

# TREPTЕ ÎN DEZVOLTAREA ȘTIINȚEI ȘI TEHNOLOGIEI INFORMAȚIEI ȘI COMUNICAȚIILOR ÎN ROMÂNIA

Ștefan IANCU<sup>1</sup>

stiancu@acad.ro

ABSTRACT: The author of this paper, after a short introduction, tells us about the epos of the first Romanian electronic computers and about the Romanian Program for endowing the national economy with modern computing equipments for automation processing information. In the second part of the paper, the author pointed out the main contributions of the Romanian scientists in the development of the Romanian science and technology of information and telecommunications after the 1971 when the Governmentally Commission for endowing the national economy with modern computing equipments for automation processing information has been dissolved. In the last part of the paper, the author has told us about the perspective of the realization in Romania the Lisabona objectives in the field of the technologies of the Information Society till 2010 year.

În istoria tehnologiei, dezvoltarea mașinii de calcul este unică. Nici o altă realizare tehnică nu a înregistrat progrese atât de rapide după inventarea sa. De la John Napier, Blaise Pascal, Gotfried Wilhelm Leibnitz până la Alan Turing și Bill Gates o mulțime de creatori tehnici au contribuit la conceperea și dezvoltarea mașinii de calcul, ajungând astăzi la nivele de evoluție de neconceput cu numai câțiva ani în urmă.

Calculatoarele au influențat și influențează viața noastră de zi de zi din ce în ce mai intens. Ele se află peste tot acum: la birou, la

---

<sup>1</sup> Membru fondator/titular al Academiei Oamenilor de Știință din România; Secretar științific al Secției de Știință și Tehnologie Informației a Academiei Române; Secretar științific al Comitetului Român pentru Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii al Academiei Române; Consilier de proprietate industrială.

domiciliu, în gări, în bănci, în școli, în spitale, în parcuri de distracție. Comparația primului calculator electronic (ENIAC) cu cele mai moderne calculatoare din zilele noastre confirmă pe deplin afirmația făcută. Cu o generație în urmă nu existau CD-uri, nu existau cabluri TV, nici mașini automate bancare, nici PC-uri. Calculatoarele erau, în cel mai bun caz, niște mașini de dimensiunile unor frigidere și trebuiau să lucreze în spațiu climatizat.

La cea de-a 25-a aniversare a primei aselenizări umane, un documentar de televiziune (C.N.N.) a precizat că modulul lunar, folosit de astronauții de pe Apollo, avea la bord o capacitate de calcul mai mică decât cea care era instalată în anul 1994 la bordul unui automobil cu control electronic al funcționării.

Ubicuitatea calculatoarelor și ritmul rapid de evoluție tehnologică a acestora sunt aspectele cele mai semnificative ale actualei revoluții informatice.

Dezvoltarea tehnologiei informației și comunicațiilor, cea mai dinamică ramură a revoluției științei și tehnicii din zilele noastre, nu ar fi fost posibilă fără descoperirile excepționale din domeniile fizicii semiconductorilor și microelectronicii. În aceste condiții, apare firesc că aceia care au pus bazele școlilor românești de electronică și de inginerie a dispozitivelor semiconductoare (profesorii Tudor Tănăsescu, m.c. al Academiei Române și academicianul Mihail Drăgănescu) să fie și inițiatorii și promotorii revoluției informatice în țara noastră.

*Profesorul Tudor Tănăsescu* (1901–1959), (m.c. 1952), fondatorul școlii românești de electronică, în paralel cu responsabilitatea Catedrei de dispozitive și circuite electronice din Institutul Politehnic București, a asigurat și conducerea Secției de Electronică a Institutului de Fizica Atomică (IFA) din București, unde lucrau câteva grupuri remarcabile de cercetători și ingineri, orientați pe trei domenii majore: electronica aplicată în fizica nucleară, aparatura electronică de măsurare și control și calcul electronic (cu hardware și software). Tudor Tanasescu a publicat până în 1951, lucrările sale despre amplificatorul clasă C pentru etajele finale de putere ale radioemitoarelor (Drăgănescu Mihai, 2001).

*Profesorul Mihai Drăgănescu* (1929–2010), (m.c. 1974, membru titular 1990) a creat o școală românească de dispozitive electronice semiconductoare și de microelectronică (1963–1990), având contribuții originale în soluționarea următoarelor probleme teoretice:

influența sarcinii electrice spațiale asupra capacităților dintre electrozii tuburilor electronice(1953–1960); circuite electronice neliniare și influența neliniarității capacității dispozitivelor electronice asupra oscilatorilor electronici (1956–1958); teoria tranzistorului la nivele mari de injecție (1960–1962); efecte inductive la dispozitive semiconductoare (1961–1965); teoria diodei dielectrice (1964–1965); în etapa microelectronicii, a creat o nouă disciplină: Electronica funcțională (1978–1991). La „zidirea” școlii românești de dispozitive electronice și de microelectronică au contribuit și publicarea de volume (Circuite cu tranzistoare–1961, în colab.; Electronii la lucru–1961; Procese electronice în dispozitive semiconductoare de circuit–1962, Premiul de Stat în 1964, fiind unul din primele volume din domeniu apărute în lume, Electronica Corpului Solid–1972 ș.a.) înființarea de unități de cercetare (Institutul de cercetări pentru componente electronice-1969-,pe care l-a condus ca director în perioada 1969–1970; Institutul Central pentru Conducere și Informatică-ICI–1971 – pe care l-a condus în perioada 1976–1985, contribuind efectiv la îndrumarea activității științifice din informatică spre noi direcții – inteligența artificială, robotica, informatica industrială), precum și managementul unor acțiuni ca: fabricarea în țară de circuite integrate și calculatoare electronice de generația a III-a trecerea României de la germaniu la etapa siliciului (Iancu Șt., 2002), implementarea în țara noastră, în perioada 1967–1985, a „Programului privind dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și prelucrarea datelor”, primul program de informatizare a economiei naționale, elaborat la inițiativa lui Mihai Drăgănescu, a matematicienilor academicieni Nicolae Teodorescu, Grigore Moisil, Tiberiu Popoviciu și Manea Mănescu și la care au lucrat Mihai Drăgănescu, Mircea Petrescu, Nicolae Costake, V.Iancovici, N. Sucitulescu, Ștefan Bârlea, Emil Mitescu, Cornel Mihulecea și alții. Programul a fost aprobat la 22 iunie 1967 s-a desfășurat până în anul 1985 și a fost unul dintre cele mai mari programe tehnologice ale țării în domeniile circuitelor integrate, calculatoarelor electronice și informaticii (Drăgănescu Mihai, 2004).

M. Drăgănescu este pionier și promotor al revoluției informatice în România concepând o nouă teorie a informației pe baze structural-fenomenologice și elemente conceptuale privind Societatea informatică în România (1970 – 2001). Ideile care l-au călăuzit au fost editate în volumele „Sistem și Civilizație” (1976), „A 2-a Revoluție

Industrială”, „Microelectronica, automatica, informatica-factori determinanți” (1980), „Informatica și societatea” (1987) ș.a. A editat volumele: „Inteligența artificială și robotica” (1983); „Viitorul industriei de programe” (1985); „Calculatoarele electronice din generația a cincea” (1985); ș.a., și a prevăzut, încă din anul 1986, apariția societății cunoașterii (Iancu Șt., 1995).

### **1. Epopeea calculatoarelor electronice românești**

În 1953, a început epopeea calculatoarelor electronice românești, prin lansarea de către *dr. Victor Toma*<sup>2</sup> (1918–2008) a proiectului primului calculator românesc cu tuburi, proiect care a fost realizat, apoi, sub numele de CIFA–1 la Institutul de fizică atomică din București. Proiectul logic al calculatorului Institutului de fizică (ulterior fizică atomică) al Academiei a fost prezentat la Simpozionul internațional de la Dresda (1955) și, echipat cu 1500 de tuburi electronice, a fost pus în funcțiune în anul 1957.

În afara acestui prim calculator electronic din România, din generația I-a, pe bază de tuburi electronice și cilindru magnetic de memorie, a realizat și alte calculatoare electronice din generația I-a: CIFA–2 cu 800 de tuburi electronice(1959), CIFA–3 pentru Centrul de calcul al Universității din București (1961), CIFA–4 (1962). În perioada 1962–1963, pe baza Acordului cultural dintre Academia Română și Academia Bulgară de Științe a fost construit la Sofia un calculator similar cu CIFA–3, denumit VITOSHA, cu documentația și cu asistența tehnică românească, în special a lui Victor Toma. VITOSHA a fost prezentat la Expoziția națională bulgară din Moscova (1963) drept primul calculator electronic numeric realizat în Bulgaria.

În România, Victor Toma a mai realizat și calculatorul electronic tranzistorizat și cu memorie operativă pe ferite, CET–500, din generația II-a, primul calculator de acest gen realizat în țară (1964). Victor Toma a continuat și dezvoltarea acestui calculator cu performanțe superioare în privința vitezei, a capacității memoriei operative, a setului de instrucțiuni și a echipamentelor periferice folosite (1966). Un al 2-lea exemplar de CET–501 a fost destinat Combinatului metalurgic Hunedoara.

Toate calculatoarele electronice realizate la Institutul de fizică atomică au fost efectiv folosite pentru rezolvarea unui mare număr de

<sup>2</sup> Toma Victor – inginer; membru de onoare al Academiei Române (21 aprilie 1993)

probleme tehnico-științifice prezentate atât de IFA cât și de alți beneficiari. Pentru folosirea efectivă a calculatoarelor electronice românești, Victor Toma a desfășurat o bogată activitate de formare a cadrelor de specialitate, ingineri, matematicieni, programatori. În acest mod, laboratorul de calculatoare electronice a devenit și sediul unui centru de calcul, dotat cu calculatoare și personal specializat, unde se lucra în perioadele de vârf în regim de 24 ore pe zi, șapte zile pe săptămână. Programele erau elaborate în cod mașină dar efortul de programare nu era risipit întrucât toate calculatoarele erau compatibile și puteau folosi o colecție de rutine și de programe standardizate. Au fost organizate cursuri de programare și beneficiarii s-au obișnuit să-și programeze singuri problemele. Semnificativă pentru folosirea acestor calculatoare este lucrarea „Colecție de programe pentru calculatorul CET-500” publicată la Editura Academiei (1967) și prefațată de acad. Miron Nicolescu, președintele Academiei Române. Lucrarea de 850 de pagini a fost elaborată de 41 de autori care au prezentat probleme soluționate efectiv din 15 domenii tehnico-științifice. După dotarea economiei naționale cu calculatoare, majoritatea acestor autori au devenit cadre de bază în centrele de calcul electronic (Iancu Șt., 2010)

Între anii 1968–1988, Victor Toma a lucrat la Institutul de tehnică de calcul din București ca șef de laborator, șef de secție și director adjunct științific, construind: sisteme de introducere a datelor pe discuri flexibile EDIT; sistem pentru transferul informației de pe bandă magnetică pe imprimantă rapidă; sistem de transmitere a datelor pe canalul telefonic între Institutul meteorologic Băneasa și IFA-Măgurele; echipament de trecere a informației de pe benzi perforate în cod CCITT în semnale Morse; cronometru electronic folosit în industria pirotehnică; echipament de automatizare a stenografiei; echipament de criptare a informației; stație de pontaj electronic. Ulterior, el a realizat și alte sisteme digitale dintre care se remarcă un sistem de numărare electronică a voturilor pentru Parlamentul României.

Victor Toma este prima personalitate din România din domeniul calculatoarelor electronice, activitatea sa fiind sprijinită de conducerea Institutului de Fizică Atomică și de prof. Tudor Tănăsescu, fondatorul școlii românești de electronică, precum și de acad. Grigore Moisil. Influența realizărilor lui Victor Toma a fost imensă în România, nu numai printre specialiștii în electronică, dar și printre matematicienii și economiștii români. Pentru folosirea efectivă

a calculatoarelor electronice, Toma Victor a desășurat o bogată activitate de formare a cadrelor de specialitate, ingineri, matematicieni, programatori.

Pentru întreaga activitate științifică și de cercetare, pentru contribuția sa la dezvoltarea și promovarea tehnologiei informației și comunicațiilor în România, lui Victor Toma i s-au acordat în 1957 Ordinul Muncii clasa III și în anul 2003 Ordinul Național „Steaua României» în grad de cavaler.

În anii 1958–1959 la Institutul de energetică al Academiei, *V.M. Popov*<sup>3</sup> (n.1928 –) a coordonat activitățile de concepere și execuție ale calculatoarelor analogice MECAN I și MECAN II, calculatoare analogice cu câteva zeci de amplificatoare operaționale și elemente neliniare și a fundamentat principiul hiperstabilității sistemelor, recunoscut pe plan mondial cu numele autorului, publicând, în 1957, prima lucrare care marchează contribuția sa de pionierat în acest domeniu. Ineditul operei lui V.M. Popov constă în utilizarea ecuațiilor integrale în locul metodei funcției Liapunov și rezultatul acestei inițiative a fost conceperea criteriului frecvențial de stabilitate care îi poartă numele. În 1966, V.M. Popov a publicat monografia „Hiperstabilitatea sistemelor automate”, care s-a impus prin patru fapte teoretice remarcabile: teoria pozitivității, teoria hiperstabilității, înglobarea problemelor de stabilitate absolută în problematica hiperstabilității și enunțarea celor 16 condiții echivalente de controlabilitate, dintre care cea de a 12-a exprimă așa numitul criteriu de controlabilitate Popov-Belevitch-Hautus.

La Institutul Politehnic Timișoara s-a realizat în anul 1961 calculatorul cu tuburi electronice MECIPT–1 (Mașină electronică de calcul Institutul Politehnic Timișoara) de către inginerul William Lövenfeld și Iosif Kaufmann, matematician, iar în 1962–1968, a participat și *Vasile Baltac* (n. 1940) la construirea calculatoarelor complet tranzistorizate MECIPT–2 și MECIPT–3.

Institutul de calcul numeric din Cluj, înființat în anul 1957, sub conducerea profesorului *Tiberiu Popoviciu*<sup>4</sup>(1906–1975), a avut o secție dedicată mașinilor de calcul care, în anul 1957, a construit un calculator

<sup>3</sup> Popov Vasile Mihai – inginer; membru corespondent al Academiei Române (21 martie 1963)

<sup>4</sup> Popoviciu Tiberiu – matematician; membru corespondent (2 noiembrie 1948) și membru titular (21 martie 1963) al Academiei Române

cu relee electromagnetice, realizând un model experimental MARICA (Mașină aritmetică cu relee a institutului de calcul al Academiei). În perioada 1958–1959, la Institutul de calcul numeric s-a construit calculatorul DACICC 1 (Dispozitiv automat de calcul al Institutului de Calcul din Cluj), cu tuburi electronice, tranzistoare și memorie cu ferite (o reproducere-parțial tranzistorizată a MECIPT–1), iar în anul 1968 calculatorul DACICC 200, complet tranzistorizat, livrat Institutului central de cercetări agricole. (Guran Marius, 2004). În Institutul de calcul numeric din Cluj s-au obținut primele rezultate românești de programare liniară și neliniară, de aproximare în domeniul limbajelor. Grupe de cercetători din institut, încă din 1953, mergeau în întreprinderile din zonă pentru a convinge că în activitatea productivă trebuie să pătrundă matematica și să se utilizeze tehnica nouă de calcul pentru programarea în timp a fabricației (Popoviciu Elena, 2006).

România a fost a șasea țară din lume care a construit, în concepție proprie, un calculator cu tuburi electronice, și a 11-a țară care a construit, de asemenea, în concepție proprie, un calculator cu tranzistori (Drăgănescu M, 2001).

Specialiștii români în domeniul automatizării au obținut rezultate în zone variate ale acestei științe. De menționat cercetările acad. *Aurel Avramescu*<sup>5</sup> (1903–1985), privind optimizarea funcțională a sistemelor automate (Avramescu Aurel, 1972).

