

UN SECOL DE ELECTRONICĂ ÎN ROMÂNIA (II)

Electronica profesională

Nona MILLEA¹, Ion CONSTANTINESCU²

nonamillea@gmail.com, ion.constant@gmail.com

ABSTRACT:

The article presents the development of professional electronics, created to implement the technologies needed to modernize and increase the efficiency of the Romanian industry and economy, following the model of the advanced countries of the time. At the beginning, research institutes for Electrotechnics and Automation were set up, and since 1966 the first institutes and enterprises for professional electronics have been set up at MICM - the Ministry of Machine Building Industry: ICE - Institute for Electronic Research and IEMI - Enterprise of Measuring & Industrial Devices, followed by other units associated with them. In 1971, the *Priority Program for Electronics and Related Fields* was launched, which set development directions and electronics tasks in the first decade of application, mainly for MICM units that served the entire national economy. It should be noted that in those years departmental research was a highly applied one, including design too.

The first part of the article presents the research in the field of professional electronics in ICE, finalized with prototypes produced at the main manufacturer, IEMI, and also the ICE microproduction activity.

In the second part, entitled Applied Electronics, the professional electronics produced in the main units where their specific activity was strongly related to electronics is presented, namely: a) IFA / IFIN - Institute of Physics and Nuclear Engineering associated with FAN – Nuclear Apparatus Factory, for nuclear electronics; b) IFA and CFT – Iasi, Technical Center for magnetometry; c) ICEMENERG for power electronics; d) Romanian Radio and Television, for electronics related to reception and broadcasting processes, etc.

KEYWORDS: professional electronics, electronic equipment, ICE, IEMI, IFA, IFIN, FAN, CFT, ICEMENERG

CUPRINS

II. Electronica profesională din cadrul MICM - Departamentul Electrotehnic și Electronic (devenit MIET)

II.1. Electronica profesională – Cercetare și Producție

II.1.1. ICE/ICSITE și FEMI/IEMI

II.1.2. ICE/ICSITE și ICE/ICSITE Microproducție

II.1.3. ICE la 20 de ani

II.1.4. ICE la 40 de ani și... în prezent

II.2. Electronica aplicată - Cercetare și Producție

II.2.1. Electronica nucleară

II.2.1.1. IFA și IFIN-HH

II.2.1.2. Fabrica de Aparatură Nucleară – FAN

II.2.2. Centrul de Fizică Tehnică - CFT, Iași

II.2.3. Electronica în energetică - ICEMENERG

II.2.4. Electronica în MTTC - Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor

Scurtă sinteză

Electronica încotro?

Bibliografie

¹ Dr. inginer, Divizia de Istoria Tehnicii, Comitetul Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii, Academia Română

² Dr. inginer, Divizia de Istoria Tehnicii, Comitetul Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii, Academia Română

*The engineer has been, and is,
a maker of history.
James Kip Finch*

Pornind de la clasificarea precizată în prima parte a articolului,³ această a doua parte se ocupă de **Electronica profesională** creată și dezvoltată în al doilea semicentenar al electronicii românești.

Se va analiza când a înmugurit această electronică, apoi când s-a decis în România că trebuie dezvoltată, cum a evoluat ea în ansamblul *cercetare-produție* până în 1989, când și de ce a început declinul acesteia și dacă a mai rămas ceva din ea după anul 1989.

În privința instituțiilor și întreprinderilor care s-au ocupat cu electronica profesională, în ordinea în care acestea au fost înființate, se vor prezenta realizările: prototipuri omologate, producție de serie, eventuale exporturi. Nu vor fi ocolite nici neajunsurile ivite în strădaniile depuse de ritmul alert stabilit pentru a ajunge la dezvoltarea și modernizarea industriei și economiei românești, cu sprijinul electronicii, după modelul țărilor avansate industrial.

Tot la cadrul electronicii profesionale se încadrează și **electronica aplicată** – acele echipamente de electronică profesională adaptate pentru cele mai diverse domenii de activitate: industrie, medicină, domeniul nuclear, navigație etc.

Cercetarea, proiectarea și producția aparatelor de serie mare, destinate dotării laboratoarelor uzinale, de service, de cercetare și învățământ din întreaga economie națională, a fost atribuită MICM - Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini (cu toate denumirile ulterioare). Pentru aparatura specifică aplicațiilor din diferite ramuri industriale - solicitată în cantități mai mici - au fost create, în cadrul acestor ramuri, unități specializate pentru acoperirea cerințelor proprii.

II. Electronica profesională din cadrul MICM - Departamentul Electrotehnic și Electronic (devenit MEIet)

Odată cu apariția, la începutul secolului XX, a noii ramuri - *electronica*, a trebuit realizată și aparatura necesară dezvoltării ei. Electronica a evoluat inițial în cadrul ramurii “Electrotehnica”, din care a derivat. În România, această perioadă a durat mai mult, astfel că, în **Catalogul produselor electrotehnice**⁴, la secțiunea H3, întâlnim Aparatură electronică pentru “Curenți slabi”, fapt semnalat în prima parte a articolului. În 1950 MEIet s-a scindat, Ministerul Energiei Electrice (MEE) păstrând producția de energie electrică și, pentru echipamentele necesare întregii economii, fiind înființat Ministerul Construcțiilor de Mașini (MICM), cu un Departament de Electrotehnică și Electronică la care prima unitate productivă cu profil electronic a fost “Radio Popular”, devenită ulterior Uzinele “Electronica”.

La “Radio Popular” și apoi, până în 1965, la Uzinele “Electronica” s-au elaborat și fabricat produse electronice pentru agricultură, industria lemnului, radio și televiziune. Conform literaturii de specialitate⁵, acestea erau:

- *Umidometru*, pentru măsurarea umidității cerealelor însilozate, 1962;
- *Generator capacitiv de înaltă frecvență*, folosit la prelucrarea lemnului, 1963;
- *Generator inductiv de înaltă frecvență*, folosit la încălziri de bare și țevi pentru suduri, 1964;
- *Magnetodiaflux*, folosit la încolțirea semințelor, tratarea plantelor, dar și la tratamente medicale, 1964;
- *Nivelmetru capacitiv*, folosit la măsurarea nivelelor în rezervoare, 1965;

³ Millea, N., Constantinescu, I., *Un secol de electronică în România. Repere*, NOEMA XVII, 2018, pp. 157-174

⁴ *Catalogul produselor electrotehnice*, Ed MEIet, 1950

⁵ Lăzăroiu, D.F., Millea, N. (coord.), *Electronica românească, O istorie trăită*, vol. I, Ed. AGIR, 2011, p.132

În 1960 MICM a demarat trecerea spre *electronica profesională*⁶: a) creând colective și laboratoare cu profil de electronică în Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Electrotehnică (ICPE); b) înființând Institutul de Proiectări în Automatizări (IPA), asociat cu Fabrica de Elemente pentru Automatizări (FEA).

În 1965 acțiunea, începută în 1960, a continuat cu elaborarea primului **Program de dezvoltare al ramurii electrotehnice și electronice (PDREE)**, cu scopul de a moderniza economia românească în ansamblul ei. S-a fundamentat necesitatea apariției *cercetării și producției* în industria electronică, în conformitate cu creșterile anuale tot mai mari ale acestei ramuri în țările cu tradiție industrială înaltă. S-a specificat că trebuie să aibă pondere *Electronica Profesională (EP)*, în care intra aparatura de măsurare. Atenție deosebită a fost acordată și sectorului *Tehnicii de calcul (TC)* - calculatoare electronice, automatizări electronice, precum și sectorului *Radiocomunicațiilor profesionale* și, evident, sectorului de componente electronice, care le condiționa pe toate celelalte.

În 1966 s-au luat măsuri imediate de înființare a unităților de profil corespunzătoare:

a) **S-a înființat ICE** (Institutul de Cercetări și Proiectări Electronice), prin comasarea colectivelor de cercetare cu preocupări spre electronica profesională din MICM, înființare motivată prin faptul că cercetarea proprie este potrivită în cazul electronicii profesionale, a cărei producție de serie este relativ mică;

b) **S-a înființat FEMI** (Fabrica de aparate Electronice de Măsură și Industrială, ulterior IEMI), în 1968, fabrica ce urma să producă aparatură de măsurare și industrială, folosind documentație obținută majoritar prin contracte de cercetare cu ICE;

c) **S-au înființat fabrici** de componente absolut necesare atât cercetării cât și producției, anume: **FFU** (Fabrica de Ferite Urziceni) 1971, **FCB** (Fabrica CONECT București) 1970, **IPEE** (Întreprinderea de Piese Electronice și Electrotehnice) Curtea de Argeș, 1973.

În 1971 s-a elaborat primul program național cu scopul organizării direcțiilor de dezvoltare a cercetărilor proprii: **Programul prioritar de Electronică și domenii conexe (PPEDC)**, cu sarcini de plan pentru *cercetare-proiectare-fabricare* în deceniul 70-80 pentru fiecare minister participant. Responsabilitatea elaborării Programului a revenit CNST – Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie – prin vicepreședintele gral. de brigadă, prof. univ. *Dinu Buznea*, trecut în sectorul civil special pentru organizarea cercetării în electronică și care a fost primul director al ICE. Programul a fost coordonat în continuare de CNST, prin dr. ing. *Nona Millea*, până la elaborarea și apariția programului pentru deceniul următor. Programul era urmărit permanent și se făceau raportări anuale.

În 1973, în Raportul MICM, s-au analizat rezultatele primului an de aplicare a PPEDC, prezentându-se atât realizările cât și dificultățile care au condus la nerealizări⁷. S-au prezentat exact motivele acestor nerealizări fără nici o intenție de a le masca, cum caracterizează astăzi unii întreaga activitate economică anterioară anului 1990. Această acțiune a determinat încrederea în capacitatea electronicii profesionale românești și depunerea unor eforturi concertate din partea factorilor implicați. Ulterior, astfel de analize au fost făcute anual. Cei care au trăit acei ani, activând în domeniu cunosc și pot depune mărturie în legătură cu imensul efort depus de cercetătorii și proiectanții ICE, care lucrau practic contra cronometru pentru a asigura prototipuri omologate metrologic pentru aparatele ce urmau să intre în fabricație la FEMI/IEMI, sau cu efortul celor din sectorul de componente, care trebuiau să asigure prin probe de selecție riguroase, componentele cu caracter profesional, știut fiind că, de exemplu, unele dintre aparate urmau să funcționeze în domenii cu totul speciale, precum cele de la Centrala Nuclearo-Electrică de la Cernavodă. Eforturi deosebite au depus și industriile conexe care trebuiau să asigure diferite materii prime, materiale și

⁶ Millea, N., (coord.), *Electronica românească, O istorie trăită*, vol. II, Ed. AGIR 2013 cap. II.1 pg.1

⁷ Ibidem, cap I.4

utilaje tehnologice performante. Rezultatele n-au întârziat să apară, astfel încât România a adăugat la exportul de receptoare și televizoare, început în 1967, și exportul de electronică profesională, început în anii 1972 cu tensometre exportate în RDG, apoi cu betonoscoape exportate în Italia, cu linii de fabricație specializate în Coreea de Nord, cu mașini unelte cu comandă numerică în diverse alte țări (ajunsesem pe locul 9 în lume) și aparatură de radiocomunicații profesionale în țările din CAER.

Trebuie menționat un detaliu foarte important: în anii '60 se produceau în România numai semiconductoare cu germaniu: ***“Evoluția electronicii depindea la acea dată de tehnologia siliciului. Este meritul de necontestat al prof. Mihai Drăgănescu care a forțat – cu demisia pe masă - importarea unor linii pentru tranzistoare cu siliciu și apoi circuite integrate, fără de care orice dezvoltare a electronicii profesionale, și în mod special a tehnicii de calcul, ar fi fost stopată”***⁸.

De asemenea, trebuie menționat că, în 1970, existau 20 de întreprinderi cu profil electronic, majoritatea înființate după 1965. Studii de specialitate au arătat că este necesar să se înființeze încă cca. 25 de întreprinderi noi, în intervalul 1976-1980, pentru a avea o dinamică a dezvoltării industriei electronice de peste 50 de ori mai mare în 1980 față de 1960, conform prevederilor Directivelor de partid pentru Cincinalul Revoluției Tehnico-Științifice. Ca atare, **în 1972**, MICM a însărcinat Institutul *Electrouzinproiect* să întocmească un Studiu de fundamentare pentru extinderea bazei de producție prin realizarea unei importante investiții - un **Combinat Electronic (CE)**, drept o a doua platformă industrială pentru domeniul electronicii profesionale. Documentul denumit ***Combinatul electronic. Studiu de estimare preliminară a nivelului capacităților de producție și posibilității de amplasare*** se poate consulta⁹ și nu insistăm asupra cauzelor care n-au dus decât la realizarea parțială a acestui Program îndrăzneț.

În 1983 a fost lansat ***Programul de Automatizare și Electronizare a Economiei Naționale (PAEEN)***.¹⁰ S-au elaborat în acei ani și alte programe punctuale urmate de investițiile prevăzute, din care amintim pe cele legate de înființarea, în 1982, a întreprinderii *Microelectronica*.

Al nouălea deceniu al secolului XX și, în mod special, ultimul cincinal, a fost unul nefast pentru industria electronică: prin indicațiile primite s-a interzis importul unor materiale de strictă specialitate, anumite circuite integrate specializate, tablă silicioasă pentru aparate profesionale (cea produsă în România se putea utiliza în industriile în care greutatea unui transformator nu conta în mod deosebit) ș.a. Se ajunsese la absurd - s-a interzis folosirea aurului și argintului la acoperirea galvanică a elementelor de contact din industria electronică și electrotehnică. Acela a fost momentul în care s-a sesizat posibilitatea infiltrării ideilor unei puteri străine rău-voitoare la cel mai înalt nivel, întrucât întregul corp tehnic, până la nivel de ministru, erau convinși de eroarea indicației.¹¹

“Trăiam în plin deceniu de restricții economice impuse de o hotărâre absurdă a conducerii de partid de a plăti rapid datoria externă, măsură cu implicații profunde pe care o semnala corpul tehnic - sub semnătura miniștrilor lor, absolut toți membri ai CC al PCR, precizând că respectivele măsuri au efecte dezastruoase pentru economia națională.... Cel puțin asta a fost situația în industria electronică”.¹²

⁸ Ibidem, p.3

⁹ Ibidem, pp. 10÷33

¹⁰ Ibidem, pp. 64÷78

¹¹ Manolache, M., *Confesiunile unui ministru*, Pitești, Argeș Press, 2012, (n.n. autorul volumului a luat o serie de interviuri d-lui Nicolae Vaidescu, fost ministru al MIET între 1987 și 1989).

¹² Millea N., coordonator, *Electronica românească. O istorie trăită*, Vol 2, *Electronica profesională*, Ed AGIR, 2013, p.8

II.1. Electronica profesională – Cercetare și Producție

În urma lansării PDREE, în care se sublinia ponderea ce trebuie acordată *Electronicii profesionale*, au fost înființate *Institutul de Cercetări și Proiectări Electronice – ICE* și *Întreprinderea de Aparatură Electronică de Măsură și Industriale – IEMI*, fostă FEMI.



II.1.1. ICE/ICSITE și FEMI/IEMI

Denumirile duale a celor două unități au următoarea explicație: în cazul FEMI-IEMI, modificarea derivă dintr-o clasificare a unităților de producție, în primul rând funcție de mărimea lor, făcută în 1973. Pentru ICE, lucrurile sunt puțin mai complicate. În 1979, conducerea CNST a decis ca institutele de cercetări departamentale - din ministerele cu profil industrial - să-și extindă activitatea în domeniul Ingineriei Tehnologice. Astfel ICE a devenit ICSITE – Institutul de Cercetări Științifice și Inginerie Tehnologică pentru Electronică, cu păstrarea siglei ICE, care era marcă înregistrată la OSIM.

ICE a avut la înființare 8 laboratoare de cercetare, ajungând în 1989 la 11 laboratoare cu un total de 1.461 salariați, din care 235 cercetători, 119 ingineri, 36 subingineri și 809 muncitori. De electronică profesională s-au ocupat 3 laboratoare:

- **Laborator 2 - Aparatură electronică pentru măsurarea mărimilor electrice**, cu 28 de cercetători și 4 ingineri - **acronim ME**;
- **Laborator 7 - Aparatură electronică pentru măsurarea mărimilor neelectrice și aplicații industriale**, cu 21 de cercetători și 5 ingineri – **acronim MN**;
- **Laborator 6 - Aparatură electronică pentru medicină și biologie**, cu 21 de cercetători și 4 ingineri – **acronim MB**.

În limita documentației disponibile, se vor prezenta: tipul aparatelor rezultate în urma cercetării, câte s-au fabricat, ce complexitate și destinație au avut ca să satisfacă laboratoare uzinale sau laboratoare de cercetare din instituții importante.

