

# Az oxikatódtól a szilícium-dioxidig. Egy tanszék 25 éve

SZABÓNÉ KANIZSAY-KARG ÉVA —  
DR. GÄRTNER PÉTER

BME Elektronikus Eszközök Tanszéke



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk bemutatja a 25 éves jubileumát ünneplő Elektronikus Eszközök Tanszék oktatási és kutatási tevékenységének fő területeit és ezeknek perspektíváit. Taglalja a mikroelektronikai oktatás aktuális feladatait és jövőjét, röviden bemutatva a BME Villamosmérnöki Karán, e cél érdekében tett erőfeszítéseket (új szak: Mikroelektronikai és technológiai szak szervezése, nappali szakmérnökképzés, B oktatás). (A)

### 1. A kezdet

Nehéz a krónikás szerepe. Röviden, célratoróen, pontosan, objektíven leírni a múlt eseményeit nem könnyű dolog. Gondoljunk csak bele! Miközben az elektronikus eszközök területén egymást váltják a generációk, egy tanszék — nagyobb anyagi eszközök nélkül — lépést tart és fejlődik, dacolva a mindig meglevő hagyománytiszteltre hivatkozó konzervatívizmussal. Felújítja — ha kell évente is — tananyagát, és nemzetközi elismerést is kiharcol magának.

Kezdjük visszatekintésünket a háború utáni évekkel. A nagy múltú, ma már több mint 200 éves Budapesti Műszaki Egyetemnek 1949-ig nem is volt Villamosmérnöki Kara. A gépészmérnök-képzés addig az ún. A, B és C tagozaton folyt, és bár a B tagozat hallgatói „villamos” mérnökök lettek, elektroncsövekről csak egy enciklopédikus tárgyon, a „Rádiótechnika”-n belül, Babits Viktor magántanár igen színvonalas előadásából hallottak.

Az első világháború után megindult a rendszeres rádióműsor-sugárzás. Lelkes amatőrök világvevőt építettek és röntgen lemezen hangfelvételt készítettek. A második világháború a mikrohullámú technika rohamos fejlesztését követelte (lokátor, radar), és köznapis eszközzé vált a magnetofon, a televízió stb. Valamennyi berendezés lelke az elektroncső volt.

A műszaki fejlődés provokált. A kihívásra az egyetemi oktatásban is válaszolni kellett. 1947-ben megalakult az Állami Műszaki Főiskola külön híradástechnika tagozattal, melynek tervét dr. Valkó Iván Péter 1945 nyarán javasolta a Mérnök Szakszervezetben. Itt már volt külön előadás elektroncsövekről — dr. Barta István tartotta — s a tárgyhoz csatlakozó gyakorlatokat Palócz István vezette.

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1949-ben létrejött a Villamosmérnöki Kar. A Vezetéknélküli Híradástechnika Tanszéken dr. Barta István irányításával már külön előadás foglalkozott az elektroncsővel és a rokon kérdésekkel. Itt adott elő Palócz István, dr. Szigeti György, dr. Tarján Rezső, dr. Tarnay Kálmán, dr. Rédl Endre és gyakorlatot vezetett Huvé István.

## SZABÓNÉ KANIZSAY-KARG ÉVA

*A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán, a Híradástechnika Szakon szerzett oklevelet 1959-ben. Első munkahelye a Magyar Rádióban volt. Egy évvel*

*később a Villamosmérnök-kari Műszaki Mechanika Tanszéken kinevezték tanársegédnek, ahol korábban mint hallgató több évig demonstrátorkodott. 1967-ben jött az Elektronikus Eszközök Tanszékére, ahol jelenleg adjunktusként dolgozik.*

1956-ban rendelet született egy „Elektroncső-technikai Tanszék” felállításáról. 1959-ben a tanszék létrejött dr. Valkó Iván Péter vezetésével. Az aszisztencia: Ambrózy András (jelenleg a BME Elektronikai Technológia Tanszékének professzora), Romhányi Miklós (jelenleg a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola Elektronikai Alkatrésztchnológiai és Üzemszervezési Intézetének igazgatója) és segítőként Tassi Gézáné.

Valkó professzor tizenkét évet dolgozott az Egyesült Izzó Elektroncső Kutató Laboratóriumában, majd 1948—52-ig a TKI Mikrohullámú Csőlaboratóriumát vezette, s ez alatt dolgozta ki munkatársával a hazai haladó hullámú csövet. 1953-ban megszervezte a HIKI Elektronikus Laboratóriumát, amely az elektroncsövek, később a tranzisztorok működési határainak vizsgálatával foglalkozott. Kifejlesztette a fluoreszcencia lecsengésének elektronikus analizisét, valamint — elektroncsövek vizsgálatára — a fehérzajos rászás eljárását, amelyet ma „random vibration” néven ismernek és használnak általánosan, főleg finommechanikai szerkezetek vizsgálatára.

Az új tanszék egyetlen kis szobában kezdte meg működését a Stoczek-épületben. Felszerelése néhány alaplámpából és pár agyonhasznált szignálgenerátorból állt. Nem lévén hivatalos gépirónő, villanyszerelő, a kicsi de lelkes oktató csoport felosztotta a teendőket: Valkó professzor tanszékvezetői posztján ellátta a hivatalsegédi teendőket is, Romhányi Miklós a gépelést és Ambrózy András második műszakja a villanyszerelés volt.