După anul 1965 existau în țară, în domeniul electronic, cadre didactice capabile să pregătească specialiști în domeniul informaticii: (la Fac. electronică și telecomunicații din Institutul Politehnic București-IPB: Avramescu Aurel, Mihai Drăgănescu, M. Petrescu, A. Petrescu, M. Guran; la Institutul Politehnic Timișoara: Al. Rogojan, I. Kaufmann, W. Lowenfeld etc; la Univ. București: Gr. Moisil, N. Teodorescu, P. Constantinescu etc.; la Fac. de electrotehnică din IPB Alexandru Timotin și Andrei Țugulea.) Specialiștilor din învățământ li s-au alăturat, în această nobile misiune, specialiști din platforma IFA – Măgurele (V. Toma, A. Segal, I. Zamfirescu etc), precum și unii manageri din instituții oficiale și industrie (V. Iancovici, N. Sucitulescu).

Lingvistica matematică a beneficiat de aportul unor specialiști interdisciplinari care au deschis noi direcții de cercetare. Existența unor calculatoare digitale a condus și la cercetări în varii domenii. De

<sup>5</sup> Avramescu Aurel – inginer; membru corespondent (2 iulie 1955) și membru titular (21 martie 1963) al Academiei Române

exemplu în domeniul lingvisticii matematice, poeticii, semioticii și al aplicațiilor matematicii în științele naturale și sociale Solomon Marcus<sup>6</sup> (n.1925 -) a abordat următoarea topică: modele analitice de limbaje, modelarea matematică a unor categorii fonologice, morfologice, sintactice și semantice, similitudinile și diferențele dintre limbajele naturale și cele programate, modelul topologic al limbajului poetic și modelul algebric al limbajului științific, modelarea matematică a strategiei în jocurile teatrale, noile tipuri de mecanisme generative, modele matematice în folclor ș.a. De menționat lucrarea „Gramatici și automate finite”(1964) (Rusu Dorina, 2003).

*Solomon Marcus* a publicat în 1970 monografia „Poetica matematică”, tradusă în mai multe limbi de intensă circulație, și a inițiat cu rezultate semnificative cercetări în următoarele direcții: utilizarea modelelor distribuționale algebrice în studiul limbilor naturale (1977), studiul semioticii formale a folclorului (1978), teatologie matematică (1977), studiul matematic al muzicii și artelor vizuale, aplicații ale modelelor lingvistico-matematice în: chimia organică, biologie, economie, psihologie, teoria limbajelor de programare etc. În 1975, la Centrul de calcul al Universității din București, Solomon Marcus a participat la definirea și implementarea unui nou limbaj de programare denumit PUBL, elaborate în două variante: una pentru calculatorul IBM 360/40 și a doua pentru calculatoarele din familia Felix. (Ștefan I.M., 1981).

Primele cercetări de gramatică considerate din punctul de vedere al automatizării traducerii textelor (1962) se datorează la noi lui Grigore C.Moisil care s-a ocupat în special de verbul în limba română. *Erika Nistor* (1910–1987) a elaborat algoritmi pentru traducerea automată din engleză în română și a efectuat în 1959, la Timișoara, primele traduceri de acest fel. *Minerva Boțșă* (n.1928 -), utilizând programe de concepție proprie, a determinat caracteristicile unor texte în mai multe limbi: română, rusă, germană, urmărind frecvența literelor, entropia de ordinul I, lungimea medie a cuvintelor și frazelor, raportul logaritmicității vocabular-text, frecvența cuvintelor și studiul vocabularului etc. (Ștefan, I.M., 1981).

Cercetările românești în domeniul inteligenței artificiale au început în anul 1960 când *Edmond Nicolau* (1922–1996) a conceput

<sup>6</sup> Solomon Marcus – matematician; membru corespondent (21 aprilie 1993) și membru titular (21 decembrie 2001) al Academiei Române



o metodă de stabilire automată a teoremelor în logica booleană. În 1963 au fost construite primele mașini de vorbit și recunoscut vorbirea (Edmond Nicolau, I Weber, St. Gavăt) iar, ulterior, M. Beliș a construit un automat ce recunoștea forme scrise și a dezvoltat o teorie a învățării.

În 1974 cercetătorul C.V. *Negoită* (n.1936 –) a publicat împreună cu D.A. Ralescu o lucrare de pionierat din domeniul mulțimilor vagi (fuzzy) și a aplicațiilor posibile ale acestora. Prin republicarea ei în mai multe limbi de circulație, lucrarea a devenit, pe plan mondial, în domeniul fuzzy, o lucrare de referință. În anul 1981 Institutul Central de Informatică a organizat primul simpozion național de inteligență artificială. Un colectiv condus de academician Mihai Drăgănescu și format din specialiști din IPB, Academia Tehnică Militară, ITC, Institutul Politehnic Iași s-a ocupat de analiza și sinteza semnalului vocal și a publicat în 1986 un volum de sinteză în Editura Academiei Române. (Iancu Șt, 2003).

## **2. Programul privind dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și prelucrarea datelor**

În 1966, profesorul Mihai Drăgănescu împreună cu academicianul Nicolae Teodorescu, elaborează și propun conducerii țării un memoriu privind introducerea și utilizarea calculatoarelor electronice în economia și societatea românească. Un an mai târziu, profesorul Mihai Drăgănescu a condus un colectiv format din Mircea Petrescu, N. Costache, V. Iancovici și N. Sucitulescu, cu care a elaborat „Programul de dotare a economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și de automatizare a prelucrării datelor”.

Perioada elaborării programului a fost o perioadă de confruntări între două grupe constituite din factori de conducere politică și specialiști pe mai multe planuri: conceptual, tehnologic, managerial. Presiunilor și controverselor în plan tehnic și al selectării partenerilor internaționali, în special din cadrul CAER, dominat de URSS, li s-au adăugat tensiunile interne provocate de orgoliile unor instituții și persoane din sfera deciziilor la nivel național. În perioada elaborării programului amintit s-au constituit doi poli ai puterii decizionale (Iancu Șt. 2007):

- unul în sfera politică susținut și promovat de Secția economică a CC al PCR, având ca suport profesional economiști și câțiva

ingineri implicați în infrastructura prelucrării statistice a datelor la nivel teritorial și central, folosind tehnologii complet depășite (electromecanice), numai cu unele modernizări în dotările la nivel național;

- unul în sfera învățământului, cercetării și industriei, susținut și promovat de Consiliul de Miniștri, având ca suport profesional ingineri, proiectanți, tehnologi și cercetători în domeniul electronicii și tehnicii de calcul, precum și o mare parte din cadrele didactice din universitățile tehnice, care susțineau orientarea modernă, de accelerare a introducerii și utilizării calculatoarelor, independent de orientarea CAER, care presupunea stagnarea.

Grupul din sfera învățământului, cercetării și industriei, s-a angajat total în susținerea orientării accelerate spre asimilarea unor calculatoare și componente de generația a III-a, utilizabile în mod performant chiar și în folosul economiștilor statisticieni care, de altfel, acționau fără convingere și argumentație temeinică, fiind incitați și susținuți, uneori în mod deschis, de cei care făceau un joc dublu între cei doi poli ai controverselor, acreditându-și conjunctural apartenența la un grup sau altul. În cele din urmă, a obținut câștig de cauză polul decizional din sfera învățământului, cercetării și industriei.

La 22 iunie 1967, „Programul privind dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și prelucrarea datelor” a fost adoptat iar la 1 noiembrie 1967 se înființează „Comisia guvernamentală pentru dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și automatizarea prelucrării datelor”, având ca președinte pe I. Verdeț, prim vice-prim ministru și al cărui Secretariat permanent era condus de prof. M. Drăgănescu.

În aceste condiții, pe o perioadă de aproape patru ani (1967–1971), Secretariatul permanent al Comisiei guvernamentale a realizat principalele orientări strategice din programul menționat, realizându-se obiective care au marcat atât evoluția ulterioară a domeniului, cât și cariera a zeci de mii de specialiști care s-au format, practic începând din anii 1965/66, în domeniul informaticii.

Pentru realizarea programului a fost nevoie ca Secretariatul permanent al Comisiei să accepte confruntări și dezbateri deschise cu grupurile de specialiști, care își puteau aduce contribuția la succesul programului, pe baza unei concepții unitare, adaptate restricțiilor

impuse de condițiile social–economice și politice ale perioadei, urmărind sistematic realizarea următoarelor obiective:

*a – Asimilarea în fabricație a unui calculator de generația a III-a.*

În 1968, s-a înființat Institutul de cercetari pentru utilaj electronic de calcul, numit ulterior Institutul pentru tehnică de calcul (ITC), care a concentrat pe toți cei care au lucrat în domeniu la IFA în București. La Universitatea Timișoara sau la Universitatea Cluj.

Prin anii '65 ai secolului XX, S.U.A. refuzase Franței livrarea unui supercalculator, datorită poziției sale aparte în cadrul NATO. În consecință, Franța a lansat „Plan Calcul”, programul său propriu de construcție de calculatoare de generația a III-a. În 1968, în cadrul vizitei făcută în țara noastră, De Gaulle a acționat conform devizei „Donnez au Roumains tout ce qu'ils veulent” și, ca urmare, România a putut cumpăra din Franța licența pentru calculatorul IRIS, pentru Fabrica de circuite integrate, construită la Băneasa și Fabrica de calculatoare electronice (Vasile Baltac”, 2008).

Calculatorul IRIS 50, adaptat în România sub numele de Felix C256, s-a fabricat în Franța după calculatorul SDS 960, fiind realizat în anul 1969 de un grup de specialiști care lucraseră la IBM, la proiectul Stretch (IBM 7030), pe baza căruia s-a realizat familia de calculatoare IBM 360.

Asimilarea noilor tehnologii se făcea simultan în Franța și România, iar fabricația și utilizarea calculatorului (IRIS 50) Felix C256 au ridicat probleme atât licențiatorului cât și licențiatului. În plus, calculatorul fiind nou, nu avea o sferă largă de utilizare, fapt care a impus eforturi deosebite în realizarea programelor aplicative pentru diferite domenii, programe care nu se puteau importa, nefiind compatibile cu software-ul de bază, cu utilitarele și sistemele de gestiune ale fișierelor și bazelor de date realizate pentru calculatorul Felix C256.

Fabricația calculatorului în România a presupus realizarea mai multor investiții:

- Întreprinderea de calculatoare electronice pentru fabricația sistemului de calcul Felix C256, în platforma industrială Pipera.
- Întreprinderea de memorii pe ferite, la Timișoara.
- Întreprinderea pentru repararea și întreținerea utilajelor de calcul (IIRUC), în platforma Pipera.

- Întreprinderea de echipamente periferice (FEPER) și Societatea mixtă Rom Control Data (RCD), prima și singura societate mixtă, realizată cu tehnologie americană, în fostele țări socialiste în domeniul tehnologiei informației (IT).

În condițiile menționate, în legătură cu licența procurată din Franța, au circulat diverse păreri și comentarii. Secretariatul permanent al Comisiei a fost supus multor critici și atacuri răuvoitoare, chiar din partea unor persoane care erau la curent cu condițiile de embargou impuse la licențele de calculatoare care ar fi reprezentat o soluție mai bună pentru asimilarea în fabricație.

Sistemul de calcul FELIX C-256 avea un sistem de operare SIRIS-3 și era un sistem off-line cu acordare secvențială de timp diverșilor utilizatori (batch-processing). Lucrarea de procesat trebuia concepută și pregătită în altă parte și apoi se rula pe calculator, prin alocarea unui timp calculator fiecărui utilizator. Acest mod de lucru presupunea existența unui oficiu sau centru de calcul, unde utilizatorii veneau să-și ruleze programele pe calculator. La început, acest sistem de lucru a dat satisfacție, ulterior, din motive organizatorice, de timp, distanță, au început să apară probleme și, ca urmare, critici destul de vehemente la adresa celor care au militat pentru procurarea licenței.

Azi, la mai mult de 40 de ani de la încheierea licenței franceze pentru tehnica de calcul, reducând problema strict numai la aspectul ei tehnic, de specialitate, se pot aprecia următoarele:

- dacă nu se prelua licență, România, care dispunea de un grup de specialiști cu o pregătire adecvată, nu s-ar fi putut realiza, într-un timp relativ scurt, un sistem comparabil din punct de vedere tehnologic, al performanțelor hard, al sistemului de operare și al softului disponibil cu sistemele de generația III;
- a facilitat formarea, într-un timp relativ scurt, a unui număr impresionant de specialiști în domeniul informaticii, la un nivel comparabil cu cel existent la nivel internațional;
- a permis abordarea problemei informaticii, pe plan național, într-un mod coerent și sistemic și a condus la rezolvarea atât a unor probleme concrete din domeniul economic și social, cât și a unora cu caracter general.

În concluzie, se poate afirma că, în condițiile politice internaționale din anii 1965–1970, achiziționarea acestei licențe a fost o acțiune inspirată și avantajoasă pentru România, care a situat țara într-o

poziție avantajoasă în contextul internațional al timpului. România a reușit să realizeze, în cadrul țărilor membre CAER, primul calculator de generația a III-a și a exportat, până în 1989, tehnică de calcul în aceste țări.

b. *-Punerea în valoare a calculatorului asimilat în fabricație*, prin realizarea de programe aplicative, prin proiectarea și realizarea unui cadru instituțional corespunzător prin:

- crearea Institutului de cercetări în informatică (ICI), care avea responsabilitatea preluării licenței pentru programele aplicative și realizării în țară a unei biblioteci naționale de programe, după modelul European Program Library (EPL) al firmei IBM.

Institutul Central pentru Conducere și Informatică-ICI-1971- pe care profesorul Mihai Drăgănescu l-a condus în perioada 1976-1985 – a contribuit efectiv la îndrumarea activității științifice din informatică spre noi direcții: inteligența artificială, robotică, informatică industrială, precum și managementul unor acțiuni ca: fabricarea în țară de circuite integrate și calculatoare electronice de generația a III-a, trecerea României de la germaniu la etapa siliciului (Iancu Șt., 2002), implementarea în țara noastră, în perioada 1967-1985, a „Programului privind dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și prelucrarea datelor”, primul program de informatizare a economiei naționale.

- crearea unui centru de instruire și perfecționare a specialiștilor pentru utilizarea calculatoarelor în cadrul ICI;
- crearea unor centre teritoriale pentru servicii de prelucrare automată a datelor și pregătirea specialiștilor la viitorii beneficiari de calculatoare din teritoriu, realizate pe baza unor proiecte tip, în doua variante, implementate la Timișoara, Cluj, Iași și Pitești, care urmau să fie generalizate în toate capitalele de județ;
- crearea unor centre de calcul în institutele de învățământ superior din marile centre universitare, în institute de cercetare-proiectare și în întreprinderi reprezentative din marile platforme industriale.

c. – *Coordonarea activității de colaborare internațională în domeniul tehnicii de calcul.*

În anul 1967, fosta Uniune Sovietică a propus ca țările membre CAER să formeze o Comisie interguvernamentală pentru tehnica de calcul, menită să realizeze o cooperare industrială pentru realizarea unei serii unitare de mașini electronice de calcul (SUMEC), compatibilă cu familia IBM 360, familie care domina, la acea dată, circa 60% din piața mondială a calculatoarelor medii – mari.

Colaborarea economică și tehnico științifică, în cadrul CAER, era subordonată politicii de mare putere, practică de URSS, care era principalul cumpărător și de tehnică de calcul în cadrul acestei colaborări, fixând nivelurile de producție, în fiecare an și țară, după evidente criterii politice. După invadarea Cehoslovaciei în 1968 și afirmarea poziției României în cadrul Tratatului de la Varșovia, existau toate premisele impunerii unei stagnări a României, prin metode cunoscute în CAER, într-un domeniu esențial pentru modernizarea economiei și societății. În aceste condiții, pentru a nu fi supusă unor presiuni de planificare forțată în realizarea unui model din familia SUMEC, în cooperare cu cel puțin încă o altă țară membră CAER, România a decis să devină membru al Comisiei interguvernamentale a țărilor CAER, numai după ce va avea în fabricație un calculator modern.