Laboratorul 2 - ME și IEMI

Aparatele proiectate în acest laborator au fost destinate producției de mare serie la IEMI, considerându-le indispensabile oricărui laborator uzinal, utile și în laboratoarele școlilor și Universităților tehnice, sau în laboratoare ale multor instituții de cercetare sau întreprinderi cu structuri proprii de proiectare. Diversitatea mare a aparatelor din această categorie a impus clasificarea în următoarele categorii:

- Osciloscoape;
- Voltmetre și multimetre digitale;
- Instrumente digitale de panou;
- Numărătoare și frecvențmetre;
- Generatoare de semnal;
- Aparatură pentru măsurări parametrice (Punți R L C , tranzistormetre etc);
- Surse de alimentare.

Toate aparatele care au fost cercetate/proiectate la ICE au fost realizate în baza contractelor cu întreprinderea de producție, în care se prezenta o *Temă de cercetare*, cu termene și costuri, acceptată de ambele părți și al cărui document de bază era *Caietul de sarcini* sau *Norma tehnică* de produs care trebuia să se încadreze cel puțin în nivelul standard al normelor internaționale de atunci - CEI, ISO ș.a. Această *Temă de cercetare* era documentul care obliga pe *Responsabilul de Temă (RT)*, numit de șeful laboratorului, la finalizarea cu omologare a două Prototipuri, efectuată împreună cu INMB – Institutul Național de Metrologie București, (fiindcă era vorba de aparatură de măsurare) și la elaborarea documentației de execuție a produsului, livrată către IEMI. În cazurile

aparaturilor foarte complexe, RT asista și la omologarea seriei zero, alături de responsabilul produsului din partea IEMI și din partea INMB.

Se vor trece în revistă exemple de aparate, fără a detalia multe caracteristici tehnice. Vor fi prezentate mai detaliat doar produse reprezentative din categoria lor.

a) **Osciloscopul** au fost elaborate în diferite game de frecvențe și sensibilități și au fost proiectate în exclusivitate pentru producerea lor la IEMI.

- **Osciloscop de serviciu – E 0101**, produs în 1971 – 1976 în 1.305 exemplare;
- **Osciloscop universal – E 0102**, produs în 1974 și 1985 în 5.909 exemplare;
- **Osciloscop de laborator – E 0103** (fig. II.1) cu sertare pentru: Amplificare diferențială (0103D), Bază de timp (0103E), Eșantionare (0103F), produse în 1975-1984, cu întreruperi în anii 1982-1983 din pricina interzicerii importului de componente din Vest. Totuși, s-au fabricat 1.568 bucăți din unitatea de bază, Sertarul de amplificare și al bazei de timp în câte 385 de bucăți, dar Sertarul de eșantionare s-a fabricat doar în 20 de bucăți în anul 1979, adică puțin înainte de a interveni criza componentelor speciale.
- **Miniscop – E 0104**, cu caracteristici ceva mai modeste; s-a fabricat în număr foarte mare în 1977 – 1985 (5381 de exemplare).

Declinul a început după 1985, din lipsa câtorva componente cu caracteristici deosebite, imposibil de importat din Vest, când două osciloscopia foarte performante nu s-au putut fabrica decât ca început de serie zero:

- **Osciloscop de laborator – E 0105**, 100MHz, 1 exemplar, în 1985;
- **Osciloscop cu memorie – E 0106**, 0-25MHz, cu două canale și două baze de timp, 1 exemplar în 1985.

După 1985 prospectele IEMI menționează și alte tipuri de osciloscopia fabricate, pentru care dispunem de prospecte ale ultimelor modele proiectate la ICE, dar fără a ști câte exemplare s-au fabricat. Acestea sunt:

- **Osciloscop universal – E 0107**, 15MHz;
- **Osciloscop universal – E 0108**, 10 MHz;
- **Osciloscop universal – E 0109**, 25MHz, 2 canale, destinat pentru service, pentru laboratoare și/sau standuri de testare în fabrici, precum și în școli;
- **Osciloscop de panou – E 0109R**, 2 canale, pentru laboratoare de cercetare, laboratoare uzinale, standuri de probă;
- **Osciloscop – E 0110**, cu 2 canale, 10MHz, sensibilitate 2mV/div, poate fi alimentat și de la tensiune continuă: 21-29V/0,5A, dimensiuni reduse: 26cm x 10cm x 33cm;
- **Osciloscop cu memorie digitală – E 0120**, 2 canale, 500K eșantioane/sec, programabil cu interfață CEI 625.

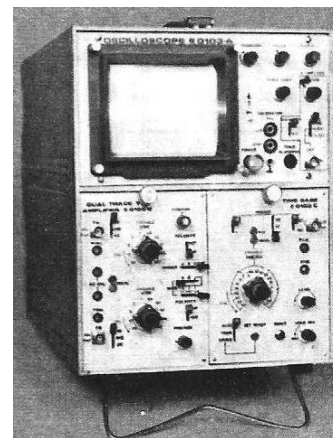


Fig.II.1. Osciloscop de laborator E 0103

b) **Voltmetre și multimetre electronice**

Este domeniul în care s-au realizat majoritatea aparatelor contractate cu IEMI, altele fiind fabricate în microproducția ICE, în număr mai mic și având destinație specială, de exemplu Centrala Nucleară de la Cernavodă. În continuare se prezintă aparatele cercetate la ICE și fabricate la IEMI, pentru care au existat și suficiente date despre numărul tipurilor produse în intervalul 1971 – 1985, începând cu prezentarea sumară a aparatelor digitale:

- **Multimetru numeric – E 0302** (fig. II.2), 3 ½ cifre, V_{cc} , V_{ca} , I_{cc} , I_{ca} , Ω , produs an de an în perioada 1975-1985, în număr de 10.553 exemplare. *A fost aparatul fabricat la IEMI în cel mai mare număr de exemplare dintre toate voltmetrele și multimetrele proiectate la ICE;*
- **Voltmetru numeric – E 0303**, 4 ½ cifre, V_{cc} , 10 μV , fabricat în anii 1971, 1974 și perioada 1977 – 1985, în total 2.441 exemplare;



Fig. II.2 Multimetru numeric E 0302



Fig. II.3 Sistem digital multimeter E 0309

- **Multimetru numeric – E 0304**, 3 ½ cifre, V_{cc} , V_{ca} , I_{cc} , Ω , fabricat în 745 exemplare în perioada 1982 – 1985;
- **Multimetru numeric – E 0306**, 4 ½ cifre, rez. 10 μV , V_{cc} , V_{ca} , Ω , fabricat doar în 10 exemplare, în anul 1981, fiindcă tocmai fusese interzis importul de componente din țările occidentale, de care acest aparat nu putea fi lipsit;
- **System digital multimeter – E 0309** (fig. II.3), 4 ½ cifre, rez. 10 μV , V_{cc} , V_{ca} , I_{cc} , I_{ca} , Ω , T^0 (Pt100 Ω); control cu două microprocesoare tip Intel 8080; 21 de programe adresabile de la panou; interfețe CEI 625, RS232C. În ciuda interzicerii accesului la componente speciale din import - referințe de tensiune, rezistoare de mare precizie și stabilitate, aparatul a fost dotat cu autocalibrare, complicând proiectul cu bloc etalon termostatat, soluție nu tocmai lăudabilă deoarece crește consumul și reduce fiabilitatea. Seria zero a acestui aparat a fost omologată în 1988 dar după aceea nu mai dispunem de alte știri din partea IEMI. *A fost cel mai complex și performant multimetru digital proiectat în România la finele deceniului 9 al secolului XX;*
- **Voltmetru digital de panou – E 0308**, 3 ½ cifre, rez. 1mV, 0÷199,9V, $R_{in}>100M\Omega$, ieșiri digitale BCD, realizat astfel încât dimensiunile decupării panoului respectau normele DIN (45mmx92mm); *conectabil pe bus-ul unui sistem cu microprocesor; a fost proiectat folosind numai componente românești și destinat includerii în instalații sau sisteme pentru măsurarea oricărei mărimi fizice convertită, în prealabil, în tensiune continuă.* Documentele de la IEMI demonstrează că a fost omologată Seria Zero în 1985, cu 5 exemplare. Nu cunoaștem dacă și câte exemplare s-au fabricat ulterior (Cartea Tehnică din 1986, poate fi un reper că s-au fabricat mai multe).

Menționăm și câteva aparate analogice:

- **Voltmetru electronic analogic – E 0401**, V_{cc} , V_{ca} , Ω , fabricat în anii 1973 – 1977, în 505 exemplare;
- **Milivoltmetru electronic analogic – E 0402M**, V_{ca} , fabricat în intervalul 1977 – 1985, în 3.315 exemplare;
- **Milivoltmetru electronic – E 0403**, V_{cc} , V_{ca} , V_{hf} , I_{cc} , I_{ca} , Ω , C, h_{fe} , diode; nu avem date despre fabricarea acestuia.

c) Numărătoare și frecvențmetre.

Există un număr destul de mare de aparate din această categorie, codificată începând cu E02, ceea ce arată că ambele părți, ICE și IEMI, au fost egal interesate în elaborarea și fabricarea lor. Din această categorie menținem:

- **Numărător universal – E 0201**, primul aparat de acest fel, folosind pentru afișare cifre construite cu becuri cu incandescență tip telefonie; s-a fabricat în 1971 în 27 de exemplare;
- **Numărător universal – E 0202**, afișare 7 cifre Nixie, frecvența maximă 20MHz; s-a fabricat între 1973 și 1978, în 1261 de exemplare. Avea posibilitatea de extindere a aplicațiilor folosind 3 sertare și anume:
 - E 0202B – Convertor tensiune – frecvență; s-au fabricat 762 exemplare între 1974 și 1978;
 - E 0202C – Convertor de frecvență; fabricate 515 exemplare în același interval;
 - E 0202D – Sertar Cronometru; fabricate 105 exemplare în 1977 – 1978.
- **Frecvențmetru numeric – E 0204**, 8 cifre, afișare LED, 40Hz÷300MHz, fabricat în anii 1979 – 1985 în 4.288 exemplare;
- **Frecvențmetru reciproc – E 0205**, pentru frecvențe joase, fabricat între 1979 – 1985 în 1.647 exemplare;
- **Numărător universal (7 cifre) – E 0206**, fabricate 1.159 exemplare între anii 1981 și 1985.

Din documentele IEMI rezultă că în fabricația anului 1988 existau și următoarele tipuri, pentru care însă nu avem cantitatea fabricată:

- **Frecvențmetru programabil – E 0208** cu microprocesor (fig. II.4), 120MHz, folosit în laboratoare, ateliere și service pentru reglarea și etalonarea osciloscoapelor, generatoarelor de semnal. Cu interfața CEI 625 putea lucra în sisteme automate de măsurare;
- **Numărător universal programabil cu autoscalare – E 0209**, cu microprocesor Z80, 2 canale, 10Hz÷500MHz, utilizat în radiolocație, radiocomunicații, testarea circuitelor integrate, în comunicații laser etc. Avea interfața CEI 625.



Fig. II.4 Frecvențmetru programabil E 0208

d) Generatoare de semnal

Sunt prezentate aparatele proiectate la ICE și fabricate la IEMI în perioada 1971-1985. La cele despre care nu se cunoaște cantitatea în care s-au fabricat, este menționată denumirea respectându-se textul din documentația IEMI: “în producția anului 1988 se găsesc și aparate pentru care există prospecte comerciale și sunt incluse în Lista de prețuri aprobate de MICMUE”.

- **Generator de joasă frecvență – E 0501**, afișare analogică, 1Hz÷1MHz; fabricat între 1972 și 1985 în 3.600 de exemplare;
- **Versatester – E 0502** (fig. II.5), afișare digitală 4 cifre; îndeplinește 3 funcții:
 - a) generator de semnal sinusoidal, dreptunghiular,
 - b) frecvențmetru extern,
 - c) voltmetru extern în gama frecvențelor 10Hz÷1MHz.

Versatesterul E 0502 s-a fabricat în perioada 1977 – 1985 în 5.243 de exemplare. *Este aparatul fabricat în cel mai mare număr de exemplare din categoria generatoarelor de semnal.*

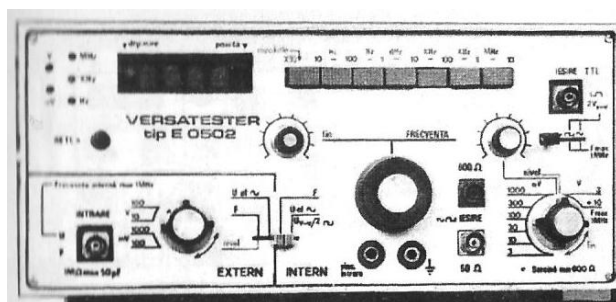


Fig. II.5 Versatester E 0502

- **Generator de semnal – E 0503**, 5 cifre, 100kHz÷110MHz; este destinat măsurărilor în radiocomunicații și TV, dar și folosirii în laboratoare uzinale. A fost fabricat între 1983 și 1985 în 198 exemplare;
- **Generator de impulsuri – E 0505**;
- **Generator de semnal – E 0506**;
- **Generator de funcții – E 0507**;
- **Generator de joasă frecvență – E 0508**.

e) *Aparate pentru măsurarea parametrilor componentelor și circuitelor*

S-au fabricat:

- **Tranzistormetru portabil – E 0702**, măsoară tranzistoare de mică putere și diode Zener; fabricat între 1973 și 1977 în 1.145 de exemplare;
- **Punte RLC – E 0704**, măsoară absolut sau comparativ: rezistențe, inductanțe și capacități; valori maxime: 105MΩ, 105H, 1050μF; fabricat între 1974 și 1985 în 3.672 de exemplare; *este aparatul fabricat cel mai mult din această categorie*;
- **Distorsiometru semiautomat – E 0706**, destinat domeniului audio pentru măsurarea calitativă și cantitativă a distorsiunilor de amplitudine; a fost produs între 1979 și 1985 în 758 de exemplare;
- **Tranzistormetru – E 0708**, folosit la măsurarea tranzistoarelor de mică și medie putere și a diodelor Zener; s-a fabricat între 1977 și 1985, cu pauză în 1982, în 3.342 de exemplare;
- **Testor circuite logice – E 0709**; dispune de Sondă Logică și Pulser Logic; foarte util laboratoarelor de proiectare/cercetare, putând determina și/sau schimba starea logică a unui nod dintr-o schemă logică cu nivele TTL; s-a produs în anii 1982 – 1985 în 1.210 exemplare.

Menționăm și aparatele acestei categorii ce apar în Lista IEMI cu programul de fabricație al anului 1988:

- **Punte R.L.C. – E 0711** (fig. II.6), este o punte digitală complet automatizată; afișare LED cu 3 ½ cifre; măsoară: R, L-Q (factor pierderi), C-Δ (factor pierderi) cu valori maxime: 19,99MΩ, 1999H (Q: 999), C 19,99mF (Δ: 19,99); control de la distanță prin interfața CEI-625.
- **Tranzistormetru de putere – E 0712**;
- **RLC-metru digital – E 0715**.



Fig. II.6 Punte RLC tip E 0711

Mai există câteva aparate, nementionate deoarece nu au un indicativ al grupei E 07, probabil fiind oprite la faza de omologare serie zero.

f) Surse de alimentare

Surse stabilizate de tensiune continuă și alternativă, cu diverse caracteristici și destinații, au fost omologate ca prototip la ICE și preluate de IEMI pentru producție în intervalul 1971 – 1985. Dintre acestea menționăm:

- **Sursa de tensiune continuă, stabilizată, reglabilă – I 4101**; valori maxime: 40V, 4A; fabricată în anii 1971 – 1974, în 691 de exemplare;
- **Sursa dublă de tensiune – I 4102**; tensiune continuă reglabilă cu valori maxime 40V și 1.2A. Conține două surse identice ce pot fi folosite separat sau pot fi interconectate în paralel. Era realizată cu tranzistoare cu siliciu, fiind destinată proiectării în laboratoare. Între 1973 și 1985, cu întreruperi în 1978, 1980 și 1981, s-au produs 2.051 exemplare. *A fost modernizată folosind circuite integrate și s-au fabricat în anii 1980, 1981 și 1984 – 1.075 exemplare*
- **Sursa de tensiune continuă stabilizată – I 4103**; destinată alimentării dispozitivelor cu circuite integrate și tranzistoare, oferă max 7,5V și 2A; protecție la suprasarcină și salturi de tensiune (*crowbar*); poate funcționa și ca sursă de curent 50mA÷2A; s-au produs între 1974 și 1985 fără întreruperi – 4.154 exemplare;
- **Sursa de tensiune continuă – I 4104** (fig. II.7); realizată în totalitate cu semiconductoare cu siliciu, asigură valorile maxime 40V, 5A. *S-au produs în anii 1975-1985 – 7.382 exemplare; este numărul maxim fabricat, din categoria acestor aparate;*
- **Sursa stabilizată de tensiune continuă – I 4108**, furnizează 30V, 1A, fiind destinată alimentării circuitelor lineare și logice cu protecție de securitate pentru tensiune (*crowbar*) și curent (trecere pe curent constant); s-au produs între 1977 și 1985 – 2.697 exemplare;
- **Sursa stabilizată de tensiune alternativă – I 4201**; 1000VA și tensiune reglabilă 210÷230V sau fixă 220V±1%; utilizată în linii de reglare a contoarelor și releelor, la alimentarea unor cuptoare electrice de laborator etc, a fost multiplicată în 4.325 exemplare în anii 1972-1985;
- **Sursa stabilizată de tensiune alternativă – I 4202**; 5000VA; destinată bancurilor de încercare și reglare, pentru aparate și instalații monofazate. Funcționează la sarcina nominală fără întrerupere 16 ore. Fabricată între 1976 și 1985 în 1.769 exemplare.

