

# ACTIVITATEA ȘI OPERA ACADEMICIANULUI MIHAI DRĂGĂNESCU ÎN CONTEXTUL DEZVOLTĂRII ȘTIINTEI ȘI TEHNICII ELECTRONICII ȘI AL GLOBALIZĂRII

Dr. ing. CONSTANTIN BULUCEA\*, membru de onoare al Academiei Române

**Preambul.** Bucurându-se de privilegiul de a fi fost printre primii beneficiari ai școlii de tehnica semiconductoarelor create de acad. Mihai Drăgănescu, autorul analizează activitatea și opera acestuia în contextul dezvoltării științei și tehnicii electronicii și al globalizării. Analiza se bazează pe elemente cunoscute și trăite de autor pe parcursul a patru decenii de activitate în domeniul tehnicii semiconductoarelor, în strânsă colaborare cu acad. Mihai Drăgănescu și în calitate de continuator și implementator în industrie al școlii întemeiate de domnia sa. Având în vedere dezvoltarea fără precedent a electronicii și tehnicii de calcul în perioada analizată și transformările profunde prin care a trecut România după 1989, activitățile în discuție sunt discutate în dinamica lor istorică.

## INTRODUCERE

L-am cunoscut pe acad. Mihai Drăgănescu, pe atunci tânăr conferențiar la catedra de tuburi și circuite electronice, în toamna anului 1959, în calitate de student în anul al treilea al Facultății de Electronică și Telecomunicații a Institutului Politehnic București<sup>1</sup>. Impresia lăsată asupra mea de la primul curs a fost puternică și nu m-a părăsit nici până în ziua de azi. În următoarele patru decenii, domnia sa mi-a fost îndrumător de cercetare științifică studentescă, conducător de proiect de diplomă, șef de catedră și prodecan, conducător de doctorat, mentor științific, susținător și exemplu de conduită morală și profesională. Recent, am fost onorat de recomandarea d-sale de a fi votat membru de onoare al Academiei Române și am devenit astfel colegi.

În secțiunile care urmează, mă voi referi la aspecte ale activității și operei acad. Mihai Drăgănescu cunoscute de mine direct, ca lucrător în industria de electronică a României anilor 1966–1986 și apoi ca observator al evoluției

---

\* National Semiconductor Corporation, 2900 Semiconductor Drive, Santa Clara, CA 95052, USA.

<sup>1</sup> În toată lucrarea voi folosi denumirile instituțiilor și titlurile persoanelor implicate așa cum au fost la momentul respectiv. Institutul Politehnic București a fost redenumit „Universitatea Politehnica București” după revoluția din decembrie 1989.

acesteia. Elementele complementare necunoscute direct, dar necesare în contextul relatărilor, provin din literatura consultată și sunt referite corespunzător. Având în vedere transformările profunde prin care a trecut România în contextul politic global și dinamica fără precedent a evoluției tehnicii electronice în ultimii 50 ani, voi încerca să plasez evenimentele relatate în contextul lor politic și tehnico-economic. Această încadrare în timp a descrierilor este necesară pentru a evita trivializarea unor activități, eforturi și opere de importanță excepțională prin referirea lor simplistă la realizările la zi într-un domeniu dat, în general, și în domeniul electronicii, în special.

Activitatea acad. Mihai Drăgănescu este împărțită, în cele ce urmează, în trei perioade distincte, anume 1951–1965 (Institutul Politehnic București), 1966–1985 (Programul național de tehnică de calcul) și 1986 – (Frământări și retragerea în filozofie), fiecare corespunzând câte unei etape distincte ale vieții și operei domniei sale.

#### PERIOADA 1951–1965 – INSTITUTUL POLITEHNIC BUCUREȘTI

În activitatea didactică, profesorul Mihai Drăgănescu rămâne un model de referință, probabil greu de egalat, la nivelul școlii în care a activat și în afara acesteia. Sunt mai multe elemente care contribuie la această caracterizare.

În primul rând, Politehnica din București a perioadei 1951–1965, când domnia sa a evoluat rapid de la poziția de asistent până la poziția de profesor titular, era dezvoltată în spiritul tradițional al celor mai bune școli europene, unde mecanica teoretică, termotehnică și, mai recent, electrotehnică, erau respectate ca discipline de bază, bine consolidate ca științe tehnice. În aceste discipline, totul era riguros și derivabil matematic, ca teoreme, din câteva legi fundamentale. Chimia industrială era, de asemenea, o știință respectată, prin excepție de la formalismul teoretic al legilor și teoremelor. Electronica fusese creată ca școală de profesorul Tudor Tănăsescu [1] și recunoscută oficial ca facultate a Institutului Politehnic abia în anul 1953 [2]. Profesorii Tudor Tănăsescu, Gheorghe Cartianu, Sergiu Condrea și Edmond Nicolau formau nucleul de seniori ai noii școli. Tuburile electronice de fabricație străină erau deja în uzul curent al populației, în aparate de radio. Totuși, electronica era încă privită, la nivelul conducerii Politehnicii, ca o tehnică nu prea serioasă, despre electroniști spunându-se, neoficial, că *închid curenții prin aer* (aluzie la reprezentarea convențională a circuitelor cu tuburi electronice) sau că *scriu lucrări însăilate* (referire la lucrările de teoria dispozitivelor și circuitelor electronice care implicau inevitabil observații experimentale și o multitudine de legi de material, în comparație cu rigoarea radulețiană a lucrărilor de teoria electromagnetismului). Conferențiarul, apoi

profesorul Drăgănescu a înfruntat cu curaj și iscusință ostilitățile conservatoare, nu numai contribuind la consolidarea electronicii convenționale a vremurilor, bazată pe tuburi electronice, ci și introducând știința și tehnica semiconductoarelor, complet nouă față de tot ce era cunoscut și respectat în Institutul Politehnic și contribuind personal la dezvoltarea acestora.

În al doilea rând, o mare parte a studenților facultății de electronică, foști campioni de olimpiade de matematică și fizică, erau atrași de rigoarea matematică a mecanicii, termotehnicii și electrotehnicii. În atmosfera de înaltă competitivitate profesională a Politehnicii din București, era foarte greu, dacă nu imposibil, să strălucești, ca profesor, în fața unor mari educatori ca profesorii Radu Voinea (Mecanică Teoretică), Alexandru Timotin și Alexandru Țugulea (Bazele Electrotehnicii), Teodor Nicolescu (Termotehnica), sau Petre Augustin (Rezistența Materialelor), ca să menționez numai câteva nume din cele cu care seria mea a fost binecuvântată. Cu toate acestea, conferențiarul Drăgănescu a reușit să strălucească și să trezească entuziasmul studenților săi!

