune de proiecte) și s-a realizat un echipament pentru încercarea la ”tilting” (care simulează balansul aripilor unui avion) a microsystemelor;
    - Ca un efect direct al participării la proiectul ”Patent-DFMM”, laboratorul a intrat ulterior, în perioada 2008-2009, în consorțiile a 8 propuneri de proiecte internaționale.
  - Decembrie 2007: *European Cluster for Microsystem Reliability - EUMIREL*, structură inițiată ca urmare a participării la proiectul ”Patent-DfMM”. IMT-București a devenit membru al echipei manageriale a EUMIREL, împreună cu IMEC (Belgia), Politecnico di Milano (Italia) și Fraunhofer Institute IMS Duisburg (Germania). Alți participanți al EUMIREL sunt din Franța, Marea Britanie, Polonia, Germania, Italia și Spania.
  - 2007-2008: *Testing methods and reliability standards in semiconductor industry*, solicitare din partea Institutului de Electronică KETI (R. Coreea) de a realiza două standarde privind fiabilitatea componentelor electronice. Proiectul a mai conținut:
    - Două vizite efectuate de ing. Virgil Ilian la sediul KETI din Seul, cu ocazia căreia a predat cursuri de perfecționare colegilor sud-coreeni.
    - În 2008, s-a semnat la sediul IMT-București un acord de colaborare între laboratorul de fiabilitate al IMT-București și centrul de fiabilitate al KETI.
  - 2011-2012: *DEGRAJOINT*, Proiect bilateral România – Slovacia (IMT-București, respectiv Universitatea Tehnică din Kosice, Slovacia), pentru studierea fenomenelor care apar în timp și la anumite niveluri de solicitare în cazul îmbinărilor fără plumb.
  - 2012-2013: *Reliability Tests*, servicii științifice pentru proiectul european FAMOBS (din programul cadru 7 al UE) – Marea Britanie, Germania, Estonia, Italia, Spania etc.
  - 2012-2013: *Thermal Analysis*, servicii științifice pentru compania FEI (Olanda) – fabricant de SEM, TEM etc.
  - 2016-2018: *Atypical Reliability Tests*, servicii științifice pentru ESA (European Space Agency).

Publicațiile membrilor laboratorului au devenit mult mai multe față de perioada de dinainte de 1990. Este vorba despre:

- 4 cărți publicate, din care 3 în străinătate, la edituri de prestigiu:
  - J. Wiley & Sons, 2011: M. Bâzu, T. Băjenescu, “*Failure analysis. A practical guide for manufacturers of electronic components and systems*”;
  - Artech House, 2010: T. Băjenescu, M. Bâzu, “*Component reliability for electronic systems*”;
  - Springer Verlag, 1999: T. Băjenescu, M. Bâzu, “*The reliability of electronic components*”.



- 2 capitole de cărți apărute în străinătate (la care membri ai laboratorului au fost solicitați să participe);
- articole publicate în reviste cum ar fi: Sensors, Bulletin of Micro and Nanoelectrotechnologies, Journal Proceedings in Manufacturing Systems Quality Assurance, Romanian Journal of Information Science and Technology, Solid State Phenomena, Revista de Chimie;
- comunicări prezentate la conferințe de prestigiu: European Solid-State Device Research Conference (ESSDERC), Ann. Reliab. and Maintain. Symp. (ARMS), Conf. On Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM), European Safety and Reliability Conference (ESREL), International Conference on Structural Safety and Reliability (ICOSSAR), International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation (CIMCA), international Conference Sciences of Electronics, Technologies of Information and Telecommunications (SETIT), International Semiconductor Conference (CAS), International Conf. on Quality and Dependability (CCF);
- 7 brevete de invenții acordate de OSIM în perioada 2007-2011.

Membri ai laboratorului au obținut o serie de distincții ca urmare a muncii efectuate și a rezultatelor obținute:

- Dr. ing. Marius Bâzu – premiul ”Grigore Cartianu” al Academiei Române primit în anul 2013;
- Dr. ing. Lucian Gălățeanu și dr. ing. Marius Bâzu - premiul pe anul 2000 al Asociației Generale a Inginerilor din România (AGIR);
- Ing. Virgil Ilian - medalia ”Dragomir Hurmuzescu” pentru excelență în standardizare, acordat de Asociația de Standardizare din România (ASRO).

Recent, Laboratorul de Fiabilitate a intrat într-o nouă etapă, odată cu retragerea din activitate a celor trei cercetători seniori (dr. ing. Marius Bâzu, dr.ing. Lucian Gălățeanu, ing. Virgil Ilian), cei care reprezentaseră nucleul laboratorului timp de zeci de ani, prin implicarea mult mai intensă a cercetătorilor mai tineri: ing. Dragoș Vârșescu, ing. Nicolae Dumbrăvescu, ing. Roxana Marinescu.

În ceea ce privește poziția în structura institutului IMT-București, laboratorul de fiabilitate face parte din Centrul de Cercetare pentru Nanotehnologii și Nanomateriale Bazate pe Carbon (CENASIC).

#### **4. Concluzii**

Cercetarea românească în domeniul componentelor electronice se desfășoară fără întrerupere din 1977 și până în prezent, cu bune perspective de a continua.

Înainte de 1990, colaborarea cu industria românească a fost elementul predominant, cu succese notabile obținute de un laborator care ajunsese în decembrie 1989 la cca 150 de persoane.

După 1989, colaborările internaționale au fost ținta predilectă a cercetărilor, alături de realizarea de publicații: cărți la edituri străine de prestigiu, comunicări la conferințe internaționale și articole în reviste străine, brevete de invenție. Dimensiunea laboratorului s-a micșorat până la 5-7 persoane.

Participarea la proiecte internaționale a fost elementul determinant pentru existența colectivului. Această direcție continuă prin colaborarea actuală cu Agenția Spațială Europeană (ESA).

---

**Bibliografie**

1. Capitol dintr-o carte în curs de apariție: Bâzu, M., ‘Institutul de Cercetări pentru Componente Electronice’, in Millea N. (ed.) ”*Electronica românească. O istorie trăită*”, vol. IV, editura AGIR.
2. Bătrâna, Ioan, ”După 25 de ani de acumulări tehnologice în platforma Băneasa, o mobilizare spre obiectivele revoluției electronizării”, lucrare invitată, *Conferința Anuală de Semiconductoare CAS, Sinaia, 10-12 oct. 1987*.
3. Gălățeanu, Lucian “Două decenii de activitate științifică și economică la ICCE”, *Componente Electronice*, iunie 1989, pp. 1-4.