Au mai existat în programul de fabricație al anului 1988 și următoarele tipuri de surse:

- **Sursa de tensiune continuă – I 4115**, pentru 30V și 15A;
- **Sursa programabilă de tensiune continuă** 2x32V, 15V / 3A.

În fig. II.8 și fig. II.9 se prezintă două grafice rezumative privind producția de la IEMI pe baza proiectelor elaborate de ICE.

Producția IEMI a atins maximul în 1985 la mai toate produsele, dar mărimea acestora a fost influențată nu doar de cererea pieței, ci și de restricționarea aprovizionării din import a

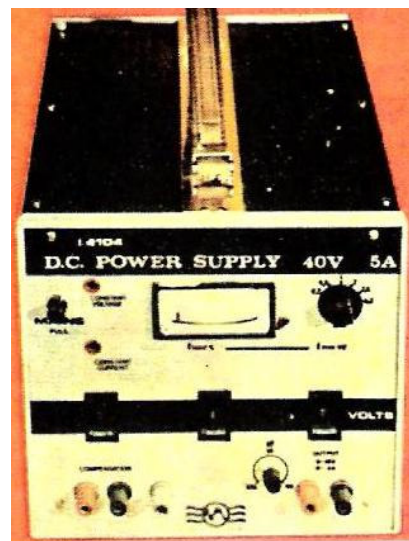


Fig. II.7 Sursa de tensiune continuă, tip I 4104

componentelor speciale cu care s-au proiectat prototipurile, unele cu 2 sau poate chiar cu 3 ani înainte de intrarea în fabricație.

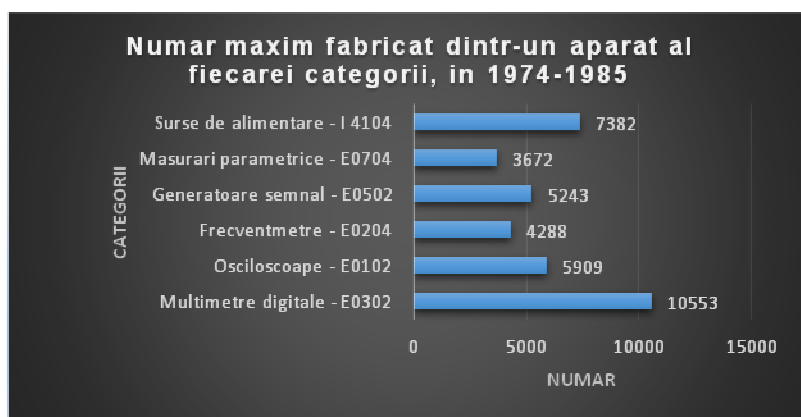


Fig. II.8 Numărul maxim fabricat dintr-un aparat al fiecărei categorii, în anii 1974 – 1985

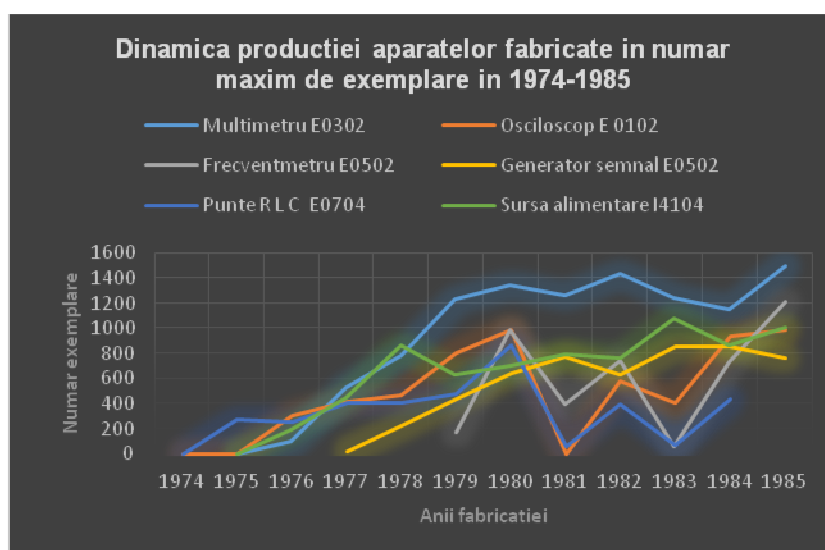


Fig. II.9 Dinamica producției aparatelor fabricate în nr. maxim de exemplare în 1974 – 1985

Laboratorul 7 - MN și IEMI

Aparatura cercetată în laboratorul pentru măsurarea Mărimilor Neelectrice (MN) și finalizată cu prototipuri pentru IEMI, este împărțită în două grupe:

- Aparate electronice pentru măsurarea unor mărimi fizice;
- Grupe tensometrelor clasice și în sistem modular.

a) Aparatură electronică individuală

Din această grupă se prezintă aparatură pentru care există date despre producție:

- **Vibrometru portabil – N 2102**; măsoară vibrații ale mașinilor, instalațiilor construcțiilor; s-au produs sporadic în anii 1971 – 1973 și 1976 în 128 de exemplare;
- **Microcomparator – N 2201** cu traductori inductivi diferențiali, detectează abaterile dimensiunilor liniare de la cote prestabilite; s-au produs 404 exemplare în anii 1974, 1975 și 1977;

- **Torsiometru electronic – N 2401**, cu 7 traductoare de inducție; măsoară cuplu, turații, putere debitată sau absorbită, în regim staționar sau lent-variabil. S-a produs în anii 1973, 1975, 1976 doar în 10 exemplare;
- **Nivostat capacitiv – N 2501**, măsoară nivelul de umplere (lichid sau granulat) din rezervoare, silozuri etc., din industria chimică, alimentară etc. E prevăzut cu sondă capacitivă (1...8m) pentru diverse lungimi de undă; s-au fabricat 2.124 de exemplare în anii 1981, 1983 – 1985;
- **Stroboscop electronic – N 2601**, măsoară turația pieselor în rotație și diferențe ale turației (alunecări); s-au fabricat 1.339 exemplare în anii 1975 – 1981;
- **Tahometru – N 2603**, măsoară rotații în domeniul $6 \div 100.000$ rot/min. De asemenea, măsoară raportul procentual a două turații, sau alte mărimi fizice dacă acestea sunt convertite în frecvență; în anii 1981 – 1985 sau fabricat 630 de exemplare;
- **Umidometru electronic tip T1 – N 3001**, pentru măsurare rapidă a umidității produselor agricole: grâu, porumb, secară, orz, ovăz, orez, floarea soarelui, fasole. S-au fabricat în intervalul 1971 – 1985, cu întrerupere în 1982 – 4.407 exemplare.

b) Tensometre. Aparatură electronică clasică și sistem tensometric modular

b1) Tensometrele clasice:

- **Tensometru electronic cu 1 canal – N 2301**, măsoară mărimi mecanice cu traductoare rezistive sau inductive într-un singur punct, în domeniul 0 - 100.000 $\mu\text{m/m}$; s-au fabricat 1.444 de exemplare în anii 1973 – 1975;
- **Tensometru electronic – N 2302** având caracteristici similare cu precedentul, dar are 6 canale, putând executa măsurări simultan în 6 puncte; s-au fabricat 1.305 exemplare în anii 1974 – 1981;
- **Dispozitiv de comutare și echilibrare – N 2304**, permite conectarea succesivă la un singur tensometru a 6 grupe de traductoare plasate pe locuri diferite; s-au produs 375 de exemplare în anii 1974 – 1979.

Mențiune specială meritată, referitoare la aceste trei produse: s-au exportat cu mult succes în RDG, în anii 1971 – 1974.

b2) Sistem tensometric modular – N 2300, pentru măsurarea mărimilor mecanice.

Acesta inaugurează noua generație, care înlocuiește aparatură tensometrică prezentată anterior și vine cu caracteristici tehnice și constructive îmbunătățite. Sistemul permite realizarea unor aparate de măsurare care acoperă aproape întreg domeniul mărimilor neelectrice. Complexitatea variază de la un simplu aparat de măsurare la mari instalații automate. Sistemul fiind construit modular, utilizatorul își poate completa cu ușurință *configurația* de aparate în scopul adaptării optime la situația avută și să-și extindă capacitatea de măsurare, achiziționând noi *module funcționale*.

Sistemul N 2300 dispune de următoarele module funcționale:

- Amplificatoare de măsurare;
- Module de alimentare și afișare;
- Module pentru prelucrarea semnalului măsurat;
- Inregistratoare numerice (imprimantă);
- Module destinate măsurărilor în mai multe puncte;
- Module suplimentare: calibrare, conectare traductoare etc.

Se prezintă *configurațiile* pentru care dispunem de numărul cel mai mare de aparate, fabricat de IEMI în intervalul 1970 – 1985:

- **Tensometru cu 1 canal și afișare analogică – N 23/14.21**, produs în 437 de exemplare, realizat cu două module funcționale: N 2314 (amplificator tensometric cu frecvența purtătoare de 5 kHz) și N 2321 (alimentare și afișare analogică).

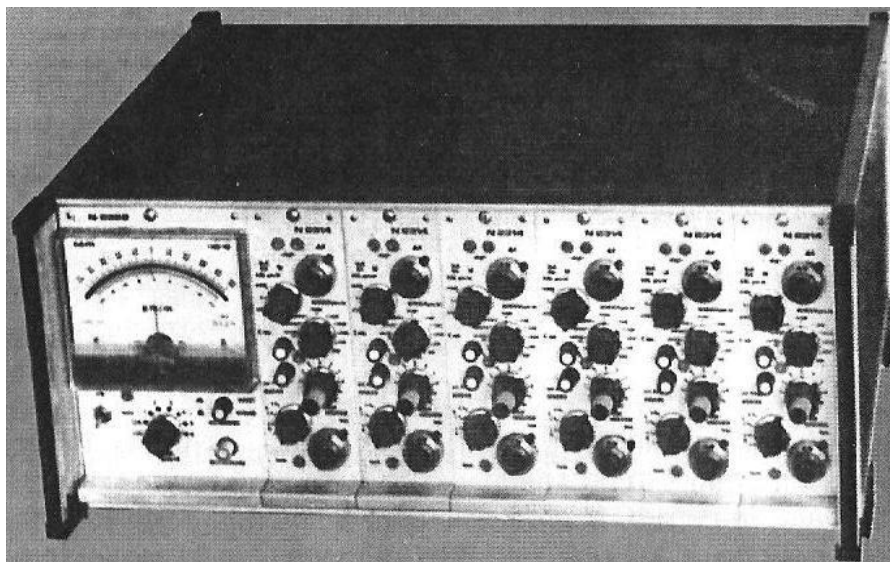


Fig. II.10 Tensometru cu 6 canale

- **Tensometru cu 1 canal și afișare digitală – N 23/14.23**, produs în 338 exemplare, compus din: N 2314 și N 2323 (alimentare și afișare digitală).
- **Tensometru cu 5 canale – N 23/514.38.22**, compus dintr-o unitate de etalonare (N2338) și una de alimentare și afișare analogică (N 2322); s-au fabricat 13 exemplare.
- **Tensometru cu 6 canale – N 23/614.22** (fig. II.10), are alimentare cu afișare analogică (N2322); s-au fabricat 304 exemplare.

Sistemul tensometric N2300 a fost produsul cel mai complex din categoria tensometrelor și a fost exportat cu mult succes în RDG, în anii 1977 – 1989, datorită concepției moderne, calității și fiabilității aparatelor.

Laboratorul 6 - MB și IEMI

Aparatură electronică destinată medicinei s-a cercetat și produs în România și înainte de înființarea ICE. Astfel, la fosta fabrică Philips devenită Radio Popular se produceau aparate Röntgen în anii 1940. În 1956 producția a fost preluată de întreprinderea Electrotehnica. ICE a “inventariat” producția realizată de diversele unități și a elaborat, împreună cu Ministerul Sănătății, un **Program Național de Aparatură Medicală**, încadrând aparatele electronice destinate medicinei în 7 grupe funcționale și anume: a) electroterapie și chirurgie; b) monitorizare în secții de terapie intensivă; c) investigare și tratament sistem nervos și muscular; d) tratamente cu ultrasunete; e) investigare și tratament al sistemului cardiovascular; f) utilizare în laboratoare clinice. Apoi a efectuat cercetări care s-au finalizat cu 43 de prototipuri omologate. Dintre aparatele elaborate în laboratorul de medicină și biologie (L6), la IEMI s-au produs următoarele aparate:

- **Electrocardiograf – M 5103**, fabricat în 1976, 1980, 1982, în 105 exemplare;
- **Diadin – M 5321**, aparat de curenți diadinamici, produs în 105 exemplare;
- **Diatermus – M 5302**, aparat pentru diatermie, fabricat după 1985 (nu sunt date concrete despre această producție)

După 1985 producția de aparatură electronică medicală a fost preluată de două întreprinderi și anume *Întreprinderea de Electronică Industrială și Automatizări – IEIA* și de microproducția ICE.

* * *

Per total, un rezumat al *eficienței colaborării cercetare (ICE) – producție (IEMI)* ar putea fi exprimat cantitativ, conform fig. II.11. Deoarece aparatele pentru medicină s-au fabricat într-un număr mult mai mic la IEMI (210 exemplare din două tipuri de aparate) decât cele pentru măsurarea mărimilor electrice și neelectrice, acestea n-au mai fost incluse. Diferența mare între cele două tipologii de aparatură electronică are o explicație clară, și anume: aparatura pentru măsurarea mărimilor electrice a fost necesară pentru o primă dotare în laboratoarele uzinale din toate ramurile economiei naționale, în cercetare, școli și unități service, în timp ce aparatura pentru măsurarea mărimilor neelectrice este o aparatură specifică doar câtorva sectoare.

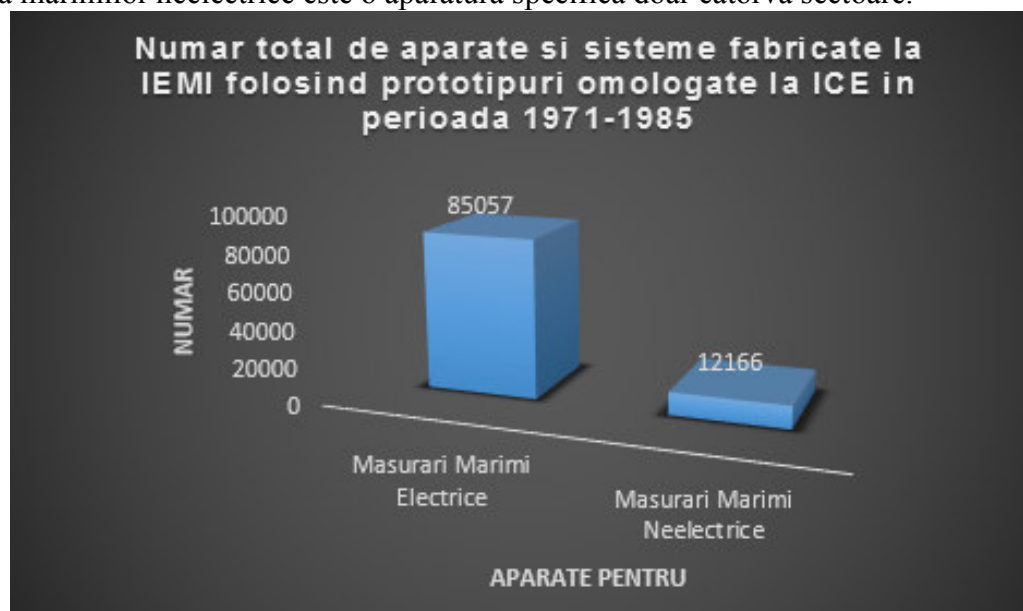


Fig. II.11 Număr total de aparate și sisteme fabricate la IEMI folosind prototipuri omologate la ICE în perioada 1974 – 1985

Pentru a elimina o apreciere eronată legată de eficiența IEMI, judecând-o după numărul aparatelor de electronică profesională produse, menționăm că această producție a reprezentat max 30% din activitatea întreprinderii, restul de peste 70% fiind echipamente de radiocomunicații profesionale destinate MAPN și MAI, care nu apar explicit în denumirea unității.

Cât privește ICE, activitatea acestuia se poate exprima sintetic conform Tabelului II.1, cu Prototipuri omologate și introduse în fabricație la diferite unități de producție.¹³

În afara celor menționate, ICE a mai elaborat 230 tiposortimente de ferite, uzinate fie la Fabrica de ferite Urziceni, fie prin microproducție, precum și rezonatoarele cu cuarț cercetate și fabricate integral în institut.