### 2. A tanszék programja

Az oktatás százfejú sárkánya, mellyel ebben az időben is permanens harcot kellett folytatni: az oktatásra vonatkozó merev, statikus előírások. A tranzisztort sokan divathóbortnak tekintették. „Nem is kell vele törődni! Úgysem életképes! Tanítsuk, gyártsuk, adjuk el az elektroncsöveket! Ez még sok

évre jó program” — érveltek sokan, és nem csupán az elektroncsövek gyártói.

Nem szabad megfélemlkezni, hogy a hazai elektroncsőipar 3 évtized küzdelmeivel, tapasztalataival, európai „nagyhatalmi” múltjával, sokáig a népgazdaság egyik legfontosabb, külkereskedelmileg is nyereséges ágazata volt.

Voltak viszont, akik felismerték, hogy az elektronika roppant fordulat előtt áll és az új magyar mérnökgenerációt erre kell felkészíteni.

Az új tanszék vezetése hármast tűzött ki maga elé.

Először is vonzóvá kellett tenni ezt a területet a fiatalok számára.

Másodsor, állandó kapcsolatban a nemzetközi fejlődéssel a tananyagot, évről évre előretételekkel kellett fejleszteni. Ez azt is jelentette, hogy a tárgy sohasem keltette egy igazi lezárt, megtanulható diszciplína benyomását.

Harmadsor: abban az élethalálharcban, amelyet a nem éppen barátságos világkörnyezet jelentett a hazai ipar számára, támogatni kellett az új kezdeményezéseket, lehetővé kellett tenni, hogy a fejlesztésben álló eszközöket az előttünk járó fejlett országok új termékeivel össze lehessen vetni.

Vegyük sorra az egyes célokat:

1. A fiatalok megnyerése több olyan fogást igényelt, amely egyetemünkön később általánosabban elterjedt. Például, hogy a pályaválasztáshoz kedvet csináljon, a tanszék megnyitotta kapuit a középiskolás diákok egy csoportja előtt. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal együttműködve meghívta a diákolimpiára készülő tanulókat egy „nyitott napra” és bemutatta nekik a tanszéki laboratóriumokat.

Kevésbé volt sikeres egy másik, későbbi kezdeményezés: a tanszék meghívta a középiskolai fizikatanárokat nyári félvezető kurzusra. Ennek célja az volt, hogy megismerkedjenek a félvezetők elméletével, a technológia főbb lépéseivel és az alkalmazással. Így ők is felkeltették volna a tanulók érdeklődését. Sajnos egy-két alkalom után ez a nyári kurzus érdeklődés hiányában megszűnt.

További probléma az volt, hogy az első évfolyamos hallgatókkal nem volt a tanszéknek kapcsolata. Ezért később elindított egy újszerű, félig játékos diákkört az elsőéves hallgatók számára: „készítsünk napelemet” jelszóval. Ez a napelme egy primitív módon készített szilícium pn fotodióda volt. Elképzelhetjük egy 19 éves fiatalember boldogságát, akinek a dió íája, a napfény hatására megmozgatta a műszer mutatóját, esetleg meg is forgatott egy kis motort!

2. A tananyag folyamatos fejlesztését az tette nehezé, hogy az helyi, aktuális érdekeket sértett a tanszék működését egyébként jóindulattal szemlélő távolabbi körökben. A vákuumtechnika mellett a tananyagba kellett vinni a szilárdtest eszközöket és hamarosan ismertetni kellett a nálunk akkor még nem gyártott szilícium eszközök előnyeit a germániummal szemben, azután a Mesa eljárás mellett a planár technikát, később az addig lebecsült MOS-t, majd az integrált áramkört, az integráció fokozását,



DR. GÄRTNER PÉTER

A BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szakon 1960-ban végzett, majd kitüntetéses diploma

mát szerzett 1961-ben. 1963-ig az Elektromechanikai Vállalatnál dolgozott, mint fejlesztőmérnök, tv-adók antenna-rendszereinek kutatás-fejlesztési és megvalósítási munkáján. 1963 óta a BME Elektronikus Eszközök Tanszékén dolgozik. 1968-ban antennák és tápvonalak témakörben egyetemi doktori címet szerzett. Jelenleg elektronikus eszközök mérés technikájával foglalkozik, különösen a nagybonyolultságú integrált áramkörök tesztelési kérdéseivel.

a tervezés számítógépes támogatását, a digitális technika térnyerését. Mindezt a hazai ipari alkalmazás előtt.

3. Az iparnak nyújtott segítségben lényeges momentum, hogy Valkó professzor még egy jó évtizedig megmaradt a HIKI elektronikus laboratóriumának élén is. A két intézmény nemcsak két egészen külön szervezethez, de még más minisztériumhoz is tartozott. Mégis sikerült tartalmas együttműködést megvalósítani. Az első feladat: bebizonyítani, hogy a tranzistor jó eszköz. 1958-ban már tranzisztoros berendezés kiállításra került sor és megkezdődött az első előadásorozat. Később a kutató feladatok a különleges tulajdonságok mérésére koncentrálnak, mivel ez a tématerület a szocialista országok nagy részében — a fizikai, kémiai és áramköri alkalmazási kérdések között — nem mindig kapott elegendő figyelmet. A hazai eredményeknek még a határokon túl is jelentősége volt. A nemzetközi elismerést már az 1967. évi budapesti „Symposium on Test Methods and Measurements of Semiconductor Devices” (1967. április 25—28. Vol. I—II.) sikere is megmutatta. Valkó professzor körül tudományos iskola alakult ki, melynek fő törekvése az eszközök fizikai és működési paramétereinek közötti összefüggések feltárása, rendszerezése.