În al treilea rând, activitatea în discuție se întâmpla într-o perioadă de mare intensitate a războiului rece dintre est și vest. Pactul de la Varșovia tocmai se semnase în 1955, iar zidul Berlinului urma să se ridice șase ani mai târziu. Cele două forțe ale lumii se confruntau în realizări militare și tehnice. Statele Unite experimentaseră prima bombă cu hidrogen în 1956, iar Uniunea Sovietică lansase primul satelit, Sputnik 1, în 1957. Electronica nu era direct vizibilă în aceste confruntări, dar progresele realizate în sistemul de acerbă concurență internă din Statele Unite erau evidente și, în același timp, mult mai accesibile în literatura de specialitate în comparație cu cele din sistemul sovietic, închis. În acest cadru politic, orientări explicite opuse polarizării locale, de bloc, puteau fi fatale celor care le practicau sau numai le exprimau, atât în blocul țărilor comuniste, cât și în Statele Unite, unde continuau să se manifeste ecouri ale exceselor perioadei McCarthy. Totuși, cu rigoare profesională și tact politic, profesorul Drăgănescu a produs, în 1962, monografia *Procese Electronice în Dispozitive Semiconductoare de Circuit* [4], de importanță seminală pentru toată dezvoltarea tehnicii semiconductoarelor în România. Această monografie a orientat tratarea dispozitivelor semiconductoare pe linia de modelare inginerescă deschisă de W. Shockley prin lucrarea sa fundamentală din 1949 [5]. Linia predominant academică a școlii sovietice, deși de valoare incontestabilă și, de asemenea, convenabilă din punct de vedere politic, ar fi creat o școală mai puțin compatibilă cu evoluția ulterioară a tehnicii și mai greu de reconciliat. Sunt reprezentative, în acest sens, referințele bibliografice combinate din lucrări sovietice și din Vest, prima referință a cărții (capitolul 1) fiind A. F. Yoffe, și evitarea subiectului de posibilă iritare politică a istoriei inventării tranzistorului.

### **Lecțiile de Tuburi, Tranzistoare și Circuite Electronice cu profesorul Drăgănescu**

Lecțiile de „Tuburi și circuite electronice” ale profesorului Drăgănescu sunt de neuitat pentru toți cei care au avut privilegiul să îi fie studenți. Din anul 1957 a predat această disciplină la secția nou înființată de tehnică nucleară, ulterior reconfigurată sub numele de „Ingineri Fizicieni”, unde fuseseră selecționați studenții cei mai buni. După plecarea prof. Tudor Tănăsescu la Dubna, în cursul anului școlar 1958–59, a predat același curs la secția de specialitate Radiocomunicații a facultății. Timp de peste 15 ani, majoritatea studenților facultății de Electronică au fost studenții direcți ai domniei sale. Toți colegii de facultate cu care am discutat, atât la timpul respectiv, cât și în anii mai recentți, vorbesc cu admirație nereținută despre lecțiile cu profesorul Drăgănescu.

Stilul de predare al profesorului Drăgănescu era bazat pe concepția de a face materialul predat cât mai clar pentru audiență. Lecțiile erau de o claritate de cristal și de rigoarea maximă posibilă pentru o materie atât de complexă și bazată pe atât de multe observații experimentale, aproximații matematice și incursiuni necesare în adâncimile fizicii corpului solid ca fizica dispozitivelor semiconductoare. Deși invizibil pentru studenți, la momentul respectiv, este evident că asemenea performanțe de predare erau rezultatul unor pregătiri minuțioase. Fiecare lecție era un eveniment unic. Tehnica evolua așa de rapid încât folosirea integrală a materialului din anul precedent era imposibilă. Era de la sine înțeles că asistenții domniei sale fie veneau repetat la curs, cu fiecare serie, fie se documentau din notele de curs ale studenților asupra materialului nou adăugat.

Este interesant de observat, în acest context, că predarea intenționat explicită a profesorului Drăgănescu era diferită și chiar opusă față de cea a profesorului Tudor Tănăsescu, dar aprobată ca atare de acesta [1]. În timp ce profesorul Tănăsescu lăsa studenților, în mod deliberat, elemente mai puțin explicite, pentru aprofundarea ulterioară individuală, profesorul Drăgănescu folosea orice mijloc și tehnică de predare la îndemână ca să convingă din primul moment, entuziasmând studenții atât în legătură cu materialul predat, cât și cu performanța de predare în sine. Elementul de încurajare în dezvoltarea profesională implicat în acest stil de predare nu era de neglijat. Îmi amintesc, de exemplu, că, după câteva cursuri asupra diodelor cu vid și a teoriei redresării, în primele săptămâni ale anului al treilea, domnia sa a declarat, la sfârșitul lecției, „acum aveți toate cunoștințele necesare ca să *proiectați* un redresor electronic”.

Un alt element demn de menționat erau problemele de examen. Profesorul Drăgănescu nu delega această sarcină, cel puțin în perioada în care am lucrat împreună. Subiectele de examen erau adevărate creații de artă didactică. În afara problemelor de calcul obișnuite ale unor elemente de ingineria dispozitivelor și circuitelor, a căror rezolvare era obligatorie pentru luarea examenului, era

întotdeauna câte o problemă mai specială, care pune studentul în situația de a judeca o situație nouă, în afara rutinelor de aplicare a unor formule de calcul. Toate subiectele examenului scris erau bine gândite, pentru a evalua capacitatea studentului de a analiza fizic funcționarea dispozitivelor sau circuitelor respective înainte de a se rezezi la aplicarea standard a unor formule învățate pe dinafară.

Deși ambele stiluri de predare menționate mai sus sunt perfect valabile, eu însumi am rămas influențat pentru totdeauna de stilul explicit al profesorului Drăgănescu. De fapt, evoluția ulterioară a tehnicii a făcut ca stilul de predare clară să devină obligatoriu pentru supraviețuire în sistemele de învățământ în care studenții pot să aleagă cursurile și chiar profesorii, din mai multe opțiuni oferite. De asemenea, în fața cantității copleșitoare de informație făcută disponibilă prin Internet, șansa ca cititorul modern să se oprească asupra unui material mai puțin explicit este extrem de mică. Cu mijloacele moderne de prezentare audio-vizuală, s-a ajuns la o adevărată competiție în domeniul prezentărilor clare și convingătoare, obiectivul suprem al pregătirii lor fiind claritatea de cristal și câștigarea atenției.

Revenind la leit-motivul competitivității profesionale din Politehnică, îmi face plăcere să evoc, în acest context, imaginea prof. Radu Voinea predând pendulul sferic. Peste faptul că făcea toate demonstrațiile matematice în amănunt, cu simplificările „tăiate” explicit, profesorul Voinea se învârtea fizic 360°, desenând, în aer, cu creta, deplasarea obiectului în mișcare! Cum să fii competitiv, în prezența unei asemenea referințe, decât desenând electronii în mișcare, cu crete colorate?