Sub aspectul schemelor funcționale elaborate în institut, s-a făcut permanent efortul ca acestea să se situeze la cel mai înalt nivel, pentru clasa de calitate căreia îi aparțineau conform standardelor internaționale, abordând succesiv schemele cu tranzistoare cu germaniu, apoi pe cele

¹³ Millea N., coordonator, *Electronica românească. O istorie trăită*, Vol 2, *Electronica profesională*, Ed AGIR, 2013, p.96

cu siliciu și în final cu circuite integrate și microprocesoare, aparatele respective stând la baza creării și dezvoltării industriei de electronică profesională din România. Până la dezvoltarea indus-

Produse realizate și omologate de ICE pentru diverse fabrici, până în 1989

Tabelul II.1

Denumirea domeniului	Total tipuri aparate	IEMI	IEI	IEIA Cluj	Intr. Mecanică Fină	Microproducție ICE
Aparate electronice pt măsurarea						
- mărimilor electrice	77	59	-	4	-	14
- mărimilor neelectrice	77	27	-	-	5	5
Aparate electronice						
- medicale	43	3	2	19	-	19
Echipamente de radicomunicații						
- unde scurte	23	9	5	-	-	9
- unde ultra scurte	27	9	2	-	-	16
- aviație, marină,*)	25	-	-	-	-	8
- rețele radio	9	2	-	-	-	7
- microunde	8	-	-	-	-	8
TOTAL	289	109	9	23	5	126

*) 17 prototipuri au fost transferate și produse la Tehnoton Iași, unde s-a creat Profilul II

triei autohtone de componente electronice, s-a recurs la import. În anii 1970-1980 paritatea de componente era de cca 50%-țară și 50%-import pentru aparatele de măsurare și control și de 25%-țară și 75%-import pentru aparatura militară. După 1980 ponderea a fost 75%-țară și 25%-import și mai mult din est.

II.1.2. ICE/ICSITE și ICE/ICSITE Microproducție

Atelierul de microproducție a ICE a fost de fapt o mică fabrică. În 1989 avea 510 salariați, din care 5 cercetători, 7 ingineri, 10 maiștri, 471 de muncitori și restul personal auxiliar, era dotat cu utilaje moderne pentru prelucrări mecanice și electronice. În aceste condiții este explicabil de ce peste jumătate din prototipurile realizate în cercetarea proprie au fost uzinate în Atelierul de microproducție.

Laboratorul 2 - ME și Microproducția

Aparatura electronică proiectată în L2 și destinată Microproducției ICE, era diversă, uneori din categorii similare cu cele destinate lui IEMI, alteori la limitele de sus și jos ale complexității. Din păcate lipsesc informațiile despre numărul aparatelor fabricate și despre vânzarea acestora în țară sau afară, dar se poate aprecia, fără a greși prea mult, că volumul producției era comparabil cu cel de la IEMI.

A existat însă un avantaj al ansamblului cercetare-produție în acest caz, în care cercetarea și producția au fost ale aceleiași entități: s-a redus mult timpul de la finalizarea omologării prototipului până la punerea în vânzare pe piață - un parametru important, care a mărit eficiența rezistând concurenței. Concurența, în cazul economiei socialiste a vremii aceleia, era între ce se fabrica în țară și ce se importa, pe când într-o economie capitalistă bătălia se dă în piața concurențială aprigă chiar și între companii private performante ale aceleiași țări. Unele produse erau introduse în fabricație și puse în vânzare chiar dacă nu funcționau la parametri maximi,

compania producătoare acceptând să înlocuiască sau să modernizeze ulterior produsele astfel distribuite.

Vor fi trecute în revistă, în limitele informațiilor disponibile, aparatele și echipamentele elaborate în L2 și destinate fabricării în Microproducția ICE:

- **Automatic Data Logger – E 1100** (fig. II.12), controlat de microprocesor 8080 (import RDG), 30 canale cu tensiuni continue $10\mu\text{V}\div 10\text{V}$, sau temperaturi $-120^{\circ}\text{C}\div 1370^{\circ}\text{C}$, de la termocupluri tip J, K, T; redarea valorilor măsurate cu afișare LED sau înregistrare pe mini-imprimanta termică încorporată, interfața serială RS232C și bucla de curent 20mA. *O premieră în România acelor ani și n-a fost cu nimic mai prejos decât Compact Logger-ul 3430 produs al vestitei companii SOLARTRON (Schlumberger);*
- **Analizor de stări logice** (Logic State Analyzer) – **E 0130**;
- **Comparator RLC – E 0710**; destinat sortării rapide, testării calității, împerechere cu precizie a componentelor: rezistoare, inductanțe condensatoare, și testarea toleranțelor acestora;
- **Sursa triplă de tensiune stabilizată – E 4109**, cu două surse identice: $0\div 19,99\text{V}/400\text{mA}$, și o a treia: $+5\text{V}$ fixă/2A, toate fiind independente, destinată laboratoarelor de cercetare sau industriale;
- **Generator de funcții – E 0504**; semnale sinusoidale, dreptunghiulare, triunghiulare, rampe și impulsuri, amplitudine 30V_{vv} ; folosit la verificări în producție sau pentru reparații, în laboratoarele de cercetare sau service.

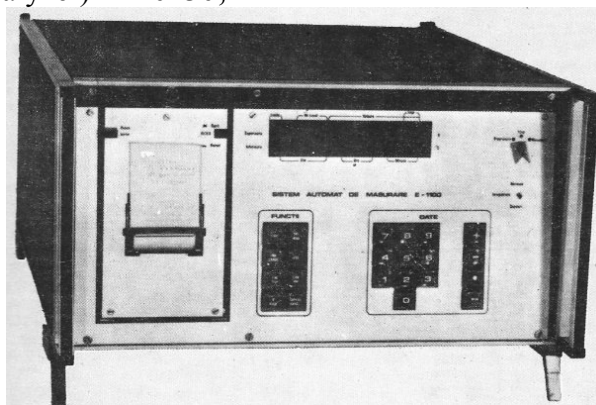


Fig. II.12. Automatic Data Logger E 1100

Pentru produsele fabricate după 1989, dispunem de prospecte ale prototipurilor, dar nimic despre volumul producției; *cu excepția instrumentelor de panou, niciunul nu a fost menționat în literatura de specialitate apărută până în prezent:*

- **Instrumente digitale de panou - seriile IDP-300** (3 ½ cifre) și **IDP-400** (4 ½ cifre), rezoluții maxime: $0,1\text{mV}$, $0,1^{\circ}\text{C}$ au fost destinate măsurărilor în domeniul industrial; monitorizare directă a tensiunilor continue și a temperaturii cu Pt100, dar și indirect, prin convertirea prealabilă în tensiune continuă a oricărei mărimi fizice; afișare cu LED-uri mai mari de 11mm; alimentare de la rețea sau de la tensiune continuă; casetă din plastic cu dimensiuni standard (DIN 43700) pentru lățime și înălțime. *Au fost folosite pentru măsurare și afișare digitală, în aparatura de magnometrie elaborată la IFA și Universitatea Iași;*
- **Osciloscop cu memorie digitală – E 0120**; dispune de interfața CEI 625, devenind programabil;
- **Osciloscop universal – E 011**;
- **Milivoltmetru programabil - E 0409**, interfața CEI 625;
- **Milivoltmetru RMS – E 041**, aparat de laborator, pentru activități științifice, industriale, educaționale;
- **Multimetru digital – E 031**, 3 ½ cifre, folosește CI specializat MMC7107;
- **Frecvențmetru – E 021**, 8 cifre, $10\text{Hz}\div 120\text{MHz}$;
- **Frecvențmetru – E 022**, precedentul cu încă un domeniu de frecvență: $70\text{Hz}\div 500\text{MHz}$;

- **Numărător** – E 023, măsoară frecvența, perioada, raport frecvență/interval de timp; domeniul de lucru: 0,1Hz÷120MHz;
- **Generator de joasă frecvență** – E 051; comutarea treptelor se face fără comutatoare mecanice, înlocuite cu FET-uri; 10Hz÷99.9kHz, afișează digital, separat, frecvența și tensiunea;
- **Sintetizator** – E 052; frecvența: 1Hz÷9.999MHz; tensiune: 20mV÷2V; *cu noutăți tehnologice*: schimbarea frecvenței cu *buton singular, monoax cu magnet circular multipolar și două dispozitive Hall*;
- **Sintetizator de înaltă frecvență** – E 055 - înlocuiește mai vechiul generator de semnal E 0503, fabricat la IEMI până în anul 1985. Este însoțit de brevetul nr.99664/26.10.87;
- **Generator de funcții** – E 054; forme de undă: sinus, triunghi, treptunghi, impuls, rampă, în 8 game din interval 0,1Hz÷11MHz;
- **Programator universal de EPROM-uri** – E 0602; pentru toate tipurile uzuale de EPROM-uri cu 2÷64kB; realizat cu procesor Z80, 4 socluri ZIF 28 contacte; funcționa independent sau interconectat cu toate tipurile de microcalculatoare, cu driver soft pentru sisteme de operare CP/M, MS-DOS.

Laboratorul 7 - MN și Microproducția

În Microproducția ICE-ului au fost produse un număr de 45 de configurații de aparate pentru măsurarea mărimilor neelectrice, în special cele solicitate în configurații speciale sau în cantități mici, dintre care menționăm:

- **Instalații tensometrice automate programabile** – N 23-200, N 23-100, fabricate 10 buc, *pentru export în RDG*;
- Similare: N 23-200, N 23-600, N 23-1000, 1 buc, *export RDG*;
- **Echipament electronic pentru cântărirea dinamică a vagoanelor de la CET Ișalnița** – N 23-65 CVA;
- **Vibrometru și sonometru de precizie** – N 2103; fabricate 10 buc vibrometre, 5 buc sonometre (cu microfon importat);
- **Aparat pentru controlul și sortarea rulmenților după zgomot** – N 2190, fabricate 10 buc, pentru fabricile de rulmenți din Brașov, Alexandria, Suceava;
- **Aparatură destinată monitorizării vibrațiilor în lagăre la turbine/ compresoare** – N 2190-1, 10 buc. fabricate pentru Azo-Mureș și Combinatul Chimic Pitești;
- **Betonoscoape**:
 - a) **cu afișare pe tub catodic** – N 2701, N 2703, N 2704, N 2705;
 - b) **cu afișaj numeric** – N 2702 (fig. II.13).

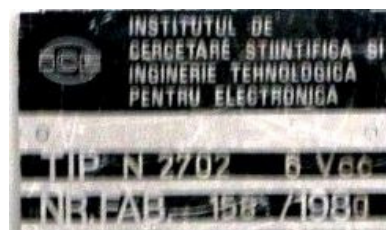


Fig. II.13 Betonoscop N 2702

Acest aparat are o istorie interesantă, aflată de la proiectant *ing. Nica Păstorel*. Primele exemplare au fost omologate și fabricate în 1975 și au fost cumpărate în număr mare de către *Inspectoratul general în construcții*, din București, care dispunea de betonoscoape mai puțin

performante decât N 2702. La prima mineriadă (14 iunie 1990), clădirea acestei instituții a fost devastată, fiindcă în aceeași clădire avea sediul și un partid politic. Urmarea a fost că, puține dintre betonoscoape au mai putut fi funcționale. Unul, care a fost salvat, este chiar exemplarul din fig. II.13. Fusesse fabricat în 1980, fiind al 158 exemplar produs în microproducție la ICE, care a intrat în posesia unui fost salariat al Inspectoratului, care l-a folosit și după mutarea sa la *Trustul de Construcții Carpați*, București. Aparatul a fost folosit intens până când posesorul acestuia a decedat, în 2015, adică a lucrat 35 de ani. Betonoscopul N 2702 a fost un sprijin important în expertizarea tuturor clădirilor din București, după cutremurul din 1977.

c) **N 2706, N 2707**; iar **N 2710** are și afișaj grafic, pe arie LCD.

Betonoscoapele fabricate la ICE, *au fost mult exportate în Italia*, țara cu importante proiecte și realizări în construcții.

- **Generatoare și traductoare ultrasonice de putere:**

- a) Generator/traductor de 100W, pentru prelucrarea filierelor de diamant, fabricat pentru Industria Sârmei Câmpia Turzii;
- b) Similar, dar de 250W, pentru fabricarea fermoarelor, destinat societății Metaloglobus - București.

- **Aparate și sisteme pentru CFR:**

- a) Traductor turație cu curenți turbionari pentru locomotive și rame de metrou; fabricat 10 buc., destinate întreprinderii Metrorex;
- b) Traductor turație ori material rulant; fabricat 300 buc. pentru SNTFC-SCAD Brașov, Ateliere Grivița etc.;
- c) Echipament computerizat pentru comanda procesului de frânare la vagoanele de călători; fabricat 10 buc pentru fabrica Faur București.

- **Traductoare, aparate și sisteme diverse:**

- a) Termometru industrial cu termistor – N 2901, fabricat 260 buc.;
- b) Pahometru electronic – N 2709M, destinat INCERC-ului și laboratoarelor teritoriale în construcții;
- c) Sistem de monitorizare pentru autostrăzi, SIMONA, cu microprocesor; fabricat 2 buc. pentru Administrația Națională a Drumurilor;
- d) Detectoare de metale pentru industria lemnului; util în gaterile fabricilor de PAL și PFL sau celor pentru nutrețuri combinate.

Mai sunt multe alte aparate fabricate ca unicat sau în serii mici, la fel de utile. Parcurgând lista aparatelor și dispozitivelor electronice destinată măsurării diverselor mărimi neelectrice, apare clar complexitatea industriei acelor ani, cu atât de diverse activități.

Laboratorul 6 – MB și Microproducția

Laboratorul executa și omologa prototipuri, conform Programului Național de Aparatură medicală, pe care le preda apoi spre fabricare. În microproducția ICE s-au realizat 19 prototipuri, dintre care menționăm:

- **Monitor de pat cu 2 microprocesoare M 5220** (fig. II.15) monitoriza: ECG, respirație, presiune sistolică și diastolică, temperatură.



Fig. II.14 Monitor de pat M 5220

- **Electrocardioscop cu memorie - ECM**; supraveghere cardiovasculară de lungă durată, în chirurgie, terapie intensivă etc. Se putea folosi și la acordarea primului ajutor, având

și alimentare autonomă. Culegerea semnalului cardio-electric se face din 5 puncte: încheieturile mâinilor, picioarelor și piept:

- **Aparat pentru comunicarea telefonică a hipoacuzicilor**; doi hipoacuzici dispunând de câte un astfel de aparat pot face asta; aparatul are tastatură alfanumerică și display; cuplajul între aparate este fonic;
- **Bioprot – M 5501**, proteză de antebraț; se compune din proteză și un bio-amplificator; comanda mâinii acționate electronic este pur fiziologică;
- **Reograf – M 5101**; pentru afecțiuni vasculare acute sau cronice; destinat înregistrării variațiilor de impedanță tisulară sincrone pulsului arterial;
- **Bitahometru portabil – M 5102**; pentru măsurarea frecvenței instantanee a pulsului și respirației în condiții de supraveghere intra-operatorie, la pat sau în incubator, sau în condiții de campanie;
- **Termometru clinic – M 5181**; domeniu de măsurare: $+18^{\circ}\text{C} \div +42^{\circ}\text{C}$; foarte potrivit în incubatoare pentru copii.

Alte aparate fabricate puțin înainte de 1989, dar și ulterior, sunt:

- **Defibrilator, monitor portabil – M 5326**; foarte util în serviciile medicale de urgență în cazuri de accidente, echipând ambulanțele; utilizabil ca electrocardioscop, dar și ca electrocardiograf;
- **Analizor de aritmie cardiacă – M 5805**; proiectat ca un computer terminal cu ecran TV, analiza semnale ECG de la 6 pacienți. *Aparatul a fost fabricat în 1996.*
- **Osciloscop biologic cu memorie digitală și 4 canale independente – M 5635 – FIZIOSCOP** (fig. II.15); pentru unde lent variabile, cu frecvența spectrală între 0 și 200Hz. Poate fi folosit în cercetare și învățământul medical, în sisteme de supraveghere centralizată, intra- și post-operatorie a parametrilor fiziologici analogici și numerici, în servicii de terapie intensivă.

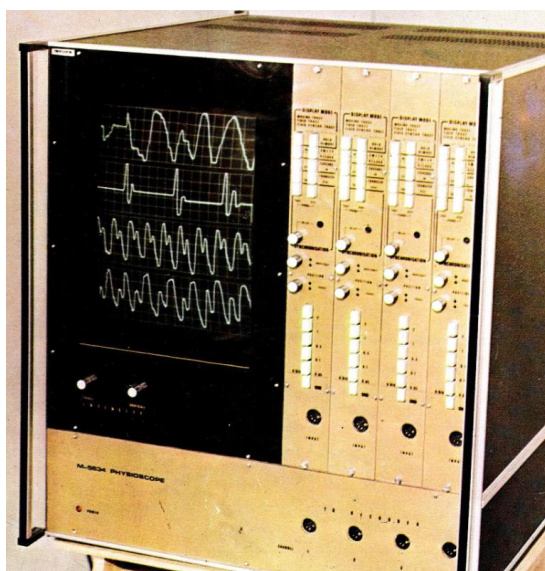


Fig. II.15 Osciloscop biologic M 5635

* * *

Întrucât toate cele 289 prototipuri ale aparatelor menționate s-au născut în *Institutul de Cercetări și proiectări Electronice – ICE*, care a dispărut după 1990 inexplicabil și definitiv, prezentăm câteva momente memorabile din existența acestuia.