La 21 septembrie 1968, la circa o lună de la invadarea Cehoslovaciei, profesorul Mihai Drăgănescu, secretarul permanent al Comisiei Guvernamentale pentru dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și automatizarea prelucrării datelor, a condus la Moscova o delegație guvernamentală română pentru a participa la tratative privind constituirea Comisiei interguvernamentale pentru tehnică de calcul a țărilor socialiste. De la începutul întâlnirii, partea sovietică anunță că, întrucât suveranitatea țărilor socialiste era limitată, Uniunea Sovietică a hotărât, și în numele acestor țări, constituirea Comisiei interguvernamentale menționate și că ședința la care se participa era, în fapt, prima ședință a acestei comisii. Datorită poziției delegației României, care s-a opus punctului de vedere al părții sovietice, se revine la respectarea dreptului internațional și se trece la tratative.

Pozițiile română și sovietică au rămas de atunci divergente în ceea ce privește dezvoltarea tehnicii de calcul. În țară s-a decis continuarea și finalizarea tratativilor cu țările occidentale. În final s-au încheiat tratativele cu Franța, privind preluarea unei licențe pentru producția în țară de calculatoare de generația III-a.

După asimilarea în fabricație a seriei zero a calculatorului Felix C256, s-au reluat tratativele de aderare la activitatea Comisiei interguvernamentale pentru tehnică de calcul, în care România și-a câștigat o poziție de prestigiu mai târziu, prin fabricația de minicalculatoare pe baza tehnologiei licențiate și a echipamentelor periferice realizate în cadrul societății mixte RCD, care se comercializau în ruble convertibile, procedeu neacceptat cu alte țări.

Profesorul Mihai Drăgănescu, secretarul permanent al Comisiei guvernamentale, a semnat acordul de cooperare în domeniul informaticii între România și Franța. Urmare a restricțiilor impuse de SUA la importul unor calculatoare performante necesare programelor militare, spațiale, nucleare și unor domenii de vârf ale economiei (aviație, energetică, etc), România a fost acceptată de Franța ca partener în realizarea primului model de calculator din familia IRIS (IRIS 50) al firmei Compagnie International pour l'Informatique (CII)

Acordul semnat cu Franța, a avut caracter secret în acele timpuri și s-a referit la colaborarea româno-franceză în toate domeniile orientării strategice, acest lucru fiind posibil atât datorită vizitei în România, în 1968, a Generalului Ch. de Gaule, cât și poziției autonome a Franței în cadrul NATO.

*d. Promovarea de principii și idei orientative care să ghideze activitățile operative și să permită stabilirea unor concepte pentru crearea unui sistem național informatic*

În anul 1969, Secretariatul permanent al Comisiei guvernamentale a elaborat un studiu care a analizat și soluționat, la acea dată, problema dotării cu tehnica de calcul a întreprinderilor industriale și a unităților economice în general, a centralelor industriale, a ministerelor și a altor organe ale administrației de stat. Studiul a introdus conceptul de centru de calcul de întreprindere, ca un compartiment propriu al unității de analiză și programare. În studiu s-a evidențiat, de asemenea, faptul că sistemul național informatic unitar al țării presupunea o structură în care întregul sistem informațional să aibă un caracter integrat, corelat cu o structură, de asemenea, integrată, a verigilor economice și sociale.

Secretariatul permanent al Comisiei guvernamentale pentru dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și automatizarea prelucrării datelor, evaluând, în mod corect, dificultățile

domeniului informatizării, a promovat principii și idei orientative care au ghidat activitățile operative și au permis stabilirea unor concepte pentru crearea unui sistem național informatic:

- ideea fundamentală că un sistem național informatic unitar nu poate fi creat dintr-o dată, ci trebuie constituit treptat, evolutiv, prin parcurgerea unor etape în care se capată suficientă experiență informatică, prin adaptări, îmbunătățiri și rețușări succesive;
- asigurarea compatibilității subsistemelor informaticii;
- antrenarea utilizatorilor, inclusiv a conducătorilor administrative, la toate nivelurile, în toate fazele dezvoltării unui sistem informatic;
- crearea unui sistem de transmisii de date prin utilizarea atât a liniilor de telecomunicații existente, cât și prin instalarea unor magistrale specializate pentru transmisii de date.

În perioada 1970–1973, profesorul Mihai Drăgănescu a publicat o serie de studii privind societatea și informatica, studii cuprinse apoi în volumul „Sistem și civilizație”, apărut în 1976. În aceste studii, încă din 1971 a susținut ideea unei „revoluții informatice”, a prezentat principii și idei orientative pentru crearea unui sistem informatic economico-social, care să funcționeze și un sistem informatic cetățenesc. Într-un studiu publicat, în volumul menționat anterior, Mihai Drăgănescu scria: „Acest proces, care a început în a doua jumătate a secolului XX, tinde să creeze în societate o structură informatică unitară care să deservească în cele din urmă:

- pe fiecare cetățean, cu putere de calcul și memorii auxiliare pentru autoeducația sa, precum și relații cu structurile societății din punct de vedere economic, cultural medical, juridic și social etc. Omul se va găsi nu numai într-un mediu ecologic și social, dar și într-un mediu informatic, care va schimba modul său de viață;
- fiecare unitate organizatorică, atât în modul ei de funcționare internă, cât și în relațiile cu organizațiile exterioare;
- societatea și economia în ansamblu, pentru conducerea acestora în scopul atingerii obiectivelor fixate;
- relațiile dintre state.”

În anii 1970/71 s-a încheiat etapa determinantă a creării în România a unei baze industriale moderne pentru informatică și pentru



utilizarea calculatoarelor din generația a III – a, într-un interval istoric scurt (4–5 ani), care a reprezentat un record pentru acea perioadă (Iancu Șt., 2004). Programul elaborat în 1967 a fost primul program de informatizare în România, care a trasat liniile directe ale activităților din domeniul informaticii până în anul 1985 și care a cunoscut unele modificări și adăugiri în anul 1971. Vremurile nu au fost favorabile însă dezvoltării informatice în România, la scara potențialului, astfel că în țara noastră nici, în acele timpuri, nu s-au putut realiza și priorități practice pentru dezvoltarea tehnologiei informației.

Din cauza neînțelegerii valorii principiilor și ideilor orientative, enunțate de profesorul Mihai Drăgănescu, și a fenomenului real al dezvoltării domeniului informatic, în 1971 polul puterii decizionale din sfera politică a convins conducerea statului român că sistemul național informatic ar fi realizabil în numai câțiva ani. Supralicitarea realizării sistemului informatic național, în confruntare cu realitatea, a compromis, după anii '80, ideea de sistem informatic național și conducerea nu a mai acordat investiții domeniului informatic și s-a interzis importul pe devalize convertibile inclusiv al componentelor pentru fabricație.

### **3. Specialiști români și realizări în domeniul informatic după desființarea „Comisiei guvernamentale pentru dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și automatizarea prelucrării datelor“**

Odată cu desființarea Comisiei guvernamentale începe o perioadă de confuzie organizatorică în domeniul informaticii, când au apărut paralelisme în activitatea desfășurată, legături de subordonare complicate și ineficiente, manifestări subiective, inexplicabile, ale unor personalități din domeniu. A fost o perioadă în care părerea specialiștilor nu a mai fost solicitată sau nu a mai contat. Lipsa unui cadru normativ care să reglementeze în mod stimulatv domeniul a făcut ca industria românească de tehnică de calcul, deși începuse în bune condiții care prevedeau frumoase perspective, să nu devină competitivă pe plan european, iar industria românească de programe să nu se dezvolte la nivelul creativ al specialiștilor din domeniu. Acest fapt a determinat și emigrarea multor informaticieni români. În prezent sute de asemenea specialiști au un rol important în domeniul tehnologiei informaticii din SUA, Canada, Franța, Germania, Australia etc.

Importul de tehnică de calcul a fost practic sistat în România, de la începutul anilor '70, iar importul de componente electronice din vest – de la începutul anilor '80 al secolului al XX-lea.

În perioada menționată au fost realizate, totuși, cu multe dificultăți, mai multe sisteme informatice destinate aplicațiilor micro-economice (gestiunea stocurilor și a mijloacelor fixe), asistării administrației publice (evidența impozitelor, registrelor unităților economico-sociale și teritorial-administrative, consumurilor specifice materiale pe produse etc.). Au fost realizate și sisteme informatice de proces care au fost implementate la diferite întreprinderi industriale. În fapt, aplicațiile informatice la nivel microeconomic, deși conțineau premisele integrării, au oferit mai mult imaginea unor insule decât părți integrante ale unor sisteme.

Experiența românească în domeniul informaticii a pornit de la cerințele societății noastre și s-a cristalizat în jurul conceptului de sistem național informatic, a cărui proiectare și realizare nu puteau fi de tip ingineresc, ci de tip „macrosistem societal”, care se dezvoltă cu un caracter aproape biologic. La nivel național, lipsa unor mijloace financiare suficiente și necesitatea depășirii unor dificultăți legate de punerea în funcțiune și de întreținerea echipamentelor și a sistemelor de operare au obligat specialiști în domeniu să rezolve aceste probleme în mod creativ, prin soluții tehnice și organizatorice originale. Astfel, în întreprinderile de producție de tehnică de calcul și în institutele dotate cu tehnica de calcul s-au format colective de specialiști cu o pregătire profesională deosebită, în dezvoltarea tehnologiei informației și comunicațiilor în România, după 1971, evidențiindu-se:

*George Samachișă* (n.1935 –) și-a început activitatea în calitate de cadru didactic în Universitatea Politehnica București și în August 1981 a plecat din țară iar, în martie 1983, s-a stabilit în California, SUA, unde lucrează și în prezent ca vicepreședinte al firmei SanDisk Corporation, firmă recunoscută în domeniul memoriilor nevolatile semiconductoare<sup>7</sup>. În acest domeniu *George Samachișă* a avut contribuții esențiale, principala sa realizare tehnică, care a stat la baza dezvoltării în lume de noi produse cu tehnologiile aferente de fabricație de memorii nevolatile semiconductoare fiind invenția „Split

<sup>7</sup> Memoriile nevolatile semiconductoare sunt cunoscute și sub denumirile de: memorii electronice statice de mare capacitate în volum fizic mic, memorii flash, memorii statice (pe cipuri) etc.

Gate Flash EEPROM (Electrically Erasable Programmable Memory) Cell”, o nouă celulă de memorie semiconductoare nevolatilă, a cărui cerere de brevet a înregistrat-o în S.U.A. în mai 1986 și i s-a eliberat brevetul de invenție nr. 4,783,766 cu titlul „Block electrically erasable EEPROM”. Astfel George Samachișă a devenit un component de bază a echipei tehnice manageriale care a făcut din SanDisk o companie de succes recunoscută în întreaga lume pentru produsele și tehnologiile aferente pentru producerea de memorii nevolatili, contribuind la dezvoltarea unui domeniu nou în industria memoriilor semiconductoare nevolatili – sisteme solide de stocare a informației de mare capacitate / „flash EEPROM solid state mass storage systems” – domeniul care a revoluționat modul în care se stochează informația, cu aplicații în industria fotografică (a înlocuit filmul pe peliculă), calculatoare (a eliminat disketele și mai recent înlocuiește discul de memorie din calculatoarele portabile), în stocarea muzicii (MP3), în stocarea imaginii, etc.

În perioada 1985–1989, George Samachișă a fost manager pentru dezvoltare tehnologică la SanDisk, fiind responsabil pentru dezvoltarea, testarea și transferul în producție curentă a noii memorii semiconductoare nevolatili EEPROM. A condus o echipă tehnică care a produs și comercializat pe piața mondială prima memorie EEPROM de 128Kb. Pe baza aceleiași celule de memorie semiconductoare nevolatilă inventată a produs apoi și noi memorii de 512Kb și 1Mb. Invenția domnului George Samachișă a fost prezentată în literatură (Chenming Hu, 1991) ca prima memorie semiconductoare nevolatilă.

În S.U.A., George Samachișă și-a continuat până în anul 2003 și activitatea didactică universitară predând cursuri fundamentale de Dispozitive Electronice Semiconductoare la studenții din programul de „Master of Science” din specialitatea Electrical Engineering and Computer Science.

George Samachișă s-a bucurat ca pionier al memoriilor nevolatili semiconductoare de recunoaștere internațională și în perioada 1986–2007 a fost ales membru al „Technical Committee, Nonvolatile Semiconductor Memory Workshop”, Monterey, California, iar din 2007 membru al „Technical Committee of the International Conference on Memory Technology and Design”, May 7–10, 2007, Giens, France.

Școala românească de teorie matematică a sistemelor automate, deschisă de V.M. Popov prin teoria hiperstabilității sistemelor a fost

dezvoltată de *Vlad Ionescu*<sup>8</sup> (1938–2000). Contribuțiile lui Vlad Ionescu la știința sistemelor sunt importante în domeniul teoriei generale a sistemelor cu rezultate deosebite privind sistemele optimale, al teoriei sistemelor de reglare automată, al teoriei structurale a sistemelor, al teoriei semnăturii continuată cu teoria robusteții care s-au bucurat prin originalitate și finețe analitică de o atenție specială în literatura de specialitate internațională.

Între anii 1965–1969, *Constantin Bulucea*<sup>9</sup> (n.1940 –) a fost autorul primului proiect românesc de transistor planar din siliciu și apoi pe baza rezultatelor obținute a dezvoltat o școală de înalt nivel de proiectare și tehnologie de fabricație pentru tranzistoare din siliciu, circuite integrate liniare și circuite integrate digitale MOS/LSI. A fondat Conferința anuală de semiconductori (CAS), una din cele mai prestigioase conferințe științifice naționale, devenită apoi conferință internațională IEEE, care continuă și azi. Constantin Bulucea a efectuat lucrări de pionierat în domeniul de mare importanță al fenomenelor de purtători fierbinți, simularea dispozitivelor și a proceselor lor de fabricație, a adus contribuții la arhitectura și tehnologia dispozitivelor semiconductoare submicronice și a elaborat în colaborare cu Adrian Rusu o teorie a tranzistorului cu inducție statică, cu prioritate în domeniu (Iancu Șt. 2007).

Opera științifică a profesorului *Ioan Dumitrache*<sup>10</sup> (n.1940 –) cuprinde: elaborarea unei teorii unitare pentru analiza și sinteza sistemelor fluidice discrete bazate pe fenomenul atașării jeturilor la pereți solizi, incluzând elaborarea de modele matematice generale pentru funcționarea elementelor logice, elaborarea unui sistem unitar de elemente fluidice logice (pentru aplicații industriale), elaborarea conceptuală și fizică a primului element fluidic cu logica de prag și dezvoltarea unei metodologii unitare de sinteză a sistemelor fluidice cu logica de prag; conceperea și elaborarea unor algoritmi de reglare și conducere a proceselor, structuri și algoritmi robusți de reglare cu predicție pentru procesele cu timp mort, proceduri de alegere și

---

<sup>8</sup> Ionescu Vlad – inginer; membru corespondent al Academiei Române (23 februarie 1996)

<sup>9</sup> Bulucea Constantin – inginer român în SUA; membru de onoare din străinătate al Academiei Române (6 iunie 2001)

<sup>10</sup> Dumitrache Ioan – inginer; membru corespondent al Academiei Române (21 iulie 2003)

acordare a reguletoarelor respective în funcție de tipul proceselor, metodologii de reglare cu predicție pentru procese multivariabile cu timp mort, conceperea și elaborarea bibliotecii de algoritmi de reglare pentru sistemul distribuit, dezvoltarea și testarea unor algoritmi neliniari cu structură variabilă, conceperea unor structuri adaptive de conducere a proceselor și analiza robusteții algoritmilor adaptivi; conceperea și dezvoltarea unor sisteme de programe pentru proiectarea și simularea sistemelor dinamice; cercetarea și elaborarea unor modele matematice pentru caracterizarea unor biosisteme și procese biotehnologice, în special în domeniul modelării sistemului vizual și al sistemului respirator; conceperea și adoptarea unor algoritmi și structuri pentru reglarea și conducerea adaptivă și optimală a acțiunilor electrice; cercetări în domeniul controlului inteligent (a conceput și testat arhitecturi de conducere hibridă și autonomă a proceselor, arhitecturi de sisteme inteligente de conducere a sistemelor de fabricație, etc), a creat primul laborator de Control inteligent și bioinginerie.