### 3. Az oktatói stáb

A tanszék rövidesen több helyiséggel bővült és ettől kezdve a titkárnői feladatokat Vékony Gyuláné végezte nagy odaadással. Megkezdte működését az egyszemélyes műhely is. A TKI-ből átlépve csatlakozik Kenczler Ödön, aki nagy tapasztalatával és szeretetreméltó egyéniségével 1977. évi nyugalombavonulásáig értékes oktatója maradt a tanszéknek. Sok éven át látta el a tanszékvezető-helyettesi tiszteletet is. Az első gyakorlatvezetők még külső szakemberek voltak.

Azután megindult az oktatói gárda kiépítése az előbb vázolt célkitűzések szellemében. A választásban a kiváló szakmai képességek mellett az emberi tulajdonságok is tényezőek voltak, így sikerült nemcsak ütőképes gárdát, de összetartó emberi közösséget is kialakítani.

Név	Belépés éve	Mai beosztása
dr. Nagy András	1962	adjunktus
dr. Hábermajer István	1963	adjunktus
dr. Gärtner Péter	1963	adjunktus
dr. Székely Vladimír	1964	docens, tanszékvez.-h.
dr. Török Sándor	1964	adjunktus
dr. Zólogy Imre	1965	adjunktus
Madas István	1965	—
Musztács István	1965	—
Pribék Mihályné	1966	—
dr. Gottwald Péter	1966	adjunktus
dr. Bajor György	1967	—
Szabóné Kanizsay-Karg Éva	1967	adjunktus
Takács Dezső	1969	—
Baji Pál	1970	tanársegéd
dr. Tarnay Kálmán (1959—71-ig meghívott előadó)	1971	tanszékvezető docens
Timárné Horváth Veronika	1971	adjunktus
Kerecsenné dr. Rencz Márta	1973	adjunktus
dr. Dobos Károly	1975	—
Harsányi József	1976	tanszéki mérnök
dr. Masszi Ferenc	1977	adjunktus
dr. Mizsei János	1977	adjunktus
dr. Kormány Teréz	1982	docens
dr. Kovács Ferenc	1982	docens
Kónya Ilona	1982	adjunktus
dr. Farkas Gábor	1983	adjunktus

Az utolsó oszlopban — jellel megjelöltek már nem tartoznak a tanszék oktatói közé.

Az oktató gárda további alakulását az 1. táblázat mutatja.

A tanszék tiszteletbeli munkatársai:

dr. Szép Iván c. egyetemi tanár,  
dr. Rédl Endre c. egyetemi docens,  
dr. Bretz Károly c. egyetemi docens,  
dr. Gyulai József c. egyetemi tanár.

Valamennyien sokévi munkával támogatták a tanszék, amely részükre a kitüntető címet javaslatba hozta.

Emlékezzünk meg ezen helyen Pribék Mihályné Láng Éváról, aki kedves, rokonszenves egyéniségével közszeretben állt a tanszéken és 1966. karácsonyán váratlanul elhunyt. Ennek a cikknek a megjelenését Kenczler Ödön sem érthette meg, aki nagyban hozzájárult a tanszéken a baráti szellem kialakításához. 1983. májusában elhunyt. Emléküket szeretettel őrizzük.

#### 4. Az oktató munka

Ha a tanszék oktatási tevékenységét akarjuk vázolni, előbb néhány szót kell szólnunk a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának okta-

tási rendszeréről is, amely 25 év alatt több reformon ment keresztül. A hallgatók eredetileg három, később négy szakon tanultak eltérő tantervvel. A Híradástechnika Szak kapta a legnagyobb terjedelmű „Elektroncsövek” előadást, két (időnként három) féléves terjedelemmel, a harmadik tanév elején vagy a második tanév végén elkezdve. Ez képezte az oktatási munka gerincét, a tanszék köznapi nyelvén ez volt a „főtárgy”. A Műszer és Méréstechnika Szak, valamint később a Híradás és Műszeripari Technológia Szak ennek a tárgynak némileg rövidített változatát hallgatta. (Az erősáramú hallgatók néhány évig ugyancsak hallgattak egy rövid elektronikai kompendiumot a tanszék előadásában).

Valamennyi szaknak megvolt természetesen az esti, illetve levelező formája is és a fenti tárgyak ott is szerepeltek.

A laboratóriumi mérések alapjait már a tanszék alapítása előtt lerakták: Ambrózy András, Tarnay Kálmán és Tassy Gézané. Dr. Barta István Vezetéknélküli Híradástechnika Tanszékén már elkészítettek néhány mérési összeállítást. Ez lett az egyre gyarapodó laboratórium csirája.

Az előadott anyag évről évre változott. A félvezető technika előretört. Tarnay Kálmán 1959-től meghívott előadóként tevékenykedett az esti oktatás keretében. Valkó professzor, a nappali évfolyamnak adta elő a tranzisztort. 1961-ben kiadásra került az első magyar szakkönyv a tranzisztorról. Hamarosan megjelentek az első új jegyzetek is.