### **Monografia *Procese electronice în dispozitive semiconductoare de circuit***

Monografia *Procese Electronice în Dispozitive Semiconductoare de Circuit* [4] ocupă un loc central în opera acad. Mihai Drăgănescu. Publicată în 1962 de Editura Academiei R. S. R. și distinsă cu Premiul de Stat în anul 1965, ea a constituit temelia școlii românești de tehnica dispozitivelor semiconductoare. Lucrarea a fost resursa principală de studiu și referință a inginerilor de dispozitive semiconductoare din România. Construită la scară de monografie atotcuprinzătoare, lucrarea are în același timp calitățile unui manual convingător, tot materialul fiind trecut prin filtrul riguros de selecție și prin tratarea explicativă, unitară a autorului. Ea este demnă de comparație cu monografia *Manual de tuburi și circuite electronice* a prof. Tudor Tănăsescu [6].

În context istoric, monografia profesorului Drăgănescu era una din foarte puținele cărți de autor scrise după lucrarea fundamentală a lui W. Shockley [5]. De fapt, dintre creatorii domeniului, numai Shockley [7], Spence [8], Van der Ziel [9] și Yoffe [10] își scriseseră cărțile. Cu excepția producției sovietice de carte, destul

de inegală din punctul de vedere al calității, alte cărți de sinteză nu existau. Cartea lui Phillips de ingineria tranzistoarelor [11] apărea simultan cu monografia în discuție, iar Moll [12], Pritchard [13], Warner, Jr. [14] și Sah [15] aveau să își publice monografiile lor renumite mai târziu. În schimb, literatura abunda atât în contribuții durabile și sinteze de revistă ale clasicilor domeniului (Bardeen, Shockley, Yoffe, Schotky, Kroemer, Spence, Van der Ziel, Noyce, Sah, Moll, Ebers, Early, Pritchard, Sparkes, Warner, Jr., Webster ș.a., toți referiți în monografia în discuție), cât și într-o multitudine de contribuții mai puțin durabile și care trebuiau eliminate printr-o analiză atentă. De asemenea, procesele de fabricație a tranzistoarelor se schimbau într-un ritm nemaiîntâlnit și de natură să facă o lucrare de sinteză învechită înainte de publicare. În acest context, curajul și perseverența autorului de a se angaja într-un proiect de asemenea anvergură, și finalizarea lui într-un timp record au fost cu totul extraordinare. Realizarea este cu atât mai remarcabilă cu cât, ca rezultat al dificultăților tehnologice de realizare a tranzistoarelor cu efect de câmp, a căror introducere teoretică ar fi fost mult mai simplă, electronica semiconductoarelor debuta cu unul din cele mai complexe dispozitive din arsenalul ei, tranzistorul bipolar.

Documentându-mă pentru lucrarea de față, am recitit recent întreaga monografie. Am fost captivat, din nou, după patru decenii de la prima ei citire și studiere în detaliu, de vigoarea științifică a întregii lucrări. Dintre părțile care mi-au reținut atenția în mod special, menționez tratarea capacității de difuzie a joncțiunilor și tranzistoarelor, unde analiza autorului merge dincolo de tratările anterioare din literatură. Shockley [5] calculase corect capacitatea de difuzie a joncțiunii p-n, observând că este de două ori mai mică decât capacitatea calculată cvasi-stationar și făcând, în trecere, mențiunea că această diferență rezultă din natura ecuațiilor semiconductoarelor. Profesorul Drăgănescu a mers mai departe, tăind firul în patru și arătând, cu dezvoltarea matematică necesară, că „*acest lucru este perfect explicabil din punct de vedere fizic, căci stabilirea sarcinii în regiunea N neutră necesită un timp de întârziere datorită însuși procesului de transport prin difuzie*”. Eu însumi aveam să continui această analiză, printr-un model electric distribuit și prelucrat pe calculator [16], referindu-mă la contribuția profesorului Drăgănescu. Este interesant că majoritatea cărților de autor publicate între timp, inclusiv lucrări respectabile recente, simplifică excesiv tratarea și continuă să calculeze simplist, cvasi-static, capacitățile de difuzie.

Remarcabilă este, de asemenea, tratarea joncțiunii p-n la niveluri mari de injecție, în care autorul face o sinteză unică din contribuțiile teoreticienilor sovietici și ale celor americani, combinată cu contribuții personale, concluzionând că rezolvarea riguroasă a problemei „*este destul de grea, încât ar trebui să se recurgă la mașini electronice de calculat*”. Această precizie, făcută cu mult înainte de revoluția calculatoarelor personale, s-a dovedit perfect valabilă. Într-adevăr, funcționarea joncțiunilor semiconductoare și a tranzistoarelor la niveluri

mari de injecție a putut fi modelată riguros numai prin integrare numerică a ecuațiilor diferențiale care guvernează funcționarea dispozitivelor respective, după anul 1980, când calculatoarele și programele comerciale de simulare numerică au devenit accesibile pe scară mare.

Structura cărții este, de asemenea, remarcabilă prin echilibrul între părțile de fizică și de inginerie a dispozitivelor semiconductoare. Autorul precizează încă din prefață că „*rolul unui dispozitiv semiconductor de circuit este acela de a fi utilizat într-un circuit electric*” și că „*studiul fiecărui proces este considerat încheiat în momentul în care se justifică caracteristica dispozitivului sau circuitul său echivalent*”. Cu această concepție, cartea este împărțită egal între teoria de bază a conducției de curent în materiale și joncțiuni semiconductoare, și teoria tranzistorului, principalul dispozitiv semiconductor de circuit. Perfect inspirat, autorul trece în mod deliberat peste elementele de fizica corpului solid, „*considerând cunoscută descrierea unui corp solid prin bande de energie admise și interzise*”. O incursiune minimă în fizica corpului solid ar fi consumat cel puțin o treime din volumul întregii lucrări, diluând conținutul de interes imediat pentru folosirea semiconductoarelor în circuite electronice și compromițând calitatea tratării fizicii corpului solid. Introducerea în fizica corpului solid, mai puțin critică pentru cei mai mulți din inginerii de electronică, urma să fie oferită mai târziu, în lucrarea *Electronica Corpului Solid* [17].

La sfârșitul recitirii menționate, mi-a părut rău că o asemenea lucrare a rămas necunoscută, prin bariera de limbă, comunității științifice din întreaga lume. Unele contribuții, inserate în carte, au fost publicate timid în reviste internaționale, conform limitărilor vremii. Altele au rămas numai în carte, autorul asumându-și, cu prea multă modestie, numai „*modul de organizare a materialului*”.

