

A zajos jel periodogramja a 12. ábrán látható. A számítást egy 1 másodperc hosszúságú időszorra végeztük el, a mintavételezési sebesség 1 kHz. Ez a periodogram nagyon sok hamis spektrális komponenset tartalmaz. Lényeges kiemelni, hogy a 150 Hz-en lévő spektrális komponens elvész a zajban. Az egyszerű periodogramról azt konstatálhatjuk, hogy nem alkalmas a jel frekvenciakomponenseinek egyértelmű felismerésére.

A folytatásban Hann-féle ablakfüggvényt alkalmaztam a Welch-féle analízisben. A 13. ábrán szemléltetett módosított periodogramban, a minta hossza 30 s. Az ábráról jól érzékelhető, hogy a periodogramból a jelenlévő periódus tagok komponensei határozottabban kiválnak a jelenlévő zajból, és elég határozottan kiválik a 150 Hz-es komponens is.

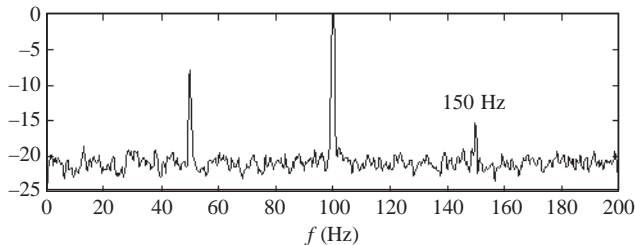
A Welch-módszer valós idejű alkalmazásánál összetett és nagyszámú számításra van szükség, ami eleve feltételez egy összetett, nagysebességű processzort. Ha nagyobb határfrekvenciás zajos jelben szeretnénk kiválasztani a spektrális komponenseket, akkor a nagy számítási igény miatt csak FPGA áramkörrel lehet azt megvalósítani.

Hol lehetne alkalmazni DSP-processzort a fizikában?

Talán mindenhol. Kezdvé a szupergyors jelenségek mérésénél, mérésvezérlésnél, mérésadat előértékelésénél. Például:

- ciklotronoknál, atomreaktoroknál. Itt rengeteg alszervezetet van, amelyek az egész rendszert alkotják és ezeket mind külön-külön nagyon összetett körülmények között úgy kell szabályozni, hogy az egészet is összetett körülmények között egyensúlyban lehessen tartani, ráadásul mindezt nagy beavatkozási sebesség mellett.

- mechanikai terhelés effektusainak mérésében,
- halmazállapot-váltás mechanizmusainak követésére, szabályozására,



13. ábra. Módosított periodogram, az analizált minta hossza 30 s

- szupravezető technikában,
- asztrofizikában,
- biofizikában,
- fizikai kémiában,
- geofizikában

és még sok egyébütt.

Minden ágazatban részletezni lehetne, hogy hol és miként lehetne a most jelenlévő analóg technikát kiváltani, vagy jobbra és effektívebbre cserélni. Azt megmagyarázni, hogy a már most jelenlévő digitális technikát miért építették pont úgy, vagy hogy mi a funkciója, nem ennek a munkának a feladata.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a Bolyai Nyári Akadémia szervezőinek a lehetőségért, hogy a digitális jelfeldolgozással kapcsolatban megtarthattam előadásomat.

Irodalom

- C. MARVEN, G. EWERS: *A simple approach to digital signal processing* – John Wiley & Sons, 1996
 S.W. SMITH: *Digital signal processing* – www.dspguide.com, 1999
 ODRY PÉTER: *Jelfeldolgozás* – Tankönyv, Műszaki Főiskola, Szabadka, 2000
 J.G. PROAKIS, D.G. MANOLAKIS: *Introduction to digital signal processing* – Macmillan, Inc., 1990