Az oktatás merevségén egy dolog enyhített: a fakultatív tárgyak rendszere.

Néhány ilyen fakultatív tárgy:

Kenczler Ödön:	Elektroncsövek technológiája
Nagy Gyula:	Bevezetés az elektrooptikába
Dallos András:	Ultravákuum technika
Dr. Tarnay Kálmán:	Különleges félvezető eszközök
Pásztor Gyula:	Schottky-dióda és alkalmazása
Kovács Ferenc:	Félvezető eszközök méréstechnikája
Zólogy Imre:	Nagyteljesítményű félvezető elektronika.

1960-ban nagy esemény következett be: A tanszék vezetője egy amerikai konferencia alkalmából tanúja lehetett az integrált áramkör nyilvános megjelenésének. Ez újabb fordulatot jelentett az elektronikában. Ezután a tanszék nekiállt a kérdés irodalomkutatásának. Nemsokára nagyobb méretű tanulmányt készítettek, formailag az Egyesült Izzó számára, de a valóságban a szélesebb nyilvánosság, különösen a hatáskörrel is rendelkező vezetők figyelmének felkeltésére. A kiadvány később az OMFBS segítségével sokszorosításra is került, mint első magyar jelzés az elektronika új korszakáról.

Ekkor már a tanszék előadásaiban is szerepelnek az integrált áramkörök. Az első mérnöktovábbképző előadásorozat után, 1964—65-ben megindul — először fakultatív tárgyként — az „Integrált szilárdtest áramkörök” c. tárgy oktatása. Így lett a BME az első európai egyetem, amelyen külön tárgyat szentelnek a mikroelektronikának.

A hatvanas évek nagy tantervreformja hivatalosan is modernizálta a villamosmérnöki karon az egyes

szakok tanmenetét. Ezekben már szerepelt bizonyos specializálódás, ágazatokra bomlás formájában. Új ágazat is indult „Elektroncsövek és félvezetők” néven. Néhány év alatt az első „reformgeneráció” eljutott a negyedik tanévig, amelyben már szerepeltek az ágazati speciális tárgyak. Az első korszak (1967) ágazati tárgyai:

Fizikai kémia; Mikrohullámú elektroncsövek; Vákuum és elektroncső technika; Félvezetők technológiája; Mikroelektronika (a korábbi integrált szilárdtest áramkörök); Elektronikus készülékek; Választható tárgyak.

A „választható tárgyak” lényegileg olyan (kijelölt) fakultatív tárgyak voltak, amelyek a korábbi rendszertől eltérően vizsgakötelezettséggel jártak és beszámítottak a hallgatók tevékenységébe.

Néhány esztendő alatt a fent közölt tanmenet alaposan megváltozott. A Mikroelektronika valamenynyí ágazat számára kötelezővé vált a Híradástechnika Szakon, mint az Elektronikus Eszközök főtárgy harmadik féléve. Az ágazati tárgyak a következők lettek:

Félvezetők fizikája és kémiája; Vákuumtechnika; Integrált áramkörök technológiája és konstrukciója (nagy elméleti és gyakorlati óraszám); Választható tárgyak.

Megjegyezzük, hogy a tanszék több tárgya a Híradás és Műszeripari (később: Elektronikai) Technológia Szak „Alkatrész” ágazatába is bekerült.

## 5. Krónika: A hőskor

Az áttekintés után visszatérhetünk az időrendhez. 1959-ben a tanszék, ha szűkösen is, de elhelyezkedett a Stoczek utcai épület néhány helyiségében. A mindennapi munka mellett lázasan folyt az önképzés, a jegyzetírás, és — amennyire a különböző „adományokból” összeálló felszerelés lehetővé tette: a kutatás is.

Az első külső megbízás a Sportkórházból érkezett. Tipikusan tranzisztor-alkalmazási téma. Vezetéknélküli berendezés sportolók fiziológiai adatainak távmérésére úgy, hogy az érzékelő készülék a vizsgált személyt ne zavarja. Ma a mikroelektronika korában persze ez már történelem. A berendezés, mely — tudomásunk szerint — Európában első volt, ma már az Orvostörténeti Múzeumban van. A további megbízások kutatóintézetektől és az Egyesült Izzótól érkeztek: különleges vizsgálóberendezéseket kértek az új eszközök kifejlesztésének meggyorsítására.

Az előadás és a tanulókori gyakorlatok után bővültek a laboratóriumi mérések is. A mérések összeállítását, szervezését, mérési útmutató megírását Ambrózy András látta el. A híradástechnikus hallgatók két félév alatt 20 mérést végeztek 2—3 fő csoportokban, oktatói felügyelettel.

Azután valóra vált a tanszékvezetés egy dédelgett elképzelése: a laboratóriumi gyakorlatok egyikén minden hallgató készítsen elektroncsövet, amit majd haza is vihet! A megvalósításban az Egyesült Izzó nyújtott támogatást: Oldal Endre személyesen segítette a szivattyú üzembe helyezésében. Az alap gondolat az volt, hogy ez a tapasztalat az áramköri

konstruktor mentalitását is befolyásolni fogja. Ezt a gyakorlatot tekinthetjük a mai vákuumlabor csírájának, amelyet Kenczler Ödön vezetésével Nagy András és Török Sándor alakított ki. Mivel a hallgatók érdeklődése a hivatalos tananyagot túl terjedt, okos dolognak tűnt az érdeklődők legjavát érdekes feladatokkal, apró munkákkal a tanszékhez kötni. Ez a munka nem volt látványos, sok terhet rótt az oktatókra, de megérte. Később ez a vonzó, spontán mozgalom beolvadt a Tudományos Diákkörök hivatalosan is megszervezett rendszerébe. Mi, maugunk közt, akkor „boci”-rendszerrel beszélünk.