### **Programele de doctorat**

Conducerea de doctorate în domeniul nou al semiconductoarelor a fost încă o experiență remarcabilă a profesorului Drăgănescu. Aceste programe erau necesare atât pentru consolidarea școlii de ingineria semiconductoare în cadrul Institutului Politehnic, cât și pentru câștigarea respectului la nivelul țării, în contextul existenței școlii de fizica semiconductoarelor de la Universitatea din București și a unor nuclee proeminente de cercetare în domeniu, dintre care doresc să menționez, cu respectul cuvenit, grupul acad. Radu Grigorovici de la Institutul de Fizică al Academiei.

Programul de doctorate a fost construit cu două orientări complementare. Pe de o parte el trebuia să ofere pregătirea la cel mai înalt nivel în partea de știința ingineriei dispozitivelor semiconductoare. Pe de altă parte, el trebuia să construiască fundația necesară de fizica corpului solid în școala politehnică,

aceasta fiind prinsă pe picior greșit de evoluția neașteptată a tehnicii semiconductoarelor. Era imperios necesar să se facă eforturi deosebite pentru corectarea situației. În cadrul cunoștințelor deficitare, disciplinele de mecanică cuantică și de fizica corpului solid erau critice pentru înțelegerea în profunzime a proprietăților materialelor și dispozitivelor semiconductoare. În perioada inițială, toți cei înrolați în programele de doctorat conduse de profesorul Drăgănescu învățau prin toate mijloacele disponibile (audieri de cursuri la Universitate, studiu individual din cărți sau note de curs etc.) capitolele respective ale fizicii. Din fericire, bibliotecile Academiei și ale Institutului de Fizică Atomică ofereau o colecție excepțională de cărți din Vest, iar traducerile lor în limba rusă, ușor accesibile pe vremea aceea, le făceau chiar disponibile pentru cumpărare personală.

Primele programe de doctorat conduse de profesorul Drăgănescu au fost cât se poate de interesante. Cu o dedicație și cu un entuziasm contaminant, domnia sa scria capitole speciale pentru doctoranzi, pe care aceștia le citeau în manuscris și le comentau critic. Capitolele speciale scrise atunci urmau să fie asamblate mai târziu în cartea *Electronica Corpului Solid* [17], care a devenit material de studiu cu examen obligatoriu pentru următoarele serii de doctoranzi.

Pe parcursul acestor programe, interacțiunea noastră cu profesorul Drăgănescu s-a adâncit, ajungându-se ca fiecare din doctoranzi să studieze și să expună capitole speciale de algebră lineară, mecanică cuantică, fizica corpului solid etc. Discuțiile cu domnia sa au rămas memorabile. Unele din ele aveau loc în ambianța deosebită a apartamentului domniei sale din strada Brezoianu. Din cei privilegiați făceau parte Gheorghe Samachișă, Ștefan Cserveny, subsemnatul și fostul nostru student Dan Dascălu.

### **Catedra de Dispozitive, Circuite și Aparate Electronice**

Introducerea semiconductoarelor în Politehnica din București era, prin natura procesului de învățământ și cercetare, un fel de „bătălie în marș”. Activitatea de documentare și cercetare a profesorului Drăgănescu și a asistenților domniei sale trebuia să se desfășoare transparent față de activitatea principală a fiecăruia, anume procesul de învățământ. Fiind vorba de o tehnică profund experimentală, pregătirea lucrărilor de laborator deținea un rol esențial. Eu și colegul Ștefan Cserveny am primit sarcina de a crea lucrări de laborator de tranzistoare, folosind tranzistoare cu germaniu care se produceau deja la IPRS-Băneasa pe baza unui contract de import de tehnologie din Franța. Cu mână liberă de la profesorul Drăgănescu să concepem lucrările cum era mai bine pentru înțelegerea proceselor fizice din dispozitive și circuite, experiența a fost interesantă și captivantă. Practic eram în Politehnica de dimineață până noaptea târziu. Cu ajutorul șefului de catedră am obținut chiar aprobarea scrisă a rectorului Politehnicii de a lucra până



la miezul nopții! Rezultatul acestui efort a fost publicarea *Îndrumarului de Laborator* [18], care urma să fie folosit de multe generații de studenți. În plus, din observarea experimentală a comportării tranzistoarelor au rezultat subiecte interesante de cercetare.

În paralel cu proiectul de mai sus, colegul Gheorghe Samachișa era responsabil cu scrierea, împreună cu Ștefan Cserveny și cu subsemnatul, a cărții *Probleme de tranzistoare* [19], o altă premieră a Catedrei.

În perioada cât profesorul Drăgănescu a fost nemijlocit șeful catedrei, atmosfera de lucru era competitivă și productivă la toate nivelurile. Tuburile, tranzistoarele și circuitele electronice, cu toate aspectele lor, erau preocuparea principală a tuturor și fiecare membru al catedrei avea zona lui de competență recunoscută. În timp ce profesorul Drăgănescu explora și contribuia direct la știința tranzistoarelor, ca dispozitive de circuit, conferențiarul Roman Stere avansa competența catedrei în direcția tehnologiei de fabricație, pe de o parte, și a aplicațiilor semiconductoarelor, pe de altă parte. Domnia sa conducea nemijlocit, ca inginer-șef, proiectul național de punere în fabricație a tranzistoarelor cu germaniu la IPRS-Băneasa. De asemenea, șeful de lucrări Reinhardt Pringer introducea tranzistoarele la secția de telefonie-telegrafie și ne educa pe toți în formalismul utilizării simbolurilor literale în publicații tehnice, conform rigorilor Comisiei Electrotehnice Internaționale. Atmosfera de înaltă competitivitate în care a activat profesorul Drăgănescu este reflectată și de faptul că, din cadrul catedrei de Tuburi și Circuite Electronice, s-a desprins catedra de calculatoare electronice condusă de prof. Mircea Petrescu, fost student al prof. Tudor Tănăsescu. Prof. Mircea Petrescu urma să aibă un rol conducător în formarea facultății de Calculatoare și să fie unul din autorii principali ai programului național de tehnică de calcul.

Profesorul Drăgănescu a ținut întotdeauna foarte mult la prestigiul științific al catedrei și a contribuit personal la consolidarea continuă a acestuia. Într-o conjunctură specială, în anul 1964, catedra domniei sale fusese menționată la nivelul rectoratului pentru absența de la sesiunea științifică curentă a cadrelor didactice din Institutul Politehnic. Această situație a fost corectată pe loc, prin convocarea de urgență a asistenților domniei sale la sediul catedrei. Subiectul convocării era scrierea și trimiterea unei lucrări de teoria dispozitivelor semiconductoare în termen util pentru ca să poată fi inclusă în programul sesiunii. Sarcina părea de domeniul imposibilului, deoarece programul sesiunii se încheia în câteva zile. Totuși, într-o demonstrație de forță în materie de scrieri științifice, profesorul a schițat lucrarea – ea se baza pe discuțiile permanente dintre noi asupra unei formulări matematice generale a ecuațiilor dispozitivelor semiconductoare – apoi a împărțit fiecărui participant, inclusiv domniei sale, câte un capitol din lucrare. Nimeni nu a plecat acasă până nu a scris tot ce trebuia dat la dactilografie a doua zi. Am avut ocazia să constatăm cu toții capacitățile

fenomenale de sinteză și de scriere științifică ale profesorului. Când gândurile îi veneau mai repede decât putea să le pună pe hârtie, stenografia pasajele respective, pentru a le scrie explicit, pentru secretară, mai târziu! Lucrarea a fost comunicată la sesiunea științifică [20] și, de atunci, prezența Catedrei la acest eveniment a devenit permanentă.