În perioada 1973–1974, la IPRS –Băneasa, *Dan Dascălu*<sup>11</sup> (n.1942-) a contribuit la realizarea și experimentarea în țară a primelor dispozitive de microunde-diodele IMPATT cu siliciu, asimilate în fabricație (studiul de laborator–1973; modelul experimental–1974; prototipul omologat–1978; omologarea seriei zero–1979). În perioada 1976–1988 a condus la IPRS-IPB un colectiv de cercetare asupra fizicii și tehnologiei contactului metal-semiconductor utilizat în construcția dispozitivelor semiconductoare și a circuitelor integrate. Rezultatele cercetării au fost publicate la Editura Academiei Române, în 1988, în lucrarea „Contactul metal-semiconductor în microelectronică”. Dan Dascălu a contribuit la realizările școlii românești de dispozitive electronice și de microelectronica, continuând opera fondatorului școlii (acad. Mihai Draganescu), prin trei monografii apărute în Editura Academiei Romane: „Injecția unipolară în dispozitive electronice semiconductoare” (1972); „Transit-time effects in unipolar solid-state devices” (1974); și „Electronic processes in unipolar solid-state devices” (1977). Timp de 25 de ani, aceste cărți au fost singurele monografii de dispozitive electronice publicate de un român în străinătate. Ce-i drept nu toate dispozitivele electronice UNIPOLARE descrise în aceste cărți au rezistat timpului, dar electronica de astăzi se bazează într-o măsură

<sup>11</sup> Dascălu Dan – inginer; membru corespondent (13 noiembrie 1990) și membru titular (23 martie 1993) al Academiei Române

covârșitoare pe dispozitive semiconductoare UNIPOLARE (și acest lucru nu era evident în 1971, anul apariției primului microprocesor, când manuscrisul primei cărți a fost predat la editură). În perioada în care s-a derulat programe tehnologic informatic al țării, Dan Dascălu a reușit, antrenând un colectiv de tineri cercetători, să obțină accesul la dotările fabricilor și institutelor și să realizeze produse și prototipuri – premiere naționale de răsunet (dispozitive semiconductoare generatoare de microunde care au fost exportate, echipamente și sisteme digitale de microunde pentru transmisia digitală, care erau în curs de asimilare în producție în dec. 1989).

*Mihail Voicu*<sup>12</sup> (n. 1943–), are o operă științifică care acoperă următoarele domenii: (1) teoria sistemelor și analiza și sinteza sistemelor automate; (2) automatizări industriale și în energetică; (3) dezvoltarea cercetării și învățământului superior în automatică și calculatoare. Rezultatele obținute se grupează astfel:

- modele bazate pe ecuații cu derivate parțiale și determinarea distribuțiilor spațiale ale potențialului și gradientului de potențial pentru sisteme de tip bobină și transformator electric.
- identificarea completă a proceselor dinamice liniare deterministe continue utilizând matricea Hankel constituită de coeficienții Taylor ai funcției de transfer. Utilizarea bloc matricei Hankel constituită de coeficienții Taylor ai matricei de transfer pentru calculul ordinului McMillan.
- definirea și analiza ca proces aleatoriu a regimului deformant din rețelele electrice. Ca proces determinist, regimul deformant a fost introdus în 1927 de acad. C. Budeanu. Tratarea ca proces aleatoriu a condus la soluții de compensare optimală a regimului deformant utilizând filtre Wiener autoadaptive.
- interconexiunea Kirchhoff (generalizare a conexiunii paralele a dipolilor electrice) și interconectabilitatea omonimă a sistemelor cu ieșiri și perturbatii comune (generatoare de abur, generatoare electrice, motoare de tracțiune). Pe baza controlabilității / observabilității funcționale a ieșirii / intrării s-au formulat condiții necesare și suficiente de

<sup>12</sup> Voicu Mihail – inginer; membru corespondent al Academiei Române (24 martie 2006)

interconectabilitate și elementele structurale patologice ale interconexiunii Kirchhoff.

În ultimii 20 de ani, în opera lui Mihail Voicu, sunt dominante definirea și caracterizarea, pe *componentele* vectorului de stare folosind metoda invarianței de flux, a stabilității (exponențial) asimptotice, stabilității absolute, robusteții stabilității asimptotice, stabilizabilității și detectabilității. Condițiile analitice sunt inegalități, fapt care confera acestor proprietăți o robustețe naturală explicita. Totodată, această abordare oferă posibilitatea unei caracterizări mai fine/subtile prin evaluarea componentelor stării în comparație cu abordarea clasică bazată pe evaluarea globală (în normă) a stării. Domenii de utilizare: circuite electrice și sisteme biologice, ecologice, farmacocinetice, economice etc. În cazul liniar, s-a formulat și soluționat stabilizarea pe componente prin reacția după stare. Problema duală – detectabilitatea pe componente a stării a condus la condiții de existență și de sinteză a estimatorului de stare cu eroare descrescătoare exponențial pe componente. Pentru sistemele automate cu structură variabilă (colaborare cu B. I. Morosan) s-a dat o nouă definiție a suprafeței ideale de alunecare, bazată pe invarianța de flux, s-au obținut condiții necesare și suficiente de alunecare și s-au tratat unitar procesul de atingere a suprafeței de alunecare și procesul de alunecare propriu-zisă. În ultimii ani (în colaborare cu O. Păstrăvanu și Mihaela Matcovschi) s-au obținut rezultate privind: sisteme de tip matrice interval, robustețea stabilității pe componente, extinderi la sisteme dinamice neliniare, stabilizabilitatea / detectabilitatea pe componente, stabilitatea exponențială invariantă de flux, stabilitatea diagonală generalizată, stabilitatea absolută pe componente a unei clase de biosisteme, și stabilitatea rețelelor neuronale artificiale.

Cercetările aplicative ale profesorului M.Voicu s-au concretizat în soluții tehnice (zece invenții) pentru: traductoare, regulatoare, dispozitive de comandă, de protecție și de semnalizare; automatizări industriale și în energetică, telecomanda și monitorizarea distribuției energiei electrice (cu rețele de calculatoare); sisteme de vedere artificială și recunoaștere a formelor cu aplicații în robotică; sistem flexibil de fabricație integrat cu calculatorul.

*Adrian Rusu*<sup>13</sup> (n. 1946–) are următoarele contribuții fundamentale în teoria structurilor electronice semiconductoare: elabo-

---

<sup>13</sup> Rusu Adrian- inginer; membru corespondent al Academiei Române (8 noiembrie 1994)

rarea unor modele fizice pentru componentele microelectronice active, modele care au fost preluate de literatura științifică mondială: optimizarea tensiunii de străpungere la joncțiunile pn cu poartă și la diodele Schottky, curbele universale ale străpungerii capacitorului MOS, modelul distribuit al tranzistorului MOS, modelul de prim ordin al tranzistorului cu inducție statică; enunțarea unei legi și a unor teoreme ale fenomenelor de conducție electrică neliniară, care fundamentează printr-un punct de vedere unitar toate procesele de conducție din structurile electronice. Adrian Rusu a inventat dispozitive electronice și circuite integrate, realizate în calitate de demonstratori, dintre care unele au fost introduse în circuitul industrial: dioda Schottky cu gradient lateral al concentrației de impurități (brevet România, Germania, utilizat în construcția MONOCIP); circuite integrate bazate pe structuri operaționale MOS cu poartă rezistilă; condensator variabil electronic și metodă de măsurare a timpului de viață a purtătorilor în exces; variante de tranzistoare cu inducție statică cu performanțe crescute în domeniul capacității în tensiune și frecvență; tetroda cu inducție statică.

Lucrările teoretice ale lui Adrian Rusu, publicate în reviste prestigioase, se referă la străpungerea capacitorului MOS, terminațiile planare pentru joncțiuni de înaltă tensiune, determinarea timpului de viață al purtătorilor de sarcină prin metoda capacității de difuzie, precum și la teorema conducției electrice neliniare. În anul 2000 a publicat o carte de referință în domeniul dispozitivelor electronice semiconductoare „Conducție electrică neliniară în structuri semiconductoare”, în care întreaga fundamentare teoretică este subordonată unei legi și unei teoreme a conducției electrice neliniare, elaborată de autor.

Teoria sistemelor automate și informatice a fost dezvoltată de Florin Gh. Filip<sup>14</sup> (n. 1947–) care a deschis în România noi domenii de cercetare: proiectarea asistată de calculator a configurațiilor de echipamente pentru sisteme informatice în timp real (1972–1974); dezvoltarea de algoritmi originali în teoria grafurilor; realizarea unuia din primele pachete de proiectare asistată de calculator; sisteme ierarhizate de optimizare și conducere (1974–1990); propunerea unor legi de coordonare on line și a unor algoritmi pentru sistemele cu structură rară și parametrii relativi constanți, tehnologia managemen-

<sup>14</sup> Filip Florin Gh. – inginer; membru corespondent (18 decembrie 1991) și membru titular (17 decembrie 1999) al Academiei Române



tului și modele pentru societatea informațională și bazată pe cunoștințe; sisteme de asistare a deciziilor (SAD) (1980); propunerea unor arhitecturi de sisteme suport pentru decizii (SSD) hibride (cu modele matematice și IA), metode de reprezentare multinivel; sisteme antropocentrice. Principala sa realizare practică constă în familia de sisteme suport pentru decizii (SSD), denumită DISPECER. (1980–1982). Florin Gh. Filip a proiectat SSD-uri care au fost implementate în țară la combinate petrochimice și metalurgice din România (Midia, Brazi, Suceava, Timișoara, Resița) și au fost exportate.

*Mihai N. Mihăilă*<sup>15</sup> (n. 1948) în domeniul „Spectroscopia de zgomot  $1/f$ ” a descoperit mecanismele de excitare fononică în zgomot  $1/f$  („The participation of phonons in  $1/f$  noise” was also born out...by Mihaila, Kousic van Vliet, Handel, Bosman, *Advances in Physics* 34, 663–1986), demonstrând astfel că parametrul de fluctuație a mobilității are caracter spectroscopic (*Physics Letters*, 1984). A observat pragurile de excitare fononică în zgomotul  $1/f$  al tranzistorului bipolar (*Noise in Physical Systems*, 1987) și al filmelor metalice (*Physics Letters*–1985, *Noise in Physical Systems*–1986), stabilind existența în zgomot  $1/f$  a unui efect analog efectului Franck-Hertz (*Noise in Physical Systems*, 1987). A pus astfel bazele spectroscopiei de zgomot  $1/f$  (*Noise in Physical Systems*, 1986). A confirmat spectroscopia de zgomot  $1/f$  (*Noise in Physical Systems*, 1997) prin două noi metode de spectroscopie, metode pe care le-a dezvoltat prin măsurători realizate pe gaz electronic bidimensional. Aceste rezultate au arătat că și în cazul unui sistem liniar, mecanismul microscopic al zgomotului  $1/f$  este neliniar (*Quantum  $1/f$  Noise and Other Low Frequency Fluctuations*, 1995). În domeniul identificării surselor microscopice fundamentale de zgomot  $1/f$ , Mihai N. Mihăilă a observat ca atât fononii de suprafață cât și cei de volum participă la generarea zgomotului  $1/f$  (*Noise in Phys. Syst.*, 1991), demonstrând astfel că sursa comună de zgomot  $1/f$  în volum și la suprafață este interacția electron-fonon. Această observație a rezolvat o dispută veche de 40 de ani în domeniu. El a introdus metoda superpoziției densităților de stări fononice, metodă cu care a identificat mișcările atomilor de suprafață și de volum ca fiind sursele microscopice fundamentale de zgomot  $1/f$  și a arătat astfel că zgomotul  $1/f$  este, ca și mișcarea browniană, un fenomen fizic fundamental datorat

<sup>15</sup> Mihăilă Mihai N. – inginer; membru corespondent al Academiei Române (21 octombrie 1999)

mişcării perpetue de vibrație termică a atomilor. Mihai N. Mihăilă a stabilit o conexiune între parametrul de fluctuație a mobilității și funcția de densități de stări fononice/funcția Eliashberg, oferind astfel prima interpretare fizică acestui parametru introdus empiric în 1969 (Hooge). A observat că dependența de temperatură a parametrului de fluctuație a mobilității în filme, conductoare și nanopunți metalice și semiconductoare este imaginea spectrului de vibrație termică al atomilor. Ca urmare, funcția de distribuție a energiilor de activare, euristic introdusă de „școala din Chicago”, este imaginea raportului dintre densitatea de stări fononice și frecvența de vibrație atomică, iar anarmonicitatea (neliniaritatea) rețelei apare ca factor natural în generarea zgomotului  $1/f$ . Toate aceste observații au condus la unificarea modelelor de zgomot  $1/f$ .

În 1989, Gh. Păun<sup>16</sup> (n. 1950–), devenit unul dintre liderii domeniului gramaticilor cu derivare controlată, a publicat împreună cu J. Dassow, monografia „Regulated Rewriting in Formal Language Theory”, Springer, Berlin, 1989, care a devenit o lucrare de referință standard în domeniu. Gh. Păun, co-fondator al teoriei sistemelor de gramatici, una dintre cele mai active ramuri ale teoriei limbajelor formale, a construit în mare măsură (uneori în colaborare cu A. Salomaa, G. Rozenberg, N. Xuan My, C. Martin-Vide, etc) domeniul numit acum „gramatici contextuale Marcus”, inițiat de S. Marcus în 1968; El este unul dintre fondatorii teoriei calculabilității pe bază de ADN, a introdus (uneori în colaborare cu A. Salomaa, G. Rozenberg, L. Kari etc) mai multe concepte și modele care au fost apoi studiate de numerosi cercetători (H sisteme simple, controlate, distribuite, automate Watson-Crick, sisteme de inserție-ștergere, sisteme „sticker”) și a dat prima demonstrație de universalitate a unui sistem de calcul bazat pe operația de splicing, iar tehnica de demonstrație folosită a devenit instrument standard în domeniu. În 1998, Gh. Păun a inițiat calculul cu membrane, inspirat din structura și funcționarea celulei vii, iar respectivele modele se numesc acum sisteme P de la numele initiatorului domeniului. Mai multe variante de bază de P sisteme ca și tehnicile de demonstrație frecvent folosite în domeniu au fost introduse de Gh. Păun. Prima prezentare monografică a domeniului, Gh. Păun, „Membrane Computing”, a apărut în 2002 în seria Natural Computing

<sup>16</sup> Păun Gh. – matematician-informatician; membru corespondent al Academiei Române (24 octombrie 1997)

a editurii Springer, Berlin, iar în 2005 a apărut și volumul „Applications of Membrane Computing”, editat de G. Ciobanu, Gh. Păun, M. J. Perez-Jimenez. Gh. Păun a introdus multe alte noțiuni, preluate de numeroși cercetători români și străini: modele gramaticale pentru procese economice (monografie la Ed. Tehnică, 1980), gramatici cu valențe, secvențe auto-generate (numite apoi „secvențe Păun-Saloomaa”), gramatici bazate pe pattern-uri, eco-sisteme de gramatici, calcul cu figuri bidimensionale, limbaje „thin” și „slender” etc.

*Horia Nicolai Teodorescu*<sup>17</sup> (n. 1951–) a abordat în 1988 problema oscilatorilor fuzzy, introducând primul system fuzzy cu reacție de la acea vreme. Principalele sale contribuții sunt legate de consolidarea școlii române de sisteme fuzzy (fundamentează teoretic și demonstrează primul sistem fuzzy haotic, inițiază noi aplicații ale sistemelor fuzzy și neuro-fuzzy în medicină și lingvistică) și inteligență artificială, publică lucrări în domeniul teoriei și aplicațiilor dinamice, al rețelelor de funcții cuplate, al sintezei și analizei sistemului vocal și a introdus teoria sistemelor de măsură cu dinamică haotică și demonstrează astfel de sisteme, precum și teoria filtrării și predicției bazate pe forme (patternuri). Horia Nicolai Teodorescu a creat o serie de concepte și metode noi și a dezvoltat teoria corespunzătoare, precum conceptul de senzor haotic, metoda de minimizare prin activare selectivă a regulilor în procesoarele fuzzy, conceptele de filtrare și control orientate spre caracteristici (features) și pattern-uri etc.