Az 1960-as évek nagy tantervreformjának egyik célja az alapos elméleti képzés mellett a gyakorlati munka erősítése, a hallgatók alkotó tevékenységének fokozása volt. A laboratóriumi munka hányada mennyiségben és minőségben is nőtt az oktatási munkán belül.

A tanszék ehhez új helyiséget is kapott, az R épület 3. emeletén. Ugyanebben a nagy helyiségben jöttek össze időről időre, délután vagy este, a tanszék oktatói és a hallgatók színe-java, hogy megvitassák eredményeiket, vagy a frissen olvasott irodalmi újdonságokat, utána pedig kötetlen szórakozással vidáman eltöltésék az est hátralevő részét.

Az önképzés más formái között szerepeltek az alkalmi találkozók, például a szentendrei Pap-szigeten vagy az egyetem nagymarosi üdölőjében, amelyeken egy-egy aktuális témáról hangzottak el előadások. A tanszék oktatási feladatainak ellátása közben a már korábban végzett mérnökökről sem feledkezett meg. Rendszeres mérnöktovábbképző előadások mellett 1963—1966 között két ízben megrendezte a nagy érdeklődést keltő négy féléves Félvezető Szakmérnöki Tanfolyamot, kiváló külső előadók bevonásával (2. sz. táblázat).

## 2. táblázat

A Félvezető Szakmérnöki Tanfolyam tantárgyai:

I. félév:

Bevezetés a félvezető kémiába (vegyszeknek fakultatív)

Bevezetés a félvezető fizikába (fizikusoknak fakultatív)

A híradástechnika alapjai (villamosmérnököknek fakultatív)

Matematika

II. félév:

Félvezető anyagok technológiája

Félvezetők fizikája

Laboratórium

III. félév:

Félvezető eszközök

Félvezető eszközök technológiája

Félvezető eszközök alkalmazása I.

Laboratórium

IV. félév:

Félvezető eszközök alkalmazása II.

Szilárdtest áramkörök (mikroelektronika)

Különleges félvezető eszközök

Félvezető eszközök mérés technikája (labor)

Ennek a szakmérnöki tanfolyamnak két különlegessége volt. Az első az, hogy hallgatói három szakterületről jöttek: vegyészek, illetve vegyészmérnökök, fizikusok, továbbá villamosmérnökök. A különböző alapképzettségek kiegyenlítésére az első félévben három olyan tárgyat iktattunk a programba, amelyek rendre az előtanulmányokban nem szereplő alapismereteket nyújtották. A meglepetés az volt, hogy az illető tárgyból felmentett „specialisták” rendre kérték, hogy felfrissítés céljából részt vehessenek az órákon, fakultatív alapon.

A második az, hogy a félvezető technológiai gyakorlatokat az Egyesült Izzó területén összeállított laboratóriumban folytattuk. Ugyanazokat a berendezéseket közben a vállalat is felhasználta saját fejlesztési céljaira.

A tanszék saját félvezető-technológiai laboratóriuma akkor még csak csirájában létezett. Lassan kialakult a technológiai csoport, megindultak a gyakorlatok is, bár először csupán egyszerű diódák készültek. A nevelő célzat ugyanaz volt, mint az elektroncső készítésénél.

Miközben még tartott a félvezetők forradalma, erősödött a nyomás is: meg kell írni a tárgy hazai tankönyvét és az iparban dolgozó mérnökök kezébe is színvonalas szakkönyvet kell adnunk. A jegyzetek kibővített és felfrissített anyagára támaszkodó kézirat végül is összeállt. A kiadó kívánságára kimaradt belőle a mikroelektronika, bár Valkó I. P.: „Integrált szilárdtest áramkörök” jegyzete ekkortájt már készen állt! 1968-ban megjelent dr. Valkó Iván Péter: Elektroncsövek és félvezetők c. könyve.

Időközben tanszékünk neve, kifejezve az új tartalmat, előbb „Elektroncsövek és félvezetők” majd 1971-ben „Elektronikus Eszközök”-re változott.

Ez a főtárgy neve is, amelyben a félvezető és vákuumcsövek mellett természetesen szó esik az olyan eszközökről is, amelyek egyik kategóriába sem sorolhatók, pl. a folyékony-kristály cella, a Josephson dióda.

A tanszéki kutatás kettős mederben folyt. A megbízásból végzett kutatások gerincét továbbra is azok a feladatok képezték, amelyeket a kutatóintézetek és a félvezető gyártó vállalat adtak. Ezek általában különleges mérés-technikai problémák voltak, amelyeket saját kutatás-fejlesztésben kellett megoldani. Az elkészült berendezések azután hol a kutatást, hol a fejlesztést, hol a termelést vagy éppen az exportot segítették a magyar félvezető programban.