MEGEMLÉKEZÉSEK

EMLÉKEZÉS BUDÓ PROFESSZORRA, AKI SZEGEDEN A HÁBORÚ UTÁN A FIZIKÁT ÚJ ÉLETRE KELTETTE

Dombi József
 SZTE, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Budó Ágoston (1914–1969) élete és működése összeforrott Szegeddel. A felsőoktatás terén kifejtett munkásságát ugyanis itt kezdte el 1940-ben, amikor a fiatal egyetemi magántanár Szegedre, az Állami Polgári Iskolai Tanárképző Főiskola Fizika Tanszékére kapott kinevezést, és egy év híjával folyamatosan itt dolgozott az 1969 karácsonya előtti napon bekövetkezett haláláig. Egész életét szentelte a felsőoktatásnak, ennek fejlesztéséért küzdött és harcolt, és nem is eredménytelenül. Emlékeznünk kell rá, mert példakép kell, hogy legyen élete és munkássága, nem szabad annak a feledés homályába merülnie. A volt

hallgatói közül azok, akik az utolsó előadásait hallgatták, túlnyomó többségükben már nyugdíjasok, életpályájuk befejezéséhez közelednek, így lassan fogynak azok, akik még személyesen ismerték.

A főiskolai fizikai tanszékét a nyugdíjba vonult *Frank Jánostól* vette át. Mi sem természetesebb, mint hogy a Nobel-díjas *Debye* mellett eltöltött ösztöndíjas évek után Szegedre kerülő fiatal tudós elkezdte felfrissíteni az oktatott tananyagot. Előadásaival párhuzamosan jegyzetet írt a hallgatók számára, melyet könyvmatos eljárással sokszorosított. Folyamatos, nyugodt munka azonban

nem alakulhatott ki, hiszen már javában dúlt a második világháború. Az oktatás rendjét zavarta meg az a rendelet, miszerint az 1942-ben harmadéves főiskolai hallgatók a nyári szünetben felkészülhettek a negyedik év anyagából, és szeptemberben szakvizsgázhattak. Megkapva diplomájukat, a katonának behívott tanárok helyére és a visszacsatolt délvidéki iskolákba kaptak kinevezést. Ez az esztendő jelentős volt Budó Ágoston életében, mert egy frissen diplomázott hallgatójával, *Farkas Gabriellával* ekkor kötött házasságot. A katonai behívóját ő is megkapta, és csak nagy nehezen kapott felmentést. Szeged megszállása után következő zavaros időkben is a főiskolán dolgozott. 1949-ben a Debreceni Egyetem Elméleti Fizikai Tanszékére kapott egyetemi tanári kinevezést, itt oktatott 1950-ig. Ez az egy esztendő szakította meg a Szegeden eltöltött éveket.

Fröblich Pál 1949 őszén hunyt el, a megüresedett egyetemi tanári állásra Budó Ágoston nyert 1950-ben kinevezést. A tanszéken még Fröblich vezetése alatt kezdődtek el a lumineszcenciavizsgálatok, és a mintegy két évtizedes munkássága során a Rockefeller-alap támogatásával sikerült eme témakör műveléséhez szükséges optikai eszközökkel a tanszékot felszerelnie. 1944 szeptembere végén, közvetlenül a város kiürítési parancsának kiadása előtt a minisztérium elrendelte az értékes eszközök, berendezések nyugatra való menekítését, megvédendő azokat a szovjet megszálláskor várható rablásoktól. E szállítmány sorsáról később nem lehetett megtudni semmit, állítólag bombatalálat érte, a vagonroncsokat pedig kirabolták. Volt némi kísérlet ezeknek a műszereknek a megkeresésére, ám ezek a próbálkozások gyakorlatilag sikertelenek voltak, talán csak a kémikusok találtak meg néhány platinatégelyt, amelyekkel a gyermekek a homokozóban játszottak.