În România, dr. fizician *Eugen Pavel* (n. 1952–) a realizat Hyper CD-ROM-ul, o memorie optică tridimensională multistrat bazată pe fenomenul extincției controlate a fluorescenței care s-a dezvoltat ca urmare a dezvoltării unor tipuri de microscopie optice care permit selectarea tridimensională a unor volume de ordinul micronului cub. Microscopul confocal are caracteristici remarcabile: o rezoluție pe verticală 0,35 μm, iar pe orizontală de 0,18 m pentru o radiație laser de 488 nm. Elementul cheie la microscopul confocal este apertura de numai 50 μm. Suportul memoriei optice este un disc de sticlă de 10 × 120 mm dopată cu material fluorescent fotosensibil, iar scrierea și citirea memoriei se efectuează cu un sistem format dintr-o unitate de disc având dimensiunile de 300x300x700 mm și care încorporează un microscop confocal.

<sup>17</sup> Horia Nicolai Teodorescu- inginer; membru corespondent al Academiei Române (23 martie 1993)

Procedeul de scriere constă în iradierea unui volum selectat al memoriei optice, iar în urma iradierii se produce o tranziție electronică la nivel atomic, zonele iradiate prezentând o fluorescență modificată față de zonele neiradiate, cu un efect stabil în timp la temperatura ambiantă și care este folosit pentru înregistrarea unui bit de informație. Pentru citire se utilizează același microscop confocal, memoria optică fiind scanată cu trei sisteme de deplasare: vertical, radial și rotativ. Capacitatea de stocare este de 10TB (10.000 GB) (pentru un bit de informație fiind necesar un volum de 1 micron cub) în 10.000 de straturi cu o durată de viață practic nelimitată, putând ajunge până la 5000 de ani.

Într-un micron cub de material fluorescent fotosensibil se află cca  $10^8$  atomi fluorescenți, perfecționarea tehnicilor de localizare tridimensională a atomilor ar permite creșterea capacității de stocare cu opt ordine de mărime; scrierea și citirea pe grupe de atomi situați în poziții echivalente ar permite creșterea capacității de stocare de peste 100 de ori, ceea ce ar face ca pe un disc de  $10 \times 120$ mm diametru să poată fi stocați peste 1.000.000 GB.

Hyper CD-ROM-ul este util în toate domeniile ce presupun operații cu volum mare de date de înregistrare și de arhivare. De exemplu digitalizarea celor circa 1,6 milioane de volume ale Bibliotecii Academiei Române, informație estimată la 50 TB, ar necesita 80.000 CD-uri convenționale sau numai 5 Hyper CD-ROM-uri. Un singur disc s-ar putea citi integral în 200 de zile, pe el putând fi înregistrate 3000 de filme a 130 de minute.

În domeniul inteligenței artificiale, a excelat *Gheorghe Tecuci*<sup>18</sup> (n.1954 -) care a inițiat și dezvoltat o teorie, metodologie și familie de sisteme pentru construirea de agenți inteligenți instruibili de către nespecialiști în calculatoare. Elemente ale acestei teorii în continua dezvoltare au fost publicate în numeroase lucrări, cea mai importantă fiind volumul „Building Intelligent Agents: An Apprenticeship Multistrategy Learning Theory, Methodology, Tool and Case Studies” (G. Tecuci, Academic Press, 1998). Sisteme din familia Discipol, care ilustrează versiuni succesive ale acestei teorii, au fost utilizate pentru construirea de agenți specializați în rezolvarea unor probleme complexe, în cadrul unor programe americane de cercetare, în compe-

<sup>18</sup> Tecuci Gheorghe – inginer; membru corespondent (9 martie 1991) și membru titular (8 septembrie 1993) al Academiei Române

țiție cu alte abordări dezvoltate în cele mai avansate centre de cercetare din SUA, demonstrând rezultate superioare acestora. Această nouă abordare va permite ca nespecialiștii în calculatoare să nu mai fie doar utilizatori ai unor programe dezvoltate de specialiști, ci creatori ai propriilor asistenți inteligenți prin instruirea agenților, ceea ce are un impact deosebit asupra societății. Din 1990 este profesor la Catedra de Calculatoare a Universității „George Mason” din S.U.A. unde, într-un timp record de șase ani, a parcurs toate gradele profesionale, fiind în prezent profesor titular și director al Centrului de Agenți Instruibili (<http://lac.gmu.edu>), pe care l-a înființat în 1995. Între anii 1994 și 1999 a fost director al Centrului de Cercetări Avansate în Învățarea Automată, Prelucrarea Limbajului Natural și Modelarea Conceptuală al Academiei Române. Din 2000 este „Visiting Professor of Artificial Intelligence” la „US Army War College” unde între anii 2001 și 2003 a fost „Chair of Artificial Intelligence”. A publicat în jur de 175 de lucrări științifice, contribuind la dezvoltarea unor direcții de cercetare noi în inteligența artificială, precum: învățarea multistrategică (*Multistrategy Learning*, Morgan Kaufmann, 1994, în colab.), integrarea învățării automate și a achiziției de cunoștințe (*Machine Learning and Knowledge Acquisition: Integrated Approaches*, Academic Press, 1995, în colab.) și agenții instruibili (*Building Intelligent Agents: An Apprenticeship Multistrategy Learning Theory, Methodology, Tool and Case Studies*, Academic Press, 1998). Firul director al cercetărilor sale este dezvoltarea agenților cognitivi folosiți ca o extensie a capacităților umane de raționament, prin integrarea naturală și sinergetică a abilităților complementare ale omului (e.g., experiență, creativitate, intuiție, înțelepciune) și calculatorului (memorie, rapiditate, robustețe, cunoștințe). În acest scop a inițiat și elaborat o teorie originală de dezvoltare a agenților cognitivi prin instruire (*Disciple: A Theory, Methodology and System for Learning Expert Knowledge*). Un astfel de agent are capacități avansate de învățare și este instruit să rezolve probleme dintr-un anumit domeniu de specialitate (e.g., inginerie, medicină, strategie militară) ca un student căruia i se explică cum să rezolve probleme concrete, i se dau probleme noi de rezolvat și i se explică greșelile făcute. Prin învățare, agentul evoluează către un discipol al profesorului (*The Disciple-RKF Learning and Reasoning Agent*, în colab.). Teoria se bazează pe concepte originale precum spațiile de versiuni plauzibile (*Automating Knowledge Acquisition as Extending, Updating and Improving a Knowledge Base*),

integrarea raționamentelor logice și probabilistice (*Disciple-LTA: Learning, Tutoring and Analytic Assistance*, în colab.) și arborii de justificare plauzibilă (*Plausible Justification Trees: a Framework for the Deep and Dynamic Integration of Learning Strategies*). Această teorie în continuă dezvoltare va permite nespecialiștilor în calculatoare să nu mai fie doar utilizatori de sisteme de calcul (e.g., email, editoare de texte, sau Internet) ci creatori de agenți inteligenți personali, capabili să-i ajute să facă față cerințelor crescânde ale unei societăți din ce în ce mai complexe (*Agent-Assisted Center of Gravity Analysis*, GMU Press, în colab). A fost distins cu Premiul „Traian Vuia” al Academiei Române în 1987. Lucrarea sa *Developing Intelligent Educational Agents with the Disciple Learning Agent Shell* (în colab.) a primit Premiul pentru cea mai bună lucrare a Conferinței Internaționale „Intelligent Tutoring Systems”, San Antonio, S.U.A. 1998, iar lucrarea *Development and Deployment of a Disciple Agent for Center of Gravity Analysis* (în colab.) a primit Premiul pentru aplicarea inovativă a inteligenței artificiale, de la Asociația Americană pentru Inteligență Artificială (2002). În 2003 „US Army” i-a acordat „Department of the Army Outstanding Civilian Service Medal” pentru „contribuții deschizătoare de drumuri în aplicarea inteligenței artificiale la determinarea centrelor de greutate”, iar în 2005 „Volgenau School for Information Technology and Engineering” i-a acordat „Faculty Outstanding Research Award”.

Primul sistem de dialog în limba română, bazat pe o prelucrare grosieră a limbajului (analiza morfologică urmată de o analiză sintactico-semantică ghidată de o mulțime de șabloane dependente de domeniul discursului) a fost realizat la ICI în anul 1981 de către un colectiv condus de Dan Tufiș<sup>19</sup> (n.1954). Sistemul elaborat în ICI folosea tehnicile demonstrării automate în calculul predicatelor de ordin 1 ca tehnica inferențială în generarea răspunsurilor la întrebări. (Tufiș D.,1981) O variantă îmbunătățită, numită SDLR (Sistem de Dialog în Limba Română), finalizată în 1983, a sistemului aducea ca element de noutate explicitarea reprezentării semantice a analizei și interpretării întrebărilor prin rețele semantice de tip evenimential. O nouă abordare a sistemului clădită pe gramatici semantice, numită IURES, a constituit nu numai o premiera națională, dar în multe privințe prezenta soluții inedite pe plan mondial. Astfel, schema de

<sup>19</sup> Tufiș Dan – inginer; membru corespondent al Academiei Române (24 octombrie 1997).

reprezentare a cunoștințelor realiza o îmbinare a metodelor de reprezentare declarative cu cele procedurale. (Tufiș D., 1985) În o a doua versiune, sistemul IURES a încorporat metode originale de navigare într-o rețea semantică cu moștenire multiplă și a fost omologat internațional în 1988. În același an el a fost vândut în URSS, fiind primul produs românesc de inteligență artificială exportat.

În paralel cu activitatea în domeniul prelucrării limbajului natural, Dan Tufiș a realizat și un mediu de programare funcțională, numit TC-LISP care s-a impus în țară ca produs standard pe minicalculatoare pentru programarea în domeniul inteligenței artificiale. Sistemul TC-LISP prezenta o serie de concepte de programare inedite în programarea LISP: spații virtuale multiple, aritmetică «chirurgicală», utilizarea controlată de utilizator a memoriei virtuale, programare paralelă etc. TC-LISP a fost omologat internațional în anul 1988 și exportat în fosta URSS (devenind astfel al doilea produs românesc de inteligență artificială valorificat la export). Implementarea TC-LISP reprezintă după aprecierile unor specialiști una dintre cele mai puternice implementări din lume pentru minicalculatoare (Tufiș D., 1987).

Din 2001, Dan Tufiș conduce proiectul de mare anvergură Romanian Wordnet, unul dintre cele mai mari ontologii lexicale din lume, compatibil și aliniat cu Princeton WordNet. A coordonat dezvoltarea mai multor sisteme pentru inteligență artificială și procesarea limbajelor naturale cu care a participat și a câștigat la diferite competiții internaționale organizate de asociații profesionale de prestigiu (NAACL 2003, ACL 2005, CLEF 2006, CLEF 2007, ACL 2007 etc). Limba română a fost introdusă în circuitul competițional începând cu anul 2006 și de atunci participarea specialiștilor români de la Institutul Academiei Române de Cercetări pentru Inteligență Artificială din București, condus de Dan Tufiș și de la Facultatea de Informatică a Universității „A.I. Cuza” din Iași a fost întotdeauna încununată de succes, toate competițiile de întrebare-răspuns pe limba română fiind câștigate de cele două grupuri de cercetare din România. În anul 2009, pentru prima oară, rezultatele competiției pentru sisteme de întrebare-răspuns în limbaj natural (CLEF-ResPubliQA<sup>20</sup>)

<sup>20</sup> CLEF (Cross Language Evaluation Forum) este cea mai importanta competiție europeană în domeniul evaluării sistemelor de regăsire inteligență a informațiilor în documente textuale sau multimedia. Această competiție este organizată pe mai multe probe specifice. Prima ediție a avut loc în anul 2000 anul acesta fiind ediția aniversară cu numărul 10.

au putut fi comparate interlingual, întrucât întrebările de test (500) au fost aceleași în 7 limbi (bulgară, engleză, franceză, germană, italiană, română și spaniolă) răspunsurile trebuind a fi căutate în corpusul paralel al legislației europene „Acquis Communautaire” disponibil în toate limbile Uniunii Europene. Sistemul dezvoltat la Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială de grupul coordonat de prof. Dan Tufiș a obținut cel mai bun scor dintre toate cele 44 de sisteme participante. O probă similară, dar de data aceasta dedicată interogării enciclopediei multilinguale Wikipedia (GikiCLEF) a fost câștigată de un sistem realizat tot de un român, Iustin Dornescu, absolvent al Facultății de Informatică a Universității „A.I. Cuza” din Iași, actualmente doctorand la Universitatea din Wolverhampton, Marea Britanie.

O deosebită impresie a lăsat și grupul de studenți din anul II ai Facultății de Informatică din Universitatea „A.I. Cuza” din Iași, coordonat de lector univ.dr. Adrian Iftene, care nu numai că a participat la 8 din cele 10 probe ale CLEF2009, dar a și câștigat proba iCLEF (căutare interactivă într-o sub-colecție de fotografii extrase din Flickr). Ediția CLEF2009 a fost fără îndoială o sărbătoare a cercetării și învățământului românesc.

În 1977, a fost realizat primul minicalculator românesc compatibil cu PDP11, numit Independent-100 (I-100). Ulterior, la ITC, s-a realizat și minicalculatorul Independent I-102F<sup>21</sup>, evoluat ca arhitectură și performanță față de I-100, iar Dan Tonceanu transferat de la ITC la Fabrica de calculatoare (FCE) a realizat minicalculatorul Coral, care tehnologic era superior celor din seria Independent, dispunând de o sursă mai bună de circuite integrate importate. Minicalculatoarele Independent, având mai puține componente critice, s-au bucurat și de un frumos succes comercial, fiind exportat în RDG, Cehoslovacia, China, Orientul Apropiat (Irak, Siria, Egipt) etc.

După anii '80 ai secolului XX, industria națională de tehnică de calcul a continuat să se dezvolte: au fost construite minicalculatoare electronice compatibile DEC PDP 11 și VAX 730, microcalculatoare electronice compatibile: SPECTRUM și IBM-PC model XT (concepție

<sup>21</sup> I-102F includea și tehnici moderne: memorie „cache” și un grad ridicat de paralelism al operațiilor, ceea ce i-a permis să atingă o viteză maximă de 2,5 milioane de instrucțiuni pe secundă, comparabil cu cele mai performante PDP-11 din lume și cu mult peste minicalculatoarele, realizabile la acel timp, în țările membre CAER. I-102F dispunea de un procesor de virgulă flotantă (de aici litera F în I-102F) cu precizia de 64 biți.



proprie). De asemenea, s-au produs unități periferice (imprimante, plottere, videoterminale, unități de memorie externă cu discuri amovibile etc.) în întreprinderi de profil, înființate în acest scop la București și Timișoara, precum și la întreprinderea mixtă Rom Control Data București. Primul calculator personal (PC) a fost realizat, numai ca model experimental deoarece nu se dispunea de circuitele integrate necesare, de către FCE împreună cu Institutul Politehnic București (Adrian Petrescu). Deoarece numele de „calculator personal” nu corespundea viziunii politice din acel timp, echipamentului realizat ca model experimental i s-a schimbat denumirea din PC în microcalculator sau „automat programabil de instruire”.

La nivel național, lipsa unor mijloace financiare suficiente și necesitatea depășirii unor dificultăți legate de punerea în funcțiune și de întreținerea echipamentelor și a sistemelor de operare au obligat specialiști în domeniu să rezolve aceste probleme în mod creativ, prin soluții tehnice și organizatorice originale. Astfel, în întreprinderile de producție de tehnică de calcul și în institutele dotate cu tehnica de calcul s-au format colective de specialiști cu o pregătire profesională deosebită.