Az alábbiakban példaképpen felsorolunk közülük néhányat:

Változó véges mennyiségek hányadosának felrajzolása ( $I_a/I_{g2}$ , illetve  $I_c/I_b$ ; Valkó—Ambrózy); Határfrekvenciamérők egyre nagyobb frekvenciákra (Ambrózy—Gärtner—Nagy); Visszahatási kapacitás mérők (Hábermajer—Török); Zajmérők (Ambrózy—Székely—Gärtner); Termikus ellenállás mérők (Hábermajer—Török); Varikap Q mérő (Ambrózy—Gottwald); Varikap válogató berendezések (Ambrózy—Székely—Gärtner). A Műszaki Fizikai Kutató Intézet CCD kutatásai számára meghajtó és ellenőrző műszerek készültek (Gottwald—Nagy—Gärtner). Mindezek olyan kényes mérés-technikai feladatok megoldását jelentették, amelyek nélkül a ma-

gyar ipar nem tudta volna az új elektronikus eszközök típusait kifejleszteni és gyártani. Hasonló mérőberendezések — érthető okokból — a számunkra elérhető piacokon nem voltak szabadon beszerezhetőek. Az integrált áramkörök speciális mérés-technikai problémái is korán felkeltették a tanszék érdeklődését. Ezzel volt kapcsolatos az a kutatómunka, amely később a HIKI megbízásából mérőautomaták lábellektronika áramkörének kialakítására irányult. Az ICOMAT berendezések fejlesztésénél a HIKI ezekre az eredményekre is támaszkodott.

Ezek mellett minden oktatónak kötelezettsége volt, hogy — a tanszéki felszerelés korlátait figyelembe véve — esetleg más kutatóintézetekkel együttműködve, az eszközök széles területén belül egy-egy részterületen mélyedjen el. Ebbe a koncepcióba az oktatók egyéni érdeklődése is harmonikusan beilleszkedett. Doktori és kandidátusi disszertációk sora született. Az eredmény többnyire egy-egy fakultatív tárgyban jutott kifejezésre. Amikor az első ágazati évjártat elérkezett negyedik tanévéhez, sok fakultatív tárgy lépett elő kötelezően választható tárgygyá.

Lehetetlenség valamennyiről beszámolni, illusztrációképpen csupán néhányat említünk.

A mikrohullámú félvezető eszközök mélyebb tanulmányozását Romhányi Miklós kezdte el, majd hozzá csatlakozott és folytatja a munkát mind a mai napig Gottwald Péter, Nagy András félvezető felületi-fizikájával; Török Sándor a közfogyasztású integrált áramkörökkel ismertette meg hallgatóit; Hábermajer Istvánnak az optoelektronika lett témája és sok lelkes hallgató az ő irányítása mellett indult el a kutató munkában. Tarnay Kálmán és Székely Vladimír Magyarországon és a svédországi Uppsalában is Gunn diódával foglalkozott, ahol Tarnay Kálmán 1966 óta rendszeresen oktat vendégprofesszorként.

A félvezető laboratóriumban már minden félvezető ágazatos hallgató saját kezűleg készíthet működő IC-t. Ez az eredmény Tímárné Horváth Veronika, Erlaky György és Harsányi József munkájának köszönhető, Ionérzékeny félvezetők kutatását Mizsei János műveli eredményesen.

Érdekes volt Zólomy Imre kandidátusi munkája. Kubai útján ismerkedett meg Armando Adannal, a Havannai Félvezető Intézet igazgatójával, aki később Budapesten, dr. Valkó Iván Péter vezetésével aspirantúráját végezte. Adan érdekes új témát hozott: egy különleges új kapcsoló eszközzel foglalkozott. Több kubai munkatársát is bevonta. Zólomy is eredeti kutatásokat indított ezen a területen, és így rövidesen egy Havanna—Budapest kutatócsoport alakult ki.

A választható tárgyak listája érdekes képet ad arról a sokszínű kutatómunkáról, amely a tanszék oktatóit foglalkoztatta. Zólomy Imre: Nagyteljesítményű félvezető eszközök; Tarnay Kálmán: Különleges félvezető eszközök; Hábermajer István: Optoelektronika; Nagy András: Félvezetők felületfizikája; Székely Vladimír: Integrált áramkörök modellezése; Tarnay Kálmán és Székely Vladimír: Gépi áramkörtervezés és szimuláció.

Egyes kötelezően választható tárgyakat külső előadók tartottak. Így például a 60-as években

az ipar kérésére programba iktattuk Somkuti Adolf „Fényforrások” c. előadását. Más a története dr. Bretz Károly megújuló tartalommal ma is élő „Bioelektronika” tárgyának.

A tanszék évente vezetett gyárlátogatást Gyöngyösre, amelyet szokás szerint kékestetői séta követett, hosszú beszélgetésekkel. Egy alkalommal a háttérterületi tudományok fontosságáról volt szó, többek között a bioelektronika izgalmas kérdéseiről is. Megállapítottuk: „Milyen kár, hogy nem foglalkoznak vele a Műszaki Egyetemen!” Másnap három hallgató jelentkezett. Elmondták, hogy a kékesi beszélgetés után szeretnének többet hallani erről a kérdésről. Sikerült kinyomozni, hogy van egy villamosmérnök, aki ezzel foglalkozik, sőt Ádám professzorhoz jelentkezett aspiránsnak. Ez volt Bretz Károly, aki szívesen vállalta, hogy társadalmi munkában foglalkozik az érdeklődő hallgatókkal. Így kerültek össze az első olyan TDK-k a Műszaki Egyetemen, amelyet kívülálló vezetett. Ebből fejlődött ki azután a bioelektronika, mint fakultatív tárgy. A történehez tartozik, hogy az első csoport résztvevői közül többen ma is a bioelektronika kutatói, éppen a dr. Bretz Károly vezette laboratóriumban.