Az új tanszékvezető munkájának megkezdésekor a nehézségek, a megoldandó feladatok garmadjával találta magát szembe. Az előzőkből már kitűnt, hogy a kutatómunka végzéséhez az alapvető feltételek nem voltak biztosítva. De az oktatás helyzete sem volt ennél rózsásabb. A hallgatók létszáma nőtt, a *Kísérleti Fizika* főkéllégium óraszámja a múltbeli két féléven át tartott heti öt órája, négy féléves heti öt órára nőtt. De külön kellett még kétféléves előadásokat tartani a vegyész-, gyógyszerész- és orvostanhallgatók számára is. A főkéllégiumokhoz számolási gyakorlatok tartoztak, másodévtől kezdve pedig laboratóriumi mérési gyakorlatokat kellett a hallgatóknak végezniük. A hallgatók megnövekedett létszáma a gyakorlatok számának növelését, a korszerűségekre való törekvés pedig új gyakorlatok beállítását tette szükségessé. 1949-ben Fröblich Pál mellett két tanársegéd, egy díjas és két díjtalan gyakornok dolgozott. Ilyen létszámmal a megnövekedett oktatási feladatokat lehetetlen volt ellátni. Megindult a harc az álláshelyek szerzéséért, majd azoknak megfelelő emberrel való betöltéséért. Levélostrom indult meg ennek

érdekében, azaz előterjesztések mentek a minisztériumi és akadémiai bizottságokhoz, a Csongrád megyei Tanács Oktatási Osztályához, az egyetemi, városi, megyei pártbizottságokhoz, és nem is egy! Így sikerült 1950 októberére az oktatói állások számát 10 főre emelni, akik mellett még 7 fő demonstrátor is dolgozott.

Az új gyakorlatok tematikájának kidolgozásában minden oktató részt vett, és minden megbeszélésen, sőt a beállított gyakorlatok első mérésein Budó Ágoston jelen volt. Sok nehézséget jelentett, az hogy a tanszék anyagi ellátottsága igen csekély volt, de ezt a kis pénzügyi keretet is nehéz volt célszerűen elkölteni az áruhiány miatt. Egészen primitív dolgoknak, mint például banándugó, banánhüvely, szigetelt vezeték beszerzése is nehézségbe ütközött.

Tetőzte az elfoglaltságot az irtatlan adminisztráció, a szocialista munkaversenyek megszervezése. Nevezetes dátumokra, mint április 4., május 1., november 7., Sztálin elvtárs születésnapja stb., felajánlásokat kellett tenni, azok kiértékeléséről jelentéseket küldeni. Például egy ilyen felajánlási kiértékelésben szerepel, hogy Budó Ágoston a felajánlását 30%-kal túlteljesítette, mert az *Elméleti mechanika* című könyvét a tervezettnél két héttel előbb fejezte be.

Míg Budó Ágoston az intézetet vezetve milliányi gondal, bajjal küzdött, a korábban megkezdett tudományos témájával is foglalkozott. Hetenként három napot töltött Budapesten, a KFKI Budafoki úton lévő spektroszkópiai intézetében, amelynek helyettes vezetője volt.

A tanszék kutatási profilját még Fröblich Pál munkássága szabta meg, ezért Budó Ágoston is elkezdett a lumineszcenciavizsgálatok témájában dolgozni. Ezen a területen az első feladat a vizsgálatokhoz szükséges mérőberendezések tervezése és felépítése volt. Mint az MTA levelező tagja (1950) létrehozta a Lumineszcencia és Félvezető Tanszéki Akadémiai Kutatócsoportot, amelynek a működéséhez az MTA biztosított bizonyos anyagi fedezetet. Ez tette lehetővé, hogy a mérőberendezésekhez szükséges készülékeket, műszereket beszerezhettük. Célkitűzésünk az volt, hogy a lumineszcenciajellemzőket (emissziós és abszorpciós spektrum, polarizációfok, hatásfok, csillapodási idő) nagy pontossággal tudjuk meghatározni. Míg az irodalomban regisztráló mérőkészülékekről olvashattunk, sőt ezek prospektusai is eljutottak hozzánk, addig a tanszéken egy Zeiss SPM-1 monokromátorból, egy pesti „maszektól” vásárolt fototelektron-sokszorozóból építettünk abszorpció- és emissziómérő berendezést. A fototelektron-sokszorozóhoz szükséges 1000 V-os tápegységet 10 db 100 V-os anódelepep szolgáltatva, a fotóáramot 10^{-8} A/skr érzékenységgű tükrös galvanométerrel, távcsővel mértük. Vásároltunk nagyteljesítményű gerjesztő fényforrásokat, igen magas nyomású Hg- és Xe-lámpákat, amelyeket a tanszéki nagy terhelhetőségű egyenáramú hálózatról működtettük, ezek fényéből interferenciás szűrőkkel hoztuk létre a monokromatikus gerjesztést. Az abszorpcióméréshez szükséges mozz-