II.1.3. ICE la 20 de ani

Poate a fost un moment mai important decât unul al ...”adolescenței” unei instituții care, prin realizări, impusese electronica românească în multe ramuri ale economiei naționale, acesta fiind și scopul înființării lui.

În octombrie 1986, a avut loc o Sesiune de comunicări științifice aniversară însoțită de o Expoziție a prototipurilor realizate de institut. Au fost invitate persoane importante din conducerea domeniului electronic al țării: foști directori ai ICE, șefii laboratoarelor proprii, directorul Centralei CIETC, reprezentanți ai întreprinderilor și instituțiilor colaboratoare în domeniu.

Cu acest prilej s-au întâlnit trei directori (fig. II.16): prof.dr.ing *Dinu Buznea*, primul director al ICE, ing. *Valeriu Ceoconica* și ing. *Octavian Juncu*, director în anul aniversar. *Dinu Buznea* a spus, într-un mic discurs ad-hoc, în pauza dintre două părți ale evenimentului – cuvântările invitaților, și vizitarea expoziției plasată într-unul din cele 4 corturi militare pregătite la această sărbătoare: “*Electronica era încă, acum 20 de ani, o electronică analitică, adică dacă trebuia să faci un voltmetru o începeai de la tranzistor, de la rezistor, de la condensator și așa mai încolo, și te apucau să le combini cumva pe toate astea până realizai aparatul. Acum nu mai e așa! Acum ai la dispoziție circuite integrate, circuite larg integrate, microprocesoare etc., adică ai etaje cu care faci blocuri! Înainte o-ncepeai, nu-i așa, de la cărămidă. Era altfel munca aceea și erau altfel și posibilitățile tehnologice, care se tot discutau și rediscutau, deseori în contradictoriu, până ce toți cei implicați le acceptau și le aplicau. Acum nu mai este ceea ce știam noi*”¹⁴.



Fig. II.16 Trei directori ai ICE – *Dinu Buznea* (stânga), *Valeriu Ceoconica* și *Octavian Juncu*

Cu toate astea, cercetătorii din ICE nu erau tocmai doritori de festivisme când le lipseau componente electronice speciale din import pentru a îmbunătăți performanțele aparaturii la care lucrau și nu mai aveau acces la documentația gratuită din străinătate, pe care în deceniul anterior o obțineau prin poștă de la mari companii electronice americane și europene. Cincinalul 1986-1990 prefigura declinul cercetării electronice, evidențiat în graficele de mai jos apărute într-unul dintre volumele lucrărilor științifice prezentate în anul acelei aniversări (fig. II.17). Din figură se remarcă, fără echivoc, o puternică scădere a numărului de comunicări științifice de la 1985 la 1986, pentru

¹⁴ Discursul prof.dr.ing *Dinu Buznea* a fost extras de pe un film realizat de câțiva cercetători ai ICE, participanți la eveniment

toate Secțiunile sesiunii: S1 - Componente, S2 - Radiotehnică, S3 - Aparare de măsurare și control, S4 - Electronica în medicină și biologie, S5 - Tehnologii noi în fabricarea de echipamente electronice. Design, Calitate, Fiabilitate, S6 - Mecanica fină, S7 - Proiectarea asistată de calculator în electronică. Și pentru IEMI, anul 1985 fusese vârful producției, după care și acolo a început declinul tehnologic legat de tăierea importului pentru câteva componente care nu se fabricau în țară.

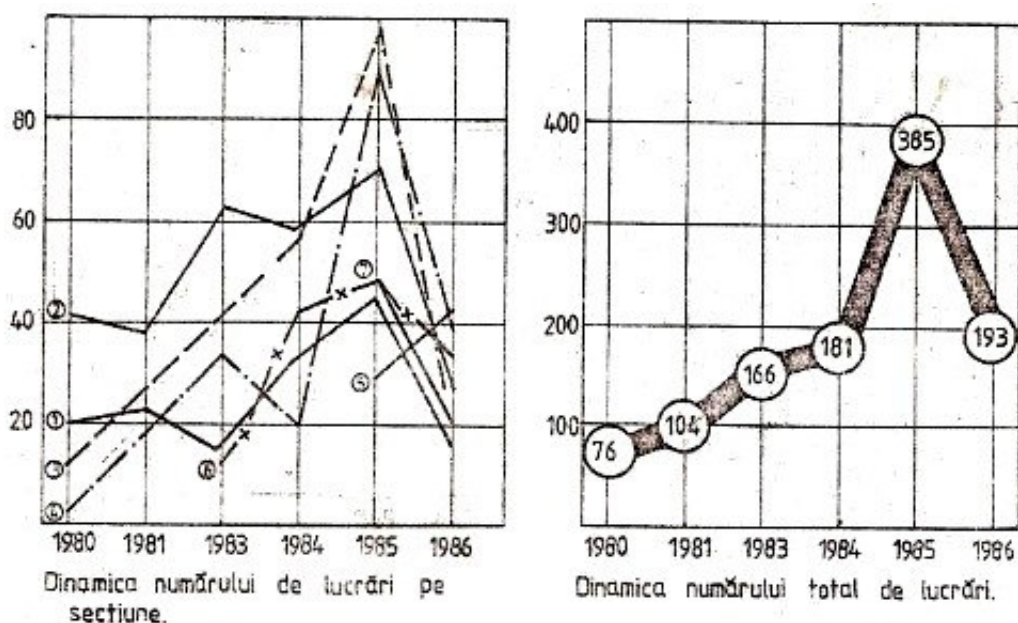


Fig. II.17

II.1.4. ICE la 40 de ani și... în prezent



Fig. II.18 Momentul demolării Institutului de Cercetări și Proiectări Electronice

ICE a mai trăit încă 20 de ani, dar anii după 1989 nu i-au priit. Și-a redus activitatea din cauza multor cercetători plecați de voie în depărtări sau prin cedare “corporală” parțială unor stăpâni, particulari, ca până la urmă să fie distrus literalmente nu *din*, ci *cu* temelii cu tot.

Mulți electroniști nu se așteptau la așa ceva, mai ales că printre guvernanții post-decembriști au fost și electroniști, foști conducători de fabrici cu profil electronic (IPRS). A dispărut fără urme fizice primul Institut de Cercetări Electronice, înființat în 1966 tocmai pentru a promova și dezvolta în România *Electronica Profesională*, misiune de care s-a achitat mai mult decât onorabil.

Fiindcă activitatea ICE a fost puternic conexasă cu cea a IEMI, merită să se rețină ce au spus și reprezentanții acesteia: *“În anul 2009 a fost începută procedura de falimentare a Întreprinderii IEMI, acțiune la care au contribuit din plin conducătorii MAPN, care chiar din 1990 au importat cantități mari de radiotelefoane, deși existau în producție la IEMI mai multe tipuri (nn. luate pe licență). Un an mai târziu, clădirile fostei întreprinderi, având și spații dotate special pentru producție militară au fost demolate integral, unele chiar prin implozie. Odată cu falimentarea întreprinderii IEMI – ca producător – și a Institutului de Cercetare-Proiectare ICE (demolat în 2006) – ca cercetător – se poate afirma că, practic, a dispărut sectorul producției de stat a echipamentelor de electronică profesională în România”*.¹⁵ În prezent, în domeniul electronicii profesionale toată aparatura se importă.

II.2. Electronica aplicată - Cercetare și Producție

O activitate prolifică s-a dezvoltat și în domeniul Electronicii aplicate, practică de ingineri electroniști profesioniști care își desfășoară activitatea în ministere specializate. Acești ingineri sunt policalificați deoarece, pe lângă profilul de bază, trebuie să cunoască perfect și domeniul pentru care elaborează aparate. Institutele de învățământ superior apreciază că: *“Specializarea **Electronică aplicată** a fost concepută să pregătească ingineri electroniști care să fie capabili să proiecteze și să întrețină echipamente electronice industriale din cele mai diverse domenii de activitate. După educația generală în domeniul electronic efectuată în primii doi ani, sunt predate discipline de specialitate astfel alese încât să asigure o pregătire cât mai largă în domenii precum electronica industrială, electronica medicală, electronica auto, sisteme de televiziune, procesarea digitală a semnalelor, microprocesoare și microcontrolere, aparate electronice de măsurare și control, sisteme inteligente folosite în echipamentele medicale. O atenție specială e acordată pregătirii în domeniul modelării și simulării diverselor echipamente, precum și a proiectării asistate de calculator a circuitelor electronice”*, cum stă scris la *Studiile de licență* ale Universității Tehnice Gheorghe Asachi, din Iași:

http://www.etti.tuiasi.ro/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=60

Vor fi prezentate realizările din domeniul electronicii aplicate în sectorul fizicii nucleare, energeticii și telecomunicațiilor ș.a, în care electronica, atât ca cercetare cât și ca producție, s-a integrat eficient spre lauda celor care au practicat-o. Aceste instituții sunt funcționale și în prezent, dar noua orientare este către aparatură din import, datorită trecerii în sistem privat (energetică, telecomunicații) și participării la programele de cercetare ale UE (fizica nucleară).

II.2.1. Electronica nucleară

Un material deosebit despre cercetarea și elaborarea de aparatură electronică la Institutul de Fizică Atomică – IFA și derivatele sale (fig. II.19) și produsă în



Fig. II.19 – IFA

¹⁵ Millea N., coordonator, *Electronica românească. O istorie trăită*, Vol 2, *Electronica profesională*, Ed AGIR, 2013, p.319

Fabrica de Aparatură Nucleară - FAN a fost elaborat de un colectiv format din cercetători care și-au dovedit competența atât în țară cât și în străinătate, aceștia activând peste 10 ani la universități de prestigiu, la CERN sau la conducerea unor sectoare importante din IFA.

Textul a fost publicat, în extenso, în *Electronica românească O istorie trăită, Telecomunicații, Electronica aplicată, Vol 4*¹⁶, pg 417-563 și, într-o formă prescurtată și ușor modificată, în *Școala românească de micro- și nanoelectronică*¹⁷.

II.2.1.1. IFA



și IFIN-HH



Sectorul **Electronicii nucleare** are rădăcini adânci, structura și obiectivele acestuia fiind coordonate, de la începutul anilor 1950, direct de către prof. *Tudor Tănăsescu*, profesor eminent, vizionar și părintele de necontestat al electronicii din România. IFA a apărut în 1956 din *Institutul de Fizică al Academiei*, fondat în 1949 sub conducerea savantului *Horia Hulubei*, cel care a fost și primul director al IFA. Amănunte despre istoria ulterioară a IFA sunt descrise și în lucrarea *Mediocritate și excelență*¹⁸; în cele ce urmează urmărim doar realizările din domeniul cercetării și producției de aparatură electronică nucleară.

În 1960, exista în IFA un **laborator de cercetare destinat electronicii nucleare**, dar tematica era mai mult de electronică clasică, fără dezvoltări de interfețe pentru aparatura specifică domeniului nuclear, mai ales fiindcă acest domeniu nu se studia în acei ani în Politehnică sau Universitate. Ca urmare s-a luat măsura dezvoltării domeniului chiar în laboratorul de *Proiectare Electronică*.

a) S-a început cu **proiectarea de aparate pentru radiometrie** care, după omologare, au fost preluate de FAN.

b) S-a continuat cu **Instalații specializate pentru achiziția și prelucrarea datelor în fizica experimentală**, precum:

- Instalația pentru îmbunătățirea raportului semnal/zgomot prin mediere digitală,
- Instalația pentru preluarea datelor de la intrări necorelate în experiențe de fizica neutronilor la reactorul de la IFA.

După 1973, când s-a adoptat standardul internațional CAMAC (*Computer Automated Measurement And Control*), majoritatea instalațiilor s-au asamblat cu module CAMAC, astfel:

- Interfețe pentru computer (PDP11, Coral, Felix M18);
- Convertoare analog-numerice;
- Numărătoare de impulsuri;
- Multiplexoare analogice.

Instalațiile rezultate se încadrau în grupele:

- Sisteme CAMAC pentru aplicații în fizica laserilor;
- Sisteme de prelucrare a mărimilor analogice și digitale;
- Sisteme pentru automatizarea triajelor feroviare (Triaj București);
- Sisteme pentru supravegherea barajelor hidroenergetice (Vidraru).

¹⁶ Millea, N., coordonator, *Electronica românească O istorie trăită*, vol IV, *Telecomunicații, Electronica aplicată*, Ed AGIR, 2017

¹⁷ Dascălu, D., coordonator, *Școala românească de micro și nanoelectronică*, Ed. Academiei Române, 2018

¹⁸ Frangopol, T.P., *Mediocritate și excelență vol IV. O radiografie a științei și învățământului în România*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj, 2011

În perioada 1977 – 1989 IFA a fost reorganizată, devenind parte din ICEFIZ - Institutul Central de Fizică - alături de alte institute. Cercetarea nucleară și producția specifică au revenit Institutului de Fizică și Inginerie Nucleară (IFIN). În cadrul acestuia s-au proiectat și realizat echipamente de RMN și RES (Rezonanță Electronică de Spin), precum:

- **Spectrometrul RMN pulsant – Model AREMI-78**, cu utilizări în chimie, industria alimentară, educație;
- **RES-model ART- 6.**

O altă etapă de istorie memorabilă a IFIN împreună cu FAN, a fost asimilarea a 30 de echipamente electronice cuprinse în **Programul de aparatură dozimetrică, pentru CEN Cernavodă** – Unitățile 1 și 2, din care amintim:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Spectrometru Gama cu Detector de Ge (Li) - Instalație cu detector cu scintilație, pentru activități gama mici - Sistem de control evacuări gazoase; - Sistem de măsurare automat “Planchet”; - Monitor de contaminare beta tip “poartă”; - Monitor portabil cu cameră de ionizare; - Monitor portabil pt detecția radiațiilor alpha; - Monitor de neutroni; - Monitor de aerosoli beta radioactivi; - Monitor control contaminare beta haine spălătorii; - Monitor contaminare beta/gama podele; - Contaminometru mâini picioare - Spectrometru cu schimbător automat de probe; - Sistem de detecție alpha/beta global cu X/domeniul 500MR; | <ul style="list-style-type: none"> - Contor de corp uman; - Sistem de monitorare efluenți lichizi; - Monitor contaminare cu tritium; - Monitor portabil pentru tritium; - Radiometru linear/logarithmic; - Debitmetru portabil cu cameră de multiplă; - Sistem de măsurare activități mici beta; - Debitmetru gama de domeniu înalt; - Debitmetru gama la distanță; - Debitmetru beta / gama; - Instalație pt măsurări multiprobe tip DIGAMAT; - Radiometru beta / gama; - Sistem de încărcat stilodozimetre. - Stilodozimetre pt radiații gama și X/domeniu 20R; idem 100R; - Stilodozimetre pt radiații gama și fond scăzut; |
|--|---|

Enumerarea nu este exhaustivă.

Aceste echipamente electronice au fost produse în microproducție la IFIN și produse în serie la FAN, cu un efort imens, dat fiind că parametrii tehnici trebuiau să îndeplinescă condiții riguroase de calitate “nucleară” și aparatele să fie realizate cu componente românești.

Câteva aparate considerate reprezentative pentru domeniu și care crează imaginea complexității acelei aparaturi, sunt:

- **Spectrometru Gama cu detector de Ge de înaltă rezoluție**, considerat “vârful de lance” al grupeii de spectrometre, cuprinde următoarele componente: preamplificator sensibil la sarcină-1114; procesor analogic-1117; sursa de înaltă tensiune-1134 și analizor multicanal AM-84 conectat la un minicalculator (fig. II.20);
- **Analizor multicanal transportabil, AMCT-500**, este un produs folosit în multe aplicații ale fizicii nucleare:

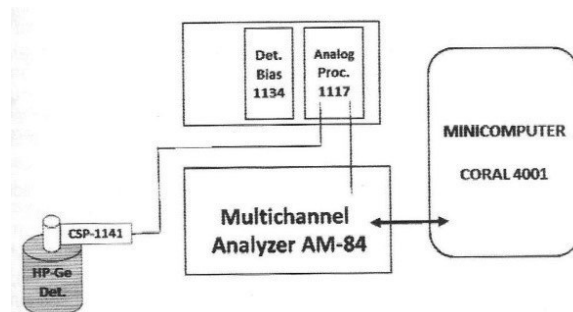


Fig. II.20 Spectrometru Gama cu detector de Ge de înaltă rezoluție

controlul mediului; controlul produselor agroalimentare; controlul gradului de uzură al componentelor angrenajelor prin marcaj radioactiv. S-a fabricat în multe exemplare la FAN și a fost cumpărat de multe unități nucleare din țară;

- **Analizorul multicanal cu interfață IBM-PC** ce se remarcă prin *partea software – microkernel de timp real* - portabilă pe orice calculator, transformând astfel calculatoarul IBM PC într-un sistem în timp real.