A később beiktatott választható tárgyak egyike az „Ionimplantáció”, amelyet a terület világszerte ismert kutatója, dr. Gyulai József ad elő.

Ebben az időben a tanszék munkássága nemzetközileg is elismertté vált. A nagyobb európai félvezető tanszékek együttműködésre léptek. Kicsérélték oktatási tapasztalataikat, fontosabb jegyzeteiket, felhívták egymás figyelmét újdonságokra, új könyvekre. Időszakos értesítő (Semiconductor University Bulletin SUB), időnként egy-egy kötetlen összejövétel fűzte szorosabbra a kapcsolatot. Csatlakozásra hívták meg a budapesti Elektronikus Eszközök Tanszékét. Nem járt vele más kötelezettség, csak évenként egy összefoglalás a tanszék munkásságáról. Viszont igen jelentős a haszon, mert biztosítja az oktatók külföldi tanulmányútjainál a fogadóképiséget. Különösen az aacheni műegyetemmel épült ki szorosabb kapcsolat. Hosszú éveken át szinte egymást váltották ott a tanszék oktatói. Az IEEE egyesület évenként megrendezi a mikroelektronika nagy seregszemléjét: a Nemzetközi Integrált Áramkör konferenciát (ISSCC). Több európai szakembert választottak a konferencia állandó programbizottságába. A KGST országokból Valkó I. Pétert.

A Drezdai Műszaki Egyetem azonos témát oktató tanszéke különös megbecsüléssel tekint a budapesti társtanszékre. Oktatói gyakran emlegetik, hogy az itteni rendszert modellnek tekintik. Több, ma már ott híressé vált oktató veszi igénybe disszertációjának elkészítésénél a tanszék segítségét. 1978-ban, alapításának 150. évfordulóján a Drezdai Műszaki Egyetem Valkó Iván Pétert díszdoktorává választotta és a Dr.-Ing. E. H. címmel tüntette ki. 1981-ben a Barkhausen centenáriumban egyetemi díjat nyújtottak át neki.

Még a hőskor eseményeihez tartozik, hogy amikor a hazai műszaki világ érdeklődése erőteljesebben a számítógépek felé fordult, Tarnay Kálmán és Székely Vladimír 1968-ban mérnöktoábbképző tanfolyamot indított a korábban végzett mérnökök

részére, melyet a nagy érdeklődésre való tekintettel még 5 követett. Így összesen kb. 700 mérnököt tanítottak meg a számítógép használatára. Ezzel egy időben dolgozta ki Tarnay Kálmán az első magyarországi áramkörszimulációs programot, a TRANZ-TRAN I-et, amelyet 1969-ben már az oktatásban is felhasználtak. A Székely Vladimírral továbbfejlesztett TRANZ-TRAN program lett az egyik alapja a gépi tervezésnek, számos nemzetközi elismerés birtokában. Ma egy továbbfejlesztett változatát használja a KFKI (1974); HIKI (1977); REMIX (1977); a pécsi Pollack Mihály Műszaki Főiskola (1981); a Tallinni Műszaki Egyetem (1982) és a MEV (1982). Munkájukat segíti Baji Pál, Kerecsenné Rencz Márta és Masszi Ferenc.

A lázas évtized véget ért.

1969. nagy és nevezetes év tanszékünk történetében. Felépült a Duna-parti V2-es épület, melynek teljes harmadik emelete a mienk. Óriási dolog! Van könyvtárunk, oktatói, hallgatói, vákuum- és félvezető technológiai laboratóriumunk; fotólaboratóriumunk és műhelyünk is. Tovább növekszik a technológiai csoport: 1970-ben Baji Pál, 1971-ben Timárné Horváth Veronika került a tanszékre. A technológiai laboratóriumban nemsokára már a planár technika lépéseit is be tudta mutatni és gyakoroltatni.

## 6. Krónika: Az újkor

1970-ben nagy „átrendeződés” kezdődött. Ambrózy Andrásból tanszékvezető lett az Elektronikai Technológia Tanszéken. 1973-ban Romhányi Miklóst a Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán tanszékvezető tanárává nevezték ki. Ezt az időszakot nemcsak az elvándorlás jellemezte! Ekkor jött teljes állásba a tanszék Tarnay Kálmán, aki meghívott előadóként eddig is állandó kapcsolatban állt velünk. Belépett Kerecsenné Rencz Márta, mint frissen végzett mérnök. 1975-ben Musztács Istvánt „felfedezte” a Telefontgyár. Rövidesen elvált tőlünk, úgy érezte, hogy angol, orosz, francia, arab és japán nyelvtudásával marketing területen van rá nagyobb szükség.