gatható küvetatartókat a tanszéki műhely készítette el, az igen magas nyomású, robbanásveszélyes lámpák vízhűtéses házaival együtt.

Miután különböző mérésekkel hitelesítettük a mérőberendezéseket, és ellenőriztük azok pontosságát és megbízhatóságát, kezdődött el az első tudományos vizsgálat, a szekundér fluoreszcencia spektrális hatásának kutatása, hogy a molekulákra jellemző valódi lumineszcenciajellemzők meghatározhatók legyenek. Még viszonylag egyszerű számítással lehetett a közvetlenül mért spektrumoknál reabszorpció hatását figyelembe venni. Az oldat belsejében keletkezett lumineszcenciafény bizonyos hullámhossztartományát ugyanis maga az oldat elnyeli azon az úton, míg az oldatból kilép, de keletkezik az elnyelt lumineszcenciafény miatt szekundér, terciér stb. lumineszcenciafény is. Ezek hatásainak számításba vétele már csak bonyolult számításokkal volt lehetséges. Nem analitikus függvényeket kellett ehhez integrálni, amit úgy végeztünk, hogy felrajzoltuk a szóban forgó függvényeket, és polár-polariméterrel integráltunk.

A mostoha körülmények miatt – talán nem túlzás a jelző – véres verejték árán kaptuk meg azokat a kísérleti eredményeket, amelyek a tudományos közleményeink alapultak. Ennek érzékeltetésére, íme egy lumineszcenciaspektrum felvételének leírása, amely elbeszélés ma már egy hihetetlen anekdotának tűnik, de abban az időben valóban így történt. Mivel a mérés tartama alatt a gerjesztő fény intenzitásának állandónak kellett lennie, ezért a Hg-lámpára kapcsolt feszültséget és a rajta átfolyó áramot mérni kellett, és állandóan figyelni, hogy nem változik-e. Változásnál egy toléellenállással korrigálni kellett az áramintenzitást (1 személy). A monokromátorból kilépő lumineszcenciafény hullámhosszát a monokromátor dobjának állításával lehetett változtatni (1 személy). A kilépő fény által kiváltott fotoáramot távcső segítségével tükrös galvanométerrel mértük (1 személy). A mérési adatok jegyzőkönyvben való feljegyzése külön feladat volt (1 személy). Egy mérésnél tehát négy személy működött közre. Nappali órákat az oktatás és az ügyintézés foglalta le, a mérésekre csak az esti, éjszakai órákat lehetett felhasználni. A kapott adatokat közvetlen a mérés után kiértékeljük, hiszen kíváncsiak voltunk az eredményre. A segítségkéréshez szükséges adatokat előre elkészített görbékről olvastuk le, egy Rheinmetall (általunk traktornak nevezett) elektromechanikus számológéppel végeztük a korrekciós számításokat, mígnem megszületett a korrigált spektrum. Ennek felrajzolásánál az egyes hullámhosszhoz tartozó intenzitásértékeket szinte mindig a prof jelölte be, mégpedig úgy, hogy a kapott mérési adatnak megfelelő helyen egy körzőtűvel átszúrta a mm-papírt, majd egy hajlékony acélvonalzó mellett a görbét úgy húztuk ki hegyes ceruzával, hogy a ceruza hegyének mindig bele kellett pattannia a kiszúrt lyukba.