Cercetările în *electronica nucleară* din **anii 1990 – 1994**, au condus la realizarea de:

- Echipamente sau aranjamente experimentale dezvoltate în întregime în IFA, urmând întreg lanțul *cercetare-proiectare-execuție*;
- Experimente de cercetare fundamentală cu participare internațională în IFIN.

Din ultima categorie se remarcă instalația **Calorimetrul electromagnetice prin stopare (WILLI-Weakly Ionising Lead Lepton Interaction)** propusă în 1991 ca o instalație complementară la un mare proiect german privind studiul razelor cosmice (KASCADE de la Karlsruhe). Acestuia i s-a modificat structura (1995) pentru a permite măsurarea raportului de sarcini și a anizotropiei de sarcină din fluxul de *muoni* din atmosferă. Remarcabil a fost faptul că acest echipament funcțional a fost preluat după 25 de ani (2016) de o echipă de tineri fizicieni care au pornit o nouă direcție de dezvoltare a sa, incluzând și o re-proiectare a părții de electronică.

Sub aspect organizatoric **după 1990** IFA a renăscut: având în structură 6 institute de cercetare: **IFIN** - Institutul național de cercetare-dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară, **IFTM**, **IFTAR**, **ITIM** Cluj, **IFT** Iași, **IGSS**, și 2 centre (**CFP** și **CPPC**), numărul angajaților depășind 5.000. Până în 1993 au fost promovate trei investiții în curtea IFIN: a) Extinderea Pavilionului Fizica Ionilor Grei, b) Iradiatorul Gama (în colaborare cu AIEA Viena) și c) Turnul Meteo pentru Supravegherea Radioactivității.

În 1991 au fost reluate colaborări internaționale – s-a făcut un Acord de cooperare științifică cu CERN – *European Organization for Nuclear Research*, și s-au facilitat deplasările în străinătate inclusiv pentru cei cărora înainte nu li se acordau vize.

În același an s-a privatizat FAN, din păcate aceasta fiind în final demolată. În premieră națională, s-a reușit cuplarea la INTERNET cu finanțare integrală de la *Fundația Carnegie Mellon*. **În 1992** a fost inaugurată Poșta electronică; din **1993** IFA avea acces deplin la internet.

Realizările au fost umbrite chiar în acei ani de presiuni, în special politice, care au dus la o nouă divizare a IFA.

În 1996 s-a produs reorganizarea IFA în institutele naționale de cercetare-dezvoltare existente azi: **IFIN-HH** (Horia Hulubei) - fizică și inginerie nucleară; **INFLPR** - laseri, plasmă și radiație; **IGSS** – științe spațiale; **IFTM** - fizica materialelor; **INFP** - fizica pământului și **IOEL** - optoelectronică.

Dezvoltarea accelerată în domeniul telecomunicațiilor și echipamentelor de calcul, dar și diversificarea foarte mare a detectoarelor de radiații, impun dezvoltarea pe măsură a electronicii nucleare, atât a celei analogice cât și a celei digitale.

Magnetometria - ramură a geofizicii axată pe studierea câmpului magnetic al Pământului și a anomaliilor acestuia, a reprezentat o altă direcție de cercetare dezvoltată în IFA. Au existat preocupări la IFA și la Centrul de Cercetări Tehnice și Fizice Iași.

La IFA, inițial s-au conceput spectrografe de Rezonanță Magnetică Nucleară – RMN - în secția de *Radio-spectroscopie*, dar și spectrografe de Rezonanță Paramagnetică Electronică – RPE. Cele mai reușite din prima categorie s-au re-proiectat în secția de *Proiectare Electronică* și au fost fabricate în serie la FAN. Astfel, în perioada 1972 – 1984 s-au realizat RPE-urile **ART-5** (12 exemplare) și **ART-6** (15 exemplare) cu care s-au dotat laboratoare de chimie-fizică din învățământ

superior sau laboratoare uzinale. Un alt aparat de succes a fost **Magnetometrul portabil RMN** pentru măsurări geofizice, realizat într-o serie de 30 de exemplare, cu care s-au dotat toate echipele de prospecțiuni din țară. A urmat **Analizorul de conținut de ulei în semințe** (cu tehnica RMN), în 7 exemplare, distribuite fabricilor de ulei din țară.

Colaborări internaționale în domeniul spațial

A. Sovietice a) În 1976 s-a reînceput colaborarea științifică a colectivului IFA cu Institutul IZMIRAN din Moscova, prima temă fiind detectarea și caracterizarea *curenților aliniați* ce străbat magnetosfera și ionosfera în lungul liniilor de câmp, creând perturbații locale ale inducției magnetice terestre. Asta a însemnat elaborarea magnetometrului **SG-R1**, la care s-a folosit traductorul triaxial DSG-70 fabricat în URSS. Magnetometrul a fost pus pe satelitul IK-18 (MAGIK) lansat în 1978, lucrând 2½ ani, fiind primul pas în programul INTERCOSMOS. **b)** A urmat magnetometrul triaxial **SG-R2**, cu același traductor, montat în 1979 pe satelitul IK-20 (OKEAN), funcționând 5 luni cât a “trăit” satelitul. **c)** Cu traductorul rusesc perfecționat DSR-1, s-a realizat noul produs **SG-R3**, cu care s-a dotat satelitul IK-21 lansat în 1981.

B. Cehoslovace. Reușitele acestea au recomandat colectivul IFA și celor de la *Institutul de Fizică a Atmosferei* din Praga, de unde au primit sarcina de a rezolva în întregime măsurarea inducției magnetice terestre pentru noua generație de minisateliți ai acestui institut. **a)** Așa au apărut variometrul **SG-R6** și magnetometrul triaxial **SG-R7**, amplasați pe minisateliții cehi MAGION-2 (IK-24-AKTIVE) în 1989, și MAGION-3 (IK-25-APEX) în 1991. **b)** A urmat magnetometrul **SG-R8**, conceput pentru alți doi minisateliți cehi: MAGION-4 (INTERBALL-1) – fig. II.21, lansat în 1995 și MAGION-5 (INTERBALL-2).

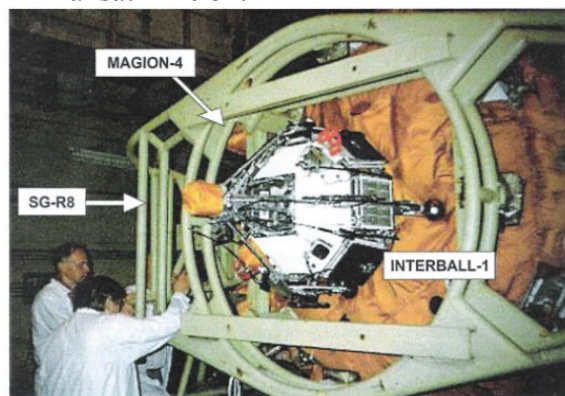


Fig. II.21. INTERBALL-1

C. Colaborare românească

Experiența internațională a dat roade și în țară, prin colaborarea cu *Centrul de Fizică Tehnică* din Iași, unde s-a realizat traductorul pentru **Magnetometrul portabil MPFZA-3**, care măsoară componenta verticală a inducției magnetice terestre în condiții de teren și este un bun observator geomagnetic. A fost omologat în 1981.

Toate aparatele menționate mai sus au fost realizate la nivel științific mondial, fapt datorat existenței unor cercetători / ingineri performanți, unei unități de producție dotate corespunzător și mai ales dorinței de autodepășire a tuturor celor implicați.

II.2.1.2. Fabrica de Aparatură Nucleară – FAN



La IFA a existat, încă din anii 1950, o activitate de microproducție ce s-a desfășurat până în 1977 și care dispunea de peste 100 de angajați.

Odată cu crearea ICEFIZ (1977) au apărut în cadrul acestuia mai multe institute, precum și **Fabrica de Aparatură Nucleară-FAN** a cărei misiune era de a valorifica, prin producție, rezultatele cercetării și proiectării aparaturii din toate institutele platformei Măgurele, ceea ce a determinat mărirea în timp a numărului de lucrători până la 1.500 de angajați.

E de subliniat faptul că specificul unei producții de electronică nucleară impunea un regim foarte sever de asigurare a calității, mai ales când era vorba de produse destinate folosirii în

centralele nucleare și asta s-a putut face prin alinierea la normele internaționale a metodelor de control a calității și fiabilității.

Aparatura de electronică nucleară fabricată inițial în cadrul IFA poate fi încadrată în următoarele categorii:

a) **Aparatură de utilizare comună** în laboratoare de cercetare, învățământ sau laboratoare aferente producției, precum surse de alimentare, subansamble de tehnica vidului, numărătoare electronice, sonde tipizate de radiații nucleare, care se executau în serii mari - zeci sau sute de exemplare;

b) **Aparatură de serie mică sau unicate** destinate experimentelor sau aplicațiilor de tehnică nucleară: sonde de radiații specifice domeniului de aplicabilitate, aparatură foarte complexă, precum analizoarele multicanal, spectrometrele etc.

Aparatura de Electronică Nucleară (AEN) introdusă ulterior în fabricație de FAN poate fi clasificată în cinci categorii, enumerate mai jos, menționând și numărul de tipuri de aparate produse:

- Sonde și detectori de radiații, 16 tipuri;
- Surse de alimentare de joasă și înaltă tensiune, 4 tipuri;
- Aparatura dozimetrică sau de măsurare și control cu radiații, 21 tipuri;
- Aparatură modulară în standard NIM și CAMAC, 11 tipuri;
- Aparatură de uz general, aparatură pentru tehnica vidului, ansambluri de măsurare și control - 20 tipuri.

Spre deosebire de industrie, unde odată cu dispariția fabricilor au dispărut și arhivele tehnice ale acestora, autorul a păstrat *Cărțile tehnice* ale AEN fabricate, astfel încât textul elaborat de acesta conține date tehnice de mare valoare pentru istoria domeniului. În afara acestor categorii, s-au produs la FAN subansamble și unicate folosite în cercetarea din diverse laboratoare din țară sau din centre de cercetare cu participare internațională precum Dubna, CERN, Karlsruhe și altele.

În continuare se prezintă câte un produs din fiecare categorie pentru a pune în evidență diversitatea și complexitatea producției FAN.

1. **Detectorii cu semiconductori** (fig. II.22)

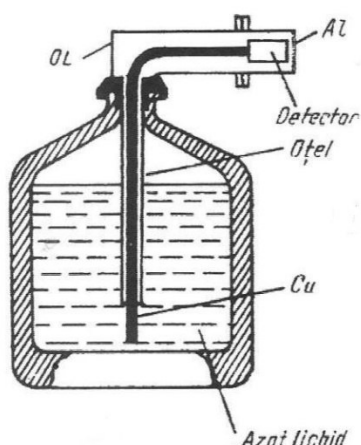


Fig. II.22 Detector cu semiconductori

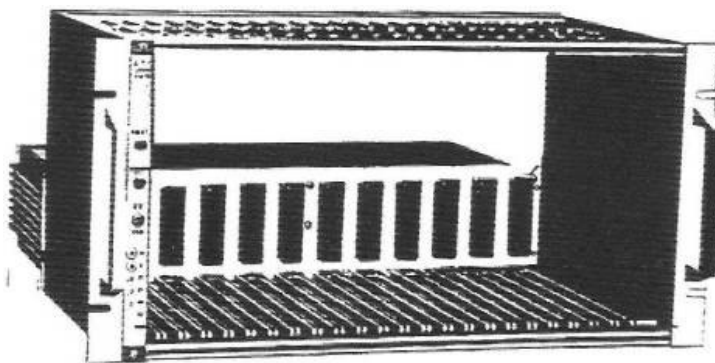


Fig. II.23 Cadru cu sursă

Acești detectori se folosesc în măsurări spectrometrice nucleare și pot fi de multe feluri:

- a) detector din Germaniu tip P în care se difuzează Litiu;
- b) detector din Siliciu în care se difuzează ioni de Litiu;
- c) detector sensibili la poziție, ș.a.

Funcționarea detectorului e similară cu a unei camere de ionizare, detecția făcându-se prin colectarea sarcinii produsă prin ionizarea substanței din compoziția detectorului, la trecerea particulelor nucleare. Pentru evitarea zgomotului și a altor perturbații, detectorul trebuie răcit în azot lichid.

Realizarea detectorilor nu a fost preocuparea FAN, aceasta neavând tehnologiile speciale destinate creșterii, dopării sau șlefuirii cristalelor.

2. Cadru cu sursă Standard NIM, tip ST-614 și tip SI-614 (fig II.23).

Standardul NIM – *Nuclear Instruments Modules* – prevede dimensiunile mecanice, tipurile de conectori prin care se face interconexiunea între module și surse, și destinația pinilor din conectori.

Cadrul din fig. II.23 are atașat și blocul surselor de alimentare furnizând tensiunile: $\pm 6V$, $\pm 12V$, $\pm 24V$, plasat în spate, realizat fie cu tranzistori (ST-614) fie cu circuite integrate (SI-614).

3. Avertizor individual de radiații nucleare, tip CIP104A și CIP104AS

Dispozitivul este realizat într-o cutie din plastic cu dimensiuni mici (23x59x93mm) și greutate de max. 140g, cu alimentare de la baterii, având autonomie de funcționare la fondul natural de radiații de 300 de ore.

Este sensibil la radiații Gama și Beta dure, cu energii de peste 0,5MeV.

Tipul **CIP104A** emite semnale acustice la *fondul natural de radiații* în funcție de doza debit a acestuia (0,02 mR/h), iar **CIP104AS** are un prag de la care începe semnalizarea când doza debit depășește 10 mR/h.¹⁹

4. Lanț de măsurare pentru fizica nucleară

Cel mai simplu lanț spectrometric de măsurare se compune din: detector, preamplificator, amplificator, analizor multicanal și un numărător. Câteva detalii despre modulele componente:

- **Preamplificatorul de zgomot mic** tip **1141**, utilizat în spectrometria energetică și temporală cu detectori cu semiconductori, convertește impulsurile de sarcină electrică de la detector în impulsuri de tensiune;

- **Amplificatorul spectrometric:**

- a) tip **1112**, acceptă semnal de la detectorul cu semiconductori și de la alte tipuri de detectori; amplifică impulsurile primite de la 1141, transformându-le în format Gaussian, în scopul analizei de amplitudine;
- b) tip **1113** cu filtraj, spre deosebire de precedentul, nu dispune și de ieșire pentru impulsuri rapide. Aceste două amplificatoare se folosesc astfel: în spectrometrie Alfa cu detector de Si, spectrometrie Gama cu detector Ge-Li, spectrometrie X cu detectori Si-Li și contori proporționali și Gama cu scintilatori;
- c) tip **1115**, utilizat cu detector de scintilație; după ce amplifică impulsurile de la preamplificator până la amplitudini de +10V sau -10V, se pot folosi pentru analiza în amplitudine cu analizori mono sau multicanal.

- **Poarta liniară model 1183**, preia impulsurile furnizate de amplificator, care le-a amplificat până la valori între 0 și 10V, și permite trecerea nealterată a acestora prin poartă numai în anumite perioade de timp determinate de aplicarea unor impulsuri de comandă, aplicate la intrarea GATE IN;

¹⁹ CIP din denumirea acestuia provine de la sunetul onomatopeic, ca un ciripit, emis în prezența radiațiilor ionizante

- **Modulul TIMER tip 1052**, cu funcție tipică de timer, are un lanț de divizare decadec D1...D7 și divizează frecvența de 1 MHz a oscilatorului cu cuarț în intervale de timp de la 1 μ s la 100 s.

- **Ratemetru linear tip NIM 1092** (fig. II.24) afișează analogic rata de numărare a impulsurilor primite la intrare. După formarea în durată și amplitudine a impulsurilor sosite spre numărare, acestea se aplică unui generator de curent și apoi unui integrator linear. Rezultă o tensiune proporțională cu rata de numărare, ce se transmite instrumentului de măsurare care afișează valoarea procentuală (ERROR[%]). Modulul acesta permite și înregistrarea în timp a ratei pe un inscripitor conectat la mufa sa BNC;

- **Analizorul monocanal tip NIM 1122** este folosit în lanțul de analiză a spectrelor energetice, fie la separarea unui domeniu energetic, fie la studiul întregului spectru. Fiind monocanal, pentru o analiză finalizată cu o diagrama *Număr Impulsuri/canal funcție de numărul canalului* este nevoie de foarte multe măsurări a numărului de impulsuri la fiecare canal în parte;

- **Numărătorul** încheie lanțul spectrometric de măsurare care a început cu detectorul. Un astfel de numărător este **SCALER 1043**, un modul NIM, ce înregistrează și afișează digital (LED) numărul impulsurilor primite. Poate funcționa independent sau în **NIM 1092**, mod de comandă master-slave, cu Timer-ul 1052.