În sfârșit, dar nu mai puțin important, profesorul Drăgănescu a fost întotdeauna atent la problemele colaboratorilor domniei sale și i-a ajutat pe fiecare, la nevoie. În anul 1965, printr-o mișcare practic nevinovată, dar greșită în contextul vremurilor, am fost declarat *incompatibil cu educația comunistă a studenților* [21]. Imediat ce a aflat de incidentul care a declanșat criza, profesorul m-a convocat acasă ca să se informeze în amănunt de cele întâmplate. În esență, era vorba de o manifestare vizibilă a nemulțumirii mele față de condițiile de locuit ale unui grup de tineri asistenți ai Politehnicii din care făceam parte. Realizând conjunctura politică nefavorabilă și cunoscând poziția extremistă a rectorului, m-a încurajat totuși, promițându-mi ajutor. Ca și în alte situații similare, știam în mod sigur că nu era vorba de o promisiune formală, ci de decizii și intervenții serioase. În cele din urmă am fost *transferat în interesul serviciului* la IPRS-Băneasa ceea ce, pe vremea respectivă, era cea mai ușoară sancțiune când era vorba de plecarea nesolicitată dintr-un loc de muncă<sup>2</sup>. Formula de transfer *în interesul serviciului* s-a dovedit a fi plină de conținut deoarece în următorii 20 de ani aveam să contribui esențial la dezvoltarea tehnicii semiconductoarelor în România, în calitate de cercetător științific, director adjunct și director al Institutului de Cercetări pentru Componente Electronice (ICCE) creat între timp de profesorul Drăgănescu. Tot *în interesul serviciului*, dar de bună voie, în locul meu a venit, de la IPRS Băneasa, colegul Mircea Bodea, desăvârșindu-se astfel un schimb de experiență interesant între instituțiile implicate.

Am ținut să menționez incidentul de natură personală de mai sus pentru a exemplifica atenția cu care profesorul Drăgănescu trata problemele colaboratorilor sau subordonaților săi, fie ele de natură profesională sau personală. Exemplul descris nu este unic și, din multitudinea de oameni cu care a interacționat domnia sa, cred că sunt puțini care să nu fi beneficiat de ajutor. Cunoscând îndeaproape astfel de cazuri, nu pot să trec sub tăcere mâhnirea simțită când am aflat că unul din colaboratorii cei mai ajutați și susținuți i-a fost mai mult decât nerecunoscător, producându-i suferință fizică [22, 23]. În același timp, m-am bucurat să observ atitudinea recentă mai detașată, și mai bună pentru sănătate, a profesorului Drăgănescu în situații similare, reflectată în comentariul: „*oare ce-o fi avut cu mine, că nu i-am făcut nici un bine?*” (reconstituire din memorie).

---

<sup>2</sup> Nota referitoare la *educația comunistă* a rămas în arhivele Politehnicii, iar lucrătorul de cadre de la IPRS-Băneasa care a procesat angajarea mea nu a considerat necesar să se deplaseze în strada Polizu ca să îmi completeze dosarul din urmă.

Conform relatărilor colegilor, atmosfera de bună colaborare și entuziasm din catedră s-a degradat când profesorul Drăgănescu a început să delege atribuțiile șefului de catedră pe măsura angajării domniei sale în programe de conducere a cercetării și a industriei la nivelul țării. Din fericire, delegarea de atribuții nu a fost niciodată totală, domnia sa căutând să se țină la curent cu activitățile la catedră și să aibă ultimul cuvânt în deciziile majore.

#### PERIOADA 1966–1985 – PROGRAMUL NAȚIONAL DE TEHNICĂ DE CALCUL

Începând cu anul 1965, profesorul Drăgănescu a fost antrenat în activități de conducere, la nivelul țării, în domeniile cercetării științifice, tehnicii de calcul și a informaticii. În mod natural, studenții și cadrele didactice din Politehnica au regretat această tranziție. Privită însă în perspectiva istoriei, punerea unei personalități de calibrul profesorului Drăgănescu în centrul celei mai importante și omniprezente industrii a sfârșitului secolului 20, la timpul când aceasta se crea și se dezvolta, nu putea să fie comparată, nici pe departe, cu orice perturbare la nivelul Politehnicii. Este meritul excepțional al domniei sale de a fi evaluat situația în perspectiva evoluției tehnicii și de a-și fi dat seama că aplicația cea mai importantă și cu implicațiile economico-sociale cele mai profunde ale tehnicii semiconductoarelor erau computerele și informatica. Deși situația de mai sus este evidentă în prezent, ea nu era imediat vizibilă în 1965, când principala aplicație a tranzistoarelor în România erau aparatele de radio portabile, iar tranzistoarele discrete sau integrate în module hibride tocmai intraseră, în America, în computerele *mainframe*.

Rolurile individuale ale acad. Mihai Drăgănescu și ale altor personalități implicate în dezvoltarea industriei de calculatoare și a tehnicii informaticii în România vor fi întotdeauna discutate. Așa cum calculatoarele, prin natura lor, nu au un inventator recunoscut printr-un patent oficial, ele nu pot avea un autor singular al introducerii într-un sistem dat. Această situație nu trebuie să minimalizeze rolul unor autori esențiali ai programului de introducere a calculatoarelor în România și în primul rând al acad. Mihai Drăgănescu, căruia i-a fost încredințat, de la cel mai înalt nivel, conducerea programului de tehnică de calcul al României. Mai mult decât orice, a fost benefic pentru succesul acestui program faptul că în poziția cheie de secretar permanent al Comisiei guvernamentale de calculatoare (denumire prescurtată<sup>3</sup> a fost pus un inginer cu capacități dovedite de analiză la cele mai adânci detalii și, în același timp, un inovator, un om de știință cu vederi largi și un conducător de oameni ca acad.

---

<sup>3</sup> Comisia guvernamentală pentru dotarea economiei naționale cu echipamente moderne de calcul și automatizarea prelucrării datelor.