La Institutul pentru automatizări, au fost elaborate pentru industrie microcalculatoarele ECAROM și SIDET, care s-au fabricat la FEA – București și la IEIA – Cluj Napoca. Au fost concepute, de asemenea, sisteme distribuite și automate programabile, introduse în fabricație la Întreprinderea Automatica București și a fost asimilat în microproducție industrială sistemul modulat AMS, care, printre altele, a echipat și instalația de automatizare a metroului Bucureștean.

În 1984, a fost realizată, pentru prima oară în România, o mașină de inteligență artificială denumită DIALISP, de către un colectiv condus de Gh. Ștefan (n.1948) din Institutul Politehnic București.

În Agiea, județul Constanța, din anul 2007, există o locuință numită „casă inteligentă<sup>22</sup>”, care este încălzită de la energia pământ-

---

<sup>22</sup> Noțiunea de casă inteligentă care să se adapteze cerințelor persoanelor care locuiesc într-un asemenea spațiu a apărut încă din 1920, fiind introdusă de Le Corbusier, arhitect modernist. Odată cu evoluția tehnologică noțiunea de casă inteligentă a cunoscut noi semnificații. În anii '70 ai secolului XX, această noțiune era utilizată pentru spațiile care încorporau tehnologii de eficientizare a energiei utilizate, iar ulterior, prin dezvoltarea rapidă a tehnologiei informației, noțiunea a început să fie folosită pentru spațiile controlabile prin intermediul calculatorului electronic. În prezent o casă inteligentă semnifică un spațiu care întrunește caracteristicile unui sistem de management care înglobează toate semnificațiile anterioare ale noțiunii.

tului și este iluminată printr-un sistem care stochează energia electrică obținută de la soare sau de la vânt. Toate comenzile de comandă și controlul funcționării sunt asigurate de către un calculator electronic. Proprietarul casei poate vedea pe un ecran cum se execută telecomenzile date. Se pot declanșa aprinderea și stingerea luminilor, la ora dorită, pornirea și oprirea centralei termice<sup>23</sup>, deschiderea sau închiderea geamurilor și ușilor în funcție de cât de tare bate vântul, păstrarea unei anumite umidități a aerului, pornirea automată a muzicii într-o cameră la o oră prestabilită, controlul camerelor de la distanță cu ajutorul camerelor de luat vederi etc. Controlul casei poate fi accesat de la distanță prin Internet. În prezent, definiția cea mai completă unei case inteligente este: casa care, prin intermediul automatizării, integrează tehnologii și servicii pentru asigurarea unei calități optime a traiului.

Casa de la Agigea este un prototip al Institutului pentru cercetări energetice (ICPE) și urmărește nu numai aplicarea sistemului inteligent ci și autonomia energetică a locuinței, precum și posibilitatea derulării unor scenarii în caz de calamitate.

În anul 2001, Academia Română elaborează o strategie privind societatea informațională-societatea cunoașterii, definiind vectorii tehnologici și cei funcționali ai societății cunoașterii, primul vector tehnologic pentru societatea cunoașterii fiind considerat Internetul de bandă largă (Filip Florin, 2001).

Industria IT din România ocupa locul 40 într-un clasament al competitivității realizat în iulie 2007 de Economist Intelligence Unit. Clasamentul cuprindea 64 de state din șapte regiuni ale lumii și a fost realizat pe baza unor indicatori precum mediul de afaceri, infrastructura IT și mediul de cercetare și dezvoltare. România a devansat state precum Rusia, China, Ucraina și Bulgaria, însă a fost întrecută în ceea ce privește competitivitatea industriei IT de țări precum Slovenia, Ungaria și Cehia. În fruntea clasamentului s-au situat SUA și Japonia.

După ce România a intrat în Uniunea Europeană, piața internă din domeniul tehnologiei informației este dominată de firme multinaționale,

<sup>23</sup> În timpul iernii, o rețea de tuburi prin care circulă apa rece este îngropată în pământ. O pompă de căldură, care funcționează pe principiul sistemului de aer condiționat, preia energia termică a pământului, o transferă apei, o amplifică ridicând temperatura apei până la 40–50° C și o aduce în rețeaua de încălzire a casei. În timpul verii, aceeași instalație răcește apa la temperatura din sol pe baza ciclului termodinamic al frigiderului.

ignorarea industriei TIC de către capitalul național determinând ca firmele cu capital românesc să nu mai figureze între primele 10 firme TI din țară. Pentru viitor ar fi necesar să se dezvolte mai intens cercetarea-dezvoltarea națională în domeniul TIC, pentru conceperea de produse și aplicații TI, în special, pentru întreprinderi mici și mijlocii.

În anul 2008, veniturile marilor companii internaționale TIC au scăzut, comparativ cu 2007, cu circa 10% , dar analiștii români susțin că piața autohtonă TIC nu va fi puternic influențată de situația globală. Ministrul român al comunicațiilor a declarat la cel mai mare târg TIC european – CeBIT Hanovra-martie 2008-că piața TIC din România va crește în 2008, față de 2007, cu aproape 36%, ajungând la o valoare de peste 7 miliarde de EURO. Se consideră că în această creștere, piața de hardware va juca principalul rol, întrucât necesitățile de produse hard, în special de calculatoare personale, depășește cu mult cererea pentru software sau servicii TI specifice. Previziunile pentru următorii 5 ani se referă la creșteri anuale de circa 10%, dar va fi posibil, datorită fluctuațiilor din piața aplicațiilor de business, să apară și stagnări de creșteri pe parcurs.

#### **4. Dezvoltarea telecomunicațiilor**

Comunicația tehnică reprezintă transmiterea de semnale purtătoare de informație între două puncte, telecomunicația fiind înțeleasă, mult timp, drept numai comunicație între două puncte (telegrafie, telefonie), deși și difuziunea radio (radiodifuziunea), difuziunea video (televiziunea) și în ultimul timp webcastingul (difuziunea prin Internet), care sunt destinate receptării publicului larg, sunt tot evidente forme de telecomunicație.

La 14 februarie 1876, Alexander Graham Bell anunța public inventarea telefonului, iar în 1878 Thomas Alva Edison inventează microfonul cu cărbune pe care, împreună cu bobina de inducție-transformatorul le adauga telefonului lui Bell, sporindu-i considerabil raza de acțiune. În România, telefonul a fost introdus încă din 1877 de către fabrica de aparate telegrafice și de semnalizare „Teirich & Leopold” (Perciu Nicolae, 1999).

În lume, radiodifuziunea a început să funcționeze în lume în anii 1922, iar la noi în țară în 1928, televiziunea electronică în lume în anii 1930, televiziunea prin cablu în anii 1950, la noi în țară în 1956 iar webcastingul în lume în 1982 la noi în 1993.

În 1955, în țara noastră, a început, odată cu înființarea, în cadrul Ministerului poștelor și telecomunicațiilor, a Laboratorului pentru cercetări în telecomunicații (L.C.T.), activitatea de cercetare științifică organizată în aceste domenii. L.C.T., a avut ca domenii de preocupare atât cercetarea teoretică în telefonie și radio-televiziune cât și cercetare tehnologică în scopul elaborării de echipamente de telecomunicații care să fie introduse în fabricație.

Istoria dezvoltării tehnologiei comunicațiilor în România poate fi sintetizată prin enumerarea în Tabelul 1 și în Fig. 1. etapelor mari, esențiale ale telecomunicațiilor (Drăgănescu Mihai, 2003). Domeniul comunicațiilor în România a urmat îndeaproape dezvoltarea mondială, prin eforturi de cunoaștere, construire sau importare de aparatură, instalare și experimentare de către specialiști români, formați în țară sau în străinătate, în întreaga perioadă de la telegrafie până la Internet.

La introducerea noilor realizări tehnice în comunicație și la noi în țară au contribuit personalități științifice de seamă dintre care sunt de menționat:

Prima lucrare despre televiziune în România „Problema televiziunii”, a fost publicată în 1928 de către fizicianul *George D. Cristescu* (n. 1902) care a efectuat cercetări în fizică, radiotehnică și televiziune. *George Cristescu* a efectuat, în 1928, și prime încercări de transmitere a imaginilor la distanță (*Stanciu Nicolae*, 1975).

*Tabelul nr. 1*

| <b>Etaple mari, esențiale ale telecomunicațiilor</b> | <b>Diferența în ani între România și planul mondial.</b> |
|--|--|
| Telegrafia   | 9 ani  |
| Telefonia  | 1 an   |
| Radioul  | 6 ani  |
| Televiziunea   | 14 ani   |
| Internetul   | 11 ani   |

*Gh. Cartianu* (1907–1982) este considerat creatorul școlii românești de radiocomunicații. În domeniul stabilității sistemelor cu reacție sau cu rezistență negativă și al condițiilor de producere a oscilațiilor în sisteme liniare, *Gh. Cartianu* a determinat că stabilitatea unui sistem în apropiere de condițiile sale limită spre instabilitate

este determinată de semnul produsului dintre rezistența circuitului și derivata reactanței lui în raport cu frecvența (Remus Răduleț, 2000).

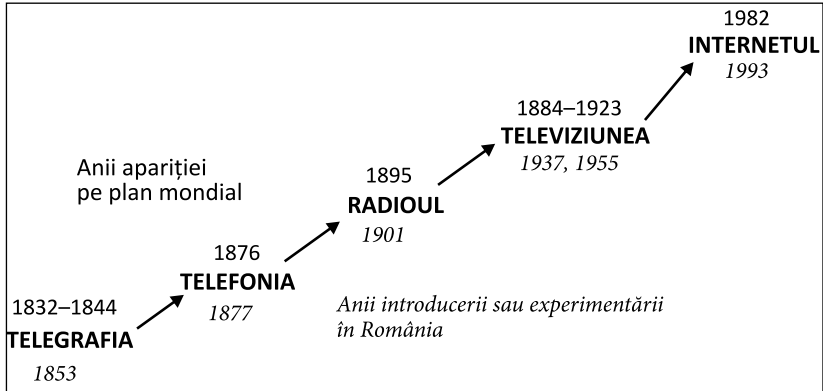


Fig. nr. 1.

*Anton Alexandru Necșulea*<sup>24</sup>, (1928–1993) a fost cel mai de seamă specialist român în electroacustică și a publicat lucrări importante în domeniul radiodifuziunii. A publicat două tratate importante de specialitate: *Bazele acusticii clădirilor și Electroacustica în sonorizare*.

În perioada 1978–1986, *Dan Dascălu* a condus un colectiv de cercetare care a realizat în 1981 prima transmisie radio în frecvențe supra înalte (SHF). În 1984, același colectiv a realizat primele echipamente complete de emisie-recepție în SHF iar în 1986 s-a omologat o variantă perfecționată a acestor echipamente, un radioreleu digital de microunde destinat transmisiei de date și de voce și, în particular, destinat interconectării calculatoarelor. Colectivul condus de Dan Dascălu a realizat în 1984–1990 și unele radiorelele digitale de microunde.

*Alexandru Spătaru* (n. 1920) a condus cercetările pentru realizarea primelor instalații românești experimentale de televiziune: în alb-negru între 1953–1955 și apoi în culori. În anul 1955 încep primele emisiuni de televiziune alb-negru cu caracter regulat, iar în culori în anul 1964. Alexandru Spătaru a publicat, în anii 1966–1971, volumul „Teoria transmisiunii informației”, care a fost apoi tradusă și în limba franceză (1970–1973) (Drăgănescu Mihai, 2003).

<sup>24</sup> Necșulea Anton Alexandru – inginer; membru de onoare al Academiei Române (23 martie 1993)

*Nicolae Stanciu* (n.1932 -) specialist în domeniul televiziunii, a contribuit la lansarea Televiziunii Române, pe care a condus-o timp de mulți ani din punct de vedere tehnic. A clarificat problema influenței zgomotului de impulsuri asupra calității imaginii de televiziune în funcție de polaritatea semnalului de modulație și a introdus noi parametri privind aprecierea calității imaginii' (Stanciu Nicolae, 1975). A publicat volume precum „Tehnica televiziunii în alb-negru” (București,1965), „Televiziunea – baze teoretice” (Berlin, 1972) (Drăgănescu, Mihai, 2003).

În România, introducerea transmisiilor de date și a Internetului a început în 1971 când *Marius Guran* (n.1936 -) a demarat la Institutul Central de Cercetări în Informatică (ICI) primele studii privind rețelele de calculatoare (Filip Florin, 1996). În anul 1975 au fost fabricate primele modemuri românești (IPA) și testarea liniilor de telecomunicații din România pentru transmisia de date (ICI și MTTC), iar în 1979, la ICI s-a realizat o rețea locală (LAN) pentru interconectarea calculatoarelor în rețele pe zone restrânse, acțiune finalizată prin proiectul CAMELEON, în cadrul căruia au fost realizate componentele hardware și software necesare interconectării locale a micro și minicalculatoarelor, rețeaua fiind omologată cu succes. În 1984, ICI (în colaborare cu MTTC) constituie rețeaua RENAD-RENOC cu 3 noduri, rețea care va cuprinde în 1989 un număr de 18 noduri operaționale (Filip, Florin, 2001).

Realizarea primei rețele naționale de calculatoare electronice, prin proiectul RENAC/RENOD, denumit UNIREA în etapa finală, a fost un succes care a condus la acordarea premiului Traian Vuia al Academiei Române în anul 1985<sup>25</sup>. A fost un proiect uriaș, care a reușit să interconecteze trei noduri, folosind comutația de pachete de date, la calculatoare medii-mari (main-frame), microcalculatoare și minicalculatoare. Experimentul UNIREA a reușit să interconecteze prin transmisii de date, prin comutație de pachete, principalele provincii istorice ale României, țara noastră fiind prima țară dintre fostele țări membre

---

<sup>25</sup> Proiectul RENAC/RENOD a început în anul 1973 la ICI, cu tehnologii de transmisie de date devenite ulterior specifice pentru Internet. În anul 1985, odată cu desființarea Institutului Central de Informatică, proiectul finalizării rețelei RENAC/RENOD la scara întregii țări, prevăzută într-un decret de stat, a fost abandonat, de puterea care conducea atunci țara, din motive cu totul și cu totul subiective.

CAER care a reușit un asemenea proiect. Acesta a fost un succes deosebit al tehnologiei informației românești care a contribuit și la formarea a zeci de specialiști care, ulterior, au avut un rol deosebit în constituirea noilor rețele de calculatoare RNC, RoEduNet, LogicNet ș.a. din țara noastră. A fost un proiect uriaș, realizat pe parcursul a aproape 12 ani de muncă, Marius Guran conducând în acest scop, la început un colectiv, apoi un laborator de cercetare extins în cele din urmă la o secție de cercetare. Acest proiect a fost finalizat cu o soluție omologată. A reușit să interconecteze trei noduri folosind comutația de pachete de date, la calculatoare medii-mari (main-frame), microcalculatoare și minicalculatoare. Experimentul UNIREA a reușit să interconecteze prin transmisii de date prin comutație de pachete principalele provincii istorice ale României, țara noastră fiind prima țară dintre țările CAER care a reușit un asemenea proiect. A fost un succes deosebit al tehnologiei informației românești. De menționat că în anul 1985, odată cu desființarea Institutului Central de Informatică, proiectul finalizării rețelei la scara întregii țări, prevăzută într-un decret de stat, a fost abandonat, de puterea care conducea atunci țara, din motive cu totul și cu totul subiective. Nu s-a vorbit prea mult de acest proiect deoarece s-au aplicat restricții severe privind „secretul de stat”, care a influențat major cunoașterea proiectului RENAC/RENOD și chiar supraviețuirea lui și a Institutului Central de Informatică, acesta fiind desființat în 1985. De remarcat și importanța acestui proiect la formarea a zeci de specialiști care după anul 1990 au avut un rol deosebit în constituirea noilor rețele de calculatoare RNC, RoEduNet, LogicNet ș.a. din țara noastră. Tot la Institutul Central de Informatică s-a realizat și o rețea locală (LAN) pentru interconectarea calculatoarelor în rețele pe zone restrânse, inițiată și cu cercetări inițial conduse de Marius Guran, finalizată în cadrul *proiectului CAMELEON* (Florin Păunescu, Dan Goleșteanu ș.a.). Au fost realizate componentele hardware și software necesare interconectării locale a micro și minicalculatoarelor, rețeaua fiind omologată cu succes. (Drăgănescu, Mihai, 2001).