A prof általában 14 óra tájban ment haza ebédelni, és 17 óra körül újfent a tanszéken volt, azután együtt dolgozott a kis kutatócsapattal. A munkának ritkán volt éjféli előtti vége, és még a hazafelé menetben megbeszéltük a következő napon végzendő feladatokat. És ez így ment hosszú időn keresztül, de megérte, mert a kutatócsoport eredményei nemzetközileg ismertek és elismertek lettek. Ezeket foglalta össze Budó Ágoston 1969-ben tartott akadémiai székfoglalójában. Külföldről jöttek fiatal kutatók, hogy itt dolgozzanak. Neves tudósok látogatták meg a tanszékünket, mint például *Th. Förster*, *Raman*, *Kasha*, *Galanin*, *Zsevandrov* és mások, hogy az itt folyó munkát közvetlenül megismerjék.

Budó Ágoston vezetése során kialakult kutatószellem hatására a tanszék oktatói rendre szereztek tudományos fokozatot, lettek kandidátusok, a tudományok doktori, így tulajdonképpen gondoskodott utánpótlásról. Puritán egyéniség volt, még a látszatát is messze elkerülte annak, hogy beosztása, hivatali tisztsége miatt akár ő, akár az intézet érdemtelenül előnyt szerezzen. Amikor például az MTA III. Osztályának titkára volt, kutatócsoportja nem kapott ekkor sem nagyobb támogatást. A kutatócsoport vezetői részlegének voltak ipari, akkori néven „KK”-megbízásai, amelynek díjazásából bizonyos százalék az intézmény vezetőjét illette. Budó ezt a hivatalból neki járó díjazást soha nem vette fel, mivel ezen megbízási munkákban egyáltalán nem vett részt.

Budó Ágoston munkásságára emlékezve, nem csak azt lehet hangsúlyozni, hogy a II. világháború során a koldusszegénnyé vált Kísérleti Fizikai Tanszéket újraélesztette. Neki köszönhető, hogy az oktatás színvonala magasra emelkedett, hogy a spontán emisszió vizsgálata elvezetett a kényszerített emisszióval való foglalkozáshoz, a magas színvonalú lézeres kutatásokhoz. Közéleti tevékenysége is széleskörű volt. Számátalan akadémiai, minisztériumi bizottságban elnökölt, volt dékán, hosszú időn keresztül az MTA Matematikai és Fizikai Osztályának titkára. Létrehozta a Szegedi Akadémiai Bizottságot, amely székházának építését is irányította, és éveken át volt eme Bizottság elnöke. Az 1951-ben elkészült *Elméleti mechanika* című tankönyve, amelyet német nyelven többször is kiadtak. A háromkötetes *Kísérleti fizika* tankönyve hazánkban a fizikaoktatás bibliájának tekinthető.

Budó Ágoston, a Kossuth-díjas akadémikus, a Munka Érdemrend arany fokozatának birtokosa, az Oktatásügy kétszeres kiváló dolgozója, SZAB emlékérem tulajdonosa mindössze 55 évet élt, és ezt a rövid életet a csordultig töltötte meg az eredményes munka, amelyért az utókor nem tud eléggé hálás lenni. Még a halál is egy akadémiai ülésről való hazatértében, a vonaton érte. A jelen írás, néhány epizódot kívánt Budó Ágoston életéből kiragadni, amelyek talán jellemzik, aláhúzzák életének áldozatos voltát.

Szerkesztőség: 1027 Budapest, II. Fő utca 68. Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.kfki.hu/elft/>, e-mail címe: mail.elft@mtesz.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős: Berényi Dénes főszerkesztő.

Kéziratokat nem őrzünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Tamás, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulathoz vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszerűsített.

Megjelenik havonta, egyes szám ára: 600,- Ft + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257