Mihai Drăgănescu. Problemele de investiții ale tehnicii de calcul și informaticii erau, evident, de nivelul de decizie al conducătorilor politici ai țării. Totuși, oricât de bine intenționați ar fi fost aceștia, ei aveau nevoie de referința solidă și de dedicația totală a unui specialist de bună credință care să cuprindă, într-o singură persoană, calitățile menționate. Cunoscându-l îndeaproape pe acad. Mihai Drăgănescu, sper să fiu înțeles corect când recunosc conducătorilor de atunci ai țării inspirația de a fi pus *omul potrivit la locul potrivit* în această misiune de importanță fundamentală pentru toată dezvoltarea ulterioară a țării.

Tehnica de calcul s-a dezvoltat și va continua să se dezvolte predominant haotic în toată lumea, sub mobilizarea permanentă a competiției pentru profit. România de acum nu face excepție, dar succesele recente pe plan mondial ale industriei românești de software nu sunt întâmplătoare. Ele se bazează pe o fundație solidă și pe o ordine bine gândită din vremurile Comisiei. Mă refer la rețeaua națională de centre de calcul, școlile și facultățile de informatică, infrastructura de suport etc. care au fost construite pe baza unei gândiri sistemice, cu bătaie lungă în viitor. În esență, România a avut o rețea de centre de calcul chiar înainte de a exista tehnica de interconectare electronică a acestora. Pe linia descrisă, materialele oficiale din timpul Comisiei vor fi utile istoricilor domeniului, pentru punerea activităților respective în adevărata lor lumină.

Programul de calculatoare a fost gândit în concepția integrării pe verticală pentru independența economică, caracteristică regimului politic în care a fost conceput și implementat. În această concepție, el a avut două componente principale, E1 (calculatoare) și E2 (microelectronica). Fiind implicat direct în implementarea unui program care a continuat componenta E2, în particular construcția și punerea în funcțiune a întreprinderii Microelectronica, pot să depun mărturie în legătură cu intensitatea acestor programe. Ele au implicat conceperea a mii de pagini de studii, justificări, rapoarte, programe, calcule tehnico-economice și prezentări care trebuiau analizate și aprobate la cel mai înalt nivel. În plus, tot ce trebuia construit era complet nou și nu avea nici cele mai elementare resurse specializate. Ca exemplu reprezentativ, citez faptul că întreprinderea Microelectronica a fost construită de Trustul de Construcții Agro-zootehnice al Municipiului București!

În fiecare din cele două componente, și la concurența lor superioară, lucrările de sinteză menționate se realizau cu un personal cu atât mai redus cu cât se avansa în sus, pe ierarhie. În mod inevitabil, activitatea la vârf era cea mai intensă și acad. Mihai Drăgănescu a suportat direct atât încărcarea cu munca directă, cât și stresul deciziilor și aprobărilor implicate. Deși în cronologia acad. Mihai Drăgănescu în domeniul informaticii această perioadă apare ca o enumerare de lucrări publicate și activități [24], pot spune că partea cea mai intensă și mai importantă a activității domniei sale din acești ani rămâne neînregistrată explicit, ea fiind dizolvată aproape invizibil în volumele publice și secrete care au condus la punerea în viață a programului de calculatoare.

Pe tot timpul programului de calculatoare, acad. Mihai Drăgănescu a inițiat contacte cu diferite școli din lume, pentru trimiteri la specializare în domeniul calculatoarelor și microelectronicii. Dintre toate, este demn de menționat contactul cu prof. Diogene Angelakos, care a deschis o linie de colaborare de lungă durată cu University of California, Berkeley. Eu însumi, împreună cu prof. Mircea Petrescu și cu colegii Marius Guran, Dan Marinescu și Adrian Nica, am beneficiat primii de această linie de colaborare. La rândul meu, i-am trimis pe alții la specializare la Berkeley și, de asemenea, l-am invitat pe prof. William Oldham pentru un curs introductiv de microelectronica VLSI adresat inginerilor de la ICCE. Aceste contacte au coincis în timp cu deschiderea neobișnuită și, inevitabil, de scurtă durată, spre Vest inițiată de Președintele Nicolae Ceaușescu în perioada 1967–1972.

În anul 1969, profesorul Drăgănescu a înființat Institutul de Cercetări pentru Componente Electronice de la Băneasa, fiind primul director al acestuia. La organizarea institutului, alături de domnia sa a participat inginerul Ioan Bătrâna, care de-a lungul anilor, a fost cel mai hotărât promotor și susținător din întreaga industrie al programului de componente electronice. La scurt timp după întoarcerea mea de la specializare, în 1970, am fost numit adjunctul științific al domnului Bătrâna, devenit între timp directorul institutului. Pe toată perioada cât am funcționat împreună la conducerea ICCE, ne-am consultat cu profesorul Drăgănescu, primind sfaturile și ajutorul așteptat. Domnul Bătrâna se referea la profesorul Drăgănescu la modul „*singurul șef de la care am avut de învățat*” (reproducere din memorie). La rândul meu, mă consider privilegiat, în retrospectivă, de a fi fost instalat în echipa de conducere a ICCE alături de un om de caracterul domnului Bătrâna.

În perioada când eu însumi am fost la conducerea ICCE, am înființat Conferința Anuală de Semiconductoare (CAS), devenită între timp eveniment științific cu participare internațională. De la bun început, CAS a fost dedicată exclusiv științei semiconductoarelor și, contrar uzanței vremurilor, nu a fost închinată nici unei personalități sau eveniment politic. Am fost onorat să salut, de mai multe ori, participarea acad. Mihai Drăgănescu la această conferință.

Programul de calculatoare s-a încheiat, în faza sa finală, prin punerea în funcțiune a Fabricii de Calculatoare Electronice, a Institutului Central pentru Conducere și Informatică și, mai târziu, a Întreprinderii Microelectronica. Punerea în funcțiune a unei fabrici integrate de microelectronică MOS/LSI fără licență străină în domeniul fabricației de siliciu a fost un succes remarcabil al școlii noastre de semiconductoare și a corespuns atât politicii de independență economică a vremurilor respective, cât și orientării spre integrarea pe verticală predominantă pe plan mondial. După cum spunea recent A. S. Grove [25], în perioada respectivă, „*o fabrică de circuite integrate costă între 1 și 10 milioane de*

*dolari și oricine dorea să fie în business își făcea o fabrică*". Ulterior, lucrurile au evoluat spre complexități fără precedent și spre globalizarea producției de microelectronică, ajungându-se ca, în prezent, o fabrică să coste peste 3 miliarde de dolari. În acest context, închiderea Întreprinderii Microelectronica este o consecință directă a globalizării și nu un insucces al celor care au construit-o sau operat-o<sup>4</sup>.