În 1992, la ICI se creează primul nod românesc Internet care realizează legătura internațională cu European Academic Research Network (EARN) prin Universitatea din Viena. În același an, la acest nod, s-au legat IFA, UPB, UTTI, CEPES și IMAR, iar în 1993, nodul asigură conectivitate completă la Internet, ICI fiind prima entitate din România conectată la Internet. La 26 februarie 1993 are loc cuplarea

oficială a României la Internet, domeniul „ro” fiind recunoscut la nivel internațional de către Internet, Assignment Numbers Authority. (Filip Florin, 1996).

### **5. Perspectiva atingerii în România a obiectivelor stabilite la Lisabona pentru anul 2010 în domeniul tehnologiilor societății informaționale**

Societatea Informațională integrează obiectivele dezvoltării durabile, bazată pe dreptate socială și egalitate a șanselor, protecție ecologică, libertate, diversitate culturală și dezvoltare inovativă, restructurarea industriei și a mediului de afaceri și reprezintă o nouă etapă a civilizației umane care permite accesul larg la informație, un nou mod de lucru și de cunoaștere și va amplifica posibilitatea globalizării economice și a creșterii coeziunii sociale. Suportul tehnologic al noii societăți se constituie prin convergența a trei sectoare: tehnologia informației, tehnologia comunicațiilor, producția de conținut digital.

La reuniunea specială din 23–24 martie 2000 de la Lisabona, Consiliul European extraordinar al Comunității Europene a primit din partea Comisiei Europene inițiativa intitulată „eEurope – O societate informațională pentru toți” apreciată ca o inițiativă politică care să constituie o garanție pentru ca Uniunea Europeană (UE) să profite din plin, pentru generațiile viitoare, de evoluțiile legate de societatea informațională. Inițiativa a fost adoptată ca un plan de acțiune (Feira, 2000), și apoi a fost actualizată în 2002, la Sevilla prin documentul strategic „eEurope 2005 – O Societate Informațională pentru toți”. Comisia Europeană a luat această inițiativă în scopul accelerării implementării tehnologiilor digitale în Europa și al asigurării competențelor necesare pentru utilizarea acestora pe scară largă.

Inițiativa „e-Europe” are un rol central în agenda reînnoirii economico-sociale pe care și-o propune UE, constituind totodată elementul cheie pentru modernizarea economiei europene, pentru tranziția la noua economie bazată pe cunoaștere, în perspectiva anului 2010. În consecință inițiativa „eEurope” își propune să aducă Europa în situația de a beneficia din plin de avantajele economiei digitale, de a valorifica la maxim prioritățile sale tehnologice, de a-și crește potențialul educațional și antreprenorial necesar. Prin „eEurope”, UE și-a stabilit un nou obiectiv strategic până în anul 2010 și anume „de a deveni cea mai competitivă și cea mai dinamică economie bazată



pe cunoaștere din lume, capabilă să asigure o creștere economică susținută, cu noi locuri de muncă mai bune și cu cea mai mare coeziune socială” (Consiliul European, Lisabona, martie 2000).

Strategia națională pentru domeniul tehnologiei informației și comunicațiilor (TIC), adoptată în anul 2000, ca parte integrantă a „Strategiei naționale de dezvoltare economică pe termen mediu (2000–2004)”, aprecia că „progresul rapid către Societatea Informațională reprezintă pentru România principala opțiune strategică de dezvoltare economică și socială, de apropiere a nivelului de dezvoltare de acela al partenerilor din Uniunea Europeană” și că acest progres este „mai mult decât o oportunitate pentru o țară în dezvoltare ca România. Societatea Informațională poate fi o șansă istorică, unică pentru țara noastră, de angajare rapidă într-un proces de dezvoltare economico-socială pozitiv și durabil”

Strategia națională a domeniului tehnologiei informației și comunicațiilor „Orizont 25”, dezbătută la Palatul Parlamentului la 2 septembrie 2004, enunță că „Societatea informațională este un obiectiv al dezvoltării și nu un deziderat în sine, este o componentă esențială a programului politic și economic de dezvoltare și o condiție majoră pentru integrarea României în structurile euro-atlantice. Trecerea la Societatea Informațională este unul din obiectivele strategice ale Guvernului României și una din condițiile de preaderare la Uniunea Europeană”. O condiție esențială în procesul de creare a Societății Informaționale îl constituie existența și dezvoltarea continuă a infrastructurii informaționale și de comunicații, precum și constituirea Spațiului European de Cercetare (SEC).

Preocupată de realizarea obiectivelor stabilite de inițiativa „e-Europe”, UE urmărește ca țările nou asociate din Europa Centrală și de Sud Est, inclusiv România, să realizeze obiectivele stabilite prin documentul strategic „e-Europe 2005 – O Societate Informațională pentru toți”. Una din acțiunile întreprinse pentru evaluarea stadiului pregătirii țărilor nou asociate din Europa Centrală și de Sud Est, inclusiv România, pentru a participa la SEC a fost seminarul internațional „Viziuni asupra domeniului Știința și Tehnologia Informației (IST), provocări și neajunsuri pentru țările membre ale UE și pentru țările candidate în atingerea obiectivelor stabilite la Lisabona pentru anul 2010” organizat la 18 octombrie 2004 de către Institutul pentru Studii Prospective și tehnologice al Centrului de Cercetări Comune din

cadru Directoratului General al Comisiei Europene împreună cu Forumul pentru Societatea Cunoașterii al Academiei Române și Proiectul European ROINTERA (“Integrarea comunității științifice românești în Spațiul European de Cercetare”, executant Academia Română) în localul Universității „POLITEHNICA” București. Lucrările seminarului pot fi consultate dacă se accesează site-ul <http://www.rointera.ro>.

Cuvântul de deschidere al seminarului a fost rostit de către profesorul Mihai Popescu, prorectorul Universității POLITEHNICA București, care a evidențiat necesitatea asigurării prin instruire calificată o continuitate în acțiune pentru a nu apărea rupturi între prezent și viitor și a definit scopul seminarului ca fiind dezbaterea căilor de realizare a societății bazată pe cunoaștere, ceea ce presupune intensificarea pregătirii profesionale de competențe și stimularea creativității.

Lucrările propriu zise ale seminarului au fost organizate pe următoarele teme:

1. Tendințe, factori stimulativi și provocări pentru Lisabona 2010;
2. Provocări ale tehnologiei Europene;
3. Capacități europene de cercetare-dezvoltare în domeniul tehnologiei informației și comunicațiilor (TIC);
4. Integrarea comunității europene în SEC în cadrul Europei lărgite.

În cadrul temei „Tendințe, factori stimulativi și provocări pentru Lisabona 2010” Corina Pascu, reprezentând Institutul pentru Studii Prospective și Tehnologice al Centrului de Cercetări Comune, a prezentat o lucrare privind tematica prezenta și viitoare de cercetare în domeniul TIC în cadrul Uniunii Europene și o lucrare privind un studiu Delphi referitor la obiective, procese și prime concluzii privind dezvoltarea tehnologiilor Societății Informaționale (TSI) în SEC. În cadrul aceleiași teme domnul academician Florin Gh. Filip, președintele Forumului pentru Societatea Cunoașterii, a prezentat o lucrare privind utilizarea tehnicilor specifice TIC în studiile prospective privind Societatea Informațională – Societatea Cunoașterii (SI-SC).

În prima lucrare din cadrul primei teme s-a făcut o analiză comparativă a structurii studiilor din cadrul Programelor cadru (FP) 2003–2004 (FP5) și 2005–2006 (FP6) și s-au indicat orientările pentru FP7. Din analiza comparativă între FP5 și FP6 a rezultat că schimbările majore apărute s-au concretizat într-o concentrare a eforturilor și în constituirea unei mase critice de cercetare, precum

și a unei colaborări mai intense între diversi participanți. Astfel dacă în FP6 au fost selectate de trei ori mai puține teme de cercetare decât în FP5, bugetul mediu pentru un proiect integrat în FP6 a fost de 5 ori mai mare decât bugetul mediu/proiect în FP5. S-a evidențiat, de asemenea, că obiectivele strategice pentru programul de cercetare TSI în cadrul FP6 trebuie să asigure „oriunde și oricând” accesul tehnologiei informației la soluționarea provocărilor majore economice și sociale, incluzând teme din domeniile: tehnologii software și calcul și comunicații (comunicații mobile, comunicații pe bandă largă), componente și micro sisteme (nanoelectronică, componente fotonice, integrare micro/nano, subsisteme micro/nano), tehnologii de interfață și cunoștințe (sisteme cognitive, cunoștințe semantice, interfețe multimodale).

În ceea ce privește orientările pentru FP7 s-a indicat necesitatea perfecționării infrastructurii de cercetare, a coordonării politicilor și programelor de cercetare regionale și naționale, a constituirii de rețele de cercetare. Ca noutăți s-a arătat că în FP7 va fi posibil pentru prima oară un parteneriat public-privat, precum și faptul că se vor admite în cercetarea fundamentală echipe de cercetare individuale. Orientările strategice ale Centrului Comun de Cercetări pentru FP7 stabilesc următoarele trei domenii de cercetare prioritare:

- Biosensori, nano-tehnologii și asigurarea sănătății în Europa;
- Securitate publică și integritatea personală;
- Tehnologii de monitorizare și perfecționare a managementului mediului.

În cea de a doua lucrare a primei teme, au fost prezentate previziunile privind dezvoltarea IST în Spațiul European de Cercetare în baza unui studiu Delphi. Din acest studiu au rezultat care sunt:

- principalele impedimente în dezvoltarea aplicațiilor tehnologiilor Societății Informaționale (TSI) în Europa (probleme create de inegalitatea socială care determină diferite nivele de acces la TSI; crearea de noi abilități și expertize profesionale; lipsa unor finanțări corespunzătoare cerințelor de inovare.);
- domeniile asupra cărora trebuie focalizată atenția pentru aplicarea eficientă și în beneficiul societății a TIS (inovarea instituțională și socială, reducerea nivelului de diferențiere în ceea ce privește accesul la mijloacele tehnice IST, îmbunătățirea infrastructurii de comunicații);

- domeniile de aplicare a TIS pentru realizarea obiectivelor UE (educație și învățământ, serviciul public de asistență socială, guvern, organizații de muncă, diversitate culturală).

A treia lucrare a primei teme a fost dedicată unui studiu de caz privind desfășurarea Proiectului Academiei Române „Strategii și soluții pentru Societatea Informațională – Societatea Cunoașterii” al cărui scop a fost de a favoriza demersul de reflecție anticipativă și de a oferi repere necesare Strategiei Naționale pentru Societatea Informațională. În expunere s-a evidențiat faptul că în realizarea proiectului s-au folosit tehnici de rețea atât pentru documentarea prin INTERNET cât și pentru comunicarea între membrii executanți ai proiectului. În cadrul proiectului s-a elaborat un studiu bazat pe consultarea opiniei experților prin aplicarea metodei Delphi în variantă electronică, care a urmărit: obținerea consensului în definirea principalelor concepte care erau utilizate; evaluarea stadiului existent de crearea în țară a SI-SC și extrapolarea tendințelor, formularea opțiunilor strategice majore, precum și clarificarea următoarelor teme: aspecte de sinteză privind SI-SC în România: necesitate, oportunitate, fezabilitate, orientare; actori și roluri în dezvoltarea SI-SC în România; acțiuni cu declanșare imediată; costurile inacțiunii sau ale întârzierii. Concluziile studiului bazat pe consultarea opiniei experților prin aplicarea metodei Delphi pot fi consultate pe situl web [http://www.academiaromana.ro/pro\\_pri/pag\\_com01soc.inf\\_prpri.html](http://www.academiaromana.ro/pro_pri/pag_com01soc.inf_prpri.html). Celelalte studii tematice realizate în cadrul proiectului SI-SC pot fi consultate pe situl web [http://www.academiaromana.ro/pro\\_pri/pag\\_com01soc.inf\\_tem\\_html](http://www.academiaromana.ro/pro_pri/pag_com01soc.inf_tem_html).

În concluzie, în cea de a treia lucrare s-a evidențiat faptul că mijloacele TIS sunt eficiente prin utilizare în cercetare, ele facilitează identificarea problemelor și extrapolarea rezultatelor activităților desfășurate. Proiectele realizate prin cooperarea desfășurată cu ajutorul calculatorului permit o bună comunicare și colaborare între oameni situați în localități diferite care preferă să lucreze într-o manieră asincronă și elimină inconvenientele tradiționale ale întâlnirilor „față în față” ceea ce facilitează creșterea eficienței în muncă prin managementul atât a resurselor de cunoștințe de grup, cât și a resurselor de cunoștințe individuale.

În cadrul temei a doua „Provocări ale tehnologiei Europene” Corina Pascu a prezentat lucrarea: „Previziunea ca instrument al dezvoltării strategiilor comune în domeniul TSI al UE”, iar Dr. Peter

Tancig membru al „Grupului consultativ în domeniul tehnologiilor Societății Informaționale (ISTAG)” a prezentat lucrarea: „Marile provocări TIC (TSI) – viziuni ale ISTAG” .

În prima lucrare din cadrul temei a doua s-a prezentat experiența acumulată în cadrul proiectului european FISTERA („Previziuni privind tehnologiile Societății Informaționale în Spațiul de Cercetare European”) cu privire la dezvoltarea TIC în SEC. Expunerea a început cu enunțarea misiunii FISTERA și anume de a dezvolta și întări rețeaua de instituții și cercetători pentru înțelegerea factorilor cheie care vor face posibil ca Europa să devină unul din liderii din domeniul TIC. Modul de lucru pentru conceperea previziunilor FISTERA constă în studierea viziunilor naționale privind dezvoltarea IST în țările europene și înțelegerea atât a ceea ce este comun, cât și a ceea ce este diferit în previziunile privind această dezvoltare; stabilirea corespondenței între viziunile naționale elaborate și obiectivele stabilite la Lisabona; luarea în considerare a factorilor cheie sociali (îmbătrânirea și starea sănătății, pluralismul cultural, învățământul comunitar, etica, adâncirea diferențierilor în ceea ce privește posibilitatea de acces la mijloacele tehnice TSI), economici (mobilitatea cercetătorilor, evoluția afacerilor economice și a comerțului), tehnologici (miniaturizarea, integrarea sistemelor, fiabilitatea și robustețea sistemelor, libera disponibilitate în raport cu caracterul privat al proprietății), politici (eficiența guvernamentală, securitatea). În baza acestui mod de lucru s-a concluzionat că se va manifesta o convergență între tehnologiile bio, nano, cogno.

În cea de a doua lucrare s-a evidențiat faptul că „ISTAG” a folosit previziunile grupurilor similare din Europa cu scopul de identifica tendințele majore în dezvoltarea TIC ca elemente relevante pentru construirea societății bazate pe cunoaștere și de a explora importanța științifică, economică și socială a acestor tendințe, precum și a potențialelor implicații de natura legală și etică ale realizării acestora. Selectarea previziunilor potențiale s-a făcut după criterii care să le ofere un caracter vizionar pe o perioadă de 10 ani și care să se bazeze pe cercetări fundamentale și inginerești în mai multe domenii ale științei calculatoarelor, atât hardware cât și software, și să permită integrarea diverselor tehnologii. Cercetările efectuate au permis stabilirea următoarelor domenii prioritare de cercetare TIC.

1 – Tehnologii și modele avansate TIC (tehnologii cognitive, interfețe om-mașină, mediul distribuit de calcul, management avansat al cunoștințelor);

2 – Infrastructuri și metode inovative TIC (dezvoltarea de sisteme software intensive, simularea și modelarea de sisteme, tehnologii de comunicare de nouă generație, nanoelectronică, arhitecturi și sisteme senzoriale);

3 – Mari provocări ale tehnologiilor Societății Informaționale (automobile cu securitate 100%, companioni multilinguali, roboți companioni pentru persoane în vârstă, calculatoare care se autorepară și se automonitorează, agenți de poliție internet, simulatoare de boli și tratament, augmentarea memoriei personale, jachete de comunicare universale, vizualizare personală pe 360°, agent de transport aerian ultrașor, memorii inteligente de larg consum).