5. Aparatură de uz general. Ansambluri de măsurare și control. Aparatură pentru tehnica vidului

- **Numărătorul NUMECINT 88**, a fost aparatul cel mai longeviv în fabricație la FAN (fig. II.25). Poate îndeplini următoarele funcții:

- Numărător de comenzi START/STOP și RESET;
- Cronometru numărător;
- Numărător de ciclu unic sau automat cu presetare;
- Periodmetru;
- Autotest.

Aparatul se poate cupla și cu o imprimantă. Aceste caracteristici ale aparatului Numecint 88, precum și fiabilitatea sa, au determinat utilizarea lui în majoritatea unităților nucleare din țară.

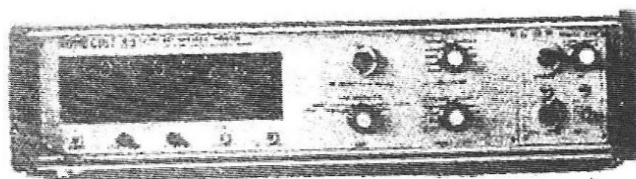


Fig. II.25 Numecint 88

Alte produse cu largă utilizare în țară produse la FAN au fost:

- **Vacuummetru termic și ionic tip VTI 336-74;**
- **Cronometru Electronic Digital, tip CED-439;**
- **Turometru TED-439;**
- **Analizoare multicanal, între care excelează cel transportabil tip AMCT-500.**

După 1990, activitatea de cercetare pentru produse electronice cu profil nuclear a dispărut din profilul de cercetare al IFA, iar producția acestora a dispărut și FAN a fost demolată.

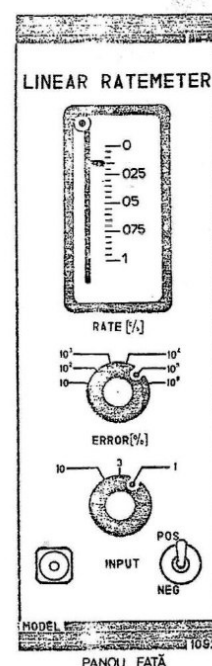
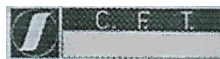


Fig II.24 Ratemetru linear tip NIM 1092

II.2.2. Centrul de Fizică Tehnică - CFT, Iași



În anii '70 CFT avea un grup de cercetători specializați în domeniul magnetometriei. De la acel colectiv s-a format o adevărată școală de magnetometrie, remarcată prin realizarea de traductori de câmp magnetic, magnetometre, gaussmetre, teslametre, detectoare de metal și aplicații ale acestora.

Traductorii de câmp magnetic sunt de mai multe feluri:

a) *Ferosonde*

- **Ferosonde saturabile**

Se utilizează în multe aplicații: geofizică, industrie, cercetare ș.a.

Ferosonda saturabilă este un traductor relativ complex, care folosește neliniaritatea caracteristicii de magnetizare și răspunsul acestuia bogat în armonici, între care armonica a doua are dependența cea mai puțin neliniară față de câmpul magnetic aplicat, iar amplitudinea este cea mai mare. Neliniaritățile acestui tip de traductor, au determinat realizarea unui tip nou de magnetometru, brevetat: *Magnetometrul cu dublu pompaj*, care dispune de o caracteristică de transfer a traductorului cu trei regiuni de stabilitate.

- **Ferosonda Multiflux**

Acest tip de ferosondă este tot una saturabilă, cu o altă geometrie a miezului feromagnetic, pornind de la ferosondă toroidală.

Această ferosondă realizată în *Microproducția CFT* s-a folosit în detecția magnetică a corpurilor feromagnetice în industria textilă și a metalurgiei neferoaselor, dar și în magnetometre de laborator. În 1989 s-a renunțat la microproducția din CFT, preferându-se cercetarea fundamentală care nu aducea însă fonduri financiare suficiente, iar sumele contractate erau tot mai reduse. În aceste condiții firma privată a autorului brevetului și cercetător la CFT-Iași, *Terraflux Control*, a preluat fabricarea aparatelor magnetometrice și detectoarelor de metale solicitate.

- **Ferosonde cu miez de ferită**

Ferosondele cu miez de permaloi pot măsura câmpuri magnetice cu inducție (B) de maxim 0,1mT (mili Tesla). Pentru câmpuri de intensitate mai ridicată (zeci, sute de Oe) echivalent a 1÷10mT pentru inducție, cele mai potrivite sunt *ferosondele cu miez toroidal din ferită moale*.

Cu acest tip de ferosondă s-a realizat un *Gaussmetru* pentru măsurarea magnetizării remanente (câmpuri de medie intensitate) a rulmenților produși de Uzina de Rulmenți Brașov – URB (serviciul CTC). Când s-a trecut la producția de serie, miezurile de ferită s-au achiziționat de la Microproducția ICE. *O menționăm ca o prima colaborare între CFT și ICE.*

- **Traductori inductivi**

Ferosondele saturabile erau destinate în general măsurării câmpurilor continue sau lent variabile. Pentru măsurarea câmpului alternativ cu frecvența de 50Hz, era necesară includerea în magnetometru a unui detector suplimentar ceea ce complică schema electronică. S-a reușit însă realizarea unui traductor inductiv care a putut duce la măsurarea inducției magnetice cu rezoluție de 10nT (nano Tesla).

Acești traductori au fost adecvați și măsurărilor în spații mici (motoare electrice, întrefieruri, transformatoare, dacă se fac cu o grosime de 1-2mm.)

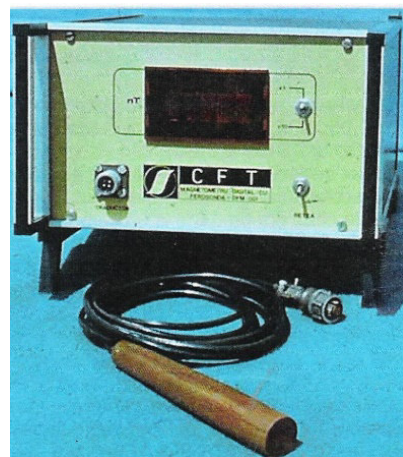


Fig. II.26 Magnetometru pentru câmpuri slabe, DFM 001

b) Magnetometre

- Magnetometre cu ferosondă.

În 1976 s-a început cercetarea pentru un magnetometru pentru măsurarea de câmpuri magnetice de $50 \div 1000.000$ nT, care a fost numit: **Magnetometru pentru câmpuri magnetice slabe – 50nT**. La acesta s-a folosit ferosonda Multiflux. Aparatul s-a omologat în 1978 și folosea pentru afișare analogică un instrument IAEM Timișoara. Următorul magnetometru a fost unul digital, **DFM100**, cu domeniul minim 100nT și afișare cu $3\frac{1}{2}$ cifre. Folosind pentru afișare un voltmetru cu $4\frac{1}{2}$ cifre, s-a trecut la o treaptă superioară cu realizarea lui **DFM001**, cu domeniul maxim 200.000 nT (fig. II.26).

c) Gaussmetre cu ferosondă

Primul gaussmetru s-a realizat cu ferosondele cu miez de ferită moale, destinate Uzinei de Rulmenți Brașov, dar a fost nevoie de reluarea studiului acestuia, deoarece beneficiarii reclamau prezența magnetizării remanente, deși inițial ei erau demagnetizați corect. S-a urmărit, prin măsurări succesive, reapariția magnetizării în toate etapele ulterioare producției: ambalare și transportul acestor rulmenți, dispunerea proastă în lăzile de expediere, stivuire în coloane și transportul pe calea ferată electrificată. Pentru acest tip de măsurări s-a cercetat și omologat în 1977 *Gaussmetrul analogic* care s-a fabricat la Microproducția CFT până în 1989.

Aparatele au fost montate în casete tipizate Metroset realizate la ICE, acesta fiind *al doilea moment al colaborării între CFT și ICE*. *“Apariția casetelor METROSET ca și a casetelor în standardele NIM și CAMAC a salvat practic pe toți constructorii de echipamente electronice de calvarul realizării unei caseți în care să-și introducă structurile electronice, tipizarea, finisarea și tot ce ținea de o prezentare frumoasă care să asigure o stabilitate mecanică și să îmbunătățească fiabilitatea echipamentelor”*.

În urma desființării microproducției la CFT (1990), realizarea Gaussmetrelor a fost preluată de Terraflux Control. S-a reproiectat electronica și structura mecanică și au fost produse aparate destinate laboratoarelor CTC ale CFR, pentru măsurarea magnetizării remanente. Așa au apărut Gaussmetrele numite **Digital Fluxgate Gaussmeter**, dintre care primele două au fost **DFG-20A** și **DFG-20B** (fig. II.27). Beneficiarii acestora au fost: Romvag Caracal, Fabrica de Reparat Vagoane - Reva Simeria.

Precizăm că *s-au folosit pentru afișare Instrumente Digitale de Panou, IDP300, în speță voltmetre, fabricate la Microproducția ICE, acesta fiind al treilea aspect al colaborării cu ICE, de data asta din partea firmei Terraflux Control*.

d) Teslametre cu sonda Hall

În România nu se produceau teslametre ci doar magnetometre cu ferosondă. La o solicitare din partea CFR, care cerea un aparat pentru a măsura câmpuri de inducție mare, s-a cercetat, omologat și produs **Teslametru cu sondă Hall DHL 2**. IPRS producea circuite integrate cu traductori Hall. Restul realizării nu a ridicat probleme.

Aplicații ale magnetometriei

- **Magnetometru triaxial pentru comanda instalațiilor SAD pentru navele dragoare de mine.**

Una din cele mai importante realizări ale cercetătorilor de la CFT Iași a fost elaborarea prototipului unui magnetometru pentru a măsura câmpul magnetic al dragoarelor de mine. Pentru aceasta a fost realizat un Magnetometru triaxial, care măsura cele trei componente ale câmpului propriu al dragoarelor ce urmau să fie demagnetizate, pentru a nu atrage minele imersate. Aparatul a



Fig. II.27 Gaussmetru DFG-20B

constat într-un bloc cu trei ferosonde montat pe catargul vasului, relativ departe de blocul electronic de amplificare, protejat într-o cutie de aluminiu. Detaliile construcției destul de complexă datorită și necesității de a compensa câmpul magnetic terestru în fiecare locație, este descrisă în vol.4 al seriei *Electronica românească, O istorie trăită*²⁰. Important este că magnetometrele triaxiale au fost montate pe toate cele 4 nave de demagnetizare ale flotei fluviale ale țării: Automatica, Energetica, Magnetica și Electronica. Acestea aveau drept misiune prelucrarea câmpurilor magnetice ale navelor Forțelor Navale, acțiune care se desfășura în poligoane navale special amenajate.

Pe același principiu au fost construite și magnetometre cu 8÷24 de canale pentru măsurarea amprente magnetice la vehicule militare. În prezent CFT Iași nu se mai ocupă de realizarea acestor aparate, sarcina fiind preluată de Terraflux Control.

Detectoare de metal

O nouă direcție de cercetare la CFT a apărut în urma unei solicitări de la Uzina Cocoschimică a Combinatului Siderurgic Galați, prin care se cerea un detector de corpuri metalice pentru protecția morilor de impact, folosite la măcinarea carbunelui.

- Detectoare cu curenți turbionari

Corpurile fero- și neferomagnetice conductoare absorb energie din câmpul electromagnetic deformând liniile de câmp magnetic în care sunt introduse. Acest fenomen a condus la folosirea ca traductor a unei bobine cadru speciale, prin care se injecta curent alternativ de zeci de amperi cu frecvența de 3 kHz și se colecta tensiunea electromotoare la bornele spirelor conectate în opoziție ale aceleiași bobine. Trecerea unui material metalic prin cadru schimba amplitudinea și faza semnalului captat de la fiecare bobină și astfel se putea determina prezența metalului.

Au fost produse zeci de astfel de detectoare în diverse variante, iar beneficiarii erau din multe ramuri ale industriei: metalurgie, prelucrarea lemnului, celuloză și hârtie, cauciuc și mase plastice, balastiere și ciment, materiale textile nețesute, extractive. Un exemplu mai puțin obișnuit la noi a fost folosirea unui asemenea detector la controlul final al unei linii de fabricare a biscuiților, care a fost cerut în 1994 de fabrica Dobrogeana din Constanța.

- Detector de bombe poștale

O aplicație, devenită actuală odată cu apariția acțiunilor teroriste, este detectorul electromagnetic portabil de metale destinat controlului corespondenței poștale. Acesta viza detectarea unor elemente metalice mici, precum sârme sau ace, ce ar fi putut face parte dintr-un circuit electric/electronic pentru amorsare sau dintr-un dispozitiv mecanic de percuție. Așa a fost cercetat, brevetat și omologat Detectorul **DBP-01** prezentat în 1995 la “*Salon International des Inventions des Techniques et Produits Nouveaux de Geneve – PALEXPO 1995*”, unde a primit o medalie de argint.

Echipamente electronice pentru cercetare și industrie

La CFT Iași au fost realizate asemenea echipamente pentru diferite aplicații, dintre care se prezintă următoarele produse:

- Aparat pentru asigurarea alungirii procentuale în industria textilă. E vorba de un control făcut la finisajul textil, dar putea folosi și la prevenirea furturilor. La finisaj se obișnuiește folosirea apretării materialului și e necesar să se determine atât întinderea cât și contracția după uscarea. Soluția a constat în măsurarea cu două grupuri de role, atât la intrarea cât și la ieșirea din linia tehnologică. Cu câte un encoder optic se determină gradul procentual de întindere.

²⁰ Millea, N., coordonator, *Electronica românească. O istorie trăită*, vol IV, *Telecomunicații, Electronica aplicată*, Ed AGIR, 2017, pag.584

- **Nivela electronică cu ferrofluid** (adică cu un lichid magnetic). Traductorul era format din trei înfășurări, una de excitație și două de semnal, conectate în opoziție și bobinate pe un cilindru umplut pe jumătate cu ferrofluid; urma un generator și un detector sincron, plus afișarea. Destinația nivelei era în domeniul hidrologiei și al barajelor.



II.2.3. Electronica în energetică - ICEMENERG

În 1950, Ministerului Electrificării și Industriei Electrotehnice-MEIEt (redenumit ulterior Ministerul Energiei Electrice - MEE) producea primele aparate electronice pentru utilizare în domeniul energetic.²¹ În deceniul următor a fost înființat un minister special pentru construcții de mașini și echipamente necesare economiei naționale - MICM - în cadrul căruia au fost construite fabrici speciale care să producă echipamente de serie mare pentru sistemul energetic, precum transformatoarele, contoarele uzuale, ceramica pentru izolatori ș.a, dar seriile mici și strict specializate au rămas în sarcina MEE, care patrona institutul ICEMENERG. În cadrul acestui institut a fost dezvoltată o activitate de concepție și fabricație de aparate specifice energiei care, în majoritatea cazurilor, au fost aparate electronice. Acest lucru rezultă din două cataloage: unul din 1984 (ediție aniversară)²², celălalt din 1998.

Catalogul din 1984 are 698 pagini și conține prospectele a 268 de aparate și echipamente fabricate în cadrul ICEMENERG, cuprinse în 7 grupe de produse:

- Grupa A – Aparat de măsurare, încercări, verificări electrice și electronice;
- Grupa B – Relee și dispozitive de protecție;
- Grupa C – Dispozitive și elemente de automatizări pentru instalații termomecanice;
- Grupa D – Elemente și instalații de telemecanică și automată;
- Grupa E – Elemente și echipamente de telecomunicații în instalații electrice;
- Grupa F – Aparat și mijloace de măsurare a mărimilor neelectrice;
- Grupa G – Aparat și instalații diverse.

Catalogul din 1984 este scanat și prezentat integral în CD-ul atașat lucrării *Electronica românească. O istorie trăită, vol. IV*. Acest catalog demonstrează capacitatea ICEMENERG de a dezvolta cercetări aplicative și a produce aparate de cel mai înalt nivel. Catalogul din 1998, conține 79 file, cu date foarte sumare, pentru un număr redus de produse, exprimând modul în care a evoluat institutul după 1990. Față de Catalogul din 1984, acesta conține doar 9 produse noi.

Din aceste Cataloage sunt date aici câteva aparate electronice specifice energiei.