Cercetarea de semiconductoare continuă, pe bază de subvenționare guvernamentală, la Institutul național de cercetare și dezvoltare în Microtehnologie (IMT). Cazul acestui institut nu este unic, fiecare țară având cel puțin câte un institut de microelectronică subvenționat de guvern. Este interesant de remarcat că acad. Mihai Drăgănescu a recomandat modelul institutului IMEC din Belgia, invitându-l la București pe creatorul acestuia, prof. R. Van Overstraeten. Între timp, IMEC a reușit performanța formidabilă de a se integra la nivel global și de a deveni auto-susținut prin contracte cu firme de producție, în special din Statele Unite. Modelul IMEC rămâne unic în lume. El nu a putut fi încă reprodus nicăieri, probabil din cauza comodității de a funcționa în regim bugetar în comparație cu expunerea la duritățile competiției internaționale.

Documentând-mă pe Internet asupra IMT, am constatat și apreciat inaugurarea recentă a laboratorului de cercetare în comun cu marea firmă de electronică Samsung. Acesta este un pas foarte bun pe calea globalizării, care va trebui să fie însă consolidat prin realizări cu adevărat competitive.

#### PERIOADA DE DUPĂ 1985 – FRĂMÂNTĂRI ȘI RETRAGEREA ÎN FILOZOFIE

În anul 1986 am părăsit România, întrerupând temporar legătura cu acad. Mihai Drăgănescu. După schimbarea de regim din 1989 am putut relua legătura cu domnia sa, în timpul vizitelor mele în țară și în mod regulat, mulțumită Internetului. În secțiunea de față mă voi rezuma numai la câteva comentarii pe marginea evoluției evenimentelor, așa cum le-am putut observa de la distanță.

Eram în țară în 1985, când s-a desființat ICI, iar acad. Mihai Drăgănescu s-a retras la catedră. Înțelesesem desființarea Comisiei de calculatoare prin faptul că ea își îndeplinise misiunea și calculatoarele erau parte integrantă a economiei. ICI era însă o organizație necesară în continuare și, mai ales, posibilă în sistemul social centralizat al României de atunci.

---

<sup>4</sup> La compania National Semiconductor din Santa Clara, California, unde lucrez în prezent, am asistat la construirea unei fabrici noi „state-of-the-art” de câteva sute de milioane de dolari, ca să o văd închisă și convertită în centru de calcul la numai doi ani de la punerea în funcționare.

După Revoluția din decembrie 1989, m-am bucurat să îl văd pe fostul meu profesor în guvernul României și, mai târziu, în fruntea Academiei Romane. Bucuria mea a fost însă asociată cu temeri, deoarece știam din istorie că nimeni nu iese învingător de durată dintr-o revoluție. Temerile urmau să mi se confirme după câțiva ani, când am constatat o diminuare treptată a prezenței domniei sale în arena politică. Am auzit apoi, cu părere de rău, că a existat o tendință de marginalizare și în cadrul Academiei. Dacă am înțeles dispariția din arena politică, ca pe un fenomen asociat inevitabil cu revoluția, mi-a fost mai greu să înțeleg problemele de la Academie. Evident, societatea care îl marginaliza, era încă departe de *societatea conștiinței* anticipată ca o evoluție a *societății cunoașterii* în lucrările de filozofia științei ale acad. Mihai Drăgănescu [26].

În pofida vicisitudinilor vremurilor, acad. Mihai Drăgănescu este departe de a se lăsa învins în aceste confruntări. Dimpotrivă, frământările prin care a trecut în ultimul timp l-au determinat să se concentreze și mai mult asupra cercetărilor de filozofia științei, începute încă din anii '70. Dincolo de analiza profundă a propriilor trăiri, domnia sa s-a integrat la nivel global într-o rețea de gânditori asupra profunzimilor științei și cunoașterii. La 75 de ani, acad. Mihai Drăgănescu este un utilizator avid al computerelor și al Internetului, bucurându-se direct de efectele revoluției informatice pe care le anticipase cu decenii în urmă. Este simbolic, în acest sens, că fostul secretar permanent al Comisiei de calculatoare este acela care a publicat prima carte electronică a țării, în formatul Microsoft Reader e-book [27]. Ca orice creator, întâlnește din când în când opoziții, predominant din interiorul țării, când propune concepte filozofice noi, care implică schimbări de paradigme consacrate. Metodic și analitic, continuă să scrie pentru convingerea audienței, rămânând combativ pe poziție față de cei care îl atacă. Exemplul domniei sale rămâne încurajator celor care au avut privilegiul de a-l fi cunoscut personal, în situațiile când aceștia întâlnesc, la rândul lor, confruntări și obstacole similare în cursul neînduplecat al vieții.

## EPILOG

La sfârșitul acestui studiu mă întreb ce a fost și ce nu a fost normal în jumătatea de secol în care a activat și creat acad. Mihai Drăgănescu. Din punct de vedere filozofic materialist, toate s-au întâmplat dialectic, ca urmare a legilor obiective care guvernează toate fenomenele lumii materiale. Din punct de vedere individual, generația domniei sale a văzut și trăit evoluții mai intense decât multe generații anterioare la un loc. Pe de o parte a fost revoluția tehnică determinată de invenția tranzistorului și cea mai importantă consecință a acesteia, penetrarea calculatoarelor în toate aspectele vieții. Pe de altă parte, a fost revoluția socială

care, în România, a dus la răsturnarea de regim din 1989. Toate acestea au fost elemente de mare schimbare, dar și de consecințe neașteptate, nu întotdeauna pozitive, cel puțin la nivelul timpului acestei analize.

Globalizarea, care a decurs natural din revoluțiile menționate, s-a manifestat atât pozitiv, ca o oportunitate, dar și negativ, ca un pericol de degradare socială și economică rezultat din volatilitatea mișcărilor de capital [27]. Școala românească de electronică, la crearea căreia a contribuit cu succes incontestabil acad. Mihai Drăgănescu, a ajuns să fie incapabilă să contribuie la dezvoltarea industriei de electronică a țării. Ce a folosit, de exemplu, faptul că Augustin Maior a fost primul care a realizat în lume telefonii multiplă, la începutul secolului trecut [28], dacă o sută de ani mai târziu românii trebuie să plătească unei firme grecești de telecomunicații pentru folosirea acestei tehnici?

Globalizarea, asupra căreia acad. Mihai Drăgănescu a atras atenția în mai multe rânduri [24], este fenomenul economic cel mai important al acestor vremuri. Ea creează peste tot perturbări puternice și neașteptate, America nefiind exceptată. Asociat cu globalizarea, comoditizarea unor produse de tehnică înaltă ca microprocesoarele, memoriile semiconductoare, produsele de software etc. au produs deja perturbări și mutații greu de anticipat și mai ales de suportat social. A fost, într-adevăr, cu totul neașteptat să se constate tendința de deplasare a industriei de software din Statele Unite spre zona Bangalore, India. La fel de neașteptată a fost deplasarea, în curs de desfășurare, a fabricației de semiconductoare din Statele Unite spre zona Shanghai, China. Datorită tehnicii comunicațiilor, perturbarea nu este simțită la nivelul utilizatorilor. Într-adevăr, utilizatorii produselor de software nici nu știu, când telefonează la numărul special de suport tehnic al firmei americane de la care au cumpărat produsul respectiv, că la capătul celălalt al linei îi ajută un tehnician de suport din India! În schimb, implicațiile sociale sunt vizibile și dureroase sub formă de pierderi de locuri de muncă în țările din care se face transferul de tehnologie.