Grupul consultativ în domeniul tehnologiilor Societății Informaționale a anunțat că realizarea obiectivelor de la Lisabona ar putea fi frânată de următorii factori:

- autosatisfație pentru realizările obținute și fragmentarea comunităților științifice atât la nivel național cât și la nivelul UE;
- legături insuficiente între cercetare și industrie;
- absența integrării componentelor majore ale unei economii bazată pe inovare;
- performanța suboptimă a celor 10 noi state membre ale UE în FP6;
- lipsa de contacte, informare, experiență și înțelegere privind importanța cercetării-dezvoltării-inovării;
- lipsa competenței în cercetare, a „inteligenței sociale”, a unui mediu favorabil social de afaceri.

În cadrul temei a treia „Capacități europene de cercetare-dezvoltare în domeniul tehnologiei informației și comunicațiilor (TIC)” Corina Pascu a prezentat lucrarea: „Traiectorii strategice ale centrelor de cercetare TIC din Europa – constatări ale proiectului european FISTERA” iar Rolanda Predescu, din partea Ministrului Educației și Cercetării a prezentat lucrarea: „Capacități de cercetare în cadrul sistemului de C&D din România”. Au fost făcute și 5 prezentări de capacități de cercetare din noi state membre și țări candidate ale UE.

În prima lucrare s-a evidențiat că, în cadrul proiectului FISTERA, s-a constatat că domeniile tematice care sunt bine poziționate atât în

Europa, cât și la nivel global, sunt domeniile „tradiționale” ca micro/opto electronică, comunicații, software și că cele mai promițătoare oportunități tehnico-științifice sunt: e-banking, e-guvern, e-sănătate, securitate, portale culturale (turism, cultură), platforme multilingual. În cadrul proiectului a existat preocupare pentru stabilirea de criterii pentru selectarea capacităților de cercetare care dispun de o strategie de cercetare transparentă și explicită și asigură o acoperire geografică europeană care să includă și țările mici. În cadrul proiectului FISTERA se consideră că factorii care influențează oportunitatea de a efectua cercetare în domeniul TSI sunt: parteneriatele universitate-întreprindere, fragmentarea comunității cercetătorilor, sprijinul guvernamental, securitatea cercetărilor, resursele de finanțare deficitare, lipsa de focalizare și coordonare, rețelele de cercetare, disponibilitatea cercetătorilor, „factorul calitativ” al mobilității creerelor.

Centre europene de cercetare selectate au misiunea de a efectua cercetări în domeniul micro și nanotehnologiilor care să se situeze cu câțiva ani înaintea cererii pe piață, concentrându-se pe 6 teme (micro-sisteme, componente optice și multimedia, telecomunicații și sisteme de transmisie date, sisteme pentru biologie și sănătate, proiectarea de sisteme) din care se acordă prioritate, în mod preponderent: micro-sistemelor, microelectronicii, telecomunicațiilor și, în special, nanotehnologiilor. Alte centre de cercetare au misiunea de a se concentra asupra cercetărilor strategice aplicative acordându-se o puternică atenție sprijinirii industriei în domeniile: microelectronică, fonică, nanotehnologii, cercetări bioinformatic.

În încheierea primei expuneri s-a concluzionat că prioritățile C&D sunt definite la nivel de tehnologie și nu la nivelul serviciilor sau la nivel general, punându-se accentul pe microelectronică, integrarea sistemelor și telecomunicații; tehnologiile de dispozitiv fiind prea aproape de cerințele pieții nu sunt incluse decât cu mare greutate în temele cercetare; cercetările de software sunt incluse numai în cadrul proiectelor specializate și nu există proiecte de cercetare care să dezvolte împreună hardul și softul, deși asemenea teme ar fi importante pentru cercetarea sistemelor integrate.

Lucrarea a doua „Capacități de cercetare în cadrul sistemului de C&D din România” a făcut o scurtă descriere a sistemului de C&D și inovare din România și o prezentare sintetică a participării țării noastre la Programele cadru (FP) FP5 (2003–2004) și FP6 (2005–2006). A

rezultat că planul național de C&D și inovare până în 2006 include 14 programe împărțite pe 4 mari direcții dintre care direcția „Elemente de consolidare ale noii economii bazată pe cunoștințe” include 4 programe și anume:

- Tehnologiile societății informaționale – INFOSOC;
- Biotehnologii – BIOTECH;
- Noi materiale, micro și nanotehnologii – MATNANTECH;
- Tehnologii pentru domeniul spațial și aeronautică – AEROSPATIAL.

Din cele 4 programe ale direcției ”Elemente de consolidare ale noii economii bazată pe cunoștințe” pentru dezvoltarea TSI prezintă interes numai programele INFOSOC și MATNANTECH.

- Structura programului INFOSOC include 3 subprograme:
  - o „INFOSOC 1 – SRATEGY” – pregătește societatea pentru Societatea Informațională;
  - o „INFOSOC 2 – TECHNOLOGIES” – dezvoltă tehnologiile pentru Societatea Informațională;
  - o „INFOSOC 3 – SYSTEMS” – dezvoltă sisteme și aplicații pentru Societatea Informațională;

Programul INFOSOC prezintă următoarele obiective de cercetare specifice:

- o Metode și instrumente pentru activități specifice Societății Informaționale (teleducru, comerț electronic și afaceri, teleservicii);
- o Telematică pentru servicii specializate (administrație publică, activitate de cercetare-dezvoltare inginerescă, educație, sănătate, cultură, servicii de informare publică);
- o Tehnologii informatice avansate în economie: în management, în inginerie și fabricație (inclusiv întreprinderi virtuale), în energie, transport, mediu, agricultură;
- o Standarde și instrumente pentru reprezentarea cunoștințelor și inginerie: modele cognitive, prelucrarea limbajului natural (inclusiv servicii multilinguale);
- o Sisteme de calcul de înaltă performanță: (echipamente și sisteme de comunicație avansate: comunicații mobile și personale, compatibilitatea și interoperabilitatea serviciilor și infrastructurii de comunicații naționale cu cele internaționale; structuri de rețea, metode și module pentru asigurarea securității sistemelor de comunicație și calitatea serviciilor de comunicație; tehnologii multimedia pentru



educație, muzee, biblioteci și arhive).

- Programul MATNANTECH prezintă următoarele obiective de cercetare specifice:

- o Dezvoltarea de noi tehnologii: micro fotonice și nanostructuri pentru comunicații; nanoparticule nanostructurate și nanostructuri composite cu proprietăți selective; materiale nanostructurate și nanostructuri pentru aplicații în electronică, mecanică și metalurgie; materiale nanostructurate pentru utilizări biomedicale.

- o Dezvoltarea de noi materiale: materiale inteligente cu aplicații în electronică, biomedicină și construcții; materiale avansate funcționale și multifuncționale ; materiale stabile și biocompatibile utilizabile pentru diagnoză și terapie.

În cadrul temei patru a Seminarului „Integrarea comunității europene în SEC din cadrul Europei lărgite” Corina Pascu a prezentat lucrarea „Integrarea Comunității Europene în SEC- Lecții de la FISTERA” Romeo Ilie, șeful biroului de Integrare Europeană al Academiei Române și Camelia Dogaru, reprezentantă a Ministerului Educației și Cercetării au prezentat lucrarea „Integrarea Comunității Românești de cercetare în SEC” formată din două relatări ale succesului dobândit de către unități de cercetare românești în TSI în FP6. Prima relatare s-a referit la proiectul European al Academiei Române ROINTERA, cea de a doua s-a referit atât la date statistice privind participarea comunității românești de cercetare la FP6, cât și la trei proiecte europene la care participa instituții ale comunității românești de cercetare: MEDSI (Suport de decizii manageriale pentru infrastructuri critice), REWERSE (Raționamente pe Web cu reguli și semantici) și BIOPATTERN (Inteligență computațională pentru analiza de mostre biologice în sprijinul e-Sănătate).

Comparând conținutul expunerilor referitoare la cercetarea pentru dezvoltarea tehnologiilor Societății Informaționale (TSI) în țările Uniunii Europene și în celelalte țări candidate cu expunerile referitoare la cercetarea pentru dezvoltarea acelorași tehnologii în România rețin atenția următoarele:

- Cercetarea românească în domeniul TSI nu își propune să abordeze teme ca: mediul distribuit de calcul, managementul avansat al cunoștințelor, dezvoltarea de sisteme software intensive, simularea și modelarea de sisteme, arhitecturi și sisteme senzoriale, automobile cu

securitate 100%, companion multilinguali, roboți companioni pentru persoane în vârstă, calculatoare care se autorepară și se automonitimizează, agenți de poliție internet, augmentarea memoriei personale, jachete de comunicare universale, vizualizare personală pe 360°, agent de transport aerian ultraușor, memorii inteligente de larg consum.

- Tematica de cercetare românească nu include teme ca: „Securitate publică și integritatea personală” și „Tehnologii de monitorizare și perfecționare a managementului mediului” declarate de către Centrul Comun de Cercetări al UE ca domenii de cercetare prioritare pentru FP7;

- În lucrările referitoare la participarea cercetării românești la integrarea în SEC nu s-a făcut și o analiză critică pentru a se vedea care sunt impedimentele care frânează această integrare și care sunt factorii care o favorizează, care sunt greutățile în dezvoltarea aplicațiilor tehnologiilor Societății Informaționale în România.

În anul 2001, Academia Română elaborează o strategie privind societatea informațională-societatea cunoașterii, definiind vectorii tehnologici și cei funcționali ai societății cunoașterii, primul vector tehnologic pentru societatea cunoașterii fiind considerat Internetul de bandă largă (Filip Florin, 2001).

Industria IT din Romania ocupa locul 40 intr-un clasament al competitivitatii realizat în iulie 2007 de Economist Intelligence Unit. Clasamentul cuprindea 64 de state din șapte regiuni ale lumii și a fost realizat pe baza unor indicatori precum mediul de afaceri, infrastructura IT și mediul de cercetare și dezvoltare. România a devansat state precum Rusia, China, Ucraina și Bulgaria, însă a fost întrecută în ceea ce privește competitivitatea industriei IT de țări precum Slovenia, Ungaria și Cehia. În fruntea clasamentului s-au situat SUA și Japonia.

După ce România a intrat în Uniunea Europeană, piața internă din domeniul tehnologiei informației este dominată de firme multinaționale, ignorarea industriei TIC de către capitalul național determinând ca firmele cu capital românesc să nu mai figureze între primele 10 firme TI din țară. Pentru viitor ar fi necesar să se dezvolte mai intens cercetarea-dezvoltarea națională în domeniul TIC, pentru conceperea de produse și aplicații TI, în special, pentru întreprinderi mici și mijlocii.

În anul 2008, veniturile marilor companii internaționale TIC au scăzut, comparativ cu 2007, cu circa 10% , dar analiștii români susțin

că piața autohtonă TIC nu va fi puternic influențată de situația globală. Ministrul român al comunicațiilor a declarat la cel mai mare târg TIC european – CeBIT Hanovra-martie 2008-că piața TIC din România va crește în 2008, față de 2007, cu aproape 36%, ajungând la o valoare de peste 7 miliarde de EURO. Se consideră că în această creștere, piața de hardware va juca principalul rol, întrucât necesitățile de produse hard, în special de calculatoare personale, depășește cu mult cererea pentru software sau servicii TI specifice. Previziunile pentru următorii 5 ani se referă la creșteri anuale de circa 10%, dar va fi posibil, datorită fluctuațiilor din piața aplicațiilor de business, să apară și stagnări de creșteri pe parcurs.

### Bibliografie

- [1] Avramescu A., Gh. Cartianu, C. Penescu și M. Marinescu, „*Direcții prioritare de cercetare în electronică, automatică și informatică*”, Editura Academiei. București, 1972;
- [2] Avramescu Aurel, „*Rolul entropiei și energiei informaționale*”, Studii și cercetări de documentare nr. 1, 1972.;
- [3] Baltac Vasile, „*Istoria informaticii trăită de Vasile Baltac*”, Market Watch, nr.107-iulie august/2008;
- [4] Chenming Hu, profesor de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor la Universitatea Berkeley, California, „*Nonvolatile Semiconductor Memories, Technologies, Design and Applications*”, Editată de IEEE Press, 1991;
- [5] Drăgănescu Mihai, „*Tudor Tănăsescu și școala românească de electronică*” în volumul „*Tudor Tănăsescu, fondatorul școlii românești de electronică*”, București, Editura Dorotea, 2001;
- [6] Drăgănescu Mihai, „*De la Societatea informațională la Societatea cunoașterii*”, Editura Tehnică, București, 2003;
- [7] Drăgănescu Mihai, comunicarea „*Din istoria telecomunicațiilor în România*” în volumul *Telecomunicațiile în România. Pagini de Istorie*, Editura Academiei Române, București, 2003;
- [8] Drăgănescu Mihai, „*În interacțiune cu știința și tehnologia informației, filosofia științei și societatea*”, în volumul „*Mihai Drăgănescu in medias res*”, București, Editura Academiei Române, 2004;
- [9] Filip Florin, Gh., I. Popa, „*Evoluții și perspective în realizarea și în utilizarea rețelelor de calculatoare pentru cercetare-dezvoltare*”, Academica, octombrie 1996;
- [10] Filip Florin, Gh., Coordonator. „*Societatea informațională-Societatea cunoașterii. Concepte, soluții și strategii pentru România*”, Editura Expert, București, 2001;
- [11] <http://lac.gmu.edu>, Learning Agents Center Homepage, 2010;
- [12] <http://www.rointera.ro>.

- [13] [http://www.academiaromana.ro/pro\\_pri/pag\\_com01soc.inf\\_prpri.html](http://www.academiaromana.ro/pro_pri/pag_com01soc.inf_prpri.html).
- [14] [http://www.academiaromana.ro/pro\\_pri/pag\\_com01soc.inf\\_tem\\_html](http://www.academiaromana.ro/pro_pri/pag_com01soc.inf_tem_html)
- [15] Iancu Ștefan, „*Pionier și promotor al revoluției informatice în România*”, Revista Română de Informatică și Automatică, vol.5, nr.3/1995;
- [16] Iancu Ștefan, „*Societatea informațională și modelarea integrativă a realității*” în volumul I „Enciclopedia marilor descoperiri, invenții, teorii și sisteme”, București, Editura Geneze 2002;
- [17] Iancu Șt., „*De la sisteme automate la sisteme inteligente*”, „Revista Inventica și economie” Nr. 2–2003;
- [18] Iancu Șt., „*Dezvoltarea științei și tehnologiei informației și comunicațiilor în România*”, Revista „NOEMA” nr VI/2007;
- [19] Iancu Șt., „*O incursiune în Istoria Științei și Tehnologiei Informației*”, Editura MEGA, Cluj-Napoca, 2010;
- [20] Perciun Nicolae, „*Din istoria telecomunicațiilor române*”, Editura Academiei Române, București, 1999;
- [21] Popoviciu Elena, „*Tiberiu Popoviciu la centenar*”, Știință, industrie, tehnologie” nr.4/2006;
- [22] Răduleț Remus, „*Istoria cunoștințelor și a științelor tehnice pe pământul României*”, Editura Academiei Române, București, 2000;
- [23] Rusu Dorina N., „*Membrii Academiei Române. Dicționar*”, Editura Enciclopedică/ Editura Academiei Române, București, 2003;
- [24] Stanciu Nicolae ș.a., „*Dicționar tehnic de radio și televiziune*”, Editura științifică și enciclopedică, București, 1975;
- [25] Ștefan I.M. – Edmond Nicolau, „*Scurtă istorie a creației științifice și tehnice românești*”, București, Editura Albatros, 1981;
- [26] Tufiș D., Tecuci Gh., Cristea D., „*LISP*”, Editura Tehnica, vol. 2, Bucuresti, 1987.