Produse din catalogul anului 1984

- **Frecvențmetrul numeric – FRANC**, măsoară frecvența rețelei (40÷60Hz), domeniul de măsură fiind 10÷999Hz. Este folosit la verificarea releelor de protecție și automatizare în sistemul energetic;

- **Cronometru numeric – SEVER** (fig. II.28) este destinat măsurării timpilor de acționare/revenire ai instalațiilor, subsansamblelor și releelor de protecție și automatizare din sistemul energetic;

- **Indicator numeric U/I – DIRZ** (fig. II.29) afișează în format numeric impedanța (0÷99.9Ω) la verificarea releelor la distanță, în instalații sau în laborator. Se bazează pe comparația între valorile impedanței releului verificat, cu mărimea impedanței la intrarea indicatorului;

²¹ *Catalogul produselor electrotehnice*, Ed. MEIEt, 1950

²² *Catalogul produselor ICEMENERG 1984*, Ed MEE, 1984

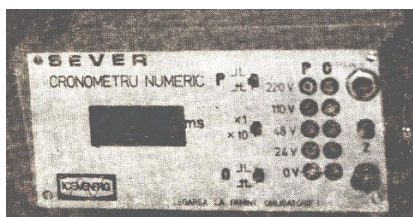


Fig. II.28 Cronometru numeric
SEVER

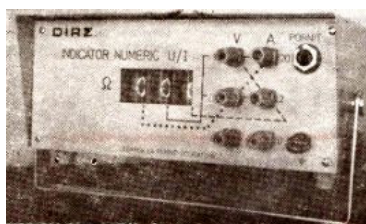


Fig. II.29 Indicator numeric
DÎRZ

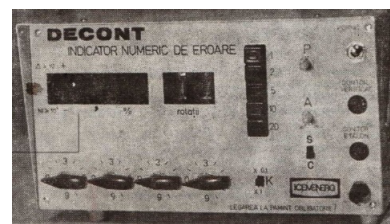


Fig. II.30 Indicator numeric
DECONT

- **Indicator numeric – DECONT** (fig. II.30) este un calculator electronic cu intrări în impulsuri, destinat laboratoarelor de cercetare. Cu acesta și un contor etalon prevăzut cu emițător de impulsuri se pot verifica contoarele, prin comparație, afișând eroarea în procente;

- **Detector de metale – ADM-2**. Detectează metalele feroase sau neferoase de pe benzile transportoare de cărbune. Când metalul trece prin cadrul detector, aparatul comandă oprirea benzii și pornirea motorului de extracție;

- **Traductor de deplasare – TD-0.2**. Este folosit la măsurarea deplasării axiale a rotorului turbinei cu abur;

- **Telelimnimetru numeric – TLN**. Converstește în mărime electrică nivelul apei și se folosește în hidroenergetică, alimentari cu apă, irigații, navigație;

- **Bloc electronic LEA-BSL**. Se folosește la instalația de baleiaj de noapte pe vârful stâlpilor. LEA determină pâlpăirea lămpilor pe timp de noapte și reduce tensiunea la lămpi în timpul zilei; stabilizează tensiunea la variația sarcinii.

Produse din catalogul anului 1998

Produsele noi, în raport cu Catalogul din 1984, sunt enumerate mai jos fără detalii, întrucât acestea lipsesc.

- Frecvențmetru numeric pentru energetică – **FNEN**;
- Fazmetru pentru energetică – **FAZEN**;
- Amplificator de putere modernizat – **APM**;
- Locator, cu microprocesor, pentru defectoscopie în cabluri – **LDCL**;
- Cronometru numeric portabil pentru verificarea contoarelor de energie electrică – **ONEST**. Este varianta îmbunătățită a modelului **ONEST-1** aflat în catalogul anului 1984;
- Analizor pentru mărimi electrice – **AMEL**;
- Surse stabilizate – **SS1, SS5**;
- Regulator electronic de turație – **REV**;
- Regulator electronic de viteză cu acționare discontinuă – **REVAD**.

II.2.4. Electronica în MTTC - Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor

MTTC este primul minister din România în care s-a utilizat electronica și trebuie spus că a fost permanent în pas cu tehnica mondială. Însă dezvoltarea explozivă a domeniului a făcut ca MTTC să se axeze doar pe domeniul recepției și transmisiei informațiilor.

Cercetarea și producția din domeniile aferente electronicii profesionale au fost atribuite altor ministere. Cu toate acestea, pentru nevoi proprii, în MTTC s-au dezvoltat servicii specializate în cercetarea și producția de aparatură specifică. Un astfel de serviciu a fost **Baza de autoutilare** din cadrul Radioteleviziunii Române, înființată în 1971 prin Decret al Consiliului de Stat al RSR. Baza a devenit funcțională în 1972 și a început activitatea cu un număr de 80 de salariați, dintre care 40 ingineri, o parte activând în Biroul de proiectări. Pe durata de existență, unitatea a elaborat și produs în serii mici sau unicat peste 60 de prototipuri, dintre care cele mai importante au fost următoarele:

- Instalație pentru afișarea orei exacte pe ecranele TV;

- Comutator electronic;
- Instalație de comandă automată a ceasurilor electrice;
- 5 care de reportaj de TV alb negru (autoutilare);
- Sisteme de sonorizare în aer liber;
- Osciloscop pentru vizualizarea simultană a trei semnale de televiziune;
- Generator tranzistorizat pentru semnale tip Tablă de șah;
- Dispozitiv dublă lupă de timp pentru osciloscoape;
- Dispozitiv de titrare electronică a filmelor;
- Generatoare de impulsuri pentru laborator;
- Mașină electronică de scris pentru televiziune.

Vol. IV al lucrării *Electronica românească. O istorie trăită* conține o descriere a acestor aparate și a destinației lor în cadrul activității principale – recepție / emisie de informații – iar pe CD-ul atașat volumului sunt prezentate și fișele tehnice ale aparatelor și echipamentelor.

Aparatele construite în cadrul *Bazei de autoutilare* sunt mai puțin uzuale chiar și în lumea electroniștilor, dar nu sunt cu nimic mai prejos de cele uzuale. Exemple precum sonorizarea sălilor de concert, apreciată de mari specialiști ai lumii, sau asigurarea sonorizării într-un spațiu liber, unde trebuie să recepționeze corect cca 100.000 de participanți, înseamnă profesionalism de înaltă calitate pentru realizarea aparaturii și tehnicilor aferente, fapt recunoscut și premiat la Londra în 1981²³, fără ca acesta să fie un caz singular.

* * *

Au fost și multe alte domenii în care s-a făcut cercetare, proiectare și producție de electronică profesională. Un exemplu este în domeniul aviației civile, unde parte din aparatura de bord a fost concepută la **AEROFINA** iar apoi, după achiziționarea unor licențe punctuale, fabricația de la **TEHNOTON** a fost extinsă, prin concepție proprie, pentru cele mai diverse aplicații.

De asemenea, s-au făcut cercetări la Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Electroehnică – **ICPE** care, în colaborare cu catedra de specialitate din UPB, a realizat sistemele de afișare a timpului de la Metrou. Acestea au funcționat cel puțin până în 1990.

Ca volum însă, aceste domenii au fost mici în raport cu celelalte aplicații.

De precizat că toate aparatele de electronică profesională și aplicativă au fost omologate de către **INMB** – Institutul Național de Metrologie București, institut afiliat la principalele organisme de profil din Europa și din lume, care participa la comparațiile internaționale de etaloane, proiecte europene de cercetare etc, și care avea o legislație metrologică, compatibilă cu a țărilor cu economie avansată.

Activitatea INMB s-a structurat încă de la început pe:

- menținerea etaloanelor naționale la nivelul performanțelor metrologice corespunzătoare pe plan internațional;
- asigurarea uniformității măsurărilor și transmiterea unității de măsură;
- elaborarea unor metode moderne de măsurare ș.a.

Prin aceasta, Institutul Național de Metrologie a fost garantul verificării aparaturii de electronică profesională și aplicativă produsă în industria românească cu etaloane recunoscute internațional, ceea ce i-a conferit acesteia exactitate și compatibilitate cu produsele similare străine. Institutul Național de Metrologie deține și operează cu 23 de etaloane naționale și peste 70 de etaloane de referință, care asigură racordarea rezultatelor la SI.

²³ Millea, N., coordonator, *Electronica românească O istorie trăită*, vol IV, Telecomunicații, Electronica aplicată, Ed AGIR, 2017, pag. 224

Scurtă sinteză

O trecere sumară în revistă a activității depuse în domeniul Electronicii profesionale și aplicative, în care au activat mii de ingineri și zeci de mii de muncitori, în care au fost omologate și produse cca 1.000 tipuri de aparate în sute de mii de exemplare, demonstrează capacitatea electroniștilor români și a industriei de profil de a aborda cele mai dificile domenii ale științei și tehnicii specifice lor.

O comparație între subramurile industriei electronice, prezentată în fig. II.31 și fig. II.32, dă imaginea reală a mărimii producției de Electronică industrială, cum se numea în anii '80 Electronica profesională și aplicativă din Ministerul Industriei de Mașini Unelte, Electrotehnică și Electronică – MIMUEE, un derivat tranzitoriu care îngloba și fostul Departament Electrotehnic și Electronic din MICM²⁴.

Astfel, industria electronică reprezenta în 1985 a doua ramură a MIMUEE ca valoare a producției civile (fig. II.31) iar, în cadrul acesteia, Electronica industrială era comparabilă cu producția de BLC²⁵ electronice (fig. II.32). La BLC-uri, Anuarele statistice indică numărul de aparate produse, fiind vorba de două-trei categorii – radioreceptoare, televizoare și eventual magnetofone sau pick-upuri (571.000 radioreceptoare și 400.000 televizoare produse în 1985), în timp ce la producția de Electronică profesională indică valoarea acesteia în lei, probabil din cauza numărului foarte mare de tipuri de aparate. În ambele figuri, grupa “Alte produse” include tehnica militară. Omul obișnuit reducea industria electronică la cea de BLC-uri – fiindcă era prezentă în vitrinele magazinelor, în casele oamenilor și în raportările de export, apărute în presă. Electronica industrială (profesională) nu era evidentă decât pentru specialiști, ea fiind diseminată în toate ramurile economiei naționale, dar acolo ea a produs o ridicare tehnologică generală, o creștere a complexității producției industriei românești și a făcut-o competitivă la export în multe domenii, fiindcă a introdus peste tot disciplina și acuratețea tehnologică specifică electronicii.

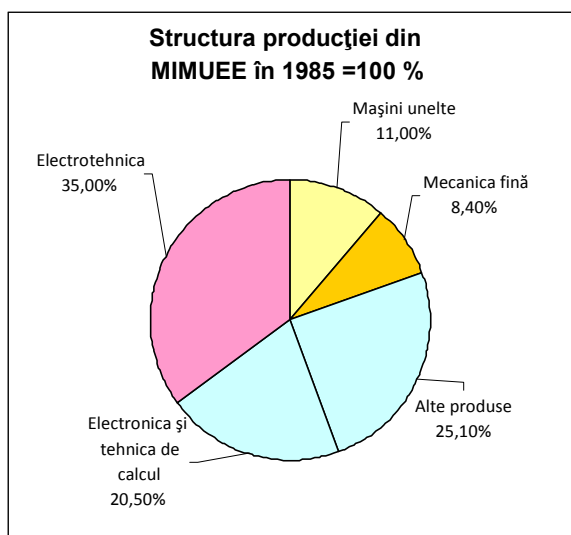


Fig II. 31 Structura producției din MIMUEE

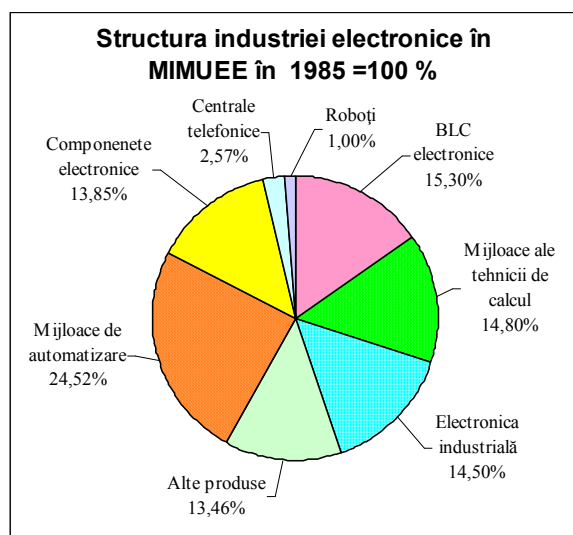


Fig II.32 Structura industriei electronice în MIMUEE

²⁴ Stanciu, V., *Industria electronică în România*, publicat în *Electronica românească. O istorie trăită, Vol.1*, pg 25-44. Dr. ing Stanciu Valeriu a fost mulți ani director tehnic în MICM – Departamentul Industriei Electrotehnice și Electronice, iar informațiile prezentate de dânsul, pe care nu le-am întâlnit în altă parte, fac parte din Rapoartele interne ale ministerului.

²⁵ Bunuri de larg consum

Paralel cu dezvoltarea unor unități proprii, industria electronică a dus și la ridicarea sau crearea unor domenii noi în alte ramuri industriale, deoarece, pe măsură ce se dezvolta și mergea pe linia scăderii dependenței de import, adresa cereri acestora. Astfel, în industria chimică, prin solicitările pe care le-a făcut, a introdus noțiunea de “puritate electronică”, superioară purității din industria medicamentelor. De asemenea, a creat o întreagă producție de lacuri și vopsele electroizolante și rezistente la cele mai diverse medii climatice. În domeniul geologic și al metalurgiei a pus problema creării unor materiale noi, nefolosite uzual până atunci în industrie, necesare fabricației de magneți, ferite și pentru componente electronice. De asemenea, s-au creat sticle, materiale ceramice și plastice noi, paste celulozice și ambalaje specifice exportului în țări cu climat deosebit de al nostru ș.a. Nimic din acestea nu a rezistat în epoca post-decembristă, nu din vreo nepricepere locală, ci ca acțiune deliberată comună a tuturor eșaloanelor de conducere.

Distrugând industria de electronică profesională a fost distrus motorul dezvoltării întregii industrii naționale. Astăzi în România nu se mai fabrică produse de electronică profesională complete, ci doar subansamble comandate de firme străine.

ELECTRONICA încotro?

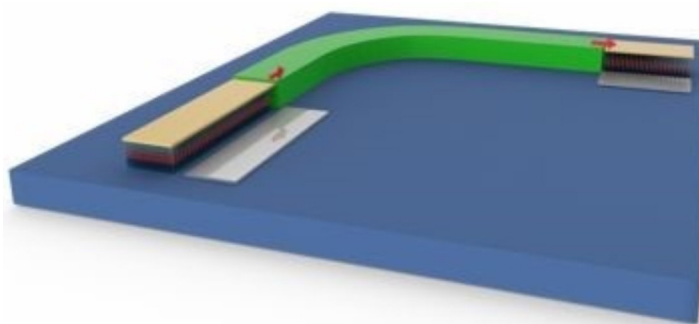
La două decenii de la stoparea brutală a cercetării și producției de electronică profesională în România, facultățile de profil din București, Cluj-Napoca, Iași, Timișoara, Craiova, continuă să pregătească ingineri electroniști *profesioniști*. Unii dintre aceștia iau calea străinătății, alții sunt angajați în țara noastră de firme străine, care nu produc în România ceea ce proiectează ei. Încercările repetate către Politehnica bucureșteană, de a afla dacă există o urmărire, măcar pe 5 ani, a drumului unui inginer electronist odată ce părăsește școala a fost un eșec redutabil.

O privire spre viitorul electronicii în lumea largă, demonstrează că avântul fără precedent al tehnologiei, în absolut toate domeniile, nu poate exista fără electronică. Titlul unui articol recent era: *The future of electronics is light*²⁶. Pare ...luminos.

Tinerele generații trebuie să afle că în 1950 electronica profesională din România a pornit practic de la zero și a fost dezvoltată de ingineri care nu aveau acces la documentație tehnică din vest decât sporadic, nu se puteau deplasa în străinătate, dar purtau în ei mândria de a aparține unei meserii selecte și dorința de a demonstra că, prin muncă și perseverență, pot face și acasă ceea ce alți ingineri au făcut în Europa sau în alte părți ale lumii.

”**Trecutul** este **viață**, este **viață vie** pentru cei care l-au trăit, iar oamenii au nevoie stringentă de amintiri din **viață**”, scrie Acad. Ioan Aurel Pop în *Istoria, Adevărul și Miturile*, Ed. Școala Ardeleană, Cluj, 2018

Rămâne ca tânăra generație să mediteze asupra exemplului acestui trecut.



A basic design of a light-based chip.

Bibliografie

1. *Catalogul produselor electrotehnice*, Ed. MEIET, 1950
2. Lăzăroiu, D.F., Millea, N. (coord.), *Electronica românească. O istorie trăită*. Vol C. 1, Ed AGIR, 2011

²⁶ *The future of electronics is light*, <https://theconversation.com/the-future-of-electronics-is-light-68903>

-
3. Millea, N. (coord.), *Electronica românească. O istorie trăită*, Vol. 2, *Electronica profesională*, Ed. AGIR, 2013
 4. Manolache, M., *Confesiunile unui ministru*, Pitești, Argeș Press, 2012
 5. Millea, N., (coord.), *Electronica românească. O istorie trăită*, Vol. 4, *Telecomunicații, Electronica aplicată*, Ed. AGIR, 2017
 6. Dascălu, D., *Școala românească de micro și nano- tehnologii*, Ed. Academiei Române, 2018
 7. Frangopol, T. P., *Mediocritate și excelență*, vol. 4, *O radiografie a științei și învățământului în România*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj, 2011
 8. Catalogul produselor ICEMENERG 1984, Ed MEE 1984
 9. *The future of electronics is light*, <https://theconversation.com/the-future-of-electronics-is-light-68903>