Pentru exploatarea organizată a oportunităților globalizării și evitarea pericolelor ei în România, ar fi necesară, probabil, o comisie guvernamentală specială. Dacă o asemenea comisie se va înființa vreodată, cei care ar fi la conducerea ei s-ar cuveni să asculte sfaturile acad. Mihai Drăgănescu, dacă nu pentru altceva, cel puțin pentru viziunea pe care domnia sa a dovedit-o cu prisosință în tot ce a acționat și scris cu decenii în urmă despre electronică, tehnică de calcul și informatică.

În ceea ce privește școala de semiconductoare cu care am început această analiză, acad. Mihai Drăgănescu poate să fie mândru de constatarea că, în Valea Siliciului, prezența românilor în cercetarea/dezvoltarea de microelectronică este cea mai vizibilă, cantitativ și calitativ, între toate grupurile de ingineri proveniți



din țări de mărime comparabilă cu România. Deși vizibili în Valea Siliciului, cum am arătat, inginerii de la ICCE, Microelectronica și IPRS nu s-au mutat cu toții acolo. Dimpotrivă, o mare parte din ei continuă să lucreze la București, unii la IMT, alții în operațiuni de proiectare pentru firme integrate global.

Privită retrospectiv, evoluția trans-disciplinară a acad. Mihai Drăgănescu de la semiconductoare la computere și informatică și apoi la filozofie apare cum nu se poate mai firească. În confruntarea inevitabilă de fiecare zi cu computerele, orice intelectual angajat în prezent în forme de producție sau cercetare/dezvoltare competitive și, inevitabil, globalizate se întreabă, îngrijorat, dacă nu cumva stadiul actual este numai un început (10% după A. S. Grove [29]) și unde se va ajunge în viitor. În asemenea situații, analiza filozofică a lumii materiale și chiar mai mult, a fenomenului creației acesteia, este nu numai firească, dar poate și necesară pentru preântâmpinarea surprizelor viitorului.

La cea de a 75-a aniversare a acad. Mihai Drăgănescu, mă alătur celor care au organizat acest important eveniment științific al Academiei Române pentru a dori fostului meu profesor, mentor științific și, mai ales, model de integritate morală, multă sănătate, viață lungă și putere de muncă, în continuare, pentru proiectele curente și de viitor.

#### REFERINȚE

1. Mihai Drăgănescu, *Tudor Tănăsescu și școala românească de electronică*, în: *Tudor Tănăsescu, fondatorul școlii românești de electronică*, Editura Dorotea, București, 2001.
2. Marin Dragulinescu, *Tudor Tănăsescu și facultatea de electronică și telecomunicații*, în: *Tudor Tănăsescu, fondatorul școlii românești de electronică*, Editura Dorotea, București, 2001.
3. A. Rusu, *Acad. Mihai Drăgănescu – creatorul școlii românești de dispozitive electronice și microelectronică*, Academia Română, 2004.
4. M. Drăgănescu, *Procese electronice în dispozitive semiconductoare de circuit*, Editura Academiei Republicii Populare Române, București, 1962.
5. W. Shockley, *The Theory of PN Junctions in Semiconductors and PN Junction Transistors*, Bell System Technical Journal, vol. **28**, 435–489, 1949.
6. T. Tănăsescu, *Manual de tuburi și circuite electronice*, Editura Academiei R. P. R., 1955–1957.
7. W. Shockley, *Electrons and Holes in Semiconductors*, Van Nostrand, New York, 1950.
8. E. Spenke, *Elektronische Halbleiter*, Springer-Verlag, Berlin, 1955.
9. Van der Ziel, *Solid-State Physical Electronics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1957.
10. F. Yoffee, *Fizika Poluprovodnikov*, Izdadelstvo Akademii Nauk SSSR, Moskva, 1957.
11. B. Phillips, *Transistor Engineering*, McGraw-Hill, New York, 1962.
12. J. L. Moll, *Physics of Semiconductors*, McGraw-Hill, New York, 1964.
13. R. L. Pritchard, *Electrical Characteristics of Transistors*, McGraw-Hill, New York, 1967.
14. R. M. Warner, Jr. and B. L. Grung, *Transistors, Fundamentals for the Integrated-Circuit Engineer*, John Wiley, New York, 1983.
15. B. T. Sah, *Fundamentals of Solid-State Electronics*, World Scientific, Singapore, 1991.
16. C. Bulucea, „Diffusion Capacitance of p-n Junctions and Transistors”, *Electronics Letters*, vol. **4**, pp. 569–561, 1968.

17. M. Drăgănescu, *Electronica corpului solid*, Editura Tehnică, București, 1972.
18. C. Bulucea, S. Cserveny, *Tuburi, tranzistoare și circuite electronice – îndrumar pentru lucrări de laborator*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1966.
19. G. Samachișa, S. Cserveny, C. Bulucea, *Tranzistoare – culegere de probleme*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1966.
20. M. Drăgănescu, G. Samachisa, C. Bulucea, S. Cserveny, *O nouă formulare a ecuațiilor de bază pentru dispozitive semiconductoare*, comunicare la Sesiunea Științifică a Cadrelor Didactice din Institutul Politehnic Gheorge Gheorghiu-Dej, București, 1965.
21. B. Dinculescu, interviu de terminarea contractului de muncă cu Institutul Politehnic din București, 1965.
22. M. Drăgănescu, *Paricid moral*, Literatorul, Nr. 1–2, București, 1997.
23. M. Drăgănescu, *Cronologia activităților în domeniile electronicii, microelectronicii și electronicii funcționale*, Academia Română, [www.racai.ro](http://www.racai.ro), 2001.
24. M. Drăgănescu, *Cronologia activității în domeniul informaticii*, Academia Română, <http://www.racai.ro>, 2001.
25. S. Grove, *Changing Vectors of Moore's Law*, Keynote Address, IEDM, 2002.
26. M. Drăgănescu, *Societatea conștiinței: introducere*, Academia Română, [www.racai.ro](http://www.racai.ro), 2003.
27. M. Drăgănescu, *Din istoria telecomunicațiilor în România*, document Word (22 pagini) comunicat de autor, 2003.
28. IMF Staff, *Globalization: Threat or Opportunity?*, Internațional Monetary Fund Issue Brief No. 00/01, [www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/041200.htm](http://www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/041200.htm), 2001.
29. S. Grove, *Interview cu Charlie Rose*, postul de televiziune KQED, San Francisco, 2001.