Már 1965-ben felvetettük az elavuló ágazati rendszer helyett az elektronikus mérnökképzés szétválasztását, műszaki fizikus és rendszertechnikai irányra. A javaslatot dr. Geszti P. Ottó dékán összehangolta új oktatási reformtervével, amely 1972-ben valósult meg.

1972-től a nappali villamosmérnökképzés az A és B tagozaton folyik. Az első félév tanulmányi eredményei alapján az évfolyam hallgatóinak kb. 20%-a — a legrátermettebbek — jelentkezhet és tanulhat tovább a B tagozaton, ahol szerepel az említett két ágazat. Itt az oktatási idő 8 félév, de intenzívebb, mint az A tagozaton. Közülük is a legjobbak tanulhatnak tovább, diplomájuk megszerzése után, a C tagozaton (nappali szakmérnökképzés) még két évet a második — szakmérnöki — diploma megszerzéséig. Mind a B, mind a C oktatásban — születése pillanata óta — tanszékünk erőteljesen részt vett, előadva a tárgyakat a B tagozaton és ellátva 1974. óta mintegy 25 nappali szakmérnök képzését.

1977-ben a tanszék vezetését Tarnay Kálmán vette át. Valkó professzor továbbra is köztünk maradt, még 1982. évi formai nyugalomba vonulása után is. Itt dolgozik új témáján: az információtechnika befolyása a társadalom fejlődésére. Továbbra is elnöke az MTA Vákuum- és Elektronikus Eszközök Bizottságának.

Mint az előzményekből is kitűnik, Tarnay Kálmán nem új ember a tanszéken. 1952 óta tevékenységének nagy része az elektronikus eszközök oktatása, kutatása és fejlesztése területére esik. A Különleges félvezetők és integrált áramkörök című szabadon választható tárgyában mindig a mikroelektronika legújabb eredményeivel ismertette meg hallgatóit. A homogén bázisú pnp tranzisztor oktatását a BME-n először váltotta át inhomogén bázisú npn-re. A p-n átmenetek általa készített fizikai modellje, mely fényelektromos hatásokat is nagy pontossággal figyelembe vesz, ma az uppsalai egyetemen is használatban van és része egy lassan 20 éves múltra tekintő tudományos és oktatási együttműködésnek, melynek elismeréseként Tarnay Kálmánt 1983-ban az Uppsalai Egyetem Matematikai és Fizikai Fakultása díszdoktorává avatta.

Lassan elérkezünk a „félmult” eseményeihez. 1977 óta tanszékünknek saját számítógépe van. Lehetővé vált, hogy az eszközmodellezés az oktatásba „házi feladat”-ként beépülhessen. Harmadéveseink integrált áramkörök részleteit szimulálják a TRANZ-TRAN programmal.

Felsőbb évfolyamon félvezető ágazatos hallgatóink a korábbi TTL szintű tervezés vagy a 8080-as mikroprocesszor részletei helyett ma „custom design” áramköröket terveznek az Integrált áramkörök technológiája és konstrukciója című tárgy keretében. E tárgyhoz csatlakozik az Integrált áramkörök mérés technikája című stúdió, mely a korábbi években tanszékünkön folyó állami megbízásos munka, a nagybonyolultságú integrált áramkörök mérés-

technikáját kidolgozó tanulmány oktatásban való megjelenítése.

A tanszék jelenlegi géptermi, elektronikai és technológiai laboratóriumi kapacitása már lehetővé teszi, hogy félvezető ágazatos és B-s hallgatóink a képzés utolsó félévében ún. önálló laboratóriumi feladatot végezzenek. Ez a viszonylag nagy óraszámú gyakorlat (heti 10 óra) alkalmas arra, hogy részint megvalósítsa az „egy hallgató – egy feladat” célt, másrészt, módot ad a hallgatói kreativitás nagyobb mérvű fejlesztésére.

A hazai iparral való együttműködés néhány eseménye az elmúlt öt-hat évben: a REMIX számára komplex, kispétes tervező rendszer; a KFKI-val hosszú évek óta eredményes együttműködés a gépi tervezés területén. Említést érdemel talán, hogy Tarnay Kálmán irányításával tanszékünkön dolgozták ki az első hazai interaktív mikroelektronikai tervezési rendszert. Félvezető technológiai folyamatok szimulációját végző programot fejlesztettek ki Tarnay Kálmán, Masszi Ferenc és Drozdy Győző az Elméleti Villamosság-tan Tanszék oktatóival közösen. (Jelenleg már ipari alkalmazásban van.)

Tudományos statisztikánk adatai: 2 díszdoktor, 1 műszaki tudományok doktora, 5 kandidátus és 8 egyetemi doktor (18 főállású oktatóból).

Az elmúlt évben erősítés érkezett a TKI-ből Kormány Teréz és a HIKI-ből Kovács Ferenc, valamint Farkas Gábor személyében, akik nagy ipari gyakorlatukat gyümölcsöztetik most az oktatásban. Kónya Ilona a Villamosmérnöki Matematika Tanszék-ről jött át hozzánk, hogy az induló Mikroelektronikai és Technológiai szakon a számítástechnikai ismeretek átadását segítse.

Köszönettel tartozunk azoknak az intézményeknek, amelyek anyagi támogatással segítették a tanszék laboratóriumi felszerelését. Így többek között az egykori Kohó- és Gépipari Minisztériumnak, az Egyesült Izzónak, a HIKI-nek és a KFKI-nak.